

*Handwörterbuch der
astronomie*

Wilhelm Valentiner

LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF CALIFORNIA.

Class



HANDWÖRTERBUCH DER ASTRONOMIE.

UNTER MITWIRKUNG

von

PROF. DR. E. BECKER-STRESSBURG, PROF. DR. E. GERLAND-KLAUSTHAL
DR. N. HERZ-WIEN, Prof. DR. H. KOBOLD-KIEL, DR. N. v. KONKOLY-
BUDAPEST, Prof. DR. E. v. OPPOLZER-INNSBRUCK, PROF. DR. C. F. W. PETERS (†),
DR. E. v. REBEUR-PASCHWITZ (†), DR. FR. RISTENPART-BERLIN, PROF.
DR. W. SCHUR (†), PROF. DR. H. SEELIGER-MÜNCHEN, DR. C. STECHERT-
HAMBURG, PROF. DR. W. WISLICENUS-STRESSBURG, DR. K. ZELBR (†)

HERAUSGEGEBEN

von

Dr. W. VALENTINER

Ordentl. Professor der Astronomie an der Universität und Direktor der Astrometrischen Abtheilung
der Grossherzoglichen Sternwarte zu Heidelberg

VIERTER BAND.

MIT 48 ABBILDUNGEN IM TEXTE



LEIPZIG
VERLAG VON JOHANN AMBROSIOUS BARTH

1902.

Das Recht der Uebersetzung bleibt vorbehalten.

Vorwort zum letzten Bande des Handwörterbuches.

Wenn ich im Vorwort zum ersten Bande dieses Werkes um die freundliche Nachsicht der Fachgenossen gebeten habe, weil ich schon damals fühlte, dass die übernommene Aufgabe nicht in der Weise zur Ausführung gelangte, wie ich es gewünscht und gehofft hatte, so habe ich bei der weiteren Fortsetzung des Handwörterbuches noch oft die grossen Schwierigkeiten empfinden müssen, welche der annähernd vollkommenen Lösung solcher Aufgaben entgegenstehen. Abgesehen von der Schwierigkeit des Unternehmens an sich, habe ich durch unerwarteten Wechsel der Mitarbeiter grosse Hemmnisse erfahren. Während der Ausarbeitung musste ich nicht weniger als vier der mir nahe gestandenen Mitarbeiter, mit denen ich mich besonders eingehend über die Anordnung und Behandlung der Materie besprochen hatte, durch den Tod verlieren, ausserdem konnten manche in Aussicht gestellte Artikel durch verschiedene Umstände nicht zur Ablieferung kommen. Zum grossen Theil ist durch diese Verhältnisse eine wesentliche Verzögerung in der Vollendung des Werkes eingetreten.

Der Entschuldigung bedarf ferner, dass der Umfang des Handwörterbuchs ein beträchtlich grösserer geworden ist, als anfangs geplant war. Es liegt die Ursache hauptsächlich darin, dass nicht das gesammte Manuscript vor dem Druckbeginn der ersten Lieferung fertig vorlag und daher eine Schätzung des Umfanges bei Ausgabe derselben nur annäherungsweise möglich war. In der Folge aber an den einzelnen Artikeln, die zum Theil schon in thunlichster Form zusammengedrängt waren, noch weiter zu kürzen, verbot sich in jedem speciellen Falle von selbst.

Entgegen dem ersten Plan ist der Artikel über Gradmessung fortgeblieben, um nicht auf wissenschaftliche Disciplinen hinüberzugreifen, welche früher wohl zur Astronomie gerechnet werden konnten, da sie in gewissem Sinn aus ihr hervorgingen, die sich aber längst selbständig entwickelten. Wenn sonst im

Text auf Stichworte verwiesen ist, so sind die letzteren nicht immer in getrennten Artikeln behandelt, sondern nach dem Grundsatz, die Zahl der Artikel möglichst einzuschränken, an anderen Orten besprochen. Man wird sie daher im Sachregister nachzusehen haben.

Das Namenregister wäre allzu umfangreich geworden, wenn ausdrücklich auf die bezüglichen Arbeiten der Autoren verwiesen worden wäre, andererseits konnte eine einfache Angabe des Bandes und der Seitenzahl nicht genügen; es ist daher jeweils das Artikelstichwort angeführt, unter welchem der betreffende Name vorkommt und dadurch zugleich ein Hinweis auf die einschlägigen Untersuchungen gegeben. Aehnlich sind auch die Artikelstichworte im Sachregister genannt und der Leser wird schon dadurch auf die vorzugsweise von ihm gesuchten Stellen des Werkes geleitet werden.

Die Berichtigungen verdanke ich zum Theil der Mittheilung aus befreundeten Kreisen oder den Autoren der betreffenden Artikel. Ganz besonderer Mühe hat sich aber ein mir unbekannter Gelehrter unterzogen, indem er vom Erscheinen des ersten Theils an das Werk durchgesehen und mir die dabei aufgefundenen, leider recht zahlreichen, Druckfehler durch Vermittelung der Verlagsbuchhandlung mitgetheilt hat. Ich fühle mich um so mehr verpflichtet, ihm dafür an dieser Stelle aufrichtig und herzlich zu danken, als ich in voller Unkenntniß seines Namens und seiner Adresse nicht in der Lage bin, den Dank persönlich zum Ausdruck zu bringen.

Heidelberg 1902 im Mai.

W. VALENTINER.

Inhaltsverzeichniss.

| | Seite |
|--|-----------|
| Uhr, Pendeluhr. E. Gerland | 1 |
| Definition | 1 |
| Die Theile der Pendeluhr und deren Wirkungsweise | 2 |
| Geschichte der Erfindung der Pendeluhr | 3 |
| Die Uhren vor Galilei | 3 |
| Erfindung der Pendeluhr durch Galilei | 4 |
| Huyghens' Pendeluhren | 5 |
| Das Pendel, theoretische Erörterungen | 7 |
| Das Cycloidenpendel | 9 |
| Die Aufhängung des Pendels | 10 |
| Die Compensation des Pendels gegen Temperaturänderungen | 11 |
| Das Rostpendel | 12 |
| Hebelcompensationspendel | 14 |
| Die Quecksilbercompensation | 14 |
| Die Riefler'sche Compensation | 15 |
| Die Compensation des Pendels gegen Luftdruckänderungen | 16 |
| Verschiedene Methoden der Compensation | 17 |
| Aufhängung im luftdicht verschlossenen Raum | 19 |
| Die Hemmung | 20 |
| Theorie der Hemmung | 21 |
| Die rückspringende Hemmung | 22 |
| Die ruhende Hemmung | 23 |
| Die Stiftenhemmung | 24 |
| Die freie Hemmung, Construction von D'ent, Budge, Ruffert | 25 |
| Die Riefler'sche Hemmung | 29 |
| Der Antrieb | 32 |
| Die Aufziehvorrathungen | 32 |
| Der Antrieb durch ein mit Hilfe von Electricität gehobenes Gewicht | 33 |
| Der Antrieb durch einen Electromagneten | 36 |
| Das conische Pendel | 40 |
| Die Regulirung und Controle | 40 |
| Universalinstrument. N. Herz | 41 |
| Beschreibung des Instruments | 42 |
| Repetitionstheodolit | 43 |
| Bestimmung und Berichtigung der Fehler | 47 |
| Aufstellung der Formeln | 48 |
| Bestimmung des Zenithpunkts am Kreis | 52 |

| | |
|--|------------|
| Universaltransit. N. Herz | 54 |
| Bestimmung der Zeit aus der Beobachtung zweier Sterne in demselben (unbekannten) Azimuth | 56 |
| Universum. F. Ristenpart. | 57 |
| Historische Entwicklung der Ansichten vom Universum | 57 |
| Copernikus, Galilei, Kepler, Huyghens | 58 |
| Wright, Kant. | 58 |
| Lambert, Michell | 59 |
| W. Herschel und seine Sternzeichnungen | 60 |
| W. Struve's Untersuchungen | 61 |
| Die Milchstrasse | 65 |
| Die grosse Trennung in der Milchstrasse | 67 |
| Die Breite der Milchstrasse | 68 |
| Die Struktur und die Abbildungen der Milchstrasse | 68 |
| Das Material zur Untersuchung der Sternvertheilung | 72 |
| Die Sterncataloge und Karten | 72 |
| Die Sternzahl und die photometrische Constante | 76 |
| Die Vertheilung der Fixsterne | 81 |
| Die Untersuchungen Seeligers | 84 |
| Lineare Maasse im Sternsystem und die mittlere Sterndichte des Raumes | 93 |
| Der Sonnensternhaufen | 96 |
| Vertheilung der verschiedenen Spectraltypen | 101 |
| Vertheilung der bewegten Sterne | 104 |
| Vertheilung der rothen und der Ch. Wolf-Rayet'schen Sterne | 110 |
| Vertheilung der neuen Sterne | 111 |
| Vertheilung der Nebelflecke und Sternhaufen | 111 |
| Die Untersuchungen von Stratonoff | 114 |
| Ursachen des Milchstrassenschimmers | 117 |
| Die Milchstrasse als Spiralnebel | 121 |
| Annahme anderer Raumformen | 124 |
| Verticalkreis. N. Herz | 127 |
| Zeit, Zeitbestimmung. N. Herz | 129 |
| Zeitmessung, Zeiteinheiten | 129 |
| Jahr und Julianische Periode | 130 |
| Wahrer Sonnentag, Sterntag, mittlerer Sonnentag | 130 |
| Bürgerliche, astronomische Zeit, Ortszeit | 132 |
| Weltzeit, Zonenzeit, Normalmeridian | 133 |
| Zeitgleichung | 134 |
| Verwandlung der mittleren und wahren Zeit in einander | 136 |
| Verwandlung der Sternzeit, der wahren und mittleren Zeit in einander | 137 |
| Sternzeit im mittleren Mittag | 137 |
| Uhr correction, Stand und Gang der Uhr | 139 |
| Zeitbestimmung | 139 |
| aus beobachteten Meridiandurchgängen der Sterne | 140 |
| aus einer beobachteten Zenithdistanz | 140 |
| Untersuchung der günstigsten Bedingungen | 141 |
| Beispiel | 143 |
| aus mehreren nach einander gemessenen Zenithdistanzen | 143 |
| Beispiel | 144 |
| Reduction des Mittels der Zenithdistanzen auf das Mittel der Uhrzeiten | 145 |
| Reduction des Mittels der Uhrzeiten auf das Mittel der Zenithdistanzen | 148 |
| Beispiel | 148 |

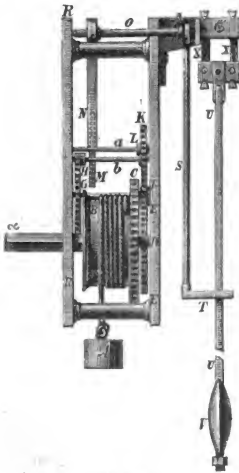
| | |
|---|-----|
| <u>Beobachtungen am Universalinstrument und ihre Reduction bei unbekanntem Zenithpunkt</u> | 151 |
| aus gleichen Höhen verschiedener Sterne zu beiden Seiten des Meridians | 152 |
| aus correspondirenden Höhen | 155 |
| <u>Mittags- und Mitternachtsverbesserung</u> | 156 |
| <u>Beispiel</u> | 157 |
| aus <u>Beobachtungen von Sternen im Vertical des Polarsternes (Döllner's Methode)</u> | 158 |
| <u>Entwicklung der Formeln</u> | 159 |
| <u>Reduction der Beobachtungen für Zeitsterne</u> | 163 |
| <u>Reduction der Beobachtungen für den Polarstern in der Nähe des Meridians, in der Nähe der größten Digression</u> | 165 |
| <u>Vorausberechnung der Sternörter</u> | 167 |
| <u>Anordnung der Beobachtung</u> | 170 |
| <u>Beispiel</u> | 171 |
| aus dem beobachteten Azimuth | 174 |
| durch <u>Beobachtung des Verschwindens eines Sterns hinter einem terrestrischen Object</u> | 175 |
| aus <u>zwei beobachteten Höhen zweier Gestirne und der Zwischenzeit, ohne Kenntniss der Polhöhe, Zeitbestimmung zur See</u> | 175 |
| <u>Das Dipleidoskop oder Chronoidek</u> | 177 |
| <u>Das Passagenprisma</u> | 178 |
| <u>Ehle's Sextant und astronomisches Netz</u> | 179 |
| <u>Die Sonnenuhren</u> | 180 |
| <u>Das Skaphium und der astronomische Ring</u> | 181 |
| <u>Die Aequatorealsonnenuhr</u> | 181 |
| <u>Die Horizontal- und Verticalsonnenuhren</u> | 181 |
| <u>Zodiacallicht oder Thierkreislcht. W. Valentiner</u> | 184 |
| <u>Das Schnittphotometer</u> | 185 |
| <u>Anhang. Tafeln, Vorbemerkung. W. Valentiner</u> | 187 |
| <u>Tafel I. Die Barkersche Tafel</u> | 189 |
| <u>Tafel zur Berechnung der wahren Anomalie, wenn sie sich 180° nähert</u> | 238 |
| <u>Tafel II. Encke's Tafel zur Auflösung der Lambert'schen Gleichung</u> | 239 |
| <u>Tafel III. Tafel zur Berechnung der Parallaxe nach Hansen, für die verschiedenen Sternwarten</u> | 243 |
| <u>Tafel IV. Anzahl der Tage vom Anfang des Jahres</u> | 263 |
| <u>Verwandlung der Decimaltheile des Tages in Stunden, Minuten, Secunden und umgekehrt</u> | 264 |
| <u>Verwandlung der mittleren Zeit in Sternzeit</u> | 265 |
| <u>Verwandlung der Sternzeit in mittlere Zeit</u> | 266 |
| <u>Tafel V. Tafeln zur Reduction der Circummeridianhöhen</u> | 267 |
| a) von 0 bis 20 Minuten Stundenwinkel für m und n | 268 |
| b) von 0 bis 60 Minuten Stundenwinkel für $\log m$ und $\log n$ | 274 |
| <u>Tafel VI. Verzeichniss der Bahnelemente der Kometen</u> | 295 |
| <u>Tafel VII. Bahnelemente der Planeten</u> | 323 |
| <u>Namenregister des ganzen Werks</u> | 349 |
| <u>Sachregister des ganzen Werks</u> | 377 |
| <u>Berichtigungen</u> | 428 |

Uhr bis Zodiacallicht.

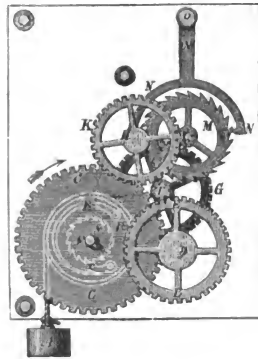
Anhang: Tafeln.



Uhr, Pendeluhr. Definition. Unter Pendeluhrn würde man strenggenommen alle die Mechanismen zu verstehen haben, bei denen ein durch einen Motor (ein gehobenes Gewicht, eine gespannte Feder, einen erregten Electromagnet) in Bewegung gesetztes und durch einen isochron schwingenden Körper regulirtes Räderwerk vor einem Zifferblatt sich drehenden Zeigern eine so gleichmässige Bewegung ertheilt, dass daraus das Fortschreiten der Zeit nach genau gleichen



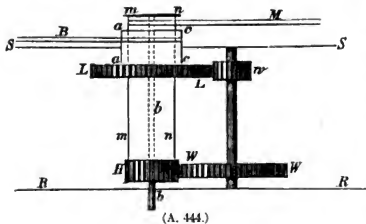
(A. 442.)



(A. 443.)

Theilen erkannt werden kann. Es ist jedoch üblich, unter dieser Benennung nur die Uhren zusammenzufassen, deren Regulator ein gewöhnliches unter dem Einfluss der Schwere in einer lothrechten Ebene schwingendes Pendel ist, im Gegensatz zu den Uhren mit Unruh, die, soweit sie für den Astronomen Bedeutung haben, bereits in dem Artikel Chronometer besprochen wurden.

Die Theile der Pendeluhr und deren Wirkungsweise. Die Bestandtheile der Pendeluhr sind die nämlichen, wie die des Chronometers, Motor, Räderwerk und Pendel mit der Hemmung. Den Motor bildet das gehobene Gewicht *A* (Fig. 442 und 443), welches an dem auf die Walze *B* aufgewundenen Seile liegt und sie der Richtung des Pfeiles entgegen zu drehen bestrebt ist. Die Axe der Walze ist bei *a* zum Aufsetzen des Uhrschlüssels vierkantig gestaltet, durch dessen Drehung das herabgegangene Gewicht wieder gehoben werden muss. Damit aber dabei nicht das ganze Uhrwerk bewegt wird, ist die Walze mit dem



ebenfalls auf dieser Axe sitzenden Walzenrad *C* durch einen Sperrkegel *x* verbunden, der das Walzenrad mitnimmt, wenn es dem Zuge des Gewichtes folgt, über die Zähne des Sperrrades *s* aber hingleitet, wenn die Walze im entgegengesetzten Sinne gedreht wird. Das Walzenrad überträgt seine Bewegung auf das Getriebe *D*, das das Rad *E* mitführt, dieses die seinige durch Vermittlung des Getriebes *F* und des Rades *G*, des Getriebes *H* und des mittleren Rades *K*, auf das Getriebe *L* und das Rad *M*, welches dreieckige Zähne hat und in seiner freien Bewegung gewöhnlich durch den Anker *N* gehemmt wird. Das Minutenrad *G* trägt den Minutenzeiger; ist ein Sekundenzeiger vorgesehen, so sitzt dieser auf dem Rade *M*, wenn nicht ein eigenes Sekundenrad vorhanden ist. Giebt die Uhr auch die Stunden an, so zeigt Fig. 444 die Art, wie der Stundenzeiger vom Minutenrad aus bewegt wird. *b* ist die Welle des Minutenrades, die durch Vermittlung des Minutenrohres nur den Minutenzeiger *M* bewegt. *b* wird von *mn* durch Reibung mitgenommen, und es ist möglich, den Zeiger auch ohne die Welle *b* zu bewegen, zu stellen. Mit *mn* dreht sich das Viertelrad *H*, welches in das Wechselrad *W* greift. Auf dessen Axe sitzt das Getriebe *w*, und greift in das Stundenrad *L* ein, welches den Stundenzeiger *B* auf der lose über das Minutenrohr geschobenen Hülse *ac* trägt. Die Uebersetzung ist so gewählt, dass der Stundenzeiger sich in 24 Stunden einmal über das Zifferblatt herum bewegt, was der Minutenzeiger in einer Stunde thut. Das Rad *M* (Fig. 442 und 443) führt den Namen des Steig-, Gang- oder Hemmungsrades die nur die Bewegung übertragenden Räder heissen Beisetz-, Mittel- oder Zwischenräder, die Theile, welche die Bewegung auf die Uhrzeiger übertragen, bilden das Zeigerwerk oder das Vorgelege. Die Axen sämtlicher Räder sind in zwei durch Schrauben miteinander verbundene Messingplatten *RR* und *EE* (Fig. 442) und *SS* und *RR* (Fig. 444), gelagert.

Fig. 442 zeigt die Art, wie der Anker mit dem Pendel verbunden ist, Fig. 443, die Form des Ankers, die sofort seine Wirkungsweise ergibt. Er endet in zwei Haken, Hebungen oder Paletten *N*, die abwechselnd in die Zähne des Steigrades eingreifen; beim Heraustreten gleiten die Zähne des Steigrades an den schiefen Flächen der Paletten hin und treiben sie vor sich her. Jedesmal, wenn das Pendel durch die Ruhelage geht, rückt also das Steigrad um einen Zahn weiter. Auf der Ankeraxe *oß* ist die Führungsstange oder der Mitnehmer *S* befestigt, dessen gabelförmiges Ende *T* die Pendelstange *UU* umfasst und so das Pendel mit dem linsenförmigen Gewicht *V* antreibt, wenn ein

Zahn von *M* an der schiefen Fläche einer Palette hingleitet. Die Führungsstange hat bei Sekundenpendeln ein Fünftel der Länge des Pendels, sonst ein Drittel bis ein Viertel, die Gabel muss so stehen, dass das Pendel vertikal hängt wenn die Paletten ihre Ruhelage einnehmen. Um dies unter allen Umständen zu erreichen, besitzen Uhren, bei denen es auf die grösste Genauigkeit ankommt. Vorrichtungen, um das obere Ende der Führungsstange durch zwei einander entgegenwirkende Schrauben etwas im wagerechten Sinne verschoben zu können, oder sie gestatten das nämliche mit der Gabel vorzunehmen. So setzt das Gewicht das Räderwerk in Bewegung und sorgt durch dessen und des Ankers Vermittlung dafür, dass das Pendel bei jeder Schwingung den Verlust an lebendiger Kraft, den es durch Ueberwindung der Reibung und des Luftwiderstandes erlitten hat, wieder ersetzt bekommt.

Geschichte der Erfindung der Pendeluhr. Ehe wir zur ausführlicheren Betrachtung der einzelnen Uhrtheile uns wenden, werfen wir einen kurzen Blick auf die Entwicklungsgeschichte der Pendeluhr.

1) Die Uhren vor GALILEI. Die Anwendung der Uhren ist so alt, wie die astronomischen Beobachtungen selbst. Bereits die Chaldäer, denen wir wohl die ältesten verdanken, maassen die Zeit mit würfelförmigen Gefässen von bestimmter Seitenlänge, aus denen das Wasser durch ein kleines Loch am Boden ausfloss. Jahrtausende hindurch blieb man auf diese Art der Zeitmessung beschränkt und noch die alexandrinischen Gelehrten verbesserten die Klepsydren wie man diese Uhren nannte, indem sie die Grösse der Ausflussöffnung durch Einbohren in Gold oder in einen Edelstein sicherten. Die babylonischen Wasseruhren haben noch das Interesse für uns, dass von den zwei Grössen, in denen sie angewendet wurden, die Seiten des Würfels als Maasseinheiten abgenommen wurden und dass sehr wahrscheinlich von ihnen die grosse und die kleine Elle der Völker des Alterthums stammt. Erst nach und nach kamen im Laufe der Jahrhunderte Räderwerke in Gebrauch und es wird von einem solchen erzählt, welches der Sultan von Aegypten dem Kaiser Friedrich II. zum Geschenke sandte. Ueber die Einrichtung jener ältesten Uhren ist uns nichts bekannt, die ersten, von denen wir genauere Nachrichten haben, gehören dem 13. Jahrhundert an. Sie besitzen bereits als Motor ein von Zeit zu Zeit wieder zu lebendes Gewicht, als Regulator ein Horizontalpendel mit Hemmung. Ihre sonstige Einrichtung stimmt aber so sehr mit der unserer jetzigen Uhren überein, dass man mit LITTRON¹⁾ BERTHOUD Recht geben muss, wenn dieser sagt, »dass eine solche Uhr nicht die Erfindung eines einzigen Menschen sein kann, sondern dass sie ein Product mehrerer vorhergehenden Erfindungen ist, die z. Thl. wenigstens sehr alten Zeiten angehören«. Als Beleg für diese Behauptung kann das Uhrwerk dienen, welches in der Schweiz verfertigt, 1348 in Dover Castle aufgestellt wurde und dort bis 1872 seinen Dienst schlecht und recht versah. Es befindet sich im South Kensington Museum und ist abgebildet in HOFMANN's Bericht über die wissenschaftlichen Apparate auf der Londoner internationalen Ausstellung auf pag. 20.

Dass die Gleichmässigkeit des Ganges dieser Uhren viel zu wünschen übrig lassen musste, liegt auf der Hand. Fehlte ihnen doch die constante Kraft welche den Regulator stets in eine bestimmte Ruhelage zu bringen sucht. Immerhin waren in solcher Weise die Uhren des Landgrafen Wilhelms IV. von

¹⁾ GEHLER's physikalisches Wörterbuch, 2. Aufl., IX. Bd., 2. Abth., pag. 1111.

Hessen-Cassel eingerichtet, welche BURGI verfertigt hat und welche zum ersten Mal die Zeit als Beobachtungselement einzuführen gestatteten. Eine im königlichen Museum in Cassel noch vorhandene von BURGI herrührende Uhr ist eine reich ausgestattete Tafeluhr, deren Pendel ein horizontales Rad bildet, so dass es als Unruhe ohne regulirende Feder anzusprechen sein würde.

2) Erfindung der Pendeluhr durch GALILEI. Wohl nichts lässt so sehr den Fortschritt, den die Arbeit der letzten drei Jahrhunderte in unsern Anschauungen hervorgerufen hat, schärfer hervortreten, als der Umstand, dass nachdem GALILEI den Isochronismus der Pendelschwingungen entdeckt hatte, es noch dreier Jahrzehnte bedurfte, bis er auf den Gedanken kam, das Pendel zum Regulator eines Zeitmessers zu benutzen, dass noch fast zwei weitere Jahrzehnte darüber hingingen, bis HUYGENS das Horizontalpendel der damaligen Uhren durch das gewöhnliche ersetzte. Ja, es wird uns schwer, einzusehen, dass zu der scheinbar so einfachen Beobachtung des Isochronismus des Pendels es eines GALILEI bedurfte, der die schöne Entdeckung noch dazu dem Zufall verdankte. Vergegenwärtigt man sich jedoch die Erfindungsgeschichte, so wird alles dieses begreiflich genug.

Die Erzählung, die den damaligen Professor in Pisa durch die Beobachtung der aufeinanderfolgenden Schwingungen einer an langer Schnur hängenden Kirchenlampe den Isochronismus der Pendelschwingungen finden lässt, trifft höchstwahrscheinlich zu. Wenigstens wendet GALILEI bei deren Darstellung in den Discorsi¹⁾ dieses Beispiel an. Wenn er nun aber auch so auf die Vermuthung des Isochronismus gekommen war, so konnte er diese Vermuthung zunächst nicht auf ihre Richtigkeit prüfen, da ja genaue Zeitmesser noch fehlten. Theoretische Untersuchungen führten ihn jedoch ebenfalls zu dem Ergebniss, dass gleichlange Pendel gleiche Schwingungsdauern hätten.

Dass infolge dieses Isochronismus das Pendel einen brauchbaren Zeitmesser abgeben müsse, erkannte GALILEI sofort, aber er kam noch nicht darauf, die Uhren seiner Zeit dadurch zu Apparaten für genaue Zeitmessung zu machen, dass er sein isochron schwingendes Pendel an Stelle des horizontalen setzte. Wohl verband er es mit einem Zählwerk einfachster Construction und bestimmte damit die Zeit, wobei er es freilich durch immer erneute Antriebe in Bewegung erhalten musste. Das Zählwerk bestand aus einem Cartonrädchen mit dreieckigen Zähnen, das bei jeder in demselben Sinne erfolgenden Pendelschwingung um einen Zahn weiter geschoben wurde. Dazu war am Pendelgewicht senkrecht auf seine Schwingungsebene eine Borste befestigt, die über die flachgeneigte Seite des Zahnes des Cartonrädchens hinglitt, dann aber nach Umkehr des Pendels gegen die steile abfallende Seite sich legend, das Rädchen um einen Zahn weiterschob.

Den Plan, den Antrieb des Pendels durch ein immer wieder aufzuwendendes Gewicht zu bewerkstelligen und so die erste Pendeluhr zu bauen, entwarf der erblindete GALILEI erst kurz vor seinem Tode. »Eines Tages im Jahre 1641«, so schildert²⁾ VIVIANI in einem Schreiben, das er am 20. August 1659 an den Prinzen LEOPOLD VON MEDICI richtete, den Vorgang, »als ich bei ihm in der Villa bei Arcetri wohnte, fasste er den Gedanken, wenn es möglich wäre, das Pendel der Gewichts- oder Federuhr zuzufügen, anstatt sich der gewohnten Un-

¹⁾ GALILEI's Untersuchungen und mathematische Demonstrationen. Deutsch von A. v. OETTINGEN. Leipzig 1890. OSTWALD's Klassiker, No. 11, 2. Tag, pag. 85.

²⁾ ALBÈRI. Le opere di GALILEO GALILEI. Firenze 1842—56. XIV, pag. 352.

ruhe zu bedienen und hoffte so eine gleichmässige und natürlliche Bewegung dieses Pendels zu erhalten«. Er dictirte nun seinem Sohne VINCENZIO und dem genannten VIVIANI, als den einzigen, die nach seiner Verweisung in sein Landhaus bei ihm sein durften, eine Zeichnung, welche seine Idee wiedergab, da er sie selbst nicht mehr zu Papier bringen konnte. Diese Zeichnung ist noch in der Bibliotheca Palatina in Florenz vorhanden und des öfteren in Nachbildungen veröffentlicht¹⁾.

Die Pendelaxe trägt zwei Dornen, die sich mit ihr hin und her bewegen und abwechselnd einen Sperrhaken von einem Steigrad abnehmen und wieder darauf legen, oder ebenso unter einen der seitwärts am Steigrad angebrachten Stifte greifend, dessen Bewegung hemmen und zurückschwingend wieder freilassen. Bei jedem Hin- und Hergang wird also das Steigrad um einen Zahn fortgeschoben und kann demnach zur Bewegung von Minuten- und Stundenzeiger benutzt werden, auch die Secunden zählen. Dass die Walze mit dem das Gewicht tragenden Seile fehlt, wird im Hinblick auf die Art der Entstehung der Zeichnung und auf die ausdrückliche Versicherung VIVIANI's hin, dass der Apparat eine Uhr sein solle, GALILEI nicht zum Vorwurf gemacht werden können. Kann das Fehlende doch ohne irgend welche Schwierigkeit zugefügt werden.

VAN SWINDEN's²⁾ Ansicht dagegen, der Apparat stelle lediglich ein Zählwerk dar, beruht auf einem Irrthum, wie ich bereits vor vielen Jahren aus den Quellen nachweisen konnte³⁾, obwohl ein solcher Beweis bei der klar ausgesprochenen Bestimmung, die sein Erfinder, der die wissenschaftliche Mechanik schuf, der die inductive Methode in die Naturwissenschaften einführte, dem Apparat geben wollte, wohl kaum nöthig gewesen wäre. Eine Bedeutung für die Fortbildung der Uhren hat der GALILEI'sche Entwurf freilich nicht gehabt, seine Ausführung vereitelte ein feindseliges Geschick. Zwar unternahm es zehn Jahre nach des Vaters Tode VINCENZIO GALILEI eine Uhr nach der in seinem Besitz befindlichen Zeichnung auszuführen. Er liess die dazu nöthigen Räder und Gestelltheile von einem Schlosser anfertigen und setzte sie, um das Geheimniss zu bewahren, selbst zusammen. Er war bereits soweit gekommen, dass er sich mit VIVIANI von der Betriebsfähigkeit der Uhr hatte überzeugen können, als er plötzlich erkrankte und starb. Das noch nicht fertige Werk wurde nach Ausweis des noch vorhandenen Auctionscataloges mit seinem Nachlasse verkauft und ist verschollen. Doch hat man in neuerer Zeit nachzuholen gesucht, was damals versäumt wurde, und nach GALILEI's Plan eine Uhr hergestellt, die ihre Bestimmung vollständig erfüllt. Diese ist im GALILEI-Museum in Florenz noch vorhanden und hat, da sie zu mehreren Malen für den Originalapparat gehalten wurde, öfters zu Irrthümern Veranlassung gegeben.

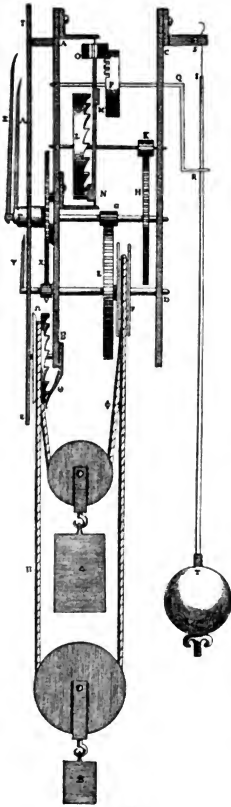
3) HUYGENS' Pendeluhr. GALILEI's Erfindung blieb gänzlich unbekannt und so war es HUYGENS vorbehalten, ohne von GALILEI's Plan etwas zu wissen, das Pendel als Regulator den damals gebräuchlichen Uhren zuzufügen. Seine Erfindung war um deswillen besonders lebensfähig, dass sie ohne jede Schwierig-

¹⁾ HOFMANN, Bericht 77, pag. 22, BIEDERMANN, Bericht über die Ausstellung wissenschaftlicher Apparate im South Kensington Museum zu London 1876, pag. 411. GERLAND, Geschichte der Physik, pag. 112. GERLAND und TRAUMÜLLER, Geschichte der physikalischen Experimentirkunst, pag. 122.

²⁾ VAN SWINDEN, Verhandelingen der eersten Klasse van het Kon. Nederlandsche Instituut van wetenschappen. 3. Deel. Amsterdam 1817.

³⁾ GERLAND, WIEDEMANN's Annalen 1878, IV, pag 610.

keit an den längst im Gebrauch befindlichen Zeitmessern angebracht werden konnte. Wie er im Jahre 1656 die Uhren verbessern wollte¹⁾, ergibt sich aus Fig. 445. Das Horizontalpendel der früheren Uhrwerke ersetzte er durch ein Zahnrad *O*, das in die Zähne des Kronrades *P* eingriff. Das Steigrad *L* und die Hemmung *MN* behielten ihre Lage und Einrichtung bei. Da *P* nur schwingen, sich nicht drehen sollte, so erhielt es nur in seiner oberen Hälfte Zähne; seine Axe trug die Gabel *QR*, welche mit ihren Zinken *R* die Pendelstange *JT* umfasste. Wohl durchdacht war die Art der Aufhängung des Pendels mittelst des biegsamen Fadens *SJ*, auf die HUYGENS mit Recht den grössten Werth legte. Wenigstens betonte er, als ihm später²⁾ mitgetheilt wurde, dass GALILEI längst vor ihm eine Pendeluhr angegeben habe, dass dieser Entwurf untauglich sein müsse, wenn — wie es in der That der Fall war — das Pendel sich um eine in Lagern ruhende Axe drehe. Die Reibung beeinflusse dann den Isochronismus auf das Schädlichste. Die Folgezeit hat ihm Recht gegeben, indem sie seine Art der Aufhängung allerdings unter Anbringung einer weiteren Verbesserung beibehielt. So ist die Pendeluhr zuerst von GALILEI, dann aber noch einmal in ganz selbständiger Weise von HUYGENS erfunden worden und wenn der letztere nach dem, was ihm zu seiner Zeit über GALILEI's Entwurf bekannt geworden war, mit Recht fragte, wie es möglich gewesen sei, dass eine so nützliche Erfindung so gänzlich unbekannt bleiben konnte, so sind wir nach dem oben mitgetheilten in der Lage, die Antwort auf diese Frage zu geben.



(A. 445.)

und den Sperrhaken θ verhindert wurde, sich in mehr als einem Sinne zu bewegen. Sollte das Gewicht Δ gehoben werden, so brauchte man nur die Schnur bei Π herabzuziehen, der Zug, den Δ an der Rolle *F* ausübte, blieb dann ungeändert.

¹⁾ HUYGENS, *Horologium, Opera varia*. Vol. I. Lugd. Bat. 1724, pag. 4.

²⁾ HUYGENS, *Oeuvres complètes* III, pag. 8 ff.

Uebertraf nun auch diese erste HUYGENS'sche Uhr an Genauigkeit im Gange alle andern zur Zeit ihrer Erfindung im Gebrauche befindlichen, so genügte ihrem Schöpfer ihre Einrichtung noch nicht und er brachte 1673 wesentliche Verbesserungen daran an¹⁾. Er legte die Hemmung *MN* horizontal, die Axe des Steigrades aber vertical und befestigte die Gabel *QR* ohne weitere Zwischenglieder an die Hemmung. Das Pendel versah er mit einem Laufgewicht und hing es an zwei Fäden auf, zu deren Seiten er zwei nach Cycloiden geformte culissenförmige Blechstreifen anbrachte, an welche sich bei jeder Schwingung des Pendels die Fäden anlegten. Die Einrichtung hatte den Zweck, den Einfluss der Amplitude auf die Schwingungsdauer aufzuheben und so den Isochronismus der Schwingungen beträchtlich zu erhöhen. Um diese Eigenschaft der Cycloide nachweisen zu können, wenden wir uns zunächst zu der Ableitung der Formel für die Schwingungsdauer des Pendels. Damit beginnen wir zugleich mit der Betrachtung der gegenwärtig im Gebrauche stehenden Pendeluhr, deren einzelne Theile dann der Reihe nach eingehend behandelt werden sollen.

Das Pendel. 1) Theoretische Erörterungen²⁾ Es sei, Fig. 446, *CA* die Ruhelage, *CB* die Lage des Pendels von der Länge *l* bei grösster Elongation, die Anfangsgeschwindigkeit in *B* sei v_0 . Führen wir nun ein Coordinatensystem ein, dessen Anfangspunkt der Aufhängepunkt *C* und dessen *Z*-Axe vertical abwärts gerichtet ist, so würde allgemein sein

$$x^2 + y^2 + z^2 = l^2,$$

aber da wegen der lothrechten Lage der Pendelebene $y = 0$ ist,

$$x^2 + z^2 = l^2.$$

Ist nun v die Geschwindigkeit in *D*, so ist nach dem Princip der lebendigen Kraft

$$\frac{1}{2}v^2 - \frac{1}{2}v_0^2 = g(z - z_0)$$

und für $v_0 = 0$

$$v^2 = 2g(z - z_0).$$

Führt man hier statt x den Winkel θ , den in jeder Lage das Pendel mit der Ruhelage bildet, als neue Veränderliche und den seine äusserste Lage gebenden Winkel α ein, so wird

$$z_0 = l \cos \alpha, \quad z = l \cos \theta,$$

also

$$v^2 = 2gl(\cos \theta - \cos \alpha).$$

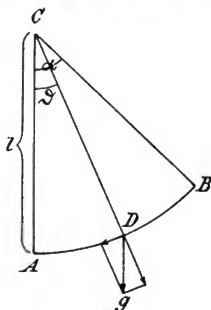
Ist nun der Bogen *BD* = s , so ist

$$s = l(\alpha - \theta)$$

$$v = \frac{ds}{dt} = -l \frac{d\theta}{dt}$$

$$l^2 \left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 = 2gl(\cos \theta - \cos \alpha)$$

$$\left(\frac{d\theta}{dt} \right)^2 = \frac{2g}{l} (\cos \theta - \cos \alpha),$$



(A. 44)

1) HUYGENS, Horologium oscillatorium Opera varia Vol. I, pag. 29.

2) Vergl. auch KIRCHHOFF, Vorlesungen über mathematische Physik, 4. Aufl. Leipz. 1897, pag. 17 ff und SCHELL, Theorie der Bewegung und der Kräfte. Leipz. 1870, pag. 319.

so dass hier der Winkel als Function der Zeit t erscheint. Geht man nun auf die halben Winkel über, so wird

$$\left(\frac{d\theta}{dt}\right)^2 = \frac{2g}{l} \left(1 - \theta \sin^2 \frac{\theta}{2} - 1 + 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2}\right) = \frac{4g}{l} \left(\sin^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\theta}{2}\right).$$

Wir führen nun eine neue Veränderliche ein, indem wir setzen:

$$\sin \frac{\theta}{2} = \sin \frac{\alpha}{2} \sin \psi.$$

Dann wird

$$\begin{aligned} d\theta &= 2 \frac{\sin \frac{\alpha}{2} \cos \psi \cdot d\psi}{\cos \frac{\theta}{2}} \\ \cos \frac{\theta}{2} &= \sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi} \\ \frac{dt}{d\theta} &= \sqrt{\frac{l}{g}} \frac{1}{\sqrt{4 \left(\sin^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\theta}{2}\right)}} \\ dt &= \sqrt{\frac{l}{g}} \frac{\sin \frac{\alpha}{2} \cdot \cos \psi \cdot d\psi}{\sqrt{\left(1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi\right) \left(\sin^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi\right)}} \\ &= \sqrt{\frac{l}{g}} \frac{\sin \frac{\alpha}{2} \cos \psi \cdot d\psi}{\sin \frac{\alpha}{2} \sqrt{1 - \sin^2 \psi} \sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi}} \\ &= \sqrt{\frac{l}{g}} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi}}. \end{aligned}$$

Man findet nun die Dauer einer einfachen Schwingung T , indem man diese Gleichung zwischen den Grenzen $\theta = -\alpha$ und $\theta = +\alpha$ integrirt oder da alsdann

$$-\sin \frac{\alpha}{2} = \sin \frac{\alpha}{2} \sin \psi,$$

also

$$-1 = \sin \psi$$

und

$$+\sin \frac{\alpha}{2} = \sin \frac{\alpha}{2} \sin \psi$$

mithin

$$+1 = \sin \psi$$

ist, zwischen den Grenzen $\psi = -\frac{\pi}{2}$ bis $\psi = +\frac{\pi}{2}$; oder es ist

$$T = \sqrt{\frac{l}{g}} 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi}}.$$

Nun ist

$$\frac{1}{\sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi}} = \left(1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi\right)^{-\frac{1}{2}}$$

$$= 1 + \frac{1}{2} \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \sin^4 \frac{\alpha}{2} \sin^4 \psi + \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \sin^6 \frac{\alpha}{2} \sin^6 \psi + \dots$$

und somit

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\psi}{\sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \sin^2 \psi}} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} d\psi + \frac{1}{2} \sin^2 \frac{\alpha}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^2 \psi \cdot d\psi + \frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4} \sin^4 \frac{\alpha}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^4 \psi d\psi +$$

$$+ \frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6} \sin^6 \frac{\alpha}{2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^6 \psi d\psi.$$

Da nun

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin^{2n} \psi \cdot d\psi = \frac{1 \cdot 3 \cdot 5 \dots (2n-1)}{2 \cdot 4 \cdot 6 \dots 2n} \frac{\pi}{2},$$

so wird

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left[1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} + \left(\frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}\right)^2 \sin^4 \frac{\alpha}{2} + \left(\frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6}\right)^2 \sin^6 \frac{\alpha}{2} + \dots \right].$$

Vernachlässigt man hier die Glieder von der vierten Potenz von $\sin \frac{\alpha}{2}$ an, so wird für einen kleinen Winkel α

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} \left(1 + \frac{\alpha^2}{16} \right)$$

und für ein unendlich kleines α

$$T = \pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Die Schwingungsdauer ist somit von der Amplitude nicht unabhängig, doch beträgt sie für einen Winkel $\alpha = 10^\circ$ nur etwa 0.2% ¹⁾. Ein Pendel, welches bei einer Amplitude von 10° 1000 Schwingungen macht, würde also bei einer unendlich kleinen Amplitude in der nämlichen Zeit 1001, 89 vollführen. Auch ist es immer möglich, eine für die Amplitude α beobachtete Schwingungsdauer T auf eine unendlich kleine T_1 zurückzuführen, indem man setzt:

$$T_1 = \pi \sqrt{\frac{l}{g}} = \frac{T}{1 + \frac{1}{4} \sin^2 \frac{\alpha}{2}}.$$

2) Cycloidenpendel. Es würde nach dem Besprochenen möglich sein für ein beliebiges Pendel die Schwingungsdauer für jede Amplitude aus der Pendellänge zu finden. Für die Herstellung einer Pendeluhr aber wäre damit nicht viel gewonnen, deshalb schlug HUYGENS den bereits erwähnten zweiten Weg ein, um ein Pendel zu erhalten, dessen Schwingungsdauer von der Amplitude nicht mehr beeinflusst werde. Er brachte zu beiden Seiten des Aufhängefadens des Pendels nach Cycloiden gekrümmte Culissen so an, dass bei jeder Schwingung der Pendelfaden sich verkürzend an sie anlegte. Der Pendelkörper beschreibt dann die Evolute der Cycloide, die wieder eine Cycloide ist, deren unterster Punkt senkrecht unter dem Punkte liegt, in dem die Culissen zusammen-

¹⁾ Vergl. WÜLLNER, Lehrbuch der Experimentalphysik. 5. Aufl. 1. Bd., Leipzig 1895, pag. 142.

treffen. Ist d der Durchmesser des die Cycloïde erzeugenden Kreises, so ist diese Zeit bekanntlich

$$t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{2d}{g}}$$

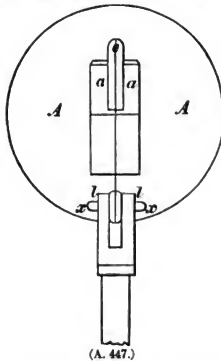
oder weil für $l = 2d$

$$t = \frac{\pi}{2} \sqrt{\frac{l}{g}}$$

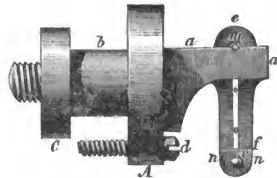
auch die Schwingungsdauer des Pendels von der Länge $2d$ bei unendlich kleiner Amplitude. An dieser Entdeckung hat HUYGENS ganz besondere Freude gehabt, wenigstens finden sich in seinen hinterlassenen Papieren in einer Art Tagebuch darüber die Worte¹⁾: »*Sed praeipuum longe hic Cycloïdis inventum. Utinam vidisset Galilaeus!*« So schön nun aber auch diese Erfindung war, zu praktischer Bedeutung ist sie nie gelangt. Schon bei Lebzeiten ihres Urhebers wurde sie wieder verlassen, da sie nur angenähert gleichbleibende Schwingungsdauern gab, wenn nicht der Schwingungsmittelpunkt gezwungen werden konnte, sich auf der Cycloïde zu bewegen und namentlich, da in Folge des fortdauernden Antriebes des Pendels die Amplitude sich bei den aufeinander folgenden Schwingungen überhaupt nicht oder nur in ganz unbedeutender Weise ändert. Immerhin hat noch 1839 STAMPFER für eine Amplitude von 6° eine solche Regulirung für die Rathhausuhr in Lemberg ausgeführt, die sich gut bewährte, aber nicht von langer Dauer war, da die sie tragende Uhr 1848 vom Blitz zerstört wurde²⁾.

Wir wenden uns nun zur Betrachtung der einzelnen Uhrtheile.

3) Die Aufhängung des Pendels geschieht bei astronomischen Uhren wohl durchgängig mit Hilfe einer Stahlfeder in der Weise, wie es Fig. 447 und



(A. 447.)



(A. 448.)

448 in Vorder- und Seitenansicht zeigen. aa ist eine feste Stütze, welche mit der Mutter C an die Rückwand des Uhrwerks angeschraubt wird, so dass durch diese Wand der Bolzen b hindurchgeht. Um jede Drehung unmöglich zu machen, wird die Schraube d noch durch Stütze und Rückwand eingeschraubt. In den Stützentheil aa wird der Kopf e hineingedrückt, der die Feder f trägt. Mit mehreren Stiften wird diese in e befestigt, der durch die Mitte gehende Stift m

¹⁾ VAN SWINDEN, a. a. O., pag. 53.

²⁾ GRASHOFF, Theoretische Maschinenlehre. 2. Bd., Hamburg und Leipzig 1883, pag. 577.

liegt in einer in a befindlichen Rinne. An das untere Ende der Feder sind die beiden Messingplatten n angenietet, die den sie und die Feder durchdringenden Stift x tragen. Dieser Stift trägt den Doppelhaken l , in den von unten die Pendelstange geschraubt wird. Fig. 449 zeigt ihn für sich von der Seite.

Die Dicke der Feder ist etwa die eines Kartenblattes, sie muss aus bestem, gut gehärtetem Stahl gefertigt werden. In der Mitte versieht man sie mit dem Einschnitte oo und erreicht dadurch den Vortheil, dass man sie breiter machen kann, ohne dass sie zu steif wird. Statt einer wendet man zweckmässiger Weise jetzt meist zwei Federn an und sichert dadurch die Bewegung der Pendellinse. Das sich bewegende Pendel darf die Feder nur hin- und herbiegen, Bewegungen in den Befestigungen dürfen unter keiner Bedingung stattfinden. Die Güte der Feder erkennt man daran, dass sie ohne eingehängtes Pendel in Schwingungen versetzt, eine genügend lange Zeit mit stetig abnehmender Stärke schwingt.



(A. 449.)

Zum Schutze der Pendelfeder beim Herausnehmen des Pendels hat S. RIEFLER¹⁾ die Pendelstange in zwei Theile getheilt, deren oberer stets mit der Feder in Verbindung bleibt, während der untere leicht abgenommen werden kann. Der obere Theil besteht aus einer Stange von rechteckigem Querschnitt, der in der durch Fig. 447 und 448 angegebenen Weise mit einem Doppelhaken an den Stift der Feder gehängt wird, unten aber einen nach einem Kreisbogen gekrümmten Querstift trägt, der nach beiden Seiten gleich viel hervorragt, während der Mittelpunkt des Kreisbogens der Aufhängepunkt des Pendels ist. An der das Pendel tragenden Wand des Uhrgehäuses sind zwei durchbohrte Backen angebracht, deren Durchbohrungen so geformt sind, dass sie die freie Bewegung der beiden in sie hineinragenden Enden des Querstiftes nicht hemmen. Der untere Theil der Pendelstange ist nun ebenfalls mit einem Doppelhaken an den Querstift so aufgehängt, dass die beiden Theile des Hakens zu beiden Seiten des oberen Theiles der Pendelstange angreifen. Um einer seitlichen Verschiebung des unteren Theiles der Pendelstange an dem Stift vorzubeugen, sind auf diesen noch je zwei Ringe angebracht, welche an den Endflächen der beiden Hakenflächen anliegen. So ist es unmöglich gemacht, dass beim Ein- oder Aushängen des unteren Theiles der Pendelstange eine Verletzung der Aufhängefeder eintrete. Auch bei Pendeln mit ungetheilter Stange kann die Vorrichtung verwendet werden. Sie erhält dann ihre Stelle unmittelbar in der unteren Fassung der Pendelfeder.

Bis zu einem gewissen Grade macht die Federaufhängung die Pendelschwingungen isochron und erfüllt so z. Thl. den Zweck, welchen HUYGENS mit den Cycloidenulissen erreichen wollte. Die Feder bewirkt nämlich durch ihre Krümmung eine mit dem Ausschlagswinkel wachsende kleine Erhebung des Schwingungsmittelpunktes über den aus dem Aufhängungspunkte mit seinem Abstand von der tiefsten Lage jenes Punktes als Radius beschriebenen Kreis. Ob es möglich ist, dadurch, dass man die Abmessungen der Feder in ein passendes Verhältniss zur Länge und Masse des Pendels setzt, völligen Isochronismus zu erreichen, bedarf freilich noch der näheren Prüfung²⁾.

4) Compensation des Pendels gegen Temperaturänderungen. Soll eine Pendeluhr richtig gehen, so muss ihr Pendel genau die nämliche Länge

¹⁾ RIEFLER, Deutsches Reichspatent No. 6407. Zeitschrift für Instrumentenkunde 1891 XI, pag. 271.

²⁾ GRASHOFF, a. a. O., pag. 578.

beibehalten. Da aber Aenderungen der Temperatur auch eine Aenderung der Pendellänge zur Folge haben, so muss man das Pendel compensiren, ihm Einrichtungen geben, die es trotz jenes Wechsels seine Länge unter allen Umständen bewahren lassen. Eine Compensation gegen Temperaturänderungen ist auf zweierlei Weise möglich; entweder man wählt den Stoff der Pendelstange so, dass die Wärme ihn nicht ausdehnt, oder man bringt Einrichtungen an, welche den Schwingungspunkt des Pendels selbstthätig ebensoviel wieder heben, als er durch Ausdehnung der Pendelstange gesunken ist und umgekehrt.

Trocknes Holz ist ein Stoff, der sich gegen die Wärme fast ganz indifferent verhält, um so empfindlicher aber ist es gegen die Feuchtigkeit. Entzieht man es deren Einfluss, indem man den aus ihm gefertigten Körper mit Oel trinkt und überzieht ihn dann mit einem die Feuchtigkeit völlig abhaltendem Lack, so erhält man aus ihm Pendelstangen, welche kaum Längenunterschiede zeigen und für bessere Regulatorruhen sehr wohl anzuwenden sind. Für astronomische Uhren reicht aber diese Art der Regulirung nicht aus, da sie kleine Aenderungen doch noch zulässt. Um sie völlig zu compensiren, setzt man die Pendelstange aus Metallstäben, die sich verschieden stark ausdehnen, zusammen, legt sie wie Roststangen nebeneinander und befestigt sie so, dass die Verlängerung des einen die des andern aufhebt. Als eines dieser Metalle kann man auch Quecksilber nehmen und das es enthaltende Gefäss dann als Pendelkörper benutzen. Im Vergleich mit dem Rostpendel hat aber das Quecksilberpendel den Nachtheil, dass das compensirende Quecksilber und die zu compensirende Pendelstange sich in verschiedenen Höhenlagen und dann möglicher Weise in Luftschichten von verschiedener Temperatur befinden, was bei der Anordnung der Stangen des Rostpendels ausgeschlossen ist.

Das Rostpendel wurde 1720 durch HARRISON¹⁾ zuerst angewendet. Sind die Längen der angebrachten beispielsweise fünf Stäbe mit kleinerem Ausdehnungscoefficienten, deren Verlängerung den Schwingungspunkt senkt, der Reihe nach a, b, c, d, e , die der dazwischen liegenden das Pendel wieder verkürzenden f, g, h, k und sind α und β die linearen Ausdehnungscoefficienten der Metalle, aus denen sie bestehen, so ist die Länge des Pendels bei 0°

$$l_0 = (a + b + c + d + e) - (f + g + h + k)$$

und bei t°

$$l = (a + b + c + d + e)(1 + \alpha t) - (f + g + h + k)(1 + \beta t).$$

Soll nun Compensation stattfinden, so muss sein

$$l_0 = l_t.$$

Setzen wir also

$$(a + b + c + d + e) = L$$

und

$$(f + g + h + k) = M,$$

so müsste werden

$$L - M = L(1 + \alpha t) - M(1 + \beta t) = L - M + \alpha Lt - \beta Mt.$$

Dieser Gleichung kann nur genügt werden, wenn

$$\alpha Lt - \beta Mt = 0$$

also

$$L\alpha = M\beta$$

oder

$$L:M = \beta:\alpha.$$

¹⁾ GEHLER, Physikalischss Wörterbuch VII 1, pag. 390.

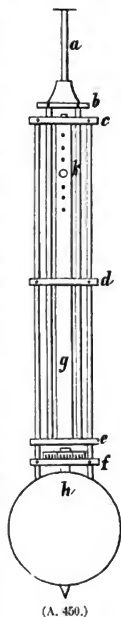
Die Gesamtlängen der Stäbe müssen sich also umgekehrt, wie die Ausdehnungscoefficienten verhalten. Hat man die Längen von mehreren dieser Stäbe angenommen, so müssen die übrigen so bestimmt werden, dass diese Bedingung erfüllt ist.

Die Stäbe können nun in verschiedener Weise angeordnet, geformt und befestigt werden, wie die folgenden Beispiele zeigen. Fig. 450 stellt das von KESSELS angegebene compensirte Pendel vor, welches GROSSMANN zu seinen Pendeluhrn verwendete. Der genannte Künstler beschreibt es folgendermassen¹⁾: »Der Aufhängungsstab *a* mit dem Haken an seinem oberen Ende ist in dem Querstück *b* befestigt; von diesem aus gehen zwei Stahlstäbe nach unten und tragen das Querstück *c*, welches dem Zinkstabe *g* als Stütze dient; die Ausdehnung des letzteren wirkt sonach in der Richtung nach oben und theilt seine Bewegung dem Querstücke *c* mit. In letzterem sind die äusseren beiden Stahlstäbe befestigt und gehen hinab bis durch das Querstück *f*. Sie sind mittel Stiften mit diesem Stück verbunden, welches die Schraubenmutter zum Reguliren und mit diesem das Gewicht der Linse trägt. Die Stahlstäbe sind über das Stück *f* hinaus verlängert und ihre Enden reichen in zwei tiefe, in den Rand der Linse gebohrene Löcher, wodurch die Linse mit dem Rost in zuverlässiger Weise verbunden wird. Das Querstück *d* in der Mitte dient lediglich, um dem Roste eine grössere Festigkeit zu geben, und hat keinen Einfluss auf die Compensation.

»Das Rohr, in das die Mittelstange hineinpasst, ist bei diesem Pendel aus Zink und es passt in dasselbe ein kurzer Stahlstab ein, welcher in das Querstück *c* geht und mit demselben durch einen Stift verbunden ist. Die Verkürzung des Rohres und Verlängerung des Stabes und umgekehrt wird ebenfalls durch Versetzen des Stiftes *k* verursacht . . . Dieses Rohr reicht von einem Querstück zum andern und die Ein- und Ausschaltung geschieht von oben gegen unten.

»Damit die Ausdehnung der Linse gar nicht in Betracht komme, ist der kurze Stab *h*, welcher das Gewinde zum Reguliren trägt, bis in die Mitte der Linse geführt und dort festgeschraubt, so dass diese Stahllänge bei der Compensation zwar mitzurechnen ist, dagegen die Ausdehnung der Linse, weil sie um den Mittelpunkt nach allen Seiten gleichmässig erfolgt, ganz ohne Einwirkung bleibt.«

Wie bei dem KESSELS'schen Pendel wird auch bei dem Greenwicher Pendel die Compensation durch ein die Stahlstange umgebendes Zinkrohr erreicht, ein Verfahren, welches zuerst TROUGHTON²⁾ angewendet hatte. Der Stahlstab ist in gewöhnlicher Weise aufgehängt, von dem Zinkrohr umgeben und ruht mit seinem unteren Ende auf einer Schraubenhülse, mit deren Hilfe das Pendel regulirt werden kann. Das obere Ende des Zinkrohres trägt ein Stahlrohr, welches mit seinem erweiterten Rande bis in die Mitte des aus Blei hergestellten Pendel-



(A. 450.)

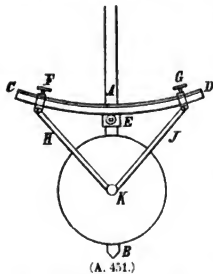
¹⁾ GELICICH, Die Uhrmacherkunst und die Behandlung der Präcisionsuhren. Wien 1892 pag. 311 nach Uhrmacher-Kalender 1880, pag. 187.

²⁾ NICHOLSON's Journal 1804, T. IX, pag. 225. Vergl. GEHLER, Physikalisches Wörterbuch VII 1, pag. 390.

körpers reicht. Die Röhren sind von Canälchen durchzogen, welche ihr Inneres mit der äusseren Luft in Verbindung setzen und dafür sorgen, dass dessen Temperatur rasch den Schwankungen der Lufttemperatur folgt¹⁾. Eine weitere an diesem Pendel angebrachte Einrichtung, welche die genaue Compensation zu erhalten erlaubt, auch wenn die Länge der das Pendel bildenden Stäbe und Rohre nicht ganz genau bestimmt ist, wird später noch besprochen werden.

Bei dem Compensationspendel von BOURDIN²⁾ ist die Eisenstange durch ein Glasrohr ersetzt, das auf beiden Seiten durch Stahlstücke geschlossen ist. Das obere dieser Stücke trägt den Aufhängehaken des Pendels, das untere ist mit einer mit Schraubengewinde versehenen Stange fest verbunden, welche zum Aufsetzen einer Mutter und der ihre Befestigung bewirkenden eiförmigen Gegenmutter dient. Ueber das Glasrohr ist mit ganz geringer Reibung ein Zinkrohr geschoben, welches auf der Mutter ruht. Es geht durch die über ihr befindliche messingene Pendellinse hindurch, welche mittelst zweier Platinstäbe an dem Zinkrohr aufgehängt ist. Dazu ist ein Ring an dem Zinkrohr befestigt, welcher mittelst zweier Schrauben einen zweiten Ring trägt, an dem die Platinstangen befestigt sind. Mit Hilfe dieser Schrauben kann durch Vermittlung der Platinstangen die Pendellinse etwas gehoben und gesenkt und dadurch so gestellt werden, dass bei Temperaturänderungen die Linse in Folge der Ausdehnung des Glases und Platins sich um ebensoviel abwärts bewegt, als sie durch die Ausdehnung des Zinkes wieder gehoben wird. Auf diese Weise wird die Pendellänge unverändert gehalten. Zwei Stifte verhindern, dass sich die Röhren gegeneinander verdrehen können.

Bei den Hebelcompensationspendeln wird in ähnlicher Weise, wie bei den Unruhen die Compensation bewirkt. Eine solche Einrichtung, die PERRON



angegeben hat³⁾, zeigt Fig. 451. Das Pendel, dessen Linse allein gezeichnet ist, hat nur eine Stange A, die durch die Linse, bei B wieder erscheinend, hindurchgeht, ohne dass beide direkt mit einander befestigt wären. Gehalten wird die Linse durch die an dem Zapfen K befestigten Stangen H und J, welche in den Läufern, Metallbügeln mit den Schrauben F und G, endigen. Diese Schrauben sind an den aus zwei Metallen zusammengesetzten, nach einem Kreise gebogenen Streifen CD angeklemt und verbinden so die Pendelstange mit der Linse. Bei steigender Temperatur sinkt nun zwar die Schraube E herab; da sich aber nun der Bogen CD, der das Metall mit dem stärkeren Ausdehnungscoefficienten an seiner äusseren Seite hat, stärker krümmt, so kann es leicht eingerichtet werden, dass der Schwingungspunkt K um eben soviel wieder gehoben wird, als er durch Senken der Schraube herabgegangen war.

Die Quecksilbercompensation hat bereits 1721 GRAHAM⁴⁾ angewendet. Ist l die Länge der Pendelstange, α ihr linearer Ausdehnungscoefficient so nimmt

¹⁾ LOCKYER, Die Beobachtung der Sterne sonst und jetzt. Uebersetzt von G. SIEBERT. Braunschweig 1880, pag. 211.

²⁾ GELCICH, a. a. O., pag. 321.

³⁾ GELCICH, a. a. O., pag. 317.

⁴⁾ GEHLEP, a. a. O., VII 1, pag. 388

l bei Erwärmung von 1°C. um αl zu. Ist sodann β der cubische Ausdehnungscoefficient des Quecksilbers in dem es umschliessenden Gefässe, h dessen Höhe und nimmt man es als cylindrisch an, welche Form wohl allein in Frage kommen dürfte, so liegt sein Schwerpunkt in der Höhe $\frac{h}{2}$ über dem Boden. Ohne merklichen Fehler wird man den Schwerpunkt für den Schwingungspunkt nehmen dürfen. Bei einer Temperaturänderung aus 1°C. müsste der Schwerpunkt um $\beta \frac{h}{2}$ gehoben werden und für den Fall vollständiger Compensation also sein:

$$\beta \frac{h}{2} = l\alpha$$

$$h = 2l \frac{\alpha}{\beta}.$$

Es ist nun nicht zweckmässig, das Quecksilber in Glasgefässen zu verwenden. Schon DENT¹⁾ hat vorgeschlagen, gusseiserne zu nehmen. Nicht nur, dass solche sich in viel vollkommener Weise cylindrisch herstellen lassen, es lässt sich auch in ihnen das Quecksilber durch Auskochen leicht von aller Feuchtigkeit befreien. Das ist aber von grösster Bedeutung, da sonst das Eisen in Folge des entstehenden galvanischen Stromes rasch rosten würde. Auch kann das Quecksilber in eisernen Gefässen leicht versendet werden. Nach REGNAULT'S Untersuchungen²⁾ ist nun der Ausdehnungscoefficient des Quecksilbers im Guss-eisen $\frac{1}{6712}$. Es wird somit

$$\beta = \frac{1}{6712} r^2 \pi h,$$

wenn r den Radius des cylindrischen Quecksilbergefässes bedeutet und also

$$h = 2l\alpha \frac{6712}{r^2 \pi h} = \frac{65,37}{r} \sqrt{l\alpha}$$

eine Gleichung, welche für eine Pendelstange von der Länge l mit einem Ausdehnungscoefficienten α die Höhe h des Quecksilbers im Gefässe zu berechnen gestattet.

Damit Pendelstange und Gefäss möglichst gleiche Temperatur annehmen, ist jene durch dieses hindurchgeführt. Um dem Quecksilber leicht die Temperatur der Umgebung mitzuthemen, nahm JÜRGENSEN zwei solcher Gefässe, welche er zu beiden Seiten der Pendelstange anbrachte. Da nicht genügend genaue Kenntniss der Ausdehnungscoefficienten nachträgliche Correcturen nöthig macht, so trägt die Pendelstange oben ein Schälchen, in welches Gewichte gelegt werden können, die den Gang des Pendels verlangsamen. Eine weitere Correctur erhält man, wenn man eine auf dem Deckel des Gefässes angebrachte, getheilte Mutter dreht. Eine noch feinere Regulirung lässt das Compensationspendel von RIEFLER³⁾ zu: »Es besteht aus einem Mannesmann Stahlrohr von 16 mm Weite und 1 mm Wandstärke, welches etwa bis zu $\frac{3}{4}$ seiner Länge mit Quecksilber gefüllt ist. Das Pendel hat ausserdem eine mehrere Kilogramm schwere Metallinse von einer die Luft gut durchschneidenden Form, oberhalb derselben sind scheibenförmige Gewichtskörper für die Correctur der Compensation aufgeschraubt, deren Anzahl man zu diesem Zweck nach Bedarf ver-

¹⁾ GEHLER, a. a. O. XI, pag. 447. Vergl. LITTROW'S Kalender für alle Stände, Wien 1845, pag. 18.

²⁾ WINKELMANN, Handbuch der Physik. Breslau 1896 II 2, pag. 87.

³⁾ RIEFLER, Die Präcisionsuhren mit vollkommen freiem Echappement und neuem Quecksilbercompensationspendel 1894, pag. 8.

mehren oder vermindern kann.« Das Pendel lässt also eine dreifache Regulirung des Uhrgangs¹⁾ zu, eine grobe durch Auf- und Abwärtsschrauben der Linse, eine feinere durch die nämlichen Bewegungen der Correctionsscheiben unterhalb der Linse und eine ganz feine durch Zufügen von Zulagegewichten, welche auf ein am Pendelrohr angebrachtes Schälchen gelegt werden. Die Güte der Compensation prüft man, indem man die von der Uhr angegebene Zeit mit Sternbeobachtungen vergleicht. So fand ANDING für die RIEFLER'sche Uhr den Compensationfehler für $\pm 1^\circ \text{C.}$ zu 0.0005 Sec. täglich.

Es versteht sich wohl von selbst, dass die Uhren in Räumen aufgestellt werden, die dem Temperaturwechsel in möglichst geringem Grade unterworfen sind. Russische Astronomen sind sogar so weit gegangen, die Uhr in einem im Boden befindlichen Steingehäuse aufzustellen, um sie den Temperaturschwankungen soviel wie möglich zu entziehen.

5) Compensation des Pendels gegen Luftdruckänderungen. Neben den Aenderungen der Lufttemperatur üben auch die des Luftdruckes einen Einfluss auf den Gang der Pendeluhr aus. Denn da die Luft den Schwingungen des Pendels einen Widerstand entgegensetzt, so muss dieser mit wachsender Dichte zu-, mit abnehmender abnehmen, die Dichte der Luft verändert sich aber mit dem Luftdruck. Dass die Wirkung des Luftdruckes bemerkbar ist und also corrigirt oder compensirt werden muss, beweisen die Beobachtungen TISSERAND's²⁾ an dem vom Mechaniker WINNERL verfertigten Pendel, welches in einer Tiefe von 27 m unter der Erdoberfläche in den Kellern der Pariser Sternwarte aufgestellt ist. Das Pendel schwingt in einem besonderen Gehäuse, welches aber nicht luftdicht verschlossen ist; ein in ihm aufgestelltes Manometer liess erkennen, dass sich der in ihm herrschende Luftdruck mit dem äusseren änderte, Thermometerbeobachtungen aber ergaben nur Schwankungen der Lufttemperatur von 0.01° bis 0.02° . Der tägliche Gang μ der Uhr wurde durch die Formel

$$\mu = 0.019 + 0.0146 (b - 753)$$

darstellbar gefunden, wo b den Barometerstand in Millimetern bedeutet. Die Formel ist mit Hilfe der Meridianbeobachtungen einer Anzahl Sterne vom August 1894 bis Januar 1895 aufgestellt und ihre Brauchbarkeit folgt daraus, dass der Coëfficient 0.0146 mit dem übereinstimmt, den man auch auf theoretischem Wege durch den Widerstand der Luft bedingt findet. Wie merklich der Einfluss des Barometerstandes ist, ergibt sich aus den grössten Abweichungen der durch das Pendel gegebenen von den wirklichen Werthen. Brachte man die Correction wegen des Barometerstandes an, so bewegten sie sich zwischen den Grenzen -0.20 und $+0.29$, vernachlässigte man sie, so stiegen diese Werthe auf -1.28 und $+1.07$.

Es giebt nun zwei Wege, das Pendel vom Einflusse des Luftdruckes zu befreien, entweder indem man es zu compensiren sucht, oder indem man es in einen luftdicht verschlossenen Raum einschliesst. Beide Wege sind eingeschlagen worden. Namentlich hat man die Compensation auf die verschiedenste Weise erreichen wollen. Man hat die Aufhängfeder an den Schlitz einer Metallplatte gelegt, welche mit dem Deckel eines Aneroids oder mit einem Schwimmer auf dem Quecksilber im offenen Schenkel des Barometers sich auf- und abbewegt

¹⁾ Ueber Gang und Stand der Uhr, s. den Artikel Chronometer, Handwörterbuch der Astronomie Bd. I, pag. 635.

²⁾ TISSERAND, Compt. rend. 1896, Bd. 122, pag. 646.

und so die Pendellänge zu vergrössern oder zu verkleinern gesucht, ohne jedoch zufriedenstellende Ergebnisse zu erhalten.

In Greenwich wendet man mit besserem Erfolge einen Magneten an¹⁾. An das Pendelgewicht sind zu beiden Seiten Stahlmagnete angeschraubt, welche entgegengesetzte Pole nach unten kehren. Ihnen gegenüber befinden sich die nach oben gekehrten Pole eines Hufeisenmagneten, der so aufgestellt ist, dass sich ungleichnamige Pole einander gegenüberstehen. Der Hufeisenmagnet ist an dem einen Arm eines auf Stahlschneide ruhenden Wagebalkens aufgehängt, dessen anderer Arm eine Schale trägt zur Aufnahme von Gewichten behufs Aequilibrirung des Magneten und eine eiserne Platte, die auf dem Quecksilber im offenen Schenkel eines Heberbarometers schwimmt. Die Anziehung der Magnete verstärkt die Wirkung der Schwere und vermehrt also die Anzahl der in der Zeiteinheit ausgeführten Pendelschwingungen. Indem der offene Schenkel des Barometers aber viermal so weit wie der geschlossene ist, so entspricht der Bewegung des Quecksilbers in diesem nur der fünfte Theil von der in jenem. Steigt oder fällt das Barometer also um 1 *cm*, so wird der Hufeisenmagnet um $\frac{1}{4}$ *cm* gehoben oder gesenkt und dementsprechend der Gang der Uhr beschleunigt oder verlangsamt.

In einfacher Weise suchte KRÜGER²⁾ die Compensation des Luftdruckes zu erreichen, indem er an die Pendelstange ein U-förmig gebogenes Rohr mit einem längeren oben geschlossenen und einem kürzeren offenen Schenkel anbrachte. Dieses Rohr wurde soweit mit Quecksilber gefüllt, dass es etwa die Hälfte des geschlossenen Schenkels einnahm, aus dem offenen Schenkel aber bei dem niedrigsten Barometerstand noch nichts ausfloss. Der obere Theil des geschlossenen Schenkels war mit Luft gefüllt, der ganze Apparat war also nichts anderes wie ein Manometer. Bei steigendem Luftdruck tritt nun ein Theil des Quecksilbers aus dem offenen in den geschlossenen Schenkel über und hebt so den Schwingungspunkt des Pendels. Das so verkürzte schwingt rascher und umgekehrt wird, wenn bei abnehmendem Luftdruck die Quecksilbersäule sich verkürzend den Schwingungspunkt senkt, die Schwingungsdauer verlängert.

Ein solches Manometer kann an jedem gegen die Temperaturänderung compensierten Pendel angebracht werden, wenn nur der Punkt an dem dies geschehen muss, richtig bestimmt wird. Den Abstand ξ der Mitte der wirklichen Quecksilbersäule, d. h. der Quecksilbersäule, welche im geschlossenen Schenkel über die Oberfläche des offenen emporragt, von der Mitte der Pendelstange findet man nach KRÜGER mit Hilfe der Formel

$$\xi = \frac{\mu}{86.4} \cdot \frac{2\lambda - h - y}{\lambda y z} V,$$

wo μ die tägliche Retardation, welche dem Steigen des Barometerstandes um 1 *mm* entspricht, λ die Länge des mit verdünnter Luft gefüllten Theiles der Röhre, h den Barometerstand, y den Höhenunterschied des Quecksilbers in beiden Manometerröhren, z das Gewicht einer Längeneinheit Quecksilber in der Röhre des Manometers, V das Trägheitsmoment des ganzen Pendels bedeutet.

Bringt man nun aber das Manometer an, so wird der Gang des Pendels beschleunigt und es muss berechnet werden, um wieviel das den Pendelkörper ausmachende Quecksilber mit Gefäss und Zubehör tiefer gelegt werden muss, damit die Schwingungsdauer des Pendels ungeändert bleibt, und dies um so

¹⁾ LOCKYER, a. a. O, pag. 215.

²⁾ KRÜGER, Astronomische Nachrichten No. 1482. März 1864.

mehr, als auch dadurch das Trägheitsmoment um ein wenig vergrößert wird. Aber auch die Wärmecompensation ist dann gestört und es muss somit weiter berechnet werden, wie viel Quecksilber zuzufügen ist, um sie wieder herzustellen. Ist das geschehen, so muss das Untergestell des Pendels wieder etwas gesenkt werden, wenn der richtige Gang der Uhr bewahrt bleiben soll. Weil aber dadurch das Trägheitsmoment des Quecksilbers vermehrt wird, so ist nun ein weiterer Näherungswert von ξ zu berechnen, danach wieder Quecksilber zuzufügen und das Untergestell wieder zu senken. Längere Vergleichen des Ganges der Uhr mit Zeitbestimmungen, die zu diesem Zwecke angestellt werden, geben sodann darüber Aufschluss, um wieviel bei mittlerer Temperatur die Uhr vorgeht und welche Retardation ein Steigen der Temperatur um 1° C hervorruft. Mittelst zweier linearer Gleichungen mit zwei Unbekannten findet man schliesslich, wieviel Quecksilber noch hinzugefügt, wie weit das Untergestell noch gesenkt werden muss, wenn die Compensation zur Zufriedenheit wirken soll.

In solcher Weise wollte OUDEMANS¹⁾ für die HOHWÜ'sche Normaluhr der Utrechter Sternwarte die Compensation für den Luftdruck herstellen. Während eines ganzen Jahres war zu diesem Zwecke der Gang der Uhr beobachtet, bei den alsdann vorgenommenen Messungen zerbrach aber das die Temperaturcompensation herstellende gläserne Quecksilbergefäss und musste durch ein neues von anderer Weite und anderem Gewicht ersetzt werden. Es blieb dann nichts übrig, als die Menge Quecksilber von Neuem zu bestimmen, welche für jene Compensation erforderlich war, sodann die Entfernung des Bodens des Quecksilbergefässes vom Aufhängepunkte des Pendels, endlich den Ort, wo das Manometer angebracht werden musste, um die Compensation zu einer vollständigen zu machen. OUDEMANS hat die dazu nöthigen weitläufigen Rechnungen in der Zeitschrift für Instrumentenkunde mitgetheilt, auf welche zu verweisen wir uns hier begnügen müssen.

Einen anderen Weg, die Luftdruckcompensation des Pendels zu erhalten, schlägt NIPPOLDT²⁾ ein. Ausgedehnte, zum Theil von BESSEL's Arbeiten über das Pendel, ausgehende Bestimmungen, die wir hier jedoch übergehen müssen, führten zu dem Ergebniss, dass ein Doppelpendel, wie es in Fig. 452 von vorn und von der Seite dargestellt ist, gegen Temperaturänderungen compensirt werden kann, wenn seine Theile aus verschiedenen Metallen bestehen, von denen das den unteren bildende den grösseren Ausdehnungscoefficient für Wärme haben muss, und wenn zugleich die Massenverhältnisse richtig bestimmt sind, dass dagegen die Compensation gegen Luftdichteänderungen durch Festlegung der Volumenverhältnisse der beiden vertical übereinanderliegenden Hauptpendelmassen möglich ist, endlich dass diese beiden Compensationen unabhängig von einander functioniren. Die Compensationen gegen Luftdichteänderungen will NIPPOLDT auf folgende Weise erhalten: (Fig. 452) »Es werden³⁾ eine Anzahl kleiner aus dünnem Blech gefertigter Doppelkreissectoren fächerartig auf einer gemeinsamen durch den Schwerpunkt der Sektoren gehenden Drehungsaxe befestigt, so dass letztere senkrecht zu den unter sich parallelen Ebenen der Sektoren steht. Die Sektoren lassen sich derart um die Axe drehen, dass sie eine grössere oder kleinere Fläche dem Luftwiderstande darbieten. Diese Vorrichtung wird je nach Bedürfniss in grösserer oder geringerer Entfernung vom

¹⁾ OUDEMANS, Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1881. I. pag. 190, ff.

²⁾ NIPPOLDT, Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1889. IX, pag. 197.

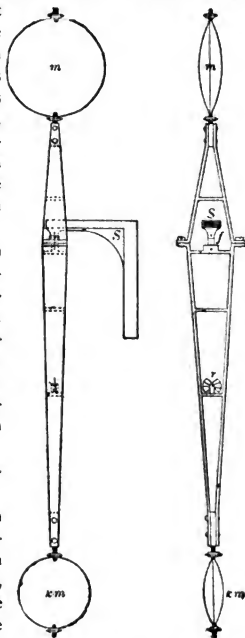
³⁾ NIPPOLDT, a. a. O., pag. 213.

Aufhängepunkt am Pendel angebracht, so dass die Fächeraxe in die Richtung der Bewegung fällt. Die Gesamtmfläche aller Sectors braucht nur wenige Procenle des Maximalquerschnittes aller Pendeltheile senkrecht zur Schwingungsebene des Pendels zu betragen.« In der Figur ist der untere Arm doppelt so lang gewählt, als der obere. Die Fächerjustirung ist bei r zu sehen, f ist die Aufhängefeder, s die feste Stütze, welche das Pendel trägt. Sie kann an der Seiten- oder Hinterwand des Gehäuses befestigt werden. Würde man die Grösse des Pendels und seiner Theile fünf Mal so gross, wie in der Figur nehmen, so gäbe die Zeichnung die Maasse für ein Pendel aus Zink und Eisen. Für Bronze und Eisen wären die Maasse der Fig. 452 $\frac{3}{10}$ von den zur Anwendung zu bringenden.

In einer späteren Arbeit schlägt NIPPOLDT¹⁾ vor, den Einfluss der Luftdichte und der Temperaturschwankungen durch ein nicht ausgepumptes Aneroid, welches auf einem am Pendel befestigten, die Aufhängefeder und -stütze umschliessenden Ringe oder Rahmen mit horizontaler elastischer Membran angebracht ist und dessen oberer Deckel mit einer Schale zur Aufnahme von Gewichten versehen ist, unschädlich zu machen.

Beide Vorschläge scheinen noch nicht ausgeführt worden zu sein.

Das zweite Mittel, das Pendel von den störenden Einwirkungen des veränderlichen Luftdruckes dadurch zu befreien, dass man es in einen luftdicht verschlossenen Raum einschliesst, hat 1867 FÖRSTER²⁾ angewendet. Er setzte die Uhr in einen Glascylinder, auf dessen beide Enden messingene Deckplatten aufgerieben und mit einem Gemenge von Wachs und Schweinefett gedichtet waren³⁾. Die Luft in dem Rohre war zum Theil ausgepumpt worden. Nicht nur die Aufstellung in feuchten Räumen von constanter Temperatur ermöglicht die luftdichte Aufstellung, sie erlaubt auch die darin enthaltene Luft mit Chlorcalcium zu trocknen und schützt besonders wirksam gegen Staub und Unreinigkeit. Die Befürchtung des zu starken Eintrocknens des Oeles hat sich als nicht begründet erwiesen. Die Untersuchung des Ganges dieser Uhr, welche ZWINK ausführte, hat gezeigt, dass dessen wahrscheinlicher Fehler in der That kleiner war, als bei anerkannt vorzüglichen Uhren. Die Anbringung der Uhr im luftdichten Verschluss ist indessen mit soviel Schwierigkeiten verknüpft, dass man sich besser damit begnügt, die Uhr nur so aufzustellen, dass sie vor starken



(A. 452.)

1) NIPPOLDT, Zeitschr. für Instrumentenkunde 1896. XVI, pag. 44.

2) FÖRSTER, Carls Repertorium 1867. III., pag. 271.

3) ZWINK, Die Pendeluhrn im luftdicht verschlossenen Raume, Inauguraldissertation, Halle a. S. 1888, pag. 6.

Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen geschützt ist. Zeigte doch auch die Umgebung der Berliner Uhr in dem Glasrohr noch Spuren von Wasserdampf, dessen Quelle man in dem zum Dichten benutzten Schweinefett vermuthete. Für die Brauchbarkeit der in dieser einfachen Weise getroffenen Anordnung spricht die Formel für den Gang der so aufgestellten Pendeluhr der Bothkamper Sternwarte. Für die Zeit nach dem 31. Juli 1891 fand sie TETENS¹⁾ zu $+0^{\circ}0981 - 0^{\circ}000209(T - 1891. \text{Juli } 31.5) - 0^{\circ}0442(t^{\circ} - 10^{\circ} \text{C.}) - 0^{\circ}0153(b - 700 \text{mm})$. wo T die Zeit der Beobachtung, t die Temperatur, b den Barometerstand bedeuten.

Einen Ueberblick über die Güte der Compensation einer Anzahl der besten Uhren giebt die folgende von RIEFLER²⁾ zusammengestellte Tabelle.

| Lau- fende Numm. | Namen der Uhr und Ort ihrer Aufstellung | Tägliche Gang- änderung für 1° C. Secunden. | Grösste Tem- peraturdifferenz ° C. | Quellenangabe |
|------------------------|--|---|--|--|
| 1. | HOHWÜ, No. 17. Stern- warte zu Leiden. | - 0.0151 | 17.6 | KAISER, Astronomische Nach- richten, Bd. 63, No. 1502. |
| 2. | TIEDE, No. 400, Stern- warte Berlin. | + 0.0222 | 15.4 | ZWINK, Inaug. dissert. 1888. |
| 3. | KNOBLICH, No. 1952, Ob- servatorium Potsdam. | - 0.0360 | 16.8 | BECKER, astron. Nachrichten Bd. 96, No. 2290. |
| 4. | DENT, Observatorium Hongkong. | - 0.0350 | — | DOBERCK, Astron. Nachr. Bd. 120, No. 2868. |
| 5. | HOHWÜ, No. 34, Stern- warte Upsala. | $\left. \begin{array}{l} - 0.0350 \\ - 0.0265 \end{array} \right\}$ | 15 | SCHULTZ, Astron. Nachr. Bd. 103, No. 2452. |
| 6. | KNOBLICH, No. 1847. | - 0.0025 | 19 | SCHUMACHER, Astron. Nachr. Bd. 91, No. 2166. |
| 7. | DENKER, No. 12, Stern- warte Leipzig. | - 0.0160 | 22 | R. SCHUMANN, Berichte der K. S. Gesellschaft der Wissen- schaften. 1888. |
| 8. | HIPP ³⁾ , Sternwarte Neu- châtel von 1885—1887 von 1888—1890 | $\begin{array}{l} + 0.0610 \\ - 0.0049 \end{array}$ | 16.5 | HIRSCH, Rapport générale sur l'Observatoire de Neu- châtel. |
| 9. | KNOBLICH, No. 1770, Sternwarte Bothkamp. | - 0.0442 | 19.8 | TETENS, Inauguraldisserta- tion. 1892. |
| 10. | RIEFLER, No. 1, Stern- warte München. | + 0.0008 | 31 | ANDING, Sternwarte München. |

Die Hemmung. Wie wir sahen, hatte HUYGENS die Art der Hemmung, wie sie zu seiner Zeit längst üblich war, beibehalten, aber wenn sie sich auch als brauchbar erwies, so hatte sie doch den Nachtheil, grosse Schwingungsweiten

¹⁾ TETENS, Untersuchung über den Gang und Stand der Hauptuhr der Bothkamper Stern-
warte. Inauguraldissertation, Leipzig 1892. pag. 35.

²⁾ RIEFLER, Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1893. XIII., pag. 93.

³⁾ Bei der HIPP'schen Uhr war das Quecksilberquantum 1885 und 1888 vermehrt.

des Pendels zu erfordern und dadurch den Isochronismus zu gefährden. Man ersetze deshalb später die Stange mit den Lappen durch den in Fig. 442 dargestellten Anker *N*. Die günstigsten Bedingungen für die Wirkung der Hemmung findet man folgendermassen¹⁾:

1) Theorie der Hemmung. Das Pendel schwingt während der Zeit τ_1 für sich, ohne dass die treibende Kraft seine Bewegung beeinflusst. Während dieses Zeitraumes bleibt das Uhrwerk in Ruhe. Durch die Zeit τ_2 wirke nun die treibende Kraft beschleunigend auf das Pendel und während einer darauf folgenden Zeit τ_3 , die oft sehr klein angenommen wird, schwingt das Pendel wieder für sich weiter, während die treibende Kraft auf das Uhrwerk einwirkt. Es ist alsdann $\tau_1 > \tau_2 > \tau_3$ und die Schwingungszeit

$$\tau = \tau_1 + \tau_2 + \tau_3.$$

Nennen wir nun *A* den Ueberschuss der Arbeit, welche die treibende Kraft verrichtet, über die Arbeit der Widerstände des Uhrwerks während der Zeit τ_2 , *B* die Widerstandsarbeit des Pendels für die ganze Schwingungsdauer τ , so dient nicht die ganze Arbeit *A* zur Ueberwindung des Widerstandes *B*, sondern, da am Anfang der Zeit τ_2 das Uhrwerk in Ruhe war, nur ein Theil davon. Ist *M* die auf den Angriffspunkt der Hemmung am Pendel reducirte Masse des Uhrwerks, v_2 die Geschwindigkeit dieses Punktes am Ende von τ_2 , *W* der Widerstand, den das Pendel unabhängig von seiner vorübergehenden Berührung mit der Hemmung leistet, also namentlich der ihm von der Luft entgegengesetzte, *R* der Reibungswiderstand beim Hingleiten des das Pendel antreibenden Theiles der Hemmung, so ist

$$A = \frac{1}{2} M v_2^2 + B = \frac{1}{2} M v_2^2 + R + W.$$

Ist ferner w_2 die der Geschwindigkeit v_2 entsprechende Geschwindigkeit des mit dem Angriffspunkt der Hemmung zusammenfallenden Pendelpunktes, w_1 das Maximum der Geschwindigkeit w dieses Punktes, also seine Geschwindigkeit in der Mitte des Schwingungsbogens, so bleibt selbst bei grösserer Aenderung des Ausschlagswinkels α das Aenderungsgesetz von w und die Schwingungsdauer τ ungeändert und da man also $w_1 = n\alpha$ setzen kann, wo *n* eine Constante bedeutet, so ist

$$\frac{1}{2} M v_2^2 = \frac{1}{2} M \left(\frac{v_2}{w_2} \cdot \frac{w_2}{w_1} n \right)^2 \alpha^2.$$

Da die Reibungsarbeit *R* nahezu proportional α sein wird, so darf man setzen

$$R = a + b\alpha$$

wo *a* und *b* zwei Constante bedeuten. Ebenso darf man das Moment des Luftwiderstandes für die Schwingungsaxe des Pendels proportional w^m setzen, also, wenn *C* wieder eine Constante ist

$$C w^m = C \left(\frac{w}{w_1} \right)^m (n\alpha)^m,$$

somit der von der Luft für den Ausschlagswinkel 2α der Pendelbewegung entgegengesetzte Widerstand

$$W = 2 \int_0^\alpha C w^m d\alpha = 2 C (n\alpha)^m \int_0^\alpha \left(\frac{w}{w_1} \right)^m d\alpha.$$

¹⁾ GRASHOF, a. a. O. II, pag. 630.

Das Integral ist gleich dem Produkte aus α in einen durch das Schwingungsgesetz bestimmten Mittelwerth von $\left(\frac{w}{w_1}\right)^m$, so dass, wenn man diesen und ebenso $2n^m$ als Factoren in eine weitere Constante c einschliesst

$$W = c\alpha^{m+1},$$

wo m zwischen 1 und 2 liegt und zwar um so näher an 1, je mehr der Luftwiderstand sich vorzugsweise als Reibung geltend macht, So ergibt sich

$$A = \frac{1}{2} M \left(\frac{v_2}{w_2} \cdot \frac{w_2}{w_1} n \right)^2 \alpha^2 + a + b\alpha + c\alpha^{m+1}$$

und

$$\frac{dA}{d\alpha} = M \left(\frac{v_2}{w_2} \cdot \frac{w_2}{w_1} n \right)^2 \alpha + b + (m+1)c\alpha^m.$$

Sollen hier die Aenderungen von α möglichst klein erhalten werden, so müssen die Ursachen der Aenderung von A möglichst fern gehalten, und die Verhältnisse so gewählt werden, dass $\frac{dA}{d\alpha}$ möglichst gross wird. Das erreicht

man am Unbedenlichsten, wenn man $\frac{v_2}{w_2}$ und $\frac{w_2}{w_1}$ möglichst gross macht.

$\frac{v_2}{w_2}$ hängt von den Eigenthümlichkeiten der verschiedenen Hemmungsarten ab,

$\frac{w_2}{w_1}$ dagegen ist möglichst = 1 zu machen, indem man eine Anordnung trifft, bei welcher das Pendel stets während einer solchen Zeit τ_2 angetrieben wird, deren Ende es mit seiner grössten Geschwindigkeit durchläuft. Dann setzt sich die Schwingungsdauer in der Weise aus ihren Bestandtheilen zusammen, dass

$$\tau = \frac{1}{2} \tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \frac{1}{2} \tau_1$$

wird. Das Steigrad kann nun nur während der kleinen Zeit τ_3 der bewegenden Kraft folgen, während der Zeit τ_1 ist es durch Vermittlung seiner Zähne gehemmt, und nur innerhalb der Zeit τ_2 wirkt es durch seine Zähne antreibend auf das schwingende Pendel. Ist während τ_1 und τ_2 das Steigrad in unmittelbarer Berührung mit dem Regulator, so hat man die direkt oder unmittelbar wirkende Hemmung, wozu die rückspringende und ruhende gehören schwingt das Pendel dagegen während des grösseren Theiles der Hemmungsdauer τ_1 ganz frei, nämlich unabhängig von der Hemmung, wirkt diese also indirekt oder mittelbar, so ist die Hemmung eine freie.

2) Die rückspringende Hemmung oder den englischen Haken hat 1680 zuerst der englische Uhrmacher CLEMENT angewendet. Sie ist in Fig. 442 abgebildet. Hat der rechts hinter H gelegene Haken von N einen Zahn des Rades M freigegeben, so rückt das Rad um einen Zahn weiter, wird aber, nachdem dies geschehen ist, durch den linksgelegenen Haken von N sogleich wieder in seiner Bewegung gehemmt, da dieser bei der Schwingung des Pendels und Hakens nach rechts in die Zahnücke getreten ist. Das Pendel hat alsdann aber seine Schwingung noch nicht vollendet und drängt, indem es dies, sich noch weiter nach rechts bewegend und den Anker N mitnehmend, thut, den gehemnten Zahn so lange wieder zurück, bis sich seine Bewegung umkehrt. Das dadurch bedingte ruckweise Vorschreiten mit folgendem Zurückweichen kann man sehr schön mit blossem Auge u. a. an der in riesenhaften Abmessungen ausgeführten Uhr im Krystallpalast in Sydenham sehen. Während des grössten Theiles seiner Schwingungen wird also das Pendel von der treibenden Kraft

bewegt. Da es dadurch aber einen grösseren Ersatz an Arbeitsvermögen erhält, als es aufgewendet hat, so gleicht sich der Ueberschuss wieder in der Rückbewegung aus. Aus der Dauer dieser Rückbewegung und der darauf folgenden Vorwärtsbewegung des Steigrades setzt sich also die Zeit τ_1 zusammen.

3) Die ruhende Hemmung oder den Grahamgang hat 1715 Graham an die Stelle der rückspringenden gesetzt und so die Erschütterungen, die diese mit sich brachte, vermieden. Ihre Einrichtung ist aus Fig. 453 zu ersehen. Der Unterschied beider Hemmungen liegt nur in der Form der Haken. Sie stehen bei der ruhenden Hemmung etwa senkrecht auf der Peripherie des Steigrades, mit dessen Zähnen die Flächen bd , $b'd'$, ab und $d'c'$ in Berührung kommen. Während aber die beiden erstgenannten gegen die Peripherie oder die Tangente daran ein wenig geneigt sind, so dass der an ihnen abgleitende Zahn des Steigrades die zurückgehende Bewegung des Ankers beschleunigt und damit dem Pendel die verloren gegangene lebendige Kraft wieder ersetzt, sind die Flächen ab und $d'c'$ Cylinderflächen, deren Axe mit der Axe D des Ankers zusammenfällt. In der in Fig. 453 gezeichneten Lage ist der Zahn s' eben an der Fläche $d'b'$ hingeglitten und da der andere Haken noch nicht in die Steigradzähne eingriff, so konnte das Steigrad die neue Stellung einnehmen, in welcher die Spitze des Zahnes e im Begriffe ist, sich gegen die Kante b zu legen. Bei der Weiterbewegung des Pendels nach rechts hemmt nun der Haken ad die Bewegung des Rades, indem sich die Fläche ab vor dem Zahne e hinbewegt. Ist die Cylinderform dieser Fläche richtig gewählt, so drückt sie e nicht zurück und das Steigrad bleibt in Ruhe, bis die Spitze von e wieder bei b ankommt und nun das Pendel beschleunigend an bd hingleitet, Da dieses alsdann seine grösste Geschwindigkeit hat, so kann der Antrieb weder eine Beschleunigung noch Verzögerung seiner Bewegung zur Folge haben.

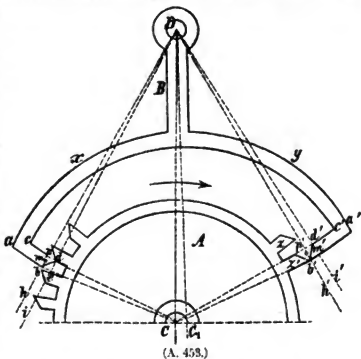
Der Beweis hierfür, sowie die Bedingung für die richtige Wirkung der Hemmung, ergibt sich folgendermassen. Während der Anker den Winkel hDi oder den andern $h'Di'$ beschreibt, erhält das Pendel seinen Antrieb. Soll sein Gang regelmässig sein, so muss man $\angle hDi = h'Di'$ machen und ebenso $bCp = b'Cp'$ also auch

$$bp = b'p' \text{ und } dp = d'p'.$$

Als Winkel bpC' und $b'p'C'$ wird man aber Rechte nehmen; es werden somit die Dreiecke $bp'd$ und $b'p'd'$ congruent und

$$\angle dbp = d'b'p'.$$

Den Gleit- oder Hebungflächen bd und $b'd'$ sind somit gegen die Peripherie des Steigrades die nämlichen Neigungen zu ertheilen. Sollten bpC und $b'p'C$ aber rechte Winkel werden, so müssen die Flächen $c'd'$ und ab Kreisen mit demselben Radius angehören. Da das nicht zu erreichen ist, so begnügt man sich damit, die Mitten m und m' der kleinen Bogen bp und $b'p'$ so zu legen, dass

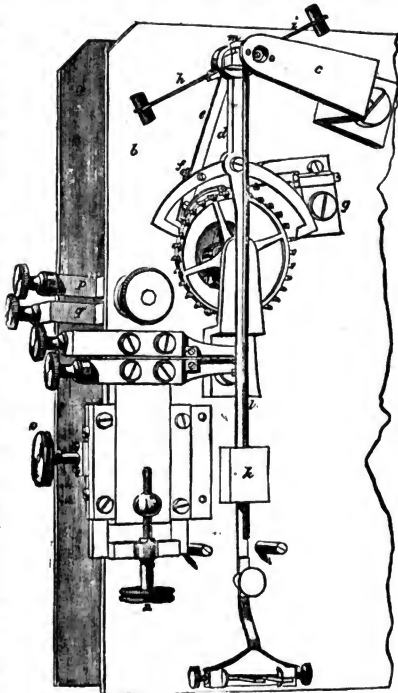


rades aufhört, sehr kurz ist und beim Auflegen des Stiftes auf ab nun wieder die doppelte Zeit $\frac{1}{2} \tau$ beginnt.

5) Die freie Hemmung. Bei den freien Hemmungen wird zwischen das Pendel und das Steigrad ein Hilfsmechanismus eingeschaltet, dessen Bestimmung es ist, während des grössten Theiles der Hemmungsdauer τ , die Schwingung ganz frei geschehen zu lassen, so dass die Reibungsarbeit auf ein Minimum zurückgeführt wird. Lässt man dann noch anstatt der mehr oder weniger veränderlich wirkenden Hauptbetriebskraft des Pendels eine davon abgeleitete constante Hilfskraft seinen Anstoss besorgen, so erhält man die freie Hemmung mit constanter Kraft.

Namentlich bei den grossen Ausschlagswinkeln der Unruhen wird die freie Hemmung mit Vortheil angewendet, doch ist sie auch bei Pendeluhrn im Gebrauch. Eine astronomische Pendeluhr mit freier Hemmung hat AIRY angegeben und sie von E. DENT & Comp.

in London für die Sternwarte in Greenwich bauen lassen, wo sie 1871 aufgestellt worden ist. Das Pendel dieser Uhr ist während seiner Schwingungszeit frei bis auf einen Theil jedes Mal der zweiten Sekunde, während welcher es seinen Antrieb erhält. Es tickt also während zweier Secunden nur einmal. Soweit es zum Verständniss ihres Ganges nöthig ist, sind in Fig. 455 die dafür in Betracht kommenden Theile dargestellt. Das Pendel selbst ist fortgelassen, aber die Gabel, welche es führt, ist sichtbar. Mit ihr steht der Anker in Verbindung, dessen Form nichts Besonderes bietet. Seine Axe wird durch die Lagerplatte c gehalten. Diese trägt ausser dem Ankerstab d auch noch einen Arm e , welcher bei f mit dem linken Arm des Ankers verbunden ist. Das Metallstück g dient zum Halten eines nach links vorspringenden und am äussersten Ende gekrümmten Sperrhakens, der in der Nähe des obersten Theils des Steigrades einen Zapfen zum Anhalten des Rades besitzt, dann aber in eine Feder ausläuft, welche ausserordentlich leicht nachgiebt. Das Pendel schwingt demnach von rechts nach links vollkommen frei, bis ein Stift am Ende des Armes e den Sperrhaken aushebt. Dadurch kann das Steigrad dem Zuge des Gewichtes folgen und der zunächst über dem Anker-

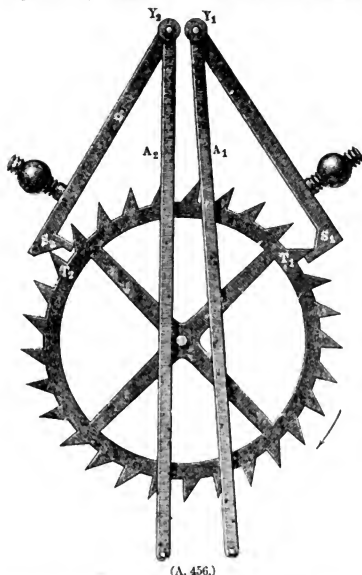


(A. 455.)

steht, dann aber in eine Feder ausläuft, welche ausserordentlich leicht nachgiebt. Das Pendel schwingt demnach von rechts nach links vollkommen frei, bis ein Stift am Ende des Armes e den Sperrhaken aushebt. Dadurch kann das Steigrad dem Zuge des Gewichtes folgen und der zunächst über dem Anker-

haken auf der linken Seite stehende Zahn fällt in der Weise, wie es die Figur zeigt auf ihn herab und giebt dem Pendel den nöthigen Kraftantrieb. Der Zapfen aber hält das Rad sofort wieder an und das Pendel beendet seine Schwingung nach links. Nach rechts zurückschwingend gleitet es an der Feder vorbei, ohne den Sperrhaken auszuheben und den nächsten Ersatz an lebendiger Kraft erhält es erst wieder, wenn es abermals nach links schwingt. Der Ankerhaken auf der rechten Seite dient also nicht zur Hemmung, sondern nur als Sicherheitshaken für die Zeit, während welcher der andere Haken nicht in das Rad eingreift.

6) Die freie Hemmung mit constanter Kraft, welche MUDGE angegeben hat, zeigt Fig 456. Der Anker besteht aus zwei Stücken; die die Haken S_1 und S_2 tragenden Arme sind von einander getrennt und mit den mit ihnen



(A. 456.)

fest verbundenen Armen A_1 und A_2 versehen. Sie sind um die Axen Y_1 und Y_2 drehbar. Das Pendel schwingt frei zwischen den beiden am untern Ende der Stäbe befindlichen Stiften. In dem in der Figur dargestellten Zeitpunkte bewegt es sich nach rechts und hebt, wenn es gegen den Stift am Arm A_1 stösst, den Zahn S_1 aus den Zähnen des Steigrades heraus. Der Arm A_1 hat seine Stellung eingenommen, nachdem der Zahn T_1 an der schiefen Ebene seines Hakens S_1 heruntergleitend an deren unterm Ende in Ruhe gekommen war. Das Steigrad dreht sich nun in der Richtung des Pfeiles und treibt dabei den Haken S_2 soweit nach aussen, bis der Zahn T_2 am Ende der schiefen Ebene S_2 angekommen ist, so den Stab A_2 etwas hebend. Indem sich aber nun das Pendel wieder nach links wendet, folgt ihm der Stab A_1 und treibt es in seine Ruhelage. Sobald es

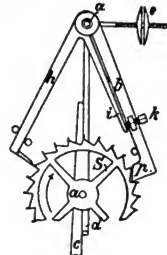
diese wieder überschritten hat, trifft es auf den Stab A_2 und löst dadurch S_2 , Y_2 aus, indem es gleichzeitig den Stab A_2 zur Seite drängt. Zurückfallend treibt dieser es wieder nach rechts und so wiederholt sich der Vorgang immer von Neuem.

In einfacherer Weise sucht F. W. RÜFFERT¹⁾ die nämliche Aufgabe zu lösen. Seine freie Pendelschwingung mit stetiger Kraft ist aus Fig. 457 ersichtlich. Um die Axe a drehbar befestigt ist zunächst das dem Pendel den Antrieb ertheilende System, welches aus den Armen d und b und dem durch eine Schraube verstellbarem Gewichte e besteht. Mit ihm nicht in Verbindung steht

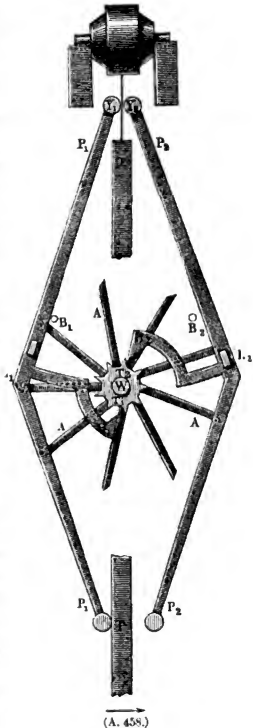
¹⁾ Deutsches Reichspatent No. 52868 vom 4. Dec. 1889. Vergl. Zeitschrift für Instrumentenkunde 1891. XI., pag. 75.

der ebenfalls um a drehbare Hemmarm h , der mit dem Hebel i ein Ganzes bildet. Schwingt nun das Pendel, dessen oberer Theil c in der Figur sichtbar ist und das mit keinem der beschriebenen Theile in Verbindung steht, nach links, so erhält es seinen Antrieb durch das Eigengewicht des auf ihm ruhenden Armes d , durch das des Armes b und das Gewicht e . Dabei stösst die Schraube k gegen den Hebel i , drängt ihn zur Seite und hebt dadurch den Hemmarm h vom Steigrad ab, dessen einen Zahn er an einer kleinen, an diesem befindlichen Rast auflieft. Das Steigrad dreht sich in der Richtung des Pfeiles und hebt an der schiefen Fläche p des Armes b diesen und die mit ihm zusammenhängenden Theile, während das Pendel frei weiter schwingt. Die Hebung findet dadurch ihr Ende, dass sich die wirkende Zahnspitze auf eine kleine Stufe der Neigungsfläche p legt. Schwingt alsdann das Pendel wieder nach rechts, so nimmt es d mit und hebt b vom Steigrad ab, das aber wieder durch h gehemmt wird, bis sich die beschriebenen Vorgänge wiederholen.

Bei der Hemmung von MUDGE kann es vorkommen, dass die Haken S zu weit nach aussen getrieben werden und ihre radialen Flächen alsdann die Zähne des Steigrades nicht mehr aufzuhalten im Stande sind. Dieser Uebelstand will die in Fig. 458 dargestellte Hemmung von BLOXAM¹⁾ dadurch vermeiden, dass das Ausheben der in das Rad eingreifenden Haken nicht unmittelbar durch das Pendel, sondern durch ein kleines auf der Axe des Steigrades sitzendes Rädchen bewirkt wird. Die schwingenden durch ihr Gewicht das Pendel antreibenden Stäbe $P_1 P_2$ tragen je zwei Zapfen L_1 und L_2 an ihrer inneren Seite, welche durch eines der neun etwa $\frac{1}{2}$ Zoll langen auf der Steigradaxe sitzenden Zähne A angehalten werden. Ausserdem tragen die Stäbe P_1 und P_2 zwei rechtwinklig gebogene mit spitzen Haken versehene Arme H_1 und H_2 , welche die dreieckigen Zähne des Rädchens $T_1 T_2$ festhalten, wenn die Stäbe $P_1 P_2$ sich nach innen bewegen. Schwingt nun das Pendel P nach links, so drückt es den Stab P_1 zurück, dessen Zapfen L_1 denjenigen der Arme A , welcher mit der äussersten Spitze an ihm anlag, frei lässt und indem es zugleich die Platte H_1 aus den Zähnen des Rades $T_1 T_2$ aushebt, der Axe W sich zu drehen gestattet.



(A. 457.)

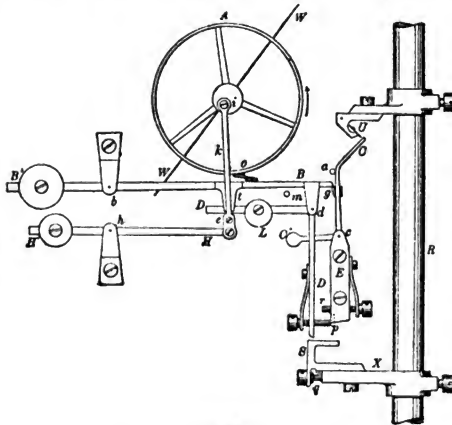


(A. 458.)

¹⁾ LOCKYER, a. a. O., pag. 222.

Schwingt nun, wie in der Figur, das Pendel wieder nach rechts, so folgt ihm, es antreibend, der Stab P_1 bis einer der Arme A auf den Zapfen L_2 sich auflagt. Dabei hat das Rädchen $T_1 T_2$ den Haken H_2 und mit ihm den Arm P_2 und den Zapfen L_2 soweit zurückgedrückt, dass die geringste Bewegung des Armes P_2 nach rechts den Arm A loslässt. Diese bewirkt aber das an seiner äussersten Lage auf der rechten Seite ankommende Pendel und das eben beschriebene Spiel des Stabes P_1 wird nur von dem Stabe P_2 ausgeführt; dabei schwingt das Pendel wieder von P_2 angetrieben nach links und der auseinandergesetzte Vorgang wickelt sich von Neuem ab. Bei jeder Pendelschwingung rückt die Uhr um 1 Sekunde vor.

Den Zweck, dem Pendel, wie es die Theorie fordert, in der Mitte seines Schwingungsbogens durch die Schwere allein unabhängig vom Räderwerk einen Antrieb zu ertheilen, erreicht C. A. YOUNG bei der im Observatorium zu Princeton N. J. aufgestellten Normaluhr in ganz anderer, in Fig. 459 dargestellter Weise. Die Uhr, welche von der HOWARD CLOCK Co. ausgeführt worden ist und sich vorzüglich bewährt hat, schildert der Mechaniker D. APPEL¹⁾ an der Hand der Figur, bei deren Darstellung der Beobachter als hinter der Uhr stehend angenommen wurde, in folgender Weise: »In der gezeichneten Stellung arreirt der



(A. 459.)

Sperrhebel $B'B$, drehbar bei b , das Hemmungsrad A , welches für jeden Antrieb einen vollen Umlauf macht, bei o , und ist selbst gefangen und vor allem Herabfallen gesichert bei g durch den Vorfallebel $C'C$, welcher sehr empfindlich bei c gelagert ist und sich gegen den justirbaren Stift a lehnt. Das Pendel R ist dargestellt, wie es sich von der linken her der verticalen nähert. Der Auslöser U , ganz ähnlich der Sperrklinke des gewöhnlichen Chronometers,

ist eben im Begriffe, das obere Ende des Vorfallebels zu berühren. Indem sich das Pendel noch weiter bewegt, schiebt der Auslöser den Vorfallebel nach rechts und gleitet darauf über ihn hinweg, so dass derselbe völlig frei wird; bevor dies jedoch geschieht, wird der Sperrhebel $B'B$ bei g ausgelöst und fällt, theilweise durch das Gewicht B' entlastet, auf den festen Stift m .

Indem er fällt, nimmt er den Antriebhebel DD , drehbar bei d und belastet mit dem Gewicht L , mit sich. Inzwischen hat sich der Winkel S , am Arme X durch die Schraube q justirt, so weit nach rechts bewegt, dass das untere Ende des Antriebhebels während des Fallens zur linken von S herabsinkend, eben passieren kann; sobald nun die Schraube p von dem Stein am unteren Ende

¹⁾ Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1837. VII 29.

des festen Trägers E , gegen den sie sich bislang stützte, abgeleitet, wird das untere Ende des Antriebhebels augenblicklich unter der Wirkung des Gewichte L nach rechts gehen und gegen S drückend dem Pendel einen Stoss- oder Antrieb, ertheilen, welcher so lange dauert, bis der Antriebhebel, sich gegen die Schraube r lehnt.

Im Augenblicke der Befreiung von p wird der Zahn des Hemmungsrades bei o ausgelöst und das Rad beginnt seinen Umlauf. Der Windflügel WW ist so justirt und seine Form so gewählt, dass der Umlauf nahezu $\frac{1}{3}$ Secunden dauert.

Indem sich das Rad dreht, senkt der Kurbelzapfen i noch für einen Augenblick die Kurbelstange k und mit ihr den Stift e am unteren Ende. Dieser Stift greift unter den Antriebshebel DD ; sobald inzwischen der Antrieb beendet ist, beginnt der Stift e sich zu heben und auf das Ende des Hebels DD zu wirken. Er wird zuerst L heben, bis p genügend zurückgezogen ist, um E zu passiren, dann erreicht e den Vorsprung t am Sperrhebel $B'B$, wirkt gleichzeitig auf diesen und hebt $B'B$ den Antriebshebel, und die an diesem hängenden Theile noch weiter mitnehmend, bis etwas über die angegebene Stellung hinaus, um dem Vorfalhebel $C'C$ zu gestatten, durch die Wirkung des Gewichtes C' seine Stellung wieder einzunehmen. Wenn der Kurbelzapfen i seinen oberen toten Punkt passirt hat, wird $B'B$ sanft herabgelassen auf den Ruhestein m und das Hemmungsrad wird weiter laufen, bis sein Arretirzahn wieder in die Stellung gebracht ist, wie in der Figur.

Der Hebel $H'hH$ führt das untere Ende der Kurbelstange a und das Gewicht H' ist so justirt, dass seine Wirkung fast der während der beiden halben Umläufe des Hemmungsrades aufgewandten Arbeit gleichkommt.

Indem das Pendel nach links zurückkehrt, gleitet der Auslöser U über das äusserte Ende des Vorfalhebels ohne merklichen Widerstand und der Kreis ist vollendet. Das Pendel ist demnach während seiner ganzen Schwingung vollkommen frei, ausgenommen den einen Augenblick, wenn es die Ruhelage passirt. ϵ

Erwähnt sei hier auch die von WEISS¹⁾ in Glogau vorgeschlagene Pendelhemmung mit constanter Kraft, bei der ein sinkendes Gewicht durch Eingriff eines von ihm bewegten kleinen Zahnrades in ein Kronrad den von ihm ausgeübten Antrieb auf das Steigrad überträgt, die Hebung des Gewichtes nach Auslösung einer Sperrung aber durch ein zweites in das nämliche Zahnrad eingreifendes Kronrad, welches von der Gewichtswalze aus angetrieben wird, besorgen lässt.

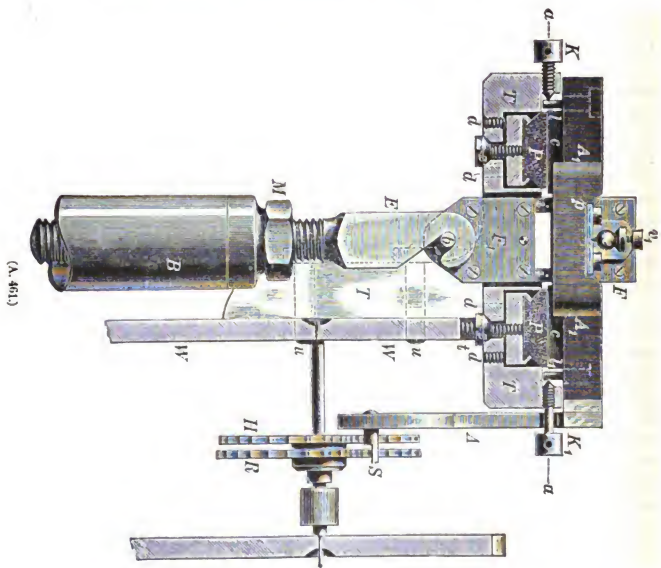
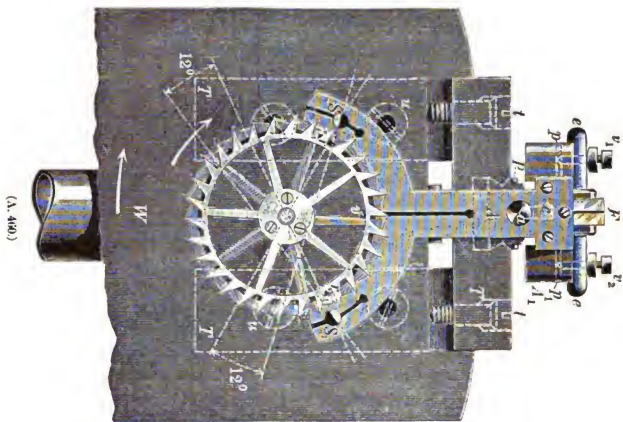
Ein ganz neues Princip hat A. RIEFLER²⁾ bereits 1869 zu einer völlig freien Hemmung verwendet, welches dann im Anfange der achtziger Jahre des 19. Jahrhunderts GROSELANDE in Genf und PETERSEN in Altona auch auf die Unruheluhren zu übertragen versucht haben. 1889 gab RIEFLER seiner Hemmung die sogleich zu beschreibende Form und 1890 wandte sie der oben erwähnte Mechaniker APPEL zur Bewegung eines Aequatorials an, nachdem er 1884 wohl selbständig auf die nämliche Idee wie RIEFLER, gekommen war³⁾.

Die RIEFLER'sche Hemmung, welche die Figuren 460 und 461 in natürlicher Grösse in Vorder- und Seitenansicht darstellt, beruht darauf, dass die Aufhängfeder jeder Pendelschwingung durch das Räderwerk eine kleine Biegung

1) Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1893. XIII. 433.

2) Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1892. XII. pag. 164.

3) Zeitschrift für Instrumentenkunde. 1892. XII. pag. 19.



erfährt und hierdurch ein wenig gespannt wird¹⁾. Diese Spannkraft der Pendelfeder ertheilt dann dem Pendel den Antrieb. Da somit das Pendel mit dem Uhrwerk nur durch die Aufhängefeder in Verbindung steht, so schwingt es vollkommen frei.

»*TT* ist ein an der rückseitigen Werkplatte *W* der Uhr durch 4 Schrauben *uu* festgeschraubter kräftiger Träger aus Metallguss, so beschreibt RIEFLER eine Uhr, in welchem die beiden Lagersteine *PP* befestigt sind, deren ebene Oberflächen, zwischen denen die Pendelaufhängung hindurch geht, zusammen in einer horizontalen Ebene liegen. Auf dieser Ebene liegt die Drehungsaxe *aa* des Ankers *A*, welche durch die Messerschneiden der Stahlprismen *cc* gebildet ist. Die für den ordnungsmässigen Eingriff des Ankers in die Gangräder *H* und *R* erforderliche Richtung erhält die Drehungsaxe des Ankers durch die Körnerspitzen der Schrauben *KK*₁, welche jedoch, wenn das Pendel *B* eingehängt ist, ein wenig zurückgeschraubt werden, damit sie das freie Spiel des Ankers nicht beeinträchtigen. *F* ist die auf das Ankerstück *A*₁*A*₁ aufgesetzte Pendelaufhängung mit der Pendelfeder *ii*, deren Biegungsaxe genau mit der Drehungsaxe *aa* des Ankers zusammenfällt. Das Gangrad ist ein Doppelrad und besteht aus dem Hebungsrade *H* und dem etwas grösseren Ruherade *R*. Die Zähne *hh*₁ des ersteren bewirken mit ihren schrägen Flächen die Hebung, die Zähne *rr*₁ des letzteren bilden mit ihren radialen Flächen die Ruhen. *S* und *S*₁ sind die Hebe- und zugleich Ruhepaletten des Ankers. Dieselben sind cylindrisch jedoch am vorderen Ende bis zur Cylinderaxe abgeflacht. An der Cylinderfläche findet die Hebung des Ankers durch die Zähne des Hebungsrades *H* statt, an den ebenen Flächen erfolgt die Ruhe durch die Zähne des Ruherades *R*.

Das Spiel des Echappements ist nun folgendes: Fig. 460 stellt dasselbe in dem Momente dar, in welchem das Pendel sich in der Ruhelage befindet und der Zahn *r* des Ruherades auf der ebenen Fläche der Palette *S* aufruft. Schwingt nun das Pendel in der Richtung des Pfeiles nach links aus, so bleibt die Pendelfeder *ii* zunächst noch gerade gestreckt und die Schwingung findet anfänglich um die Schneidenaxe *aa* des Ankers statt. Der Anker *A* wird, weil er durch die Pendelfeder *ii* mit dem Pendel in Verbindung steht, diese Schwingung des Pendels soweit mitmachen, bis die Zahnschneide des Ruherades *r* von der Ruhefläche der Palette *S* herabfällt. — Das Pendel hat bis dahin einen Bogen (Hebungsbogen) von etwa $\frac{1}{4}^{\circ}$ zurückgelegt. — In diesem Moment ist die Cylinderfläche der Palette *S*₁ an den Hebezahn *h* des Hebungsrades bis auf den erforderlichen Spielraum herangerückt, die Räder drehen sich in der Pfeilrichtung, bis der Ruhezahn *r*₁ auf der ebenen Fläche der Palette *S*₁ aufliegt und der Hebezahn *h* bewirkt während dieser Drehung die Hebung, d. h. derselbe drängt die Palette *S*₁ zurück und bewegt dadurch den Anker in der der Pendelschwingung entgegengesetzten Richtung. Durch diese vom Räderwerk bewirkte Drehbewegung des Ankers hat die Pendelfeder *ii* eine kleine Biegung um die Schwingungsaxe *aa* und damit eine geringe Spannung erfahren, welche dem Pendel den Antrieb ertheilt. Das Pendel folgt jedoch nicht sofort der antreibenden Kraft, sondern vollendet zunächst seine Schwingung nach links, nunmehr um die Biegungsaxe der Pendelfeder schwingend, wobei

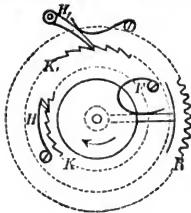
¹⁾ S. RIEFLER. Die Präcessionsuhren mit vollkommen freiem Echappement und neuem Quecksilbercompensationspendel, sowie die Regulirung und Behandlung derselben. München 1894. XII, pag. 21 ff.

der Anker in Ruhe bleibt. Der betreffende Ergänzungsbogen beträgt bei astronomischen Uhren 1° und bei Turmuhren $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{8}^\circ$ nach jeder Seite hin. Bei der Rückkehr des Pendels wird, nachdem dasselbe die Ruhelage nach rechts überschritten hat, der inzwischen auf S_1 aufgeruhete Zahn r_1 frei und eine neue Hebung findet auf der andern Seite durch den Zahn h_1 statt.◀

Ueber einige Theile der RIEFLER'schen Uhr sei dann noch bemerkt, dass die conische Schraube v_1 zur Einstellung der Weite des Ankers, die Schrauben ii die Tiefe des Ankereingriffes in die Gangräder ändern lassen, dass die Schrauben v_1v_2 dazu dienen, die Biegungsaxe der Pendelfeder ii mit der Schneidenaxe in verticaler und horizontaler Richtung zusammenfallen zu lassen. Die Compensation des Pendels dieser Uhr ist bereits oben beschrieben worden.

Der Antrieb. Die treibende Kraft, welche das Pendel in dauernder Bewegung hält, ist entweder die in kinetische umgesetzte potentielle Energie eines gehobenen Gewichtes oder einer gespannten Feder, oder die Kraft, mit der ein erregter Elektromagnet seinen Anker anzieht. Die letztere kann man zur Hebung des Gewichtes oder zur Spannung der Feder benutzen oder ohne weiteres auf das Pendel einwirken lassen.

1) Auf mechanischem Wege gehobenes Gewicht oder gespannte Feder. Die Aufziehvorrichtungen. Das die Triebkraft liefernde Gewicht muss von Zeit zu Zeit wieder gehoben, die ebenso wirkende Feder gespannt werden, wenn die Uhr im Gange bleiben soll; die Uhr muss aufgezogen werden. Sie bedarf dazu einer Vorrichtung, welche sich nach einer Seite leicht in Bewegung setzen lässt, nach der andern nur langsam ihre Wirkung entfaltet. Zugleich aber darf das Aufziehen die Wirkung von Gewicht oder Feder nicht unterbrechen. Den zu diesem Zwecke von HUYGENS erdachten Mechanismus



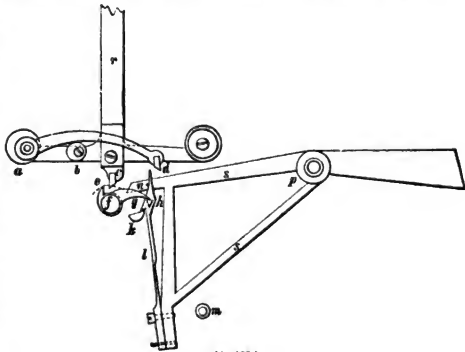
(A. 462.)

haben wir bereits kennen gelernt. Wenn er seinen Zweck auch gut erfüllt, so übertrifft ihn die Gegen Sperre HARRISON's darin, dass sie auch für Federuhren gebraucht werden kann, und ist deshalb jetzt meist in Verwendung. Ihre Einrichtung lässt Fig. 462 erkennen. Sie besteht aus den beiden Klinkrädern K und K_1 , deren Zähne einander entgegengerichtet sind und welche lose auf der Welle der Gewichtswalze sitzen. In derselben Weise bewegt sich das Triebrad auf der nämlichen Welle. In die Verzahnungen der Klinkräder K und K_1 greifen die Klinken H und H_1 , von denen die erste auf K_1 , die zweite am Uhrgestelle befestigt ist. Ebenso ist die Feder F , die gegen einen Vorsprung am Triebrad drückt, auf K_1 angeschraubt. Anstatt einer einzigen solchen Feder kann man auch mehrere auf K_1 symmetrisch vertheilt ihre Wirkung ausüben lassen. Das gehobene Gewicht oder die gespannte Feder suchen nun K im Sinne des Pfeiles zu drehen. Den von ihnen ausgeübten Zug überträgt H auf K_1 , dieses durch Vermittelung von F auf K , während H_1 der Bewegung kein Hinderniss entgegensetzt. Wird auf ein auf der Axe von K angebrachtes (nicht gezeichnetes) Vierkant der Uhrschlüssel oder eine Kurbel aufgesetzt, und damit K im entgegengesetzten Sinne gedreht, so gleitet nunmehr H auf den Zähnen von K , während K_1 durch H_1 festgehalten wird. Die Spannung der Feder F wirkt während der kurzen Zeit, die das Aufziehen in Anspruch nimmt, anstatt der ausser Wirksamkeit gesetzten Triebkraft auf die Uhr und verhindert ihr Stehenbleiben.

Aufziehvorrichtungen mittelst eines Wassermotors, dessen Speisehahn zur geeigneten Zeit selbstthätig geöffnet wird, wie sie sich MAYRHOFER¹⁾ hat patentiren lassen, kommen bei astronomischen Uhren schwerlich in Betracht. Ebenso wenig dürfte die beim Oeffnen und Schliessen der Thür des Uhrkastens sich bethätigende Aufziehvorrichtung, die SCHEINBERGER²⁾ erdacht hat, in Anwendung genommen werden, da die dazu sich als nothwendig erweisende Complication des Aufziehmechanismus schwerlich im Verhältniss zu dem erreichten Zuwachs an Bequemlichkeit stehen dürfte.

2) Antrieb durch ein mit Hilfe von Electricität gehobenes Gewicht. Ein solcher wird benutzt bei der Pendeluhr der Stockholmer Sternwarte, welche 1877 nach der Idee des 1875 verstorbenen THEORELL ausgeführt worden ist. Die Triebkraft liefert ein an einem Seidenschnürchen befestigtes kleines Gewicht von 4 g, welches der Elektromagnet jede Secunde einmal hebt. Wieder niederfallend ersetzt es dem Pendel die verlorene lebendige Kraft, und so bedarf die Uhr keines Steigrades.

Fig. 463 führt in natürlicher Grösse den diesen Zweck verwirklichenden Mechanismus vor³⁾. Das Pendel selbst ist nicht dargestellt, wohl aber der Pendelführer *r*, welcher in dem Steine *c* endigt. Er trägt ein Querstück, in welchem die Axe des bogenförmigen Hebels *ad* gelagert ist. An seinem Ende mit



dem Steine *d* versehen, wird es durch die Stütze *b* in passender Höhe gehalten. Während nun das Pendel sich von links nach rechts bis zu der in der Figur dargestellten Ruhelage bewegt hat, ist der Stein *d* an der über *h* befindlichen Stütze hingeglitten, ohne dass eine Aenderung in der Lage der Theile des Mechanismus eingetreten wäre. Schwingt aber das Pendel wieder nach rechts, so stösst der Stein *d* gegen die Spitze über *h* und drängt diese zur Seite, dabei den nasenartigen Vorsprung *g* der Axe *f* die Stütze *h* entziehend. Um *f* ist das Gewicht tragende Schnürchen gewunden und dieses dreht nun *f* im Sinne des Uhrzeigers, wobei der Vorsprung *e* gegen *c* stossend dem Pendelführer *r* seinen Antrieb ertheilt. Zugleich ist der links an *l* befindliche Haken seiner Stütze *k* beraubt, und dadurch fällt der um die Axe *p* drehbare Rahmen *ss* so weit herab, bis der feste Stift *k* seine Bewegung hemmt. Sobald diese Lageänderung eingetreten ist, schliesst ein auf *f* angebrachter Contact den Strom, der nun durch Vermittlung eines Elektromagneten *ss* wieder an seine frühere

¹⁾ Deutsches Reichspatent No. 47731 vom 12. Aug. 1888.

²⁾ Deutsches Reichspatent No. 51522 vom 25. Juli 1889.

³⁾ LINDHAGEN, Zeitschr. für Instrumentenkunde 1881 I, pag. 117.

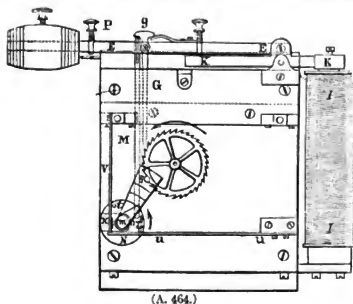
Stelle hebt, sodass das Spiel von Neuem beginnen kann. Der Stift *n* sorgt dafür, dass der Haken der Feder *l* immer gleich weit über die Stütze *k* greift.

Da der beschriebene Vorgang immer nur dann abläuft, wenn das Pendel nach rechts schwingt, in jeder Secunde aber einmal eintreffen soll, so muss das Pendel, was freilich nicht vortheilhaft ist, ein Halbsecundenpendel sein. Die Uhr ist unter einer Glasglocke auf einem besonderen Pfeiler in einem verschlossenen Kellergewölbe der Stockholmer Sternwarte, in dem die Temperatur sich nur wenig ändert, aufgestellt; der durch das Pendel in jeder Secunde geschlossene Strom wird um einen im Beobachtungssaale befindlichen Elektromagneten geführt, dessen Anker die vor dem Zifferblatt einer Uhr sich bewegenden Zeiger in Bewegung setzt.

Bei der auf dem nämlichen Princip beruhenden Uhr von GEIST in Würzburg¹⁾ trägt die Pendelstange auf der einen Seite einen nasenartigen Fortsatz, der, wenn das Pendel so schwingt, dass er vorwärts bewegt wird, am Ende seiner Elongation angekommen, einen federnden Haken zurückdrückt und dadurch ein am einen Ende eines zweiarmigen Hebels befestigtes Gewicht frei giebt. Dieses sinkt nun herab und drückt dabei ein leicht drehbares Rädchen auf den leicht gekrümmten oberen Teil des nasenartigen Fortsatzes. Indem das Rädchen darüber hinrollt, ertheilt es dem nunmehr rückwärts schwingenden Pendel den gewünschten Antrieb, während ein am andern Arme des Hebels angebrachtes verschiebbares Gewicht, das mit gehoben werden muss, die Stärke des ausgeübten Antriebes regelt. Ist das Pendel, rückwärts schwingend, am andern äussersten Punkt seiner Elongation angelangt, so kommt der es mit der Pendelfeder verbindende Stift mit einer Contactfeder in Berührung und schliesst dadurch den Strom einer Batterie, in den die Pendelfeder, die Contactfeder und ein Elektromagnet eingeschaltet sind. Den Anker dieses Elektromagneten bildet das Gewicht, welches herabfallend dem Pendel seinen Antrieb ertheilt, er hebt es und ein an ihm befindlicher Stift schnappt in den federnden Haken ein, der es so lange hält, bis es das wieder vorwärts schwingende Pendel abermals freimacht, das beim Beginn dieser Schwingungsrichtung den Contact wieder unter-

brochen hatte. Der schwache Punkt dieser Einrichtung dürfte der Contact sein, für dessen Reinhaltung keine Vorsorge getroffen ist.

Im Gegensatz zu den vorgeführten Constructionen dient das mit Hülfe eines Elektromagneten gehobene Gewicht bei den Anordnungen von SCHWEIZER und WINBAUER dazu, eine Feder zu spannen und sie so zu befähigen, immer mit der nämlichen Kraft auf das Pendel, es antreibend, zu wirken. SCHWEIZER²⁾ führte sein Uhrwerk zuerst auf der Pariser Ausstellung



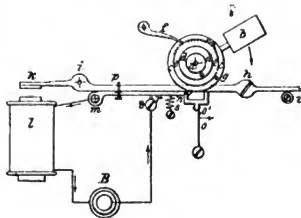
vom Jahre 1881 vor. Den elektrischen Theil seiner Uhr zeigt Fig. 464. Die in der Figur nicht sichtbare zu spannende flache Stahlfeder sitzt mit dem einen Ende

¹⁾ TOBLER, Die elektrischen Uhren. Wien 1883, pag. 85.

²⁾ Journal Telegraphique 1882, pag. 167, vergl. TOBLER a. a. O., pag. 87.

auf der Hauptaxe des Uhrwerkes fest, mit dem anderen drückt sie gegen einen Stift, welcher auf der Stirnfläche eines mit dem in der Mitte der Figur sichtbaren Sperrrad auf derselben Axe befindlichen Rades angebracht ist. Wird nun das Rad, gegen welches sich die Feder stützt, in bestimmten Zwischenräumen gegen ihr Ende hin bewegt, so wird ihr die durch Drehung der Axe des Uhrwerkes verlorene Spannung wieder ertheilt. Das besorgt der in der Figur dargestellte Mechanismus. In das Sperrrad greift der Arm G , dessen hakenförmiges Ende vor einem seiner Zähne liegt. Auf G wirkt das Gewicht P , das am Ende des zweiarmigen Hebels EE befestigt ist und sucht das Sperrrad in der Pfeilrichtung zu drehen. Ist das Gewicht aber bis in eine bestimmte Lage herabgegangen, so hört seine Wirkungsfähigkeit auf und es erhält sie erst durch eine erneute Hebung wieder. Um diese zu bewerkstelligen ist neben G eine zweite Stange M an den Hebel EE eingelenkt, welche mit einem Kurbelarm der um die Axe m drehbaren Scheibe N verbunden ist. Beim Herabsinken des Gewichtes dreht sich die Scheibe N im Sinne des Uhrzeigers. Dabei bewegt sich der ebenfalls an N befestigte Stift t nach rechts und lässt die gegen ihn anliegende Contactfeder V los, die er so weit nach links gedrängt hatte, dass ihr unteres Ende vor dem Ende der zweiten Feder u lag. So lange nun aber die auch an N befestigte Schraube S nicht u herabdrückt, kann sich V nicht nach rechts bewegen und den Contact x nicht schliessen. Tritt dies endlich bei fortgesetzter Drehung von N ein, so zieht der nunmehr durch den Strom erregte Elektromagnet J den am kurzen Ende von EE sitzenden Anker K an und hebt mit dem Gewicht die Stangen M und G . Dadurch wird die Scheibe N im Sinne des Pfeiles gedreht, t drückt die Contactfeder V so weit zur Seite, dass u der Schraube s folgen kann und nachdem der Contact unterbrochen worden ist, der frühere Zustand wieder hergestellt wird. Während das Gewicht gehoben wird, gleitet der Arm G über einige Zähne des Rades, in welche er eingreift, hinweg, und strebt nunmehr, es wieder in der Pfeilrichtung zu drehen. Der mit N verbundene Stift g ist während der Drehung der Scheibe N von dem auf der Axe des von G gehemmtten Rades sitzenden in Fig. 464 sichtbaren Sperrades abgehoben gewesen; er legt sich nach Unterbrechung des Stromes wieder hinein und verhindert so, dass das die Feder spannende Rad sich in dem der Pfeilrichtung entgegengesetzten Sinne drehen kann.

Die Uhr von WINBAUER¹⁾ wurde 1883 durch die Wiener elektrische Ausstellung bekannt. Fig. 465 zeigt die Anordnung der für uns in Betracht kommenden Theile. Die das Pendel in Bewegung haltende Spiralfeder aus Stahl liegt in dem Gehäuse d , mit dem ihr eines Ende fest verbunden ist, während ihr anderes an die Steigradaxe a angreift. Ebenso bilden Gehäuse und Zahnrad c ein Stück, welches wie die das Gewicht b tragende Scheibe c lose auf der Axe a aufsitzt. Da die am Gestell befestigte Klinke f das Zurückgehen des Rades unmöglich macht, so würde die Feder während des Ganges der Uhr ihre



(A. 465.)

¹⁾ KLEIN, Bericht über die internationale elektrische Ausstellung in Wien 1883. Wien 1885, pag. 315.

Spannung langsam verlieren, wenn nicht das herabsinkende Gewicht, welches durch Vermittlung der auf der Scheibe c gelagerten Klinke das Gehäuse im Sinne des Pfeiles zu drehen sucht, für ihre Erneuerung sorgte. Das würde aber aufhören, wenn das Gewicht an seinem tiefsten Punkt angekommen, dort verharrte. Es jedes Mal wieder emporzuheben, ist die Aufgabe des elektrischen Stromes.

Ist das Gewicht nach h gekommen, so hat der Stift g das gabelförmige Ende der Feder o zur Seite gedrückt; dieses lässt den Stift n los, der Hebel mn sinkt, den Contact r schliessend, herab und da der Kopf der Schraube p etwas aus mn nach unten hervorragt, so hat der bei i gelagerte Hebel kh seine Lage nicht geändert, thut dies aber nun, nachdem der Elektromagnet erregt worden ist. Sein längerer Arm schnell empor und schleudert das Gewicht b in die Höhe, nimmt dabei durch Vermittlung von p auch mn mit und unterbricht so den Strom. Zugleich geht die Feder o zurück und alles ist wieder in der früheren Verfassung. Der Stromschluss erfolgt alle 5 bis 7 Minuten. Wie bei der Uhr von SCHWEIZER treibt die Feder während der kurzen Zeit, in der sie sich selbst überlassen ist, die Uhr allein weiter. Wenn auch für beide Uhren der Strom von 1 bis 2 LECLANCHÉ-Elementen genügt, so empfiehlt sich doch die Anwendung von grösseren, die man besser aber nicht im Sockel der Uhr unterbringt, wie dies vielfach empfohlen worden ist.

Bei der elektrischen Uhr von MENDER¹⁾ wirken zwei hufeisenförmige Elektromagneten auf einen ebenso gestalteten, welcher mit dem Pendel hin- und herschwingt, bei der von GRAU²⁾ schliessen die Pendelschwingungen in jeder Secunde einen einen Elektromagneten bethätigenden Strom, welcher Elektromagnet dann das Gangwerk treibt. Dieses hebt dabei ein Gewicht, welches frei wieder herabfallend, dem Pendel einen Antrieb ertheilt.

Die Uhren, bei denen der Strom durch Vermittlung von Elektromagneten, aber ohne Mitwirkung von Gewichten eine Feder spannt, die dann wiederum auf das Pendel antreibend wirkt, werden astronomischen Zwecken schwerlich genügen können. Wir beschränken uns darauf, um ihrer ebenso einfachen, wie eigenartigen Contactvorrichtung aus ihrer Zahl die Uhr von NAPOLI³⁾ hervorzuheben. Bei ihr erfolgt bei jeder Umdrehung der Steigradaxe drei Mal der Stromschluss, indem eine Contactfeder, die an einer Stange sitzt, während kurzer Zeit durch das Gewicht der Stange gegen eine zweite Stange gedrückt, sogleich aber auch wieder von ihr entfernt wird. Um dies zu ermöglichen, endigen die Stangen in Haken, welche nebeneinander auf dem Umfang eines mit drei Zähnen versehenen Rades aufliegen. Indem nun die die Contactfeder tragende obere Stange etwas kürzer ist, wie die untere, fällt sie etwas früher herab als diese, und schliesst so den Contact so lange, bis bei weiterer Umdrehung des Steigrades nach ganz kurzer Zeit auch der längere Hebel herabfällt und den Strom wieder unterbricht.

3) Antrieb durch Elektromagneten. Von den Uhren, bei denen das Pendel durch Stromschluss zu verstärkten Schwingungen angetrieben wird, hat die von MATHIAS HIPF⁴⁾ in Neuchâtel wohl die häufigste Verwendung gefunden.

1) Deutsches Reichspatent No. 19834. Vergl. MERLING, Die elektrischen Uhren. Braunschw. 1886, pag. 103.

2) TERLING, a. a. O., pag. 101.

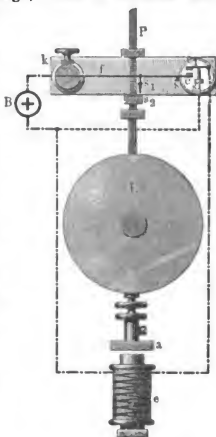
3) KLEIN, a. a. O., pag. 318.

4) MOBLER, a. a. O., pag. 70; KLEIN, a. a. O., pag. 323; MERLING, a. a. O., pag. 84.

Aber ihr Verfertiger hat auch keine Mühe gescheut, sie auf den möglichsten Grad von Vollkommenheit zu bringen und vor allen Dingen für einen dauerhaften Contact zu sorgen. Das Pendel und seine Antriebsvorrichtung zeigen Fig. 466. L ist der Pendelkörper, P die Pendelstange, unter L befindet sich der Elektromagnet e , über L der Contact S_1, S_2 . Der Anker a ist mit der Pendelstange vereinigt und schwingt über den Polen des Elektromagneten, der erregt das Pendel zu rascherem Schwingen antreibt. Den Stromschluss bewirkt das an der Pendelstange befindliche mit feiner Riefelung versehene Plättchen s_2 , und das schneidensförmige Stahlstäbchen s_1 , welches an der Stahlfeder f um einen feinen Zapfen drehbar aufgehängt ist. Während der Schwingungen des Pendels gleitet die Palette s_1 über die Riefeln von s_2 hin, kann aber nur dann einen Stromschluss geben, wenn sie sich im Augenblick der Umkehr des Pendels darüber befindet. Sind die Elongationen so klein geworden, dass dieser Fall eintritt, so stemmt sie sich gegen die Riefeln und drückt dadurch f etwas in die Höhe. f verlässt in Folge davon seinen Ruhestift s und sein Ende c kommt mit der Feder c_1 den Strom schliessend in Berührung, der Elektromagnet wird erregt und wirkt antreibend auf das Pendel ein. Wäre nun aber der Elektromagnet noch eingeschaltet in dem Augenblick, in dem der Strom unterbrochen wird, so würde ein starker, schädlicher Oeffnungsfunkens entstehen. Um dies unmöglich zu machen, legt sich, während die Contactstücke c und c_1 noch in Berührung sind, die den letzteren tragende Feder auf den Contactstift s_3 und schaltet so einen Draht parallel dem Elektromagneten ein. Durch diesen fliesst also der Strom, während sich c und c_1 trennen und das Auftreten eines Oeffnungsfunkens ist vermieden.

Die vorgeführte Einrichtung wird meistens in Verbindung mit dem Halbscundenpendel verwendet, doch hat HIPP auch ein Secundenpendel für astronomische Uhren angegeben, welches durch den nämlichen Mechanismus in Bewegung gehalten werden kann¹⁾. Das Pendel ist in einem Glasgehäuse angebracht, welches luftleer gemacht werden kann. Es besteht aus zwei Stahlstangen, welche eine Platte mit compensirendem Quecksilbergefäss tragen. In ihrer Mitte befindet sich der Anker, welcher zwischen den Polen des horizontal gelagerten hufeisenförmigen Elektromagneten schwingt. Er bildet zugleich eine Versteifung der Stahlstangen. Etwas darüber tragen diese einen zweiten Steg, auf welchem die ihre Spitze nach oben richtende Palette gelagert ist. An seinem oberen Ende trägt das Pendel eine Contactvorrichtung, welche bei jeder Schwingung den Strom einer besonderen Batterie in ein Zeigerwerk sendet.

Das HIPP'sche Pendel hat HONISCH²⁾ mit ganz geringen Aenderungen beibehalten, während LASSANCE³⁾ das Pendel durch die Anziehung des Elektromagneten auf der absteigenden Hälfte seiner Bahn beschleunigen lässt. Um



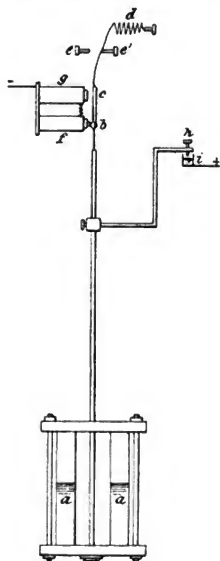
(A. 466.)

¹⁾ TOBLER, a. a. O., pag. 75.

²⁾ KLEIN, a. a. O., pag. 327.

³⁾ MERLING, a. a. O., pag. 3

dies zu erreichen, lässt er den aus weichem Eisen bestehenden Pendelkörper über einem Elektromagneten schwingen. Während das Pendel nach oben schwingt, ist der Elektromagnet nicht erregt, wird dies aber, sobald das Pendel seine höchste Lage erreicht hat, indem nun eine am Pendelkörper und eine zweite an der Pendelstange angebrachte Contactfeder den Strom schliessen. Der erregte Magnet zieht dann zugleich einen unter dem Pendelkörper gelegenen Relaisanker an, der den Strom geschlossen hält, bis das Pendel seine tiefste Lage erreicht hat. Der thätig bleibende Elektromagnet wirkt dessen Bewegung beschleunigend, auf den Pendelkörper. In dessen tiefster Lage streift aber eine unter ihm angebrachte dritte Contactfeder eine Metallplatte auf dem Relaisanker und schliesst dadurch einen Strom von geringem Widerstand, in dessen Nebenschluss nun der Elektromagnet zu liegen kommt. Der so sehr geschwächte Strom reicht dann nicht mehr hin, den Elektromagnet zu bethätigen, die Relaisfeder reisst den Anker ab und der Elektromagnet wird stromlos. Das bleibt er, bis das Pendel in seine höchste Lage auf der anderen Seite kommt und den Strom wieder schliesst, wobei sich die geschilderten Vorgänge auf dieser Seite wiederholen. So wohl durchdacht und ausgeführt auch LASSANCE'S Mechanismus ist, die Schwierigkeit, so viele Contacte sauber zu halten, wird seine Anwendung in den meisten Fällen unmöglich machen.



(A. 467.)

der es im Gange erhält. Nach Unterbrechung des Contactes, der auf die Dauer indessen kaum brauchbar zu erhalten sein dürfte, reisst die Feder den Anker wieder ab.

EGRS²⁾ erreicht den Stromschluss dadurch, dass er einen Stift auf einer vom Pendel unmittelbar in Drehung versetzten Scheibe bei jeder Um-

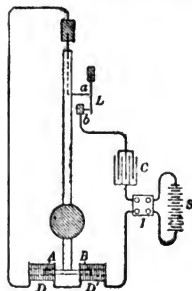
1) KLEIN, a. a. O., pag. 329.

2) Deutsches Reichspatent, No. 22 325.

durch die Wirkung der Feder der Anker in seine Lage zurück und ertheilt dabei dem Pendel durch Vermittelung eines passend angebrachten Ansatzes einen Stoss.

In ähnlicher Weise suchen SCHNEIDER¹⁾ und HEROTIZKY²⁾ dem Pendel die verlorene lebendige Kraft zu ersetzen, indem sie dafür sorgen, dass eine mit dem Anker eines Elektromagneten verbundene Stange dem Pendel einen Antrieb giebt, wenn es in einer seiner äussersten Lagen sich befindet und sich anschickt umzukehren. Einer solchen Anordnung gegenüber aber betont LIPPMANN³⁾, dass sie aus theoretischen Gründen verwerflich sei. Es muss vielmehr erreicht werden,

dass das Pendel den neuen Antrieb beim Durchgang durch seine tiefste Lage erhält. Seine Anordnung zeigt Fig. 468. Das Pendel trägt an seinem unteren Ende den permanenten Magneten *AB*, dessen Pole in die Spulen *D* und *D'* hereinragen, je nach der Lage des Pendels abwechselnd mehr in die eine oder in die andere. Der Strom der Batterie *S* geht bei deren Schluss um die Spulen durch den Contact bei *L*. Die Feder *L* liegt, solange sie nicht gewaltsam davon weggedrängt wird, an dem Stift *b* an. Erreicht das Pendel seine tiefste Lage, so trifft die mit ihm schwingende Contactspitze *a* auf *L* und stellt im Augenblick der Berührung den Stromschluss her, drängt aber dann sogleich die Feder von *a* weg und unterbricht somit sogleich wieder den Strom. Ebenso



(A. 468.)

erfolgt beim Rückgang des Pendels beim Wiederaufliegen der Feder auf *b* ein momentaner Stromschluss. Die so erregten Spulen ertheilen somit dem Pendel den Antrieb jedesmal in der günstigsten Lage. Die Einrichtung würde nun den Nachtheil einer starken Funkenbildung haben, wenn nicht ein einfaches Mittel solche völlig unmöglich machte. Dieses besteht in dem Condensator *C*, welcher abwechselnd innerhalb einer Secunde von *S* aus mittelst des Umschalters *J* positiv und negativ geladen wird. Es ist also statische Elektrizität, welche sich ausgleicht; die Geschwindigkeit aber, mit der dies geschieht, ist so gross, dass der Ausgleich längst erfolgt ist, wenn die Unterbrechung stattfindet.

Nicht sehr zweckmässig dürften die Anordnungen sein, welche die durch den Strom zu magnetischen Wirkungen befähigten Theile am Pendel selbst anbringen. Bei der Uhr von BAIN⁴⁾ und JONES⁵⁾ sind dies Spulen ohne Eisenkerne, welche zwischen den Polen zweier Magnete oder in ihren äussersten Lagen über einen Magneten hinschwingen und im günstigsten Augenblick mit einem so gerichteten Strome versehen werden, dass das Pendel dadurch einen Antrieb erhält.

Ganz eigenartig ist die Konstruktion von EGGER⁶⁾. Er giebt dem Pendelkörper die Form eines Ringes, in dessen Innern sich zu beiden Seiten zwei stabförmige Elektromagneten und ein permanenter Magnet von derselben Form

¹⁾ Deutsches Reichspatent, No. 43108. Vergl. Zeitschr. f. Instrumentenkunde. 1888. VIII, pag. 335.

²⁾ Deutsches Reichspatent, No. 25 123. Vergl. Zeitschr. f. Instrumentenkunde. 1884. IV, pag. 182.

³⁾ Comptes rendus. 1896. Bd. 122, pag. 104.

⁴⁾ MERLING, a. a. O., pag. 54.

⁵⁾ MERLING, a. a. O., pag. 37.

⁶⁾ KLEIN, a. a. O., pag. 330.

befinden. Letzterer ist in der Verlängerung der Pendelstange um sein unteres Ende drehbar aufgestellt, erstere lagern zu seinen beiden Seiten. Kurze Zeit nachher, nachdem das Pendel seine äusserste Lage erreicht hat, schliesst einer der beiden in der Nähe des Aufhängepunktes angebrachten Contacte den Strom einer Batterie; dadurch werden die Elektromagnete in solcher Weise erregt, dass dem beweglichen Pole des permanenten Magneten in der Richtung der augenblicklichen Pendelbewegung ein gleichnamiger Pol gegenübersteht, während auf der entgegengesetzten ein ungleichnamiger auftritt. Der obere Theil des Magneten weicht demnach plötzlich in der Richtung der Bewegung aus der Richtung der Pendelstange ab und bewirkt so eine Verschiebung seines Schwerpunktes in derselben Richtung, die wiederum eine verstärkte Bewegung zur Folge hat. Auf der anderen Seite der Ruhelage erfolgen die nämlichen Wirkungen im umgekehrten Sinne. Durch Hemmstangen wird die Bewegung des Magneten eingehalten. Weder die dadurch hervorgerufenen Stösse noch die veränderliche Stärke der Batterie sollen den genauen Gang des Pendels beeinträchtigen.

Nicht nur den Schwerpunkt des Pendelkörpers, sondern das ganze Pendel verschiebt CARPENTIER¹⁾, um ihm den nöthigen Antrieb zu ertheilen. Das erreicht er durch eine ganz kleine periodische Verschiebung (um 0,02 mm) des Aufhängepunktes in horizontaler Richtung. Bewirkt wird diese Verschiebung dadurch, dass das Pendel mittelst eines dünnen Stahlplättchens am Anker einer Art von polarisirten Relais aufgehängt ist, welches ihm die gewünschte Bewegung ertheilt, wenn es periodischen Stromumkehrungen unterliegt. Da deren Periode mit den Schwingungszeiten des Pendels übereinstimmen muss, so lässt CARPENTIER das Pendel selbst den Stromschluss besorgen, vermeidet aber den dabei zu befürchtenden Widerstand, indem er die Wirkung aus der Ferne vor sich gehen lässt. Dazu läuft das Pendel in einen kleinen Magneten aus, der über dem eisernen Commutator hin- und herschwingt. Der Commutator kann sich um einen Zapfen in der Pendelebene etwas drehen und hat die Form eines Bogens. An den Pendelschwingungen nimmt er so in beschränktem Maasse Theil, aber die Schaukelbewegung, in welche er geräth, reicht hin, um abwechselnd die Contacte zu schliessen. Durch Rückwirkungen der magnetischen Anziehungen auf das Pendel kann keine Störung entstehen; sind diese doch radial zu dem Schwingungsbogen gerichtet und können somit nur auf den festen Aufhängepunkt des Pendels wirken.

4) Das conische Pendel. Auch das rotirende Pendel kann man als Regulator einer Uhr verwenden und es ist möglich, dabei das antreibende Gewicht durch einen Luftstrom, wie ihn eine Gasflamme hervorrufen kann, zu ersetzen²⁾. Seine rasche Bewegung lässt es auch zur Messung der Bruchtheile von Secunden geeignet erscheinen. Immerhin ist seine Anwendung eine so seltene, dass wir uns hier auf seine Erwähnung beschränken dürfen.

Die Regulirung und Controlle. Die Regulirung der Uhr hat den Zweck, den Gang der Uhr von äusseren Einflüssen so unabhängig wie möglich zu gestalten. Sie setzt die beschriebenen Compensationsvorrichtungen voraus. Sind dieselben so sorgfältig wie möglich hergestellt und ist die Länge des Pendels durch die dazu vorhandenen Schrauben etc. den Verhältnissen angepasst, so muss der Gang der Uhr, wie wir bereits erwähnten, durch astronomische Zeitbestimmungen geprüft werden. Man bestimmt dazu in etwa fünfzügigen Intervallen den Stand

¹⁾ Compt. rend. 1887. Bd. 104, pag. 1785.

²⁾ RAAB, Deutsches Reichspatent No. 65348 vom 17. April 1891.

und Gang der Uhr zunächst zur Regulirung der Pendellänge bei mittlerer Temperatur, dann zu der der Compensation bei möglichst wechselnden Temperaturen. Beide Grössen müssen nöthigen Falls entsprechend corrigirt werden. Die Pendellänge ändert man durch die dazu vorhandenen Schrauben. Feinere Aenderungen, die auch während des Ganges anzubringen sind, lassen sich erreichen, wenn man an der Aufhängefeder eine verschiebbare Metallklammer anbringt. Die Mittel zur Aenderung der Compensation sind, wie wir sahen, Wegnahme oder Zugabe von Quecksilber oder Verschiebung eines Querstückes des Rostpendels.

Ist nun aber die Regulirung auch vollständig gelungen, so bleiben doch noch kleine Abweichungen vom regelmässigen Gange, deren Grund man in dem nicht immer gleich bleibenden Einfluss des Räderwerkes auf die Bewegung des Pendels sucht. Um sie genauer kennen zu lernen, ist es wünschenswerth, ihren Gang fortlaufend zu controlliren. Dazu schlägt BIGOURDAN¹⁾ vor, ihn mit dem eines sich frei bewegenden Pendels zu vergleichen, welches in einem fast luftleer gemachten, Temperaturänderungen nicht unterworfenen Gehäuse schwingt. Ist einem solchen Pendel eine Amplitude von 60 bis 80 Bogenminuten gegeben, so führt es in einem Raum, in dem ein Barometerdruck von 10 mm herrscht, während 24 Stunden noch gut zu beobachtende Schwingungen aus und BIGOURDAN hält es für möglich, so unter Berücksichtigung des Einflusses der Amplitude die Unregelmässigkeiten im Gang einer astronomischen Uhr ihrer Grösse nach mit einer Unsicherheit zu bestimmen, die im Laufe des Tages auf höchstens 0,03 Sekunden ansteigen würde. Weiter noch geht MENDENHALL²⁾, indem er als Pendel ein solches benutzen will, wie man es zur Bestimmung der Schwerkraftbeschleunigung hergestellt hat, dann aber mehrere, etwa drei solcher Pendel anordnet, die sich gegenseitig controlliren. Sie müssten vor ihrer Benutzung auf einer Sternwarte einige Jahre lang geprüft sein und sollten alle paar Jahre mit Hilfe der Coincidenzmethode nachgeprüft werden. E. GERLAND.

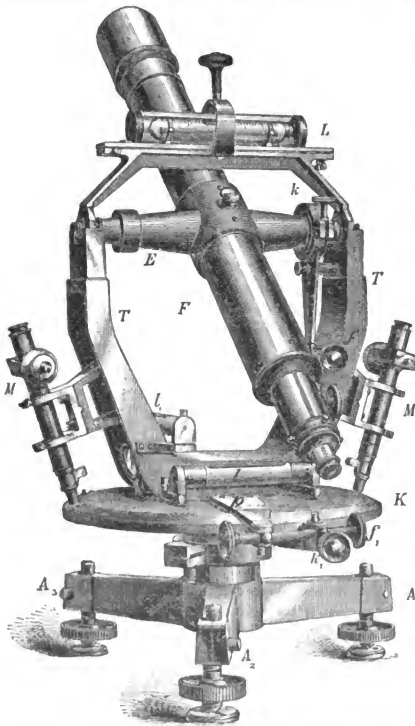
Universalinstrument. Für feinere Messungen von Horizontalwinkeln wie dieses in der Geodäsie eine immer wiederkehrende Aufgabe ist, dienen Instrumente, welche dem Wesen nach aus einem grösseren fein getheilten Horizontalkreis bestehen, der mit einem Fernrohre (auf einem oder zwei Ständern montirt) um eine verticale Axe drehbar ist. Solche Instrumente heissen Azimuthalinstrumente oder Theodoliten. Deren Ausführung wird aus Fig. 469 ersichtlich. Auf dem Dreifuss A_1, A_2, A_3 erhebt sich in der Mitte eine hohle Säule, welche den Horizontalkreis K trägt. In die Bohrung der Säule passt die cylindrische (oder conische) Verticalaxe, mit welcher die Träger T verbunden sind. In V -förmigen Lagern dieser Träger ruht die horizontale Umdrehungsaxe E des Fernrohres F ; auf cylindrischen Zapfen der Drehungsaxe kann das Niveau L aufgesetzt werden, welches vor dem Herabfallen bei den meisten Instrumenten durch eine dasselbe umfassende Gabel geschützt wird, welche an einem der Träger T befestigt ist, und die Libelle zwischen ihren Zinken fasst, ohne deren freie Beweglichkeit aufzuheben. (vergl. die Fig. 471).

Zur Feststellung und Feinbewegung des Fernrohres in Höhe dient die Klemme k und die Feinbewegungsschraube f .

¹⁾ Compt. rend. 1896. Bd. 122, pag. 513.

²⁾ Americ. Journ. of Sciences, 1892. III, Bd. 43, pag. 45. Vergl. Zeitschr. für Instrumentenkunde. 1892. XII. pag. 321.

An den Trägern T sind die Mikroskope M befestigt, und meist zur Ablesung der Grad- und Minutenstriche noch ein Nonius (bei den älteren und kleineren Instrumenten waren nur Nonien), welche die Drehung des Fernrohres mitmachen,



»Nach AMBRONN, Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde.«
(A. 469.)

Libelle L in die Richtung der einen Fusschraube A_1 , so kann durch entsprechende Drehung der Schraube die (selbstverständlich rectificirte) Libelle zum Einspielen gebracht werden; bringt man dann die Libelle in die Richtung der beiden andern Fusschrauben A_2, A_3 , so kann man durch entgegengesetzte Drehung dieser beiden Schrauben die Horizontalstellung auch in dieser Richtung herbeiführen, ohne die frühere Correction wesentlich zu alteriren. Durch eine zwei- bis dreimalige Wiederholung dieses Verfahrens wird man die Kreisebene horizontal erhalten.

Bei Messungen von Horizontalwinkeln hat man die Drehung der Träger T an dem Horizontalkreise abzulesen; selbstverständlich braucht die Einstellung auf das erste Object nicht die Lesung 0 zu haben; sind die Lesungen bei Poin-

und dieselbe am Horizontalkreise abzulesen gestatten. Feststellung und Feinbewegung in horizontaler Richtung wird mittels der mit dem Obertheil durch die Platte p verbundenen Klemme k_1 und Feinbewegungsschraube f_1 bewirkt.

Zur Horizontalstellung des Kreises sind bei dem abgebildeten Instrumente die beiden Libellen l und l_1 mit den Trägern T fest verbunden; die eine Libelle ist in der Richtung der Träger TT angebracht, die zweite senkrecht dazu; zur Correction bringt man die Träger in die Richtung des einen Fusses und corrigirt dann die Stellung des Instrumentes durch die Fusschraube. Die Libellen l und l_1 sind jedoch nicht nöthig und nicht bei allen Instrumenten vorhanden. Die auf der Axe aufgesetzte, sogen. Axenlibelle L kann direkt zu diesem Zwecke verwendet werden. Bringt man die Umdrehungsaxe des Fernrohres und damit die

tirung der beiden Objecte L und L_1 , so ist der durchlaufene Winkel $L_1 - L$. Handelt es sich um die Bestimmung von Azimuthen aus Sternbeobachtungen, so erfordert die Einstellung von Sternen ebenso wie beim Passageninstrument (s. dieses) noch einen mit dem Fernrohre verbundenen Verticalkreis und zugehörige, an den Trägern befestigte Nonien.

Zur Erhöhung der Genauigkeit wurden die Instrumente früher auch so gebaut, dass die Grösse des Winkels durch Vervielfältigung desselben bestimmt werden konnte. Bei diesen Instrumenten, den Repetitionstheodoliten, ist der Kreis K nicht direct mit dem Dreifuss verbunden, sondern selbst wieder um dieselbe Axe drehbar, und durch eine Klemme k' und Feinbewegungsschraube f' mit der Axe und dem Dreifuss zu verbinden (in der Figur nicht gezeichnet). Verbindet man mittels der Klemme k' den Kreis K mit der Axe, so kann man durch Drehung des Obertheiles mit dem Fernrohr die Winkelmessung durch aufeinanderfolgende Pointirung des linken und dann des rechten Objectes wie früher vornehmen. Man liest jedoch nunmehr nicht an den Mikroskopen ab, sondern während durch die Klemme k_1 Fernrohr und Kreis verbunden bleiben, wird die Klemme k' gelüftet, und das Fernrohr neuerdings auf das links liegende Object gerichtet, wobei also, da die Klemme k_1 nicht gelüftet wurde, die Mikroskope gegen den Kreis eine unveränderte Stellung behalten haben. Hat man dann mittels der Feinbewegungsschraube f' das Fernrohr F wieder scharf eingestellt, so wird mittels k' der Kreis K an der Axe befestigt, und nunmehr nach Lüftung der Klemme k_1 das Fernrohr F wieder auf das rechtsgelegene Object gerichtet, und mit Hülfe der Klemme k_1 und Feinbewegung f_1 scharf eingestellt. Die Mikroskope M haben dann an dem Horizontalkreise den Winkel zwischen den beiden Objecten ein zweites Mal durchmessen. Würde man jetzt ablesen, so erhielte man den doppelten Winkel. Durch abwechselnde Benützung der Klemmen k_1 und k' kann man dieses Verfahren beliebig oft wiederholen, wobei die Mikroskope M den Winkel zwischen den beiden Objecten n -mal durchlaufen werden. $L' - L$ ist dann der n -fache Winkel, wenn L' die Lesung nach der letzten Repetition ist.

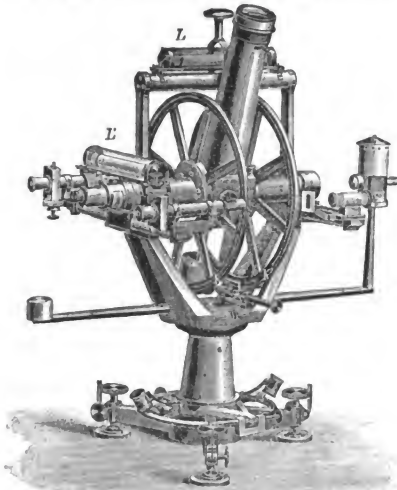
Das Fernrohr kann bei allen diesen Instrumenten in der Mitte zwischen zwei Säulen (Fig. 469) oder auch seitlich angebracht sein (Fig. 471) oder wie beim Passageninstrument als gebrochenes Fernrohr (Fig. 470), wie sich denn in der Ausführung die mannigfachsten Verschiedenheiten ergeben.

Will man nicht Horizontalwinkel, sondern Höhen messen, so ist der Höhenkreis mit besonderer Sorgfalt ausgeführt, während der Horizontalkreis nur als Aufsuch- oder Einstellkreis dient. Das Instrument wird dann Höheninstrument. Ein solches wird aus Fig. 470 ersichtlich. Das gebrochene Fernrohr mit den beiden Kreisen ist um eine horizontale Axe drehbar. Klemme und Feinbewegung des Fernrohrs (mit den Kreisen gemeinschaftlich) wird in derselben Weise bewerkstelligt wie bei dem vorigen Instrumente. Ebenso die Nivellirung der Axe; die Einstellung am Horizontalkreise, der in diesem Falle nur zum Aufsuchen dient, wird an zwei Nonien mittels Lupen abgelesen.

Die Ablesung am Verticalkreise wird durch 2 Mikroskope bewirkt, welche an einem Arme des Trägers für die horizontale Umdrehungsaxe befestigt sind; da es jedoch hier wesentlich auf eine feste Lage der Mikroskope ankommt, so hat dieser Mikroskopträger kreisrund abgedrehte Zapfen, auf welchen die Libelle L' , die sogen. Versicherungs- oder Alhidadenlibelle, aufgesetzt wird. Mitunter ist diese Libelle festgeschraubt, wodurch eine sicherere Verbin-

dung hergestellt ist, dafür aber eine Umsetzung der Libelle behufs Rectification unmöglich ist.

In Fig. 470 ist überdies rechts die Lampe zu sehen, welche bei den grösseren



•Nach AMBRON, Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde, (A. 470.)

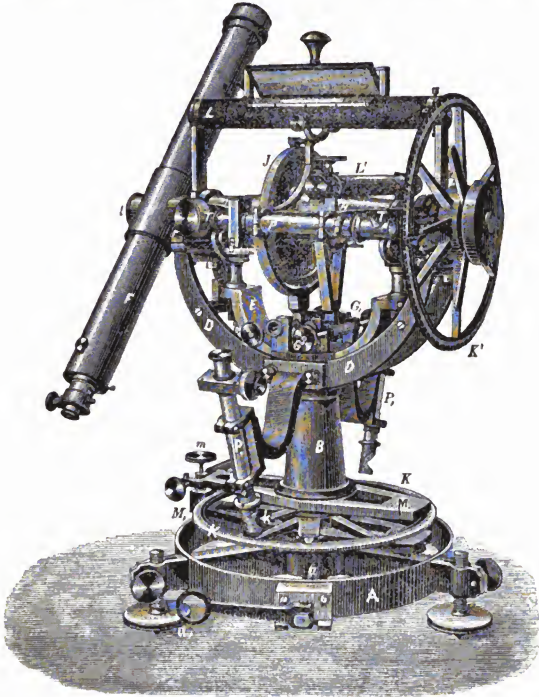
Instrument, als auch für den Theodoliten mit den entsprechenden Correctionsvorrichtungen montirt sein, um die Mikroskope senkrecht zur Theilung zu stellen, oder sie wenigstens in eine durch die Drehungsaxe des Kreises gehende Ebene zu bringen, da sonst bei den geringsten Veränderungen des Abstandes der Mikroskope von den Theilungen die Bilder der Theilstriche ihre Lage gegen das Fadennetz des Mikrometers ändern würden (das Mikroskop gegen andere Punkte des Kreises gerichtet wäre). Selbstverständlich muss auch ein eventueller Fehler des Schraubenganges (Run) zu corrigiren möglich sein u. s. w.

Eine Vereinigung des Azimuthal- und Höheninstrumentes, bei welchem daher sowohl der Horizontal- als auch der Verticalkreis möglichst genau getheilt sind, wurde früher als Altazimuth (Altitudo = Höhe, vergl. auch den betr. Artikel) bezeichnet. REICHENBACH führte für dieselben den jetzt allgemein gebräuchlichen Namen Universalinstrumente ein. Ein solches ist in Fig. 471 abgebildet. Das Fernrohr ist hier excentrisch; die Mikroskope sind auf die gegen das Fernrohr hin gerichtete Seite des Kreises eingestellt, während sich auf der äusseren Seite eine Theilung zur rohen Einstellung des Fernrohres befindet; zur Bewegung des Fernrohres dienen die Handhaben \mathcal{H} . Ueber der Axenlibelle ist ein Spiegel unter 45° angebracht, um die Ablesung der Libelle von der Seite statt von oben vornehmen zu können. Die Klemmung und Feinbewegung um die Verticalaxe ist hier ebenso wie bei den früheren Instrumenten; die Klemmungs- und Feinbewegungs- vorrichtung für das Fernrohr sind jedoch hier nicht mit dem Träger \mathcal{D} verbunden, sondern mit den

Instrumenten dieser Art stets beigegeben ist, um das Gesichtsfeld und diejenigen Stellen der Kreistheilung, welche unter den Mikroskopen sich befinden, zu beleuchten; links befindet sich auf demselben Arme ein Gegengewicht, um das Gewicht der Lampe zu balanciren. Für die Ablesung bei Tageslicht sind ferner die Objectivenden der Mikroskope rings um die Objective mit schrägaufgelegten weissen Papierflächen versehen, welche nur die Ausschnitte für die Objective haben und als reflectirende Flächen zerstreutes Tageslicht auf die Kreistheilungen werfen.

Die Mikroskope müssen selbstverständlich sowohl für das Höheninstru-

innerhalb befindlichen beiden Trägern *E*, welche nach oben zwei Säulen aufgesetzt haben, auf welchen die horizontale Umdrehungsaxe auf Frictionsrollen aufruhet (vergl. den Meridiankreis). Das Gewicht der Axe, des Fernrohres, der Kreise und Mikroskope ruht daher zum grössten Theile auf diesen Säulen, welche durch Federn (oder bei anderen Instrumenten durch Gegengewichte) jenes Gewicht balanciren, so dass von demselben nur ein geringer Theil auf den



•Nach AMBROSI, Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde.
(A. 471.)

Zapfenlagern aufruhet. Die Träger *E* ruhen nun weiter auf einer in einer Bohrung der Verticalaxe hindurchgehenden Säule, welche durch ein Excenter, das mittels der Handhabe *a* gedreht werden kann, gehoben wird, so dass hierdurch das ganze Instrument aus den Lagern herausgehoben und umgelegt werden kann.

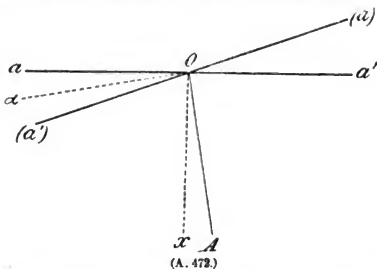
Behufs Elimination von Theilungsfehlern sind aber die getheilten Kreise nicht fest mit den Axen verbunden, sondern zwischen Flanschringen durch starke Reibung auf dieselben aufgesetzt, und daher für gewöhnlich nicht verschiebbar; durch entsprechende Fixirung der Axen und Verschiebung der Kreise können jedoch diese in eine gegen die Richtung der Fernrohraxe (Nullpunkte) geänderte Lage gebracht werden.

Für geodätische Zwecke hatte die Einrichtung des Universalinstrumentes mit Repetitionskreis unstreitig gewisse Vortheile, da es sowohl zum Zwecke der Azimuth- und Höhenbestimmung als auch der Horizontalwinkelmessung, und für letzteren Fall zu Repetitionsbeobachtungen geeignet ist. Man hatte sogar auch bei den Verticalkreisen mitunter dieselbe Einrichtung zur Repetition der Winkelmessung getroffen. Allein dieselben Ursachen, welche zur Einrichtung der Meridiankreise, Passageninstrumente u. s. w. führten: das Streben die Genauigkeit der Beobachtungen durch Erhöhung der Stabilität der Instrumente zu sichern, hat in neuerer Zeit dahin geführt, bei den grossen Universalinstrumenten, bei denen die Genauigkeit der Messungen schon durch anderweitige Einrichtungen (feine Kreistheilungen, mikroskopische Ablesungen u. s. w.) erzielt ist, auf die Repetition zu verzichten, und ist dieselbe jetzt fast vollständig verlassen, umso mehr, als an Stelle der Winkelmessung bei den Triangulationen die Richtungsmessung getreten ist.

Voraussetzungen für die Benützung des Instrumentes sind:

1. Die verticale Umdrehungsaxe des Instrumentes soll vertical stehen.
2. Die horizontale Umdrehungsaxe des Fernrohrs soll auf der verticalen Umdrehungsaxe senkrecht stehen.
3. Die Collimationslinie des Fernrohrs soll auf der horizontalen Umdrehungsaxe derselben senkrecht sein.

Ueber die verticale Stellung der verticalen Umdrehungsaxe wurde vorher gesprochen. Es setzt dies jedoch voraus, dass die Bedingung 2) bereits erfüllt ist. Um dieses zu prüfen wird zunächst die Axenlibelle L auf die horizontale Umdrehungsaxe des Fernrohrs aufgesetzt; diese in die Richtung einer Fusseschraube gebracht, und letztere so lange gedreht, bis die Libelle einspielt. Ist die Libelle rectificirt (sollte dieses nicht der Fall sein, so kann dieses durch Umsetzen derselben auf der Axe vorher geschehen; vergl. den Artikel »Niveau«) so



ist jetzt die horizontale Umdrehungsaxe aa' des Fernrohrs (Fig. 472) horizontal. Dreht man den Obertheil des Instrumentes um 180° , so wird die Libelle nur dann wieder einspielen, wenn die beiden Instrumentenaxen aa' und OA (letztere die verticale Umdrehungsaxe) auf einander senkrecht stehen. Ist dieses jedoch nicht der Fall, d. h. OA nicht senkrecht auf aa' , so wird nach

der Drehung von OA um 180° , wenn das Axenende a' an die Stelle a gekommen ist, die Lage der Fernrohraxe (a) (a') sein und da Winkel $a'OA = (a')OA$ ist, so ist $\sphericalangle aO(a') = 2xOA$.

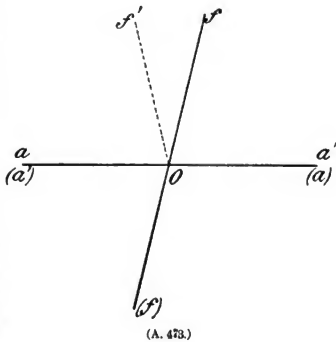
Die Ausweichung der Libelle kommt daher zur Hälfte auf die Abweichung des Winkels $a'OA$ vom rechten Winkel, und zur Hälfte auf die nicht verticale Stellung von OA . Corrigirt man daher jetzt die Hälfte des Ausschlags der Libelle an der Fusseschraube des Instrumentes, so kommt OA in die verticale Richtung Ox (Correction der Stellung der verticalen Umdrehungsaxe) und Aa' kommt in die Richtung Ox , so dass $\sphericalangle aOx = (a')OA = a'OA$ ist. Corrigirt man nun die zweite Hälfte der Ausweichung des Niveaus durch Hebung des betreffen-

den Zapfenlagers (zu welchen Zwecken Einrichtungen getroffen sind, ganz ähnlich denjenigen, welche beim Meridiankreise und Passageninstrumente ersichtlich sind), so fällt die Richtung der Umdrehungsaxe des Fernrohres nunmehr in die Richtung aa' , ist daher senkrecht auf Ox . Eine neuerliche Drehung um 180° , wobei a und a' wieder vertauscht werden, dient zur Controlle und etwaigen genaueren Berichtigung, die so oft vorzunehmen ist, bis der Fehler sehr klein ist. Zur Berichtigung der Verticalstellung der Axe OA gehört nun weiter noch die Untersuchung der Verticalstellung in einer auf aOA senkrechten Ebene, welche in der schon früher erwähnten Weise vorgenommen wird.

Für die Berichtigung des Collimationsfehlers kann man das Instrument durch Fixirung des Horizontalkreises zu einem nur um eine horizontale Umdrehungsaxe drehbaren Passageninstrument machen; daher den Collimationsfehler durch Umlegen der Axe in ihren Lagern (in derselben Weise, wie beim Meridiankreis und Passageninstrument) wegschaffen, wobei irgend ein im Horizonte gelegenes Object, auf welches das Instrument gerichtet wird, die Stelle der Mire vertritt. Hatte man die Fäden des Fernrohres vorher auf das Object collimirt, und deckt nach dem Umdrehen des Fernrohres der Faden nicht mehr das Bild des Objectes, so wird der Fehler weggeschafft, indem der Verticalfaden im Fernrohr durch Verschieben der Fadenplatte mit Hilfe der hierzu angebrachten Corrections-schrauben um die Hälfte der Ausweichung dem Objecte genähert wird. Durch neuerliche Collimirung und Umlegung des Fernrohres kann man sich von der vollständigen Berichtigung überzeugen, eventuell dieselbe noch genauer erhalten.

Beim Universalinstrument kann jedoch der Collimationsfehler noch in anderer Weise bestimmt werden, bei welcher man die Umlegung des Instrumentes vermeiden kann. Die Methode besteht darin, dass das Fernrohr wieder auf ein entferntes, im Horizonte gelegenes Object (z. B. eine Thurmspitze) gerichtet wird, und dann um 180° um seine verticale Umdrehungsaxe gedreht wird, so dass nunmehr die horizontale Drehungsaxe des Fernrohres in dieselbe Richtung aa' nur mit Vertauschung der Zapfenenden kommt. Das Objectiv aber kommt

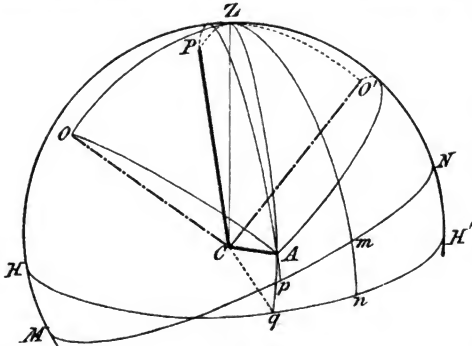
dabei in die Lage $O(f)$ an Stelle der früheren Of (Fig. 473) und schlägt man dann das Fernrohr durch, d. h. dreht es um die horizontale Drehungsaxe auf das früher collimirte Object, so kommt die Fernrohraxe in die Richtung Of' , welche sich nur dann mit der früheren deckt, wenn $Of \perp aa'$ ist. Deckt jedoch nach dem Durchschlagen des Fernrohres der Kreuzungspunkt der Fäden (Mittelfäden) nicht mehr das Object, so zeigt hier die Abweichung fOf' ebenfalls den doppelten Betrag des Collimationsfehlers; dieser wird eliminirt, indem man das Fadenkreuz um die Hälfte der Ausweichung gegen das collimirte Object zu verschiebt.



Da auch hier die Elimination der Instrumentalfehler nicht vollständig vorgenommen werden kann, die übrig bleibenden Fehler aber, bei der mit den

heutigen Instrumenten zu erzielenden Genauigkeit nicht übergangen werden dürfen, so handelt es sich wieder um den Einfluss der Instrumentalfehler auf die gemessenen Winkel und die Berücksichtigung der daraus hervorgehenden Correctionen.

Sei HH' (Fig. 474) die Horizontalebene, Z das Zenith; hingegen MN die von der Horizontalen abweichenden Lage des Horizontalkreises des Instrumentes; P der Pol desselben, also CP die verticale Umdrehungsaxe des Instrumentes, welche



(A. 474.)

analog der bei parallactischer Montirung eingeführten Bezeichnung hier die Azimuthalaxe genannt werden soll. Ebenso soll die horizontale Umdrehungsaxe CA des Fernrohres als die Höhenaxe bezeichnet werden. Die Höhenaxe wird nun nicht horizontal sein, aber auch nicht in die Ebene MN hinein-

fallen, wenn sie nicht auf der Azimuthalaxe senkrecht steht. Von den beiden Seiten des Axenendes wird wieder das eine als das Kreisende (oder bei zwei getheilten Kreisen durch die Klemme) besonders bezeichnet. Sei A das Kreisende. Endlich sei CO die Richtung der Fernrohraxe (Absehenslinie) bei der Pointirung eines Objectes (eines Sternes oder eines terrestrischen Objectes) und wenn der Collimationsfehler nicht vollständig weggeschafft ist, so wird OC nicht auf CA senkrecht stehen.

Die Festlegung der einzelnen Punkte ist hier auf die Ebene des Horizontes zu beziehen. Seien das Azimuth und die Zenithdistanz des Punktes O bzw. a und z ; da die Höhenaxe CA nicht horizontal liegt, so sei die Neigung derselben gegen die Horizontalebene $HH' = i$, da ferner OA nahe 90° ist, so wird das Azimuth A des Axenendes A nahe 90° von demjenigen von O verschieden sein; ist $OA = 90^\circ + e$ und¹⁾

$$A = a + e - 90^\circ,$$

so hat man in dem Dreiecke OZA , in welchem

$$ZO = z, \quad OA = 90^\circ + e, \quad ZA = 90^\circ - i$$

und der Winkel

$$OZA = a - (a + e - 90^\circ) = 90^\circ - e$$

ist:

$$-\sin e = \sin i \cos z + \cos i \sin z \sin e,$$

demnach

$$\sin e = -\operatorname{tang} i \operatorname{cotang} z - \sin c \operatorname{sec} i \operatorname{cosec} z. \quad (1)$$

Die Richtung nach dem Südpunkte ist aber an dem Instrumente nicht besonders bezeichnet, und Azimuthe können nur in derselben Weise bestimmt werden, wie Horizontalwinkel, als Differenzen von Richtungen nach dem Stern

¹⁾ Die Azimuthe von 0° bis 360° in der Richtung NpM gezählt.

(dessen Azimuth aus seinen sphärischen Coordinaten und der Zeit ermittelt wurde; s. den Artikel »Azimuthbestimmung«) und einem Objecte oder aber aus der Lesung im Meridiane, welche wieder durch die Beobachtung des Sternes bestimmt wurde und der Lesung bei Einstellung auf das zu beobachtende irdische Object. Die Drehung des Fernrohres wird aber hierbei durch die Drehung des Axenendes A bestimmt, welche jedoch nicht in der Horizontalebene, sondern um die Azimuthalaxe CP stattfindet, und man hat aus den Lesungen L die Azimuthe A abzuleiten.

Sei die Neigung des Horizontalkreises des Instrumentes gegen die Horizontalebene I , also $PZ = I$, oder, wenn der Kreis PZ verlängert wird, $mn = I$ und das Azimuth dieses Kreises A_0 ; ferner die Neigung der Höhenaxe gegen den Horizont, wie oben i , d. h. $ACq = i$, $ZA = 90^\circ - i$ und deren Neigung gegen die Kreisebene $Ap = i'$ und $PA = 90^\circ - i'$. Endlich sei die Lesung am Kreise in der Stellung des Fernrohres gegen O hin $= L$, und die Lesung, wenn die Axe CA in die Verticalebene Zmn fällt, $= L_0$, so hat man in dem Dreiecke PZA die Seiten:

$$PZ = I, \quad ZA = 90^\circ - i; \quad PA = 90^\circ - i'$$

und die Winkel

$$ZPA = L - L_0; \quad PZA = 180^\circ - (A - A_0).$$

Demnach:

$$\begin{aligned} \cos i \sin (A - A_0) &= \cos i' \sin (L - L_0) \\ - \cos i \cos (A - A_0) &= \sin i' \sin I - \cos i' \cos I \cos (L - L_0) \\ \sin i &= \sin i' \cos I + \cos i' \sin I \cos (L - L_0). \end{aligned}$$

Die dritte dieser Gleichungen giebt

$$\begin{aligned} i &= i' + I \cos (L - L_0) \\ i' &= i - I \cos (L - L_0), \end{aligned} \tag{2}$$

und die beiden ersten derselben durch Multiplication mit $\cos (L - L_0)$ bezw. $\sin (L - L_0)$ und Addition:

$$\cos i \sin [(A - A_0) - (L - L_0)] = \sin i' \sin I \sin (L - L_0) + \cos i' \sin^2 \frac{1}{2} I \sin 2(L - L_0).$$

$(A - A_0) - (L - L_0)$ ist demnach eine Grösse von der zweiten Ordnung der Neigungen, weshalb man schreiben kann:

$$(A - A_0) - (L - L_0) = [i' I \sin (L - L_0) + \frac{1}{4} I^2 \sin 2(L - L_0)] \operatorname{arc} 1'',$$

und wenn man für i' aus (2) substituirt:

$$(A - A_0) - (L - L_0) = [i I \sin (L - L_0) - \frac{1}{4} I^2 \sin 2(L - L_0)] \operatorname{arc} 1''.$$

Setzt man voraus, dass I und i bis auf wenige Secunden berichtigt sind, so wird diese Correction völlig verschwinden, und man kann für die Differenz der Azimuthe direkt die Differenz der Lesungen setzen.

Die Formeln (1) und (2) gelten zunächst für Kreis links, da in diesem Falle $A = a + e - 90^\circ$ ist. Für Kreis rechts, d. h. wenn das Fernrohr gegen O' gerichtet ist, bleiben, wie man sieht, die Formeln (2) dieselben, hingegen wird, wegen $A = 90^\circ + a + e$ die Formel (1) aus dem Dreiecke $O'ZA$, in welchem

$$O'ZA = (a + e + 90^\circ) - a = 90^\circ + e$$

ist:

$$\begin{aligned} - \sin e &= \sin i \cos z - \cos i \sin z \sin e \\ \sin e &= \operatorname{tang} i \operatorname{cotang} z + \sin e \operatorname{sec} i \operatorname{cosec} z. \end{aligned} \tag{1}$$

Man erhält hieraus das Azimuth des Punktes O aus demjenigen A des Kreisendes der Höhenaxe nach

$$a = A \pm 90^\circ - e \begin{cases} KL \\ KR \end{cases}.$$

e ist von der Ordnung von i und c ; sind diese Grössen klein, was bei ausreichender Rectification des Instrumentes immer angenommen werden kann, so wird man setzen können:

$$e = \mp i \cotang z \mp c \operatorname{cosec} z \left\{ \begin{array}{l} KL \\ KR \end{array} \right.$$

und demnach

$$a = A \pm 90^\circ \pm i \cotang z \pm c \operatorname{cosec} z \left\{ \begin{array}{l} KL \\ KR \end{array} \right., \quad (3)$$

wobei die Neigung i positiv ist, wenn das Kreisende das höhere ist, und der Collimationsfehler c positiv, wenn der Winkel, welchen die Collimationslinie des Fernrohres mit dem Kreisende einschliesst, grösser als 90° ist.

Für ein zweites Object, dessen Zenithdistanz z' und dessen Azimuth a' ist, hat man, wenn das zugehörige Azimuth des Kreisendes A' ist, und die durch die Libelle bestimmte Neigung des Kreisendes für diese Einstellung i' :

$$a' = A' \pm 90^\circ \pm i' \cotang z' \pm c \operatorname{cosec} z' \left\{ \begin{array}{l} KL \\ KR \end{array} \right.$$

und in der Differenz $a - a'$ fällt der Winkel von 90° heraus. Es ist

$$a - a' = A - A' + (\pm i \cotang z \pm c \operatorname{cosec} z) - (\pm i' \cotang z' \pm c \operatorname{cosec} z') \left\{ \begin{array}{l} KL \\ KR \end{array} \right. \quad (4)$$

Da nun

$$A - A' = (A - A_0) - (A' - A_0) = (L - L_0) - (L' - L_0) = L - L'$$

gesetzt werden kann, wenn man die Quadrate der Neigungen i und i' als verschwindend vernachlässigt, so wird

$$a - a' = L - L' + (\pm i \cotang z \pm c \operatorname{cosec} z) - (\pm i' \cotang z' \pm c \operatorname{cosec} z') \left\{ \begin{array}{l} KL \\ KR \end{array} \right. \quad (5)$$

Hat man zur Bestimmung des Collimationsfehlers das Fernrohr in den Lagern umgelegt, so kann man die Grösse des Collimationsfehlers entweder mittels einer Mikrometerschraube bestimmen, deren Schraubenwerth man in Secunden bestimmt, oder aber indem man direkt das Instrument um die verticale Umdrehungsaxe dreht, bis der Verticalfaden wieder das Object deckt. Hat man hierbei eine Drehung von α'' vorgenommen, so wird

$$c = \frac{1}{2} \alpha \sin z,$$

wenn das zur Bestimmung benützte Object nicht im Horizonte liegt, sondern die Zenithdistanz z hat.

Hat man jedoch zur Bestimmung des Collimationsfehlers nicht umgelegt, sondern das Instrument um 180° gedreht, und das Fernrohr durchgeschlagen, so sind beide Objecte identisch, d. h. es ist $a = a'$; ebenso ist $z = z'$; hingegen ist die neue Lesung $180^\circ + L - \alpha$ an Stelle von $180^\circ + L$ und während früher das Kreisende rechts war, ist es jetzt links; sind daher L und $(180^\circ + L - \alpha)$ die Drehungen bei Kreis rechts und bei Kreis links, so wird

$$0 = L - (L - \alpha) + (-i \cotang z - c \operatorname{cosec} z) - (+i' \cotang z + c \operatorname{cosec} z).$$

Hieraus folgt

$$2c \operatorname{cosec} z + (i + i') \cotang z = \alpha,$$

wobei vorausgesetzt ist, dass in den beiden Stellungen die Neigung des Kreisendes sich geändert hat. Es wird demnach:

$$c = -\frac{i + i'}{2} \cotang z + \frac{\alpha}{2} \sin z.$$

Ist das Object nahe dem Horizonte, so verschwindet das von den Neigungen i und i' abhängige Glied.

Aehnlich wie beim Meridiankreise liesse sich aus dieser Formel eine Methode zur Bestimmung des Collimationsfehlers aus Neigungsbestimmungen bei Nadir-

beobachtungen ableiten, doch werden solche beim Universalinstrumente nicht angewendet.

Die hier abgeleiteten Formeln gelten zunächst für den Fall, dass das Fernrohr centrisch über der Azimutalaxe angebracht ist. Ist dieses nicht der Fall, wie z. B. in Fig. 471 (Fernrohr an einem Ende der Höhenaxe), so wird noch eine Correction nöthig. Sei aa' (Fig. 475) die Höhenaxe, a das Kreisende, C derjenige Punkt der Höhenaxe, welcher vertical über der Azimutalaxe liegt, oO das Fernrohr, und daher $aa'O = 90^\circ + c$, wenn c der Collimationsfehler ist, so wird, sowohl beim Umlegen des Fernrohrs in den Lagern, als auch beim Drehen um 180° und Durchschlagen das Fernrohr nach $a(O)$ kommen, und daher durch mikrometrische Messung oder Drehung des Horizontalkreises der Winkel $(O)aM$ gemessen, wenn M das im Horizonte gelegene anvisirte Object ist. Es ist aber

$$(O)aM = (O)ax + xaM$$

$$(O)aM = c + xaM.$$

Man findet aber leicht, wenn man von M ein Perpendikel auf aa' fällt, wenn

$$aa' = 2l \text{ und } Ma' = E$$

gesetzt wird:

$$\text{tang } xaM = \frac{2l + E \sin c}{E \cos c}.$$

Ist der Collimationsfehler c klein, wie dies immer vorausgesetzt werden kann, so wird

$$\text{tang } xaM = \frac{2l}{E} + \sin c$$

oder, die Tangenten und Sinus durch die Bögen ersetzend:

$$xaM = \frac{2l}{E} \text{ arc } 1'' + c.$$

Damit wird der gemessene Winkel

$$(O)aM = 2c + \frac{2l}{E} \text{ arc } 1'' = 2 \left(c + \frac{l}{E} \text{ arc } 1'' \right),$$

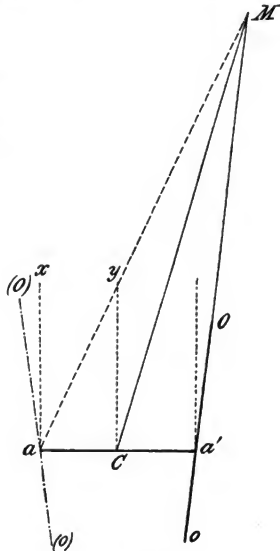
d. h. es tritt in den Formeln statt des Collimationsfehlers c der Ausdruck

$$c + \frac{l}{E} \text{ arc } 1''$$

auf, wobei l die halbe Länge der Höhenaxe und E die Entfernung des anvisirten Objectes ist. In der That wird man auch bei den Winkelmessungen in diesem Falle die Reduction wegen der excentrischen Stellung des Fernrohrs (in a' statt in C) berücksichtigen, indem man an Stelle der Visur $a'M$ die vom Centrum C ausgehende CM setzt; dieses würde aber dadurch berücksichtigt, dass man sich ein Fernrohr denkt, dessen Visirlinie mit dem Kreisende der Höhenaxe den Winkel aCM einschliesst, für welches also der Collimationsfehler (c) bestimmt ist durch

$$aCM = aCy + yCM$$

oder



(A. 475.)

$$90^\circ + (c) = 90^\circ + yCM; \quad (c) = yCM.$$

Es ist aber wieder

$$MCy = \frac{l + E \sin c}{E \cos c} = \frac{l}{E} + \sin c$$

$$MCy = \frac{l}{E} \operatorname{arc} 1'' + c,$$

demnach

$$(c) = c + \frac{l}{E} \operatorname{arc} 1''.$$

Es erübrigt noch die Verwendung des Instrumentes zur Messung von Zenithdistanzen zu untersuchen.

Die Collimationslinie des Fernrohrs kann nur dann durch das Zenith gehen, wenn entweder die Höhenaxe horizontal und der Collimationsfehler null ist, oder allgemein $c + i = 0$ ist. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, so beschreibt der Punkt O auf der Kugel einen kleinen Kreis, wenn das Fernrohr um die Axe CA gedreht wird. Sei die Lesung für den Fall der Coincidenz der Ebene OCA mit der Verticalebene AZ gleich L_0 , die Lesung nach der Drehung auf das Object O gleich L , so ist

$$\lambda = L - L_0$$

die Drehung des Fernrohrs, welche gleich ist dem Winkel ZAO . Man hat nun in dem bereits betrachteten Dreiecke ZOA :

$$\cos z = -\sin c \sin i + \cos c \cos i \cos \lambda$$

und daraus

$$\cos \lambda - \cos z = 2 \sin \frac{z - \lambda}{2} \sin \frac{z + \lambda}{2} = \sin c \sin i + \cos \lambda (1 - \cos c \cos i).$$

Daraus folgt, dass $z - \lambda$ stets eine kleine Grösse ist, und zwar von der zweiten Ordnung der Grössen i und c und man kann daher schreiben:

$$(z - \lambda) \sin z = ci + \frac{c^2 + i^2}{2} \cos z$$

$$z = \lambda + ci \operatorname{cosec} z + \frac{c^2 + i^2}{2} \cotang z.$$

Man kann demnach hier, ebenso wie bei den Horizontalwinkelmessungen den Einfluss der Neigung der Höhenaxe und des Collimationsfehlers vernachlässigen, wenn die Werthe nur hinreichend klein gehalten werden, und die Objecte nicht zu nahe zum Zenith gelegen sind.

Die Einstellung des Fernrohrs in der Richtung des Zenithes ist aber nicht zu erkennen. Man kann wohl das Fernrohr gegen das Nadir richten, und den Nadirpunkt in der Art bestimmen, wie dies in dem Artikel »Meridiankreis« beschrieben wurde; allein Einrichtungen dieser Art sind bei den Universalinstrumenten nicht angebracht. Man bestimmt daher die Zenithdistanz durch Messung des doppelten Winkels, indem man zuerst das Fernrohr nach O richtet (z. B. bei KL), sodann das Instrument um 180° dreht, wobei das Kreisende auf die entgegengesetzte Seite (KR), und das Fernrohr in die Richtung CO' kommt. Schlägt man dann das Fernrohr durch das Zenith, bis es wieder gegen O gerichtet ist, so erhält man jetzt eine zweite Einstellung in der anderen Kreislage. Ist nun die (unbekannte) Lesung bei der Stellung des Fernrohrs ins Zenith L_0 , die Ablesung bei Kreis links L_1 , bei Kreis rechts L_2 , die gesuchte Zenithdistanz z , so hat man

$$z = L_1 - L_0; \quad z = L_0 - L_2,$$

wenn die Lesungen vom Zenith gegen das Object hin bei Kreis links wachsen; und

$$z = L_0 - L_1; \quad z = L_2 - L_0, \quad \text{II}$$

wenn die Lesungen vom Zenith gegen das Object hin bei Kreis rechts wachsen. Man erhält hieraus durch Addition, bezw. Subtraction

$$\text{für den ersten Fall: } z = \frac{1}{2}(L_1 - L_2); \quad L_0 = \frac{1}{2}(L_1 + L_2) \quad \text{I}$$

$$\text{für den zweiten Fall: } z = \frac{1}{2}(L_2 - L_1); \quad L_0 = \frac{1}{2}(L_1 + L_2), \quad \text{II}$$

d. h. in beiden Fällen die Zenithdistanz gleich der halben Differenz der Lesungen, den Zenithpunkt gleich der halben Summe der Lesungen.

Dieses setzt jedoch voraus, dass in beiden Fällen die Lesung L_0 gegen das Zenith unverändert blieb. Dies wäre aber nur der Fall, wenn die Stellung der Mikroskopträger gegen die Horizontale in der Zwischenzeit sich nicht geändert hätte. Denn denkt man sich das Fernrohr gegen das Zenith gerichtet, und die Mikroskope abgelesen, so wird stets dieselbe Lesung bleiben, wenn das Fernrohr seine Lage gegen das Zenith und auch die Mikroskope ihre Lage gegen die Verticale unverändert beibehalten hätten. Jede Veränderung in der Stellung der Mikroskope würde eine andere Lesung selbst bei unveränderter Lage des Fernrohrs zur Folge haben.

In der That wird aber die Stellung der Mikroskope durch längere Zeitintervalle durchaus nicht als unveränderlich angesehen werden dürfen, um so mehr, als das Instrument in der Zwischenzeit um seine Azimuthalaxe gedreht wurde. Man wird daher die Ablesungen der Mikroskope auf eine gewisse Normalstellung beziehen müssen, zu welchem Zwecke eben die Alhidaden- oder Versicherunglibelle dient. Die Mikroskopträger könnten so lange gedreht werden, bis die (als rectificirt gedachte) Libelle einspielt. Bei vielen Instrumenten ist auch der Mikroskopträger thatsächlich mittels eines Armes verstellbar, der durch eine Feinbewegungsschraube ähnlich denjenigen, welche für die Klemmung und Feinbewegung des Fernrohres dienen, bewegt wird. Dieses ist jedoch nicht nöthig, und es genügt, die Lesung für eine beliebige Stellung der Mikroskopträger auf eine Normalstellung zu reduciren.

Die Röhre der Alhidadenlibelle ist gegen das zu pointirende Object hin gewendet, und man bezeichnet jene Seite desselben, welche demselben näher liegt, als die äussere Seite desselben, das gegen das Objectiv gerichtete Blasenende als das äussere Blasenende. Man findet nun leicht als Correction der Lesung bei der Lage des Nullpunkts der Libelle¹⁾ a) in der Mitte, b) nach innen, c) nach aussen und wenn die Lesungen am Kreise vom Zenith gegen das Object hin

$$\begin{array}{lll} \text{zunehmen:} & + \frac{1}{2}(a - i)\mu & + [\frac{1}{2}(a + i) - m]\mu & + [m - \frac{1}{2}(a + i)]\mu \\ \text{abnehmen:} & - \frac{1}{2}(a - i)\mu & - [\frac{1}{2}(a + i) - m]\mu & - [m - \frac{1}{2}(a + i)]\mu, \end{array}$$

wobei im zweiten und dritten Falle, in denen der Nullpunkt der Libelle seitlich

¹⁾ Es ist z. B. wenn der Nullpunkt der Libelle innen ist, und a, i die Lesungen am äusseren und inneren Blasenende bedeuten, $\frac{1}{2}(a + i)$ der Einspielpunkt, und $\frac{1}{2}(a + i) - m$ die Ausweichung des Einspielpunktes nach aussen; eine Drehung des Mikroskopträgers, bis die Libelle in m einspielen würde, würde daher die Lesung L vergrössern, wenn die Lesungen vom Zenith gegen das Object hin wachsen. Die Lesung bei in m einspielender Blase und Einstellung auf das Object würde daher grösser oder kleiner sein, je nachdem die Lesungen vom Zenith gegen das Object zu wachsen oder abnehmen. In derselben Weise sind alle andern Correctionen abzuleiten.

vorausgesetzt ist, ein in der Mitte der Libelle liegender Theilstrich m als Einspiel-
punkt angesehen wurde, und μ der Parswerth der Libelle ist.

Nun ist, da beim Drehen des Instruments um seine Azimuthalaxe der Null-
punkt der Libelle seine Lage gegen das Object ändert (nach innen oder aussen
kommt, je nachdem er früher nach aussen oder innen gerichtet war)

für den Fall I:

$$\begin{aligned} z &= L_1 + \frac{1}{2}(a-i)\mu - L_0; & L_1 + [\frac{1}{2}(a+i) - m]\mu - L_0; & L_1 + [m - \frac{1}{2}(a+i)]\mu - L_0, \\ z &= L_0 - [L_2 - \frac{1}{2}(a'-i')]\mu; & L_0 - \{L_2 - [m - \frac{1}{2}(a'-i')]\mu\}; & L_0 - \{L_2 - [\frac{1}{2}(a'-i') - m]\mu\}, \end{aligned}$$

folglich:

$$\begin{aligned} a) \quad z &= \frac{1}{2}(L_1 - L_2) + \frac{1}{4}[(a-i) + (a'-i')]\mu \\ b) \quad z &= \frac{1}{2}(L_1 - L_2) + \frac{1}{4}[(a+i) - (a'+i')]\mu \\ c) \quad z &= \frac{1}{2}(L_1 - L_2) - \frac{1}{4}[(a+i) - (a'+i')]\mu \end{aligned}$$

und für den Fall II:

$$\begin{aligned} z &= L_0 - [L_1 - \frac{1}{2}(a-i)]\mu; & L_0 - \{L_1 - [\frac{1}{2}(a+i) - m]\mu\}; & L_0 - \{L_1 - [m - \frac{1}{2}(a+i)]\mu\} \\ z &= L_2 + \frac{1}{2}(a'-i')\mu - L_0; & L_2 + [m - \frac{1}{2}(a'+i')]\mu - L_0; & L_2 + [\frac{1}{2}(a'+i') - m]\mu - L_0, \end{aligned}$$

dennach

$$\begin{aligned} a) \quad z &= \frac{1}{2}(L_2 - L_1) + \frac{1}{4}[(a-i) + (a'-i')]\mu \\ b) \quad z &= \frac{1}{2}(L_2 - L_1) + \frac{1}{4}[(a+i) - (a'+i')]\mu \\ c) \quad z &= \frac{1}{2}(L_2 - L_1) - \frac{1}{4}[(a+i) - (a'+i')]\mu, \end{aligned}$$

also dieselben Formeln wie früher. Es mag jedoch bemerkt werden, dass man
sich am sichersten von Irrthümern in den Zeichen frei halten wird, wenn man
die Anbringung der Correctionen nicht nach diesen oder ähnlichen Formeln
mechanisch anbringt, sondern von Fall zu Fall je nach der Stellung der Libelle
die Reduction der Lesung auf einen Normalpunkt durch Ueberlegung vornimmt,
wzu ebenfalls im vorhergehenden bereits ausreichende Andeutungen für den
denkenden Beobachter gegeben sind. N. HERZ.

Universaltransit. Obwohl Passageninstrumente in jeder beliebigen
Verticalebene verwendet werden können, so ist es nicht leicht möglich, die-
selben abwechselnd in kurzen Zwischenräumen in verschiedenen Verticalebenen
zu benutzen. Um diese Aufgabe zu lösen, hat FOERSTER ein Instrument con-
struirt (dasselbe wurde zuerst von BAMBERG ausgeführt), welches gestattet, das-
selbe leicht in jede beliebige Verticalebene zu bringen, in derselben aber ebenso
stabil und sicher festzustellen, wie ein einfaches Passageninstrument. Dem Wesen
nach ist dieser Zweck erreicht durch den massiven und kräftigen Unterbau,
welcher aus Fig. 476 ersichtlich ist. Dieser Unterbau L und M ist auf Rollen
 P auf einer Bahn drehbar, sobald die Fusschrauben N genügend gehoben sind.
Soll dann das Instrument festgestellt werden, so werden die Fusschrauben ge-
senkt, sodass deren untere Spitzen in radiale Einschnitte der unter ihnen
sichtbaren Fussplatten einsinken, welche letztere auf einen zweiten, der früheren
parallelen Führungsbahn gleiten, aber auf derselben durch Klemmschrauben ge-
nügend sicher fixirt werden können. Ist diese Fixirung erfolgt, so kann bei
Temperaturänderungen wohl eine Verschiebung der Füße in radialer Richtung
in den Rinnen, nicht aber eine seitliche Verschiebung derselben erfolgen, und
das Instrument dient dann als einfaches Passageninstrument; es sind die einzelnen
Theile daher nach dem bei diesem und in dem Artikel »Meridiankreis« Ge-
sagten, leicht zu verstehen.



•Nach AMBRONN, Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde.
(A. 476.)

V sind die Träger, welche das Gewicht der Libelle U äquilibriren. S_2, S_3 sind hohle Träger, welche das Fernrohr sammt Axe und Libelle auf Rollen tragen. Die Aequilibrirung findet durch Gewichte g statt, welche durch Hebelwirkung auf zwei in den Säulen S_2, S_3 befindlichen Stangen wirken. Gleichzeitig dienen diese Säulen zur Umlegung mittels des Rades T .

E ist ein Aufsuchkreis, der mittels des Ablesefernrohres G abgelesen wird, k eine Libelle für Polhöhenbestimmungen nach der HORREBOW-TALCOTT'schen Methode. W ist ein Fernrohr, welches zur Einstellung und Ablesung an einem in der Figur nicht gezeichneten Horizontalkreise dient.

Instrumente, welche denselben Zwecken dienen, wurden später in anderer Ausführung von REPSOLD construiert, welcher dieselben Durchgangstheodolite nannte. Da die Principien derselben aus dem obigen hinreichend ersichtlich sind, die praktische Lösung der gestellten Anforderungen jedoch in mannigfacher Weise möglich ist, und die Instrumente daher in mancherlei verschiedenen Formen auftreten können, so kann hier auf alle Details nicht näher eingegangen werden. Man vergl. hierzu z. B. »AMBRONN, Handbuch d. astronom. Instrumentenkunde«.

Als eine wichtige Anwendung des Universaltransits mag die Bestimmung der Zeit aus den Beobachtungen zweier Sterne im selben (unbekannten) Azimuth durchgeführt werden.

Es sei ein Stern, dessen sphärische Coordinaten: Rectascension und Deklination α und δ seien, zur Zeit θ , ein anderer mit den Coordinaten α' , δ' zur Zeit θ' beobachtet worden, wobei aber θ und θ' nicht bekannt sind, wohl aber die Differenz der Zeiten $\theta' - \theta$. Ist das (unbekannte) Azimuth, in welchem das Instrument aufgestellt ist A , so hat man, wenn t , t' die zugehörigen Stundenwinkel sind:

$$\begin{aligned} \cotang A \sin t &= -\cos \varphi \tang \delta + \sin \varphi \cos t \\ \cotang A \sin t' &= -\cos \varphi \tang \delta' + \sin \varphi \cos t'. \end{aligned}$$

Multiplircirt man die erste Gleichung mit $\sin t'$, die zweite mit $\sin t$ und subtrahirt, so folgt

$$0 = -\cos \varphi (\sin t' \tang \delta - \sin t \tang \delta') + \sin \varphi (\sin t' \cos t - \cos t' \sin t)$$

oder

$$\tang \varphi \sin (t' - t) = \sin t' \tang \delta - \sin t \tang \delta'. \quad (1)$$

Es ist aber

$$\begin{aligned} \sin t' &= \sin \left[\frac{1}{2}(t' + t) + \frac{1}{2}(t' - t) \right] = \sin \frac{1}{2}(t' + t) \cos \frac{1}{2}(t' - t) + \cos \frac{1}{2}(t' + t) \sin \frac{1}{2}(t' - t) \\ \sin t &= \sin \left[\frac{1}{2}(t' + t) - \frac{1}{2}(t' - t) \right] = \sin \frac{1}{2}(t' + t) \cos \frac{1}{2}(t' - t) - \cos \frac{1}{2}(t' + t) \sin \frac{1}{2}(t' - t). \end{aligned}$$

Es wird daher, indem man diese Ausdrücke in Gleichung (1) substituirt:

$$\tang \varphi \sin (t' - t) = \sin \frac{1}{2}(t' + t) \cos \frac{1}{2}(t' - t) \frac{\sin(\delta - \delta')}{\cos \delta \cos \delta'} + \cos \frac{1}{2}(t' + t) \sin \frac{1}{2}(t' - t) \frac{\sin(\delta + \delta')}{\cos \delta \cos \delta'}.$$

Setzt man daher die bekannten Grössen

$$\begin{aligned} \sin \frac{1}{2}(t' - t) \sin (\delta + \delta') &= m \sin M \\ \cos \frac{1}{2}(t' - t) \sin (\delta - \delta') &= m \cos M, \end{aligned} \quad (2)$$

so wird

$$\tang \varphi \sin (t' - t) = m \sin [M + \frac{1}{2}(t' + t)] \sec \delta \sec \delta',$$

demnach

$$m \sin [M + \frac{1}{2}(t' + t)] = \cos \delta \cos \delta' \tang \varphi \sin (t' - t). \quad (3)$$

Man kann diese Gleichung noch in eine andere Form bringen. Man erhält nämlich aus den Gleichungen (2), indem man die erste Gleichung mit $\cos \frac{1}{2}(t' - t)$, die zweite mit $\sin \frac{1}{2}(t' - t)$ multiplicirt:

$$\frac{1}{2} \sin (t' - t) [\sin (\delta + \delta') + \sin (\delta - \delta')] = m \sin [M + \frac{1}{2}(t' - t)]$$

oder

$$\sin (t' - t) \sin \delta \cos \delta' = m \sin [M + \frac{1}{2}(t' - t)]$$

und wenn man den Werth von $\sin (t' - t)$ hieraus in die Gleichung (3) einsetzt:

$$\sin [M + \frac{1}{2}(t' + t)] = \frac{\tang \varphi}{\tang \delta} \sin [M + \frac{1}{2}(t' - t)]. \quad (4)$$

Da nun $t' - t = \theta' - \theta - (\alpha' - \alpha)$ ist, so erhält man hieraus $t' + t$ und somit die beiden Stundenwinkel t' und t , welche in Verbindung mit den bekannten Rectascensionen α' , α die bezüglichen Sternzeiten θ' , θ ergeben.

Schliesslich kann man noch das Azimuth des Instrumentes bestimmen; für dieses hat man die Formel

$$\cotang A = \frac{-\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos t}{\cos \delta \sin t}$$

und hieraus

$$\frac{\cotang A}{\sin \varphi} = \frac{-\tang \delta + \tang \varphi \cos t}{\tang \varphi \sin t}.$$

Dieser Ausdruck kann vereinfacht werden, wenn man für $\tang \varphi$ seinen Werth aus (4) substituirt. Setzt man Kürze halber für einen Augenblick

$$M + \frac{1}{2}(t' + t) = \lambda,$$

so wird

$$\text{demnach} \quad M + \frac{1}{2}(t' - t) = \lambda - t,$$

$$\text{folglich} \quad \text{tang } \varphi = \frac{\text{tang } \delta \sin \lambda}{\sin(\lambda - t)},$$

$$\frac{\text{cotang } A}{\sin \varphi} = \frac{\cos t \sin \lambda - \sin(\lambda - t)}{\sin t \sin \lambda} = \text{cotang } \lambda$$

$$\text{oder} \quad \text{cotang } A = \sin \varphi \text{ cotang}[M + \frac{1}{2}(t' + t)]. \quad (4a)$$

Die Formeln (2), (4), (4a) lassen daher t' , t und A aus $t' - t$, δ , δ' und φ finden.

N. HERZ.

Universum. Die Gestalt des Weltgebäudes (constitution du ciel, construction of the heavens) zu erforschen, ist schliesslich der letzte Zweck der ganzen Astronomie. Alle Theilresultate, die wir über Himmelskörper erlangen können, vereinigt zu einem Gesamtbilde, das uns gewissermassen gestattet, herauszutreten von dem Punkte im Innern der Welt, auf welchen das Menschengeschlecht festgenagelt ist und uns ausserhalb postirend mit einem Blicke das ganze Weltgebäude zu umfassen, ähnlich wie wir auf einem Erdglobus die Configuration der Erdoberfläche, aus dieser heraustretend, überschauen, das wäre die Krönung all unser Forschung, und wenn sie gelungen wäre, so stände die Astronomie sowohl an der Erreichung ihres Zieles als auch — am Ende und was weiter zu thun bliebe, wäre nichts als uninteressante Kleinarbeit. Eben deswegen ist aber weder zu hoffen, noch zu erwarten, dass wir ein solches Weltbild, das der Wahrheit entspräche, jemals völlig zu entwerfen im Stande sein werden, zumal die Festlegung unseres Standpunktes im Innern des zu erforschenden Gebietes und die unmerklich langsame Ortsveränderung desselben uns das Weltbild fast nur von einer Seite zeigt.

Historische Entwicklung der Ansichten vom Universum.

Aber der tiefe Drang im Menschen nach dem letzten Grunde aller Dinge hat die Welt als Ganzes schon zum Objecte der Speculation gemacht, als die Forschung noch in den Kinderschuhen steckte und nur das auffälligste Object des Weltgebäudes, die Milchstrasse, und die Thatsache, dass sie, wenig vom grössten Kreise abweichend, den Himmel ganz umschlösse, nicht übersehen werden konnte. Dass sie in der Sphäre der Fixsterne das ganze Planetensystem mit umfasse und hier entweder die Stelle bezeichne, wo die beiden Hälften der Sphäre zusammenschweisst seien oder auch die Spur, die die Sonne früher gewandelt sei, ehe sie den Weg der Ekliptik entlang eingeschlagen, steht uns von den Ansichten der Alten¹⁾ nicht viel höher, wie die bekannte mythologische Deutung der via lactea in der Herkulesage, und nur die Annahme DEMOKRIT'S, dass der Glanz der Milchstrasse erzeugt sei von dem zusammenfliessenden Licht einer sehr grossen Anzahl sehr weit entfernter, dicht gedrängter Sterne, verdient als weiterer Beleg dafür hervorgehoben zu werden, wie nahe z. Thl. die griechische Astronomie der Wahrheit kam, gegenüber der des Mittelalters. Auch die Begründer der modernen Astronomie hatten Ansichten über das Weltgebäude, die lediglich speculativer Natur waren und nur bestehen konnten, weil jede Vorstellung über die wahren Entfernungen der Fixsterne und der Milchstrasse ihnen

¹⁾ Mehr Einzelheiten über die historische Entwicklung der Ideen über die Milchstrasse finden sich im Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles 1880, pag. 233.

fremd blieb. COPERNICUS¹⁾ hielt bezüglich der Sterne noch an der *prima sphaera immobilis fest*, GALILEI²⁾ stellt nur fest, *welch eine Fülle neuer Sterne zu den mit unbewaffnetem Auge sichtbaren das von ihm zuerst angewandte Fernrohr offenbarte*; KEPLER weist im ersten Buche seines *Epitome*, 1618, der Sonne eine ganz isolirte Stelle in einem leeren Raume im Innern des Sternsystems an und setzt die Entfernungen der Sterne untereinander als viel kleiner voraus, denn ihre Entfernung von der Sonne. Die Sonne nimmt sehr nahe den Mittelpunkt des Sternennetzes ein, den die Milchstrasse bildet, weil diese sich als grösster Kreis projicirt. Jenseits der Milchstrasse beginnt der »leere Raum«. Die ganze Materie ist so vertheilt, dass ein Drittel der Masse die Sonne ausmacht, ein zweites Drittel zur Bildung des Planetensystems verwendet ist und das letzte Drittel die Sterne und die Milchstrasse erzeugt hat. Der Abstand der (dünnen) sternbesetzten Kugelschale verhält sich zum Abstände des (äussersten Planeten) Saturn, wie dessen Radiusvector zum Sonnendurchmesser oder wie 2000 : 1, so dass der Sonnendurchmesser der Sterne unter dem Winkel einer zehntel Bogenminute erscheint (statt $\frac{1}{10}$ wie richtiger wäre) und diese, die viel kleiner sind als die Sonne, uns erst recht keinen Durchmesser zeigen können. Freilich hält KEPLER es für denkbar, dass die Sterne der Sonne gleich an Grösse und vielleicht auch von einem Planetensystem umgeben seien, aber er lehnt es ab, diesem Gedanken nachzugehen, »da das Copernicanische System nichts über die Natur der Sterne aussage.«

HUYGHENS setzt hingegen in seinem 1698 veröffentlichten *Cosmotheoros* bereits die Sterne der Sonne in jeder Hinsicht gleich, denn inzwischen hatte die NEWTON'sche Gravitationstheorie die Vertheilung der Massen im Weltall, wie sie KEPLER sich dachte, als unmöglich erwiesen. Aus der Unveränderlichkeit der gegenseitigen Stellung der Sterne Mizar und Alcor im Laufe eines Jahres folgert er die ausserordentliche Kleinheit ihrer Parallaxe und versucht einen andern Weg, um zu einer zahlenmässigen Entfernungsbestimmung der Sterne zu gelangen, indem er die Helligkeit des Sirius mit der der Sonne vergleicht, wobei er den Abstand des ersteren zu 28000 auswerthete, also rund 30 Mal zu klein.

WRIGHT hat mit seiner »Theory of the universe, London 1750« jedenfalls das eine grosse Verdienst, KANT zum Nachdenken über die Probleme der Gestaltung des Weltalls angeregt zu haben, wie dies der Königsberger Philosoph selbst hervorhebt in seiner »Allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels, oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach NEWTON'schen Grundsätzen abgehandelt, Königsberg und Leipzig 1755.« KANT spricht hier zuerst diejenigen Ansichten aus, die auch heute noch Geltung besitzen, wengleich man sie heute als elementare bezeichnen würde. Die Sterne sind sämtlich Sonnen, mit Planetensystemen umgeben, in denen die Schwerkraft waltet, die aber auch System mit System verbindet. Und wie im Sonnensystem eine Fundamentelebene vorhanden ist, die Ekliptik, in deren Nähe sich die Planeten anordnen, so besteht auch in dem System höherer Ordnung eine Hauptebene und um diese gruppieren sich die Fixsterne so, dass ihre Anzahl in der Nähe derselben am grössten ist, und sie einander um so näher stehen, je mehr sie sich nach der Fundamentelebene zusammendrängen; der vereinigte Glanz so vieler so eng stehender Sterne ist die Milchstrasse. Die Sterne sind Bewegungen unterworfen im Systeme der Milchstrasse und wesentlich

1) De revolutionibus. 1543.

2) Nuncius sidereus. 1610.

in deren Ebene; sie sind Planeten einer Centralsonne, als welche zu gelten, Sirius das meiste Anrecht hätte. Da die Milchstrasse am hellsten ist in der Gegend des Schwans, so befindet sich die Sonne diesem Theile des Ringes am nächsten und die Centralsonne muss von ihr aus betrachtet dem Schwan gegenüberliegen, was auf Sirius passt. Die Nebelflecke elliptischer Form sind besondere Milchstrassensysteme ausserhalb des unsrigen und eben ihre längliche Form deutet auch in ihnen auf das Bestehen einer Hauptebene. »All die Milchstrassen ordnen sich dann wahrscheinlich wieder in ein System höherer Ordnung und wir stehen auch damit nur am Anfange eines Fortschritts zu immer höheren Ordnungen, die die Unendlichkeit des Weltalls erweisen.«

Fast gleichzeitig mit und unabhängig von KANT kommt LAMBERT in seinen »Kosmologischen Briefen über die Einrichtung des Weltbaues, ausgefertigt von J. S. LAMBERT, Augspurg 1761« zu ähnlichen Anschauungen, die uns Modernen aber noch näher stehen. Er unterscheidet im Weltall Systeme von 5 Ordnungen. Das Planetensystem bildet das erste, die Sonne und ihre vielen Schwestersonnen, nämlich all die isolirt an Himmel sichtbaren Sterne sind ein System zweiter Ordnung, ein Sternhaufen, und ebenso wie die einzelnen Planeten durch Räume getrennt sind, die ungeheuer sind im Vergleich zu ihren Durchmessern, so sind die Zwischenräume zwischen den Sonnen des Sternhaufens vieltausendfache von den Ausdehnungen der Planetensysteme. Die Sternhaufen ihrerseits sind durch Räume von einander getrennt, die wieder ihre Durchmesser ganz beträchtlich übertreffen, sie ordnen sich neben- und hintereinander, nicht übereinander, und zwar können demnach nur 6 unserm Sternhaufen gleiche ihm zunächst stehen, wenn die Abstände ungefähr gleich sind; das Hintereinanderstehen der vielen Sternhaufen erzeugt das System dritter Ordnung, die Milchstrasse, und da in verschiedenen Richtungen nicht immer gleich viele stehen, erklärt sich die verschiedene Helligkeit und durch die Abweichung einiger Sternhaufen von der Hauptebene die Verästelung der Milchstrasse. Die grosse Zahl der Milchstrassen im Weltraume ordnet sich in ein System vierter Ordnung, von wo der Weg zu den Systemen fünfter Ordnung vorläufig bloss ein Analogieschluss ist. Auch LAMBERT setzt für unseren Sternhaufen einen Centalkörper voraus, aber da ihm keiner der Sterne genügende Leuchtkraft für einen solchen zu besitzen scheint, schreckt er vor der Annahme eines riesenhaften, entweder sehr schwach leuchtenden, oder selbst dunkeln Körpers nicht zurück, dessen Vorhandensein vielleicht Störungen in den Bewegungen der äusseren Planeten ebenso verraten möchten, wie wir im Mondlauf Störungen durch die Sonne bemerken. Nicht ganz abgeneigt wäre LAMBERT, den Orionnebel für diesen von irgend einer nahestehenden Sonne matt erhellten Centalkörper zu halten. LAMBERT giebt Zahlenwerthe für die Ausdehnungen der Systeme der verschiedenen Ordnungen, die nicht aus der Luft gegriffen sind, sondern ihren Ausgangspunkt daher nehmen, dass er die Parallaxe des Sirius aus photometrischer Vergleichung mit der Sonne erhält.

Auf der gleichen Grundlage baut MICHELL¹⁾ auf, indem er in dieser Weise, mit Zwischenschaltung des Saturns die Parallaxe des Sirius bestimmt und sie unter einer Bogensekunde findet, den Sternen 6. Grösse, die Sirius an Licht 400 bis 1000 Mal übertrifft, kämen dann Parallaxen von nur 0''·05 bis 0''·03 zu.

¹⁾ An Inquiry into the probable Parallax and Magnitude of the fixed stars from the Quantity of Light, which they afford us and the particular circumstances of their Situation by the Rev. JOHN MICHELL. Phil. Transactions vol. LVII, pag. 234. London 1767.

Die Gruppierung der Sterne zu Sternbildern ist ihm nicht lediglich ein Spiel des Zufalls, wengleich die Einbeziehung irgend eines Sterns in ein bestimmtes Sternbild natürlich Sache der Willkür ist. Denn die Sterngruppen scheinen ihm durch ihren Anblick physische Zusammengehörigkeit anzuzeigen, zumal er findet, dass nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeit, die er zuerst auf diese Fragen anwendet, z. B. die beiden Sterne α^1 und α^2 *Capricorni* nur $\frac{1}{10}$ als Wahrscheinlichkeit für ein so nahes Nebeneinanderstehen als Ergebniss zufälliger Vertheilung für sich hätten. Das sind Ansichten, die z. Thl. ganz neuerdings ausgesprochen sind, wenn wir z. B. aus der parallelen Bewegungsrichtung der Sterne im Gürtel des Orion und anderer auf eine geringe räumliche Distanz derselben von einander schliessen, oder wenn HÖFFLER¹⁾ nachweist, dass von den 7 Sternen des grossen Bären 5 von einer Kraft getrieben hinter einander den Raum durchsauen. Andererseits hat die berühmte Spekulation über das Verhältniss der Zahl der optischen zu den physischen Doppelsternen MICHELL zum Urheber, der ausführt, dass eine halbe Million gegen 1 zu wetten sei, dass die 6 hellen Plejadensterne nicht durch Zufall so nebeneinander stehen. Er hält es für sehr wahrscheinlich, dass die Sonne selbst mit einigen Sternen, die vielleicht 350, vielleicht auch 1000 an Zahl sein mögen, einen besonderen Sternhaufen im Sterneneere bilde und kommt damit wieder mit ganz modernen Ergebnissen überein.

Und doch bei aller theilweisen Anerkennung, die wir den Ansichten der genannten haben zollen können, welch ein Unterschied zwischen ihnen und dem nächsten in der Reihe der Erforscher des Weltgebäudes, WILHELM HERSCHEL, dem Astronomen von Slough. Jene combinirten bekanntes zu theils nur geistvollen, theils richtigen Hypothesen. Dieser stellte zum ersten Male umfangreiche Beobachtungsreihen an, um auf Grund solcher neu gewonnenen Thatsachen ein weit sichereres Gebäude aufzuführen und schuf sich die dazu nöthigen Instrumente mit eigener Hand. Die von ihm angewandte Methode²⁾ war die der Stern-Aichungen (*star-gaugings*, *jauges d'étoiles*) und bestand darin, dass er die Sterne zählte, die in einer bestimmten Zeit das $15' 4''$ im Durchmesser haltende Feld seines 20-füssigen Spiegelteleskops passirten. Die Grundidee (die er später selbst als lückenhaft erkannte) war die: Wenn die Sterne gleichförmig im Raume vertheilt sind und wenn das angewandte Fernrohr bis zur äussersten Grenze unseres Systems vordringt, so sind alle darin sichtbaren Sterne in einem Kegel enthalten, dessen Spitze im Auge liegt und dessen Oeffnungswinkel constant ist, nämlich gleich dem Durchmesser des Gesichtsfeldes, dessen Höhe aber veränderlich ist, wenn nicht das Milchstrassensystem zufällig eine Kugel mit der Sonne in der Mitte sein sollte. Die Anzahl der gleichförmig in einem solchen Kegel vertheilten Sterne würde der dritten Potenz seiner Höhe proportional sein, und somit ergeben die Abzählungen der Sterne in dem nach verschiedenen Stellen des Firmaments gerichteten Rohre die Entfernungen der Grenzen unsres Sternsystems an der betr. Stelle. Das Gesichtsfeld des HERSCHEL'schen Teleskops entspricht dem 833000. Theile des ganzen Himmels, aber selbst in der Zone, wo HERSCHEL ausschliesslich aichte, in $+ 45^\circ$ bis $- 30^\circ$ Deklination, wären über 500000 Gesichtsfelder erforderlich gewesen, um die ganze Fläche zu bedecken. HERSCHEL begnügte sich daher mit ungefähr 3400 Stichproben, die er leider nicht äquidistant anlegte und die er selbst, nahestehende Felder zusammenziehend, in 683 Mittel vereinigte. Die Zone, auf welche er sich beschränkte,

¹⁾ Ueber die Parallaxe des Systems *Ursa major*. A. N. 3456.

²⁾ On the construction of the heavens. Phil. Transactions 1784 und 1785.

erschien ausreichend, da sie sowohl den einen Pol der Milchstrasse, wie diese selbst in grosser Ausdehnung enthält.

Die Gestalt des Milchstrassensternhaufens untersucht HERSCHEL nun in einem Schnitte, der 35° gegen den Himmelsaequator geneigt, seinen Knoten in $124\frac{1}{2}^\circ$ hat. In ihm liegen die Sternbilder des Adlers, des Wassermanns, des südlichen Fisches, der Waage, des Eridanus, des Hasen, des Einhorn, der Hydra, des Löwen, des Haares der Berenice, der Jagdhunde, des Bootes, der Krone und des Herkules. Die jeweiligen Radien-Vectoren, d. h. die dritten Wurzeln der Sternzahlen, trägt HERSCHEL in einer oft reproducirten Zeichnung auf, welche diesen zur Milchstrassenebene ungefähr senkrechten Schnitt versinnbildlicht. Die Sonne befindet sich ungefähr in der Mitte. Die Längsaxe der Figur ist zu 850 Siriusweiten, die kleine Axe zu 155 solchen angenommen, das Verhältniss beider Axen ist also 11:2. Die grösste Entfernung der Grenze von der Sonne liegt in der Richtung des Sternbildes des Adlers, wo die zweigetheilte Milchstrasse sich auf 497 resp. 420 Siriusweiten erstreckt, ein leerer Raum gähnt zwischen beiden Aesten, die erst 220 Siriusweiten von der Sonne entfernt sich vereinigen. Auf der entgegengesetzten Seite ist die Grenze der einfachen Milchstrasse im grossen Hunde nur 352 Siriusweiten entfernt. Die grösste Entfernung in diesem Schnitt vom Einhorn zum Adler würde das Licht erst in 12920 Jahren durchmessen.

Aber HERSCHEL arbeitete rastlos an seinen Ideen weiter und hat sie stufenweise fortschreitend in 12 weiteren Abhandlungen¹⁾ niedergelegt, die in den »Philosophical Transactions« von 1786, 1789, 1791, 1794, 1796, 1799, 1802, 1806, 1811, 1814, 1817 und 1818 erschienen sind. Er erkannte, vor allem seit er das 20-füssige Teleskop durch Beseitigung des zweiten Spiegels lichtstärker gemacht und zumal nach Anwendung des 40-füssigen, dass er weder die Sterne als gleichförmig vertheilt annehmen dürfe, noch daran festhalten könne, dass er mit seinem Fernrohr bis zu den Grenzen der Milchstrasse vorgedrungen sei. Schon im 20-Füsser war er auf 6 Stellen in der Milchstrasse gestossen, die es ihm nicht gelang, in Sterne aufzulösen, der neblige Schimmer blieb, also durchdrang das Fernrohr den Raum nicht bis zu jenen Sternen, obwohl es den Blick 75 Mal weiter in die Tiefen des Himmels führte, als das unbewaffnete Auge dies that, und auch der 40-Füsser vermochte hier keine Auflösbarkeit zu erzielen. HERSCHEL sieht also das erhoffte Resultat seinen Händen entgleiten. Die Milchstrasse selbst bleibt unaufösbar, nur ausserhalb derselben zeigen ihm seine Hilfsmittel die Grenzen der Welt. Wenn aber die Hypothese gleichförmiger Sternvertheilung nicht aufrecht erhalten bleiben kann, so lassen sich diese Grenzen nur abstecken, wenn eine photometrische Abstufung der Sterne in jedem Gesichtsfeld hinzutritt. Diesen neuerdings mit Erfolg durchgeführten Gedanken hatte HERSCHEL schon, nur waren eben in seinen Aichungen die Sterne nicht nach Helligkeitsklassen abgezählt. Als Endergebniss mehr als 30-jähriger Bemühungen, kommt HERSCHEL zu dem Schlusse, dass die Milchstrasse eine ungeheure Ansammlung grösstentheils unregelmässig gebauter Sternhaufen sei, untermischt mit schwächer leuchtenden Nebelpartheien. Ihre Dicke ist klein gegenüber der Längsausdehnung, doch ist das Verhältniss nicht angebar.

Den nächsten Schritt that F. G. W. STRUVE, dem ein geeignetes Material in die Hand gegeben war durch die unter seiner Leitung von WEISSE catalogi-

¹⁾ STRUVE stellt in seinen »Études d'astronomie stellaire« diese Abhandlungen auf pag. 19 und 20 der Notes übersichtlich zusammen.

sirten BESSEL'schen Zonen zwischen 15° nördlicher und südlicher Deklination, wobei er für die Zwecke der Untersuchung der Sternvertheilung dieses Material in sinnreicher Weise umarbeitete, um aus den beobachteten Sternen die Anzahl der vorhandenen der gleichen Grösse zu ermitteln. Diese ganze Untersuchung findet sich ausführlich¹⁾ auf pag. XII bis I. der von STRUVE geschriebenen Praefatio editoris zu dem Cataloge *W*, eingeleitet mit den bescheidenen Worten *Res a proposito non aliena videtur, quaterere quantam partem stellarum in coelo inter certos magnitudinis limites exstantium zonae Besselianae offerant* und allmählich weitergeführt zu der ersten klassischen Untersuchung über die Vertheilung der Fixsterne. In den »Études d'astronomie stellaire, St. Petersbourg 1847« referirt STRUVE selbst die gleiche Arbeit und erweitert sie noch. Die Ueberlegung aber, die STRUVE anwandte, geht davon aus, wieviel Sterne BESSEL einmal, wieviel er zwei-, drei-, vier- und fünfmal beobachtet hat. Die Königsberger Zonen waren bekanntlich 2° hoch gedacht, doch so, dass $6'$ im Norden und Süden zugegeben wurden; ausserdem griffen die Zonen in R. A. ein wenig in einander über und stellenweise wurden ganze Zonen wiederholt. STRUVE berechnet nun den Theil der Fläche zwischen den Parallelen $+15^\circ$ und -15° , der zweimal resp. dreimal und mehr von den Rechtecken der Zonen bedeckt wird, in welchem also die Sterne zweimal resp. dreimal und mehr beobachtet werden konnten und findet dann aus der Zahl der thatsächlich mehrfach beobachteten Sterne im Verhältniss zu den einmal beobachteten, die wahrscheinlichste Zahl der dort überhaupt existirenden; davon aber nicht vollkommen befriedigt, zieht er den Catalog von PIAZZI heran, und reduziert zunächst die Grössen beider Cataloge genau auf einander, dann stellt er die Zahl der von BESSEL und von PIAZZI beobachteten Sterne r resp. s und der darunter beiden gemeinsamen c für die Klassen 1.—6. Grösse, 7. Grösse und 8. Grösse auf und berechnet die Zahl Z der überhaupt dort vorhandenen nach $Z = \frac{r \cdot s}{c}$ und zwar für die einzelnen Rectascensionsstunden. Dieser an und für sich richtige Wahrscheinlichkeitskalkül kann nur darum nicht ganz zutreffen, weil zwar BESSEL aus der Fülle der den Meridiankreis passirenden Sterne ohne Programm die herausnahm, auf welche das in Deklination hin- und herbewegte Rohr traf, während PIAZZI wenigstens für die helleren Sterne bis zur 7. Grösse ein Programm hatte, wie die häufige Wiederbeobachtung derselben zeigt, sodass hier der Zufall, der stets bei Wahrscheinlichkeitsrechnungen vorausgesetzt werden muss, nicht frei gewaltet hat. Da die Zahl der Sterne 9. Grösse bei PIAZZI zu klein ist, um hier ähnlich vorzugehen (eben weil für diese PIAZZI das Arbeitsprogramm aus früheren Catalogen fehlte) so schliesst STRUVE auf die Zahl der existirenden Sterne 9^m , indem er die Anzahl der von BESSEL ein-, zwei-, drei- und viermal beobachteten Objecte dieser Klasse einer neuen ziemlich complicirten Wahrscheinlichkeitsrechnung zu Grunde legt, für welche er die ein-, zwei-, drei- und viermal beobachteten Sterne 8. Grösse in Beziehung setzt zu den vorhandenen, die er der früheren Rechnung entnimmt.

Nachdem so die Zahlen der Sterne im Areale der 30° breiten äquatoralen Zone nach Rectascensionsstunden errechnet sind, hält STRUVE es für die helleren Klassen noch für richtiger, mit Hilfe der ARGELANDER'schen Uranometria die Vertheilung der Klasse 1.—5. Grösse abzusondern, denen also dann 4 weitere,

¹⁾ Zum ersten Male spricht STRUVE von seinen Arbeiten in dieser Richtung in der Einleitung zu seinem »Catalogus novus stellarum duplicium 1827«, pag. XXXIII bis XXXV.

6. Grösse nach ARGELANDER, sowie 7. 8. 9. Grösse nach BESSEL angefügt sind. Eine graphische Darstellung der fünf Dichtigkeitscurven am Schlusse des WEISSEschen Cataloges zeigt dann sehr deutlich, dass die Sternzahlen zwei scharf ausgeprägte Maxima besitzen, da wo die Milchstrasse den Aequator schneidet, nämlich bei 6^4 und bei 19^4 , allerdings fallen die Curven für die verschiedenen Sternklassen recht verschieden aus, bei den hellsten Sternen ist das Maximum bei 19^4 gar nicht vorhanden, das bei 6^4 dagegen viel stärker ausgeprägt, als bei den übrigen; überhaupt ist das Dichtigkeitsmaximum in der Milchstrassenzone bei 6^4 weit stärker, als das gegenüberliegende bei 19^4 .

Im Gegensatz dazu ordnet nun STRUVE auch die in diese Zone fallenden Sternaichungen HERSCHEL's nach Stunden und giebt die relativen Dichtigkeiten an, die mittlere gleich 1 gesetzt, dieselben schwanken von 0.18 in Stunde 11^4 , bis zu 2.64 in Stunde 6^4 , dem einen Maximum, und bis 3.78 in Stunde 19^4 , dem anderen Maximum, der Spielraum ist also weit grösser als bei den Sternen, wo der Mindestzahl 1518 in Stunde 0^4 eine Meistzahl von nur dem dreifachen 4422 in Stunde 6^4 gegenüberstand. Ausserdem fallen die Maxima in der Darstellung der Sternaichungen viel steiler ab, als in denen der Sternzahlen. Dies zeigt, dass die letzten in den Sternaichungen erreichten Sterne weit jenseits der Sterne 9. Grösse liegen und dass unser Sternsystem die Form einer flachen Scheibe hat, in deren Längsrichtung die HERSCHEL'schen Sternaichungen mit den grössten Zahlen liegen. Die Ansicht STRUVE's, dass die Anhäufung der Sterne bis zur 9. Grösse nach der Milchstrasse hin das optische Phänomen der Milchstrasse erzeuge, wird heute nach den Untersuchungen EASTON's (siehe weiter unten) nicht mehr getheilt werden können.

Die Linie, die die beiden Stellen geringster Dichtigkeit der BESSEL'schen Sterne in $1^4 30^m$ und $13^4 30^m$ verbindet, bildet mit der Axe der grössten Dichtigkeiten, die nach $6^4 40^m$ und $18^4 42^m$ zielt, nicht einen rechten, sondern nur einen Winkel von 78° . Aus dem Umstande, dass die Sterne der 1. bis 6. Klasse ihre Dichtigkeitsmaxima jedoch nicht in einem solchen Abstände von 12^4 haben, sondern bei $5^4 29^m$ und $20^4 30^m$, also ungefähr 15^4 auseinander, folgt, dass die Sonne nicht genau in der Symmetrieebene des Systems steht, die beiden Punkte, wo die Kugel, die mit dem Radius der Sterne 6. Grösse um die Sonne geschlagen ist, die Symmetrieebene im Himmelsäquator schneidet, haben Fahrstrahlen, welche einen Winkel von 225° mit einander bilden. Das Perpendikel von der Sonne auf diese Ebene verhält sich also zum Einheitsradius wie $\sin 22\frac{1}{2}^\circ:1$, d. h. es ist 0.38; um soviel also steht die Sonne von der Symmetrieebene ab, oder ungefähr um die Entfernung der Sterne dritter Grösse. Die Sonne weicht von der Symmetrieebene nach dem Sternbilde der Jungfrau zu ab, nach 13^4 , also nach Norden. Allerdings weist das Auftreten besonders heller Sterne in der Richtung des Orion und die verhältnissmässige Sternarmuth beim Ophiuchus auf unregelmässige Kondensationen selbst in diesem innersten Theile des Milchstrassensystems hin.

In den »Études d'astronomie stellaire« erweitert STRUVE diese Untersuchungen noch nach zwei Richtungen hin. Er zeigt zunächst die symmetrische Anordnung der Sternzahlen in der äquatorealen Zone zu den Stunden 6^4 und 18^4 , derart, dass in den Stunden von der Form $(0 \pm 6 \pm \epsilon)^4$, wo ϵ von 6 bis 0 abnimmt, gleichviel Sterne stehen und sich die Zunahme an einem Quadranten studieren lässt; freilich geht man von $6^4 30^m$ nach $18^4 30^m$, so findet man dort 7116 Sterne bis 8. Gr., während von $18^4 30^m$ bis $6^4 30^m$, deren 7344 zu finden sind, diese geringe Abweichung von der Symmetrie beweist aber nur ähnlich wie die analogen Zahlen aus den HERSCHEL'schen Sternaichungen die Abweichung der Sonne in der Richtung

nach 13⁴. Allerdings ist bei den Zahlen der HERSCHEL'schen Sterne der gleiche Ueberschuss procentual so viel grösser, dass der Gedanke nicht abzuweisen ist, dass auch in der Hauptebene die Vertheilung nicht gleichmässig ist, und dass die Abnahmen zu beiden Seiten derselben nicht gleichförmig vor sich gehen. Eine allgemeine Vorstellung von der Abnahme der Sternlichtigkeit in Schichten, die parallel der Hauptebene liegen, gewinnt aber STRUVE, indem er die HERSCHEL'schen Aichungen in der Zone der BESSEL'schen Sterne zu Mitteln zusammenfasst nach galaktischen Breiten, die von 15 zu 15° wachsen. Er findet für die galaktische Breite $\varphi = 0, 15, 30, 45, 60^\circ$ die resp. Sternzahlen im Felde des HERSCHEL'schen Teleskopes zu 122·00, 30·30, 17·68, 10·36, 6·52, und wagt wegen zu geringer Zahl der für $\varphi = 75$ und $\varphi = 90^\circ$ vorhandenen Aichungen die Werthe für diese Breiten nicht hinzuzufügen. Jene fünf stellt er dann durch die Formel

$$z = \frac{6 \cdot 5713 - 5 \cdot 03 \cos 2\varphi - 1 \cdot 39 \cos 4\varphi}{1 - 1 \cdot 23088 \cos 2\varphi + 0 \cdot 23212 \cos 4\varphi}$$

streng dar, die für $\varphi = 75^\circ$ resp. 90° , $z = 4 \cdot 69$ resp. $4 \cdot 15$ geben würde. Eine Integration führt damit auf 20374034 als Zahl der HERSCHEL'schen Sterne über den ganzen Himmel. Die Dichtigkeit ρ der Sterne im vertikalen Abstände x (wo $x = 1$ der Entfernung der letzten HERSCHEL'schen Sterne entspricht) von der Hauptebene findet dann STRUVE als Function dieses Abstandes und, wenn die Dichtigkeit in der Hauptebene = 1 gesetzt wird, zu

$$\rho = \frac{1 + 395 \cdot 90 x^2 + 67607 \cdot 7 x^4 + 10134 \cdot 5 x^6 - 110063 x^8}{(1 + 487 \cdot 74 x^2 + 1497 \cdot 55 x^4)^2}$$

Er werthet die Formel für aequidistante x aus bis $x = 0 \cdot 8660 = \sin 60^\circ$; weiter will er nicht gehen, weil das eine Extrapolation sein würde. Es zeigt sich deutlich die rasche Abnahme der Dichtigkeit mit dem Abstände von der Hauptebene, schon für $x = \frac{1}{2}$ ist sie unter $\frac{1}{2}$, für $x = \frac{1}{3}$ unter $\frac{1}{11}$ und für $x = 0 \cdot 866$ kaum $\frac{1}{2} \frac{1}{10}$. Setzt man den mittleren Abstand der Sterne von einander in der Hauptebene gleich 1, so verhalten sich offenbar die Kuben der durchschnittlichen Abstände der Sterne umgekehrt wie die Dichtigkeiten und die Abstände sind daher an der Grenze der Untersuchung d. h. im Abstände $0 \cdot 8660$ von der Hauptebene 5·729 mal so gross wie in dieser. In analoger Weise leitet nun STRUVE für die Sterne BESSEL's 1.—7. Grösse und 1.—8. Grösse Formeln ab, welche ihre Anzahlen als Function der galaktischen Breite und ihre Dichtigkeit als Function des Abstandes von der Hauptebene darstellen, indem er den Radius der Kugeln, die diese Sterne einschliessen, gleich 1 setzt. In dem Abstände 1, d. h. für senkrecht über uns in Bezug auf die Milchstrasse stehende Sterne erhält er dann die Dichtigkeiten 0·40525 resp. 0·28410. Die gleichen Dichtigkeiten aber kann er auch ableiten aus der oben angeführten Dichtigkeitsformel für die HERSCHEL'schen Sterne, wenn er nur die Radien der beiden Sphären der Sterne 1—7^m resp. 1—8^m in Einheiten des Radius der HERSCHEL'schen Sterne ausdrückt; dies thut er, indem er die Stern-Zahlen der drei Klassen (und auch der Sterne 1—9^m) für gleiche Flächen berechnet und die Radien den dritten Wurzeln aus den Sternzahlen proportional setzt. So findet STRUVE

| | | | |
|---|---|------------------|----------------|
| für den die Sterne 1—9 ^m einschliessenden Radius 0·16567 | } | von dem, der die | |
| „ „ „ „ 1—8 ^m „ „ 0·10907 | | | HERSCHEL'schen |
| „ „ „ „ 1—7 ^m „ „ 0·06338 | | | |

Geht man mit den beiden letzten Zahlen in die obige Dichtigkeitsformel für ρ ein, so ergibt diese 0·41365 resp. 0·31083 als Sterndichte in dem Abstand der Sterne 7. resp. 8. Grösse von der Hauptebene und diese Zahlen stimmen so

nahe mit den aus den besonderen Dichtigkeitsformeln gefundenen 0.40525 und 0.28410 überein, dass STRUVE darin eine ausreichende Prüfung seiner Annahmen erblickt. Endlich zieht er noch die ersten 6 Helligkeitsklassen der ARGELANDER'schen Uranometrie in Betracht und leitet für sie ebenfalls die Radien ab. Er setzt dabei die mittlere Entfernung eines Sterns der Grösse n dahin fest, dass er darunter den Radius einer Kugel versteht, deren Volumen das Mittel hält zwischen den Kugeln, deren Oberflächen resp. die Sterne bis $(n - 1)$ ter und bis n ter Grösse einschliessen. Indem er endlich alles auf den mittleren Abstand der ARGELANDER'schen Sterne 1. Grösse reducirt, schliesst er mit folgender Tafel ab für die Radien der Kugeloberflächen, welche einschliessen alle Sterne

| | | | |
|-------------------------------|------|-------------------------------------|----------|
| ARGELANDER's bis zur Grösse 1 | 1.26 | BESSEL's bis zur Grösse 6 . . | 8.22 |
| " " " " 2 | 2.14 | " " " " 7 . . | 14.44 |
| " " " " 3 | 3.20 | " " " " 8 . . | 24.84 |
| " " " " 4 | 4.44 | " " " " 9 . . | 37.74 |
| " " " " 5 | 6.21 | und endlich alle Sterne, welche | } 227.78 |
| " " " " 6 | 8.87 | HERSCHEL's Aichungen zeigen würden. | |

Eine Kritik dieser Zahlen für später vorbehaltend, heben wir mit STRUVE die wichtigsten Ergebnisse seiner letzten Untersuchungen nochmals heraus. Die letzten dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne sind beinahe neunmal so weit entfernt, als die erster Grösse, die schwächsten von BESSEL beobachteten Sterne sind noch viermal weiter entfernt als das unbewaffnete Auge in den Raum vordringt, und die sechsfache Entfernung der von BESSEL's Meridiankreis erreichten Sterne führt uns erst zur Grenze von HERSCHEL's Sternaichungen.

Soviel über die Untersuchungen STRUVE's, die, soweit auch die reicheren Hilfsmittel unserer Zeit über seine Ergebnisse, die grösstentheils auf künstlich berechnete, nicht auf wirklich beobachtete Zahlen sich gründen mussten, hinausgeführt haben, immer eine Epoche in der Geschichte der Anschauungen über das Universum bilden werden, als der erste Versuch, die räumliche Vertheilung der Fixsterne der Rechnung zu unterwerfen. Zugleich erscheint es angemessen, hier die historische Reihenfolge in den Arbeiten zu verlassen, einmal weil die wichtigsten Ergebnisse, die sich um den Namen EASTON für die Milchstrasse und SEELIGER für die Sternvertheilung gruppieren, doch beinahe alle neueren Datums sind, und dann weil zuvor das reichlich im Laufe der Jahrzehnte angehäufte Material aufzuzählen ist.

Die Milchstrasse.

Was zunächst die Milchstrasse selbst angeht, so liefert u. A. eine eingehende Beschreibung ihres Verlaufes der jüngere HERSCHEL in seinen *Outlines of Astronomy*, London 1849, art. 786 ff. Derselbe lässt sich wohl angeben nach den Sternbildern, durch die er führt, unmöglich aber kann eine Beschreibung eine klare Vorstellung von all den verschiedenen Verästelungen und feinen und feinsten Lichtabstufungen in der Milchstrasse geben. Fangen wir mit der Cassiopea an, wo die beiden Sternhaufen G. C. 5031 und 341 in unverkennbarem Zusammenhang mit der Milchstrasse stehen, so wendet sich diese dann mit wachsendem Glanze nach dem Schwan, wo ihre Zeichnung besonders auffällig und kontrastreich ist. Eine schon angedeutete Theilung wird zur völligen Spaltung im Adler, wobei der südliche Zweig der breitere und hellere ist, der nördliche bricht sogar in der Schlange vollständig ab. Im Skorpion sind wieder beide Theile sichtbar und hier erreicht auch die Milchstrasse ihre grösste Breitenausdehnung. Im

Schützen wird dann der südliche Zweig besonders hell. Immer noch getrennt ziehen beide Theile durch das Winkelmaass und den Wolf weiter und vereinigen sich dann im Kreuz, wo sofort die Milchstrasse ihre geringste Breite hat. Hier ist auch ein wirkliches Loch in der Milchstrasse, der sogenannte grosse Kohlen-sack. Der Glanz derselben wird beim weiteren Verlauf durch das Sternbild des Schiffes stellenweise so schwach, dass man an eine völlige Unterbrechung denken könnte. Auch nach dem Eintritt in das Einhorn ist die Milchstrasse recht schwach, bleibt so zwischen Orion und Zwillingen, tritt dann im Fuhrmann kräftiger auf und zieht in wunderbar verästelter Struktur leuchtend durch den Perseus zur Cassiopea, von der wir ausgingen.

So stark auch die Abweichungen im einzelnen sein mögen, im Grossen und Ganzen legt sich die Milchstrasse symmetrisch um einen grössten Kreis. Die genaue Bestimmung seiner Lage ist ausserordentlich schwierig. Dies wird am deutlichsten, wenn die Werthe für den Ort des Pols, nebst dem Aequinoctium, auf das er bezogen ist, und den sphärischen Radius dieses grössten Kreises hier zusammengestellt werden, wie sie verschiedene Beobachter angenommen haben.

| | Aequ. | α | δ | R | |
|----------------|-------|----------|----------|---------|---|
| HERSCHEL . . . | 1785 | 186° | 32° | — | Phil. Transactions. 1785, pag. 253. |
| STRUVE . . . | 1825 | 189 30' | 30 50' | 93° 5' | Catalogus Regiomont. Introductio. |
| „ . . . | 1825 | 189 30 | 31 30 | — | Etudes d'astronomie stellaire. |
| ARGELANDER | 1800 | 189 | 28 30 | | Ueber die Eigenbewegung des Sonnensystems § 7. |
| „ | 1800 | 189 15 | 31 28 | | Bonn. Beob. Bd. V. Einl. § 3. Anm. |
| „ | 1855 | 188 15 | 30 | | Bonn. Beob. Bd. V. Einl. § 3. |
| HOUZEAU . . . | 1880 | 191 8 | 28 47 | 90 48 | Uranométrie générale. |
| „ . . . | 1880 | 192 17 | 27 30 | 90 20 | „ „ |
| HOUZEAU- | 1880 | 191 9.5 | 29 19 | 90 35.4 | RISTENPART. Untersuchungen |
| RISTENPART . | 1880 | 190 24.3 | 28 13 | 91 16.2 | über die Constante der Präcession. |
| GOULD . . . | 1875 | 190 20 | 27 21 | 90 ± 6 | Uranometria Argentina. |

Zunächst hinter dem Namen steht das Aequinoctium, auf welches sich die beiden Coordinaten beziehen, die letzte Columnne giebt den sphärischen Abstand des grössten Kreises von diesem Pol. HERSCHEL's Werth ist aus seinen Stern-richtungen abgeleitet. STRUVE's Werthe beruhen auf der BESSEL'schen Zone von + 15° bis — 15° Deklination. ARGELANDER's erster Werth ist aus dem Verlaufe der Milchstrasse in dem Atlas von BODE's Uranographie abgeleitet, der zweite nur aus dem nördlichen Theile derselben, der dritte ist ein Mittel aus dem ersten und dem HERSCHEL'schen mit Rücksicht auf Präcession.

HOUZEAU zeichnet in der »Uranométrie générale, Annales de l'observatoire royal de Bruxelles, nouvelle série, tome I, Bruxelles 1878«, die Milchstrasse nach eigenen Beobachtungen auf beiden Hemisphären und zwar in 4 verschieden hellen Nuancen. Die Stellen grössten Glanzes glaubt er als Schwerpunkte der Milchstrasse in nächster Umgebung betrachten zu dürfen. Er hebt 33 solcher *points d'éclat maximum* heraus, deren Helligkeiten zwischen 4. und 6½. Sterngrösse liegen und löst die Aufgabe, den Punkt zu finden, von dem alle 90° abstehen, indem er STRUVE's Pol annehmend, dazu ein $d\alpha$ und $d\delta$ bestimmt, das giebt das erste oben angeführte Resultat als Pol, und 90° 48' für den mittleren Abstand anstatt wie angenommen 90°. Das zweite Resultat findet HOUZEAU, indem er den einzelnen *points* Gewichte zwischen 4 und ¼ je nach ihrer Helligkeit ertheilt. Strenger wäre es gewesen, nicht die Annahme zu machen, dass die Milchstrasse

ein grösster Kreis wäre, sondern den sphärischen Abstand ihrer Mittellinie von dem Pole mit als Unbekannte einzuführen. Dies thut RISTENPART mit den HOUZEAU'schen 33 Punkten nach den Formeln, die auf pag. 251 des IV. Hefes der »Veröffentlichungen der Grossh. Sternwarte Karlsruhe« entwickelt sind, und erhält so ohne Unterscheidung von Gewichten den dritten Werth. Der vierte resultirt nach Ausschliessung eines stark abweichenden Punktes und beweist durch die grosse dadurch bewirkte Aenderung die Unsicherheit des Resultates. Die 33 Punkte HOUZEAU's sind übrigens recht ungünstig vertheilt. 23 derselben liegen zwischen 16^{δ} und 22^{δ} , also auf $\frac{1}{4}$ des Umkreises beisammen. Es scheint daher dem Referenten der andere Weg empfehlenswerther, den GOULD in der Uranometria Argentina (»Resultados del observatorio nacional Argentino en Cordoba, Vol. I, 1879«) eingeschlagen hat. Dieser hat aus seinen resp. THOME's genauen Zeichnungen des Verlaufes der Milchstrasse südlich von $+10^{\circ}$ Deklination und den HEIS'schen Angaben für den Nordhimmel für jede halbe Rectascensionsstunde die Deklination der Mitte einer möglichst senkrecht die Milchstrasse durchschneidenden Graden bestimmt. Von den 48 Punkten wurden zunächst die ausgeschlossen, welche in $15\frac{1}{2}^{\delta}$ bis $19\frac{1}{2}^{\delta}$, wo die grosse Spalte sich befindet, lagen. Die übrigen schlossen sich sehr schön einem grössten Kreise an, von dem nur 2 um mehr wie $35'$ abwichen, während $16\frac{1}{2}'$ die mittlere Abweichung war, und dessen Pol oben angeführt ist. Nach GOULD steht also die Sonne genau in der Ebene der Milchstrasse, nach den HOUZEAU'schen Bestimmungen würde sie dem Nordpole der Milchstrasse näher stehen. Höchstens könnte man nach GOULD auf eine Abweichung der Milchstrasse von $6'$ nach Norden von jenem grössten Kreise schliessen (wenn man die Trennungsstelle ausser Acht lässt; mit Rücksicht auf diese würde im Gegentheile die Mittellinie $6'$ nach Süden zu liegen kommen).

Die grosse Trennung in der Milchstrasse geht vom Schwan bis nahe zu α Centauri. Die Mitten beider Zweige entfernen sich am weitesten auf $17^{\circ}40'$ der Zweig in der kleineren Rectascension ist scharf unterbrochen auf eine Länge von 8° im Ophiuchus von -2° bis -10° Declination. Im Innern der Trennung ist auch vielfach schwacher Lichtschimmer zu bemerken, doch lassen sich die inneren Grenzen beinahe so scharf ziehen wie die äusseren. Die Trennung geht über 100 Deklinationsgrade und 6 Rectascensionsstunden hinweg in einer Gesamtlänge von 125° .

Die Mittellinie der beiden Aeste würden übrigens nach GOULD durch 2 kleine Kreise dargestellt, deren Coordinaten sein würden für den

| | α | δ | R |
|---------------|-------------------|------------------|-----------------|
| vorangehenden | $182^{\circ} 25'$ | $27^{\circ} 55'$ | $89^{\circ} 8'$ |
| folgenden | $196 30$ | $27 32$ | $92 39$ |

Indessen ist die Position dieser Kreise insofern schwierig zu bestimmen, als die beiden Aeste der Milchstrasse wieder Verästelungen und Kanäle zeigen. Der am meisten ausgeprägte und wichtigste Fall ist bei der grossen Unterbrechung des vorangehenden Zweiges zu finden. Hier ist ein über 20° langer, heller und gewundener Streifen in dem Schwanz der Schlange und der nördlich vorangehenden Ecke des SOBIESKI'schen Schildes vorhanden, der nahezu von beiden Aesten isolirt ist; rechnet man ihn zum folgenden Aeste, so wird dessen Mittellinie weit nach Westen weggezogen, und der vorangehende ist thatsächlich abgebrochen. Betrachtet man ihn aber als die Fortsetzung des vorangehenden, so ist er für diesen immerhin nur ein ganz schmales Band, welches da ansetzt, wo vorher der innere Rand des Aestes war. GOULD glaubte nach langem

Schwanken ihn zum folgenden Ast rechnen zu sollen, sodass der vorangehende thatsächlich in Nichts endigt.

Die Breite der Milchstrasse ist sehr verschieden und verschiedener Auffassung fähig je nach der Durchsichtigkeit der Luft. GOULD giebt auf pag. 379 für jeden Punkt galaktischer Länge (die Längen vom aufsteigenden Knoten der Milchstrasse auf dem Aequator in $280^{\circ} 20'$ an gezählt) und zwar von 5 zu 5° , die Breite der Milchstrasse einmal so, wie sie jederzeit bei unbewölktem Himmel sichtbar ist und dann wie sie in vollständig klaren Nächten bei aussergewöhnlich durchsichtiger Luft sich gestaltet. Die allergrösste Breite liegt in der galaktischen Länge 210° ($\alpha = 7^h 41^m$, $\delta = -26^{\circ}$) mit $57^{\circ} 0$ (von denen nur $24^{\circ} 5$ leicht sichtbar sind), die engste bei 345° ($\alpha = 18^h 13^m$, $\delta = -15^{\circ}$) mit $24^{\circ} 8$ (von denen aber $24^{\circ} 1$ immer gesehen werden); die zweitengste Stelle dagegen mit $26^{\circ} 2$ in 145° Länge ($\alpha = 5^h 30^m$, $\delta = +30^{\circ} \frac{1}{2}$) schrumpft für gewöhnlich auf $9^{\circ} 4$ zusammen.

Es fällt auf, dass die breitesten Stellen der Milchstrasse in 160° bis 225° Länge liegen, ungefähr gegenüber der Verdopplung in 280° bis 50° Länge, wo also auch durch dieses Phänomen eine grosse Gesamtbreite erzeugt wird. Die engsten Stellen, die zugleich besonders hell sind, liegen in 105° bis 150° und 255° bis 270° Länge, wieder ungefähr einander gegenüber. Und man kann sich des Eindrucks nicht erwehren, als ob in grossen Zügen hier zwei Milchstrassenringe wirksam wären, die, beide nahe grösste Kreise, um 14° gegen einander geneigt sind, und sich in den engen Stellen für unseren Standpunkt verdecken, während in der ganz breiten Stelle, die eine unmerklich in die andere übergeht.

Soviel über die Lage der Milchstrasse. Was nun die Feinheiten ihrer Struktur angeht, so ist eine Beschreibung ganz unzulänglich und nur Zeichnung kann hier wirken. Auch diese aber ist schwierig herzustellen, weil eben geradezu Künstlerhand dazu gehört, um dem allmählichen Ineinanderübergehen der verschiedenen Lichtnuancen den rechten Ausdruck zu verleihen. Zwei gute Darstellungen haben wir schon in HOUZEAU's und THOME's Arbeiten kennen gelernt.

In den »Results of Astronomical Observations made during the years 1834—8 at the Cape of Good Hope by J. F. W. HERSCHEL, London 1847«, findet sich auf *plate XIII* der beigegebenen Karten eine Darstellung der Partie vom Antinous bis zum Einhorn.

BOEDDICKER hat auf der Sternwarte des Lord ROSSE zu Birr Castle, Parsonstown mit besonderer Sorgfalt die Milchstrasse bis zu -10° Deklination in 4 Zeichnungen auf Blättern von 18 zu 23 Zoll in stereographischer Projection dargestellt und als Frucht 5-jähriger Arbeit der Royal Astronomical Society 1889 vorgelegt¹⁾, und 1892 bei LONGMAN, GREEN & Co. in London erscheinen lassen. Ein Jahr später hat EASTON in Dordrecht einen besonderen Atlas der Milchstrasse herausgegeben²⁾, der ebenfalls nur die Gegend bis zum Orion einerseits und zum SOBIESKI'schen Schilde andererseits umfasst. WESLEY vergleicht in einem Referate in »Observatory Vol. XVII«, pag. 57 anlässlich einer Besprechung der EASTON'schen Arbeit diese mit der von BOEDDICKER und stellt fest, dass die BOEDDICKER'sche reicher an Details sei, dass es aber fast entmuthigend sei, die oft nur geringe Aehnlich-

¹⁾ Monthly Notices Vol. L, pag. 12. Zwei kleine Referate darüber vergl. Observatory Vol. XV., pag. 151 und 193.

²⁾ EASTON, La Voie Lactée dans l'hémisphère boréal; cinq planches lithographiées, description détaillée, catalogue et notice historique avec une préface par H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN Dordrecht et Paris, GAUTHIER Villars 1893. Vergl. auch das eingehende und anerkennende Referat von KLEIN in dem Jahrbuch der Astronomie und Geophysik für 1894, pag. 94.

keit zwischen beiden Darstellungen wahrzunehmen. Der einzige Weg zu einer wirklichen Kenntniss der Milchstrasse sei daher, wenn möglichst viele Liebhaber der Astronomie unabhängig von den bereits vorliegenden Zeichnungen sich neu an die Aufgabe heranmachen, nach eigenen Wahrnehmungen dieselbe abzeichnen; nur so könne der persönliche Fehler eliminirt werden.

Die hier geforderte Betheiligung von Laien ist schon öfters angeregt worden, zuerst wohl in der klassischen »Aufforderung an Freunde der Astronomie zur Anstellung von ebenso interessanten und nützlichen, als leicht auszuführenden Beobachtungen über mehrere wichtige Zweige der Himmelskunde«, die ARGELANDER in SCHUMACHER's Jahrbuch für 1844, pag. 122 erliess, dann hat HEIS in seiner »Wochenschrift für Astronomie, Meteorologie und Geographie« 1864, pag. 265, diese Aufforderung wiederholt und besonders auf die Benutzung von Höhenstationen und Orten fern vom Lichtmeer der grossen Städte dabei hingewiesen. In Befolgung dieser Aufforderung berichtet KLEIN in Band 1867, pag. 285, derselben Zeitschrift über die scheinbare Ausdehnung der Milchstrasse, wobei HEIS feststellt, dass er ihr Licht noch weiter als KLEIN zu verfolgen im Stande ist. Auf den Beobachtungen des ersteren beruhen dann die Zeichnungen in HEIS' »Atlas coelestis novus«, über deren technische Darstellung sich HEIS selbst nicht ganz befriedigt äussert¹⁾, während in dem KLEIN'schen »Sternatlas für Freunde der Himmelsbetrachtung«, Leipzig 1888, die Milchstrasse überhaupt nicht dargestellt ist²⁾.

MARTH hat in Uebereinstimmung mit Lord LASSELL auf Malta solche Milchstrassenzeichnungen erleichtern wollen, indem er die galaktischen Coordinaten der dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne berechnete. Diese sollen zuerst in die Karten niedergelegt und dann die Contouren der feinen Milchstrassennebel nach Augenmaass zwischen sie eingefügt werden. Der Pol der Milchstrasse ist dabei zu 190° A. R und 60° N. P. D³⁾ angenommen. Und zwar finden sich in Monthly Notices Vol. XXXIII, pag. 1 ff. alle Sterne der nördlichen Hemisphäre, deren galaktische Breite 15° nicht übersteigt und eine Anzahl noch weiter von der Milchstrasse abstehender und zwar nicht etwa in Länge und Breite, sondern indem gleich die Länge der zu projektirenden Karten zu 6 Fuss und ihre Breite zu 8 Zoll angenommen ist, werden sofort die rechtwinkligen Coordinaten der einzutragenden Sterne in Zollen angeführt, 5 Grade entsprechen sonach einem Zoll. Die zweite Hälfte — die südlichen Sterne — folgt im gleichen Bande, pag. 517—527, ist aber auf je 20° Breite ausgedehnt und in Vol. XXXIV, pag. 77—82 lässt MARTH ein Supplement folgen, welches auch für die nördliche Hälfte noch die fehlenden Sterne nachträgt, damit die Gesamtbreite der Zone auch hier 40° wird. Diese Sterne sind wirklich als Skelett für die Eintragung der Milchstrasse nur von TROUVELOT benutzt worden, dessen Pastellzeichnungen auf der Ausstellung in Philadelphia zu sehen waren, und dann von CHARLES SCRIBNER'S Sons in New-York herausgegeben wurden; auch sie gaben — in Cambridge, Mass. angefertigt — nur den nördlichen Theil. MARTH kommt daher in Vol. LIII der Monthly Notices, pag. 74, nochmals auf den Gegenstand zurück, und theilt jetzt wirklich die galaktischen Längen und Breiten der Sterne mit unter Beibehaltung des früheren Poles, obwohl er GOULD's Bestimmung für richtiger hält, dadurch wird die Wahl der Skala jedem freigestellt. Die erste Hälfte der Sterne

¹⁾ Vergl. V. A. G. Band VI, pag. 267.

²⁾ Eine Darstellung der Milchstrasse, die SCHMIDT unter dem durchsichtigen Himmel Athens angefertigt hat, liegt unveröffentlicht auf dem astrophysikalischen Observatorium in Potsdam,

³⁾ Wie nach Verbesserung eines offensichtlichen Druckfehlers statt Decl. gelesen werden muss.

ist pag. 78—111, die zweite pag. 384—417 abgedruckt, letzterer folgen einige Rechnungen mit GOULD's Pol. Diese Sterne hat PANNEKOEK kartirt, und zwar so, dass jedes Kartennetz und jede Bezeichnung der Sterne vermieden ist, die störend wirken müssten, und letztere nur am Rande vermerkt sind¹⁾. In den Mittheilungen der V. A. P. 1897, pag. 1 bringt er dann »Vorschläge für wissenschaftliche Beobachtungen der Milchstrasse,« welche die Benutzung dieser Karten voraussetzen, die daher gratis von Herrn J. PLASSMANN in Münster für Interessenten zu beziehen sind. Den gleichen Zweck, weitere Kreise zu Milchstrassenzeichnungen heranzuziehen, verfolgen drei Aufsätze desselben Verfassers in Popular Astronomy, Vol. V, pag. 395 »The necessity of further research on the Milky Way«; pag. 485 »New charts for inserting the Milky Way« und pag. 524 »On the best method of observing the Milky Way.«

Die Früchte dieser Anstrengungen müssen noch abgewartet werden und gegenwärtig sind wir noch weit entfernt von einer Kenntniss der Milchstrasse in all ihren feinen Details. Besonders hervortretende Eigenthümlichkeiten aber mögen hier zusammengestellt werden. Zunächst ist der Kohlsack im Sternbilde des Kreuzes nicht das einzige »Loch« in der Milchstrasse. EASTON weist in seinem Catalog heller und dunkler Flecken in derselben 164 Objecte der letzteren Art nach, namentlich eine grosse leere Stelle zwischen α Cygni und α Cephei, die er als nördlichen Kohlsack bezeichnet. CHAMBERS²⁾ zählt solche dunkeln Stellen unter anderm im Skorpion auf. BARNARD berichtet in A. N. 2588 über die Auffindung eines kleinen schwarzen Loches ebenda, von dreieckiger Form von 2' Durchmesser, an dessen nördlich vorgehendem Rande ein heller orangefarbener Stern stehe in $17^{\text{h}} 56^{\text{m}} - 27^{\circ} 51'$ (1884. o). Auch SECCHI spricht A. N. 975 von mehreren unter dem klaren Himmel Roms dem unbewaffneten Auge sichtbaren Löchern. Diese Löcher, vom grossen Kohlsack bis zu den kleinsten, lassen sich wohl nur als wirkliche Spalten und leere Räume in der Milchstrasse deuten und nicht wie RANYARD will, als ein dunkles Medium, welches sich zwischen uns und die betr. Stelle schiebt. Man sah meist diese Löcher als Beweis für eine ausserordentlich geringe Tiefenausdehnung der Milchstrasse in der Richtung des Visionsradius an; denn bei grösserer Tiefe müsste man sich die Löcher röhrenförmig denken und es wäre dann doch ganz unvorstellbar, warum die Axen all dieser Röhren genau auf die Sonne zu gerichtet wären. SEELIGER hat aber jetzt durch einfache theoretische Ueberlegungen³⁾ gezeigt, dass jede gegebene Anordnung der Sternvertheilung ganz unabhängig von der grösseren oder geringeren Tiefe im Visionsradius ist, auf welche wir sie uns vertheilt denken, und widerlegt einen von EASTON hiergegen im Astrophysical Journal Vol. XII, pag. 150 erhobenen Einwand in Vol. XIII, Heft 2 der gleichen Zeitschrift. In der That ist offensichtlich, dass wenn die Milchstrasse zum Theil aus isolirten Sternhaufen besteht, dann zwischen denselben leere Räume bleiben können, die von den über- und nebeneinanderliegenden Sternhaufen vollständig umgeben, jedem einigermaassen entfernten Standpunkte freie Durchsicht gewähren.

Das Gegentheil dieser schwarzen Löcher bilden isolirte Nebelparthieen in der Milchstrasse und besonders ein schwach leuchtendes Lichtband, welches SEARLE in A. N. 2358 nach Beobachtungen aus dem Jahre 1880 auf der Harvard Stern-

¹⁾ Eine Anzahl Verbesserungen zu MARTH's Rechnungen und seinen Karten giebt er Monthly Notices, Vol. LIII, pag. 420 V. A. P. Jahrgang 7, pag. 10 (letztere auch in Popular Astronomy, Vol. V, pag. 485) und V. A. P. Jahrgang 8, pag. 29.

²⁾ Astronomy, pag. 111.

³⁾ Betrachtungen über die räumliche Vertheilung der Fixsterne, pag. 64.

warte beschreibt. Dasselbe würde, 5° breit, zwischen α und δ Aquilae beginnen, dann zwischen α und β Aquarii passiren, 15 Aquarii überschreiten, 27 Piscium und ν Piscium enthalten und dann durch die südlicheren Parthieen des Widders auf die Plejaden zueilen, wo der Anschluss an die Milchstrasse wieder erreicht wird. Diese einzeln gebliebenen Beobachtungen SEARLE's erscheinen heut zu Tage in besonderem Lichte, wo WOLF¹⁾ Nebelmassen entdeckt hat, die von den Plejaden sich weit weg erstrecken, und daher vielleicht das eine Ende der von SEARLE's feinem Auge wahrgenommenen Milchstrassenverzweigung sind.

Man könnte daran denken, die genauere Darstellung des Verlaufes der Milchstrasse von der Photographie zu erhoffen. Kurze Expositionen versagten hier aber nach BARNARD²⁾ vollständig. Es zeichnen sich dann nämlich lediglich die Sterne in der Milchstrasse auf, von dieser selbst aber kommt keine Spur. Es ist hier wesentlich, um den Eindruck der Milchstrasse hervortreten zu lassen, dass sehr grosse Regionen photographirt werden, welche dunkle Stellen des Himmels und von der Milchstrasse bedeckte neben einander enthalten. Es müssen also Portraitlinsen von möglichst grosser Oeffnung mit möglichst kurzer Brennweite verwendet werden, sodass vielleicht ein Feld von 100 Quadratgraden abgebildet wird, in Verbindung mit mehrstündiger Exposition. Wenn man eine solche Platte dann auf eine kleinere Skala reducirt, so treten für das Auge deutlich die Contraste hervor. BARNARD reproducirt u. A. eine solche Aufnahme der Milchstrasse, deren Mitte in $17^h 56^m$ und -28° liegt, die über 3 Stunden exponirt ist und spricht die bis jetzt unerfüllte Hoffnung aus, auf diese Weise einen vollständigen photographischen Milchstrassenatlas herstellen zu können. Bekannter noch sind die wundervollen Daueraufnahmen WOLF's, die weit längere Expositionen erfahren haben und ebenso wie einige Aufnahmen BARNARD's z. Th. in *Knowledge*³⁾ reproducirt sind. Immerhin kann man zu einer dem Auge ähnlich erscheinenden Darstellung der Milchstrasse auf diese Weise nicht kommen, denn da es bekannt ist, dass die Milchstrassensterne wesentlich dem 1. Spektraltypus angehören, so wirken sie und noch mehr ausgedehnte Nebelmassen ultravioletten Lichtes, die ebenfalls WOLF mehrfach entdeckt hat, weit stärker auf die Platte als die dem Auge auffallenden Stellen. Es wäre auch noch zu erwägen, ob das Schnittphotometer, welches WOLF jüngst zur Bestimmung der hellsten Stellen des Zodiakallichtes verwandt hat⁴⁾, nicht sehr geeignet wäre, in ganz analoger Weise die Milchstrasse klassisch zu aichen. BARNARD folgert aus seinen photographischen Versuchen und HOLDEN⁵⁾ stimmt ihm anlässlich eines Berichtes über die Leistungen des 36-Zöllers der Lick-Sternwarte darin bei, dass der Eindruck der Milchstrasse nicht von den hellen Sternen hervorgerufen wird, auch nicht von den helleren teleskopischen Sternen, die ja die Platte noch einzeln abbildet, sondern von dicht gedrängt stehenden Sternen vielleicht der 15. Grösse. HOLDEN findet die Milchstrasse auch im 36-Zöller stellenweise unauflösbar. Und wenn SEARLE die Existenz seines oben beschriebenen Lichtbandes dadurch erhärten will, dass er versucht, es durch die Anhäufung von *BD*-Sternen, die er abzählt, zu erklären, so ist diese irrige Voraussetzung, als ob

1) MAX WOLF. Die Aussennebel der Plejaden; München, Sitzungsber. 1900.

2) Monthly Notices, Vol. L, pag. 312.

3) Knowledge Jahrgang 1894, 1895 u. ff. Vergl. auch die prachtvollen 8 stündigen Expositionen WILSON's in Popular Astronomy Vol. III, pag. 58.

4) MAX WOLF. Ueber die Bestimmung der Lage des Zodiakallichts und den Gegensein. Sitzungsber. der math. phys. Classe der k. bayer. Akademie d. Wiss. 1900, Band XXX, Heft II.

5) Sidereal Messenger 1888, pag. 298.

Sterne 9. Grösse Milchstrassenschimmer erzeugen könnten, nur die Folge einer Befangenheit in den Ansichten von STRUVE's études d'astronomie stellaire, die wir in dieser Hinsicht noch mehrfach zu widerlegen im Stande sein werden.

Das Material zur Untersuchung der Sternvertheilung.

Das Material auch die Vertheilung der Sterne im Milchstrassensternhaufen eingehender zu untersuchen, beruht auf der Abzählung der Sterne nach bestimmten Grössenordnungen und der Voraussetzung, dass alle Sterne einer bestimmten Grössenordnung innerhalb des betrachteten Raumes wirklich bekannt seien. Sterncataloge aber, die eine sichere Gewähr dafür übernehmen können, alle Sterne bis zu einer bestimmten Helligkeit zu enthalten, sind nur die Durchmusterungen, die bei feststehendem Fernrohr alle hindurchpassirenden wenigstens beobachten konnten. Dabei kann aber die niedrigste Grössenordnung unmöglich vollständig sein, da ihre Mitnahme nur die Gewähr bietet, dass die vorhergehende nahezu vollständig aufgenommen ist. Thatsächlich ist die Bonner Durchmusterung für die Sterne bis zur Grösse 9.0 sehr nahe vollzählig mit verschwindenden, für diese Untersuchungen nicht belangreichen Ausnahmen und höchstens könnte man nach SCHÖNFELD eine gewisse Vollständigkeit bis zur Grösse 9.2 annehmen. Die südliche Durchmusterung und die Cordoba Durchmusterung, die bis 10. Grösse gehen, mögen bis zur 9.5 vollzählig sein, obwohl sie eine so ausgedehnte Prüfung wie die erstgenannte daraufhin noch nicht zu bestehen gehabt haben. Auch die photographische Durchmusterung kann zwar nach Art ihrer Herstellung eher bis zu ihrer Grenzgrösse 10.5 für vollständig erachtet werden, doch ist die aktinische Wirkung der Sterne nach den Untersuchungen KAPTEYN's¹⁾ eine derart mit wachsender galaktischer Breite abnehmende, dass hier ganz andere Ergebnisse (für die Sternvertheilung von vorn herein zu erwarten sind²⁾) Die Abzählungen dieser Durchmusterungen sind in grossen Zügen in ihren resp. Einleitungen geschehen, wo z. B. ARGELANDER selbst bereits in der Einleitung zu Band 5 der Bonner Beobachtungen genau die Vertheilung der Durchmusterungssterne sowohl nach Rectascension und Deklination, wie nach Zonen parallel zur Milchstrasse untersucht hat³⁾ und folgert, dass man zwar in diesen Sternen die Anordnung nach Zonen parallel zur Milchstrasse nachweisen könne, dass es aber zur wahren Erkenntniss der Constitution des Fixsternsystems, zwischen den *BD*-Sternen und den HERSCHEL'schen Sternaichungen noch eines Zwischengliedes bedürfe. Genauere Abzählungen der *BD*-Sterne hat dann LITROW in seiner »Zählung der nördlichen Sterne im Bonner Verzeichnisse nach Grössen« (Sitzungsberichte der K. Akademie der Wissenschaften, LIX Band, Wien 1869) mitgetheilt.⁴⁾ Er hat dabei aber nur in den einzelnen Deklinationsgraden die Zehntelgrössenklassen abzählen lassen, ohne Trennung nach Rectascensionen und seine Zählungen haben daher nur den Werth, zu zeigen, was schon bekannt war, dass nur die halben und ganzen Grössen der *BD*, die an Zahl bedeutend überwiegen, wirklich geschätzt sind, während die anderen Zehntel, die lediglich das Resultat des Mittelnehmens sind, viel weniger häufig vorkommen. SEELIGER liess daher eine

¹⁾ Bulletin du comité international pour l'exécution photographique de la carte du ciel, tome II, 1892.

²⁾ STRATONOFF hat jetzt die Verwerthung der drei Bände der *PD* für eine Bestimmung der Sternvertheilung begonnen.

³⁾ Auch Abzählungen in den einzelnen Deklinationsgraden von 4^m zu 4^m Abstand sind in Bonn ausgeführt, aber nicht publicirt (vergl. Einleitung zu Band 5, pag. 8).

⁴⁾ Zusammengefasst für ganze Grössenklassen giebt LITROW diese Abzählungen richtig in A. N. 1741 verfehlt in A. N. 1487; doch sind dieselben, wie gesagt, ohne Interesse.

neue Abzählung ausführen, wobei er nur nach halben Grössen trennte, und die folgenden 7 Klassen bildete $1\cdot0 - 5\cdot5$, $5\cdot6 - 6\cdot0$, $6\cdot1 - 6\cdot5$, $6\cdot6 - 7\cdot0$, $7\cdot1 - 7\cdot5$, $7\cdot6 - 8\cdot0$, $8\cdot1 - 8\cdot5$, $8\cdot6 - 9\cdot0$, $9\cdot1 - 9\cdot5$, geleitet von der Absicht, die letzten 5 Zehntel $9\cdot1 - 9\cdot5$, die bekanntlich ein anderes photometrisches Verhalten zeigen, als die helleren Sterne, für sich abzusondern, sonst hätte die Bildung von Klassen $1 - 6\cdot2$, $6\cdot3 - 6\cdot7$, $6\cdot8 - 7\cdot2$, u. s. w., welche die mittlere Grösse einer Klasse auf eine runde halbe oder ganze Grösse legen, näher gelegen, die er bei anderen Untersuchungen (vergl. pag. 79) benutzt hat. Ferner wurde nach Rectascensionen von 20 zu 20 Minuten getrennt. Die ausführlichen Abzählungen für jeden Grad finden sich in den neuen Annalen der Münchener Sternwarte, Band II, Abtheilung C mitgetheilt. Nach Zusammenfassung zu je 40 Zeitminuten und 5 Deklinationsgraden sind die Durchmusterungssterne nördlich des Aequators abgezählt in »Ueber die Vertheilung der Sterne auf der nördlichen Halbkugel nach der Bonner Durchmusterung« und »Zur Vertheilung der Fixsterne am Himmel« von H. SEELIGER. (Sitzungsber. der math. phys. Classe der k. bayer. Akademie der Wiss. 1884, Heft 4 und 1899, Heft 3.) Die Abzählungen der SD + den zwei südlichsten Graden der BD nach dem gleichen Princip finden sich in »Ueber die Vertheilung der Sterne auf der südlichen Halbkugel nach SCHÖNFELD's Durchmusterung« von H. SEELIGER (Sitzungsber. der math.-phys. Classe der k. bayer. Akademie d. Wiss. 1886, Heft 2) unter Hinzufügung einer 8. Klasse für die Sterne $9\cdot6 - 10\cdot0$ Grösse. Die gleichen Abzählungen mit der Sekante der Deklination multiplicirt, sodass die 5° hohen und $40''$ breiten Trapeze auf gleichen Flächeninhalt reducirt erscheinen, giebt RISTENPART in seinen »Untersuchungen über die Constante der Präcession und die Bewegung der Sonne im Fixsternsysteme«, pag. 44 bis 51. (Veröffentlichungen der Karlsruher Sternwarte, Heft IV). Von der CD von -22° bis -41° sind in der Einleitung zu Vol. XVI. der »Resultados del observatorio nacional Argentino« ausführliche Abzählungen von 4 zu 4 Zeitminuten und für jeden Deklinationsgrad aufgeführt, doch ohne Trennung nach Grössenklassen. Und man erkennt nur soviel, dass die Gegend dieser Zone, durch welche die Milchstrasse geht, bei $6^h - 10^h$, viel dichter besetzt ist, als der andere Milchstrassenzweig bei $16^h - 20^h$. Von der PD sind nur statistische Aufzählungen der Sterne pro Deklinationsgrad in der Einleitung des 3. Bandes, pag. 36 und die Sternzahl pro Quadratgrad, in 1^h breiten, 5° hohen Trapezen auf pag. 37 gegeben. Als weiteres Material kommen für schwächere Sterne in Betracht die Sternaichungen von CELORIA, enthalten in »Sopra alcuni scandagli del cielo eseguiti all' osservatorio reale di Milano e sulla distribuzione generale delle stelle nello spazio. Annotazioni del prof. GIOVANNI CELORIA« (Pubblicazioni del reale osservatorio di Brera in Milano No. XIII. Milano 1877). CELORIA hat die in einem durch Draht sichtbar gemachten Rechteck von $17'$ Höhe und $33\cdot7$ Länge im PLÖSSL'schen kleinen Aequatoreal von 10 cm Oeffnung gleichzeitig stehenden Sterne abgezählt. Die Definition der Bilder war eine ausgezeichnete und, wie noch bewiesen werden soll, die Grösse der schwächsten eben noch gesehenen Sterne $11\frac{1}{2}$ in der Skala der Durchmusterung. Dann wurde das Fernrohr so in Rectascension verstellt, dass das benachbarte Feld in das Rechteck trat u. s. w. Von je zwei aufeinanderfolgenden Rechtecken wurde gleich die Summe gebildet und nur diese notirt, dadurch wird die abgezählte Fläche $67\cdot4$ lang, also bei $17'$ Höhe im Aequator fast quadratisch. CELORIA hat nun alle 24 Stunden herumgezählt, und in Deklination zunächst das Feld von 0° bis $0^\circ 17'$ gehen lassen. Er fügt dann die unmittelbar nördliche Zone $0^\circ 17'$ bis $0^\circ 34'$ an u. s. w. und kommt mit 21 Zonen dazu, die ganze Breite vom Aequator bis 6° nördlicher Deklination zu bedecken,

indem er nur die Deklinationsminuten $1^{\circ} 42'$, $3^{\circ} 42'$, $5^{\circ} 42'$ auslässt, damit 21×17 Minuten 6 Grade ausmachen können. Im Ganzen sind $9 \times 144 \times 21$ Aichungen gemacht, die nahezu vollkommen die Zone bedecken. CELORIA hat jedoch in seiner Publikation immer von 9 in R. A. nebeneinanderliegenden Aichungen, die sehr nahe 10 Zeitminuten Gesamtlänge haben, nur die Summe der dort stehenden Sterne und das Mittel pro Feld angeführt, und dabei die mittleren Rectascensionen solcher Neunfelderreihen auf $0^h 5^m$, 15^m , 25^m u. s. w. gelegt, sodass in jeder der Zonen 144 Zahlen mitgetheilt sind. Zonenweise hat dann CELORIA Curven construirt und am Schluss seiner Arbeit angefügt, die den Verlauf der Sternzahlen mit der Rectascension illustriren. Die 21 Curven stimmen nicht nur in den beiden Maximis in ca. 7^h und 19^h (das erstere ist ausgeprägter) überein, sondern auch in vielen einzelnen Zügen, was bei dem geringen Deklinationsabstand nicht weiter wunderbar ist.

Ein weiteres Material könnten dann die ekliptikalen Karten darbieten, zwar nicht die von HIND, welche kaum über die *BD*-Sterne hinausgehen, wohl aber die von PETERS, CHACORNAC und PALISA. HOLDEN hat in den »Publications of the Washburn Observatory of the University of Wisconsin, Vol. II, Madison 1884«, pag. 174 Abzählungen dieser Karten vorgenommen, und zwar erstlich der von PETERS' Hand gezeichneten, für jeden Quadratgrad, wobei er die Meinung ausspricht, dass diese Karten wohl bis zur $13^m \cdot 5$ Sterngrösse gehen. Ferner nimmt er die CHACORNAC'schen, von PETERS handschriftlich ergänzten Karten hinzu. Wir erfahren daraus, dass PETERS ausser seinen publicirten, in der Tabelle auf pag. 518 von Band III, 2 aufgezählten Karten noch mehrere, z. Th. weit fortgeschrittene besass, die er nur nicht publicirte, weil sie nicht vollkommen die $20^m \times 5^{\circ}$ ausfüllten, hinzu treten einige von WATSON selbst angefangene Karten, und die Sternzahlen werden auch noch nach Multiplication mit $\sec \delta$ zur Reduction auf gleiche Flächen mitgetheilt. In einer zweiten Tabelle sind die Abzählungen in den 20 publicirten PETERS'schen Karten enthalten, in welche PETERS bei einer nochmaligen Vergleichung seiner Manuscriptkarten mit dem Himmel, noch die schwächsten im Clintoner Refractor sichtbaren Sterne (nach HOLDEN bis $14^m \cdot 8$ nach der Bonner Skala) eingezeichnet hatte. Eine dritte Tafel umfasst Abzählungen aus unpublicirten Kartenstücken PALISA's, die alle mit dem Polaer Sechszöller, resp. dem Wiener Zwölfzöller sichtbaren Sterne enthalten, nach Flächen eines Viertelquadratgrades; endlich theilt eine vierte Abzählung die Ergebnisse der PALISA'schen Karten No. 2 und No. 3 mit. Indessen zeigt SEELIGER¹⁾, dass die Annahme nicht aufrechterhalten werden kann, dass PETERS' Karten bis zur 13.5 Grösse oder gar weiter gingen. Eine Vergleichung mit CELORIA's Sternzahlen, nachdem beide nach Milchstrassenzonen vertheilt waren, giebt im Gegentheil einen geringen Ueberschuss für CELORIA's Sterne, die doch nur bis $11^m \cdot 5$ gehen. Auch eine direkte Prüfung am Münchener Refraktor durch VILLIGER hat gezeigt, dass nur selten Sterne unter $11^m \cdot 5$ in den PETERS'schen Karten sich finden und ein ähnliches Resultat hätte schon HOLDEN erhalten müssen, der in einer Schlusstafel A. die Sternzahlen für den Quadratgrad für verschiedene Himmelsdurchmusterungen neben einander stellt, er findet hier für PETERS 87·87, für die beiden HERSCHEL 1417·9 als mittlere Sternzahl, also für PETERS nur den 16. Theil von HERSCHEL, kann also nicht, wie er es thut, die Grenzgrösse für PETERS zu 14·9, für HERSCHEL zu 15 annehmen, vielmehr müssen PETERS' Grenzsterne um ca. 3 Grössenklassen heller sein als die der beiden HERSCHEL, mag

¹⁾ Betrachtungen über die räumliche Vertheilung der Fixsterne von H. SEELIGER. Abhandlungen der k. bayer. Akademie der Wiss. II. Kl., XIX. Bd., III. Abth. München 1898.

auch immerhin die Bevorzugung der Milchstrasse durch den älteren HERSCHEL und die Vermeidung derselben durch PETERS das Verhältniss beeinflussen.

Die Pariser und Marseiller Karten sind aber zu so verschiedenen Zeiten und von mehreren Beobachtern angefertigt, dass Gleichförmigkeit und Vollständigkeit kaum verbürgt werden können, und ohne ausgedehnte Untersuchungen darüber, die sehr mühselig wären, könnten sich nur ganz irrige Resultate aus ihrer Verwendung ergeben. Die PALISA'schen Karten sind zu zerstreut und zu wenig zahlreich.

Ausserdem haben fast alle Karten den Fehler, dass sie die Milchstrasse vermeiden, in welcher die Sternvertheilung gerade ein besonderes Interesse bietet.

Ein reiches Material für die schwächsten Sterne bieten dann die Sternaichungen der beiden HERSCHEL. 3400 seiner Sternaichungen hat der ältere HERSCHEL selbst in seinem Aufsatz: »On the construction of the heavens« (Philosophical Transactions for 1785) publicirt. Reproducirt finden sich dieselben, zu 683 Feldern gemittelt, in dem gleichen Bande der Washburn Observations wie die eben besprochenen Sternzählungen auf pag. 115—140, während auf pag. 159—173 noch 405 weitere Felder, als Ergebnis von 2245 bis dahin unveröffentlichten Aichungen W. HERSCHEL's von HOLDEN mitgetheilt werden, die dieser aus den Papieren HERSCHEL's von dessen Erben erhalten hat. Die 2299 Sternaichungen JOHN HERSCHEL's finden sich zu 605 Mitteln vereinigt in dessen Cap-Beobachtungen mitgetheilt; während aber der ältere HERSCHEL ganz willkürlich am Himmel sich die Orte seiner Aichungen aussuchte und dabei nur besonders reiche und besonders arme Gegenden bevorzugte, hat der jüngere, obwohl er im übrigen mit demselben Instrument und nach derselben Methode beobachtete wie sein Vater, seine Aichungen systematisch vertheilt. Er ging nämlich von einem Ausgangsfeld zum nächsten 10 Zeitminuten weiter und zugleich $1\frac{1}{2}^{\circ}$ nach Süden, dann nochmals 10 Zeitminuten weiter und $1\frac{1}{2}^{\circ}$ nach Süden, hierauf aber $10''$ weiter und $1\frac{1}{2}^{\circ}$ nach Norden und dies nochmals, worauf er wieder nach Süden ging und so im Zickzack, immer abwechselnd 2 Schritt nach links oben und dann 2 nach links unten machend, erhielt er als Endergebniss Felder, die in den Parallelen von der Form $n \times 1\frac{1}{2}^{\circ}$ und in denselben $20''$ auseinander lagen. HOLDEN theilt zugleich mit, dass er auf dem Washburn Observatory mit dem Fünfzehnzöller und 195facher Vergrößerung Sternaichungen begonnen habe in einem quadratischen Felde von $10'$ Seite, über deren Ergebnis indessen noch nichts bekannt geworden ist. Er bezeichnet es dabei zugleich als wünschenswerth, die Gesamtlichtstärke der im Felde vereinigten Sterne photometrisch zu bestimmen. Das wesentliche aber für eine eingehende Diskussion der Vertheilung der schwächeren Sterne ist, dass man nicht die Gesamtzahl der in einem bestimmten Felde stehenden Objecte oder ihre Gesamthelligkeit kennt, sondern die Anzahl bis zu einzelnen äquidistanten Grenzhelligkeiten, sodass man stufenweise Halt machen kann beim Eindringen in die Tiefe des Sternenheeres und weil hierfür eben über die BD hinaus noch so unendlich viel fehlt, macht SEELIGER den Vorschlag, Zählungen mit einem grossen Fernrohr vornehmen zu lassen, das dann systematisch auf mehrere kleinere Oeffnungen abgeblendet wird, die gleiche Lichtverluste bedingen, oder noch besser photographische Dauer-aufnahmen zu machen, auf denen sich dann die Sterne der verschiedenen Grössenklassen abzählen liessen. Es müssten dann noch vielleicht mit Rücksicht auf die stärkere aktinische Wirksamkeit einzelner Sterne, die also weit heller erscheinen würden und das Ergebnis systematisch gegen die Milchstrasse fälschen würden, Parallelaufnahmen mit Vorschaltung einer Gelscheibe gemacht

werden, ähnlich wie dies jüngst BARNARD gethan, um solche aktinischen Anomalien in dem Sternhaufen *M* 13 Herculis zu untersuchen¹⁾.

Sternzahl und photometrische Constante.

Besitzt man in bestimmter Richtung und für ein bestimmtes Feld, vielleicht einen Quadratgrad, die Abzählungen von Sternen äquidistanter Grössenklassen, so ist, wie STRUVE in den Études zeigt, bei gleichförmiger Vertheilung der Sterne im Raume und durchschnittlich gleicher Helligkeit der Sterne eine einfache Beziehung sofort abzuleiten²⁾. Bezeichnet A_m die Anzahl aller Sterne bis zur Helligkeit m und ist γ_m das Verhältniss der Helligkeit der Sterne m ter Grösse zu denen der $(m + 1)$ ten, während r_m den Radius der Kugel bezeichnet, die die Sterne bis zur m ten Grösse einschliesst, so ist offenbar

$$\frac{A_{m+1}}{A_m} = \frac{r_{m+1}^3}{r_m^3},$$

da die Sterne bis zur $(m + 1)$ ten resp. zur m ten Grösse in zwei Kugelsectoren enthalten sind, deren Inhalt sich verhält wie die Cuben der Radien, andererseits

ist $\gamma_m = \frac{r_{m+1}^2}{r_m^2}$, da sich die scheinbaren Helligkeiten gleichheller Kugeln — das ist

die Voraussetzung — umgekehrt verhalten wie die Quadrate der Abstände,

daraus folgt $\frac{A_{m+1}}{A_m} = \gamma_m^{3/2}$. Danach würde sich also die Anzahl der Sterne

bis zu einer bestimmten Grössenklasse zu der der nächsthelleren verhalten müssen wie die $\frac{3}{2}$ te Potenz des Helligkeitsverhältnisses γ , welches auch den Namen der photometrischen Constante führt. Eine solche Annahme aber findet sich bei keiner Reihe von Sternzahlen bestätigt. SCHIAPARELLI³⁾ führt z. B. folgende Zahlen für die in der Harvard Photometry⁴⁾ ihrer Grösse nach genau bestimmten Sterne zwischen dem Nordpol und -30° Deklination an:

| Sterne | bis | Zahl | A_m | C_1 | $A_m - C_1$ | C_2 | $A_m - C_2$ |
|--------|---|------|-------|-------|-------------|-------|-------------|
| | 1 ^m .00 | 7 | 7 | 8 | -1 | 4 | +3 |
| „ | 1 ^m .00 „ 2 ^m .00 | 16 | 23 | 28 | -5 | 16 | +7 |
| „ | 2 ^m .00 „ 3 ^m .00 | 66 | 89 | 92 | -3 | 65 | +24 |
| „ | 3 ^m .00 „ 4 ^m .00 | 218 | 307 | 307 | 0 | 257 | +50 |
| „ | 4 ^m .00 „ 5 ^m .00 | 717 | 1024 | 1024 | — | 1024 | — |
| „ | 5 ^m .00 „ 6 ^m .00 | 2089 | 3113 | 3413 | -300 | 4077 | -964 |

Die letzte Klasse kann nicht vollständig sein, da das Arbeitsprogramm sich auf die Sterne der *BD* und zwar nur bis $6^m.2$ vollzählig, aufbaute, und sehr wohl etwas schwächere hierin noch nicht enthaltene Sterne, doch heller als $6^m.00$ photometrisch sein könnten. Die Harvard Photometry wählt $\log \gamma = 0.400$ ($\gamma = 2.5119$). SCHIAPARELLI findet nun, dass obige A_m sehr nahe in der Pro-

¹⁾ Astrophysical Journal, Vol. XII, pag. 176.

²⁾ PETERS zeigt A. N. Band 28, pag. 229, dass die Folgerung auch gilt, wenn nicht gleiche Helligkeit vorausgesetzt wird, sondern nur angenommen wird, dass für jeden Stern alle Helligkeiten zwischen 0 und einer Maximalhelligkeit $2E$ gleich wahrscheinlich sind.

³⁾ Sulla distribuzione apparente delle stelle visibili ad occhio nudo. Pubblicazioni del reale osservatorio di Brera in Milano No. XXXIV.

⁴⁾ Observations with the Meridian Photometer during the years 1879—82 by E. PICKERING, Director aided by A. SEARLE and O. C. WENDELL, Annals of the Observatory of Harvard College, Vol. XIV, part 1.

gression 10:3 fortschreiten und berechnet aus A_5 , die unter Voraussetzung der strengen Progression sich ergebenden anderen A_m , die unter der Ueberschrift C_1 oben in der vierten Columne stehen. Die Differenzen $A_m - C_1$ sind ganz ausserordentlich klein, die grosse letzte Differenz würde sich fast durch die Unvollständigkeit des Programms erklären lassen; aber $\frac{A_{m+1}}{A_m}$ zu 10:3 angenommen, ergäbe $\log \gamma$ zu 0.34859, also viel zu klein; $\log \gamma = 0.4$ würde umgekehrt $A_{m+1}:A_m = 3.981$ verlangen, also, wieder unter Festhaltung von A_5 , die Zahlen der Columne C_2 , eine, wie die $A_m - C_2$ zeigen, ganz unzulässige Annahme.

GOULD stellt in der Uranometria Argentina die Sternzahlen sowohl der Uranometria selbst, als auch des nördlichen Himmels durch 3 Formeln dar, die erstlich aus der Uranometrie allein, dann aus der nördlichen Hemisphäre und endlich aus der Gesammtheit aller Sterne abgeleitet sind und findet für die Gesammtheit der Sterne bis zur Grösse m resp.

$$\Sigma_m = 0.5312 (3.9120)^m \text{ für die Uranometrie,}$$

$$\Sigma_m = 0.4691 (3.9129)^m \text{ für die nördlichen Sterne bis } 9^m,$$

$$\Sigma_m = 1.0068 (3.9111)^m \text{ aus allen Sternen bis } 7^m.$$

Nimmt man hier im Mittel 3.912 für das Verhältniss $\frac{A_{m+1}}{A_m}$, so würde daraus $\log \gamma$ zu 0.3949 resultiren, also ebenfalls zu klein, wenn auch nicht mehr sehr viel, doch weist das abweichende Resultat von SCHIAPARELLI und GOULD auf verschiedenartige Grundlagen in den photometrischen Constanten für die helleren Sterne, es zeigen denn auch die beiderseits verwandten Sternzahlen grosse Differenzen, namentlich für die Sterne der 4.—5. und 5.—6. Grösse. Jedenfalls ist aber die Annahme durchschnittlich gleicher resp. zufällig vertheilter Helligkeit und gleicher Vertheilung der dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne nicht zulässig. Gleiche Helligkeit der Sterne würde als Ergebniss vorstehender Ueberlegung die Thatsache bedeuten, dass die Sterne sich um die Sonne zusammendrängen, gleiche Vertheilung aber würde aussagen, dass die Sterne in der Umgebung der Sonne durchschnittlich kleiner und schwächer leuchtend wären als die entfernteren. Für letzteres werden wir später in dem Ueberwiegen der Sterne des zweiten Spectraltypus in der Nähe der Sonne einen geringen Anhalt finden.

Wie schon dies Beispiel zeigt, ist die genaue Kenntniss des Helligkeitsverhältnisses γ wesentlich, um die Sterne der verschiedenen Grössenklassen in ihre richtige mittlere Entfernung von der Sonne zu versetzen. Bei den visuell bestimmten Grössen der Durchmusterungen ist dieser Helligkeitsfaktor zunächst unbekannt und muss daher bestimmt werden. Dies haben TH. WOLFF¹⁾, LINDEMANN²⁾ und ROSÉN³⁾ unternommen, indem sie zahlreiche photometrische Vergleichen der geschätzten Bonner Sterngrössen unter sich vorgenommen und das mittlere Verhältniss dann für successive Grössenklassen aufgestellt haben; sehen wir von den wenig benutzten Arbeiten WOLFF's ab, so findet ROSÉN aus insgesamt 110, LINDEMANN aus 290 Sternen für die teleskopischen *BD*-Sterne als Helligkeitsverhältniss $\log \gamma$

¹⁾ JULIUS THEODOR WOLFF, Photometrische Beobachtungen der Fixsterne. Leipzig 1877.

²⁾ LINDEMANN, Photometrische Bestimmung der Grössenklassen der Bonner Durchmusterung: *Supplement II aux Observations de Poulkova* 1889.

³⁾ ROSÉN, Studien und Messungen mit einem ZÖLLNERSCHEN Photometer. *Bulletin de l'Academie de St. Pétersbourg* 1870.

| | ROSÉN | LINDEMANN |
|------------------|-------|-----------|
| 6—7 ^m | 0.388 | 0.394 |
| 7—8 ^m | 0.363 | 0.392 |
| 8—9 ^m | 0.379 | 0.437. |

Die Helligkeitsfaktoren sind also weder constant, wie es für eine homogene Grössenskala erforderlich wäre, noch stimmen die beiden Bestimmungen unter sich genügend überein, sodass, da beide Beobachter verschiedene Objecte benutzt haben, der Verdacht gar nicht abzuweisen ist, dass das Helligkeitsverhältniss innerhalb derselben Grössenklasse in verschiedenen Gegenden des Himmels ein anderes ist. Es wäre dies ja auch gar nicht weiter zu verwundern, da verschiedene Beobachter mitgewirkt haben und die Auffassung in den einzelnen Zonen auch noch mit der Durchsichtigkeit der Luft und persönlichen Einflüssen veränderlich sein musste. Ausserdem hat schon SCHÖNFELD einen systematischen Schätzungsfehler, derart, dass die Durchmusterungsgrössen um so mehr grösser sind, je sternreicher die durchmusterete Gegend ist, in der Einleitung zur *SD* pag. [36] aus den Vergleichen mit den BESSEL'schen Grössen abgeleitet, also eine Abhängigkeit von der galaktischen Breite, und das gleiche Ergebniss hat SCHEINER ¹⁾ aus den Vergleichen der *SD*-Grössen mit denen mehrerer anderer Cataloge gefolgert. Eine solche systematische Abhängigkeit der Sterngrössen von der Milchstrasse aber einmal angenommen, ist die Zahl der von ROSÉN und LINDEMANN vorgenommenen Vergleichen viel zu gering. Es muss eine ausgedehnte Vergleichung mit einer, zahlreiche Anhaltspunkte enthaltenden sorgfältigen photometrischen Untersuchung der *BD*-Sterne ausgeführt werden. Hierzu wäre die in Potsdam von MÜLLER und KEMPF im Gange befindliche genaue Bestimmung aller *BD*-Sterne bis zur Grösse 7^m.5 sehr geeignet, resp. sie könnte dann einfach in Bezug auf die Sternvertheilung in gewissem Grade die *BD*-Abzählungen ersetzen, vor ihrer Vollendung aber stehen hierfür nur zur Verfügung die schon anlässlich der SCHIAPARELLI'schen Arbeit erwähnte Harvard Photometry und ferner die ebendort angefertigte »Photometric Revision of the Durchmusterung« (Vol. XXIV), welche die photometrische Bestimmung von 16 865 Durchmusterungsternen enthält, eine dritte Arbeit der Harvard-Sternwarte auf diesem Gebiete ist die von BAILEY auf der Filialsternwarte in Arequipa ausgeführte, den südlichen Himmel betreffende, die in Vol. XXXIV als »A catalogue of 7922 southern stars observed with the Meridian Photometer during the years 1889—91« publicirt ist. Sie kommt indes ihrer von KEMPF ²⁾ besprochenen Mängel wegen als Ersatz für die visuellen Grössen der Uranometria Argentina kaum in Betracht. Die beiden erstgenannten Arbeiten benutzt SÆLIGER in den folgenden beiden in den Sitzungsberichten der k. bairischen Akademie der Wissenschaften, Band XXIX, Heft III und Band XXVIII, Heft II erschienenen Untersuchungen »Zur Vertheilung der Fixsterne am Himmel« und »Ueber die Grössenklassen der teleskopischen Sterne der Bonner Durchmusterungen«, um die Durchmusterungsgrössen auf eine einheitliche photometrische Skala, für welche überall $\log \gamma = 0.4$ ist, zu reduciren. Die erstgenannte Arbeit beschäftigt sich mit den Sterngrössen 5^m.3—6^m.2 der *BD* und findet folgende Beziehung:

¹⁾ A. N. 2766.

²⁾ V. A. G. 31. Jahrgang, pag. 191 ff.

| m | m | Anzahl | m | m | Anzahl |
|--------------------------------|------|--------|--------------------------------|------|--------|
| $BD\ 5.3 = \text{Harv. } 5.22$ | | 89 | $BD\ 5.8 = \text{Harv. } 5.53$ | | 169 |
| 5.4 | 5.26 | 29 | 5.9 | 5.69 | 49 |
| 5.5 | 5.47 | 172 | 6.0 | 5.88 | 574 |
| 5.6 | 5.56 | 32 | 6.1 | 5.85 | 79 |
| 5.7 | 5.48 | 111 | 6.2 | 5.97 | 168 |

Obwohl der mittlere Fehler einer Vergleichung $0^m.30$ ist, dürfte doch durch diese Zahlen genügend erwiesen sein, dass die BD -Schätzungen in dem Intervall von 5.3 bis 6.2 nicht gleichmässig fortschreiten, $5^m.7$ und $5^m.6$ ist heller als $5^m.5$, $6^m.1$ heller als $6^m.0$. Eine geringe Abhängigkeit von der Milchstrasse mit der Tendenz dort die Grössenzahlen höher zu nehmen, findet SEELIGER ebenfalls. Es ist also die BD in diesen Helligkeitsklassen der geringen Sternzahlen wegen überhaupt zu Untersuchungen über Sternvertheilungen nicht geeignet und SEELIGER ersetzt sie daher durch die Harvard Photometry. Für die schwächeren Durchmusterungssterne bildet SEELIGER die Klassen 6.3—6.7, 6.8—7.2, 7.3—7.7, 7.8—8.2, 8.3—8.7, 8.8—9.0 und 9.1—9.2 in der zweiten Arbeit und erhält für sie 10600 Vergleichspunkte mit der Photometric Revision. Diese zerlegt er aber gleich in 9 der Milchstrasse parallele Zonen, deren erste von dem galaktischen Pole, der nach HOUZEAU angenommen ist, bis zu 20° Abstand geht, die zweite von 20° bis 40° Poldistanz u. s. w., sodass in der V. Zone mit 80° bis 100° galaktischer Poldistanz die Milchstrasse selbst liegt. Zur bequemen Einordnung der nach R. A. und Dekl. Graden erhaltenen Abzählungen in diese galaktischen Zonen hat SEELIGER am Schluss seiner Arbeit über die SD Diagramme gezeichnet, welche den Verlauf der galaktischen Parallelkreise von 10° zu 10° angeben. Die Unterschiede Δ im Sinne $BD - H. R.$ sind zunächst vorwiegend negativ, was beweist, dass $\log \gamma$ in der BD durchschnittlich grösser als in der $H. R.$ ist, ferner aber zeigt sich ein deutlich ausgesprochener Gang nach der Milchstrasse. SEELIGER findet nämlich

| Zone | $6^m.3-6^m.7$ | | | $6^m.8-7^m.2$ | | | $7^m.3-7^m.7$ | | |
|--------|----------------------|-----|---------------------|----------------------|------|---------------------|----------------------|------|---------------------|
| | Δ | A | F | Δ | A | F | Δ | A | F |
| VIII | -0 ^m .120 | 3 | 0 ^m .023 | +0 ^m .188 | 11 | 0 ^m .065 | +0 ^m .121 | 15 | 0 ^m .077 |
| VII | -0.051 | 42 | 21 | -0.058 | 70 | 63 | -0.029 | 89 | 75 |
| VI | -0.040 | 144 | 14 | -0.084 | 202 | 56 | -0.110 | 201 | 65 |
| V | -0.003 | 203 | 09 | -0.044 | 288 | 51 | -0.027 | 344 | 56 |
| IV | -0.019 | 171 | 16 | -0.042 | 256 | 58 | -0.076 | 322 | 68 |
| III | -0.033 | 118 | 22 | -0.060 | 158 | 64 | -0.079 | 212 | 76 |
| II | +0.028 | 70 | 24 | -0.063 | 99 | 66 | -0.113 | 147 | 79 |
| I | +0.075 | 28 | 24 | -0.161 | 55 | 66 | -0.085 | 57 | 79 |
| Mittel | -0.015 | 779 | | -0.059 | 1139 | | -0.060 | 1387 | |

| Zone | $7^m.8-8^m.2$ | | | $8^m.3-8^m.7$ | | |
|--------|----------------------|------|---------------------|----------------------|------|---------------------|
| | Δ | A | F | Δ | A | F |
| VIII | +0 ^m .067 | 21 | 0 ^m .087 | -0 ^m .186 | 53 | 0 ^m .156 |
| VII | -0.023 | 111 | 83 | -0.164 | 159 | 148 |
| VI | -0.109 | 247 | 62 | -0.121 | 388 | 109 |
| V | -0.047 | 389 | 47 | -0.072 | 526 | 079 |
| IV | -0.067 | 410 | 68 | -0.116 | 507 | 121 |
| III | -0.067 | 227 | 84 | -0.137 | 289 | 151 |
| II | -0.118 | 143 | 89 | -0.144 | 196 | 161 |
| I | -0.107 | 51 | 91 | -0.234 | 73 | 164 |
| Mittel | -0.069 | 1599 | | -0.121 | 2191 | |

| Zone | 8 ^m ·8—9 ^m ·0 | | 9 ^m ·1—9 ^m ·2 | | 8 ^m ·8—9 ^m ·2 | | |
|--------|-------------------------------------|------|-------------------------------------|-----|-------------------------------------|------|----------------------|
| | Δ | A | Δ | A | Δ | A | F |
| VIII | -0 ^m ·281 | 83 | -0 ^m ·337 | 7 | -0 ^m ·286 | 90 | -0 ^m ·270 |
| VII | -0·250 | 224 | -0·200 | 42 | -0·242 | 266 | 256 |
| VI | -0·229 | 508 | -0·189 | 80 | -0·223 | 588 | 183 |
| V | -0·123 | 731 | -0·118 | 145 | -0·122 | 876 | 125 |
| IV | -0·182 | 673 | -0·154 | 127 | -0·177 | 810 | 204 |
| III | -0·213 | 406 | -0·214 | 99 | -0·213 | 505 | 261 |
| II | -0·306 | 258 | -0·341 | 65 | -0·321 | 323 | 280 |
| I | -0·378 | 80 | -0·390 | 27 | -0·381 | 107 | 285 |
| Mittel | -0·205 | 2963 | -0·196 | 602 | -0·203 | 3565 | |

Hier steht unter Δ die Grössendifferenz, unter A die Zahl der Sterne, während F gleich zu erläutern ist. Es ist ersichtlich, wie die Zahlen alle gegen die V . Zone ein positives Maximum erreichen und überdies haben die Werthe, wenn man von solchen, die auf ganz wenigen Vergleichen beruhen, absieht, einen so gesetzmässigen Verlauf, dass SEELIGER eine Ausgleichsformel für die Grössendifferenz $BD - H. R.$ zu bestimmen unternimmt, in welche als Parameter eingehen: die relative Sterndichtigkeit D der betr. Zone, die in der Milchstrassenzone zu 1 angenommen, und dann in den Zonen I bis VIII successive gesetzt wird zu 0·35, 0·37, 0·45, 0·68, 1·00, 0·77, 0·47, 0·41, ferner das Product aus Grösse und Sterndichtigkeit und endlich die Sterndichte multiplicirt mit den Potenzen des Helligkeitsfaktors γ .

Die Formel, welche die obigen 48 Differenzen ausgleicht, lautet, wenn noch $\delta = D - 0·7$ gesetzt wird:

$$BD - H. R. = c_m - 0^{m-014} \delta - 0^{m-043} (\delta \cdot m) + 0^{m-0368} \delta \cdot \gamma^{m-65}$$

worin c_m der Reihe nach für $m = 6·5$ bis $9·0$ die Werthe -0^{m-016} , -0^{m-058} , -0^{m-067} , -0^{m-067} , -0^{m-118} , -0^{m-199} hat,

oder nach halben Grössenklassen ausgewerthet, es ist für

$$\begin{array}{ll}
 m = 6.5 & BD - H. R. = -0^{m-032} + 0^{m-023} D \\
 7.0 & = -0.075 + 0.024 D \\
 7.5 & = -0.092 + 0.035 D \\
 8.0 & = -0.115 + 0.068 D \\
 8.5 & = -0.210 + 0.131 D \\
 9.0 & = -0.372 + 0.246 D
 \end{array}$$

Da D stets positiv und höchstens = 1 ist, so zeigen sämtliche Darstellungen, dass die Grössenzahlen der $H. R.$ zwar immer die der BD übertreffen, dies aber um so weniger thun, je grösser die Sterndichte der betr. Zone ist. Beide Zahlenwerte der Darstellung, sowohl der absolute, wie der Faktor von D nehmen mit der Grössenzahl zu. Die 48 Werthergebnisse dieser Formeln sind unter der Ueberschrift F oben neben den direkten Vergleichen mitgetheilt und stellen alle jene, die auf einer grösseren Zahl von Vergleichspunkten beruhen, befriedigend dar.

Zur Vergleichung der Grössenklassen der SD mit der Photometric Revision war die Anzahl der Anhaltspunkte viel geringer und SEELIGER musste sich begnügen, nur 3 Klassen $6^m·6 - 7^m·5$, $7^m·6 - 8^m·5$, $8^m·6 - 9^m·2$ zu bilden, nachdem eine erstmalige Trennung der letzten Klasse in $8^m·6 - 9^m·0$ und $9^m·1 - 9^m·2$ gezeigt, dass wesentliche Unterschiede nicht zwischen den beiden Theilen derselben beständen. Hier findet sich

| | | 6 ^m .6—7 ^m .5 | | 7 ^m .6—8 ^m .5 | | 8 ^m .6—9 ^m .2 | |
|--------|--------|-------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------|-------------------------------------|----------|
| Zone | | Δ | <i>A</i> | Δ | <i>A</i> | Δ | <i>A</i> |
| | IX | -0 ^m .068 | 33 | -0 ^m .268 | 49 | -0 ^m .394 | 40 |
| | „ VIII | -0.088 | 86 | -0.162 | 97 | -0.322 | 130 |
| | „ VII | -0.066 | 101 | -0.114 | 112 | -0.261 | 132 |
| | „ VI | +0.128 | 81 | +0.044 | 129 | -0.110 | 222 |
| | „ V | +0.052 | 111 | -0.062 | 147 | -0.084 | 276 |
| | „ IV | -0.052 | 107 | -0.150 | 137 | -0.241 | 183 |
| | „ III | -0.008 | 102 | -0.110 | 133 | -0.225 | 234 |
| | „ II | +0.021 | 39 | -0.085 | 46 | -0.257 | 62 |
| Mittel | | -0.009 | 660 | -0.099 | 850 | -0.197 | 1279 |

Also ist der Einfluss der Milchstrasse wieder sehr deutlich ausgesprochen, indessen ist das Verhalten nicht mehr so symmetrisch, wie bei der *BD* und namentlich die Zone VI zeigt Werthe, die z. Thl. noch mehr positiv sind als die in Zone V. Um nun auch hier eine Formel zu gewinnen, vereinigt SEELIGER die Zonen IV und VI, III und VII, II und VIII, und erhält, indem die relativen Sterndichtigkeiten der Zonen IX, $\frac{1}{2}$ (II + VIII), $\frac{1}{2}$ (III + VII), $\frac{1}{2}$ (IV + VI), V zu 0.46, 0.47, 0.53, 0.75, 1.00 angenommen werden, als Darstellung

$$\begin{aligned} \text{für } 6^m.6-7^m.5 \quad SD - H. R. &= -0^m.150 + 0^m.214 D \\ \text{„ } 7^m.6-8^m.5 & \quad \quad \quad -0.229 + 0.196 D \\ \text{„ } 8^m.6-9^m.2 & \quad \quad \quad -0.454 + 0.374 D. \end{aligned}$$

Die weit grösseren Faktoren von *D* zeigen, dass bei den Helligkeits-schätzungen der *SD* die Sterndichte einen weit stärkeren Einfluss gehabt hat, als bei der *BD*.

Die 15 Werthe *F* dieser Formel neben die entsprechenden Δ gesetzt

| | | 6 ^m .6—7 ^m .5 | | 7 ^m .6—8 ^m .5 | | 8 ^m .6—9 ^m .2 | |
|------|-------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------|
| Zone | | Δ | <i>F</i> | Δ | <i>F</i> | Δ | <i>F</i> |
| | IX | -0 ^m .068 | -0 ^m .052 | -0 ^m .268 | -0 ^m .139 | -0 ^m .394 | -0 ^m .282 |
| | II und VIII | -0.054 | -0.050 | -0.137 | -0.137 | -0.301 | -0.278 |
| | III „ VII | -0.037 | -0.036 | -0.112 | -0.126 | -0.238 | -0.256 |
| | IV „ VI | +0.025 | +0.011 | -0.056 | -0.082 | -0.170 | -0.174 |
| | V | +0.052 | +0.064 | -0.063 | -0.033 | -0.084 | -0.080 |

zeigen immerhin, dass die Darstellung recht befriedigend ist.

Die beiden Formeln für *BD*—H. R. und *SD*—H. R. erlauben nun, die Beziehungen der beiden Durchmusterungen zu einander ebenfalls als Funktion der Sterndichte zu untersuchen. Man findet in Mittelwerthen für ganze Grössenklassen

$$\begin{aligned} 7^m.0 \quad SD - BD &= -0^m.068 + 0^m.180 D \\ 8^0 & \quad \quad \quad -0.115 + 0.128 D \\ 9^0 & \quad \quad \quad -0.083 + 0.128 D, \end{aligned}$$

da $+0.3 < D < +1$, so erreicht *SD*—*BD* in den seltensten Fällen den Betrag einer zehntel Grössenklasse, wobei in den sternarmen Gegenden die *BD*, in den sternreichen aber die *SD* die höhere Grössenzahl haben würde, und auch diese Untersuchungen ergeben als Nebenresultat die fast völlige Uebereinstimmung der *SD* und *BD* in der Grössenskala bis 9^m.0.

Die Vertheilung der Fixsterne.

Die vorstehend besprochenen Untersuchungen befähigen nun SEELIGER, dessen erste sich an die beiden Abzählungen der Durchmusterungen anschliessende

Arbeiten mehr in grossen Zügen die Sternvertheilung betrachteten, genauer nach Grössenklassen zu sondern. Der Milchstrassenpol, nach welchem SEELIGER dabei die Zonen orientirt hat, ist der HOUZEAU'sche $12^{\circ} 49'' + 27^{\circ} 30'$ und es scheint von vornherein klar, dass die Sternvertheilung sich um dieselbe Symmetrieebene anordnet, als das Phänomen der Milchstrasse. Zwei andere Untersuchungen bestätigen dies zwar zunächst nicht. RISTENPART hat in seiner öfter citirten Arbeit in den Tafeln der auf gleiche Flächen reducirten Sternzahlen, den Parallelkreisen und den Stundenkreisen entlang gehend, für die einzelnen halben Grössenklassen die Orte der Punkte grösster Sternzahlen ermittelt und unter der Voraussetzung, dass all diese Punkte auf einem kleinen Kreise, dem Schnitt der als Ebene angenommenen Milchstrasse mit der Sphäre, die die einzelnen Helligkeitsklassen trägt, lägen, den Pol und den sphärischen Radius dieses Kreises bestimmt. Es zeigte sich dabei aber, dass unmöglich alle Maxima auf einem Kreise liegen könnten und ausser einem Kreise, der die grösste Zahl dieser Stellen enthielt, musste ein zweiter angenommen werden für den kleineren Theil derselben mit einem stark abweichenden Pol. Diesem Ergebniss würde als räumliche Vorstellung die Thatsache einer gebrochenen Symmetrieebene entsprechen haben. Der Haupttheil derselben schnitt die Sphären, auf denen die Sterne von ganzer zu ganzer, später von halber zu halber Grössenklasse standen, in Kreisen, deren Pol in $A = 196^{\circ} 63$, $D = + 18^{\circ} 67$ lag und deren sphärische Radien sich für die einzelnen Helligkeitsklassen, wie folgt, ergaben:

| | sphär. Radius | m. F. | | sphär. Radius | m. F. |
|---------------------|-----------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|
| $9^{m.5} - 9^{m.1}$ | $90^{\circ} + 0^{\circ}.76$ | 1 ^o .11 | $6^{m.5} - 6^{m.00}$ | $90^{\circ} + 4^{\circ}.60$ | 1 ^o .59 |
| 9·0—8·6 | + 2·05 | 0·51 | 5·99—5·00 | + 5·01 | 0·79 |
| 8·5—8·1 | + 2·46 | 0·47 | 4·99—4·00 | + 3·66 | 2·19 |
| 8·0—7·6 | + 1·24 | 0·96 | 3·99—3·00 | + 12·38 | 2·61 |
| 7·5—7·1 | + 1·80 | 1·24 | 2·99—2·00 | + 8·43 | 3·79 |
| 7·0—6·6 | + 1·48 | 1·15 | | | |

Dass alle sphärischen Radien 90° übersteigen, beweist, dass die Sonne zwischen dem Pole und der Hauptebene steht, also nördlich der letzteren, die Ueberschüsse der sphärischen Radien über 90° müssen für die helleren Sterne immer grösser werden, denn das von der Sonne auf die Hauptebene gefällte Perpendikel ist ja gleich dem Sinus dieses Ueberschusses mal dem Abstand der Sterne und ergibt sich im Mittel zu dem 0·759fachen der Entfernung der Sterne erster Grösse.

Für den zweiten Theil der Punkte grösster Sternzahlen ergibt sich ein Kreisstück, dessen Pol entweder in $191^{\circ}.10 + 55^{\circ}.75$ oder in $191^{\circ}.80 + 38^{\circ}.85$ liegt, je nachdem man die Bedingung, dass das Perpendikel gleich dem Abstand der Sternklasse mal dem Cosinus des sphärischen Radius sein muss, übersieht oder einführt. Letzterer Pol führt auf sphärische Radien, die um 4° bis 7° kleiner als 90° sind und somit aussagen, dass die Sonne südlich von dieser zweiten Hauptebene liegt. Die Länge des zweiten Perpendikels wird zu 8·75 mal der Entfernung der Sterne erster Grösse oder ungefähr gleich der der Sterne sechster Grösse gefunden.

PREY¹⁾ hat auf dasselbe Material jedoch mit Zusammenfassung aller Grössenklassen von 6·0 bis 9·5 in eine einzige Tafel der Sternzahlen vom Nordpol bis zu $- 23^{\circ}$ Deklination eine mathematische Darstellung der Sternzahlen durch

¹⁾ ADALBERT PREY, Ueber die Gestalt und Lage der Milchstrasse. Aus dem LXIII. Bande der Denkschriften der math.-naturw. Classe der kais. Akademie der Wissenschaften, Wien 1896.

eine Kugelfunction zweiter Ordnung angewandt unter Ausscheidung der Stellen, die einem zweiten Hauptzweige offenbar angehören. Wenn alle Sternzahlen durch 1834·3, die Maximalzahl überhaupt (in $\alpha = 295^\circ$, $\delta = +32^\circ 5'$) dividirt werden, findet sich folgende Darstellung:

$$\begin{aligned} &0.4747 - 0.0726 \sin \delta + 0.1566 \left(\frac{1}{3} \sin^2 \delta - \frac{1}{3}\right) \\ &+ [0.0126 \cos \delta + 0.3513 \sin \delta \cos \delta] \cos \alpha \\ &+ [0.0310 \cos \delta - 0.1734 \sin \delta \cos \delta] \sin \alpha \\ &- 0.1857 \cos^2 \delta \cos 2\alpha - 0.0945 \cos^2 \delta \sin 2\alpha, \end{aligned}$$

die jedoch für verschiedene Parallelkreise, durch Curven dargestellt, dem wahren Verlauf der Sternzahlen nicht ausreichend folgt, es wird wohl der Ort, nicht aber die Höhe und Tiefe der Maxima und Minima wiedergegeben, sodass die Mitnahme von mehr Gliedern angezeigt gewesen wäre. Durch Differentiation nach α erhält PREY den Ort der Maximal- und Minimalsternzahlen ausgedrückt durch Nullsetzung von

$$- [0.0126 \cos \delta + 0.3513 \sin \delta \cos \delta] \sin \alpha + [0.0310 \cos \delta - 0.1734 \sin \delta \cos \delta] \cos \alpha + 0.3714 \cos^2 \delta \sin 2\alpha - 0.1890 \cos^2 \delta \cos 2\alpha.$$

Die Einführung rechtwinkliger Coordinaten zeigt ihm, dass ein zweischaliges Hyperboloid vorliegt, dessen Schnitte mit der Sphäre die Curven grösster und kleinster Sterndichtigkeit ergeben. Dasselbe ist nahe dem Zerfall in zwei Ebenen und diese Ebenen schneiden zwei Kreise aus von den Coordinaten:

| | | |
|------------------------------|--------|---------|
| $A =$ Rectascension des Pols | 199°35 | 108°55 |
| $D =$ Deklination des Pols | 17·90 | - 16·22 |
| $R =$ sphärischer Radius | 91·33 | 91·77 |

Offenbar entspricht der erste Kreis dem Zuge der grössten, der zweite dem Zuge der kleinsten Dichtigkeiten; letzterer interessirt also nicht weiter.

Für den zweiten Theil der Maximalsternzahlen, der sofort als nicht dem Hauptzuge angehörig erkannt wurde, hat PREY nur 11 Punkte und bestimmt den Kreis, der sich ihnen möglichst anschmiegt, in derselben Weise wie RISTENPART aus der Gleichung

$$\sin \delta \sin D + \cos \delta \cos D \cos (\alpha - A) - \cos R = 0.$$

Er findet

$$\begin{aligned} A_2 &= 182^\circ 11 \\ D_2 &= 19 \cdot 69 \\ R_2 &= 89 \cdot 40. \end{aligned}$$

Die beiden Resultate von RISTENPART und PREY stimmen bezüglich der ersten Hauptebene sehr gut überein, da sie sich in den Coordinaten des Poles nur um $\Delta A = 2^\circ 73'$, um $\Delta D = 0^\circ 77'$ unterscheiden. Dagegen stimmen die Pole der zweiten Hauptebene recht wenig untereinander ($\Delta A = 9^\circ 69'$, $\Delta D = 19^\circ 16'$), was an der kleinen Zahl des verschiedenartigen Materials liegt. Deswegen differiren auch die beiden Untersuchungen über die Lage und Entfernung der Schnittlinie beider Ebenen sehr.

So wunderbar nun auch vielleicht auf den ersten Blick die Ansicht von einer zweifachen Fundamentelebene erscheinen mag, so entspricht sie doch dem tatsächlichen Auftreten von zwei Sternverdichtungen über einen langen Zug der Milchstrasse, wo eine völlig symmetrische Anordnung nur ein Sternzahlenmaximum erzeugen würde. Man braucht nur die Sternzahlen in den RISTENPART'schen Tafeln der schwächeren Grössenklassen anzusehen und den Stundenkreisen $23^h 40^m$, $0^h 20^m$ und $1^h 0^m$ entlang zu gehen, um in den Deklinationen von ca. $52\frac{1}{2}^\circ - 62\frac{1}{2}^\circ$ die Lücken zwischen zwei deutlichen Maximis zu finden. Es entspricht diesen Stellen nicht etwa eine Gabelung der sichtbaren Milchstrasse, sondern

nur die Durchmusterungssterne nehmen an derselben theil; eine ähnliche Gabelung, die ebenfalls mit der Milchstrasse nichts zu thun hat, bespricht CELORIA auf pag. (39) seiner scandagli, wo er die nach R. A. Stunden abgezählten Sterne der *BD* graphisch darstellt. Schon STRUVE hat in den études d'astronomie stellaire, pag. (82), den Gedanken einer gebrochenen Fundamentelebene ausgesprochen; beide Theile sollten um 10° gegen einander geneigt sein und ihre Schnittlinie im Himmelsäquator liegen.

Doch handelt es sich aller Wahrscheinlichkeit nach um ein lokales Phänomen, herrührend von einem seitabgelagerten Sternhaufen und nicht um eine allgemeine Anordnung des ganzen Fixsternsystems; denn welche Art von Entstehung man ihm auch zuschreiben möge, keine wird sich angeben lassen, die eine Anordnung um zwei sich schneidende Ebenen zur Folge hätte. Jedenfalls aber dürfte heut zu Tage überhaupt die Berechtigung, die Sternvertheilung als ein Ganzes zu betrachten, bezweifelt werden, da die Ansicht, dass wir es mit vielen ausgedehnten Sternhaufen im Milchstrassensystem zu thun haben, wieder hervorzutreten beginnt, und keinesfalls dürfte die Annahme mit der Ableitung der Pole der grössten Sterndichten zugleich den Pol der Milchstrasse finden zu können auf Zustimmung rechnen, da, wie noch gezeigt werden wird, das Phänomen der Milchstrasse sich nicht auf die Vertheilung der Sterne bis zur 9. Grösse gründet. Die Schwierigkeit, welchen von den oben gefundenen Polen man für eine Anordnung der Sternzahlen nach galaktischen Zonen zum Ausgangspunkte wählen soll, wird sich daher nur so umgehen lassen, dass ein Punkt ungefähr in der Mitte aller dazu zu nehmen ist; auf ein paar Grade kann es ja nicht ankommen bei der Ableitung allgemeiner Resultate, die auf die speciellen Eigentümlichkeiten lokaler Abweichungen nicht eingehen. Der von SEELIGER angewandte HOUZEAU'sche Pol der Milchstrasse in $A = 192^\circ 15'$, $D = 27^\circ 30'$ entspricht aber dieser Bedingung recht nahe und ist daher gut geeignet, auch als Pol für die Untersuchung der Sternvertheilung zu dienen.

Demgemäss bildet SEELIGER neun 20° breite Kugelzonen von diesem Pole aus und bezeichnet sie mit I bis IX, sodass der Nordpol selbst inmitten der ersten, die eine Kalotte ist, liegt, der Aequator dieses Systems, die Milchstrasse, in der fünften. Es ist natürlich nicht möglich, die ungeheure Arbeit der Umrechnung der äquatorealen Sternörter in galaktische auszuführen, es genügt aber auch, da die Abzählungen nach 5° hohen und $40''$ breiten Trapezen angestellt sind, die Begrenzungslinien dieser galaktischen Zonen als gebrochene Linien den natürlichen Grenzlinien der Trapeze entlang laufen zu lassen, wobei eine graphische Darstellung der galaktischen Parallelkreise am Schluss von SEELIGER's Abzählungen der *SD* einen bequemen Anhalt bietet.

Die Sternzahlen in den einzelnen Zonen werden dann für die *BD*

| | Areal in □ Graden | | | | | | | | teleskop. Sterne. |
|--------|----------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------------|
| | | 1—6.5 | 6.6—7.0 | 7.1—7.5 | 7.6—8.0 | 8.1—8.5 | 8.6—9.0 | 9.1—9.5 | 6.6—9.5 |
| Zone I | 1398.7 | 208.5 | 177 | 308 | 475 | 992 | 2116 | 7831 | 11 899 |
| „ II | 2749.8 | 425.5 | 359 | 580 | 980 | 2050 | 4403 | 16235 | 24 607 |
| „ III | 3654.1 | 632.0 | 581 | 929 | 1565 | 3163 | 7004 | 27035 | 40 277 |
| „ IV | 3548.1 | 759.0 | 718 | 1152 | 2180 | 4316 | 10230 | 40893 | 59 489 |
| „ V | 3539.3 | 958.0 | 1039 | 1503 | 2977 | 5983 | 14017 | 61556 | 87 075 |
| „ VI | 2990.9 | 738.0 | 691 | 1070 | 1942 | 4042 | 9348 | 39509 | 56 602 |
| „ VII | 2076.1 | 321.5 | 260 | 412 | 839 | 1829 | 4336 | 16384 | 24 060 |
| „ VIII | 669.6 | 77.5 | 62 | 100 | 210 | 523 | 1398 | 4530 | 6 823 |
| Summe | 20626.7 | 4120 | 3887 | 6054 | 11168 | 22898 | 52852 | 213973 | 310832 |

Die neunte, den galaktischen Südpol umschliessende Zone kommt in der *BD* nicht vor. Die Anzahl der Quadratgrade, die jede Zone im Bereiche der *BD* bedeckt, ist in der zweiten Columne mit vermerkt.

Dividirt man alle Zahlen durch die zweite Columne, so erhält man die auf der Fläche eines Quadratgrades durchschnittlich in den Zonen stehenden

| Sterne | 1·0—6·5 | 6·6—7·0 | 7·1—7·5 | 7·6—8·0 | 8·1—8·5 | 8·6—9·0 | 9·1—9·5 | 6·6—9·5 |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Zone I | 0·1491 | 0·1266 | 0·2202 | 0·3396 | 0·7092 | 1·5128 | 5·5988 | 8·5070 |
| „ II | 0·1547 | 0·1306 | 0·2109 | 0·3564 | 0·7455 | 1·6012 | 5·9041 | 8·9488 |
| „ III | 0·1730 | 0·1590 | 0·2542 | 0·4283 | 0·8656 | 1·9168 | 7·3987 | 11·0225 |
| „ IV | 0·2139 | 0·2024 | 0·3247 | 0·5144 | 1·2164 | 2·8833 | 11·5255 | 16·7665 |
| „ V | 0·2707 | 0·2936 | 0·4247 | 0·8411 | 1·6904 | 3·9603 | 17·3920 | 24·6022 |
| „ VI | 0·2468 | 0·2310 | 0·3578 | 0·6493 | 1·3514 | 3·1255 | 13·2100 | 18·9248 |
| „ VII | 0·1549 | 0·1252 | 0·1985 | 0·4041 | 0·8810 | 2·0888 | 7·8917 | 11·5892 |
| „ VIII | 0·1157 | 0·0926 | 0·1493 | 0·3136 | 0·7810 | 2·0878 | 6·7652 | 10·1898 |

Es zeigt sich also überall in der Milchstrassenzone auch die grösste Zahl der Durchmusterungssterne. Die Vertheilung ist aber keineswegs vollkommen symmetrisch, namentlich die VI. Zone ist überall dichter besetzt als die IV. Dies rührt mit daher, dass die oben besprochene zweite Hauptebene PREY's und RISTENPART's in ihren ausgeprägtesten Stellen bei 0° und 50° in die VI. Zone fällt. Ferner ist der Ueberschuss der II. Zone über die erste nur ein recht geringer, herrührend von der bekannten Thatsache, dass der Milchstrassenpol durchaus nicht in der sternärmsten Gegend liegt. Die mittlere Zunahme einer Zone gegen die nächste findet SEELIGER, indem er die Summe der Sternichten durch die der Zone V dividirt und die Differenz der Quotienten gegen 8 durch 7 theilt. Das Resultat nennt SEELIGER den Gradienten. Offenbar würde bei gleichmässiger Vertheilung der Sterne in allen Zonen aus diesem Rechnungsvorgang der Werth 0, bei völliger Sternleere der Zonen, ausser der V. aber der Werth 1 herauskommen. Ersterer Annahme würde eine ganz gleichmässig mit Sternen erfüllte Kugel, letzterer aber eine ganz flache Scheibe in Richtung der Milchstrasse entsprechen. Die Werthe der Gradienten lassen also erkennen wie weit die Form des Sternsystems von beiden Extremen entfernt ist. Nun finden sich die Gradienten

| | |
|------------------------------------|--------|
| 1 ^m — 6 ^m ·5 | 0·3625 |
| 6·6 — 7·0 | 0·4806 |
| 7·1 — 7·5 | 0·4229 |
| 7·6 — 8·0 | 0·4725 |
| 8·1 — 8·5 | 0·4465 |
| 8·6 — 9·0 | 0·4511 |
| 9·1 — 9·5 | 0·5211 |
| 6·6 — 9·5 | 0·5009 |

Es zeigt sich also bei den helleren Sternen der Klasse 1—6·5 ein Hinneigen zur Kugelform, das immer weniger deutlich bei den schwächsten Sternen wird, und ersteres tritt noch klarer hervor, wenn SEELIGER die HOUZEAU'schen dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne einer ähnlichen Untersuchung unterwirft, getrennt für die Sterne 1—3^m und 4—6^m, für erstere findet sich der Gradient 0·3375, für letztere 0·1909, und da die ganz hellen Sterne wegen ihrer geringen Anzahl nicht sehr ins Gewicht fallen, ergibt sich hieraus für die dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne eine starke Annäherung an die gleichförmige Vertheilung. Das Gesamtbild des Sternsystems ist aber keineswegs

die HERSCHEL'sche flache Scheibe, sondern ein ziemlich stark abgeplattetes Ellipsoid.

Für die Sterne der *SD* findet SEELIGER, indem diesmal die Zone I¹⁾ überhaupt nicht ins Gebiet der bis zum Aequator erweiterten *SD* hineinreicht, die Sternzahlen

| Zone | Areal in □ Gra- den | 1—6·5 | 6·6—7·0 | 7·1—7·5 | 7·6—8·0 | 8·1—8·5 | 8·6—9·0 | 9·1—9·5 | 9·6—10·0 | Summe | 9·1—10·0 |
|-------------|---------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|----------|
| II | 397·1 | 61 | 65 | 81 | 164 | 287 | 730 | 2073 | 1736 | 5197 | 3809 |
| III | 1472·5 | 204 | 231 | 343 | 604 | 1224 | 3008 | 8559 | 6110 | 20283 | 14669 |
| IV | 1041·7 | 176 | 204 | 292 | 559 | 1199 | 2707 | 8343 | 7970 | 21450 | 16313 |
| V | 980·2 | 194 | 197 | 330 | 593 | 1423 | 4053 | 12489 | 8930 | 28209 | 21419 |
| VI | 980·6 | 222 | 202 | 269 | 602 | 1283 | 3171 | 9888 | 6475 | 22112 | 16363 |
| VII | 878·3 | 161 | 135 | 214 | 395 | 883 | 2004 | 5897 | 5015 | 14704 | 10912 |
| VIII | 1121·0 | 175 | 176 | 207 | 409 | 934 | 2104 | 5986 | 5399 | 15390 | 11385 |
| IX | 468·2 | 72 | 66 | 92 | 190 | 368 | 856 | 2330 | 2261 | 6225 | 4591 |
| Sum- me. | 7339·6 | 1265 | 1276 | 1828 | 3516 | 7601 | 18633 | 55565 | 43896 | 133580 | 99461 |

und demnach die Zahl der Sterne auf dem Quadratgrade

| Zone | 1—6·5 | 6·6—7·0 | 7·1—7·5 | 7·6—8·0 | 8·1—8·5 | 8·6—9·0 | 9·1—9·5 | 9·6—10·0 | Summe | 9·1—10·0 |
|------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|--------|----------|
| II | 0·154 | 0·163 | 0·204 | 0·413 | 0·723 | 1·838 | 5·220 | 4·371 | 13·087 | 9·592 |
| III | 0·139 | 0·157 | 0·233 | 0·410 | 0·831 | 2·043 | 5·812 | 4·149 | 13·774 | 9·962 |
| IV | 0·169 | 0·196 | 0·280 | 0·537 | 1·151 | 2·599 | 8·009 | 7·651 | 20·591 | 15·660 |
| V | 0·198 | 0·201 | 0·337 | 0·605 | 1·452 | 4·135 | 12·742 | 9·110 | 28·779 | 21·852 |
| VI | 0·226 | 0·206 | 0·274 | 0·614 | 1·308 | 3·234 | 10·084 | 6·603 | 22·549 | 16·687 |
| VII | 0·183 | 0·154 | 0·244 | 0·450 | 1·005 | 2·282 | 6·714 | 5·710 | 16·741 | 12·424 |
| VIII | 0·156 | 0·157 | 0·185 | 0·365 | 0·833 | 1·877 | 5·340 | 4·816 | 13·729 | 10·156 |
| IX | 0·154 | 0·141 | 0·197 | 0·406 | 0·786 | 1·828 | 4·977 | 4·829 | 13·317 | 9·806 |

Das Uebergewicht der Milchstrasse ist hier auf den ersten Blick viel geringer, ja in den 3 Helligkeitsklassen 1—6·5, 6·6—7·0, 7·6—8·0 übertrifft die VI. Zone die V. an Sterndichtigkeit; dementsprechend fallen auch die Gradienten erheblich kleiner aus als für die *BD*, nämlich

| | | | |
|-----------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|
| 1 ^m —6 ^m ·5 | 0·148 | 8 ^m ·6—9 ^m ·0 | 0·458 |
| 6·6—7·0 | 0·166 | 9·1—9·5 | 0·482 |
| 7·1—7·5 | 0·314 | 9·6—10·0 | 0·402 |
| 7·6—8·0 | 0·246 | 9·1—10·0 | 0·449 |
| 8·1—8·5 | 0·347 | 1—10·0 | 0·435 |

SEELIGER hält es indessen für verfrüht, aus diesen kleineren Gradientenzahlen auf eine wesentlich andere Sternvertheilung auf der Südhalbkugel zu schliessen, weil dazu doch erst die Sternabzählungen auch südlich des — 23. Parallels mit herangezogen werden müssten.

Nach der Ableitung der ersten allgemeinen Resultate aus den Abzählungen der *BD* und *SD* benutzt SEELIGER seine Feststellungen über die Beziehungen der *BD*-Grössen zu der photometrischen Skala ($\log \gamma = 0·4$), um in der Arbeit »Betrachtungen über die räumliche Vertheilung der Fixsterne« die Gestalt des

¹⁾ SEELIGER numerirt die Zonen jetzt umgekehrt wie bei der *BD*, hier ist dieselbe Numerierung wie bei *BD* eingeführt worden.

Fi xsternsystems selbst zu erforschen. Bezeichnet A_m die Anzahl aller Sterne bis zur Grösse m , so finden sich in der BD :

| bis zur Grösse | A_m | $\log \alpha$ | $\log \alpha_0$ |
|----------------|--------|---------------|-----------------|
| 6.5 | 4120 | — | — |
| 7.0 | 8007 | 0.289 | 0.267 |
| 7.5 | 14061 | 0.245 | 0.240 |
| 8.0 | 25229 | 0.254 | 0.253 |
| 8.5 | 48127 | 0.281 | 0.254 |
| 9.0 | 100979 | 0.322 | 0.274 |

α ist = $\frac{A_m}{A_m - \frac{1}{2}}$, giebt also das Verhältniss der Sterne bis zu einer bestimmten Grössenklasse zu denen bis zu der eine halbe Klasse helleren an. Die $\log \alpha$ zeigen nicht unerhebliche Schwankungen, die aber in den $\log \alpha_0$ bedeutend kleiner geworden sind, nachdem hier die Grenzen der Klassen auf photometrische Grössen umgerechnet sind. Nimmt man als Mittel der $\log \alpha_0$ 0.258, so darf man also allgemein aussprechen, dass die Anzahl der Sterne bis zu einer bestimmten photometrischen halben Klasse sich zu der nächstvorgehenden (nach halben Klassen abgetheilt) wie 1.81 zu 1 verhält, während eine gleichförmige Vertheilung $\log \alpha_0$ zu 0.300, also $\alpha_0 = 1.995$ ergäbe. Die Anzahl der Sterne nimmt also langsamer mit der Sterngrösse zu, als eine gleichmässige Vertheilung erforderte. Die Sterne sind um die Sonne etwas zusammengedrängt.

Wenn man aber, anstatt die Gesamtheit der Sternzahlen zu betrachten, nach den bekannten Zonen parallel zur Milchstrasse sondert und gleich auf photometrische Grössen reducirt, so findet sich

| Zone | $\log \alpha_{70}^0$ | $\log \alpha_{75}^0$ | $\log \alpha_{80}^0$ | $\log \alpha_{85}^0$ | $\log \alpha_{90}^0$ | Σ | Mittel |
|--------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------|--------|
| I | 0.246 | 0.248 | 0.222 | 0.232 | 0.239 | 1.187 | 0.237 |
| II | 245 | 234 | 230 | 239 | 244 | 192 | 238 |
| III | 261 | 241 | 234 | 236 | 250 | 222 | 244 |
| IV | 267 | 245 | 262 | 251 | 280 | 305 | 261 |
| V | 294 | 242 | 272 | 267 | 300 | 375 | 275 |
| VI | 265 | 239 | 247 | 257 | 281 | 289 | 258 |
| VII | 237 | 228 | 262 | 266 | 279 | 272 | 254 |
| VIII | 235 | 230 | 268 | 294 | 315 | 342 | 268 |
| Mittel | 0.256 | 0.239 | 0.250 | 0.255 | 0.274 | | |

Es ist also überall eine deutliche Zunahme der $\log \alpha_0$ gegen die Milchstrasse zu verzeichnen, wenn man von einzelnen Werthen in der VIII. Zone absieht, die nur mit einem kleinen Areal in der BD vertreten ist, sodass Zufälligkeiten mehr Einfluss gewinnen. Einmal, nämlich für die Sterne $9^m.0$, wird in der Milchstrasse sogar der Werth 0.300 erreicht. Der Umstand, dass nach der Milchstrasse hin die $\log \alpha_0$ zunehmen, sagt den Satz aus:

Die Verlangsamung der Zunahme der Sternzahlen mit der Grösse tritt um so stärker auf, je grösser die galaktische Breite der betr. Region ist und kommt in der Milchstrasse selbst stellenweise fast zum Stillstand. Die Gegenden, durch welche der Visionsradius streift, werden also mit der Entfernung relativ sternärmer, und zwar um so stärker, je grösser die galaktische Breite ist.

Die BD -Sterne schwächer als $9^m.0$ zeigen ein ähnliches Verhalten und α_{95} ist ebenso in der Milchstrasse ein Maximum, wie die analogen Werthe von α_{95}

und $\alpha_{10.0}$ für die $S.D.$ Die Sternzahlen auf den Quadratgrad bis zur Grösse 9.0 beider Durchmusterungen werden für die

| Zone | D | BD | SD | D' |
|------|------|-------|-------|------|
| I | 3.06 | 9.285 | — | 2.78 |
| II | 3.24 | 280 | 9.278 | 3.03 |
| III | 3.90 | 261 | 256 | 3.54 |
| IV | 5.34 | 204 | 174 | 5.32 |
| V | 7.36 | 125 | 080 | 8.17 |
| VI | 5.94 | 183 | 174 | 6.07 |
| VII | 3.99 | 256 | 256 | 3.71 |
| VIII | 3.56 | 270 | 278 | 3.21 |
| IX | 3.51 | — | 282 | 3.14 |

Dabei entsprechen aber die Grenzgrössen 9.0 den in der Tabelle unter BD und SD gleich mit aufgenommenen photometrischen Grössen und es liegt nahe alles auf die photometrische Grösse 9.2 zu reduciren, welche ungefähr die Mitte zwischen den vorkommenden hält. Thut man dies, so stehen auf dem Quadratgrad die unter D' angegebenen Zahlen von Sternen bis $9^m.2$. Die Stern-dichtigkeit darf danach in erster Annäherung als eine grade Function der galaktischen Breite angesprochen werden. Werden daher in der obenstehenden Tafel für $\log \alpha_0$ die symmetrisch zur Milchstrasse gelegenen Zonen zusammengezogen, und führt man in der theoretischen Formel für $\log \alpha_0$ in den Exponenten noch den Subtrahenden λ ein, so lautet dieselbe

$$\log \alpha_0 = \log \left(\frac{h_{m-1}}{h_m} \right)^{\frac{3-\lambda}{2}} = \log \gamma^{\frac{1}{2} \cdot \frac{3-\lambda}{2}} = \frac{3-\lambda}{2} \cdot 0.2 = \frac{3-\lambda}{10}$$

und es sind die Werthe von $\log \alpha_0$ und λ die folgenden

| Zone | $\log \alpha_0$ | λ |
|-------------|-----------------|-----------|
| I | 0.237 | + 0.63 |
| II und VIII | 243 | 57 |
| III „ VII | 248 | 52 |
| IV „ VI | 260 | 40 |
| V | 275 | 25 |

Somit hängt λ in erster Näherung nur von der galaktischen Breite ab, es ist zwar wie SEELIGER nachweist, in verschiedenen Gegenden derselben Zone recht verschieden, und namentlich von der Grösse nicht unabhängig, doch genügen für eine allgemeine Betrachtung obige Mittelwerthe.

CELORIA'S Abzählungen in der äquatorealen Zone von 0° bis 6° nördlicher Declination, die wohl bis zu den Sternen $11\frac{1}{2}$ Grösse gehen werden, vertheilt nun SEELIGER zunächst in die einzelnen galaktischen Zonen; weder die erste noch die neunte Zone kommen vor. Das Verhältniss der Zahlen dieser Sterne C zu den Sternen B der BD auf den gleichen Flächen erläutert die folgende Tabelle, in der J das Areal in Quadratgraden, C_1 und B_1 aber die Anzahlen dieser Sterne auf den Quadratgrad bedeuten.

| Zone | C | B | J | C_1 | B_1 | B_0 | $\log \frac{C_1}{B_1}$ | $\log \frac{C_1}{B_0}$ | $\log \left(\frac{C_1}{B_1} \right)_0$ |
|------|---------|--------|-------|-------|-------|-------|------------------------|------------------------|---|
| II | 27352.5 | 1230.5 | 404.4 | 67.6 | 3.04 | 3.20 | 1.347 | 1.325 | 1.386 |
| III | 22551.2 | 932.2 | 284.6 | 79.3 | 3.28 | 3.80 | 384 | 320 | 415 |
| IV | 29468.8 | 1487.8 | 254.6 | 115.7 | 5.83 | 5.45 | 297 | 327 | 299 |
| V | 41820.2 | 1833.2 | 284.6 | 146.9 | 6.44 | 7.48 | 358 | 293 | 315 |
| VI | 31705.5 | 1472.3 | 284.6 | 111.4 | 5.22 | 5.96 | 333 | 272 | 324 |
| VII | 25618.3 | 1342.5 | 329.5 | 77.7 | 4.07 | 3.85 | 281 | 305 | 312 |
| VIII | 22264.5 | 1184.5 | 314.5 | 70.8 | 3.77 | 3.54 | 274 | 301 | 319 |

Die $\log \frac{C_1}{B_1}$ könnten vielleicht eine schwache Zunahme gegen die Milchstrasse andeuten, führt man aber statt B_1 , der Zahl der BD -Sterne auf den Quadratgrad innerhalb des von den $CELORIA$ -Sternen bedeckten Areal, die Zahl B_0 der BD -Sterne pro Quadratgrad innerhalb der betr. Zone überhaupt ein, um lokale Unregelmässigkeiten in der Vertheilung der BD -Sterne besser auszugleichen, so ist in den Zahlen $\log \frac{C_1}{B_0}$ eine bedeutend grössere Gleichmässigkeit eingetreten, und dieselbe wird kaum gestört, wenn in $\log \left(\frac{C_1}{B_1} \right)_0$ nun die Zahl der BD -Sterne bis zur photometrischen Grösse $9^m.2$ pro Quadratgrad wie oben eingesetzt wird. Namentlich die geringe Verschiedenheit der Zahlen in der Columnne $\log \frac{C_1}{B_0}$ von dem Mittel 1:307 beweist, dass sich im Mittel die $CELORIA$ -sterne in ihrer Vertheilung in Bezug auf die Milchstrasse ebenso verhalten wie die BD -Sterne der ersten 9 Grössenklassen.

Ganz anders wird aber das Resultat, wenn man die Sternaichungen der beiden $HERSCHEL$ mit heranzieht. Bildet man auch hier nach Zonen vertheilt die Anzahlen H der Sterne pro Quadratgrad und stellt zum Vergleich die der $CELORIA$ -Sterne unter C aus der vorigen, der BD -Sterne unter D aus der Tafel auf Seite 88 wieder zusammen, so folgt

| Zone | H | C | D | $\frac{C}{D}$ | $\frac{H}{D}$ | $\frac{H}{C}$ |
|------|------|-------|------|---------------|---------------|---------------|
| I | 107 | — | 3.06 | — | 35.0 | — |
| II | 154 | 67.6 | 3.24 | 20.9 | 47.5 | 2.28 |
| III | 281 | 79.3 | 3.80 | 20.8 | 73.9 | 3.54 |
| IV | 560 | 115.7 | 5.34 | 21.7 | 104.9 | 4.84 |
| V | 2019 | 146.9 | 7.36 | 20.0 | 274.3 | 13.74 |
| VI | 672 | 111.4 | 5.94 | 18.8 | 113.1 | 6.03 |
| VII | 261 | 77.7 | 3.99 | 19.5 | 65.4 | 3.36 |
| VIII | 154 | 70.8 | 3.56 | 19.9 | 43.3 | 2.18 |
| IX | 111 | — | 3.51 | — | 31.6 | — |

Das Verhältniss $\frac{C}{D}$ ist, wie schon eben gesagt, nahezu constant für alle Zonen, dagegen ist ein ungeheures Anwachsen der $\frac{H}{D}$ gegen die Milchstrasse ausgeprägt. Wir erhalten kleinere und übersichtlichere Zahlen, wenn wir statt der $\frac{H}{D}$ die $\frac{H}{C}$ betrachten, was gestattet ist, da die Vertheilung der D und C die gleiche ist. Während also in den Zonen II und VIII die $HERSCHEL$ 'schen-Sterne an Zahl die $CELORIA$ -Sterne nur um mehr als das doppelte übertreffen, wird es in der Milchstrasse heinahe das 14fache, also 7 mal soviel. In hohen galaktischen Breiten nehmen also die schwächeren Sterne überaus langsam an Zahl zu und man kann sich fast des Gedankens nicht erwehren, dass hier schon $CELORIA$ nahe an die Grenzen des Systems vorgedrungen ist und $HERSCHEL$ nicht mehr viel weiter gehen konnte. Aber auch in der Milchstrasse ist die Zunahme weit geringer als man erwarten sollte, wenn $HERSCHEL$'s Grenzklasse thatsächlich mehrere Grössen tiefer liegt als bei $CELORIA$.

Um nun zu bestimmten Vorstellungen über die Gestalt der Begrenzung des Sternsystems zu gelangen, entwickelt SEELIGER zunächst ganz allgemein die Formeln, welche zwischen Sterndichtigkeit, Häufigkeit des Vorkommens von Sternen bestimmter Helligkeit und der Anzahl der Sterne bis zu einer gewissen Grössenklasse bestehen, beschränkt sich dann aber auf einfache plausible Annahmen, um zahlenmässige Ergebnisse zu erhalten. Der Ausdruck für die Häufigkeit des Vorkommens von Sternen von der Helligkeit H in der Entfernung 1, $\varphi(H)$ werde $= \frac{1}{H}$, also der Helligkeit umgekehrt proportional, die Sterndichte D aber $= K \cdot r^{-\lambda}$, wo λ der Werth aus der kleinen Tafel auf pag. 88 ist, gesetzt. Ist ferner h_n die Grösse, welche die hellsten Sterne von der Grösse h_0 annehmen würden, wenn sie aus der Entfernung 1 an die Grenzen des Fixsternsystems versetzt würden, dann findet SEELIGER für die Anzahl aller Sterne bis zur Grösse m' , wenn $m' \leq n$ ist, also für die Sterne, die heller sind als jene Grenzgrösse

$$A_{m'} = K \cdot d\omega \left(\frac{h_0}{h_{m'}} \right)^{\frac{3-\lambda}{2}} \cdot \frac{2}{(3-\lambda)(5-\lambda)},$$

wenn aber $m \geq n$, also für die allerschwächsten Sterne

$$A_m = K d\omega \left(\frac{h_0}{h_n} \right)^{\frac{3-\lambda}{2}} \left(\frac{1}{3-\lambda} - \frac{1}{5-\lambda} \frac{h_m}{h_n} \right);$$

$d\omega$ ist hier ein Flächenelement an der Sphäre.

Setzt man in letzterer Formel $m = \infty$, bestimmt also die Zahl aller Sterne überhaupt bis zu den am schwächsten leuchtenden (jedoch mit Ausschluss der dunkeln), so ist $h_m = 0$ und es wird

$$A_\infty = K d\omega \left(\frac{h_0}{h_n} \right)^{\frac{3-\lambda}{2}} \frac{1}{3-\lambda}.$$

Um K zu eliminiren, bestimmen wir

$$\frac{A_m}{A_{m'}} = \frac{1}{2} \left(\frac{h_{m'}}{h_n} \right)^{\frac{3-\lambda}{2}} \left\{ 5 - \lambda - (3 - \lambda) \frac{h_m}{h_n} \right\} \quad \text{und} \quad \frac{A_m}{A_\infty} = 1 - \frac{3 - \lambda}{5 - \lambda} \frac{h_m}{h_n}$$

Wenn wir nun $m' = 9.0$ der photometrischen Skala, m aber gleich der unbekanntenen Helligkeit der HERSCHEL'schen Sterne setzen, so ist A_m und $A_{m'}$ bekannt, also h_n dann zu bestimmen, wenn wir noch für m irgend eine plausible Annahme in der gleichen Skala setzen. SEELIGER macht dafür die vier Annahmen

a) $13^m \cdot 5$, b) $14^m \cdot 0$, c) $14^m \cdot 5$, d) $15^m \cdot 0$,
sodass wir haben für die

| Zone | λ | $A_m : A_{m'}$ | n | | | |
|-----------|-----------|----------------|-------|-------|-------|--------|
| | | | a | b | c | d |
| I u. IX | 0.63 | 33.3 | 11.58 | 11.55 | 11.53 | 11.51 |
| II „ VIII | 0.57 | 45.4 | 11.81 | 11.76 | 11.73 | 11.72 |
| III „ VII | 0.52 | 69.7 | 12.17 | 12.10 | 12.06 | 12.04 |
| IV „ VI | 0.40 | 109.0 | 12.42 | 12.33 | 12.29 | 12.27 |
| V | 0.25 | 274.3 | 13.22 | 12.95 | 12.86 | 12.81. |

$\frac{A_m}{A_{m'}}$ ist hier aus der Zusammenstellung auf pag. 89 entnommen. Für die Unbekannte h_n aber liefert die Gleichung nun die in der Tabelle für die 5 Zonen und die 4 Annahmen getrennten Werthe von h_n als die Helligkeiten, welche die hellsten Sterne, z. B. Sirius zeigen würden, wenn sie an die Grenzen des Sternsystems versetzt würden; dieselben sind für die 4 Annahmen merkwürdig wenig verschieden. Stehen diese hellsten Sterne ursprünglich im Abstände einer

Siriusweite, so ist nun r_1 der Radiusvektor der Grenzfläche des Sternsystems zu berechnen als

$$\log r_1 = \frac{n+2}{2} \cdot 0.4,$$

wenn die Helligkeit der Siriussterne zu -2 angesetzt wird. Für die vier Annahmen wären die Radienvektoren r_1 dann

| Zone | I u. | IX | a | b | c | d |
|------|------|------|------|-----|-----|-----|
| | II | VIII | 520 | 513 | 508 | 503 |
| | III | VII | 578 | 565 | 557 | 555 |
| | IV | VI | 682 | 661 | 649 | 643 |
| | V | | 766 | 735 | 721 | 715 |
| | | | 1108 | 977 | 938 | 916 |

Die Entfernung des Systems in der Richtung nach dem Pole der Milchstrasse kommt also zu rund 500, in der Richtung der Milchstrasse selbst zu 900 bis 1100 Siriusweiten heraus.

Die zweite obige Formel aber ergibt für die Gesamtzahl aller Sterne, wenn wir gleich für alle Zonen addiren, und wenn A_m , die Zahl der HERSCHEL'schen Sterne zu 27 Millionen angenommen wird, je nach den 4 Voraussetzungen über h_n

41.8, 32.8, 30.1, 28.9 Millionen.

Ueber die Sterndichtigkeiten in den verschiedenen Theilen dieses Sternsystems erhalten wir Auskunft, wenn wir in den Ausdruck für A_m' , $K = D \cdot r^\lambda$ einsetzen und nach D auflösen. Es resultirt

$$D = \left(\frac{h_m'}{h_0}\right)^{\frac{3-\lambda}{2}} \cdot \frac{A_m'}{d\omega} r^{-\lambda} \frac{(3-\lambda)(5-\lambda)}{2}.$$

Indem wir für $\frac{A_m'}{d\omega}$ die Anzahl der Sterne bis zur $9^m.0$ der BD , für $\log \frac{h_m'}{h_0}$ demgemäss -4.4 setzen, erhalten wir zusammengehörige Werthe von r und D , die SEELIGER graphisch darstellt, die aber auch aus folgender von KOBOLD in seinem Referat in V. A. G. 34. Jahrgang, Heft 3 gegebenen Tabelle übersichtlich hervorgehen. Nennt man die Sterndichtigkeit in der Entfernung 1 und in der Richtung nach dem galaktischen Pole 1, so entsprechen die Dichtigkeiten D der folgenden Tabelle den beigesetzten Entfernungen r , wobei nach den 4 galaktischen Breiten $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$ unterschieden ist.

| D | r für die galaktische Breite | | | |
|------|--------------------------------|------------|------------|------------|
| | 0° | 30° | 60° | 90° |
| 1.0 | 0.07 | 0.36 | 0.60 | 1.00 |
| 0.8 | 0.16 | 0.58 | 1.11 | 1.41 |
| 0.6 | 0.51 | 1.11 | 1.82 | 2.22 |
| 0.4 | 2.58 | 2.72 | 3.66 | 4.18 |
| 0.2 | 12.95 | 5.16 | 6.01 | 6.56 |
| 0.1 | 662 | 59 | 40 | 36 |
| 0.05 | 10570 | 277 | 132 | 108 |

Die Tabelle zeigt, wie rasch in der Richtung nach dem Pol die Dichtigkeit $\frac{1}{10}$ erreicht wird, während man in der Hauptebene beinahe 100 mal so weit gehen muss. Das ganze Fixsternsystem ist nach diesen Untersuchungen von SEELIGER also in grossen Zügen enthalten in einer Rotationsfigur, die ganz roh einem Ellipsoid ähneln würde, dessen kleine Axe etwa halb so gross ist wie die Hauptaxe, die Dichtigkeit in demselben ist aber stark verschieden, und nimmt

in der Hauptebene sehr langsam, nach den Polen zu aber sehr rasch ab. Die eigentliche Milchstrasse hat damit zunächst nichts zu thun.

Neben diesen höchst wichtigen Untersuchungen SEELIGER's, die zum ersten Mal auf der Grundlage wirklicher Beobachtungsergebnisse unsere Anschauung vorwärts führen in den Raum, von der Sphäre weg, an der sie bislang gehaftet, stützen die Anschauung auch mehrere graphische Darstellungen, obschon sie auf der Sphäre bleiben. Da sind zunächst die Planisferi Schiaparelli's, die seiner Publikation »Sulla distribuzione apparente delle stelle visibile ad occhio nudo« beigegeben sind. Sie stellen in stereographischer Polarprojection beide Hemisphären dar, und geben in Trapezen, die von 5° zu 5° abstehenden Deklinations- und $20''$ zu $20''$ auseinanderliegenden Stundenkreisen begrenzt werden, erstlich die Zahl aller Sterne bis zur Grösse 6.00, nachdem die Trapeze auf eine Ausdehnung von 100 Quadratgraden reducirt sind. Die das Mittel, das ungefähr 10 ist, übertreffenden Trapeze sind blau gezeichnet, die mehr als 15 Sterne enthaltenden in stärkerem und die 20 und mehr Sterne tragenden in ganz tiefem Blau. Der Zug der Milchstrasse tritt auf diese Weise angenähert hervor, doch sind in dieser wieder mehrere von einander getrennte Hauptdichtigkeitscentren ausgeprägt. Das intensivste und grösste zieht an der Südhalbkugel von $13^h - 65^\circ$ rückläufig zum Aequator, der in $5\frac{1}{2}^h$ geschnitten wird, und endet in $3^h + 30^\circ$. Die allerdichteste Stelle liegt in $8^h - 45^\circ$ mit 28 Sternen auf 100 Quadratgrade. Ein anderer ausgedehnter Streifen grösster Sterndichte läuft dann von $1^h + 55^\circ$ rückläufig nach $17^h 20'' + 25^\circ$ mit einem Maximum von $20\frac{1}{2}$ Sternen in $21^h 10'' + 45^\circ$. Wenn diese aus dem allgemeinen Verlauf der Milchstrasse hervortretenden stärkeren Dichtigkeiten als Repräsentanten von nahen und deshalb ausgedehnten Sternhaufen gedeutet werden können, so stände die Sonne also genau in der Mitte von 2 der grössten derselben. SCHIAPARELLI giebt dann auch die bildlichen Darstellungen der Vertheilung der Sterne jeder Grössenklasse von 5.00—6.00, 4.00—5.00, 3.00—4.00, 2.00—3.00 (in zwei verschiedenen grossen Trapezabschnitten) und endlich der Sterne bis zur 2.00 Grösse, natürlich müssen die Trapeze allmählich grösser dabei ausfallen, für die hellsten Sterne ist nur eine Zerfallung nach 8 Oktanten gewählt. Die beiden ersten Klassen zeigen noch ungefähr dieselbe Anordnung wie die Gesammtheit, die helleren aber nicht mehr und beweisen damit die noch genauer zu besprechende Existenz eines gesonderten Sternhaufens in unmittelbarer Nähe der Sonne. Zum Schluss legt SCHIAPARELLI alle Sterne der Uranometria Argentina bis zu 95° Südpolardistanz und $6''.2$ in einer gesonderten Darstellung nieder, die wieder den oben bezeichneten Sternhaufen in $8^h - 45^\circ$ offenbart.

STRATONOFF hat in seinem Atlas zu den »Etudes sur la structure de l'univers«¹⁾ diese Darstellungen fortgesetzt für die Sterne der *BD* und zwar in 9 Karten, deren erste die Sterne $1''-6''.0$ behandelt, dann ist jeder halben Grössenklasse eine Karte gewidmet, und endlich eine für die Darstellung der Sterne $1''-9''.0$ bestimmt. Aus allen geht hervor, dass das Minimum der Dichtigkeit nicht im Pole der Milchstrasse²⁾ liegt, sondern zwar bei 13^h , aber mehr nach dem Aequator zu verschoben, nur für die Sterne $8''.6-9''.0$ und $9''.1-9''.5$ ist der Nordpol der Milchstrasse selbst das Dichtigkeitsminimum. Die Maxima liegen der Milchstrasse ungefähr entlang, zeigen aber stellenweise nicht unbeträchtliche Ab-

1) Publications de l'observatoire de Tachkent, N. 2. Tachkent 1900.

2) Dies ist wahrscheinlich dem Zufall zuzuschreiben, dass dort der Sternhaufen Coma Berenices steht.

weichungen. Die Sternzahlen nehmen von dieser Hauptlinie gegen den Milchstrassenpol nicht gleichförmig ab, sondern für die helleren Klassen der teleskopischen Sterne ist die Gegend des äquatorialen Poles stärker besetzt als die gleichen galaktischen Breiten in der Nähe des Himmelsäquators. Dies kann aber ein scheinbares Phänomen sein, welches durch die andersartige Durchmusterung der Polargegenden (vergl. Band III, 2, pag. 519) entstanden ist. Es folgt aber weiter aus diesen graphischen Darstellungen aufs neue, dass das optische Phänomen der Milchstrasse nichts mit der Vertheilung der BD -Sterne bis $9^m \cdot 5$ zu thun hat. Weder ist die Gabelung der Milchstrasse vom Schwan bis zum Schützen auf den Karten irgendwie angedeutet, noch fallen die breiten und engen Stellen derselben mit solchen des Zuges der Maximaldichtigkeit zusammen, noch liegen die Dichtigkeitsmaxima im allgemeinen auf den Stellen grösster Helligkeit der Milchstrasse. Von HOUSSEAU's 21 *points d'éclat maximum*, die auf den Nordhimmel fallen, kämen für eine solche Coincidenz nur 2 oder 3 in Betracht.

Die Karten offenbaren dann aber nicht ein, sondern mehrere Dichtigkeitsmaxima in der Hauptzone, deren Lage unter den Sternen sich gut beurtheilen lässt, da STRATONOFF die helleren Sterne durch rothe Punkte fixirt hat. Sieht man von den Karten der hellsten halben Grössenklassen ab, die zu wenig Sterne enthalten, so zeigen die Sterne $7^m \cdot 1 - 7^m \cdot 5$ zunächst dieselbe Condensation zwischen Leyer und Cassiopea, welche auch SCHIAPARELLI's Karten offenbarten, mit dem Hauptmaximum in $20\frac{1}{2}^h + 45^\circ$. Zwei Condensationen von kleinerem Umfange liegen um $3\frac{1}{2}^h + 40^\circ$ im Perseus und um $5\frac{1}{2}^h + 40^\circ$ im Fuhrmann. In der Karte der Sterne $7^m \cdot 6 - 8^m \cdot 0$ ist die Hauptcondensation ausgedehnter und kräftiger, die zweite ist fast verschwunden, und nur in zwei kleinen Stellen im südlichen Perseus angedeutet, die dritte im Fuhrmann ist ausgedehnter geworden. Die Sterne $8^m \cdot 1 - 8^m \cdot 5$ zeigen die Hauptcondensation noch breiter und die Stelle mit umfassend, wo vorher die zweite war, die dritte Condensation hat sich verengert, und eine vierte tritt bei 7^h am Aequator auf. Die Karte der Sterne $8^m \cdot 6 - 9^m \cdot 0$ zeigt nur 2 Verdichtungen, die grosse von Adler und Leyer bis zur Cassiopea und eine neue grosse, die von Süden heraufkommend, die frühere dritte und vierte mit umfasst vom Einhorn bis zum Fuhrmann. Die Sterne $9^m \cdot 1 - 9^m \cdot 5$ zeigen ungefähr dieselbe Vertheilung.

Wenn man mehrere auf einander folgende Karten betrachtet, so kann man die Erstreckung dieser Condensationen in die Tiefe des Raumes mit der Vorstellung verfolgen. Die grosse Verdichtung scheint ihr Centrum in der Entfernung der Sterne $6^m \cdot 0 - 6^m \cdot 5$ zu haben, und ihre Breite nimmt nach den schwächeren Sternen hin wieder ab. Die zweite Verdichtung ist an Tiefenausdehnung kleiner, sie geht überhaupt nur von den Sternen $6^m \cdot 5$ bis zu denen $8^m \cdot 5$. Die dritte ist die entfernteste und fängt erst bei den Sternen $7^m \cdot 6 - 8^m \cdot 0$ an und verschmilzt sich dann mit der vierten.

So deuten die graphischen Darstellungen STRATONOFF's darauf hin, dass das Sternenheer aus mehreren grossen Sternhaufen besteht, deren drei sich am Nordhimmel offenbaren, zwischen ihnen liegen verhältnissmässig leere Stellen. In und ausser diesen sind noch mehrere kleine Haufen angedeutet, von denen er auf pag. 28 in der Anmerkung mehrere aufzählt.

Lineare Maasse im Sternsystem und die mittlere Sterndichte des Raums.

Die genaue Reduction der BD -Grössen auf photometrische, welche wir SEELIGER haben vornehmen sehen, hat die Folge, dass der mittlere lineare Ab-

stand der Sterne einer beliebigen Grösse angegeben werden kann. Mit Hilfe der photometrischen Constante $\log \gamma = 0.4$ ergeben sich die Abstände von Sternen von derselben absoluten Leuchtkraft, aber verschiedener scheinbarer Helligkeit in Einheiten der Sterne 1^m wie folgt:

| Grösse | $\log r$ | r | r' | ρ | Millionen Erdbahnradien | Billionen Kilometer | Lichtjahre |
|--------|----------|----------|--------|----------|----------------------------|------------------------|------------|
| 1 | 0.0 | 1.000 | 1.000 | 0''-2000 | 1.0313 | 154.184 | 16.286 |
| 2 | 0.2 | 1.585 | 1.549 | 0.1262 | 1.6346 | 244.365 | 25.811 |
| 3 | 0.4 | 2.512 | 2.371 | 0.0796 | 2.5906 | 387.292 | 40.908 |
| 4 | 0.6 | 3.981 | 3.572 | 0.0502 | 4.1058 | 613.817 | 64.835 |
| 5 | 0.8 | 6.310 | 5.269 | 0.0317 | 6.5073 | 972.835 | 102.757 |
| 6 | 1.0 | 10.000 | 7.576 | 0.0200 | 10.313 | 1541.84 | 162.86 |
| 7 | 1.2 | 15.845 | 10.578 | 0.0126 | 16.346 | 2443.65 | 258.11 |
| 8 | 1.4 | 25.119 | 14.317 | 0.0080 | 25.906 | 3872.92 | 409.08 |
| 9 | 1.6 | 39.811 | 18.788 | 0.0050 | 41.058 | 6138.17 | 648.35 |
| 10 | 1.8 | 63.096 | 23.948 | 0.0032 | 65.073 | 9728.35 | 1027.57 |
| 11 | 2.0 | 100 | 29.733 | 0.0020 | 103.13 | 15418.4 | 1628.6 |
| 12 | 2.2 | 158.489 | 36.066 | 0.0013 | 163.46 | 24436.5 | 2581.1 |
| 13 | 2.4 | 251.189 | 42.878 | 0.0008 | 259.06 | 38729.2 | 4090.8 |
| 14 | 2.6 | 398.107 | 50.099 | 0.0005 | 410.58 | 61381.7 | 6483.5 |
| 15 | 2.8 | 630.957 | 57.673 | 0.0003 | 650.73 | 97283.5 | 10275.7 |
| 16 | 3.0 | 1000.000 | 65.548 | 0.0002 | 1031.30 | 154184 | 16286 |

Die erste Columne vorstehender Tabelle enthält die photometrische Grösse, auf welche also alle Grössenzahlen vorerst reducirt werden müssen, ehe man mit ihnen in die Tabelle eingeht, die zweite enthält den \log der Entfernung des Sterns, der aus der strengen Formel $\log r = (m - 1) \frac{\log \gamma}{2}$ folgt, die dritte die Radien selbst, in Einheiten der Sterne 1^m . Die Tabelle ist bis zu den Sternen 16^m ausgedehnt, weil selbst die schwächsten HERSCHEL'schen Sterne, wengleich ihre photometrische Helligkeit nicht bekannt ist, dann jedenfalls in der Tabelle mit eingeschlossen werden. Es ist bei dieser Entfernungsbestimmung keine Rücksicht genommen auf die OLBERS'sche Extinction des Lichtes¹⁾, sondern es ist mit SEELIGER angenommen worden, dass diese zweifellos vorhandene Extinction doch so schwach sei, dass sie erst bei Lichtquellen ausserhalb des ganzen Fixsternsystems in Wirksamkeit tritt und diese vielleicht ganz auslöscht, sodass eine Kunde von Welten ausserhalb des Milchstrassensystems zu uns gelangt²⁾. STRUVE³⁾ hatte bekanntlich für die Constante der Extinction den Werth $\xi = 0.990651$ angenommen, als den Procentsatz der Lichteinheit, welcher nach Durchlaufen der Entfernungseinheit noch übrig bleibt. Mit dieser Annahme sind, nur um eine Vorstellung von der sich ungeheuer summirenden Wirkung der Extinction zu geben, die Entfernungen r' der vierten Columne berechnet, die auch SCHIAPARELLI⁴⁾ hat. Es ist dann die Parallaxe der Sterne 1^m durchschnittlich zu der runden Zahl von 0''-200 angenommen; dies liegt ebenso nahe dem von C. A. F. PETERS ermittelten Werth, wie dem Ergebniss der Unter-

1) OLBERS, Ueber die Durchsichtigkeit des Weltraums, Werke I, pag. 133.

2) SEELIGER, Betrachtungen über die räumliche Vertheilung der Fixsterne, pag. 8.

3) Etudes d'astronomie stellaire, pag. 88.

4) Sulla distribuzione apparate, pag. 26.

suchungen GYLDÉN's¹⁾ und aus diesem runden Werth sind dann die Parallaxen der anderen Grössenklassen abgeleitet. Der Parallaxe von $0''\cdot2$ entspricht ein Abstand von 1'0313 Millionen Erdbahnradien und daraus folgen in der 6. Columne die Abstände der Sterne in Halbmessern der Erdbahn. Die astronomische Einheit wird für eine Sonnenparallaxe von $8''\cdot80$ zu $[2\cdot1746439] = 149\cdot5009$ Millionen Kilometern erhalten, und in der Einheit von Billionen Kilometern sind dann in der 7. Columne die Sternabstände in unserem Längenmaass ausgedrückt. Das Licht legt im Jahre $[0\cdot97623] = 9\cdot4674$ Billionen Kilometer zurück, und so ergeben sich endlich in der 8. Columne die Zeiten, die das Licht durchschnittlich von dem Sterne einer bestimmten Grösse bis zu uns gebraucht.

Man kann sonach mit Hilfe dieser Tabelle an alle Entfernungen im Fixsternsystem einen vergleichenden Maassstab legen. Die Grenzen des Milchstrassensystems, die man durch die schwächsten HERSCHEL'schen Sterne als gegeben ansehen darf, würden je nach den 4 SEELIGER'schen Annahmen sehr verschieden weit gesteckt, aber auf höchstens 650 Millionen Erdbahnradien und 10000 Lichtjahre von der Sonne kommen.

Wie in diesem Raum die Fixsterne vertheilt sind, das können wir nur von dem innersten Zehntel desselben genauer angeben. Es liegt dabei die Frage nahe, in welchem durchschnittlichen linearen Abstand voneinander zwei Sterne im Weltraum stehen; diese Frage wird aber, um von etwaigen Irrungen in den Annahmen über die Abnahme der Sterndichte mit wachsender Entfernung frei zu sein, am besten nur für den Complex der Sterne 1—6^m beantwortet, welche ja sehr nahe gleichförmig vertheilt zu sein scheinen. Man kann dies nicht so machen, dass man sich den Raum aus lauter gleichen Tetraedern zusammengesetzt denkt²⁾, in deren Ecken die Sterne ständen, die dann von allen benachbarten gleichweit entfernt wären, da aneinandergelegte Tetraeder einen Raum nicht völlig zu erfüllen im Stande sind, sondern muss mit SEELIGER³⁾ die Wahrscheinlichkeitsrechnung anwenden. Werden dann 6000 Sterne bis 6^m vorausgesetzt und die Parallaxe der Sterne 6^m zu $0''\cdot02$ angenommen, so ist der durchschnittliche Abstand zweier von diesen 6000 in die Kugel mit dem Radius 10 eingeschlossenen Sternen $= \frac{1}{20\cdot35}$ von diesem Radius also etwa 0·5, halb so gross wie der Abstand der Sterne erster Grösse oder mit anderen Worten: durchschnittlich erscheint im Complex der Sterne bis 6^m jedem Stern sein aller nächster Nachbar 4 Mal so hell wie ein Normalstern, und dieser Nachbarstern hat die Parallaxe $0''\cdot41$. Das sind Zahlen, die bei uns für Sirius ungefähr zutreffen.

Denkt man sich nun die Masse dieser 6000 Sterne gleichmässig über den Raum verbreitet, so erhält man die mittlere Dichte, mit der der Weltraum mit Masse erfüllt ist. Wir haben aber Ursache, die mittlere Masse eines Sternes grösser als die Sonnenmasse anzunehmen einmal, weil die meisten Massenbestimmungen, die wir in Doppelsternsystemen von bekannter Parallaxe aus der Umlaufzeit haben schliessen können, uns grössere Massenwerthe als die Sonne kennen gelehrt und dann, weil die Bestimmungen des Helligkeitsverhältnisses der nächsten Fixsterne zur Sonne gezeigt, dass die Leuchtkraft der Fixsterne durchschnittlich grösser sein muss als die der Sonne. Setzen wir also die

¹⁾ A. N. 8258.

²⁾ Wie dies GORE gethan hat (vergl. Knowledge 1893 Jan., Referat in Himmel und Erde 6 Jahrg., pag. 47).

³⁾ A. N. 3273.

Masse eines Sternes durchschnittlich zu 10 Sonnenmassen an, so werden 60000 Kugeln von einem Radius von $\sin 15' 59'' \cdot 63$, wenn wir den Erdhalbmesser als Einheit setzen, in einem Raume von einem Radius von $\frac{206264 \cdot 8}{0 \cdot 02}$ vertheilt.

Die mittlere Dichte wird also in Einheiten der Sonnendichte

$$\frac{60000 \cdot \sin^3 15' 59'' \cdot 63 \cdot (0 \cdot 02)^3}{206264^3 \cdot 8} = [6 \cdot 710 - 30],$$

und da das spezifische Gewicht der Sonne $[0 \cdot 1540] = 1 \cdot 43$ ist, würde die Materie mit einer mittleren Dichte von $[6 \cdot 8950 - 30] = 7 \cdot 85 \cdot 10^{-24}$ im Weltraum vertheilt sein. Anschaulicher wird diese unvorstellbar geringe Zahl, wenn man zum Vergleich bemerkt, dass sich dieselbe Dichte ergibt, wenn man die Masse Wasser eines Würfels von 2^{mm} Seitenlänge auf einen Würfel von 100^{km} Kante vertheilt. Es ist kaum anzunehmen, dass die mittlere Dichtigkeit des Raumes, der die Sterne 6^m einschliesst, so klein ist, und wir werden fast zur Annahme dunkler Weltkörper oder gasiger Massen, die dann freilich schon eine gewisse Extinction bewirken müssten, selbst in diesem innersten Theile des Milchstrassensystems getrieben.

Der Sonnensternhaufen.

Ist nun auch die Sonne das Glied eines Sternhaufens, wie wir deren mehrere auf den STRATONOFF'schen Karten das Sternsystem zusammensetzen sahen? Der jüngere HERSCHEL hat zuerst in seinen mehrfach citirten »Results of Observations at the Cape of Good Hope« den Gedanken ausgesprochen, dass auf der südlichen Hemisphäre sich die helleren Sterne um einen Gürtel legen, der nicht mit der Milchstrasse zusammenfällt, und nachdem GOULD denselben in einem kleinen Aufsatz¹⁾ »On the Number and Distribution of the Bright Fixed Stars« wieder aufgenommen, begründet er ihn eingehend in der Uranometria Argentina. Danach ist die Sonne zunächst ein Glied eines kleinen, gar nicht so zahlreiche Mitglieder umfassenden Sternhaufens, der vielleicht etwas über 400 Sterne zählen mag, deren mittlere Helligkeit 3·6 oder 3·7 für uns wäre. Die Sonne steht nicht allzufern seiner Mitte, und der Sternhaufen ist nicht kugelförmig, sondern der Milchstrasse ähnlich abgeplattet. Daher prägt sich für uns auch von ihm ein breiter Ring, der dichter mit Sternen besetzt ist, an der Sphäre aus, und dieser von GOULD im Gegensatz zur Milchstrasse »galactic belt« genannte Gürtel durchzieht nicht als ein grösster, sondern als kleiner Kreis den Orion, den grossen Hund, die Taube, das Hintertheil und den Kiel des Schiffes, das Kreuz, den Centauren, den Wolf und den Kopf des Scorpions. Er ist dann weniger ausgeprägt im Ophiuchus und Hercules, doch seine Richtung ist auch an der nördlichen Hemisphäre festgelegt durch die hellen Sterne im Stier, dem Perseus, der Cassiopea, dem Cepheus, dem Schwan und der Leyer. Er bildet mit der Milchstrasse einen Winkel von weniger als 20° und schneidet sie im Kreuz und in der Cassiopea. Sein Pol mag zu etwa 11^h 25^m in R. A. und + 30° in Deklination angenommen werden, der sphärische Radius etwa zu 93°. Seine Existenz wird ausser durch den Augenschein auch dadurch bewiesen, dass von den 527 Sternen heller als 4. Grösse nur 306 der Milchstrasse näher als 30° Abstand, 330 aber diesem Gürtel näher als 30° liegen. Zählt man nun die Sterne nördlich und südlich, sowohl der Milchstrasse als des Gürtels ab, so ergibt sich:

1) Von 281 Sternen, die weniger als 30° sowohl von der Milchstrasse wie von dem Gürtel entfernt sind, liegen

¹⁾ Proceedings of the American Association for the Advancement of Science 1874, pag. 115.

| | | | |
|--------------|----------------|--------------|---------------------|
| 140 nördlich | } des Gürtels, | 107 nördlich | } der Milchstrasse. |
| 141 südlich | | 174 südlich | |

2) Von 355 Sternen, die entweder der Milchstrasse oder dem Gürtel sich auf mehr wie 30° nähern, liegen

| | | | |
|--------------|----------------|--------------|---------------------|
| 179 nördlich | } des Gürtels, | 146 nördlich | } der Milchstrasse. |
| 176 südlich | | 209 südlich | |

3) Von den 330 Sternen, die dem Gürtel näher als 30° kommen, liegen

| | | | |
|--------------|----------------|--------------|---------------------|
| 162 nördlich | } des Gürtels, | 129 nördlich | } der Milchstrasse. |
| 168 südlich | | 201 südlich | |

Es ist also die Milchstrasse keine Symmetrieebene für die Sterne heller als 4. Grösse, die zumeist südlich von ihr liegen, wohl aber theilt der Gürtel in allen 3 Fällen die Zahl der Sterne in nahezu gleiche Theile. Aber dieser Gürtel der helleren Sterne hat auch das mit der Milchstrasse gemein, dass er sich zweitheilt, indem er einen Ast nicht weit von α Centauri abspaltet, der die hellen Sterne des Schützen und des Schwanzes des Scorpions enthält, den Adler und Delphin durchquert und den Hauptzweig in der Andromeda trifft.

SECCHI¹⁾ berichtet, dass wenn man Fomalhaut zum Pole eines grössten Kreises mache, dann die meisten Sterne bis zur 4. Grösse nur unbedeutend von dem Laufe dieses Kreises abweichen und berechnet ihre Abstände von demselben, die nur in wenigen Fällen auf 45° steigen. Der Nordpol dieses Bandes der hellen Sterne käme in $10^h 45^m + 30^{\circ 2)}$ zu liegen, also nur in α etwas abweichend von GOULD's Werth. Freilich braucht SECCHI für die übrigen Sterne heller als 4^m noch ein zweites Lichtband, dessen Pol ungefähr α Cephei ist, und er will mehr beschreiben, während GOULD in dem ganzen Complex der hellen Sterne die einheitliche Symmetrieebene sucht.

Hierher gehört auch die Schlussbetrachtung des V. Kapitels: »On the form of the galactic cluster,« mit welcher PEIRCE seine »Photometric Researches« in Vol. IX der Annals of the Astronomical Observatory of Harvard College schliesst. Er theilt zunächst parallel der Milchstrasse die ganze Kugel in 7 Zonen, von ca. 26° Höhe, welche er vom Nordpole der Milchstrasse beginnend als Berenicean Pol, Berenicean Apogalactic, Berenicean Perigalactic, Engalactic, Magellanic Perigalactic, Magellanic Apogalactic und Magellanic Pol bezeichnet. Er stellt dann fest, dass die beiden perigalaktischen Zonen an Sternen der ersten 6 Grössenklassen nur minimal ärmer sind, als die engalaktische der Milchstrasse, und dass andererseits die beiden Folgenden ebenso reich an Sternen sind, wie die apogalaktischen Zonen. Die helleren Sterne sind also nicht in einem regelmässig mit höheren Breiten dünner besetzten Ellipsoid enthalten. Die Form, welche die Curven gleicher Dichtigkeit in Schnitten senkrecht zur Milchstrasse haben, bestimmt PEIRCE, indem er die mittleren Sterndichten der in HEIS und BEHRMANN's Atlanten enthaltenen Sterne in einem Würfel von einer der Entfernung der Sterne 1^m entsprechenden Seitenlänge, wie folgt, berechnet:

¹⁾ Alcune ricerche di astronomia siderale relative specialmente alla distribuzione delle stelle nello spazio, memoria del P. ANGELO SECCHI. Memoria del Nuovo Osservatorio del Collegio Romano 1856—7. Roma 1857.

²⁾ Mit Verbesserung eines Fehlers von 12 Stunden bei SECCHI.

| | 1 ^m | 2 ^m | 3 ^m | 4 ^m | 5 ^m | 6 ^m |
|---------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Galaktische Pole | 0·52 | 0·23 | 0·30 | 0·18 | 0·39 | 0·30 |
| Apogalaktische Zonen . . | 0·34 | 0·42 | 0·51 | 0·34 | 0·32 | 0·29 |
| Perigalaktische Zonen . . | 0·69 | 0·54 | 0·39 | 0·49 | 0·46 | 0·37 |
| Milchstrasse | 1·21 | 0·62 | 0·60 | 0·49 | 0·52 | 0·37 |
| Radienvektoren | 1·27 | 2·80 | 4·06 | 5·81 | 8·15 | 12·9 |

Indem er nun die Dichtigkeiten in ein rechtwinkliges Coordinatensystem einträgt, das in einem Schritte senkrecht zur Milchstrasse die Sonne zum Ausgangspunkte hat, kann er die Curven gleicher Sterndichten ziehen, was er mit der Tendenz, möglichst elegante Figuren zu bekommen, thut. Er erhält so eine Schaar kassinischer Ovale, die auf Tafel III der citirten Annalen abgebildet sind. Sie drängen sich in einer dem Abstand der Sterne 2. Grösse entsprechenden Entfernung dicht zusammen und zeigen, dass hier die grösste Verdichtung eines Ringes der helleren Sterne liegt, der die Sonne zunächst concentrisch umgiebt, ohne sich weit über die Breite der Milchstrasse auszudehnen. Die Sonne liegt von der Ebene dieses Ringes aus nach der Seite der Berenice, ebenso wie sie über die Milchstrassenebene nach Norden erhoben ist. Der Umstand, dass die Sonne das Centrum all dieser Ovale bildet, zeigt indes, ein wie starker Zwang mit diesen regelmässigen Figuren der Wirklichkeit angethan ist. Nicht darum hat COPERNICUS die Erde als Mittelpunkt der Planetenwelt entthront, damit seine Jünger sie in den Mittelpunkt des Weltalls rücken sollten.

Dass die helleren Sterne lange nicht die gleiche starke Condensation zur Milchstrasse hin zeigen, wie die schwächeren, ergeben auch mehrere elementare Untersuchungen mit den Karten von HEIS und HOUZEAU. Auf den HEIS'schen Karten bedeckt nach GORE¹⁾ die Milchstrasse 5340 Quadratgrade oder 25·88 $\frac{8}{100}$ des ganzen dargestellten Areal, es fallen aber in ihre Fläche nur 1199 oder 30·7 $\frac{8}{100}$ der dargestellten (dem unbewaffneten Auge sichtbaren) Sterne, also kaum mehr wie eine gleichförmige Vertheilung erwarten liesse. Andererseits giebt PLASSMANN das gesammte Areal der Milchstrasse auf 4189 Quadratgrade oder 0·10155 der Kugel an, danach müssten auf den HOUZEAU'schen Karten von 5719 Sternen 580·76 in der Milchstrasse stehen, GORE²⁾ zählt dort 706, also wiederum nur wenig mehr als den Durchschnitt.

Wenn aber wirklich die Sonne zunächst ein Sternhaufen umgiebt, der klein ist im Verhältniss zu dem gesammten Sternheere, so können sich in der Vertheilung der helleren Sterne gar nicht dieselben Gesetze ausprägen wie für die schwächeren. KOBOLD benutzt in V. A. G. 34. Jahrgang, pag. 212 ein vollständiges Verzeichniss aller Sterne bis zur photometrischen Grösse 6·0 über den ganzen Himmel, das er sich nach der Harvard Photometry und der Southern Harvard Photometry angelegt, dazu, um dies zahlenmässig klar zu legen. Zunächst sind nach halben Sternklassen und nach den 9 SEELIGER'schen Zonen getrennt, folgende Sternzahlen vorhanden:

¹⁾ Observatory 1889, pag. 370.

²⁾ Observatory 1890, pag. 149.

| Zone | bis 2 ^m | 2 ^m :5 | 3 ^m :0 | 3 ^m :5 | 4 ^m :0 | 4 ^m :5 | 5 ^m :0 | 5 ^m :5 | Summe | Areal in □ Graden |
|-------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|----------------------|
| I | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 | 7 | 27 | 29 | 69 | 1243·9 |
| II | 6 | 4 | 5 | 11 | 16 | 26 | 54 | 90 | 212 | 3581·7 |
| III | 2 | 2 | 14 | 18 | 30 | 34 | 91 | 158 | 349 | 5487·5 |
| IV | 10 | 7 | 15 | 18 | 47 | 94 | 132 | 244 | 567 | 6731·7 |
| V | 23 | 12 | 28 | 42 | 61 | 109 | 268 | 316 | 859 | 7163·8 ¹⁾ |
| VI | 14 | 8 | 15 | 28 | 68 | 93 | 173 | 290 | 689 | 6731·7 |
| VII | 3 | 3 | 10 | 16 | 27 | 60 | 88 | 169 | 376 | 5487·5 |
| VIII | 4 | 0 | 3 | 7 | 28 | 36 | 53 | 104 | 235 | 3581·7 |
| IX | 1 | 1 | 0 | 4 | 3 | 7 | 23 | 34 | 73 | 1243·9 |
| Summe | 64 | 38 | 93 | 144 | 281 | 466 | 909 | 1434 | 3429 | 41253·0 |

Damit ergibt sich für die Zahl der Sterne auf 100 Quadratgraden

| Zone | bis 2 ^m | 2 ^m :5 | 3 ^m :0 | 3 ^m :5 | 4 ^m :0 | 4 ^m :5 | 5 ^m :0 | 5 ^m :5 | Summe |
|--------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| I | 0·08 | 0·08 | 0·24 | 0·00 | 0·08 | 0·56 | 2·17 | 2·33 | 5·55 |
| II | 17 | 11 | 14 | 31 | 0·45 | 0·73 | 1·51 | 2·51 | 5·92 |
| III | 04 | 04 | 26 | 33 | 0·55 | 0·62 | 1·66 | 2·88 | 6·36 |
| IV | 15 | 10 | 22 | 27 | 0·70 | 1·40 | 1·96 | 3·63 | 8·42 |
| V | 32 | 17 | 39 | 59 | 0·85 | 1·53 | 3·74 | 4·41 | 11·99 |
| VI | 21 | 12 | 22 | 42 | 1·01 | 1·88 | 2·57 | 4·31 | 10·24 |
| VII | 05 | 05 | 18 | 29 | 0·50 | 1·09 | 1·60 | 3·08 | 6·85 |
| VIII | 11 | 00 | 08 | 20 | 0·78 | 1·01 | 1·48 | 2·90 | 6·56 |
| IX | 08 | 08 | 00 | 32 | 0·24 | 0·56 | 1·85 | 2·73 | 5·87 |
| Mittel | 0·16 | 0·09 | 0·23 | 0·35 | 0·68 | 1·13 | 2·20 | 3·48 | 8·31 |

So zeigt sich also wohl ein Anwachsen der Sternzahlen gegen die Milchstrasse, bildet man aber SEELIGER'S α , die $\frac{A_m}{A_{m-1}}$, so hat man zunächst folgende Tafel der A_m

| Zone | 2 ^m | 2 ^m :5 | 3 ^m :0 | 3 ^m :5 | 4 ^m :0 | 4 ^m :5 | 5 ^m :0 | 5 ^m :5 |
|-------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| I | 1 | 2 | 5 | 5 | 6 | 18 | 40 | 69 |
| II | 6 | 10 | 15 | 26 | 42 | 68 | 122 | 212 |
| III | 2 | 4 | 18 | 36 | 66 | 100 | 191 | 349 |
| IV | 10 | 17 | 32 | 50 | 97 | 191 | 323 | 567 |
| V | 23 | 35 | 63 | 105 | 166 | 275 | 543 | 859 |
| VI | 14 | 22 | 37 | 65 | 133 | 226 | 399 | 689 |
| VII | 3 | 6 | 16 | 32 | 59 | 119 | 207 | 376 |
| VIII | 4 | 4 | 7 | 14 | 42 | 78 | 131 | 235 |
| IX | 1 | 2 | 2 | 6 | 9 | 16 | 39 | 73 |
| Summe | 64 | 102 | 195 | 339 | 620 | 1086 | 1995 | 3429 |

Aus derselben mögen der bequemerer Rechnung wegen nur die numerischen Werthe der α abgeleitet werden

¹⁾ V. A. G. 34. Jahrg., pag. 213 steht nur die Hälfte dieses Werthes.

| Zone | $\alpha_{2.5}$ | $\alpha_{3.0}$ | $\alpha_{3.5}$ | Mittel | $\alpha_{4.0}$ | $\alpha_{4.5}$ | $\alpha_{5.0}$ | $\alpha_{5.5}$ | Mittel | Gesamtmittel |
|--------|----------------|----------------|----------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------|--------------|
| I | 2.00 | 2.50 | 1.00 | 1.83 | 1.20 | 2.17 | 3.08 | 1.72 | 2.04 | 1.95 |
| II | 1.67 | 1.50 | 1.73 | 1.63 | 1.62 | 1.62 | 1.79 | 1.74 | 1.69 | 1.67 |
| III | 2.00 | 4.50 | 2.00 | 2.83 | 1.83 | 1.52 | 1.91 | 1.83 | 1.77 | 2.23 |
| IV | 1.70 | 1.88 | 1.56 | 1.71 | 1.94 | 1.97 | 1.69 | 1.76 | 1.84 | 1.79 |
| V | 1.52 | 1.80 | 1.67 | 1.66 | 1.58 | 1.66 | 1.97 | 1.58 | 1.70 | 1.68 |
| IV | 1.57 | 1.68 | 1.76 | 1.67 | 2.05 | 1.70 | 1.77 | 1.73 | 1.81 | 1.75 |
| VII | 2.00 | 2.67 | 2.00 | 2.22 | 1.84 | 2.02 | 1.74 | 1.82 | 1.85 | 2.01 |
| VIII | 1.00 | 1.75 | 2.00 | 1.58 | 3.00 | 1.86 | 1.68 | 1.79 | 2.08 | 1.87 |
| IX | 2.00 | 1.00 | 3.00 | 2.00 | 1.50 | 1.78 | 2.44 | 1.87 | 1.90 | 1.94 |
| Mittel | 1.59 | 1.91 | 1.73 | 1.74 | 1.83 | 1.75 | 1.84 | 1.70 | 1.78 | 1.77 |

KOBOLD hat zunächst die $\alpha_{2.5}$ bis $\alpha_{3.5}$ und die $\alpha_{4.0}$ bis $\alpha_{5.5}$ gemittelt, um eine event. Verschiedenheit der allerhellsten Sterne gegen die schwächeren mit unbewaffnetem Auge sichtbaren zu untersuchen. Eine solche ist stellenweise vorhanden, namentlich in Zone III und VIII, doch verschwindet sie in den Mittelzahlen, die für die hellsten Sterne $\alpha = 1.74$, für die anderen 1.78 sind. Das allgemeine Mittel ist 1.76, wozu $\log \alpha = 0.248$ gehört; für die schwächeren Klassen der *BD* fand SEELIGER im Generalmittel $\log \alpha = 0.258$, also besteht nur ein unwesentlicher Unterschied. Jedenfalls liegt $\log \alpha$ auch für die Sterne heller als 6^m weit unter dem theoretischen Werth 0.3 und der Schluss, dass die Sternzahlen beträchtlich langsamer mit der Sterngrösse zunehmen, als eine gleichförmige Vertheilung und gleiche Leuchtkraft erfordert, gilt auch für die Sterne der ersten 6 Grössenklassen, wie dies aus SCHIAPARELLI's schon erwähnten Untersuchungen ebenfalls hervorgeht. Betrachtet man aber den Gang der α in den 9 Zonen, so zeigt sich nicht das geringste Anwachsen gegen die Milchstrasse und fassen wir nach SEELIGER's Vorgang symmetrische Zonen zusammen, so erhalten wir noch folgendes Täfelchen:

| Zone | $\alpha_{0 \dots 3.5}$ | $\alpha_{4.0 \dots 5.5}$ | $\alpha_{0 \dots 3.5}$ | $\alpha_{0 \dots 3.5}$ |
|-----------|------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|
| I u. IX | 1.92 | 1.97 | 1.95 | 1.73 |
| II „ VIII | 1.61 | 1.89 | 1.77 | 1.75 |
| III „ VII | 2.53 | 1.81 | 2.12 | 1.77 |
| IV „ VI | 1.69 | 1.83 | 1.77 | 1.82 |
| V | 1.66 | 1.70 | 1.68 | 1.88 |

In den ersten 3 Columnen zeigt sich keineswegs das regelmässige Anwachsen der letzten, die die Ergebnisse SEELIGER's für die *BD*-Sterne bis $9^m.0$ enthält. Es ist also die Abnahme der hellen Sterne mit der Entfernung keine einfache Function der galaktischen Breite. Die helleren Sterne sind nicht dem gleichen Gesetz unterworfen wie die teleskopischen, dass die Abnahme der Sternzahlen mit wachsender Grösse um so rascher erfolgt, je grösser die galaktische Breite ist. Diese Sonderstellung der helleren Sterne verträgt sich gut mit der Annahme, dass ein wesentlicher Theil von ihnen einem die Sonne einschliessenden Sternhaufen angehört, der in sich nicht dieselben Gesetze der Sternvertheilung befolgt, wie das ganze Sternengebiet.

Das gleiche Ergebniss findet SEELIGER in seiner Arbeit »Zur Vertheilung der Fixsterne am Himmel«¹⁾. Zwar die $\log \alpha_{6.0}$ und $\log \alpha_{6.5}$, die er aus den Abzählungen der *BD*-Sterne $1-5^m.5$, $1-6^m.0$, $1-6^m.5$ erhält, nachdem die Werthe

¹⁾ Sitzungsber. der k. bayer. Academie d. Wiss. Bd. XXIX., Heft III.

daraufhin corrigirt sind, dass die *BD*-Grössen $5^m.5$, $6^m.0$, und $6^m.5$ sich nicht um eine genaue halbe Grössenklasse, sondern um Beträge unterscheiden, die nach galaktischen Zonen verschieden sind, wie dies SEELIGER früher (vergl. pag. 79) bestimmt hatte, zeigen einen ganz unregelmässigen Verlauf, aus dem eben nur soviel hervorgeht, dass die dadurch beabsichtigte Reduction auf photometrische Grössen für diese hellen Klassen eben doch nicht genügend herbeigeführt ist, und daher die *BD*-Grössen wegen der geringen Zahl der Sterne überhaupt für feinere Untersuchungen nicht geeignet sind. SEELIGER nimmt also die Harvard-Photometry und zählt hier die Sterne $1^m - 5^m.5$ und $1^m - 6^m.0$ ab. Er erhält so nach Zonen

| | 1—5 ^m .5 | 1—6 ^m .0 | log a_{60} |
|-------|---------------------|---------------------|--------------|
| I | 56 | 109 | 0.289 |
| II | 129 | 226 | 0.243 |
| III | 181 | 315 | 0.240 |
| IV | 229 | 385 | 0.225 |
| V | 314 | 495 | 0.198 |
| VI | 250 | 392 | 0.190 |
| VII | 106 | 183 | 0.237 |
| VIII | 24 | 44 | 0.263 |
| Summe | 1289 | 2149 | 0.222 |

Die Werthe für $\log a_{60}$ dürfen noch nicht als definitive gelten, weil die Harvard Photometry in den Sternen bis $6^m.0$ der photometrischen Skala vielleicht nicht vollzählig ist, da ihr Programm die Sterne der *BD* nur bis zur Grösse $6^m.0$ vollständig bildeten, und die Sterne der $6^m.1$ und $6^m.2$ meist, die schwächeren dagegen nur dann aufgenommen wurden, wenn Gründe bestanden, sie für mindestens $6^m.0$ doch zu halten. SEELIGER berechnet nun, wie viele von den nicht in die Harvard Photometry aufgenommenen Sternen $6^m.1$ und $6^m.2$ der *BD* noch für $6^m.0$ oder heller nach der photometrischen Skala gelten dürfen, und findet dann als Gesamtzahl der Sterne bis $6^m.0$

| Zone | 1—6 ^m .0 | log a_{60} | Zone | 1—6 ^m .0 | log a_{60} |
|------|---------------------|--------------|------|---------------------|--------------|
| I | 110 | 0.293 | V | 522 | 0.221 |
| II | 237 | 0.264 | VI | 409 | 0.214 |
| III | 322 | 0.250 | VII | 192 | 0.258 |
| IV | 397 | 0.239 | VIII | 46 | 0.283 |

Hier ist noch deutlicher als in den vorigen $\log a_{60}$ das Gesetz offenbart, dass nicht eine Zunahme gegen die Zone V stattfindet, sondern eine Abnahme. Dem Sternhaufen, der die Sonne zunächst umgibt, und der eine besondere von der Milchstrasse losgelöste Stellung einnimmt, gehören also die Sterne bis $6^m.0$ (photom.) grösstentheils ebenfalls noch an. Einen weiteren Beweis für die Existenz desselben liefern die Untersuchungen KAPTEYN'S über die Vertheilung der Sterne mit E. B. über $0''.04$, die noch ausführlicher zu besprechen sind; da eine starke Eigenbewegung ein sichererer Massstab für die kleine Entfernung eines Sterns ist als grosse Helligkeit und diese starkbewegten Sterne keine Anhäufung in der Ebene der Milchstrasse zeigen, so beweisen auch sie die Sonderstellung eines centralen Sternhaufens.

Vertheilung der verschiedenen Spectraltypen.

Nach den Untersuchungen über die Vertheilung der Sterne überhaupt wenden wir uns zu der von besonderen Klassen von Sternen und beginnen mit den verschiedenen Spectralklassen. Das Hauptmaterial zu allen einschlägigen Betrachtungen

liefert der Draper-Catalogue der Harvard-Sternwarte, der in Band XXVII ihrer Veröffentlichungen ausführlich mitgeteilt, in Band XXVI aber eingehend besprochen ist. Mit einem photographischen Objectiv, das bei 20 *cm* Oeffnung und 115 *cm* Brennweite eine Fläche von 10 Quadratgraden ohne merkbare Distorsion auf einmal abzeichnete, wurden von allen Sternen statt punktförmiger Bilder sofort die Spectren erhalten, indem ein Prisma von 8 Zoll im Quadrat mit dem brechenden Winkel von 13° vor das Objectiv gesetzt wurde. So wurde der ganze Himmel bis — 25° Deklination mit Platten bei einer Expositionszeit von 5^m bedeckt, nur in den Polgegenden wurde diese verlängert. Die erhaltenen Spectra wurden nach Klassen, die mit dem Buchstaben *A* bis *M* bezeichnet waren, mit folgender Bedeutung¹⁾ abgetheilt.

- | | | |
|--|---|---|
| erster Typus | { | A. Die Spectra enthalten nur Wasserstofflinien und die Linie <i>K</i> (rein erster Typus). |
| | | B. Es treten einzelne andere Linien daneben auf meist in 402·6 und 447·1 $\mu\mu$. |
| | | C. Die Wasserstofflinien <i>G</i> und <i>h</i> scheinen doppelt zu sein, sonst wie <i>A</i> . |
| | | D. In Spectren des ersten Typus sind noch breite Banden vorhanden. |
| zweiter Typus | { | E. Nur die Linien <i>F</i> , <i>H</i> und <i>K</i> sind sichtbar. |
| | | F. Ausser <i>F</i> sind noch andere Wasserstofflinien neben <i>H</i> und <i>K</i> vorhanden. |
| | | G. Es treten noch andere Linien hinzu. |
| | | H. Das Spectrum ist heller für die Strahlen, deren Wellenlänge 431 $\mu\mu$ übersteigt. |
| | | I. Wie <i>H</i> , nur treten noch mehr dunkle Linien auf. |
| | | K. Bei wohldefinierten Spectren der Art <i>H</i> treten noch dunkle Banden auf. |
| | | L. Andere Varietäten des Typus <i>H</i> . |
| M. Dritter Typus. Die Strahlen von grösserer Wellenlänge als 476·2 $\mu\mu$ erscheinen abrupt schwächer als die von kleinerer Wellenlänge. | | |

Die erste Untersuchung über die scheinbare Vertheilung der Sterne nach diesen Spectralklassen am Himmel macht PICKERING selbst in Chapter VIII von Vol. XXVI. Er lässt die Klassen *A*, *B*, *F*, *M* für sich bestehen, bildet aus *E* und *G* eine fünfte, aus *H*, *J* und *K* eine sechste Klasse, und lässt die übrigen Klassen ausser Betracht, da sie zu wenig Glieder umfassen. Er theilt dann den Himmel zunächst durch die Parallelkreise + 30°, 0°, — 30° in 4 gleiche Theile, zieht aber innerhalb der Polcalotten noch den Parallel von 61° 2'·7, der ein viertel von der ganzen Calotte um den Pol herum absondert. Die Circumpolarzone wird durch die Stundenkreise 0^h, 8^h, 16^h in 3, die Zone zwischen 30° und 61° 2'·7 durch die Stundenkreise, welche, von 0^h beginnend, 2^h 40^m Abstand zwischen sich lassen, in 9, die äquatoralen Gürtel durch die graden Stundenkreise in 12 gleiche Theile getheilt. Der ganze Himmel hat ihrer 48, von denen aber bis zu dem Parallel von — 30° nur 36 in Frage kommen, davon durchschneidet die Milchstrasse 18 Regionen, während die anderen 18 nicht von ihr berührt werden. Die betr. Abzählungen nach halben Helligkeitsklassen getrennt sind in Tabelle XXXVIII bis XLI gegeben. Werden nun alle Sterne mitgenommen, und die 18 Milchstrassenregionen unter der Bezeichnung *M*, die 18 anderen unter der Bezeichnung *N* zusammengezählt, so findet sich

¹⁾ Annals of Harvard Coll. Vol. XXVII, pag. 3.

| Spectraltypus | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>F</i> | (<i>E</i> + <i>G</i>) | (<i>H</i> + γ + <i>K</i>) | <i>M</i> | übrige | Summe |
|---------------------|----------|----------|----------|-------------------------|------------------------------------|----------|--------|-------|
| <i>M</i> | 3560 | 80 | 650 | 628 | 1275 | 40 | 18 | 6251 |
| <i>N</i> | 1658 | 19 | 430 | 643 | 1287 | 48 | 9 | 4094 |
| Summe | 5218 | 99 | 1080 | 1271 | 2562 | 88 | 27 | 10846 |
| <i>M</i> : <i>N</i> | 2:1 | 4:2 | 1:5 | 1:0 | 1:0 | 0:8 | 2:0 | 1:5 |

Werden aber alle Spectra weggelassen, welche unter der $6\frac{1}{2}$. Grösse liegen, weil bei grösserer Lichtschwäche des Spectrums die Klassificirung oft nicht mehr einwandfrei geschehen kann und namentlich die Klassen *A*, *E* und *H* dann alle zweifelhaften Spectren zugewiesen erhalten, so ergibt sich

| Spectraltypus | <i>A</i> | <i>B</i> | <i>F</i> | (<i>E</i> + <i>G</i>) | (<i>H</i> + γ + <i>K</i>) | <i>M</i> | übrige | Summe |
|---------------------|----------|----------|----------|-------------------------|------------------------------------|----------|--------|-------|
| <i>M</i> | 1774 | 72 | 308 | 152 | 453 | 32 | 13 | 2804 |
| <i>N</i> | 855 | 16 | 205 | 34 | 341 | 26 | 3 | 1530 |
| Summe | 2629 | 88 | 513 | 236 | 794 | 58 | 16 | 4834 |
| <i>M</i> : <i>N</i> | 2:1 | 4:5 | 1:5 | 1:8 | 1:3 | 1:2 | 4:3 | 1:8 |

Das erste Täfelchen zeigt, dass die Sterne der Klassen *A* und *B* in der Milchstrasse ein Uebergewicht von dem 2 resp. 4-fachen gegen die höheren galaktischen Breiten haben, die Classe *F* zeigt noch ein kleines Uebergewicht. Die anderen Spectralklassen indessen sind ohne Rücksicht auf die Milchstrasse angeordnet. Reiht man nun die zahlreichen Spectraltypen PICKERING's in die bekannten 3 grossen VOGEL'schen Klassen, so würden *A*, *B*, *C* und *D* zur ersten *E* bis *L* zur zweiten und *M* zur dritten Spectralklasse gehören. Die Sonne gehört bekanntlich dem zweiten Spectraltypus an, und damit also einer Gruppe von Sternen, welche sich von dem Milchstrassensystem deutlich absondert. Diese Schlüsse werden allerdings durch das zweite Täfelchen etwas zu Gunsten der Milchstrasse verschoben, wenngleich das Uebergewicht derselben für die zweite Klasse ein geringeres bleibt als für die erste, in der dritten Klasse ist aber auch hier kaum eine Rücksichtnahme auf dieselbe zu finden.

Dieselben Verhältnisse illustriert graphisch BORASTON¹⁾, indem er gleich die Klassen *A* und *B* zusammenfasst, *EFG* und *HJK* vorläufig getrennt lässt, dann aber zu einer Klasse *E* bis *K* vereinigt; *M* enthält zu wenig Sterne, um graphisch dargestellt zu werden, die nichterwähnten Klassen sind ebenfalls zu wenig zahlreich vertreten. Die Darstellung geschieht einmal für alle Grössen zusammen, dann für die Sterne bis zur $6\frac{1}{2}$., dann bis zur $5\frac{1}{2}$. und endlich bis zur $5\frac{1}{2}$. Grösse. Es zeigen sich dieselben Ergebnisse wie bei PICKERING, nämlich deutliche Maxima der Curven für die Klassen *A* und *B* in der Milchstrasse, weniger oder gar nicht ausgesprochene für die anderen 3 Curven. Nur zeigen auf allen 4 graphischen Darstellungen die Sterne des zweiten Spectraltypus ein ausgeprägtes Maximum im Schützen, dessen Deutlichkeit BORASTON zu einer schärferen Untersuchung veranlasst. Er sucht 43 der helleren Sterne der Gruppe heraus, deren Eigenbewegungen er den Greenwich-Catalogen, deren Helligkeit er der Harvard Photometry entnimmt 21 von diesen Sternen haben den Positionswinkel ihrer Eigenbewegung im 3. Quadranten liegen, und davon gehören nur 3 sicher, 2 zweifelhaft dem ersten Spectraltypus an. BORASTON glaubt also an die Existenz einer Sternschar vom zweiten Spectraltypus, die hier mit gemeinsamer Bewegung der Sonne entgegensteuert, er glaubt auch einige der im ersten Quadranten

¹⁾ Astronomy and Astrophysics, Vol. XII, 1893, pag. 57-73.

sich bewegenden Sterne hinzurechnen zu dürfen, indem er ihnen nur so kleine motus peculiare anweist, dass die parallaktische Bewegung sie eben ins Gegentheil verkehrt habe, indessen dürfte letzteres bedenklich sein, da wir gewohnt sind, bei Sternsystemen sehr nahe die gleiche Translationsbewegung bei allen Gliedern des Systems anzunehmen. Auch andere Sternsysteme findet BORASTON ausgesprochen, so in Cassiopea und Camelopardalis, dann eine Gruppe von 150 schwachen Sternen zwischen Leier und Hercules. Andererseits zeigt er durch eine Karte der Gegend zwischen $5\frac{1}{2}^{\circ}$ und $6\frac{1}{2}^{\circ}$ und zwischen $+15^{\circ}$ und -30° Deklination im Einhorn, die von 300 überhaupt spectralanalytisch untersuchten Sternen die 45 den Klassen *H*, *J* und *K* angehörenden darstellt, wie diese Sterne eigenthümliche Configurationen bilden, namentlich ein ganz regelmässiges *S*, das von $+9^{\circ}$ bis -15° Deklination reicht. Weitere Sterngruppen findet er unter den 51 Sternen, von denen VOGEL die Geschwindigkeit im Visionsradius bestimmt hat, allerdings lässt er auch hier sehr weite Grenzen für die Radialgeschwindigkeiten zu, sodass man sich des Eindrucks einer gewissen Willkür nicht erwehren kann.

Die Vertheilung der bewegten Sterne.

KAPTEYN hat in einer ausführlichen Publication in den Verhandlungen der Koninglijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam unter dem 28. Januar 1893 seine Ansichten über die Vertheilung der Sterne mit Eigenbewegung und von verschiedenem Spectraltypus niedergelegt, die er selbst in der englischen Zeitschrift Knowledge¹⁾ übersetzt hat. Um von den Annahmen über die Richtung der Sonnenbewegung, deren Zielpunkt er übrigens in $\alpha = 276^{\circ}$, $\delta + 34^{\circ}$ ansetzt, frei zu sein, betrachtet er ausser dem Gesamtbetrage der E. B. μ auch die auf der Richtung nach dem Apex senkrechte Componente derselben τ , welche vom motus parallacticus offenbar unabhängig ist. Theilt man dann die E. B. nach ihrer Grösse und zählt die Sterne nach Zonen galaktischer Breite ab, so ergeben sich für die beiden Haupttypen folgende Anzahlen berechnet für eine Fläche von je 1000 Quadratgraden

| galaktische Breite | Mittel | 0 bis 0''03 | | 0''04 bis 0''05 | | 0''06 bis 0''07 | | 0''08 bis 0''15 | | 0''16 u. darüber | |
|--------------------|--------|-------------|------|-----------------|------|-----------------|------|-----------------|------|------------------|------|
| | | I | II | I | II | I | II | I | II | I | II |
| 60° bis 90° | 69° | 18.6 | 14.9 | 9.6 | 12.7 | 8.5 | 14.3 | 17.0 | 13.8 | 6.4 | 28.7 |
| 50 „ 60 | 55 | 19.3 | 18.6 | 10.6 | 11.8 | 7.5 | 6.2 | 14.9 | 26.1 | 6.2 | 19.3 |
| 40 „ 50 | 45 | 24.6 | 15.8 | 8.4 | 9.9 | 7.9 | 6.4 | 15.3 | 23.7 | 6.4 | 22.7 |
| 30 „ 40 | 35 | 34.3 | 19.5 | 15.7 | 10.0 | 11.4 | 8.6 | 19.5 | 19.5 | 3.3 | 18.1 |
| 20 „ 30 | 25 | 48.1 | 27.8 | 26.2 | 14.4 | 8.0 | 6.9 | 19.8 | 20.3 | 4.8 | 20.8 |
| 10 „ 20 | 15 | 76.2 | 34.6 | 30.6 | 12.1 | 8.7 | 7.5 | 16.2 | 18.5 | 4.0 | 21.8 |
| 0 „ 10 | 5 | 85.8 | 48.6 | 27.6 | 10.8 | 12.0 | 6.0 | 13.2 | 15.0 | 7.2 | 18.6 |

Diese Tafel gilt für die ganzen Eigenbewegungen μ , aber die aus ihr sofort zu folgernden Schlüsse werden nicht geändert, wenn man nur den Theil τ der E. B., der senkrecht auf der Richtung nach dem Apex steht, in Betracht zieht, für den KAPTEYN gleichfalls die Abzählungen mittheilt. Die gezogenen Folgerungen aber lauten:

Nur die schwach bewegten Sterne beider Typen²⁾ ($\mu < 0''03$) zeigen eine Condensation nach der Milchstrasse. Die stärker bewegten ($\mu = 0''04$ bis $0''05$)

¹⁾ Knowledge, Vol. XVI, pag. 114—118, nebst Druckfehlerberichtigung, pag. 133.

²⁾ Dies widerlegt die Annahme PICKERING's in Vol. XXVI der Harvard Annals, welche pag. 103 referirt wurde.

des ersten Typus zeigen dieselbe ebenfalls noch, wenngleich in viel schwächerem Maasse, die des zweiten Typus aber nicht mehr. Die noch stärker bewegten Sterne ($\mu > 0''\cdot 06$) zeigen keine Zunahme gegen die Milchstrasse, ja stellenweise ist eine gewisse Abnahme bei dem II. Typus nicht zu verkennen. Mit der bekannten Thatsache zusammen, dass die scheinbaren Bewegungen der Sterne um so grösser sind, je näher ein Stern ist, beweist dies wiederum die Existenz einer gesonderten Gruppe von Sternen in nächster Umgebung der Sonne, der Sterne beider Typen angehören, doch mit Ueberwiegen des zweiten Typus, wie denn ja auch die Sonne diesen repräsentirt. In grösserer Entfernung (bei den kleinsten E. B.) aber sind die Sterne des ersten Typus ganz bedeutend zahlreicher vertreten. Da die Sterne, deren Spectraltypus bekannt ist, nur den helleren Klassen bis kaum unter die 6. Grösse angehören, so untersucht KAPTEYN ohne Rücksicht auf Spectraltypus die Vertheilung der Grösse der E. B. bei den Sternen bis zur 9^m , indem er aus den von BOSS¹⁾ mitgetheilten E. B. die wahrscheinliche Zahl aller existirenden berechnet. Er findet dann, wenn er die E. B. trennt in die mittelgrossen von $0''\cdot 10$ bis $0''\cdot 20$ jährlich, und die grossen von über $0''\cdot 20$, dass

| in der galaktischen Breite von | sich finden Sterne mit E. B. (nach BOSS) | | und der Wahrscheinlichkeit nach überhaupt vorhanden sind Sterne mit E. B. | |
|-----------------------------------|---|-----------------|--|-----------------|
| | $0''\cdot 10 - 0''\cdot 20$ | $> 0''\cdot 20$ | $0''\cdot 10 - 0''\cdot 20$ | $> 0''\cdot 20$ |
| 55° bis 65° | 46 | 39 | 76 | 65 |
| 39 „ 55 | 45 | 32 | 71 | 50 |
| 20 „ 39 | 41 | 29 | 73 | 53 |
| 0 „ 20 | 35 | 15 | 72 | 31 |

Die für die mittleren E. B. schwach, für die grösseren stark ausgeprägte Abnahme nach der Milchstrasse zu verschwindet für die mittleren E. B., wenn man die wahrscheinlichen Zahlen der dritten Columnne betrachtet, bleibt aber für die starken E. B. auch für die wahrscheinlichen Zahlen bestehen. Die Erscheinung könnte reell sein, wäre dann aber schwer zu deuten, da wohl eine Unabhängigkeit der Anordnung der Sterne von einer bestimmten Hauptebene, vorstellbar ist, nicht aber ein Grund angebar scheint, warum gerade in dieser Hauptebene die E. B. kleiner, resp. die grossen E. B. weniger zahlreich sein sollten, als zu deren beiden Seiten. Die Erscheinung kann aber auch nur scheinbar sein, und verschwindet, wenn man nur annimmt, dass die Sterngrössen in der Milchstrasse 0·2 Grössenklassen systematisch zu hell geschätzt sind, da dann die E. B. in eine zu kleine Entfernung versetzt werden, also kleiner erscheinen als sie sind. Bestehen bleibt dann nur die Thatsache von der Unabhängigkeit der Vertheilung der stärker bewegten Sterne von der Milchstrasse.

Die Ansicht STRUVE'S, dass gleichhelle Sterne in allen Richtungen gleichweit entfernt seien, die SEELIGER'S Untersuchungen schon widerlegt, lässt sich auch in folgender Weise beseitigen. Die Grösse der Sonnenbewegung, rechtwinklig betrachtet, erscheint durchschnittlich

| | | | | |
|-----|-------------------------|--------------|--|-----------------|
| 336 | Sternen des I. Typus in | $> 40^\circ$ | galaktischer Breite unter dem Winkel von | $0''\cdot 0355$ |
| 405 | „ „ I. „ „ | $< 30^\circ$ | „ „ „ „ „ | $0\cdot 0250$ |
| 449 | „ „ II. „ „ | $> 40^\circ$ | „ „ „ „ „ | $0\cdot 0583$ |
| 285 | „ „ II. „ „ | $< 30^\circ$ | „ „ „ „ „ | $0\cdot 0451$ |

Da die durchschnittliche Helligkeit der benutzten Sterne die gleiche ist, so ist hieraus klar, dass in höheren Breiten die Sterne beider Typen uns durch-

¹⁾ *Astronomical Journal*, No. 200.

schnittlich näher stehen, als in der Milchstrasse, dass also eine Tendenz bei der Weltbildung vorlag, in der Hauptebene grössere Kugeln zu formen, und dass andererseits wieder gleichhelle Sterne des zweiten Typus uns näher sind, als die des ersten.

Die Verhältnisse der beiden Sterntypen zu einander aber werden gut illustriert durch eine Abzählung der Sterne gleich grosser E. B. nach beiden Typen. Bezeichnet Q das Verhältniss der Zahl der Sterne des zweiten Typus zum ersten, so wird folgende Tafel klar die Auskunft ergeben

| 100 μ | Mittel | Anzahl der Sterne des | | Q |
|-----------|--------|-----------------------|-----------|------|
| | | I. Typus | II. Typus | |
| 0''— 3'' | 1''·5 | 553 | 324 | 0·59 |
| 4 — 5 | 4·5 | 233 | 150 | 0·64 |
| 6 — 7 | 6·5 | 118 | 104 | 0·88 |
| 8 — 9 | 8·5 | 85 | 90 | 1·06 |
| 10 — 15 | 12 | 130 | 162 | 1·25 |
| 16 — 19 | 17 | 29 | 61 | 2·1 |
| 20 — 29 | 24 | 25 | 86 | 3·4 |
| 30 — 49 | 37 | 13 | 71 | 5·5 |
| > 50 | 102 | 3 | 58 | 19·3 |
| | | Summe 1189 | 1106 | 0·93 |

Wenn wir die zunehmende Grösse der E. B. als ein sicheres Zeichen der immer kleineren Entfernung der Sterne betrachten, so ist der regelmässige Verlauf der Q höchst instruktiv. Er zeigt uns, dass in grösseren Entfernungen (d. h. überhaupt nicht sehr grossen, da es sich um lauter bewegte Sterne handelt) die Sterne des ersten Typus noch doppelt so zahlreich sind, als die des zweiten. Für eine Entfernung, der eine E. B. von 0''·08 entspricht, haben beide Typen gleichviel Vertreter, in grösserer Nähe überwiegt der zweite Typus und zwar zuletzt kolossal. Ergiebt sich daraus mehr als die Nothwendigkeit, die Umgegend der Sonne stärker mit Sternen des II. Typus besetzt zu denken, ergiebt sich vielleicht der Schluss eines rein aus Sternen des II. Typus bestehenden Sternhautens um die Sonne? Letzteres verneint KAPTEYN. An und für sich sind wir gewohnt die verschiedenen Spectraltypen als Entwicklungsstationen eines und desselben Individuums zu betrachten, die jeder Stern von seiner Geburt bis zum Tode durchlaufen muss, andererseits zeigt aber z. B. die Gruppe der Hyaden, in welcher alle Sterne gleiche und gleichgerichtete E. B. haben, und die daher unzweifelhaft ein physisches System bilden, Sterne beider Typen durcheinander, wobei es noch besonders merkwürdig ist, dass die hellsten Sterne gerade dem zweiten Typus angehören. Da auch ausgeprägte Sternhauten wie z. B. die Präsepe Sterne beider Spectraltypen durcheinander beherbergen, so werden wir bloss schliessen, dass von dem Sonnensternhaufen nur bedeutend mehr Glieder dem zweiten als dem ersten Typus angehören.

Auch die Frage nach der Vertheilung der bewegten Sterne lässt sich lösen. Betrachtet man die Entfernungen der Sterne einfach umgekehrt proportional der Grösse der E. B., so lassen sich die Räume berechnen, welche die Sterne mit einer bestimmten Grösse der E. B. enthalten, und aus der Zahl der Sterne ihre Dichtigkeit entnehmen. Die folgende Tafel ist so angelegt, dass das die Sterne mit E. B. $> 1''$ enthaltende Volumen = 1 gesetzt ist, und andererseits die Zahl der Sterne mit E. B. zwischen 0''155 und 0''195 = 1·0 gesetzt wurde, dann findet sich:

| 100 μ | Raum | Anzahl der Sterne in der Raumeinheit | | | |
|--------------------------------------|-------|--------------------------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | I. Typus | | | II. Typus |
| | | bis 5 ^m 0 | bis 6 ^m 5 | bis 9 ^m 0 | bis 6 ^m 5 |
| 9 ^m 5 — 15 ^m 5 | 898.5 | — | 0.7 | 0.4 | 0.4 |
| 15.5 — 19.5 | 133.6 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| 19.5 — 29.5 | 85.9 | 2.0 | 1.3 | 1.2 | 2.2 |
| 29.5 — 39.5 | 32.8 | } 1.9 | } 1.5 | } 1.1 | 3.3 |
| 39.5 — 49.5 | 7.9 | | | | 5.8 |
| 49.5 — 99.5 | 7.3 | | | | 11.9 |
| >99.5 | 1.0 | | | | 39.2 |
| Zahl der Sterne | | 46 | 200 | (282) | 438 |

Während also die Sterne des I. Typus ziemlich gleichmässig durch den Raum vertheilt sind, um so gleichmässiger, je weiter wir die schwachen Sterne berücksichtigen, sind die Sterne des zweiten Typus stark gegen die Sonne zusammengedrängt. Es ist also nicht eine Sterngruppe, die wir eine Sonderstellung im Gesamtsternenhäere schon mehrfach haben einnehmen sehen, welcher auch die Sonne zugehört, sondern ein regulärer Sternhaufen mit ausgeprägter centraler Verdichtung, um den es sich handelt. Und die Sonne steht im dichtesten Theile desselben. Bildet sie etwa das Centrum selbst?

Das lässt sich nur so untersuchen, dass die Sphäre in verschiedene Abschnitte zerlegt wird, und der Abschnitt herausgesucht wird, der das stärkste Ueberwiegen des zweiten Typus, resp. die grösste Gesamtzahl der Sterne bis 6^m5 zeigt. Denn wenn die Sonne selbst das Centrum bildete, würden alle Theile der Sphäre, soweit sie gleichweitentfernte Sterne tragen, auch gleiche Verhältnisse offenbaren. KAPTEYN untersucht die nachstehend bezeichneten Trapeze, für welche Q das Verhältniss der Sterne des zweiten zu denen des ersten Typus, n aber die Sternzahl pro 1000 Quadratgrade bedeutet.

| Grenzen in δ | Grenzen in α | Q | n |
|---------------------|---|------|------|
| - 30° bis + 20° | 23 ^h 6 ^m bis 2 ^h 53 ^m | 1.88 | 48.9 |
| | 2 53 „ 6 12 | 0.82 | 46.1 |
| | 6 12 „ 9 46 | 0.89 | 43.7 |
| | 9 46 „ 14 18 | 0.80 | 41.0 |
| | 14 18 „ 16 54 | 0.71 | 39.0 |
| | 16 54 „ 20 6 | 1.12 | 40.6 |
| + 20° bis + 60° | 20 6 „ 23 6 | 0.93 | 39.3 |
| | 22 42 „ 3 29 | 1.43 | 57.7 |
| | 3 29 „ 8 15 | 0.90 | 31.7 |
| | 8 15 „ 13 25 | 0.64 | 42.7 |
| + 60° bis + 90° | 13 25 „ 17 59 | 0.71 | 55.8 |
| | 17 59 „ 22 42 | 1.07 | 48.4 |
| | 0 0 „ 24 0 | 1.64 | 47.5 |

Die Werthe von Q und n sind also recht wenig verschieden und schwanken innerhalb sehr enger Grenzen, sodass die Sonne von dem Centrum ihres Sternhaufens nur sehr wenig entfernt sein kann, die grössten Werthe von Q und von n finden sich in der Nähe von 0^h, eine Ausgleichsrechnung unter dem Gesichtspunkte, dass von dem gesuchten Mittelpunkte gleiche Q und gleiche n auch den-

selben sphärischen Abstand haben sollen, liefert KAPTEYN für die Coordinaten desselben

| | | |
|------------------------|--------------------|--------------------------------------|
| aus den Q die Werthe | $A = 0^h \cdot 9$ | $D = + 21^\circ$ |
| „ „ „ „ „ | $A = 23^h \cdot 3$ | $D = + 62^\circ$ |
| also im Mittel | „ „ | $A = 0^h \cdot 0$ $D = + 42^\circ$. |

Die galaktische Breite dieses Punktes ist $- 20^\circ$.

Die Bestimmung der Richtung nach dem Schwerpunkt des Sternhaufens aus so grossen Flächen kann natürlich nicht übermässig genau werden. Immerhin stimmt der Werth genügend mit dem von RISTENPART (Veröff. der Sternwarte Karlsruhe, Heft IV, pag. 265) abgeleiteten Schwerpunkt freilich des ganzen Sternsystems der $BDA = 20\frac{1}{4}^h$, $D = + 40^\circ$ (Entfernung desselben gleich den Sternen $5^m \cdot 9$), wenn man erwägt, dass letzterem damals die Bedingung aufgezwungen wurde, in der Ebene der Milchstrasse zu liegen. Die KAPTEYN'sche Annahme, welche das Centrum des Sonnensternhaufens in die Cassiopea verlegen würde, stimmt nach ihm auch mit der Thatsache, dass die Milchstrasse in ihren südlichen Parthieen glänzender ist, denn wir würden ja dann denselben näher stehen, wenn wir vom Schwerpunkt nach Süden, dieser von uns nach Norden liegt. Andererseits bedeutet die südliche galaktische Breite des Schwerpunkts von der Sonne aus gesehen, eine reelle Erhebung der Sonne nach Norden über die Milchstrassenebene, woraus die oben mehrfach hervorgehobene Erscheinung der Milchstrasse als eines kleinen Kreises mit über 90° Nordpoldistanz folgt. Allerdings sind solche Schlüsse von dem Sonnensternhaufen, für den wir eine gesonderte Stellung beanspruchen, auf die Erscheinungen der ganzen Milchstrasse nur sehr bedingt zulässig.

KAPTEYN zeigt noch, dass gleich grosse E. B. bei beiden Spectraltypen auf gleiche Entfernung hinweist, unter anderm, indem er die Sterne mit bekannter Parallaxe nach beiden Sterntypen trennt. Es haben nämlich im Mittel

| | | | |
|-----------------------|----------------|----------------------------|-------------------------------|
| 7 Sterne des I. Typus | die Grösse 2·8 | die E. B. $1'' \cdot 60$, | die Parallaxe $0'' \cdot 159$ |
| 19 „ „ II. | „ „ „ 3·9 | „ „ 1·64 | „ „ $0 \cdot 137$, |

so dass kein Unterschied der Parallaxen für diese gleichstark bewegten Sterne verbürgt erscheint. Dagegen entsprechen gleichen Grössen bei den Sternen des zweiten Typus bedeutend grössere E. B. Leitet man aus den Sternen einer bestimmten Grössenklasse die Grösse der Sonnenbewegung ab und trennt nach Spectraltypen, so findet sich:

| Grösse | Typus I | Typus II | II : I |
|--------|-----------------|-----------------|--------|
| 2·3 | $0^h \cdot 105$ | $0^h \cdot 312$ | 3·0 |
| 3·3 | 064 | 145 | 2·3 |
| 4·3 | 034 | 100 | 2·9 |
| 5·3 | 031 | 092 | 3·0 |
| 6·3 | 027 | 067 | 2·5 |
| | | Mittel | 2·7 |

Die Sterne des II. Typus sehen also bei gleicher Helligkeit die Sonnenbewegung etwa 2·7 mal so gross als die des ersten, sind also 2·7 mal näher. Die Leuchtkraft der Sterne des ersten Typus ist demnach durchschnittlich $(2 \cdot 7)^2$ mal oder 7·3 mal so gross als die der Sterne des zweiten Typus. Da $\log 7 \cdot 3 = 0 \cdot 863$ ist, so ist von 2 gleichweit entfernten Sternen beider Typen, der des zweiten durchschnittlich 2·1 bis 2·2 Grössenklassen schwächer als der des ersten.

Diesem Umstande, dass ein Stern vom ersten Typus (ein Siriusstern) durchschnittlich 7 mal so hell leuchtet, als ein solcher des zweiten Typus (ein Sonnen-

stern), schreibt MONCK¹⁾ es zu, dass in der Milchstrasse die Siriussterne so ausserordentlich überwiegen²⁾. Ein Fernrohr, welches z. B. bis zur 12. Sterngrösse in den Raum vordringt, sieht in grossen galaktischen Breiten, wo es die Grenze des Sternsystems erreicht, unter den Sternen 12. Grösse keinen Siriusstern mehr, da die entferntesten derselben um 2 Grössenklassen heller sind, also 10. Grösse erscheinen, unter den schwächsten Sternen in hohen Breiten werden also die Sonnensterne überwiegen. In der Milchstrasse aber werden neben den Sonnensternen 12. Grösse auch jene Siriussterne als 12. Grösse erscheinen, welche in Wahrheit in der Entfernung der Sonnensterne 14. Grösse stehen, also an Zahl bei gleicher Vertheilung die Sonnensterne um das 15-fache übertreffen. Daher also, dass das Fernrohr die Sonnensterne, die in gleicher Entfernung wie die schwächsten Siriussterne stehen, überhaupt nicht mehr sieht, rührt der ungeheure Reichthum der Milchstrasse an Sternen des I. Typus, daher auch das rein weisse Licht, welches uns der Anblick der Milchstrasse bietet. MONCK hat in verschiedenen Aufsätzen in Astronomy und Astrophysics und auch in Knowledge, Juni 1893, über die Beziehungen zwischen Sternotypus und E. B. Untersuchungen mitgetheilt, er neigt stellenweise dazu, bei den Siriussternen wirklich grössere motus peculiare zu vermuthen, widerlegt dies aber selbst, indem er die 51 Sterne, von denen VOGEL die Geschwindigkeiten in der Gesichtslinie bestimmt hat, nach Typen sondert³⁾; für 27 Sterne des ersten Typus ist die mittlere Radialgeschwindigkeit 10·8, für 20 des zweiten Typus 10·9^{km} also völlig gleich. Und trotz des kleinen Materials überzeugen diese Translationsgeschwindigkeiten, welche nicht so wie die seitlichen mittels der unbekanntnen Entfernung auf lineares Maass reducirt werden müssen, uns davon, dass das Alter der Oberfläche eines Sterns, das durch seinen Spectraltypus repräsentirt wird, auf seine räumliche Bewegung ohne Einfluss ist. Es ist aber hier nicht der Ort, näher auf die MONCK'schen Arbeiten einzugehen, da er nicht so allgemeine Schlüsse über Sternvertheilung wie KAPTEYN daraus gezogen hat und diese allein hier interessirt.

Auch die Vertheilung der Sterne nach Spectralklassen führt STRATONOFF's Atlas in Tafel 10 und 11 dem Auge vor, nachdem er im Appendix III seiner Etudes die Abzählungen der Typen nach seinen Trapezen gegeben, deren Numerirung leider völlig unübersichtlich ist. Die 10. Karte zeigt, dass die Sterne des ersten Typus sich zwar wie bekannt der Milchstrasse entlang anordnen, dass aber verschiedene Verdichtungen auftreten, eine in Schwan und Leier, dann eine zweite stärkste um den Weltpol, also 20° nördlich der Milchstrasse (siehe aber unten), die sich dann zur Cassiopea nach Süden zieht, und von da weiter zum Perseus bis hin zu den Pleiaden; eine letzte Verdichtung am Nordhimmel liegt dann bei 6^h und geht in der Oriongegend über den Aequator herunter. STRATONOFF's 11. Karte, welche die zweite Spectralklasse berücksichtigt, zeigt sofort, dass die Milchstrasse hier gar nichts mit diesen Sternen zu thun hat. Es ist vielmehr in grossen Zügen eine Anordnung vorhanden, die in den Weltpol das Maximum dieser Sterne legt, deren Zahl mit der Deklination abnimmt. Dies kann natürlich kaum der Wirklichkeit entsprechen, und rührt daher, dass

¹⁾ Astronomy and Astrophysics, Vol. XI, 1892, pag. 89.

²⁾ Nur im SOBIESKI'schen Schilde überwiegen die Sonnensterne bedeutend, gerade an der Stelle, wo der Ring der hellen Sterne eine Verdoppelung zeigt, die vielleicht nicht physisch ist, sondern nur durch die grosse Nähe dieses Ringes bei der Sonne vorgetäuscht wird.

³⁾ Astronomy and Astrophysics, Vol. XI, 1892, pag. 200.

PICKERING in der Nähe des Poles 10–15^m lang exponirte, in niedrigeren Declinationen aber nur 5^m lang. Er erhielt also in der Nähe des Pols die Spectra von viel schwächeren Sternen mit, also viel mehr Spectra als in kleineren Declinationen. Es ist daher eigentlich unzulässig, die Vertheilung der Gesamtzahl aller Spectren des Draper-Catalogues zu betrachten (also auch nicht für die erste Spectralklasse), sondern man muss wie BORASTON nach den Helligkeiten sondern. Das Vorhandensein dieses systematischen Fehlers wird offenbar, wenn man die Vertheilung der Sterne in den 4 PICKERING'schen Zonen betrachtet und die Zahl der Spectra in der Polarzone dabei gleich 10 setzt, dann sind vorhanden:

| δ | bis zur Grösse 5 $\frac{1}{4}$ | bis zur Grösse 5 $\frac{3}{4}$ | bis zur Grösse 6 $\frac{1}{4}$ | überhaupt |
|---------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------|
| + 60° bis 90° | 10 | 10 | 10 | 10 |
| + 30 „ 60 | 13 | 15 | 11 | 5 |
| 0 „ 30 | 13 | 15 | 11 | 3 |
| – 30 „ 0 | 17 | 20 | 11 | 3 |

Für die Sterne bis 5 $\frac{1}{4}$ und 5 $\frac{3}{4}$ Grösse sehen wir also ein Zunehmen gegen den Aequator, für die Sterne bis 6 $\frac{1}{4}$ Grösse sind überall gleich viel Spectren vorhanden, und nur die Gesamtheit zeigt die starke Zunahme gegen den Pol, ein deutlicher Beweis, dass die durch längere Expositionen am Pol hinzugewonnenen ganz schwachen Spectra das Uebergewicht dort veranlassen, welches eine scheinbare kolossale Anhäufung der II. (und der I.) Spectralklasse um den Weltpol erzeugt. Sehen wir davon ab, so offenbart die STRATONOFF'sche Karte reelle Anhäufungen der Sterne des II. Typus bei 18^h + 45° zwischen Leier und Herkules, bei 9^h + 45°, bei α und ι des grossen Bären gegen den Krebs hin; gleich einer Insel ragen ferner die Hyaden, wie oben besprochen, überwiegend als Vertreter des II. Typus aus leerer Umgebung auf. Eine weitere Verdichtung zeigt die Cassiopea.

Ueber die Vertheilung der rothen Sterne nach dem Cataloge von Birmingham¹⁾, wenigstens der nördlichen, berichtet DOBERCK kurz in A. N. 2234. Nach ihm stehen von 7 rothen Sternen 4 in oder dicht bei der Milchstrasse, doch sind einzelne Gegenden ausserhalb derselben reicher an rothen Sternen, so die nördliche Krone, der Pegasus und der nördliche Theil der Jungfrau. An andern Stellen fehlen die rothen Sterne ganz, besonders da, wo überhaupt die hellen Sterne selten sind. Da die rothen Sterne schwächer leuchten als die ungefärbten Sterne der gleichen Grösse, so können wir wohl überhaupt erst die uns nächsten derselben.

Eine besondere Lage nehmen die WOLF-RAVET'schen Sterne ein, genannt nach ihren Entdeckern, die 1867 die 3 ersten im Schwan fanden. Sie sind von den übrigen Spectraltypen verschieden durch das Auftreten von hellen Banden, stellenweise haben sie auch helle Banden und Linien über einem continuirlichen Spectrum. CAMPBELL bespricht in einer Monographie in Astronomy and Astrophysics Vol. XIII 1894, pag. 448 ff. die bis dahin entdeckten 55 Sterne dieses Typus und giebt ausser ihren äquatorealen, auch ihre galaktischen Coordinaten an. Die galaktische Breite ist bei allen ausserordentlich klein und bleibt unter 9°, mit Ausnahme eines einzigen der 17 $\frac{3}{4}$ ° hat. Eine graphische Darstellung der 54 übrigen auf pag. 450 zeigt aber ausserdem, dass die Sterne die Tendenz haben, sich in der Milchstrasse zu Gruppen zusammenzudrängen; die grösste liegt in der Länge 255° unweit η Argus, der aber nicht hinzugehört, die zweit-

¹⁾ Transactions of the Royal Irish Academy Vol. XXVI, 1877.

grösste in 45° im Schwan, andererseits sind die galaktischen Längen von 106° bis 202° und von 347° bis 32° ganz frei von solchen Sternen, ob in Wirklichkeit oder nur mangels ihrer vollständigen Kenntniss, muss die Zukunft lehren.

Dass die neuen Sterne alle unfern der Milchstrasse liegen, ist eine sehr bekannte Thatsache. Sie ist ausführlich kritisch behandelt von SEELIGER¹⁾, der zunächst die 15 bis 1898 erschienenen Novae nach ihren Coordinaten und der galaktischen Breite aufführt. Hinzuzufügen wäre wohl die Nova Sagittae vom 26., 27., 29. Juli 1783, welche von d'AGELET als No. 5057—59 seines Catalogs beobachtet ist mit einer galaktischen Breite von $+0^\circ.6$. Ferner kommt hinzu die Nova Persei 1901, aus deren

$$\alpha = 3^h 24^m 28^s.1$$

$$\delta = +43^\circ 33'.9$$

mit dem von SEELIGER SONST verwandten HOUZEAU'schen Pole die Breite $-10^\circ.7$ folgt. Mit diesen beiden wird die mittlere Breite aller 17 Sterne $11^\circ.5$. SEELIGER zeigt nun erstens, dass, wenn die neuen Sterne aus ganz beliebigen Gründen irgendwo auftreten, dass dann nach seinen Untersuchungen über die Vertheilung der Sterne im Raume, 62.75% aller dieser Vorgänge sich in der galaktischen Zone V abspielen müssen, wenn die schwächsten HERSCHEL'schen Sterne die Grösse 13.5 haben, aber 55.67%, wenn diesen Sternen die Grösse 14.5 zukommt. Die mittlere galaktische Breite der neuen Sterne würde sich dann aus einer sehr grossen Zahl derselben unter der ersten Annahme zu $13^\circ.9$, unter der zweiten zu $15^\circ.6$ ergeben. Sind aber die neuen Sterne das Ergebniss irgend eines Zusammenstosses, also einer Bewegungserscheinung, so ist die Häufigkeit ihres Auftretens nicht von der ersten, sondern etwa der zweiten Potenz der Sterndichte abhängig, und es ergibt sich unter der Annahme ganz zufälliger Vertheilung und Bewegungsrichtung gleich grosser Weltkörper, dass der Wahrscheinlichkeit nach in die galaktische Zone V 75% resp. 69.4% all dieser Zusammenstösse fallen müssten und die mittlere galaktische Breite der Orte dieser Collisionen würde resp. $10^\circ.2$ und $11^\circ.4$ sein. Wenn nun aber das Phänomen der neuen Sterne, wie es wohl wahrscheinlich ist, erzeugt wird durch das Eindringen dunkler oder schwachleuchtender Körper in grosse kosmische Staub- oder Gaswolken, so wäre einerseits die absolute Wahrscheinlichkeit für das Entstehen neuer Sterne erhöht, andererseits würde für die Milchstrasse, in deren Windungen wir doch mannigfach noch ausgedehnte Gasmassen vermuthen, die relative Wahrscheinlichkeit noch höher und die mittlere galaktische Breite noch kleiner. Immerhin sind aber auch die Zahlen der zweiten Hypothese schon nahe genug den beobachteten Werthen.

Die Vertheilung der Nebelflecke und Sternhaufen.

Die Untersuchung der Vertheilung der Nebelflecke leidet in noch höherem Grade, als die der Spectralklassen an der Ungleichförmigkeit der Bekanntschaft mit dem Material. Am nördlichen Himmel ist es mehr Sache des Zufalls, welche Gegenden eingehender und welche oberflächlicher nach Nebeln durchforscht sind, am Südhimmel aber sind namentlich die höheren südlichen Breiten noch keiner ausgedehnten systematischen Aufsuchung von Nebelflecken unterworfen worden. Es ist ausserdem sehr schwierig, wengleich nicht unmöglich, die Nebelflecken nach Grössenklassen abzusondern, jedenfalls ist es noch nicht oder noch nicht genügend geschehen. Dennoch ist es eigentlich nicht zu um-

¹⁾ Bemerkungen über die neuen Sterne A. N. 3598.

gehen, die Vertheilung der so verschiedenartigen Objecte, die in diese grosse Klasse gehören, nach Unterabtheilungen getrennt zu untersuchen, und da ist bei der Eintheilung nicht jede Willkür zu vermeiden. Das Grundgesetz, dass die Nebelflecke im Gegensatz zu den Sternen nicht nach der Milchstrasse hin zunehmen, sondern dorthin sogar ungewöhnlich stark abnehmen, war schon dem ersten systematischen Beobachter dieser Gruppe von Wesen des Weltalls, dem älteren HERSCHEL, nicht unbekannt geblieben. Sein Sohn benutzte die Vervollständigung der Nebelliste, welche seine Capreise gezeitigt, um die Frage eingehender zu untersuchen. Auf pag. 133 der »Results of Astronomical Observations made during the years 1834, 5, 6, 7, 8 at the Cape of good Hope, By Sir John F. W. HERSCHEL, London 1847« sind die Nebel zunächst des nördlichen Catalogs nach Rectascensionsstunden abgezählt, wobei das Ueberwiegen der Stunden 1^h und besonders 13^h in die Augen fällt. Die Vertheilung der Nebel über den ganzen Himmel zeigt die Plate XI am Ende des Werkes, wo die Kugel abgebildet ist auf zwei Kreise und in die durch die Stundenkreise der ganzen Stunden und die je 15° entfernten Parallelkreise entstehenden Trapeze die Gesamtzahl der Nebel eingeschrieben ist. HERSCHEL constatirt 2 Hauptregionen der Nebelflecke, erstlich die des Nordpales der Milchstrasse in den Sternbildern des grossen und kleinen Löwen, der Jagdhunde, des Haares der Berenice und der Jungfrau nebst den angrenzenden Parthieen der diese einschliessenden Sternbilder; doch sind in dieser mehrere Hauptnebelcentren oder Nebelnester alle in 13^h und in -3° bis $+10^\circ$, in $+12^\circ$ bis $+18^\circ$ und in $+28^\circ$ bis $+31^\circ$ vorhanden. Die zweite Region um den Südpol der Milchstrasse ist weniger reich. HERSCHEL beschreibt sie nur bis zum Aequator, wo sie die Andromeda, den Pegasus und namentlich die Fische ausfüllt. Zwischen dieser Region der Fische und der andern der Jungfrau ist eine fast völlig leere Stelle. Und nur noch an zwei andern Punkten treten die Nebel gehäuft auf, in der grossen und kleinen Capwolke (auch Magellanische Wolken genannt). Diese beiden Wolken liegen wie losgelöste Stücke der Milchstrasse freilich in ziemlicher Entfernung von dieser, die kleinere in $0^h 28^m$ bis $1^h 15^m$ und -72° bis -75° , die grössere in $4^h 40^m$ bis $6^h 0^m$ und -66° bis -72° . Beide sind sehr reich an Nebeln, die grosse sogar reicher als die Regio Virginis. Im Gegensatz zu den Nebelflecken stehen die Sternhaufen fast ausschliesslich in geringen galaktischen Breiten.

J. HERSCHEL hatte für diese Untersuchungen 3812 Objecte zur Verfügung, die ihm der $18\frac{1}{2}$ zöllige Reflector zu Slough und Feldhausen gezeigt; als er dann aber 1864 seinen »General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars« mit 5079 Nummern herausgegeben hatte, veranlasste dies CLEVELAND ABBE¹⁾ die Vertheilung dieser grösseren Schaar von Objecten mit entsprechenden Unterabtheilungen zu untersuchen und zwar eingetheilt in 1) Sternhaufen, 2) globulare, d. h. kreisförmig begrenzte Haufen, 3) jene globularen Sternhaufen, welche HERSCHEL mit *r*, *rr* oder *rrr* bezeichnet hat, um den verschiedenen Grad ihrer Auflösbarkeit anzuzeigen, 4) auflösbare Nebel, 5) die unauflösblichen Nebel, von welchen er zum Schluss noch eine 6. Klasse, die planetarischen Nebel absondert. Eine ausführliche Tafel, mit Argumenten, die von 10° zu 10° in Poldistanz und 30^m zu 30^m in Rectascension fortschreiten und in welche die Contouren der 10° breit angenommenen Milchstrasse, sowie der beiden Wolken eingetragen sind, enthält die Zahlen der Glieder der 5. + 6. Klasse. Unter der Annahme einer 30° breiten Milchstrasse aber giebt folgende Tafel eine allgemeine Uebersicht:

¹⁾ On the distribution of the Nebulae in Space, Monthly Notices Vol. XXVII, pag. 257 ff.

| | Flächen | Stern- haufen | Glob. Sternh. | r, r', r'' | auflösb. Nebel | unauflösl. Nebel | Planetar. Nebel | Summen |
|-----------------------|----------------|------------------|------------------|--------------|-------------------|---------------------|--------------------|--------|
| nördl. der | 15 | 20 | 3 | 12 | 246 | 2206 | 9 | 2496 |
| in der } Milchstrasse | 8 | 434 | 14 | 29 | 35 | 234 | 21 | 767 |
| südl. der | 11 | 26 | 11 | 16 | 73 | 1295 | 4 | 1425 |
| grosse Capwolke . . | $1\frac{1}{2}$ | 52 | 0 | 14 | 36 | 248 | — | 350 |
| kleine Capwolke . . | $\frac{1}{2}$ | 3 | 3 | 0 | 7 | 25 | — | 38 |
| Summe | 36 | 535 | 31 | 71 | 397 | 4008 | 34 | 5076 |

Die Sternhaufen sind also in der Milchstrasse und beinahe ebenso stark in der grossen Capwolke zusammengedrängt (wie man sieht, wenn man mit der unter »Fläche« stehenden Zahl, welche das Grössenverhältniss der abgezählten Flächen angiebt, dividirt), das gleiche gilt von den mit r versehenen globularen Sternhaufen, während die sonstigen globularen Sternhaufen an Zahl zu wenig sind, um Bestimmtes von ihrer Vertheilung sagen zu können, dagegen scheint trotz der kleinen Zahl der planetarischen Nebel ihr Uebergewicht in der Milchstrasse gesichert. Die auflösbaren Nebel aber ebenso wie die unauflösbaren vermeiden die Milchstrasse in auffallender Weise, sind dagegen in den beiden Capwolken sehr stark vertreten. Die Schlüsse, die ABBE weiterhin daraus zieht, dass die Zahl der Nebel südlich der Milchstrasse viel kleiner ist, sind jedenfalls unzulässig, da der südliche Himmel weder damals noch heute mit ebenso mächtigen Instrumenten durchmustert ist, wie der nördliche.

Die ABBE'schen Abzählungen kartiren PROCTOR¹⁾ und WATERS²⁾, der erstere, indem er in isographischer Projection, in die 10° hohen, $30''$ breiten Trapeze soviel Punkte gleichmässig vertheilt, als dort Nebel stehen, und zwar trennt er zuerst in die nördliche und südliche Hemisphäre, dann aber in eine östliche und westliche derart, dass einmal die Stunden 12^h und 24^h den Mittelmeridian bilden, also die nebelreichsten Regionen in die Mitte der Darstellung kommen, das andere Mal die Stunden 18^h und 6^h vorn sind, sodass die Milchstrasse quer über die Mitte der Darstellung verläuft und es in die Augen springt, wie ihr parallel die an Nebeln arme Zone geht. Auf einer vierten Karte stellt PROCTOR neben den Nebeln die hellen Sterne dar, um etwaige Beziehungen zwischen beiden abzuleiten, er glaubt auch zu finden, dass da, wo die Nebel gedrängter stehen, auch mehr helle Sterne sich zusammendrängen und umgekehrt. WATERS pointirt die Oerter der Nebel genauer, unterscheidet sie in auflösbare und unauflösbare durch resp. rothe und grüne Punkte und fügt durch rothe Kreuze die Sternhaufen hinzu, alle Orte innerhalb $\pm 1^\circ$ genau. Dann werden die bekannten Thatsachen der Ausstreuung der Sternhaufen entlang, der Nebelflecke ausserhalb der Milchstrasse deutlich, weiter aber auch, dass die auflösbaren Nebel in ihrer Vertheilung den unauflösblichen sich eng anschmiegen.

Die zusammenfassende Kenntniss der Nebelflecke und Sternhaufen machte einen Schritt weiter durch DREYER's »A New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars being the Catalogue of the late Sir John F. W. HERSCHEL, BART, revised, corrected and enlarged«, Memoirs of the Royal Astr. Society Vol. XLIX, Part I London 1888, der nun schon 7889 Nummern umfasste. BAUSCHINGER schliesst seinem anerkennenden Referat über DREYER's Arbeit in V. A. G., Band 24, pag. 43 ff. sofort eine auf diesem ausgedehnteren Material basirende Untersuchung über die Vertheilung desselben in 15° hohe, 1^h breite Trapeze an,

1) Distribution of the Nebulae. Monthly Notices Vol. XXIX, pag. 337 ff.

2) The Distribution of Clusters and Nebulae. Monthly Notices Vol. XXXIII, pag. 558 ff.

indem er 4 Unterabtheilungen bildet, 1) die schwachen Nebel (pF bis eF) und Objecte mit »no description«, einschliesslich der ring- und spiralförmigen, 2) die hellen Nebel (pB bis eB) einschliesslich der sternartigen Nebel, 3) die (sicher) planetarischen Nebel, 4) die Sternhaufen und »globular clusters«. Die Unterscheidung der Nebel in die schwachen und helleren hatte den Zweck, zu entscheiden, ob die Fernhaltung der Nebel von der Milchstrasse einen physischen oder vielleicht nur optischen Grund habe, indem der helle Milchstrassenhintergrund die schwächeren Nebel überstrahlte; dann hätte sich die Abnahme der schwachen Nebel gegen die Milchstrasse als viel rapider ergeben müssen, als die der helleren.

Im Gegentheil aber findet BAUSCHINGER in seinen Tafeln, in welchen der Verlauf der Milchstrasse, sowie die beiden Milchstrassenpole markirt sind, genau das gleiche Fernbleiben von der Milchstrasse für die hellen und schwachen Nebel. Die Nebel häufen sich um die Milchstrassenpole, in den Capwolken, ausserdem aber in der Andromeda in $1\frac{1}{2}^h + 32\frac{1}{2}^m$, dort nicht eben sehr weit von der Milchstrasse. Die planetarischen Nebel und die Sternhaufen liegen mit verschwindenden Ausnahmen in der Milchstrasse, letztere auch in den Capwolken.

Endlich hat sich STRATONOFF für seine öfter citirten »Etudes sur la structure de l'Univers« den DREYER'schen Catalog unter Benutzung von dessen von DREYER selbst 1895 gegebenem Supplemente¹⁾ und den seitdem neu gemachten Entdeckungen zu einer leider noch nicht allgemein zugänglichen Liste von 9943 Objecten ergänzt, unter denen 679 Sternhaufen sind. Er betrachtet und stellt in seinem Atlas in Bezug auf Vertheilung dar 5 verschiedene Klassen. Die fünfte bilden die Sternhaufen. Für die Nebelflecke stellt er zwei *principia divisionis* auf, einmal die Helligkeit und so scheidet er in 7919 schwache und 1345 helle, dann die Ausdehnung und zerfällt danach die Nebel in 7541 kleine und 1723 ausgedehnte. Jedoch in allen Fällen zeigen sich die gleichen bekannten Vertheilungsgesetze übereinstimmend mit ganz geringen Unterschieden. Die Milchstrasse ist ganz frei von Nebeln. Der Nordpol der Milchstrasse zeigt eine mächtige Zusammendrängung aller Nebel, der Südpol ist viel weniger dicht besetzt, doch rührt das zweifellos von der mangelnden Kenntniss der südlichen Nebel her. Ausser der schon von BAUSCHINGER angeführten Concentration der Nebel in der Andromeda findet sich eine weitere Verdichtung in $2^h 55^m + 40^m$ im Perseus, wenigstens der kleinen und schwachen Nebel, nicht so sehr der grossen und hellen, und eine weitere in $23^h + 10^m$ im Pegasus. Betrachtet man, um von der Unsicherheit bezüglich der südlichen Nebel frei zu sein, nur die Vertheilung bis -20° Declination und setzt die Dichtigkeit in der Breite $+80^\circ$ bis $+90^\circ$ gleich 100, so ergeben sich folgende Uebersichten über den Reichthum der anderen Parallelzonen der Milchstrasse an den verschiedenen Nebelarten:

| mittlere Breite | schwache | kleine | helle | ausgedehnte | mittlere Breite | schwache | kleine | helle | ausgedehnte |
|-----------------|----------|--------|-------|-------------|-----------------|----------|--------|-------|-------------|
| + 85 | 100 | 100 | 100 | 100 | - 85 | — | — | — | — |
| + 75 | 64 | 72 | 136 | 106 | - 75 | 43 | 53 | 45 | 18 |
| + 65 | 51 | 57 | 82 | 71 | - 65 | 50 | 58 | 36 | 29 |
| + 55 | 37 | 44 | 64 | 41 | - 55 | 55 | 62 | 54 | 47 |
| + 45 | 36 | 39 | 27 | 35 | - 45 | 36 | 42 | 18 | 18 |
| + 35 | 26 | 26 | 18 | 29 | - 35 | 34 | 37 | 18 | 24 |
| + 25 | 16 | 18 | 9 | 12 | - 25 | 27 | 29 | 18 | 24 |
| + 15 | 9 | 11 | 9 | 6 | - 15 | 15 | 15 | 9 | 18 |
| + 5 | 2 | 3 | 9 | 12 | - 5 | 4 | 4 | 9 | 6 |

¹⁾ Index Catalog of Nebulae found in the years 1888 to 1894. Mem. of the R. A. S., Vol. LI.

Zweierlei aber geht aus dieser vergleichenden Zusammenstellung hervor, erstens die nahezu gesetzmässige Abnahme der Nebelzahlen aller Kategorien mit abnehmender nördlicher Breite, während in südlichen Breiten das Phänomen ebenfalls, aber lange nicht mit der gleichen Gesetzmässigkeit stattfindet; zweitens aber ist in der That bei den hellen und ausgedehnten Nebeln in der Milchstrasse, aber auch nur in ihr, bei Breiten unter $\pm 10^\circ$ die Abnahme relativ geringer. Es mag also sein, dass in der Milchstrasse der Glanz des galaktischen Lichtes einige wenige schwache oder kleine Nebel überstrahlt und unserer Kenntniss entzogen hat. Das allgemeine Phänomen der regelmässigen Abnahme der Nebel nach der Milchstrasse hin ist aber kein optisches durch Auslöschung der Nebel in geringen Breiten erzeugtes, sondern ein physisches durch die räumliche Vertheilung der Nebel bedingtes.

Eine Untersuchung der Vertheilung der planetarischen und ringförmigen Nebel, sowie jener Nebel, deren Auflösbarkeit verschiedenen Grades in den Nebelcatalogen mit den Buchstaben *r*, *rr*, *rrr* bezeichnet ist, enthält dann die folgende Tabelle. Auf 100 Quadratgraden stehen

| mittl. Breite | planetar. u. ringförm. | <i>r</i> | <i>rr</i> | <i>rrr</i> | mittl. Breite | planetar. u. ringförm. | <i>r</i> | <i>rr</i> | <i>rrr</i> |
|---------------|------------------------|----------|-----------|------------|---------------|------------------------|----------|-----------|------------|
| + 85° | — | 2·6 | 0·3 | 0·3 | — 85° | — | 0·3 | — | — |
| + 75 | — | 6·4 | — | 0·4 | — 75 | — | 1·0 | — | 0·1 |
| + 65 | — | 3·0 | 0·2 | 0·6 | — 65 | — | 1·1 | 0·1 | 0·3 |
| + 55 | 0·05 | 3·1 | 0·2 | 0·3 | — 55 | 0·10 | 1·2 | — | 0·1 |
| + 45 | — | 1·6 | 0·2 | 0·1 | — 45 | 0·04 | 0·7 | — | 0·1 |
| + 35 | 0·07 | 0·9 | 0·0 | 0·2 | — 35 | 0·03 | 0·8 | 0·1 | 0·1 |
| + 25 | 0·03 | 0·6 | 0·1 | 0·1 | — 25 | 0·03 | 0·7 | — | 0·1 |
| + 15 | 0·26 | 0·3 | 0·1 | — | — 15 | 0·20 | 0·4 | — | 0·1 |
| + 5 | 0·42 | 0·2 | 0·1 | 0·1 | — 5 | 0·59 | 0·2 | 0·1 | 0·1 |

Es geht daraus wieder hervor, dass, während die auflösbaren Nebel der verschiedenen Grade sich nicht anders verhalten, als die übrigen Nebel, die ringförmigen und planetarischen Nebel den Sternen ähnlich nach der Milchstrasse zunehmen. Auch von 32 spectroscopisch sicher als reine Gasnebel erkannten Objecten findet d'ARREST¹⁾ 25 in der Milchstrasse und schliesst daher auf ihre Wesensähnlichkeit mit den planetarischen Nebeln.

Die Vertheilung der Sternhaufen aber, welcher die letzten beiden Karten STRATONOFF's gewidmet sind, giebt durch den Verlauf der Dichtigkeitscurven geradezu die Gestalt der Milchstrasse an. Fast überall ausserhalb der Milchstrasse ist die Zahl der Sternhaufen überhaupt Null. Nur die grosse Capwolke ist noch dichter als die Milchstrasse mit Sternhaufen besetzt, sie ist ja aber andererseits auch ein Sammelpunkt der Nebel und darin, dass sie diese beiden sonst einander vermeidenden Himmelswesen vereinigt, nimmt sie eine ganz eigenartige Stellung ein. Die kleine Capwolke ist in minderem Grade eine Condensation ebenfalls von Nebeln und Sternhaufen, sonst stehen noch Sternhaufen in einer geringen Dichte in dem Nordpol der Milchstrasse, in $5\frac{1}{2}^\circ - 35^\circ$ und in $8\frac{1}{2}^\circ + 15^\circ$.

Von der allgemeinen Betrachtung der Sternhaufen müssen indessen die globularen getrennt werden und die folgende Tafel giebt für den Raum von 100 Quadratgraden die getrennten Zahlen:

¹⁾ A. N. Bd 80, pag. 189.

| mittl. Breite | Globulare Haufen | sonstige | mittl. Breite | Globulare Haufen | sonstige |
|---------------|------------------|----------|---------------|------------------|----------|
| + 85° | 0·32 | 0·96 | — 85° | 0·32 | — |
| + 75 | 0·21 | 0·54 | — 75 | 0·11 | 0·11 |
| + 65 | — | 0·07 | — 65 | — | — |
| + 55 | 0·05 | — | — 55 | 0·38 | 0·05 |
| + 45 | 0·16 | 0·12 | — 45 | 0·12 | 0·12 |
| + 35 | 0·14 | 0·24 | — 35 | 0·14 | 0·37 |
| + 25 | 0·12 | 0·22 | — 25 | 0·15 | 0·37 |
| + 15 | 0·12 | 0·90 | — 15 | 0·14 | 0·87 |
| + 5 | 0·11 | 5·35 | — 5 | 0·17 | 5·94 |

Die Tafel zeigt zunächst wieder, dass die globularen Sternhaufen nicht wie die übrigen in der Milchstrasse vorherrschen, sondern in allen Breiten gleichhäufig vorkommen, dabei sind die scheinbaren Maxima an den Polen der Milchstrasse rein zufällig, da dort nur je ein globularer Haufen steht. Von den Sternhaufen im allgemeinen aber kann man, anstatt von einer Zunahme gegen die Milchstrasse zu sprechen, wohl richtiger sagen, dass ein kleiner Theil von ihnen zufällig da und dort vertheilt ist, dass aber der Haupttheil in der Milchstrasse steht.

Die Schlüsse, welche die neueren und neuesten Untersuchungen über die Vertheilung der Nebelflecke zeitigen, stossen aber die alte, von den beiden HERSCHEL begründete Ansicht um, dass die Nebelflecke, weil ihre Anordnung keine Rücksicht auf die Milchstrasse zu nehmen scheine, Welten ausserhalb der Milchstrasse seien, oder dass die Nebel nichts anderes seien als gleichberechtigte Systeme mit dem unsrigen, als Milchstrassen, die nur die ungeheure Entfernung zu kleinen Nebeln zusammenschrumpfen lasse. Noch CLEVELAND ABBE hält die Milchstrasse, die Nubeculae und die Nebel für coordinirte Systeme und meint die Nubeculae seien nur in Folge ihrer Nähe so gross, sonst aber gewöhnliche Nebel, im übrigen will er die verschiedenen Objecte in folgende Reihenfolge der Entfernung setzen, Sternhaufen, globulare Sternhaufen, auflösbare globulare Haufen, auflösbare Nebelflecke, Nebel. Die regelmässige Abnahme der Nebelflecke in den galaktischen Zonen der STRATONOFF'schen Tafel führt aber zum ersten Male zwingend vor Augen, dass die Nebel eben grade in Bezug auf die Milchstrasse angeordnet sind, nur dass ihr Vertheilungsgesetz in grossen Zügen das umgekehrte ist, wie bei den Sternen. Das ist eine Ansicht, die PROCTOR in seinen Aufsätzen über das Universum in den Monthly Notices gegen heftigen Widerspruch hat verfechten müssen, da ihm die beweiskräftigen Zahlen unserer Tafel nicht zur Verfügung standen. Die Nebel gehören also jedenfalls grosstheils zum Milchstrassensystem, ob einzelne besondere Formen derselben, wie die Spiral- oder die Ringnebel vielleicht ausserhalb desselben stehen, ist denkbar, nach der geringen Zahl der bisher davon der Statistik zugänglichen Objecte aber nicht zu entscheiden. Die Ansicht, dass sich die Nebelflecke allmählich zu Sternhaufen oder einzelnen Sternen entwickeln, kann nebenbei bestehen bleiben. Die enge Verwandtschaft beider Weltenwesen geht ja aus dem Umstande hervor, dass in der grossen Capwolke sowohl die Nebel wie die Sternhaufen zahlreich nebeneinander vertreten sind. Man braucht, um den gegenwärtigen Zustand unseres Milchstrassensystems zu begreifen, nur anzunehmen, dass der Umwandlungsprocess von Nebel in Sternhaufen sich in der Nähe der Milchstrasse rascher vollziehen konnte und bereits vollständig vollzogen hat, dass er an den wenigen Stellen, wo sonst Sternhaufen ausserhalb der Milchstrasse stehen, eben-

falls gewirkt hat, dass er in den mit r , rr , rrr bezeichneten Nebeln wirksam ist, aber die grosse Masse der Nebel noch nicht ergriffen hat. Warum freilich dieser Prozess in niederen galaktischen Breiten sich so rapid rascher vollziehen musste, dafür ist kein Grund anzugeben, immerhin ist der Gedanke vorstellbar.

Was uns aber nun hauptsächlich fehlt, um anzugeben, in welcher Form der Anordnung die Nebelflecke die Milchstrasse zu beiden Seiten umgeben, ob in einer Kugel oder den Sternen gleich in einem Ellipsoid oder etwa in einer flachen Scheibe, ist eine genaue Bestimmung entweder ihrer Helligkeit oder ihrer Grösse; dann könnte man den analogen Schluss wie bei der Sternvertheilung machen und die durchschnittliche räumliche Entfernung der Objekte aus Helligkeit oder Grösse schliessen. Beide Aufgaben gehören indess zu den schwierigsten, aber auch zu den dankbarsten für die messende Astronomie. Genaue Grössenbestimmungen der von den Nebeln bedeckten Fläche wären vielleicht noch leichter auszuführen, zumal auf photographischen Platten, wenn gleich nicht durch Messung der Dimensionen, sondern durch Schätzung der Fläche gegen äquidistante Etalons; die Helligkeit zu bestimmen, liesse sich vielleicht in der Weise ermöglichen, dass nach Ausziehen des Oculars der Nebel zwischen die gleichfalls nebelförmig gewordenen schwachen umgebenden Sterne eingeschätzt und diese dann photometrir würden.

Die Ursachen des Milchstrassenschimmers.

Die Sternhaufen aber sind wesentliche Bestandtheile des Milchstrassensystems selbst, da sie fast ausschliesslich in den Windungen dieses grossen Lichtbandes liegen; über ihre Entfernung ist ebensowenig etwas bekannt; dennoch ist es für die Kenntniss der Structur der Milchstrasse von fundamentaler Wichtigkeit zu wissen, in welcher Entfernung wir uns die Bestandtheile zu denken haben, die uns als das optische Phänomen der Milchstrasse erscheinen. Die Ansicht, dass die Milchstrasse als ein oder zwei Ringe das ganze innere System umschliesse, event. gar mit einem leeren Raum dazwischen, nach Analogie der Saturnringe, ist ja längst aufgegeben und der anderen gewichen, dass entfernte Sterne des Systems selbst den Eindruck der grösseren oder geringeren Helligkeit der Milchstrasse erzeugen. Dass dies freilich nicht die dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne sind, ist klar; aber auch nicht die helleren teleskopischen kommen dafür in Betracht. Die im Cataloge Cp_{80} von STONE beobachteten Sterne, die nur in Ausnahmefällen unter der 7. Grösse sind, sind im Anhang in stereographischer Projection dargestellt. Man sieht dann auf den ersten Blick durch das Engerstehen der Sterne den grössten Kreis angedeutet, längs dessen die Milchstrasse verläuft, aber die Sternörter sind doch weit entfernt, alle Einzelheiten des Verlaufes der Milchstrasse selbst auszudrücken. Die Frage, ob und in wie weit die Bonner Durchmusterungssterne am galaktischen Schimmer theilhaftig sind, behandelt erstmals PLASSMANN in einem Vortrage vor der Generalversammlung der V. A. P. in Münster¹⁾. Er hat in den Trapezen der SEELIGER'schen Abzählungen die Gesammtlichtstärke der vorhandenen Sterne in Einheiten der schwächsten B,D -Klasse, der Grössenordnung $9^m \cdot 1 - 9^m \cdot 5$ berechnet. Die um je eine halbe Grössenordnung helleren Klassen entsprechen dann dem resp. 1·58, 2·51, 3·98, 6·31, 10·00 fachen²⁾

¹⁾ Mittheilungen der V. A. P. 1893, pag. 102.

²⁾ Diese Zahlen bedürfen nach den SEELIGER'schen Untersuchungen auf pag. 79 ff z. Thl. erheblicher Correcturen mit der galaktischen Breite.

dieser Lichteinheit, die letzte Klasse ist dabei die der Grössen 6^m-7^0 ; die noch helleren bereits scharfen Augen als isolirte Punkte sichtbaren Sterne werden absichtlich ausgeschlossen, bei der Berechnung des Lichtschimmers der Gesamtheit der teleskopischen. Addirt nun PLASSMANN die Beiträge, welche jede halbe Grössenklasse zu diesem Lichtschimmer giebt und multiplicirt er die Resultate mit $\sec \delta$ zur Reduction auf gleiche Flächen, so erhält er seine beigefügte Tafel der »Logarithmen der Sternfülle«. Diese Logarithmen schwanken zwischen den Extremen 2^m-720 in $4^m 0^m + 27\frac{1}{2}^\circ$ und 3^m-480 in $20^m 0^m + 37\frac{1}{2}^\circ$, so dass also die grösste Lichtmenge nicht einmal 6 Mal die kleinste übertrifft. Doch sind dies die alleräussersten Extreme. AMEKE hat dann die Resultate graphisch dargestellt und unter der Annahme, dass mit einer Sternfülle von 3·0 also mit 1000 Sternen der schwächsten *BD*-Grösse auf das Trapez (= 50 Quadratgrade) die Empfindungsschwelle überschritten sei, durch immer stärkere Blaufärbung der diese Grenzzahl überschreitenden Trapeze eine »theoretische Milchstrasse« hergestellt, von welcher in Band 1896 derselben Zeitschrift auf pag. 141 der äquatorale Gürtel schematisch reproducirt ist. Mit dieser theoretischen Milchstrasse vergleicht nun PLASSMANN die wirklichen Milchstrassenzeichnungen von BOEDDICKER, EASTON, HEIS, HOUZEAU, sowie unveröffentlichte von PANNEKOEK und findet an den meisten Stellen eine hinreichende Uebereinstimmung. Hieraus aber den Schluss zu ziehen, dass die teleskopischen Sterne der *BD* die Milchstrasse erzeugten, wäre offenbar verfehlt; denn in der »theoretischen Milchstrasse« sind stillschweigend die Beiträge übergegangen, die die noch schwächeren Sterne zur Sternfülle liefern und die offenbar beträchtlich, wahrscheinlich aber sogar den Glanz der mitgenommenen überwiegen müssen. Denn die Glieder der Reihe von Beiträgen zu dieser Sternfülle, an der PLASSMANN exemplificirt und die für den allgemeinen Verlauf thatsächlich typisch ist, lauten so:

| | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------------------|
| Sterne | 6^m-6 | 7^m-0 | 7^m-1 | 7^m-5 | 7^m-6 | 8^m-0 | 8^m-1 | 8^m-5 | 8^m-6 | 9^m-0 | 9^m-1 | 9^m-5 | 9^m-6 | 10^m-0 ect. |
| Anzahl | 5 | 7 | 21 | 43 | 108 | 399 | ? | ... | | | | | | |
| Beitrag | 50 | + 44 | + 84 | + 108 | + 171 | + 399 | + ? | | | | | | | (=856+ ²) |

Die Reihe der Beiträge ist vom zweiten Gliede an eine steigende und, ohne dass ihre Form irgendwie bekannt zu sein brauchte, lässt sich doch soviel erkennen, dass sie nicht mit dem sechsten Gliede abgebrochen und summiert werden darf, da die weiteren Glieder den Betrag des letzten und sehr möglicher Weise sogar der bisherigen Summe übersteigen¹⁾. Wenn aber die Beiträge der Sterne 9^m-6 — 10^m-0 u. s. w. zur Sternfülle so wesentliche und jedenfalls wesentlichere sind als die der bekannten Helligkeitsklassen, so hat eine Beziehung zwischen der Lichtfülle der *BD*-Sterne und der Milchstrasse nur den Werth, dass eine zufällige Uebereinstimmung der Lichtknoten der Milchstrasse und der Maxima der Sternfülle beweist, dass eben jene nicht berücksichtigten schwächeren Grössenklassen gegenüber den Nachbarsternen dort zufällig dasselbe Ueberwiegen zeigen wie die *BD*-Sterne über die umstehenden. Es folgt also aus PLASSMANN's Bestimmungen der Lichtfülle geradezu, dass im allgemeinen nicht die *BD*-Sterne den Glanz der Milchstrasse erzeugen. Es ist auch eine ganz willkürliche Annahme, dass bei Sternfüllenlogarithmen, die nur zwischen 2^m-72 — 3^m-48 schwanken, gerade bei dem Werthe 3·0 plötzlich die Empfindungsschwelle überschritten würde, sondern bei so kleinem Spielraum ist die Annahme

¹⁾ Das wird auch nicht viel anders, wenn man den Umstand richtig würdigt, dass die Zahl 399 der Klasse 9^m-1 — 9^m-5 besonders gross ist, weil diese Klasse nicht 5, sondern wohl 8 Zehntel der gleichförmigen Grössenskala enthält.

ebenso berechtigt, dass die Empfindungsschwelle überhaupt ausserhalb des Intervalles liegt, sodass entweder alle oder keine der Sternfüllen auf das Auge wirken. Erst die Verschiedenheit der wirkungsvollen Beiträge viel schwächerer Grössenklassen bringt die Differenzirung heraus. Das geringe Schwanken der Sternfüllen spricht aber wiederum für eine nahezu kugelförmige, schwach abgeplattete Form des Haufens der *BD*-Sterne.

PLASSMANN zeigt auch selbst, indem er das Zusammenfallen gewisser reicher Aichungen EPSTEIN's (der Sterne bis 12^m), die ihm handschriftlich mitgetheilt wurden, mit den Glanzstellen der Milchstrasse betont, (z. B. bei φ Cygni), dass er doch an jene schwächeren und entfernteren Sterne als Ursachen des Milchstrassenschimmers denkt. In einwandfreier Weise aber hat EASTON¹⁾ die Frage gefördert, welche Sterngrösse vorzugsweise den Eindruck der Milchstrasse hervorruft, indem er eine Stelle im Adler auswählte, die er in 4 gleiche Trapeze *A*, *B*, *C*, *D* so zerlegte, dass *A* eine sehr schwache, *B* eine schwache, *C* eine hellere, *D* eine sehr helle Stelle der Milchstrasse enthält. In den gleichen Trapezen werden die *BD*-Sterne und die Celoriasterne abgezählt und zunächst die beiden hellen den beiden schwachen, dann die hellste Parthie der schwächsten gegenübergestellt; Es findet sich

| Grösse | <i>C</i> + <i>D</i> | <i>A</i> + <i>B</i> | Ueberschuss von <i>C</i> + <i>D</i> über <i>A</i> + <i>B</i> | <i>D</i> | <i>A</i> | Ueberschuss von <i>D</i> über <i>A</i> |
|-----------------|---------------------|---------------------|--|-----------|--------------|---|
| 1—6.5 <i>BD</i> | 9 | 8 | + 1 | 4 | 4 | 0 |
| 6.6—7.0 „ | 17 | 11 | + 6 | 10 | 3 | + 7 |
| 7.1—7.5 „ | 16 | 18 | — 2 | 11 | 6 | + 5 |
| 7.6—8.0 „ | 27 | 36 | — 9 | 14 | 23 | — 9 |
| 8.1—8.5 „ | 64 | 78 | — 14 | 37 | 38 | — 1 |
| 8.6—9.0 „ | 185 | 171 | + 14 | 110 | 73 | + 37 |
| 9.1—9.5 „ | 1035 | 955 | + 80 | 566 | 432 | + 134 |
| 1—11? Cel. | 4476 | 2924 | + 1552 | 2658 | 1189 | + 1469 |
| Milchstrasse | hell | schwach | + | sehr hell | sehr schwach | + |

Man sieht also, dass am Ueberwiegen der Stellen *C* + *D* des Milchstrassenlichtes über *A* + *B*, resp. von *D* über *A* die hellen Sterne gar nicht betheiligt sind, diese projiciren sich vielmehr zufällig auf die Milchstrasse. Die Sterne $8^m.6—9^m.0$ fangen an, zum Milchstrassenschimmer beizutragen, die Sterne $9^m.1—9^m.5$ sind noch stärker dabei wirksam, der Hauptantheil an dem verschieden hellen Schimmer fällt aber den Celoriasternen zu, was EASTON noch bekräftigte, indem er mit Hilfe PANNEKOEK's Karten zeichnete, welche das Licht der einzelnen Grössenklassen der *BD*-Sterne, berechnet in Einheiten des Lichtes der Sterne $9^m.1—9^m.5$ für die SEELIGER'schen Trapeze durch kräftigere oder schwächere Nuancen wiedergeben, also ähnlich wie PLASSMANN dies gethan; nur findet EASTON im Grossen und Ganzen keine Aehnlichkeit zwischen dem Verlauf der Milchstrasse und diesen Karten und auch ein anderer Versuch, durch Verkleinerung der ARGELANDER'schen Karten, durch welche die Milchstrasse zieht, auf $\frac{1}{16}$ ihres Maassstabes die Gruppierung der *BD*-Sterne besser zu überschauen, zeigt im allgemeinen nicht die Contouren und Lichtnuancen der Milchstrasse. Stellenweise allerdings ist die Uebereinstimmung vorhanden und frappant, und sogar die helleren Sterne zeigen dann eine deutliche Verknüpfung mit der Milchstrasse, so in den hellen Flecken bei δ , 19 und 64 , des Adlers, wo auch das »Vorgebirge« des West-

¹⁾ Sur la distribution apparente des étoiles dans une partie de la Voie lactée A. N. 3270

zweiges bei 4 Aquilae ausgeprägt ist; ebenso sind die hellen Sterne selten an der dunkeln Stelle, die von δ nach β und ν des Adlers geht.

An der Gegend zwischen α und A Cygni, wo die Contraste gross sind, da auch der nördliche Kohlsack in sie eingeschlossen ist, zeigt EASTON noch deutlicher, indem er sie in 14 Felder von 6 verschiedenartigen galaktischen Helligkeiten zerlegt, dass die Sterne bis $9^m.0$ eine andersartige Anordnung haben wie die Milchstrasse, dass aber die Grössenklasse $9^m.1-9^m.5$ meistens dieselben Schwankungen in der Sterndichte zeigt, wie die Milchstrasse in der Helligkeit. In dieser Gegend kann aber EASTON noch weiter entfernte Sterne mitsprechen lassen, zwar hat CELORIA hier keine Abzählungen, aber er konnte auf 2 Photographien WOLF's, die in *Knowledge* 1891 reproducirt waren, auf der kürzer exponirten die Sterne bis zur $11^m.5$, auf der länger exponirten die Sterne bis $13^m.5$ abzählen, ausserdem 14 Aichungen EPSTEIN's, die bis 12^m gehen, benutzen und die HERSCHEL'schen Aichungen hinzuziehen. Werden nun für ein Feld von 1400 Quadratminuten Mittelzahlen gebildet für 3 Stellen, an denen die Milchstrasse schwach, mittelhell und glänzend ist, so entstehen folgende Vergleichszahlen:

| Milchstrasse | $BD\ 1-9^m.5$ | WOLF $1-11^m$ | EPSTEIN $1-12^m$ | WOLF $1-13^m.5$ | HERSCHEL $1-15^m(\bar{r})$ |
|--------------|---------------|---------------|------------------|-----------------|----------------------------|
| Schwach | 9 | 28 | 65.5 | 165 | 151 |
| Mittelhell | 12.7 | 52.3 | 85.7 | 297 | 1257 |
| Glänzend | 18.5 | 84.5 | 127.4 | 492.6 | 2115 |

Hier ist es nun sehr auffallend, dass die mit der Milchstrasse analoge Anordnung, die die Gesamtheit der BD -Sterne zeigt, sich fast in derselben Proportion bei all den schwächeren Sternen wiederholt, wenn man die erste HERSCHEL'sche Zahl auslässt. EASTON glaubt danach die schwächsten Sterne, die theoretisch sich bis auf die 12fache Entfernung der schwächsten BD -Klasse erstrecken, in engem Zusammenhang, also ungefähr in derselben Entfernung sich angeordnet denken zu müssen, wie die letzten BD -Sterne, als Theile derselben Condensationen, welche die Lichtknoten in der Milchstrasse erzeugen, nur als kleinere Glieder derselben. Denn wollte man selbst eine gleichförmige Anordnung der Sterne bis auf die 6fache Entfernung der BD -Sterne annehmen, so müsste man sie gleichzeitig in immer höher werdenden Schichten bis gleichfalls zur 6fachen Höhe sich vorstellen, je weiter der Visionsradius in den Kegel des Gesichtsfeldes dringt, also eine Anordnung in Bezug auf die Sonne, die doch undenkbar ist.

SEELIGER¹⁾ indessen glaubt bei aller Anerkennung der EASTON'schen Arbeit dies Parallellaufen der Sternzahl für die BD -Sterne und die schwächsten Sterne überhaupt doch für ein lokales, nicht überall in der Milchstrasse auftretendes Phänomen halten zu sollen. Zum Beweise hat er in allen Feldern, in denen die beiden HERSCHEL im Bereiche der Durchmusterung geacht, auch die Bonner Sterne abgezählt und findet, wenn nach der Zahl der HERSCHEL'schen Sterne geordnet wird, im Mittel

| für die BD | | | | für die SD | | | |
|--------------|--------|------|------------|--------------|--------|------|------------|
| W. HERSCHEL | | BD | ϵ | J. HERSCHEL | | SD | ϵ |
| Grenzen | Mittel | | | Grenzen | Mittel | | |
| > 300 | 409 | 3.41 | ± 0.41 | > 160 | 222 | 2.15 | ± 0.31 |
| 200—300 | 256 | 2.83 | 32 | 120—160 | 133 | 3.13 | 35 |
| 120—200 | 154 | 3.39 | 46 | 80—120 | 103 | 3.63 | 63 |
| 80—120 | 97 | 3.06 | 41 | 50—80 | 62 | 2.71 | 50 |
| 60—80 | 69 | 2.38 | 31 | 20—50 | 31 | 2.70 | 56 |
| < 60 | 43 | 2.37 | 34 | < 20 | 11 | 1.63 | 51 |

¹⁾ Betrachtungen über die räumliche Vertheilung der Fixsterne, pag. 55 ff.

Ein Parallellaufen der HERSCHEL'schen Sternzahlen mit den Durchmusterungen findet hiernach im allgemeinen nicht statt. An den nur 4 Stellen, wo W. HERSCHEL in der Zone CELORIA's geachtet hat, finden sich folgende Werthe, die einander gegenüber gestellt werden können.

| HERSCHEL | CELORIA | BD |
|------------|---------|-----|
| 217 | 10·6 | 5 |
| 272 | 14·6 | 3 |
| 311 | 17·5 | 2 |
| 398 | 14·1 | 6 |
| Mittel 299 | 14·2 | 4·0 |

Natürlich sind diese Werthe nicht zahlreich genug, um irgend welche Schlüsse zu ziehen, jedenfalls sprechen sie nicht gerade für ein Parallellaufen von HERSCHEL- und CELORIA-Sternen.

Sonach hält SEELIGER es nicht gerade für wahrscheinlich, dass die EASTON'sche Ansicht der Anhäufung der schwächsten *BD*-Sterne und der HERSCHEL'schen Sterne auf einen Raum von geringer Tiefenausdehnung ein allgemeines Phänomen sei, obwohl sie an gewissen Stellen denkbar wäre. Die Milchstrasse ist jedenfalls eine Gegend unseres Systems, wo die Sterne erheblich gedrängter stehen als anderswo. Dass die Lichtknoten und Sternhaufen in der Milchstrasse die Folgen von Anziehungskräften sind, welche bei der Masse der Objecte dort stärker walteten, als in dem übrigen, so überaus dünn mit Materie besetzten Raum, ist eine Möglichkeit der Vorstellung, weiter nichts. Es ist zwar sicher, dass die Milchstrasse rings um uns gelagert ist, aber sehr unwahrscheinlich, dass sie die Form eines Kreisrings hat, jedenfalls würde in einem solchen die Sonne ziemlich, wenn auch nicht übermässig excentrisch stehen.

Die Milchstrasse als Spiralnebel.

In einer jüngst erschienenen Publikation »A new theory of the Milky Way«¹⁾ kommt EASTON auf den Gedanken einer engen Verknüpfung doch auch vieler selbst heller Sterne mit den Milchstrassengebilden erneut zurück. Er betont unter anderem als Beispiel die zweifelhafte Zusammengehörigkeit der Trapezsterne mit dem Orionnebel und der Plejaden mit den die einzelnen Sterne und die ganze Gruppe einhüllenden Nebelmassen. Stellen, die ähnliche Deutung fordern, sind der Lichtknoten zwischen α und A Cygni, und der im nördlichen Theile des grossen hellen Flecks zwischen γ und β Cygni. Entweder müssen wir hier gewaltige Sternanhäufungen voraussetzen oder die Gegend in solcher Nähe bei uns annehmen, dass auch die Zugehörigkeit der genannten Cygnus-Sterne zu ihr nicht mehr unwahrscheinlich ist. Wie schwach ist im Vergleich zu dieser Cygnus-Region, die 90° Länge davon entfernte des Perseus, nicht nur in den Milchstrassengebilden, sondern auch an Sternen, wenn wir von den allerhellsten absehen. In der Cygnus-Region herrscht aber nicht nur der grösste Reichthum an Durchmusterungsterne, der schon RISTENPART²⁾ hier das Centrum der Milchstrasse suchen liess (in $\alpha = 20^h 20^m$, $\delta = 40^\circ$ und in der Entfernung der Sterne $5^m \cdot 9$), sondern auch HERSCHEL fand hier eine seiner grössten Sternzahlen mit 588 Sternen pro Feld und EPSTEIN aichte bei γ Cygni 600 Sterne bis 12^m in einem Raume, auf den sonst durchschnittlich 140 kamen. Zwar kommen auf der Südhalbkugel im Schilde und zwischen γ und μ des Schützen hellere Flecken vor, aber sie sind lange nicht so aus-

¹⁾ The Astrophysical Journal Vol. XII, pag. 137.

²⁾ Untersuchungen etc., pag. 263 ff.

gedehnt wie die Gegend im Schwan und kommen mehr auf die Rechnung einer Contrastwirkung gegen benachbarte ganz dunkle Stellen, während die Cygnus-gegend von ziemlich hellen Flächen der Milchstrasse umgeben ist. Indem EASTON nun noch ausführlich die Lagerung der beiden Zweige der Milchstrasse neben einander betrachtet, kommt er nach allem auf den Gedanken, dieselben nicht neben- sondern hintereinander anzunehmen, wengleich in Ebenen, die um 20° gegeneinander geneigt sind, und der ganzen Milchstrasse die Form eines



Spiralnebs anzuweisen, dessen Wirbelpunkt eben die Region im Cygnus ist. Seine Abbildung ist hier als Fig. 477 reproducirt. *S* zeigt die Stellung der Sonne an. *A* ist eine ziemlich reiche Windung, die den Verlauf der Milchstrasse von der Cassiopea bis zu γ Ophiuchi erzeugt, *B* dagegen ruft den zweiten (reicheren) Zweig durch Schlange, Skorpion und Wolf hervor; den letzten Ausläufer von *B*, die inatte und dünnbesetzte Windung *C*, hält EASTON für die Erzeugerin des Kranzes heller Sterne, des galactic belt GOULD's, der den Centauren, das Kreuz, das Schiff und den grossen Hund durchzieht. Die verschiedenen weiteren Windungen,

die zwischen Adler und Cassiopea eingezeichnet sind, glaubt EASTON zur Darstellung der Lichtbrücken und Spalten in dieser Gegend nöthig zu haben, den Hauptverlauf der Milchstrasse aber ruft die grosse, alles umfassende Windung *RR'R''* in Erscheinung, die kurz vor dem Perseus endet, wo nur ein schmaler, vom Wirbelpunkt ausgehender Strom noch einigen Milchstrassenschimmer erzeugt.

Das ganz eigenartige und neue Bild, welches die Ideen EASTON's von dem Weltgebäude entwerfen, und welches er selbst nicht etwa als eine Darstellung, sondern nur als Typus der von ihm gedachten Form desselben angesehen wissen will, ist jedenfalls vorstellbar und seine mögliche Berechtigung erkennt man,



(A. 478.)

wenn man sich umgekehrt fragt, wie sich in einem Spiralnebel, dessen Typus wir hier in dem Object *M 74 Piscium* abbilden (Fig. 478), die Spiralen darstellen würden für einen Schauplatz unweit des Wirbelpunktes; man sieht sofort, dass, wenn alle Windungen in einer Ebene liegen, dann eine Milchstrasse in nur einem Zuge, aber von verschiedener, durch die Entfernung vom Beschauer bedingter Breite mit einem gewaltigen Lichtknoten entstehen würde, sollten aber nicht alle Windungen in einer Ebene liegen, sondern sich einzelne darüber erheben, jedoch nicht um starke Neigungswinkel, so würden die grossen Trennungen in der Milchstrasse, Spalten und Lichtbrücken, in Erscheinung treten, die wir thatsächlich sehen. Gegen die Vorstellbarkeit der Spiralform der Milchstrasse wäre also a priori nichts einzuwenden, ausser einem Bedenken, das vielleicht nicht allzuferne Zukunft zerstreuen wird. Das Beispiel mit dem Spiralnebel *M 74 Piscium* behält nur dann seine Wirkung, wenn dieses Object und die Milchstrasse coordinirte Himmelswesen sind. Wir haben aber oben gesehen,

dass die Nebel im Allgemeinen als Angehörige des Milchstrassensystems betrachtet werden müssen, also dem ganzen untergeordnet sind, nur von den planetarischen, den ringförmigen und den Spiralnebeln liess sich das der geringen Anzahl dieser Objecte wegen nicht sicher erweisen. Nun hat der jüngst allzufrüh von dem Felde seiner astronomischen Entdeckungen abgerufene JAMES KEELER mit dem CROSSLEY-Reflector der Lick-Sternwarte nicht nur eine ungeahnte Fülle neuer Nebel entdeckt, da sein Fernrohr weit tiefer als die früheren mit Hilfe der Photographie in den Raum eindrang, er hat die Zahl der in ihm sichtbaren Nebel für den ganzen Himmel auf 120000 geschätzt gegen die kaum 10000, über die STRATONOFF bei seinen Untersuchungen verfügte; er hat aber vor allem gefunden, dass unter den neuentdeckten Nebeln die überwiegende Mehrzahl Spiralnebel waren und kommt zu dem Schlusse, die spirallige Structur für die vorherrschende oder fast für die typische Form der Nebel zu halten. Sobald nun die Fortsetzung der von KEELER begonnenen Entdeckungen neuer Nebel an dem so leistungsfähigen Instrumente uns mit nahezu allen von ihm erreichbaren Objecten bekannt gemacht haben wird, wird eine Untersuchung über die Vertheilung der Spiralnebel gesondert erfolgen müssen. Ergiebt diese dann eine Anordnung derselben ohne jede Rücksicht auf die Milchstrasse, sodass die Spiralnebel ihrerseits als selbständige Milchstrassensysteme gedeutet werden können, so ist die Annahme einer spiralligen Structur auch für unsere Milchstrasse nicht nur eine mögliche, sondern eine sehr wahrscheinliche Hypothese, dann würden sich die Spiralnebel (und die planetarischen Nebel) deutlich von den übrigen Nebeln sondern und nur letztere wären als Glieder unseres Milchstrassensystems anzusprechen. Ergiebt sich aber für die Vertheilung der Spiralnebel das gleiche Gesetz wie für die andern Nebel, so wären auch sie dem Milchstrassensystem zuzurechnen und der EASTON'schen Annahme für die Structur der Milchstrasse fehlten dann jedenfalls die Analogieen.

Es ist klar, wie wichtig diese von der Fortführung der KEELER'schen Entdeckungen herbeizuführende Entscheidung auch noch in anderer Beziehung ist. Gehören nämlich alle Nebel auch zum Milchstrassensystem, so ist dieses das einzige Individuum, das wir kennen im endlosen Raum, dann bildet die ganze Welt der sichtbaren und unsichtbaren Sterne, der Milchstrassenwindungen, der Sternhaufen und Nebelflecke nur eine Insel im Weltall, und von andern Lebewesen des leeren Raums wissen wir entweder gar nichts, weil die OLBERS'sche Extinction des Lichtes (s. o.) uns jede Kunde von ihnen entzieht, oder es sind überhaupt keine da und die ganze Materie des Alls ist in dem einzigen Kosmos untergebracht, von dessen zahlreichen, längs einer Hauptebene neben- und hintereinander stehenden Sternhaufen, einer auch unsere Sonne umschliesst. Sind aber die Spiralnebel coordinirte Glieder des Milchstrassensystems, so giebt es noch ausserhalb unserer Welteninsel andere im Ozean des Raumes zerstreute und den Weg, unter diesen die höhere Wesenseinheit, die Anordnung zu Milchstrassensystemen, aufzufinden, den die philosophischen Ueberlegungen KANT's und LAMBERT's einschlugen, wirklich zu betreten, steht den Entdeckungen der Zukunft bevor.

Heutzutage beschränkt sich ja unsere Kenntniss über die räumliche Anordnung von Himmelskörpern thatsächlich auf die Sterne der *BD* und *SD*, deren äusserste in dem 70fachen der Entfernung der Sterne erster Grösse, dem 7fachen des Abstandes der Sterne 6. Grösse, bis zu denen das unbewaffnete Auge reicht, liegen; die letzten Sterne HERSCHEL's, wenn wir diese mit als äusserste Glieder des Milchstrassenhaufens betrachten wollen, würden aber mit

rund 700 Siriusweiten noch 10mal weiter als die Bonner Sterne entfernt sein. Wäre die Milchstrasse in ihrem Längsschnitte ungefähr kreisförmig, so kennen wir also erst innerhalb des innersten Hundertels ihrer Hauptebeue die Sternvertheilung genauer, von allen andern entfernten Objecten kennen wir nur die Grundgesetze ihrer Anordnung oder können sogar diese nur muthmassen.

Annahme anderer Raumformen.

Die vorhin als event. mögliches Ergebniss der künftigen Nebelforschungen angedeutete Hypothese, dass alle sichtbaren Himmelsobjecte zusammen Mitglieder des Milchstrassensystems seien und sonach nur eine Stelle des unendlichen Raums mit Materie belegt erscheine, ist aber noch einer ganz andern Deutung fähig, wenn wir den Darlegungen SCHWARZSCHILD's auf der Heidelberger Astronomenversammlung folgen wollen¹⁾. Sie kann nämlich auch aus der endlichen Ausdehnung des Raumes folgen. Nur zwei andere Raumformen kommen nach SCHWARZSCHILD neben dem euklidischen unendlichen in Betracht, der elliptische Raum, in dem jede gerade Linie in sich zurückläuft, in dem aber zwei gerade Linien nur einen Schnittpunkt haben (und nicht zwei wie im sphärischen); dieser Raum ist endlich und hat einen endlichen Krümmungshalbmesser R ; zweitens der hyperbolische oder pseudosphärische Raum mit imaginärem Krümmungshalbmesser iR ; er ist unendlich, und die Winkelsumme eines Dreiecks in ihm ist kleiner als zwei Rechte. Kein geringerer als LOBATSCHESKIJ hat in seinem Werke »Ueber die Anfangsgründe der Geometrie«²⁾ gleich die Frage erörtert, ob die Existenz des hyperbolischen Raumes irgendwie in Widerspruch mit astronomischen Parallaxenbestimmungen käme. Ist der Winkel zwischen Sonne und einem Fixstern zur Zeit der grössten jährlichen Parallaxe $\frac{\pi}{2} - 2\phi$, so steht die Visierlinie nach dem Sterne ein halbes Jahr vor- resp. nachher senkrecht auf dem Erdbahnradius r . Dann ist dieser senkrechte Winkel $F\left(\frac{2r}{R}\right)$ in der hyperbolischen Geometrie $> \frac{\pi}{2} - 2\phi$ und ausserdem mit der Länge des Erdbahndurchmessers $2r$ verknüpft durch die Gleichung:

$$\operatorname{tang} \frac{1}{2} F\left(\frac{2r}{R}\right) = e^{-\frac{2r}{R}};$$

$$\text{demnach } e^{-\frac{2r}{R}} > \operatorname{tang} \left(\frac{\pi}{4} - \phi\right) \Rightarrow \frac{1 - \operatorname{tang} \phi}{1 + \operatorname{tang} \phi},$$

woraus nach weiteren Umformungen

$$\operatorname{tang} 2\phi > \frac{2r}{R}$$

folgt. LOBATSCHESKIJ musste sich mit ganz minderwerthigen Annahmen über die Parallaxen begnügen, z. B. für Sirius $2\phi = 1''\cdot 24$, für 29 Eridani $2\phi = 2''$.

Dieselben ergeben resp. $\frac{2r}{R} < 0\cdot 000006012$ und $0\cdot 000009696$, also den Krümmungsradius des Raumes zu mindestens 330000 Erdbahnradien. Selbst für das Dreieck mit Sirius an der Spitze würde die Winkelsumme nur um $0''\cdot 000003727$ kleiner sein als 180° und die Hoffnung durch Widersprüche in den Beobach-

¹⁾ Ueber das zulässige Krümmungsmaass des Raumes. V. A. G. 1900, pag. 337 ff.

²⁾ NIKOLAJ IWANOWITSCH LOBATSCHESKIJ. Zwei geometrische Abhandlungen, aus dem Russischen übersetzt, mit Anmerkungen und mit einer Biographie des Verfassers von FRIEDRICH ENGEL, Leipzig 1898, pag. 22 ff.

tungen diesen Winkel nachzuweisen, ist also ganz illusorisch. SCHWARZSCHILD schlägt einen etwas andern Weg zu dem gleichen Ziele ein. Ist d der Abstand eines Sternes gemessen auf dem Lichtstrahl, der von ihm zu uns dringt, p seine astronomisch bestimmte Parallaxe und r der Erdbahnradius, so gilt für den hyperbolischen Raum

$$\sin(hy p) \frac{d}{R} = \frac{r}{\sqrt{p^2 R^2 - r^2}}.$$

Daraus folgt $p > \frac{r}{R}$, sodass jeder Stern des hyperbolischen Raumes auch bei noch so grosser Entfernung eine endliche Parallaxe zeigen muss, deren Minimum durch das Krümmungsmaass bestimmt ist. Nach den heutigen Beobachtungen können wir dieses Minimum der Parallaxe gewiss nicht über $0''\cdot05$ annehmen und kommen damit auf einen Mindestradius des hyperbolischen Raumes von 4 Millionen Erdbahnhalbmassern. Der Radius müsste entsprechend vergrössert werden, wenn mit Sicherheit Parallaxen unter $0''\cdot05$ nachgewiesen werden sollten. Jedenfalls ist er so gross, dass innerhalb der Dimensionen des Planetensystems sich keine Anomalien gegenüber der euklidischen Raumvorstellung zeigen können; da andererseits der pseudosphärische Raum gleich dem euklidischen unendlich ist, so können auch ungewohnte Erscheinungen des Fixsternsystems sich nicht darbieten.

Anders bei dem elliptischen Raum. Die analoge, Parallaxe und Entfernung verbindende Formel ist hier

$$\cotang \frac{d}{R} = \frac{R}{r} \cdot p.$$

Es entspricht also jeder (auch noch so kleinen) Parallaxe eine reelle Entfernung d , welches Krümmungsmaass man auch annehmen mag. Welchen Werth man indessen für das Krümmungsmaass des elliptischen Raumes mindestens annehmen muss, ergibt sich aus dieser Formel ebenfalls. $\frac{R}{r} = 30000$ z. B. giebt für

$$p = 1''\cdot0, 0''\cdot1, 0''\cdot0: \log \cotang \frac{d}{R} = 9\cdot1627, 8\cdot1627, -\infty,$$

$$\text{also } \frac{d}{R} = 81^\circ 43'\cdot5, 89^\circ 9'\cdot0, 90^\circ 0', \text{ oder } 4903'\cdot5, 5349'\cdot0, 5400'.$$

Da nun $90^\circ = 5400' = \frac{\pi}{2}$ ist, werden die drei Distanzen für

$$p = 1''\cdot0, \quad d = 0\cdot908 \cdot R \frac{\pi}{2} = 42800 \quad \text{Erdbahnradien}$$

$$p = 0\cdot1, \quad d = 0\cdot991 R \frac{\pi}{2} = 46700 \quad \text{,,}$$

$$p = 0\cdot0, \quad d = 1\cdot000 R \frac{\pi}{2} = 47100 \quad \text{,,}$$

Es mag angenommen werden, dass es 100 Sterne mit Parallaxen über $0''\cdot1$ giebt und 100 Millionen mit Parallaxen unter $0''\cdot1$, daraus ergibt sich die Unvorstellbarkeit des Resultates bezüglich der Entfernungen. Da wohl kein Stern eine Parallaxe über $1''\cdot0$ hat, so käme um die Sonne ein leerer Raum von 42800 Radien Abstand, dann ständen 100 Sterne in Entfernungen, die bis zu 3900 Radien grössere Abstände hätten als die Begrenzung des leeren Raumes und die übrigen 100 Millionen wären in Entfernungen zusammengedrängt, die nur bis zu 400 Radien kleiner wären, als die grösstmögliche Entfernung $R \frac{\pi}{2}$ überhaupt. Es muss also für R ein Werth angenommen werden,

der ungefähr das entfernteste Raumstück, in welchem die 100 Millionen Sterne stehen, 1000000 mal so gross macht, als das innere mit seinen 100 Sternen. Dieser Bedingung würde durch $R = 160$ Millionen Erdbahnradien ungefähr entsprochen und man käme damit auf eine Grösse des Raums etwa von der Grössenordnung, wie sie der von SEELIGER angenommenen räumlichen Ausdehnung des Fixsternsystems entspräche, dann würde nur dieses und keine andere Welt in dem dann endlichen Raume Platz haben. Man kann natürlich R auch auf das 2 bis 3fache vergrössern oder verkleinern, ohne auf unzulässige Zusammendrängungen der Sterne gegen den »Rand« des elliptischen Raumes zu stossen. Der in sich selbst zurücklaufende Lichtstrahl macht die »Reise um die Welt« πR in 8000 Jahren und zur Beseitigung der einzigen sich ergebenden Schwierigkeit, nämlich der, dass wir am Nachthimmel der Sonne gegenüber das Bild der Rückseite der Sonne in Folge dieses in sich selbst zurückkehrenden Lichtstrahls erblicken müssten, muss nur angenommen werden, dass das Licht auf diesem ungeheuren Wege eine Absorption von 40 Grössenklassen erleidet. Eine andere Schwierigkeit der Vorstellung wird schon durch eine viel geringere Absorption behoben. Da nämlich jeder Lichtstrahl im elliptischen Raume wieder zu seinem Ausgangspunkte zurückkehrt, so würden auch alle durch unser Auge nach rückwärts gehenden Graden, die also Bilder von Punkten des Hinterkopfes, des Rückens etc. auf sich durch den Raum tragen würden, nach der »Wanderung um die Welt« dem Auge die Bilder der Rückseite seines Trägers bringen, und wenn wir uns einmal alle Objecte aus der Welt denken, würde das Auge am Firmament nichts erblicken, als die Rückseite des Subjects auf eine Halbkugel ausgebreitet. Nehmen wir nun die Objecte hinzu, so erscheinen natürlich diese dem Auge auf dem direkten Wege und verdecken die Punkte der Rückseite, deren Lichtstrahlen von ihnen abgefangen werden, alle von Objecten leer gelassenen Stellen des Gesichtskreises aber würden die Rückseite des Subjects zeigen — oder die eines andern Subjects oder Objects, welche vor 8000 Jahren dieselbe Stelle im Raum eingenommen haben, wenn diese nicht vielleicht damals leer war, da unser Träger, die Erde, sich natürlich ganz wo anders befand.

Ausser der euklidischen Raumvorstellung mit $R = \infty$ kommen also für die Vorstellung des Universums noch entweder ein pseudosphärischer Raum mit $iR > 4$ Millionen Erdbahnradien, oder ein elliptischer Raum mit $R > 100$ Millionen Erdbahnradien in Betracht, wenn man bei letzterem noch eine Lichtabsorption bei einem Umlauf um den Raum auf den 10^{16} . Theil des Ausgangswerthes annimmt.

Eine gleichförmige Vertheilung durchschnittlich gleichheller Sterne durch den euklidischen Raum würde bekanntlich die Sternzahlen bis zu den successiven Grössenklassen in constantem Verhältnis 3·982 zunehmen lassen. Im elliptischen Raume würde sie die Sternzahlen der schwächeren Klassen in weit stärkerem Maasse wachsen lassen, im pseudosphärischen Raum würde dagegen bei gleichförmiger Sternvertheilung die Sternzahl langsamer mit der Grösse zunehmen, als im euklidischen. Nun nimmt thatsächlich, wie die SEELIGER'schen Untersuchungen zeigen, die Sternzahl für die BD -Sterne langsamer zu, als es gleichförmige Vertheilung folgern würde. Daraus einen Vorzug für die Annahme eines hyperbolischen Raumes zu folgern, wäre natürlich durchaus verfrüht, weil die Hypothese gleichförmiger Vertheilung der Sterne und durchschnittlich gleicher Helligkeit für dieselben gewiss ganz willkürlich ist.

Es bleibt also die Bezeichnung eines »Märchenlandes«, die SCHWARZSCHILD für die beiden besprochenen Raumformen anwendet, kennzeichnend für die Stellung, die die Erfahrung gegenüber denselben einnimmt. Beide sind ebenso möglich als der euklidische Raum und die geringen Entfernungen, bis zu welchen die messende Astronomie in den Weltraum vorgedrungen ist, zeigen für keine der drei Raumformen bisher einen Widerspruch.

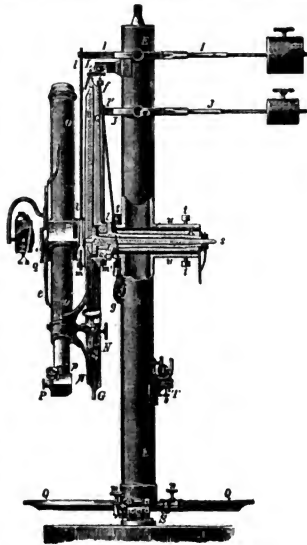
F. RISTENPART.

Vertikalkreis. Ausser den Höhenkreisen (s. d. Artikel »Universalinstrument«) hatte man früher zur genaueren Bestimmung von Zenithdistanzen Instrumente, welche sich von jenen nur durch genauere Ausführung und grössere Stabilität unterschieden. Solche Instrumente waren die Vertikalkreise. Sie waren gleich diesen auf verticalen Axen angebrachte Instrumente, die ebenso noch eine Drehung um diese Verticalaxe gestatteten, deren Grösse gleichfalls an einem kleinen Einstellkreise mittels Nonien abgelesen werden konnte. Ein solcher Vertikalkreis älterer Construction ist in Fig. 479 abgebildet. Die Azimuthalaxe *E* endigt an beiden Seiten in Zapfen, welche in Lagern eingebettet sind, die durch entsprechende Rectificationsschrauben behufs Verticalstellung eine Verschiebung der Axe am oberen Ende in zwei aufeinander senkrechten Richtungen gestatten. Die Verticalstellung wird durch das Niveau *V* controllirt. Zur Einstellung im Azimuthe dient ein Einstellkreis *Q*.

Die Verticalaxe trägt die hohle Büchse *u*, mit welcher der fein getheilte Kreis *G* fest verbunden ist. In der Büchse bewegt sich die Höhenaxe *s*, an welcher das Fernrohr *O* und der mit demselben verbundene Nonienkreis *H* fest aufgesetzt sind. Das Gewicht des Instrumentes ruht zum grössten Theil auf den Rollen *m*, *m'*, welche durch entsprechende Hebelwerke *I*, *J* und Gegengewichte zur Entlastung der Axe wirken.

Bei den späteren Vertikalkreisen wurde die doppelte Lagerung der Azimuthalaxe ebenfalls durch eine einfache Lagerung in einer verticalen Säule ersetzt. Ein Beispiel dieser Einrichtung giebt die Fig. 480, welche den ERTEL'schen Vertikalkreis der Sternwarte Pulkowa darstellt.

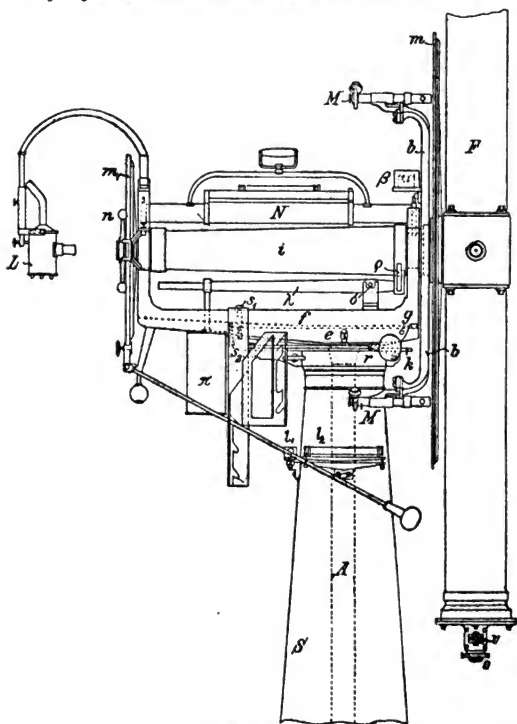
Die Azimuthalaxe *A* ist in der Säule *S* gelagert, und von unten durch entsprechende, in Hebeln wirkende Gegengewichte nach oben gedrückt, so dass die Drehung des Instrumentes im Azimut, in Folge der Entlastung der Axe in ihrem Lager, ohne Schwierigkeit vorgenommen werden kann. Die Säule *S* ruht auf drei Füßen, und kann die Verticalstellung mit Hilfe der beiden Libellen *l*₁ und *l*₂ bewerkstelligt werden.



(A. 479.)

Nach AMBRONN, »Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde«.

Die Azimuthalaxe A trägt auf einer massiven Platte e die Wiege f mit den Lagern g für die Höhenaxe i , welche mittels des Niveaus N und der Stell-schrauben s_1, s_2 senkrecht zur Azimuthalaxe und durch Verticalstellung dieser



(A. 480.)

Nach AMBRONN, «Handbuch der astronomischen Instrumentenkunde».

horizontal gestellt werden kann. An den Lagern g sind die Mikroskopträger b mit den Mikroskopen M und auf der entgegengesetzten Seite die Nonien für den Aufsuchkreis m , und an einem Metallbügel die Beleuchtungslampe L angebracht, welche das Licht durch eine Bohrung der Axe i sendet.

Die Höhenaxe i ruht mit dem grössten Theil des Instrumentengewichtes auf Rollen ρ und wird durch das an dem längeren Hebelarme des Hebels λ' wirkende Gewicht π äquilibrirt. An der Axe i ist das Fernrohr F , der fein getheilte Kreis m und der Aufsuchkreis m , befestigt.

Die Stellung des Mikroskopträgers wird durch die Alhidadenlibelle β controllirt, bezw. durch die Ablesung an derselben auf eine Normalstellung reducirt.

Das Instrument ist, wie schon erwähnt, nichts anderes als ein Höhenkreis, bei welchem auf die Ablesung der Höhen eine besondere Sorgfalt aufgewendet

wird. Es kann daher, bezüglich der Theorie desselben, auf das in dem Artikel »Universalinstrument« Gesagte verwiesen werden.

Durch Weglassung des Horizontalkreises und Aufhebung der Beweglichkeit im Horizonte erhält man ein in einer einzigen Verticalebene bewegliches Instrument, also den älteren Mauerkreis und ferner die neuen aus diesem hervorgegangenen Meridiankreise (s. diesen). N. HERZ.

Zeit, Zeitbestimmung. 1) Zeitmessung, Sternzeit, wahre, mittlere Sonnenzeit. Astronomische Beobachtungen erfordern als eines der wichtigsten Bestimmungsstücke die Angabe des absoluten Zeitmomentes, zu welchem sie angestellt sind. In gewissen Beobachtungen ersetzt dieser Zeitmoment direkt die Beobachtung einer Coordinate, indem die gegenseitige Lage der Gestirne an der Himmelskugel durch die Differenz der Zwischenzeiten an einem festen Instrumente gegeben sind (Passagen an festen Instrumenten oder an Mikrometern). In anderen Fällen sind die Beobachtungen, z. B. Messung von Distanzen oder Positionswinkeln beweglicher Gestirne, ja selbst Beobachtungen von physischen Veränderungen auf den Oberflächen der Gestirne werthlos weil unvergleichbar, wenn nicht der Moment jeder Beobachtung und damit die chronologische Reihenfolge derselben festgelegt wird.

Eigentlich handelt es sich dabei um die Vergleichung der Reihenfolge von verschiedenen Beobachtungen mit einer als Standard angenommenen, z. B. periodisch wiederkehrenden und stets leicht wieder aufzufindenden Reihenfolge von Erscheinungen. Ob es sich nun um die Abzählung der Anzahl Abläufe einer periodisch nach jedem Ablaufe sich umdrehenden Sand- oder Wasseruhr, oder die Schwingungen eines Pendels oder einer Unruhe handelt: jede dieser Einrichtungen eignet sich gleich gut zur Zeitmessung, wenn die Bedingungen erfüllt sind, dass die Erscheinungen periodisch und gleichmässig verlaufen, leicht zu zählen sind, und an verschiedenen ähnlichen Instrumenten vergleichbar sind.

Unter allen periodisch wiederkehrenden, regelmässig verlaufenden Erscheinungen ist es vorzugsweise eine, welche die genannten Bedingungen am vollständigsten erfüllt und sich daher seit den ältesten Zeiten naturgemäss als Maass der Zeit dargeboten hat: der regelmässige Wechsel von Tag und Nacht, sowie von Sommer und Winter. Die Ungleichheit der Tages- und Nachtlänge hat aber frühzeitig daraufgeführt, zu vergleichbaren Maassbestimmungen die Länge von Tag und Nacht zusammen (*Nychthemeren*), d. i. von Sonnenuntergang bis Sonnenuntergang oder von Mitternacht zu Mitternacht oder aber von Mittag bis Mittag als Zeiteinheit zu wählen. Für kleinere Unterabtheilungen findet man schon in den ältesten Zeiten eine Theilung in 12 oder 24 Thle., mitunter auch in 60 Thle., von denen sich die Eintheilung in 24 Stunden, deren jede in 60 Minuten (*minutae primae*) à 60 Secunden (*minutae secundae*) getheilt wird, später bleibend erhalten hat. Bis in das späte Mittelalter wurde die Theilung nach dem Sexagesimalsystem noch weiter geführt, und man theilte die Secunde noch in 60 *minutae tertiae*, weiter ebenso diese in 60 *minutae quartae* u. s. w., von denen der *minuta tertia* als Terzie noch heute zeitweise Erwähnung geschieht. Erst zu KEPLER'S Zeiten beginnt sich die Decimaltheilung der Secunde einzubürgern.

Die Zusammenfassung von mehreren Tagen zu Einheiten höherer Ordnung fand ebenfalls bis zu dieser Zeit nach dem Sexagesimalsystem statt, und man rechnete demzufolge mit 60^d , 3600^d als Einheiten höherer Ordnung. Doch war das Jahr mit seinen Unterabtheilungen in 12 Monate als Einheit höherer Ordnung, die dem allgemeinen Gebrauche entnommene, und daher nicht zu umgehende

Zusammenfassung, und mussten für den astronomischen Gebrauch die Jahre, Monate und Tage erst in *Sexagesimae* etc. umgewandelt werden.

Das Jahr bietet aber keine einheitliche Maassbestimmung, da dasselbe bei verschiedenen Völkern von verschiedener Länge angenommen wurde (vergl. den Artikel »Chronologie«); in allen Fällen muss daher die Jahreslänge durch die Anzahl der in demselben enthaltenen Tage ausgedrückt werden. In den wichtigsten älteren astronomischen Schriften findet man zumeist das ägyptische Jahr zu 365 Tagen und später das julianische Jahr zu 365.25 Tagen zu Grunde gelegt. Die Vergleichung der verschiedenen Zeitangaben geschieht jedoch am besten durch die Angabe der Tageszahl in der julianischen Periode (s. »Chronologie«).

Wenn sich sonach als Maasseinheit höherer Ordnung das Jahr nicht eignet, und dasselbe ausschliesslich den praktischen Bedürfnissen der Datirung entspricht, so bleibt als Normalmaass für die Zeit nur der Tag. Der periodischen Wiederkehr von Tag und Nacht entsprungen, hat man hierbei zunächst nur an die Umdrehung der Erde um ihre Axe in der ursprünglichen Auffassung zwischen zwei Sonnenuntergängen zu denken. Da aber bald die Verschiedenheit dieser Tageslänge auffallen musste, allerdings ursprünglich nur durch den Unterschied in dem Beginne des Tagesanfanges, der Verspätung in der ersten Hälfte, der Verfrühung in der zweiten Hälfte des Jahres, so war die ungleiche Länge dieses Tages, wenn sie sich auch der unmittelbaren Beobachtung entzog, nicht zu übersehen, und so wie es sich um genauere Zeitangaben handelte, namentlich aber um die regelmässige Theilung des Tages durch Instrumente (Uhren), welche den Verspätungen bezw. Verfrühungen des Sonnenunterganges nicht folgen konnten, musste der Tagesanfang auf einen anderen Zeitmoment verlegt werden, bei welchem diese Unregelmässigkeiten nicht hervortraten, und dieses war der stets gleichmässig wiederkehrende Durchgang der Sonne durch den Meridian. Die durch Sonnenbeobachtungen stets leicht zu erhaltende Zwischenzeit zwischen zwei gleichartigen (oberen) Culminationen der Sonne wird ein wahrer Sonnentag genannt.

Hiermit war jedoch nur eine der grössten Ungleichheiten in der Zeitmessung eliminirt; auch der wahre Sonnentag ist nicht constant. Die Zeitmessung ist ja eigentlich hierbei auf die Rotation der Erde um ihre Axe zurückgeführt, und es dient als Zeiteinheit die Zeit, welche die Erde zu einer vollen Umdrehung braucht. Eine solche Umdrehung, bei welcher irgend ein Halbmesser der Erde räumlich genau in dieselbe Richtung fällt, vollzieht sich aber nicht in einem Sonnentage, sondern, da die Richtung des Erdhalbmessers im Raume durch denjenigen Ort der Himmelskugel bestimmt ist, welchen dieser Halbmesser zwischen den Sternen trifft, in einer andern Zeit, nämlich in derjenigen, welche zwischen zwei gleichartigen (oberen) Culminationen eines und desselben Sternes verfliesst. Diese Zeit nennt man einen Sterntag. Die in Stunden (24 Theile des Sterntages) Minuten und Secunden ausgedrückte Zeit (z. B. von der Culmination eines bestimmten Punktes der Himmelskugel an gerechnet) heisst die Sternzeit; und demnach spricht man auch von Sternzeitstunden u. s. w.

Es mag an dieser Stelle kurz bemerkt werden, dass auch der Sterntag keine constante Grösse ist, sondern durch mechanische Einflüsse (die Flutwelle), die Contraction der Erdrinde, Niederschläge von kosmischem Staub u. s. w., vergl. den Art. »Mechanik des Himmels«, die Tageslänge etwas veränderlich sein kann; ob die Secularacceleration des Mondes diesen oder anderen Umständen zuzuschreiben ist, ist bisher noch nicht mit Sicherheit entschieden.

Die Verschiedenheit von Sterntag und Sonnentag rührt davon her, dass sich die Sonne in Folge der Revolution der Erde um dieselbe, zwischen den Gestirnen fortzubewegen scheint; da diese Bewegung von West nach Ost vor sich geht, während die tägliche Drehung des Fixsternhimmels in der entgegengesetzten Richtung, von Ost nach West stattfindet, so wird die Sonne nach einer vollen Umdrehung der Erde um ihre Axe, zwischen den Sternen etwas weiter gerückt sein und erst einige Zeit später culminiren, als derjenige Punkt (Stern), bei welchem sie während ihrer vorhergehenden gleichartigen Culmination stand: der Sonnentag ist etwas länger als der Sterntag.

Da die Sonne nach einem Jahre wieder zu demselben Punkte zurückkehrt, so wird sie jeden Tag um den 365·25ten Theil des ganzen Umkreises, also nahe 1°, d. i. 4^m täglich, später culminiren, was dadurch in die Erscheinung tritt, dass scheinbar die Fixsterne um diesen Betrag täglich früher culminiren. Man nennt diese Erscheinung die Acceleration der Fixsterne.

Der Betrag von 4^m ist nur eine Näherung. Zu einem genauem Werthe gelangt man auf folgende Weise: Die Sonne gelangt nach 365·256358 Sonnentagen wieder in dieselbe Position zu den Fixsternen (siderisches Jahr), während welcher Zeit aber die Erde genau um eine Rotation mehr um ihre Axe, d. h. 366·256358 Rotationen gemacht hat. Eigentlich wäre daher das Verhältniss

Länge des Sonnentags: Länge des Sterntags = 366·256358: 365·256358.

Im Grunde wäre es gleichgültig, welchen Stern man hierbei als Zeitmesser gebraucht; für den Anfang des Sterntags müsste aber ein ganz bestimmter Stern gewählt werden, so dass der Sterntag stets und überall mit der Culmination dieses Sternes beginnen würde. Unter allen Punkten an der Himmelskugel ist nun ein besonderer, der in vielen Hinsichten eine bevorzugte Stellung einnimmt, nämlich der Frühlingspunkt, und es lag daher nahe, diesen als Anfangspunkt der Zählung zu wählen, so dass der Sterntag mit der Culmination des Frühlingspunktes beginnt. Dass hierdurch der Einfluss der Eigenbewegung der Fixsterne auf die Tageszählung wegfällt, kann kaum als Vortheil betrachtet werden, da sich selbst in historischen Zeiträumen in dieser Richtung keine Abweichungen ergeben würden. Hingegen hat diese Zählung mancherlei Nachteile, welche von dem Einfluss der Nutation herrühren, worüber später noch Einiges gesagt wird.

Zählt man nun aber den Sterntag von der Culmination des Frühlingspunktes, so dass 0^h Sternzeit zur Zeit der Culmination, 1^h, 2^h, 3^h . . . Sternzeit ist, wenn der Stundenwinkel des Frühlingspunktes 1^h, 2^h, 3^h . . . beträgt, so ist der Einfluss der Präcession nicht zu übersehen. Das Zusammenfallen der Culmination der Sonne mit der Culmination des Frühlingspunktes findet (allerdings alljährlich nur für einen bestimmten Ort der Erde, s. den Artikel »Ort«) in Zwischenzeiten statt, welche gleich sind dem tropischen Jahr; daher sind

$$365\cdot242201 \text{ Sonnentage} = 366\cdot242201 \text{ Sterntage} \quad (1)$$

Die Bewegung der Sonne zwischen den Sternen ist aber nicht gleichmässig; sie ist schneller im Winter, langsamer im Sommer; sie findet ausserdem in der Ekliptik und nicht im Aequator statt, und eine selbst gleichförmige Bewegung in der Ekliptik würde sich nicht als gleichmässig auf den Aequator projiciren; die Intervalle zwischen zwei aufeinander folgenden gleichartigen Culminationen von einander gleichen Intervallen in der Ekliptik werden demnach nicht gleich lang sein, und umso länger, je grösser die Deklination des betrachteten Punktes ist. Um auf ein gleichförmiges Maass zu kommen, muss daher an die Stelle der ungleichförmigen Bewegung der Sonne eine gleichförmige substituirt werden,

so dass der Zeitraum zwischen zwei Durchgängen der Sonne durch den Frühlingspunkt dieselbe ist (366·242201 Sterntage), dieses Intervall aber durch eine der wirklichen Anzahl der Sonnentage (365·242201) gleiche Anzahl von einander völlig gleich langen Tagen dargestellt wird. Man nimmt also eine in gleichmässiger Bewegung im Aequator sich bewegend fingirte, an Stelle der wahren Sonne zu setzende an und nennt sie die mittlere Sonne, und die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden gleichartigen Culminationen der wahren Sonne einen wahren Sonnentag, die Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden gleichartigen Culminationen der mittleren Sonne den mittleren Sonnentag. Die Culminationszeit der wahren, bezw. mittleren Sonne wird als wahrer, bezw. mittlerer Mittag mit 0^h wahrer, bezw. mittlere Zeit bezeichnet, und die in Stunden (den 24ten Theil des Intervalles zwischen zwei aufeinanderfolgenden wahren, bezw. mittleren Mittagen), Minuten und Secunden ausgedrückte, seit der letzten oberen Culmination verflossenen Zeit die wahre Sonnenzeit, bezw. mittlere Sonnenzeit genannt.

Der Unterschied zwischen der wahren und mittleren Sonnenzeit heisst die Zeitgleichung.

II. Bürgerliche Zeit, Astronomische Zeit; Ortszeit, Weltzeit, Zonenzeit. In der bürgerlichen Zeitrechnung zählt man den Tag in zwei Abschnitten von 12^h oder 0^h Mittag bis Mitternacht, und ebenso von Mitternacht bis Mittag. Der Anfang des Tages wird in die Mitternacht verlegt, so dass ein Datum dem Zeitintervall von einer Mitternacht zur nächsten entspricht. Für astronomische Beobachtungen würde dies den Nachtheil haben, dass man um Mitternacht, um welche Zeit die meisten Beobachtungen fallen, das Datum wechseln müsste. Man ist daher übereingekommen, die Zählung mit dem Mittag zu beginnen, so dass der Datumwechsel auf diesen fällt, und zwar so, dass jedes Datum um einen halben Tag später beginnt. Ueberdies aber wird die Zeit fortlaufend von 0^h bis 24^h gezählt. Es ist demnach

$0^h - 12^h$ astronomisch = $0^h - 12^h$ *NM* ($p \cdot m$) bürgerlich; Datum identisch,
 $12^h - 24^h$ astronomisch = $0^h - 12^h$ *VM* ($a \cdot m$) bürgerlich; astronomisches Datum um 1 kleiner als das bürgerliche Datum, z. B.

Febr. 8, $7^h 25^m 18$ astr. = Febr. 8, $7^h 25^m 18^s$ *NM* (Abends) bürgerlich.

Febr. 8, $18^h 14^m 38$ astr. = Febr. 9, $6^h 14^m 38^s$ *VM* (Morgens) bürgerlich.

Die Culminationszeit der wahren oder mittleren Sonne, eines Sternes oder des Frühlingspunktes gilt natürlich nur für einen Beobachtungsort, und man erhält demnach den wahren oder mittleren Mittag oder 0^h Sternzeit des Beobachtungsortes, d. h. Ortszeit. Die Ortszeiten verschiedener Orte sind von einander verschieden und zwar um den Längenunterschied, ausgedrückt im Zeitmaasse. Ist θ_o die Ortszeit eines östlich gelegenen Punktes, θ_w die Ortszeit des westlich gelegenen, λ der Längenunterschied, ausgedrückt im Zeitmaasse (also $\frac{1}{15}$ des im Gradmaasse ausgedrückten), so ist

$$\begin{aligned} \lambda &= \theta_o - \theta_w, \\ \theta_o &= \theta_w + \lambda; \quad \theta_w = \theta_o - \lambda. \end{aligned} \quad (2)$$

Zu beachten ist, dass die Längenunterschiede für die Verwandlung von Sternzeiten in Sternzeit, bei Verwandlungen von mittleren Zeiten in mittlere Zeit durch dieselbe Zahl λ ausgedrückt erscheinen, da sich der Längenunterschied von 24^h Sternzeit auf 360° vertheilt, ebenso aber auch der Längenunterschied von 24^h mittlerer Zeit.

Diese Beziehungen werden wichtig, wenn man aus den Astronomischen Ephemeriden (Berliner Astronomisches Jahrbuch, Greenwicher oder Washingtoner Nautical-Almanac, Pariser *Connaissance des temps*) gewisse Grössen (Sternörter, Mondstrecken etc.) für bestimmte Zeiten irgend eines Beobachtungsortes zu entnehmen hat. Die aufgenommenen, mit der Zeit veränderlichen Grössen sind meist tabulirt für den mittleren Mittag (mitunter auch für den wahren Mittag) der Ephemeride. Um nun die gesuchte Grösse für eine gewisse Zeit θ eines Beobachtungsortes zu finden, dessen Längenunterschied λ gegen den Meridian der Ephemeride (Berlin, Greenwich, Paris, Washington) ist, hat man die Zeit θ durch Anbringung des Längenunterschiedes in Ortszeit der Ephemeride (Berliner, Greenwicher Zeit etc.) zu verwandeln. Wird der Längenunterschied λ positiv gezählt, wenn der Beobachtungsort westlich von dem Meridian der Ephemeride liegt, so wird der Ortszeit θ des Beobachtungsortes die Zeit der Ephemeride $\theta + \lambda$ entsprechen, und die für diese Zeit der Ephemeride entnommene Zahl ist für die Ortszeit θ des Beobachtungsortes gültig. Beispiele werden sich im Folgenden ergeben.

Diese Rechnungen würden wesentlich vereinfacht werden, wenn auf die Ortszeit verzichtet würde, und jede Uhr durch Anbringung des Längenunterschiedes sofort auf den Meridian einer Ephemeride reducirt würde. Die z. B. nach Greenwicher Zeit gestellten Uhren gäben dann an jedem Ort der Erde die Zeit des Normalmeridians, die sogen. Weltzeit. Mancherlei Uebelstände, welche bei einer solchen Unification unvermeidlich sind, namentlich der Umstand, dass 0 Uhr Weltzeit auf die verschiedensten Tageszeiten fallen könnte, brachten es mit sich, an Stelle der Weltzeit eine andere zu substituiren, welche von der Weltzeit um eine ganze Anzahl von Stunden differirt, daher leicht auf dieselbe reducirt werden kann, sich dabei aber der Ortszeit möglichst nahe anschliesst, die sogen. Zonenzeit. Für alle Orte, die etwa eine halbe Stunde Längendifferenz beiderseits vom Normalmeridian (Greenwich) haben, gilt die Zeit des Normalmeridians (Westeuropäische Zeit); für alle zwischen einer halben Stunde und $1\frac{1}{2}$ Stunden Längendifferenz liegenden gilt die um 1^h vermehrte Zeit des Normalmeridians (Mitteleuropäische Zeit); für diejenigen Orte, die nahe zwischen $1\frac{1}{2}$ und $2\frac{1}{2}$ Stunden Längendifferenz gegen Greenwich haben, gilt die um 2 Stunden vermehrte Greenwicher Zeit (Osteuropäische Zeit). (Daraus folgt, dass *WEZ* gleich der Zeit des Normalmeridians (Greenwich) ist, *MEZ* auf die Zeit der Ephemeride durch Anbringung der Reduction $- 1^h$ verwandelt wird; *OEZ* endlich durch Anbringung der Correction $- 2^h$. Unbequemlichkeiten gegen die bürgerliche Zählweise können dabei nicht entstehen, da die Unterschiede zwischen Ortszeit und Zonenzeit höchstens eine halbe Stunde erreichen können.

Schreitet man nun nach Osten weiter, so wird die Weltzeit dieselbe bleiben, aber die Zonenzeit fortschreitend um 1^h , 2^h , die Ortszeit successive, grösser werden. Nach Umschreiten der ganzen Erde würde demnach die Ortszeit in den dem Normalmeridian nächst gelegenen Orten um nahe 24^h grösser, d. h. das Datum um 1 grösser sein. Umgekehrt würde beim Fortschreiten nach Westen in derselben Weise die Zonenzeit um 1^h , 2^h kleiner werden, und demnach schliesslich die dem Normalmeridian nächstgelegenen östlichen Punkte ein um 1 kleineres Datum haben. Schreitet man nach beiden Seiten fort, so wird man hierbei zu Orten gelangen, bei denen das Datum zu beiden Seiten, je nach der Richtung, in welcher man sich denselben nähert, oder ursprünglich genähert hat, eine Differenz von 1^d zeigen. Die Entdeckung der Inselwelt Polynesiens erfolgte meist gegen Westen hin (auf dem Wege über Amerika), während die an der Ostküste

Asiens gelegenen Inseln, der australische Continent mit den nächstgelegenen Inseln, also Borneo, Celebes, Neu-Guinea, Neu-Caledonien, Neu-Seeland auf dem Wege um die Südspitze von Afrika erreicht wurde. Die genannten Inseln hatten daher gegen die nächstgelegenen Philippinen und allen von diesen östlich gelegenen ein um 1 verschiedenes Datum. Seit 31. December 1844¹⁾ wurde aber die Datumgrenze dahin rectificirt, dass sie nunmehr fast genau 180° von Greenwich verläuft; nur zwischen Asien und Amerika, an der Behringsstrasse biegt sie etwas nach Osten ab, um nicht innerhalb Asiens zu gehen, und ebenso geht sie östlich an den Fidschi-Inseln vorüber, die sie daher den westlichen Inselgruppen zugesellt.

III. Zeitgleichung. Der Unterschied zwischen wahrer und mittlerer Sonnenzeit rührt von der ungleichförmigen Bewegung der Sonne einerseits und von der Neigung der Sonnenbahn gegen den Aequator andererseits her. Um die ungleichförmige Bewegung der Sonne in der Ekliptik auf eine gleichförmige im Aequator zu reduciren, hat man zu beachten, dass die wahre und die mittlere Sonne gleichzeitig durch den Frühlingspunkt gehen, und wegen des gleichförmigen Fortschreitens der mittleren Sonne im Aequator wird, in der Zeit t , ausgedrückt in mittleren Sonnentagen, der Abstand der mittleren Sonne im Aequator vom Frühlingspunkt, d. i. die Rectascension der mittleren Sonne gleich Mt sein, wenn M der Weg ist, um welchen die Sonne sich in einem Sonnentage von dem instantanen Frühlingspunkt entfernt²⁾. M ist daher die mittlere tropische Bewegung der Sonne in einem Sonnentage, daher Mt die mittlere Länge der Sonne, woraus folgt, dass

Die Rectascension der mittleren Sonne = mittlerer Länge der (wahren) Sonne.

Der wirkliche Abstand der wahren Sonne nach dieser Zeit t vom Frühlingspunkt ist aber ihre wahre Länge = L , und um den Unterschied zwischen der wahren Zeit und der mittleren Zeit zu finden, hat man die Zwischenzeit zwischen der Culmination der wahren und der mittleren Sonne zu suchen.

Die Zwischenzeit zwischen dem Momente der Culmination der mittleren Sonne und der Culmination des Frühlingspunktes ist durch ihre Rectascension

$$\theta_m = Mt \quad (3)$$

gegeben³⁾. Ist M dabei, wie angenommen, die mittlere tropische Bewegung in einem mittleren Sonnentage, so ist θ_m bereits ein in mittlerer Zeit ausgedrücktes Intervall.

Um die Zeit der Culmination der wahren Sonne zu finden, hat man ihre Rectascension α zu dieser Zeit zu suchen. Man findet diese aus der wahren Länge L nach der Formel

$$\text{tang } \alpha = \text{tang } L \cos \epsilon, \quad (3a)$$

¹⁾ cfr. JEROLIM Freiherr v. BENKO, „Das Datum auf den Philippinen“, Wien 1890.

²⁾ Bezüglich des Einflusses der Präcession, namentlich aber der Nutation vergl. das auf pag. 140 Gesagte. Hier mag noch erwähnt werden, dass man früher von einer „ersten mittleren Sonne“, sprach, welche sich gleichmässig in der Ekliptik bewegte, und einer „zweiten mittleren Sonne“ die sich gleichmässig im Aequator bewegt, so dass die Rectascension der zweiten mittleren Sonne gleich wäre der Länge der ersten mittleren Sonne. Man findet auch heute noch häufig diese Ausdrucksweise, welche nach obigem jedoch völlig unnötig ist, und den Gegenstand durchaus nicht klarer macht.

³⁾ Eigentlich $\theta_m = M_0 + Mt$, wenn M_0 die mittlere Länge für die Epoche ist, welche aber hier, da t von dem Durchgange durch den Frühlingspunkt an gerechnet wird, gleich Null ist.

wenn ϵ die Schiefe der Ekliptik ist. Die Zeitgleichung ist dann, wenn α und θ_m im Zeitmaasse (Stunden, Zeitminuten und Zeitsecunden) ausgedrückt werden:

$$Z = \alpha - \theta_m, \quad (4)$$

der Zeitunterschied, um welchen die wahre Sonne später culminirt als die mittlere Sonne, (welcher Betrag auch negativ werden kann), ausgedrückt in mittlerer Zeit, wenn auch α mit der mittleren Bewegung der Sonne in einem mittleren Sonnentage gerechnet wird. Z ist nach (4) der westliche Stundenwinkel der mittleren Sonne zur Zeit des Meridianganges der wahren Sonne, d. h. die Zeitgleichung ist die mittlere Zeit im wahren Mittage.

Nach LE VERRIERS Sonnentafeln ist

$$L = Mt + 6918''\cdot 37 \sin(Mt - \pi) + 72''\cdot 52 \sin 2(Mt - \pi) + 1''\cdot 05 \sin 3(Mt - \pi) + \dots + \text{Störungsglieder.}$$

wobei π die Länge des Perihels der Erde bedeutet. Sucht man mit diesem Werthe von L nach (3a) den Ausdruck für α , so ergibt sich eine Function von $\sin Mt$, $\cos Mt$, $\sin 2Mt$, $\cos 2Mt$. . . , deren Coëfficienten von π abhängig sind. Als Function von Mt kann daher die Zeitgleichung mit dem Argumente t , d. i. von Tag zu Tag tabulirt werden. Sie ist aber selbstverständlich an demselben Tage verschiedener Jahre verschieden, und zwar 1) weil die mittlere Länge der Sonne für den Jahresanfang nicht für alle Jahre dieselbe ist, und 2) weil der Werth von π veränderlich ist. Genähert wird die Zeitgleichung für die einzelnen Daten aus der folgenden Tabelle entnommen werden können (der letzte des Monats unter der Rubrik 31. des Datums eingesetzt).

| Datum | 1 | 11 | 21 | 31 |
|-----------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Januar | + 3 ^m 33 ^r | + 7 ^m 57 ^r | + 11 ^m 24 ^r | + 13 ^m 37 ^r |
| Februar | + 13 45 | + 14 27 | + 13 53 | + 12 50 |
| März | + 12 39 | + 10 19 | + 7 29 | + 4 26 |
| April | + 4 7 | + 1 13 | - 1 12 | - 2 47 |
| Mai | - 2 55 | - 3 46 | - 3 39 | - 2 39 |
| Juni | - 2 30 | - 0 46 | + 1 22 | + 3 15 |
| Juli | + 3 27 | + 5 8 | + 6 8 | + 6 11 |
| August | + 6 8 | + 5 6 | + 3 8 | + 0 23 |
| September | + 0 4 | - 3 15 | - 6 45 | - 9 50 |
| Oktober | - 10 10 | - 13 6 | - 15 13 | - 16 17 |
| November | - 16 20 | - 15 56 | - 14 9 | - 11 25 |
| Dezember | - 11 3 | - 6 51 | - 2 1 | + 2 55. |

Die Zeitgleichung wird viermal im Jahre gleich Null, nämlich gegenwärtig am 15. April, 14. Juni, 1. September und 25. Dezember; sie erreicht vier Maxima (2 positive, 2 negative) und zwar gegenwärtig

die positiven Maxima: am 12. Februar + 14^m 27^r und am 26. Juli + 6^m 17^r, die negativen Maxima: am 15. Mai - 3^m 50^r und am 3. November - 16^m 22^r.

Die Folge der Verschiedenheit der wahren und mittleren Zeit ist zunächst eine scheinbar ungleiche Länge des Vor- und Nachmittags, vorzugsweise zu gewissen Jahreszeiten.

Als Maass der Zeit kann nur die mittlere Zeit angesehen werden, da der Voraussetzung nach alle mittleren Sonnentage einander gleich sind. Der wahre Sonnentag wird nun zu Zeiten länger, zu Zeiten kürzer sein als dieser. Er wird am längsten, bzw. am kürzesten, wenn die Zeitgleichung sich am raschesten ändert; die Aenderung der Zeitgleichung hat ein positives Maximum am

23. December und zwar gleich $30'$; daher die Dauer des wahren Tages $24^h 0^m 30'$. Ein negatives Maximum fällt Mitte September; der Betrag der Aenderung beträgt hier $-21'$, daher die Dauer des wahren Tages nur $23^h 59^m 39'$.

In der Praxis fällt dieser Unterschied nicht auf; merklich hingegen wird der zweite Einfluss. Da nämlich am 12. Februar die Zeitgleichung $+14^m 27'$ beträgt, so wird die wahre Zeit im mittleren Mittage gleich $0^h - Z = 11^h 45\frac{1}{2}^m$. Die Culmination der wahren Sonne fällt daher schon in den Nachmittag, und diese (d. h. die Zeit vom mittleren Mittage bis zum Sonnenuntergange) ist um den doppelten Betrag der Zeitgleichung, d. i. um nahe eine halbe Stunde länger als der Vormittag. Am 3. November hingegen fällt die Culmination der wahren Sonne um $16^m 22'$ vor dem mittleren Mittage; der Vormittag ist in Folge dessen um mehr als eine halbe Stunde länger als der Nachmittag. Beide Perioden fallen in die Zeiten der kurzen Tagebögen der Sonne, so dass hierdurch der ohnedies kurze Nachmittag des November und December noch kürzer und zwar ersichtlich kürzer erscheint als der Vormittag, wie eben auch die scheinbar späten Sonnenaufgänge des Monates Februar und die gegenüber den kurzen Vormittagen auffallend längeren Nachmittage hierin ihren Grund haben.

IV. Zeitverwandlungen.

a) Mittlere und wahre Zeit. Da Z denjenigen Zeitunterschied bedeutet, um welchen die wahre Sonne später culminirt, als die mittlere Sonne, so wird auch die wahre Sonne jeden Stundenwinkel um diesen Zeitunterschied später erreichen als die mittlere Sonne; daher wird in einem gewissen absoluten Zeitmomente der Stundenwinkel der wahren Sonne um diesen Betrag kleiner sein als der Stundenwinkel der mittleren Sonne, d. h. es ist, wenn man mit W die wahre Zeit, mit M die mittlere Zeit bezeichnet:

$$M - W = Z$$

oder

$$M = W + Z; \quad W = M - Z. \quad (5)$$

Diese Formeln dienen zur Verwandlung der mittleren und wahren Zeit ineinander.

Die Zeitgleichung ist natürlich aus den Ephemeriden zu entnehmen, und zwar aus den benachbarten Ephemeridenwerthen zu interpoliren, wobei, wenn die äusserste Genauigkeit erreicht werden soll, auch auf die zweiten Differenzen Rücksicht genommen werden muss.

Beispiele.

1) 1901 März 6, $5^h 32^m 26^s.46$ M. Z. Wien (k. k. militär-geographisches Institut, $\lambda = -11^m 50'$ gegen Berlin) ist in wahre Zeit zu verwandeln. Man erhält mit dem angegebenen Längenunterschied:

$5^h 32^m 26^s.46$ M. Z. Wien = $5^h 20^m 36^s$ M. Z. Berlin = März 6²²²⁶ M. Z. Berlin.

Nach dem Berliner astronom. Jahrbuch ist für den mittleren Mittage:

| | | | |
|--------------|---------------------|------------|------------|
| 1901 März 6: | $Z = +11^m 34^s.42$ | Δ' | Δ'' |
| 7: | $+11 20.18$ | $-14^s.24$ | $-0^s.40.$ |
| 8: | $+11 5.54$ | -14.64 | |

Da $n = +0.2226$, $\frac{n(n-1)}{2} = -0.0865$ ist, so folgt $n\Delta' = -3^s.170$,

$\frac{n(n-1)}{2}\Delta'' = +0^s.034$ demnach die interpolirte Zeitgleichung für die ge-

fundene Zeit der Ephemeride, d. i. der gegebenen M. Z. Wien:

$$Z = + 11^m 31^s 28$$

$$\text{Wien, mittl. Zeit: } M = 5^h 32^m 26^s 46$$

$$\text{Wien, wahr. Zeit: } W = 5^h 20^m 55^s 18$$

2) 1901 Februar 19, $3^h 7^m 36^s 18$ W. Z. Wien ($\lambda = - 11^m 50^s$) in mittlere Zeit zu verwandeln.

Das Berliner astronomische Jahrbuch giebt die Zeitgleichung für mittlere Zeit; um zu interpoliren, muss daher diese bekannt sein; man erhält leicht einen genügend genäherten Werth durch Anbringung eines ersten genäherten Werthes der Zeitgleichung; sollte der resultirende Werth vom Ausgangswerth sehr verschieden sein, so muss die Rechnung wiederholt werden. In diesem Falle ist:

$$\begin{array}{r} \text{Wahre Zeit Wien} \quad 3^h 7^m 36^s 18 \\ \text{Genäherte Zeitgleichung} \quad + 14 \quad 5 \\ \hline \text{Genäherte M. Z. Wien} \quad 3^h 21^m 41^s \\ \lambda = \quad - 11 \quad 50 \\ \hline \text{Genäherte M. Z. Berlin} \quad 3^h 9^m 51^s = \text{Februar 19.1318.} \end{array}$$

Nach dem Berliner Jahrbuche ist für den mittleren Mittag:

$$\begin{array}{r} \text{Februar 19: } Z = + 14^m 5^s 82 \quad \Delta' \quad \Delta'' \\ \quad 20: \quad + 14 \quad 0 \cdot 00 \quad - 5^s 82 \quad - 0^s 67 \\ \quad 21: \quad + 13 \quad 53 \cdot 51 \quad - 6 \cdot 49 \end{array}$$

demnach interpolirt: $Z = + 14^m 5^s 09$

und damit die mittlere Zeit $3^h 21^m 41^s 27$.

b) Sternzeit und wahre Zeit. Da die wahre Zeit gleich ist dem Stundenwinkel der wahren Sonne, so ist, wenn α_{\odot} die Rectascensionen der Sonne zur Sternzeit θ bedeutet.

$$\theta = \alpha_{\odot} + W; \quad W = \theta - \alpha_{\odot}. \quad (6)$$

Für den Fall, als die Ephemeriden die Rectascensionen der Sonne im wahren Mittage geben, wird daher die Rechnung von θ sehr einfach; ist θ gegeben, so ist allerdings auch hier wieder eine genäherte Kenntniss von W nöthig; weil dann α_{\odot} mit dem Argumente W erhalten werden kann; diese Verwandlungen kommen aber in der Praxis kaum vor, und sollte dies der Fall sein, so wird man besser thun, die Verwandlung mit Hilfe der mittleren Zeit vorzunehmen; nothwendig wäre dies auch in dem Falle, der jetzt fast ausschliesslich vorkommt, dass die Rectascensionen der Sonne für den mittleren Mittag gegeben sind.

c) Sternzeit und mittlere Zeit. Da 365.242201 mittlere Sonnentage = 366.242201 Sterntage sind, so ist

$$1 \text{ mittl. Sonnentag} = \frac{366 \cdot 242201}{365 \cdot 242201} \text{ Sterntage} = 1 \text{ Sterntag} + 3^m 56^s 555 \text{ Sternzeit}$$

$$1^h \text{ mittlere Zeit} = (1^h + 9^s 85648) \text{ Sternzeit}$$

$$1 \text{ Sterntag} = \frac{365 \cdot 242201}{366 \cdot 242201} \text{ mittl. Sonnentage} = 1 \text{ mittl. Sonnentag} - 3^m 55^s 909 \text{ mittl. Z.}$$

$$1^h \text{ Sternzeit} = (1^h - 9^s 82956) \text{ mittlere Zeit.}$$

Um diese Rechnung zu vereinfachen, hat man Hilfstafeln, welche direkt aus jedem in mittlerer Zeit gegebenen Intervall das zugehörige Sternzeitintervall geben, und umgekehrt; eine solche hier zu geben ist unnöthig, da sie sich in allen Ephemeridensammlungen, deren man zu diesem Zwecke hier ohnedies bedarf, findet. Um nämlich die Zeitangaben selbst (nicht bloss die Zeitintervalle) zu verwandeln, ist es noch nöthig die Sternzeit im mittleren Mittage zu kennen. Kennt man dieselbe für irgend einen mittleren Mittag, so ist dieselbe natürlich für jeden

folgenden durch Addition des Betrages von $3^m 56^s 555$ zu erhalten. Da nach HANSEN die mittlere Rectascension der Sonne für 1850 Januar 0, 0^h mittlere Pariser Zeit $18^h 39^m 9^s 261$ war, so ist damit die Sternzeit im mittleren Mittage für alle Folgezeit gegeben. Aus der Aenderung in einem Tage oder noch besser der mittleren tropischen Bewegung in einem Jahre erhält man die Aenderung der Sternzeit im mittleren Mittage

$$\text{für } 365 \text{ Tage gleich } 23^h 59^m 2^s 706 = - 57^s 294$$

$$\text{für } 366 \text{ Tage gleich } 24^h 2^m 59^s 261 = + 2^m 59^s 261$$

und für einen Zeitraum von 4 Jahren, in welchem ein Schaltjahr ist gleich $+ 7^s 379$.

Diese Rechnung wird dadurch umgangen, dass die Ephemeridensammlungen die Sternzeit im mittleren Mittage für jeden Tag des Jahres geben. Der aufgenommene Werth θ_{00} ist jedoch die Sternzeit im mittleren Mittage für den Meridian der Ephemeride. Für irgend einen anderen Meridian ist dieselbe natürlich eine andere. Da sie sich bei der Aenderung der Länge um 24^h (einen Tag) um den vollen Betrag von $3^m 56^s 555$ ändert, so ändert sie sich für jede Stunde Längenänderung um $\frac{236^s 555}{24} = 9^s 856$ und zwar wird für westlich gelegene Punkte die Sternzeit im mittleren Mittage grösser, weil die Sonne später culminirt. Es wird daher die Sternzeit im mittleren Mittage θ_0 für einen Ort, dessen Längenunterschied gegen den Meridian der Ephemeride λ ist, ausgedrückt in Stunden und positiv, wenn der Ort westlich liegt, gleich

$$\theta_0 = \theta_{00} + 9^s 856 \lambda.$$

Das Berliner Astronom. Jahrbuch giebt diese Werthe in der Colonne »Correct. der Sternzeit« in dem Verzeichniss der »Coordinaten der Sternwarten«.

Zur Verwandlung von Sternzeit θ in mittlere Zeit ist zunächst $\theta - \theta_0$ das Sternzeitintervall seit dem vorhergehenden Mittage; dieses Intervall ist durch die Tafeln oder durch Subtraction von $9^s 82956$ für jede Stunde in ein mittleres Zeitintervall zu verwandeln, wodurch man sofort das in mittlerer Zeit ausgedrückte Intervall seit dem vorhergehenden Mittage, also die mittlere Zeit erhält. Es ist daher

$$M = (\theta - \theta_0) - (\theta - \theta_0)_k 9^s 82956. \quad (7a)$$

Umgekehrt, hat man mittlere Zeit M in Sternzeit zu verwandeln, so ergibt sich zunächst für das seit dem vorhergehenden Mittage verfllossene mittlere Zeitintervall M das zugehörige Sternzeit-Intervall gleich

$$M + M_k \cdot 9^s 85648;$$

addirt man hierzu die Sternzeit θ_0 im vorhergehenden Mittage, so erhält man die gesuchte Sternzeit in dem gegebenen Moment, gleich

$$\theta = M + M_k \cdot 9^s 85648 + \theta_0. \quad (7b)$$

Beispiele.

1) Für Wien (Univ.-Sternwarte, $\lambda = - 0^h 11^m 46^s 58$) ist die mittlere Zeit März 10, $17^h 4^m 38^s 45$ in Sternzeit zu verwandeln.

Für $\lambda = - 11^m 46^s 58$ findet man (durch Rechnung oder aus dem Berliner Jahrbuche) die Correction der Sternzeit im mittleren Mittage $- 1^s 93$.

Die angegebene mittlere Zeit ist astronomisch; (bürgerlich gleich März 20, $5^h 4^m 38^s 45$ Morgens) das Intervall seit dem vorhergehenden Mittage giebt, in ein Sternzeitintervall verwandelt,

| | | |
|---|---|---|
| Mittlere Zeit. März 19: | 17 ^h 4 ^m 38 ^s .45 | |
| Reduct. auf Sternzeit | + 2 48.32 | |
| Sternzeit im mittleren Wiener Mittage. März 19: | 23 45 10.03 | $\left[\begin{array}{l} \text{Sternzeit im mittleren} \\ \text{Berl. Mittage März 19: } 23^h 45^m 11^s.96 \\ \text{Reduction auf Wien} \quad - 1.93 \end{array} \right]$ |
| Sternzeit Wien | <u>16^h 52^m 36^s.80.</u> | |
| 2) Sternzeit. Januar 27: | 8 ^h 14 ^m 27 ^s .18 | |
| Sternzeit. Januar 27: | 8 ^h 14 ^m 27 ^s .18 | |
| Sternzeit im mittleren Wiener Mittag. Januar 27: | 20 24 5.79 | $\left[\begin{array}{l} \text{Sternzeit im mittleren} \\ \text{Berl. Mittage Januar 27: } 20^h 24^m 7^s.72 \end{array} \right]$ |
| Sternzeitintervall | <u>11 50 21.39</u> | |
| Reduction auf mittlere Zeit | - 1 56.37 | |
| M. Z. Wien, Univ.-Sternwarte | <u>11^h 48^m 25^s.02.</u> | |

V. Zeitbestimmung. Von der durch die tägliche Umdrehung der Erde bestimmten Ortszeit (Sternzeit θ , mittlere Zeit M) ist die durch die Uhren angegebene Uhrzeit u verschieden. Man nennt den Betrag x , welchen man zur Uhrzeit u hinzufügen muss, um die betreffende, richtige Ortszeit zu erhalten, die Uhr correction oder den Stand der Uhr (gegen Sternzeit oder gegen mittlere Zeit).

Ist x der Stand der Uhr gegen $\left\{ \begin{array}{l} \text{Sternzeit} \\ \text{mittl. Zeit} \end{array} \right\}$ so ist $\theta = u + x$ die $\left\{ \begin{array}{l} \text{Sternzeit} \\ \text{mittl. Zeit} \end{array} \right\}$ in diesem Momente.

Ist x positiv, so ist die Uhr gegen die Ortszeit zurück; ist x negativ, so ist die Uhr der Ortszeit voran.

Der Stand der Uhr wird aber nicht constant bleiben, sondern sich von Tag zu Tag ändern. Ist x der Stand der Uhr an einem gegebenen Tage, $x + \Delta x$ am nächstfolgenden Tage um dieselbe Zeit, so nennt man Δx den Gang der Uhr in 24^h. Um denselben aus den Beobachtungen zu verschiedenen Zeiten abzuleiten, sei x der Stand der Uhr zur Uhrzeit u an einem gegebenen Tage, x' der Stand der Uhr zur Uhrzeit u' an einem um d Tage späteren Datum, dann ist

$$\Delta x = \frac{x' - x}{d + u' - u}$$

der Gang der Uhr in der Zwischenzeit. Der Gang der Uhr ist positiv, wenn die Uhr zurückbleibt, er ist negativ, wenn die Uhr voraneilt.

Man berechnet den Gang stets für 24^h Uhrzeit, da man den Uhrstand doch stets für eine gegebene Uhrzeit zu interpoliren hat.

Man erhält hieraus einen mittleren Gang der Uhr in der Zwischenzeit; die Erfahrung hat aber gezeigt, dass der Gang der Uhr durch äussere, meteorologische Einflüsse (Temperatur, Luftdruck, Feuchtigkeit) Veränderungen unterworfen ist, und man hätte demnach den Gang in möglichst kurzen Intervallen zu bestimmen. Dieses scheidet aber an dem Umstande, dass für zu kurze Intervalle der Nenner zu klein wird, daher Fehler in der Bestimmung des Uhrstandes einen zu merklichen Einfluss auf den Uhrgang haben. Bei einer längeren Reihe von Beobachtungen (z. B. am Passageninstrumente oder Meridiankreise) gelingt es häufig, den Uhrgang selbst mit zu bestimmen. In diesem Falle erhält man dann den für diese Beobachtungen geltenden Uhrgang.

Die Bestimmung der Zeit, Zeitbestimmung, erfordert daher die Aufsuchung der wahren oder mittleren Zeit oder der Sternzeit zu einer gegebenen

Uhrzeit, d. i. des Stundenwinkels eines Gestirnes, dessen Rectascension bekannt ist. Man kann hierzu Beobachtungen im Meridian (Stundenwinkel gleich Null) anstellen, oder ausserhalb des Meridians, in welchem Falle der Stundenwinkel aus Durchgängen im Azimuthe oder aus Zenithdistanzmessungen berechnet werden kann. Zu bemerken ist noch, dass man den Stundenwinkel des wahren Frühlingspunktes sucht, in welchem Falle natürlich für die Rectascension der Gestirne deren wahre, mit Präcession und Nutation behafteten Orte zu verwenden sind. Allein die Nutation bewirkt, dass der Frühlingspunkt keine streng gleichförmige Bewegung hat und demzufolge das Intervall, an einer wirklich gleichförmig verlaufenden Bewegung gemessen, zwischen zwei Durchgängen des Frühlingspunktes nicht genau constant ist, sondern kleinen Schwankungen unterliegt. Der Gang der Uhren ist ein allerdings noch weniger gleichmässiger; vorausgesetzt aber, dass man völlig gleichmässig gehende Uhren herstellen könnte, so würden diese einen ungleichmässigen Gang zeigen, der aber nicht dem Gang der Uhr, sondern der Bewegung des Frühlingspunktes zufällt. Um ein Maass für den Stand und Gang von vollkommen gleichmässig gehenden Uhren zu erhalten, wäre es daher besser, die mittleren Rectascensionen der Sterne für das gegebene Datum zur Ableitung des Uhrstandes aus dem Stundenwinkel zu verwenden. Praktisch allerdings ist dieser Unterschied völlig belanglos, und die Verwendung der scheinbaren Sternörter erweist sich aus dem Grunde praktischer, weil man nebst den mittleren Sternörtern für den Jahresanfang die scheinbaren (nicht aber die mittleren) Oerter, namentlich aber die scheinbaren Deklinationen für die verschiedenen Daten braucht, da z. B. gemessene Zenithdistanzen nur mit diesen reducirt werden können.

Im folgenden sollen nun die wichtigsten Methoden der Zeitbestimmung kurz besprochen werden.

A. Zeitbestimmung aus den beobachteten Meridiandurchgängen der Sterne. Die vorzüglichste und in der astronomischen Praxis am häufigsten angewendete Methode der Zeitbestimmung ist diejenige durch die Beobachtung der Meridiandurchgänge der Gestirne. Da die Sternzeit der Beobachtung eines Gestirnes im Meridian gleich seiner Rectascension ist, so erhält man

$$u + x = \alpha; \quad x = \alpha - u,$$

wenn x der Stand der Uhr gegen Sternzeit ist; dies gilt, wenn man es mit fehlerfrei aufgestellten Instrumenten zu thun hat. Die hierzu dienenden Instrumente sind das Passageninstrument im Meridian und der Meridiankreis. Da nicht nur die Beschreibung dieser Instrumente, sondern auch die Methoden der Reduction der Zeitbestimmungen (Berücksichtigung der Instrumentalfehler) in diesen beiden Artikeln in aller Ausführlichkeit besprochen wurden, so wird es genügen, an dieser Stelle auf das dort Gesagte hinzuweisen.

B. Bestimmung der Zeit aus einer beobachteten Zenithdistanz. Die Beobachtung der Zenithdistanz z eines Sternes, dessen Rectascension α und Deklination δ sind, an einem Orte, dessen Polhöhe φ ist, ergiebt den Stundenwinkel des Sternes aus der Formel

$$\cos t = \frac{\cos z - \sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta} \quad (1)$$

und daraus die Sternzeit θ nach

$$\theta = t + \alpha.$$

Demnach ist, wenn u die Uhrzeit einer nach Sternzeit gehenden Uhr, also $u + x = \theta$ ist, der Uhrstand

$$x = t + \alpha - u. \quad (1a)$$

Ist bei einer nach mittlerer Zeit gehenden Uhr die Uhrzeit u_m , so hat man die Sternzeit θ in mittlere Zeit M zu verwandeln und erhält dann, da $u_m + x = M$ sein muss

$$x = M - u_m.$$

Aus der Formel (1) leitet man auf einfache Weise (durch Bildung der Ausdrücke $1 - \cos t$ und $1 + \cos t$ und Division derselben) die für den logarithmischen Gebrauch bequemere Formel ab:

$$\operatorname{tang}^2 \frac{1}{2} t = \frac{\sin(s - \varphi) \sin(s - \delta)}{\cos s \cos(s - z)} \quad (2)$$

wobei

$$s = \frac{1}{2}(\varphi + \delta + z)$$

ist. Diese Gleichung hat allerdings den Uebelstand, dass sie das Zeichen von t unbestimmt lässt; ein Zweifel kann jedoch nicht entstehen, da man jederzeit aus der Beobachtung selbst entnehmen wird, ob dieselbe auf der Ostseite oder Westseite des Meridians angestellt ist.

Es ist nicht gleichgültig, in welchem Punkte des Parallels der Stern beobachtet wird. Im Artikel »Polhöhenbestimmung« (III. Bd. 1. Hälfte, pag. 442) war die Formel abgeleitet:

$$dz = \cos a \, d\varphi - \cos q \, d\delta + \sin a \cos \varphi \, dt,$$

wobei noch a das Azimuth und q den parallaktischen Winkel des Sternes bedeuten. Aus dieser Gleichung findet man, dass der Einfluss eines Fehlers in der Zenithdistanz auf die Polhöhe $d\varphi = \sec a \, dz$ am geringsten wird im Azimuthe $a = 0$, d. h. im Meridian. Für die Bestimmung der Zeit hat man den Einfluss von Fehlern der Beobachtung auf den Stundenwinkel zu suchen. Es wird aber aus derselben Formel gefunden:

$$dt = \frac{dz}{\sin a \cos \varphi} - \frac{d\varphi}{\operatorname{tang} a \cos \varphi} + \frac{\cos q}{\sin a \cos \varphi} \, d\delta \quad (3)$$

Für eine gegebene Polhöhe wird daher ein Fehler der Zenithdistanzmessung und ebenso auch ein Fehler in der angenommenen Polhöhe von umso geringerem Einfluss auf die Zeitbestimmung, je grösser die Nenner $\sin a \cos \varphi$ und $\operatorname{tang} a \cos \varphi$ sind, was für $a = 90^\circ$ eintritt. Für die Zeitbestimmung hat man daher die Zenithdistanzmessungen möglichst nahe dem ersten Vertical anzustellen. Je weiter weg vom ersten Vertical beobachtet wird, desto merklicher wird der Einfluss eines Fehlers der Zenithdistanz; in der Nähe des Meridians selbst würde die Messung der Zenithdistanzen für die Zeitbestimmung unbrauchbar.

Bezüglich der Wahl der Sterne ist zu beachten, dass Zenithnahe Sterne sehr kurze Zeit nach ihrem Meridiandurchgange in den ersten Vertical kommen, und daher für die Zeitbestimmung nicht verwendbar sind. Bei diesen Bestimmungen wird man sich daher in der Nähe des ersten Verticales, aber ziemlich weit weg vom Zenith halten müssen und daher Sterne von mässigen Deklinationen wählen¹⁾.

¹⁾ Man findet gewöhnlich die folgende Ableitung. Der Coëfficient von dz in der Formel (3) lässt sich auch schreiben: $\sin a \cos \varphi = \cos \delta \sin q$, demnach ist mit alleiniger Berücksichtigung des von dz abhängigen Gliedes:

$$dt = \frac{dz}{\cos \delta \sin q}$$

und man hätte, um den Einfluss von dz auf dt möglichst zu vermindern, $\cos \delta$ möglichst gross daher δ möglichst klein zu wählen. Diese Ableitung ist nicht richtig; denn da φ constant ist, so wird in Folge der Gleichung $\sin a \cos \varphi = \cos \delta \sin q$ für verschiedene Sterne im selben Azimuth a der Werth von q gleichzeitig mit δ zunehmen, und zwar so, dass eben $\cos \delta \sin q$ im

Unter eine gewisse Grenze herabzugehen ist aber hier ebenfalls nicht möglich; wählt man δ nahe 0, also Aequatorsterne, so werden dieselben im ersten Vertical zu nahe dem Horizonte stehen, wo der Einfluss der Refraction die möglichen Fehler bedeutend erhöht. Sterne von $\delta = 20^\circ, 25^\circ, 30^\circ, 35^\circ$ haben für die Polhöhe von Mitteleuropa (z. B. für $\varphi = 48^\circ$) die Zenithdistanzen im ersten Vertical etwa $62^\circ, 55^\circ, 48^\circ, 40^\circ$, können also noch recht wohl verwendet werden. Beobachtet man in der Nähe des ersten Verticals vor dem Durchgange des Sternes durch denselben (Azimuth $< 90^\circ$), so wird die Zenithdistanz noch grösser, und man kann selbst Sterne wählen, deren Deklination $< 20^\circ$ ist, ohne dass damit jedoch ein wesentlicher Vortheil verbunden ist. Man hat immer darauf zu sehen, dass die Zenithdistanzen möglichst sicher bestimmt werden können (Vermeidung der Beobachtungen in allzu grosser Nähe des Horizontes) und man sich nicht allzu weit vom ersten Vertical entfernt (Vermeidung von Sternen zu nahe dem Zenith). Im allgemeinen werden Zenithdistanzen zwischen 40 und 60° in den Azimuthen von etwa 70° bis 110° als die zur Bestimmung der Zeit günstigsten Beobachtungen zu betrachten sein.

Formel (3) zeigt übrigens, dass die Bestimmung der Zeit aus beobachteten Zenithdistanzen in hohen Breiten nicht zu empfehlen ist; wird nämlich φ sehr gross, so wird jeder Fehler der gemessenen Zenithdistanz sowohl als auch der Sterncoordinaten bedeutend vergrössert auf den Uhrstand übergehen. Am Pole selbst, d. h. für $\varphi = 90^\circ$, wird diese Methode der Zeitbestimmung ja überhaupt unanwendbar; in der That bleiben am Pole die Sterne in ihrer scheinbaren täglichen Bewegung immer in derselben Höhe und in der Nähe des Poles sind die Grenzen, innerhalb deren die Zenithdistanz der Sterne sich bewegt, viel zu gering, um brauchbare Resultate zu geben.

Hat man zur Zeitbestimmung die Sonne verwendet, so erhält man durch die Rechnung den Stundenwinkel der Sonne, welcher mit Hilfe der Rectascension derselben die Sternzeit giebt, oder aber direkt als die wahre Zeit angesehen werden kann, welche mit Hilfe der Zeitgleichung auf mittlere Sonnenzeit zu reduciren ist. In diesem Falle muss aber der Stand der Uhr bereits genähert bekannt sein, damit man mit der corrigirten Uhrzeit (effektive Sternzeit oder mittlere Zeit) die Deklination der Sonne und deren Rectascension oder die Zeitgleichung aus den Ephemeriden entnehmen kann. Meist wird man einen hinreichend genäherten Stand durch Extrapolation erhalten; sollte das nicht der Fall sein, was natürlich nur bei See- oder Forschungsreisen der Fall sein könnte, so muss, wenn der schliesslich erhaltene Uhrstand von dem ursprünglich angenommenen zu weit abweicht, die Rechnung wiederholt werden.

Bei der Berechnung der Zeit hat man nicht die wahren, sondern die scheinbaren Sternörter zu verwenden; hierzu gehört, dass auch die Positionen wegen der täglichen Aberration zu corrigiren sind, welche in den Sternephemeriden wegen ihrer Abhängigkeit von der Polhöhe nicht berücksichtigt werden können. Correctionen $da, d\delta$ an den Positionen bringen aber wegen $dt = da$ in der Zenithdistanz die Correction

$$dz = -\cos q d\delta - \sin a \cos \varphi da = -\cos q d\delta - \sin q \cos \delta da$$

hervor, und da die Correction wegen der täglichen Aberration

selben Azimuthe für alle Sterne mit den verschiedensten Deklinationen constant bleibt. Die Veränderlichkeit beider Faktoren zu betrachten, ist aber unnöthig, wenn man wieder an Stelle des Ausdrucks $\cos \delta \sin q$ den ihm gleichen $\sin a \cos \varphi$ setzt, in welchen der eine Faktor $\cos \varphi$ für eine gegebene Polhöhe constant ist, und daher nur auf die Veränderlichkeit des Faktors $\sin a$ Rücksicht zu nehmen ist.

$$d\alpha = \mu \cos \varphi \cos t \sec \delta$$

$$d\delta = \mu \cos \varphi \sin t \sin \delta \quad \mu = 0'' \cdot 311$$

ist, so wird

$$dz = -\mu \cos \varphi [\cos t \sin \varphi + \sin t \sin \delta \cos \varphi]$$

d. i.

$$dz = -\mu \cos \varphi \cos z \sin a.$$

Die daraus folgende Correction des Stundenwinkels ist nach (3)

$$dt = \frac{dz}{\sin a \cos \varphi} = -\mu \cos z;$$

demnach wegen $dt = d(\Delta u)$ die Correction des Uhrstandes wegen täglicher Aberration

$$d(\Delta u) = -0'' \cdot 311 \cos z = -0 \cdot 021 \cos z.$$

In derselben Weise lässt sich auch eine etwaige Biegung des Fernrohres berücksichtigen. Sei dieselbe im Horizont b , so wird sie in der Zenithdistanz z : $dz = b \sin z$ und die daraus resultirende Correction des Uhrstandes, ausgedrückt in Zeitsecunden, wenn b in Bogensekunden gegeben ist.

$$d(\Delta u) = \frac{1}{15} \frac{b \sin z}{\sin a \cos \varphi}.$$

Beispiel: Als Beispiele will ich einige Beobachtungen mit einem kleinen Theodoliten anführen, welche Herr Hauptmann (jetzt Oberst) v. STERNECK im Jahre 1872 auf der Balkanhalbinsel ausführte.

1872 Juli 28 wurde der Stern α Cygni ($\alpha = 20^{\text{h}} 37^{\text{m}} 6^{\text{s}} \cdot 4$, $\delta = 44^{\circ} 49' 30''$) in Arnaular ($\varphi = 42^{\circ} 57' 7''$) an einem nach Sternzeit gehenden Chronometer beobachtet.

Uhrzeit $16^{\text{h}} 23^{\text{m}} 37^{\text{s}} \cdot 2$

| | | | |
|---|-----------------------|-------------------------------|--|
| Beobachtete Zenithdistanz | $38^{\circ} 45' 13''$ | | 9·04089 |
| Correct. wegen Libelle | — 1 | $\log \cos (s - z) =$ | 9·95900 |
| Refraction | + 44 | $\log \cos s =$ | 9·65299 |
| Wahre Zenithdistanz $z =$ | $38^{\circ} 45' 56''$ | $\log \tan^2 \frac{1}{2} t =$ | 9·42890 |
| $\varphi =$ | 42 57 7 | $\log \tan \frac{1}{2} t =$ | 9·71445 |
| $\delta =$ | 44 49 30 | $\frac{1}{2} t =$ | $1^{\text{h}} 49^{\text{m}} 33^{\text{s}} \cdot 8$ |
| $s =$ | $63^{\circ} 16' 16''$ | $t =$ | 3 39 7 6 |
| $(s - z) =$ | 24 30 20 | $a =$ | 20 37 6·4 |
| $(s - \varphi) =$ | 20 19 9 | $\theta =$ | 16 57 58·8 |
| $(s - \delta) =$ | 18 26 46 | $u =$ | 16 23 37·2 |
| $\log \sin (s - \varphi) =$ | 9·54064 | $x =$ | + $34^{\text{m}} 21^{\text{s}} \cdot 6$ |
| $\log \sin (s - \delta) =$ | 9·50025 | | |
| $\log \sin (s - \varphi) \sin (s - \delta) =$ | 9·04089 | | |

C. Zeitbestimmung aus mehreren nach einander gemessenen Zenithdistanzen. Die Fehler, welche einer einzelnen Beobachtung anhaften, können auch hier dadurch verkleinert werden, dass man eine Reihe von Zenithdistanzen hinter einander beobachtet. Will man sich hierbei von der Uebereinstimmung der Resultate überzeugen, so wird man jede Beobachtung für sich reduciren. In diesem Falle wäre aber die Formel (1) praktischer als die Formel (2), weil in derselben $\sin \varphi \sin \delta$ und $\cos \varphi \cos \delta$ für alle Beobachtungen constant ist. Doch kann man diese Formel noch in eine andere Form bringen, welche diesen Vortheil mit der Formel (1) gemein hat, aber für die Rechnung etwas bequemer zu sein scheint, zumal, wenn man mit Additions- und Subtractionslogarithmen rechnet. Man erhält nämlich leicht aus (1):

$$\frac{1 - \cos t}{1 + \cos t} = \frac{\cos(\varphi - \delta) - \cos z}{\cos(\varphi + \delta) + \cos z},$$

welche für die praktische Berechnung am besten in der Form verwendet wird:

$$\operatorname{tang}^2 \frac{1}{2} t = \frac{\frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos z} - 1}{\frac{\cos(\varphi + \delta)}{\cos z} + 1}, \quad (4)$$

welche bei Verwendung von Additions- und Subtractionslogarithmen¹⁾ fast so bequem wie (3) ist, dabei aber den Vortheil hat, dass nur $\cos z$ aufgeschlagen zu werden braucht, da $\cos(\varphi - \delta)$ und $\cos(\varphi + \delta)$ für alle Beobachtungen desselben Sternes constant sind, überdies aber hierbei der Stundenwinkel nicht durch den Cosinus, sondern durch die Tangente erhalten wird.

1872 Juli 19 wurde die Sonne zu Lailakioi ($\varphi = 43^\circ 9' 2''$) ebenfalls am Sternzeitchronometer beobachtet. Es ist für dieselbe $\alpha = 7^h 56^m 23^s.2$, $\delta = +20^\circ 45' 52''$. Es ist [die Reduction nach Formel (4) neu gerechnet]:

| Kr. | Uhrzeit | Beobacht. Zenithdist. | Li- belle | Wahre Zenithdist. z | $\log \cos z$ | $\log \left[\frac{\cos(\varphi - \delta)}{\cos z} \right]$ | $\log \left[\frac{\cos(\varphi + \delta)}{\cos z} \right]$ | \log Zähler |
|-----|---|-----------------------|-----------|-----------------------|--|---|---|---------------|
| R | 9 ^h 14 ^m 48 ^s .8 | 31° 17' 0" | - 7 | 31° 33' 7" | 9.930524 | 0.035448 | 9.71264 | 8.92965 |
| | 15 18.8 | 31 21 13 | -11 | 31 37 16 | 9.930202 | 0.035770 | 9.71296 | 8.93374 |
| | 15 42.0 | 31 24 32 | - 2 | 31 40 44 | 9.929932 | 0.036040 | 9.71323 | 8.93715 |
| | 16 4.4 | 31 27 38 | + 6 | 31 43 58 | 9.929680 | 0.036292 | 9.71348 | 8.94030 |
| | 16 26.8 | 31 31 13 | - 4 | 31 47 23 | 9.929412 | 0.036560 | 9.71375 | 8.94362 |
| L | 17 18.8 | 31 39 10 | - 3 | 31 55 21 | 9.928787 | 0.037185 | 9.71437 | 8.95131 |
| | 17 49.2 | 31 43 55 | + 1 | 32 0 10 | 9.928407 | 0.037565 | 9.71475 | 8.95592 |
| | 18 16.4 | 31 47 45 | + 6 | 32 4 5 | 9.928098 | 0.037874 | 9.71506 | 8.95963 |
| | 18 41.6 | 31 51 47 | - 4 | 32 7 57 | 9.927791 | 0.038181 | 9.71537 | 8.96329 |
| | 19 8.8 | 31 55 27 | +12 | 32 11 53 | 9.927479 | 0.038493 | 9.71568 | 8.96698 |
| | Refraction | | + 31" | | | $\varphi - \delta = 22^\circ 23' 10''$ | | |
| | Parallaxe | | - 4" | | | $\varphi + \delta = 63 54 54$ | | |
| | Halbmesser | | + 15' 47" | | $\log \cos(\varphi - \delta) = 9.965972$ | | | |
| | | | + 16' 14" | | $\log \cos(\varphi + \delta) = 9.643161$ | | | |

| \log Nenner | $\log \operatorname{tang}^2 \frac{1}{2} t$ | $\log \operatorname{tang} \frac{1}{2} t$ | $\frac{1}{2} t$ | t | θ | x |
|---------------|--|--|---|---|---|-------------------------------------|
| 0.18070 | 8.74895 | 9.37447 | 0 ^h 53 ^m 18 ^s .0 | 1 ^h 46 ^m 36 ^s .0 | 9 ^h 42 ^m 59 ^s .2 | +28 ^m 10 ^s .4 |
| 0.18080 | 8.75294 | 9.37647 | 0 53 32.2 | 1 47 4.4 | 9 43 27.6 | 28 8.8 |
| 0.18090 | 8.75625 | 9.37812 | 0 53 44.0 | 1 47 28.0 | 9 43 51.2 | 28 9.2 |
| 0.18098 | 8.75932 | 9.37966 | 0 53 55.1 | 1 47 50.2 | 9 44 13.4 | 28 9.0 |
| 0.18107 | 8.76255 | 9.38127 | 0 54 6.6 | 1 48 13.2 | 9 44 36.4 | 28 9.6 |
| 0.18129 | 8.77002 | 9.38501 | 0 54 33.7 | 1 49 7.4 | 9 45 30.6 | +28 11.8 |
| 0.18141 | 8.77451 | 9.38725 | 0 54 49.9 | 1 49 39.8 | 9 46 3.0 | 28 13.8 |
| 0.18152 | 8.77811 | 9.38905 | 0 55 3.1 | 1 50 6.2 | 9 46 29.4 | 28 13.0 |
| 0.18163 | 8.78166 | 9.39083 | 0 55 16.2 | 1 50 32.4 | 9 46 55.6 | 28 14.0 |
| 0.18173 | 8.78525 | 9.39262 | 0 55 29.3 | 1 50 58.6 | 9 47 21.8 | 28 13.0 |

¹⁾ Insbesondere die 6stelligen ALBRECHT'schen Tafeln geben unmittelbar die hier benötigten Werthe. Doch wird der Zähler (bei Benützung von ebensovielstelligen Logarithmen) etwas weniger genau.

Das Mittel ist bei KR : $x = + 28^m 9.4$

bei KL : $x = + 28 13.1$

Mittel $x = + 28 11.3$.

Der Unterschied in den Resultaten bei KR und KL rührt von einem kleinen Fehler in der Annahme der Zenithpunkte her.

Würden die Zenithdistanzen proportional den Stundenwinkeln wachsen, so wäre es das einfachste, das Mittel aus allen Zenithdistanzen: Z zu nehmen, ebenso das Mittel aus allen Uhrzeiten: U und die beiden so erhaltenen Mittel zur einmaligen Rechnung zu verwenden. Allein diese Proportionalität findet nicht statt, und es wird eine Correction an das Mittel der Zenithdistanzen anzubringen sein, so dass man eine Zenithdistanz erhält, welche zu dem Mittel der Uhrzeiten gehört, d. h. in Formel (2) verwendet, den zur Uhrzeit U gehörigen Stundenwinkel giebt; oder aber wenn man mit dem Mittel der Zenithdistanzen Z rechnet, hat man an die Uhrzeit eine Correction anzubringen, so dass die corrigirte Uhrzeit jene ist, zu welcher die Zenithdistanz Z des Gestirns gehört.

a) Reduction des Mittels der Zenithdistanzen auf das Mittel der Uhrzeiten. Seien $t_1, t_2, \dots t_n$ die einzelnen Stundenwinkel, welche zu den Zenithdistanzen $s_1, s_2 \dots s_n$ gehören, und T der dem Mittel der Beobachtungszeiten entsprechende Stundenwinkel. Da

$$u_1 + x = t_1 + \alpha; \quad u_2 + x = t_2 + \alpha \dots \quad u_n + x = t_n + \alpha$$

und

$$Z = \frac{s_1 + s_2 + \dots + s_n}{n}; \quad U = \frac{u_1 + u_2 + \dots + u_n}{n}; \quad T = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}$$

ist, so wird

$$U + x = T + \alpha$$

oder

$$x = T + \alpha - U$$

sein. Hätte man die Zenithdistanz ζ , welche zum Stundenwinkel T , d. h. zur Uhrzeit U gehört, so würde man T aus ζ nach der Formel (1) oder (2) rechnen, d. h. nach

$$\tan g^2 \frac{1}{2} T = \frac{\sin(\Sigma - \varphi) \sin(\Sigma - \delta)}{\cos \Sigma \cos(\Sigma - \zeta)}; \quad \Sigma = \frac{1}{2}(\varphi + \delta + \zeta), \quad (5)$$

womit sofort U bekannt wird. Hier handelt es sich nun um die Bestimmung der Differenz $\zeta - Z$. Nun ist

$$s_1 = \zeta + \frac{ds}{dt}(t_1 - T) + \frac{1}{2} \frac{d^2s}{dt^2}(t_1 - T)^2 + \dots$$

$$s_2 = \zeta + \frac{ds}{dt}(t_2 - T) + \frac{1}{2} \frac{d^2s}{dt^2}(t_2 - T)^2 + \dots$$

$$\dots \dots \dots$$

$$s_n = \zeta + \frac{ds}{dt}(t_n - T) + \frac{1}{2} \frac{d^2s}{dt^2}(t_n - T)^2 + \dots$$

Addirt man diese sämmtlichen Gleichungen, so erhält man mit Rücksicht auf

$$(t_1 - T) + (t_2 - T) + \dots + (t_n - T) = 0:$$

$$Z = \zeta + \frac{1}{2} \frac{d^2s}{dt^2} \cdot \frac{(t_1 - T)^2 + (t_2 - T)^2 + \dots + (t_n - T)^2}{n}.$$

Da aber

$$t_1 - u_1 = t_2 - u_2 = \dots = t_n - u_n = T - U$$

ist, so wird

$$t_1 - T = u_1 - U; \quad t_2 - T = u_2 - U \dots t_n - T = u_n - U$$

und man erhält ζ aus dem Mittel Z aller beobachteten Zenithdistanzen:

$$\zeta = Z - \frac{1}{2} \frac{d^2 z}{dt^2} \cdot \frac{(u_1 - U)^2 + (u_2 - U)^2 + \dots + (u_n - U)^2}{n}.$$

Für die Berechnung der hier auftretenden zweiten Differentialquotienten von ζ hat man aus der Formel

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t;$$

$$\sin z \frac{dz}{dt} = \cos \varphi \cos \delta \sin t$$

und daraus

$$\sin z \frac{d^2 z}{dt^2} + \cos z \left(\frac{dz}{dt} \right)^2 = \cos \varphi \cos \delta \cos t = \sin z \cotang t \frac{dz}{dt},$$

folglich

$$\frac{dz}{dt} = \frac{\cos \varphi \cos \delta \sin t}{\sin z}; \quad \frac{d^2 z}{dt^2} = \cotang t \frac{dz}{dt} - \cotang z \left(\frac{dz}{dt} \right)^2. \quad (6)$$

Die Ausdrücke werden scheinbar etwas einfacher durch Einführung des Azimuthes. Da nämlich

$$\cos \delta \sin t = \sin z \sin a$$

ist, so wird

$$\frac{dz}{dt} = \cos \varphi \sin a \quad (6a)$$

und daraus

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = \cos \varphi \cos a \frac{da}{dt}.$$

Da aber (vergl. den Artikel »Coordinaten«, I. Band, pag. 668.):

$$\frac{da}{dt} = \frac{\cos \delta \cos q}{\sin z} = \frac{\sin a \cos q}{\sin t}$$

st, so wird

$$\frac{d^2 z}{dt^2} = \frac{\cos \varphi \cos a \sin a \cos q}{\sin t} = \frac{\cos \varphi \cos a \cos \delta \cos q}{\sin z}, \quad (6b)$$

welche Formel jedoch die Kenntniss des Azimuthes und des parallaktischen Winkels voraussetzt, welche erst berechnet werden müssen, während die in Formel (6) auftretenden Zenithdistanzen und Stundenwinkel (nebst φ und δ) ohnedies durch die Beobachtung gegeben sind.

In der Formel für ζ treten noch ausserdem die Quadrate der $(u - U)$ auf, wobei der Faktor $\text{arc } 1''$ hinzuzufügen ist, und $(u_1 - U)$ im Bogenmaasse (nicht im Zeitmaasse) ausgedrückt gedacht werden muss. Um diese Berechnung zu umgehen, kann man die in vielen Tafelsammlungen, (z. B. den ALBRECHT'Schen »Formeln und Hülftafeln für geographische Ortsbestimmung«) aufgenommenen Tafeln der $\frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\text{arc } 1''}$ verwenden; da nämlich $(u_i - U)$ eine mässige Grösse ist, so kann man

$$\frac{1}{2} (u_i - U)^2 \text{arc } 1'' = \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\text{arc } 1''}$$

setzen, und hat dann

$$\zeta = Z - \frac{d^2 z}{dt^2} \cdot \frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\text{arc } 1''}, \quad (7)$$

wobei der Differentialquotient $\frac{d^2 z}{dt^2}$ nach Formel (6) zu berechnen ist, und der Werth von $\frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\text{arc } 1''}$ das arithmetische Mittel der für alle einzelnen

Beobachtungen aus der Tafel zu entnehmenden Werthe ist. Hat man dann mit dem erhaltenen Werthe von ζ nach (5) T berechnet, so folgt

$$x = T + \alpha - U.$$

Die Formel ist jedoch nicht vollständig, da man eigentlich:

$$z_i = \zeta + \frac{d^2 z}{dt^2} (t_i - T) + \frac{1}{2} \frac{d^3 z}{dt^3} (t_i - T)^2 + \frac{1}{6} \frac{d^4 z}{dt^4} (t_i - T)^3 + \frac{1}{24} \frac{d^5 z}{dt^5} (t_i - T)^4 \dots$$

hat, und demnach

$$\zeta = Z - \frac{d^2 z}{dt^2} \cdot \frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\operatorname{arc} 1''} - \frac{d^3 z}{dt^3} \cdot \frac{1}{n} \sum \frac{\sin 3 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\operatorname{arc} 1''} - \frac{d^4 z}{dt^4} \cdot \frac{1}{n} \sum \frac{\sin^4 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\operatorname{arc} 1''} \dots$$

ist. Die Berechnung von $\frac{d^3 z}{dt^3}$, $\frac{d^4 z}{dt^4}$ wird ziemlich umständlich; in allen jenen Fällen, in denen die als Faktoren auftretenden Summen

$$\frac{1}{n} \cdot \sum \frac{\sin^3 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\operatorname{arc} 1''}; \quad \frac{1}{n} \sum \frac{\sin^4 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\operatorname{arc} 1''}$$

beträchtliche, nicht zu vernachlässigende Werthe erreichen, wird daher die Berechnung nach (5) bei Vernachlässigung der Zusatzglieder nicht genügend scharfe Resultate geben, und daher besser durch die gesonderte Berechnung der einzelnen Zenithdistanzen zu ersetzen sein. Nun findet man leicht die Werthe der in den Summen auftretenden Glieder aus der folgenden kleinen Tafel:

| $u_i - U$ | $\frac{1}{2} \frac{\sin^3 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\operatorname{arc} 1''}$ | $\frac{1}{3} \frac{\sin^4 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\operatorname{arc} 1''}$ |
|----------------|---|---|
| 0 ^m | 0''·000 | 0''·000 |
| 1 | 0·003 | 0·000 |
| 2 | 0·023 | 0·000 |
| 3 | 0·077 | 0·000 |
| 4 | 0·183 | 0·001 |
| 5 | 0·357 | 0·002 |
| 6 | 0·617 | 0·004 |
| 7 | 0·997 | 0·007 |
| 8 | 1·462 | 0·013 |
| 9 | 2·081 | 0·020 |
| 10 | 2·855 | 0·031 |
| 11 | 3·800 | 0·046 |
| 12 | 4·933 | 0·065 |
| 13 | 6·272 | 0·089 |
| 14 | 7·833 | 0·120 |
| 15 | 9·633 | 0·158 |

Die Werthe der dritten Potenzen der $(u_i - U)$ wachsen daher noch ziemlich rasch an, und erreichen schon bei einer Zwischenzeit von 7^m zwischen der äussersten Beobachtung und dem Mittel, also von etwa 14^m zwischen den äussersten Beobachtungen den Werth von 1''. Nichtsdestoweniger kann man die hieraus entstehende Correction vernachlässigen, weil deren Werthe für die dem Mittel der Zeiten vorangehenden und folgenden Beobachtungen entgegengesetzt bezeichnet sind, und daher bei einer gleichmässigen Vertheilung der Beobachtungen sich im Mittel wegheben werden. Dieses gilt jedoch nicht für die vierten Potenzen, welche zu beiden Seiten des Mittels gleich bezeichnet sind. Erstrecken sich die Beobachtungen über einen Zeitraum von einer halben Stunde, so dass $u_i - U$ den Werth von 15^m erreicht, so werden die betreffenden Correctionen für die

beiden äussersten Beobachtungen schon über $0''.15$ und daher nicht mehr zu vernachlässigen.

Es folgt hieraus, dass, wenn die vierten Potenzen vernachlässigt werden sollen, man die Zwischenzeit nicht länger als über etwa 10 bis 15^m ausdehnen darf; für diesen Zwischenraum wird $(u_i - U)$ etwa 8^m , und das Correctionsglied der vierten Ordnung etwa $0''.01$ daher zu vernachlässigen. Ordnet man die zwischenliegenden Beobachtungen möglichst gleichmässig an, also in möglichst nahe gleichen Zeitintervallen, so werden auch die Glieder dritter Ordnung, die sonst bis auf $1''.4$ ansteigen können, gleich grosse positive und negative Werthe erhalten, und daher in der Summe wegfallen. In der Praxis wird ja meist ohnedies die Zwischenzeit den Betrag von 15^m nie übersteigen.

b) Reduction des Mittels der Uhrzeiten auf das Mittel der Zenithdistanzen. Hat man zum Mittel der Zenithdistanzen Z nach der Formel

$$\tan^2 \frac{1}{2} \theta = \frac{\sin(S - \varphi) \sin(S - \delta)}{\cos S \cos(S - Z)}; \quad S = \frac{1}{2}(\varphi + \delta + Z) \quad (8)$$

den Stundenwinkel θ gesucht, so gehört dieser nicht zum Mittel U der Uhrzeiten, sondern zu einer anderen Uhrzeit v , für welche

$$\frac{Z - \zeta}{v - U} = \frac{dz}{du} = \frac{dz}{dt}$$

ist. Substituirt man hier für $Z - \zeta$ den Wert aus (7), so erhält man

$$v - U = \frac{1}{\frac{dz}{dt}} \cdot \frac{d^2 z}{dt^2} \cdot \frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\operatorname{arc} 1''}$$

oder, wenn man für $\frac{d^2 z}{dt^2} : \frac{dz}{dt}$ seinen Wert aus (6) substituirt:

$$v = U + \frac{1}{15} \left(\cotang t - \cotang z \cdot \frac{dz}{dt} \right) \cdot \frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)}{\operatorname{arc} 1''}, \quad (9)$$

wobei der Factor $\frac{1}{15}$ daher rührt, dass v, U im Zeitmaasse ausgedrückt sind und daher $\sin^2 \frac{1}{2} (u_i - U)$ durch $\operatorname{arc} 1' = 15 \operatorname{arc} 1''$ zu dividiren ist.

v ist die Uhrzeit, welche zum Mittel der Zenithdistanzen Z , d. h. zu dem aus (8) folgenden Stundenwinkel θ gehört, so dass

$$x = \theta + \alpha - v \quad (10)$$

wird.

Beispiel. 1886 Mai 21 beobachtete ich mit einem Sextanten (dessen Indexfehler + $16''.9$ war) an einer nach mittlerer Zeit gehenden Uhr die Sonne:

| ☉ | Einstellung | Uhrzeit V. M. | Uhrzeit N. M. | Libelle | Mittlere ¹⁾ Refraction |
|----|-------------|--|---|---------------------|--------------------------------------|
| OR | 54° 0' | 8 ^h 11 ^m 42 ^s | 4 ^h 0 ^m 16 ^s | - 8 ^m .3 | + 80 ^m .1 |
| | 53 40 | 13 43 | 3 58 12 | | + 79.2 |
| | 53 20 | 15 46 | 56 11 | | + 78.2 |
| UR | 53 20 | 8 18 57 | 3 52 58 | | + 76.7 |
| | 53 0 | 21 1 | 50 54 | | + 75.8 |
| | 52 40 | 23 4 | 48 52 | - 7 ^m .4 | + 74.9 |

Horizontalparallaxe der Sonne: $8''.74$

Parallaxe für die Beobachtung: $7''.0$

Halbmesser der Sonne: $15' 49''.3$

¹⁾ Durch einen Defect im Manuale sind die Aufschreibungen über meteorologische Instrumente nicht vorhanden. Für den vorliegenden Zweck ist dieser Mangel jedoch ohne Bedeutung.

Die Berechnung ergibt nun:

| | Vormittags | | Nachmittags | |
|--|--|---|---|---|
| Mittel der Uhrzeiten: | 8 ^h 17 ^m 22 ^s ·17 | | 3 ^h 54 ^m 33 ^s ·83 | |
| | τ | $\frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\text{arc } 1''}$ | τ | $\frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\text{arc } 1''}$ |
| Abweichungen der einzelnen Beobachtungen vom Mittel: | 5 ^m 40 ^s ·17 | 63''·11 | 5 ^m 42 ^s ·17 | 63''·86 |
| | 3 39·17 | 26·20 | 3 38·17 | 25·96 |
| | 1 36·17 | 5·04 | 1 37·17 | 5·15 |
| | 1 34·83 | 4·91 | 1 35·83 | 5·01 |
| | 3 38·83 | 26·12 | 3 39·83 | 26·36 |
| | 5 41·83 | 63·73 | 5 41·83 | 63·73 |
| | $\frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\text{arc } 1''} = 31''·52$ | | $\frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\text{arc } 1''} = 31''·68.$ | |

Die Vor- und Nachmittagsbeobachtungen geben die Uhrzeit der Culmination 0^h 5^m 58^s; daher der Stand der Uhr gegen wahre Zeit - 5^m 58^s; es folgt daher: Genäherte wahre Zeit der Beobachtung 8^h 11^m 24^s 3^h 48^m 36^s
 Zugehörige Berliner wahre Zeit 7 59 38 = -0^d·1506 3 36 50 = +0^d·1506
 Damit: Zeitgleichung - 3^m 39^s·73 - 3^m 38^s·59
 Deklination der Sonne $\delta = + 20^\circ 11' 3''·2 + 20^\circ 14' 54''·1.$

Hiermit folgt für die Berechnung der Reduction des Mittels der Zeiten auf das Mittel der Zenithdistanzen für die Vormittagsbeobachtungen:

| | | | |
|--|-----------------------|---|-----------------------|
| $\log \cos \varphi$ | 9·82372 | | |
| $\log \cos \delta$ | 9·97248 | | |
| $\log \sin t$ | 9 ⁿ ·92433 | | |
| $\log \text{cosec } z$ | 0·09563 | $\log \left(\cotang t - \frac{dz}{dt} \cotang z \right)$ | 9 ⁿ ·20017 |
| $\log dz : dt$ | 9 ⁿ ·81616 | | |
| $\log \cotang z$ | 9·87150 | $\log \frac{1}{15}$ | 8·82391 |
| $\log \left(-\frac{dz}{dt} \cotang z \right)$ | 9·68766 | $\log \frac{1}{n} \sum \frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\text{arc } 1''}$ | 1·49859 |
| $\log \cotang t$ | 9 ⁿ ·81003 | $\log \text{Reduction}$ | 9 ⁿ ·52267 |
| $\text{Add. } \log$ | 9·51251 | Reduction | - 0·333. |

Ebenso findet man für die Reduction der Nachmittagsbeobachtungen: + 0·335.
 Daher die auf das Mittel der Zenithdistanzen reducirten Mittel der Uhrzeiten:

$$8^h 17^m 21^s \cdot 84 \quad 3^h 54^m 34^s \cdot 16.$$

Die Mittel der Zenithdistanzen erhält man nun aus den Beobachtungen:

| | |
|----------------------------|----------------------|
| Mittel der Lesungen | 53° 20' 0''·0 |
| Indexfehler | + 16·9 |
| Libellencorrection | - 7·8 |
| Mittlere Refraction | + 1 17·5 |
| Parallaxe | - 7·0 ²) |
| Mittel der Zenithdistanzen | 53° 21' 19''·6 |

1) Hat man keine Hilfstafeln, welche die Werthe von $\frac{2 \sin^2 \frac{1}{2} \tau}{\text{arc } 1''}$ geben, so rechnet man z. B.

$$\begin{aligned} \tau &= 5^m 42^s \cdot 17 \\ &= 1^\circ 25' 32'' \cdot 5 = 5132'' \cdot 5 \\ \log \tau &= 3 \cdot 71033 \\ \log \tau^2 &= 7 \cdot 42066 \\ \log \frac{\tau^2}{2 \text{ arc } 1''} &= 1 \cdot 80520 \quad \frac{\tau^2}{2 \text{ arc } 1''} = 63'' \cdot 86. \end{aligned}$$

2) Der Halbmesser fällt heraus, da die Hälfte der Beobachtungen sich auf den oberen, die andere Hälfte auf den unteren Rand beziehen.

Rechnet man mit dieser Zenithdistanz, der Polhöhe $\varphi = 48^\circ 12' 46''.8$ und den zu den Vormittags- bzw. Nachmittagsbeobachtungen gehörigen Deklinationen der Sonne: $\delta = +20^\circ 11' 3''.2$ und $20^\circ 14' 54''.1$ die Stundenwinkel nach Formel (8), so erhält man:

| | | |
|--------------------|------------------------|--------------------|
| | $t = 3^h 48^m 27^s.81$ | $3^h 48^m 44^s.65$ |
| Wahre Zeit: | 8 11 32.19 | 3 48 44.65 |
| Zeitgleichung: | — 3 39.73 | — 3 38.59 |
| Mittlere Zeit: | 8 7 52.46 | 3 45 6.06 |
| Reducirte Uhrzeit: | 8 17 21.84 | 3 54 34.16 |
| Uhrstand: | $x = -9^m 29^s.38$ | $-9^m 28^s.10.$ |

Nach den Aufzeichnungen der meteorologischen Centralanstalt, Wien, war für 1886 Mai 21: Barometerstand 748^{mm}; Temperatur der Luft: Vormittags + 17°, Nachmittags + 25° (für die Zeit der Beobachtungen); die Reduktion wegen des Unterschiedes in der Seehöhe beträgt — 9^{mm}; man hat daher anzunehmen

$$B = 739^{\text{mm}}; \text{Thermometer} + 17^\circ \text{ bzw. } + 25^\circ.$$

Nimmt man die Temperatur des Quecksilbers (inneres Thermometer) gleich derjenigen der Luft (äußeres Thermometer), so wird die Summe der Correctionen der Logarithmen der mittleren Refraction — 2010 bzw. — 3242, und damit die Correction der mittleren Refraction nach meinen Tafeln (Publicationen der v. KUFFNER'schen Sternwarte I. Bd., pag. 207): — 3''.5 bzw. — 5''.6. Die hieraus folgende Correction des Uhrstandes ist

$$dx = dt = \left(\frac{dz''}{\sin A \cos \varphi} \right)'' = \left(\frac{\sin z \, dz''}{15 \sin t \cos \delta \cos \varphi} \right)'.$$

Die Rechnung ergibt:

$$\log \sin z = 9.9043$$

$$\log \cos \varphi = 9.8237$$

$$\log \cos \delta = 9.9724$$

$$\log \sin t = 9.9241 \text{ (Nachmittags } 9.9243)$$

$$\log \frac{1}{15} = 8.8239$$

$$\log dz = 0.5441 \text{ (Nachmittags } 0.7482)$$

$$\log dt = 9.5521 \qquad \qquad \qquad 9.7558$$

$$\text{Correction von } dx: + 0^m 357 \qquad \qquad \qquad - 0^m 570.$$

Daher mit Rücksicht auf wahre Refraction die Uhrstände

$$x = -9^m 29^s.02 \text{ und } x = -9^m 28^s.67.$$

Das Universalinstrument giebt nicht unmittelbar die Zenithdistanzen an, sondern zur Bestimmung derselben ist die Kenntniss des Zenithpunktes oder die Beobachtung in beiden Kreislagen erforderlich. Da aber in der Zwischenzeit der Stern seine Zenithdistanz geändert hat, so wird man aus den aufeinanderfolgenden Beobachtungen, nicht unmittelbar den Zenithpunkt, daher auch nicht die Zenithdistanz ermitteln können. Es reicht jedoch aus, wenn man zu den Zeitbestimmungen einen genäherten Zenithpunkt verwendet, wenn man, nachdem man eine gewisse Zahl von Beobachtungen in der einen Kreislage gemacht hat, sodann das Fernrohr durchschlägt, und eine gleiche Zahl Beobachtungen in der anderen Kreislage macht. Denn ist der Zenithpunkt mit einem Fehler ΔL_0 behaftet, so werden alle Zenithdistanzen in der einen Kreislage den Fehler $+\Delta L_0$, in der anderen Kreislage den Fehler $-\Delta L_0$ haben, so dass der daraus resultirende Fehler in der Zeitbestimmung, da das Azimuth sich nicht wesentlich geändert hat, nach der Formel (3)

$$+ \frac{\Delta L_0}{\sin a \cos \varphi} \text{ und } - \frac{\Delta L_0}{\sin a \cos \varphi}$$

wird, welche Fehler im Mittel wegfallen.

Kennt man den Zenithpunkt nicht, oder will man nicht jede einzelne beobachtete Zenithdistanz für sich anwenden, so wird man direkt in dieser Anordnung der Beobachtungen eine Zenithdistanz aus der ersten und letzten, eine zweite aus der zweiten und vorletzten, dann aus der r ten und $(n - r)$ ten Lesung (wenn n die Zahl der beobachteten Zenithdistanzen ist) ableiten, so als ob sich die Zenithdistanz des Sternes in der Zwischenzeit nicht geändert hätte; dieses Mittel der Zenithdistanzen wird wie früher auf das Mittel der Uhrzeiten reducirt, und kann zur Bestimmung des Stundenwinkels verwendet werden.

Sei die beobachtete Zenithdistanz zur Zeit u_1 gleich z_1 bei KL ; diejenige zur Zeit u_n gleich z_n bei KR , und es sollen die beiden Zenithdistanzen auf das Mittel $u_{1,n}$ der beiden Uhrzeiten u_1 , und u_n , d. h. auf die Zeit

$$u_{1,n} = \frac{u_1 + u_n}{2}$$

reducirt werden. Sei die Zenithdistanz zu dieser Zeit gleich $\zeta_{1,n}$, so wird

$$z_1 = \zeta_{1,n} - \frac{dz}{dt} (u_{1,n} - u_1) + \frac{d^2z}{dt^2} (u_{1,n} - u_1)^2$$

$$z_n = \zeta_{1,n} + \frac{dz}{dt} (u_n - u_{1,n}) + \frac{d^2z}{dt^2} (u_n - u_{1,n})^2.$$

Da aber $z_1 = L_0 - L_1$, $z_n = L_2 - L_0$ ist, wenn die Lesungen in den beiden Kreislagen mit L_1 und L_2 bezeichnet werden [oder aber $L_1 - L_0$ und $L_0 - L_2$ bei umgekehrter Bezifferung], so erhält man durch Addition der beiden Gleichungen

$$\frac{1}{2} (L_2 - L_1) = \zeta_{1,n} + \frac{1}{2} \frac{d^2z}{dt^2} \left(\frac{u_n - u_1}{2} \right)^2,$$

daher

$$\zeta_{1,n} = \frac{1}{2} (L_2 - L_1) - \frac{d^2z}{dt^2} \cdot \frac{2 \sin^3 \frac{1}{2} \frac{u_n - u_1}{2}}{\text{arc } 1''}.$$

Die in dem letzten Gliede enthaltene Reduction wird daher in derselben Weise wie früher mit dem Argumente: »halbe Zwischenzeit zwischen den beiden combinirten Beobachtungen« vorgenommen. Zu berücksichtigen ist jedoch, dass man die Differenz der Lesungen $L_2 - L_1$ um die Differentialrefraction für die beiden, etwas verschiedenen Zenithdistanzen zu corrigiren hat, wobei man, da die Zenithdistanzen nicht sehr verschieden sein werden, von der Correction wegen der meteorologischen Instrumente absehen kann.

Hat man in dieser Weise die Zenithdistanzen $\zeta_{1,n}$; $\zeta_{2,n-1}$; $\zeta_{3,n-2}$; . . . abgeleitet, so wird man aus diesen das Mittel Z ziehen, und ebenso das Mittel U der Uhrzeiten $u_{1,n}$; $u_{2,n-1}$; . . . bilden, und schliesslich, nachdem das Mittel der Zenithdistanzen Z wegen wahrer Refraction corrigirt ist¹⁾ nach dem früher erwähnten Verfahren, das Mittel der Uhrzeiten auf das Mittel der Zenithdistanzen oder das Mittel der Zenithdistanzen auf das Mittel der Uhrzeiten reduciren. Waren die Beobachtungen nahe gleichmässig vertheilt, so werden die einzelnen Mittelwerthe $u_{1,n}$; $u_{2,n-1}$; . . . nicht sehr weit von einander verschieden sein,

¹⁾ Statt dessen kann man auch die sämtlichen Lesungen wegen Refraction vollständig corrigiren.

daher die Differenzen $U - u_{1,n}$; $U - u_{2,n-1}$; . . . sehr kleine Beträge, für welche die Correction $\frac{d^2 z}{dt^2}$ vernachlässigt werden kann, so dass man die Mittel Z und U als zusammengehörig ansehen kann.

D. Zeitbestimmung aus gleichen Höhen verschiedener Sterne zu beiden Seiten des Meridians. Betrachtet man die Zenithdistanz zweier Sterne, deren Rectascensionen und Declinationen bezw. α , δ und α' , δ' sind, so kann man aus den beiden Gleichungen:

$$\begin{aligned} \cos z &= \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \\ \cos z' &= \sin \varphi \sin \delta' + \cos \varphi \cos \delta' \cos t' \end{aligned} \quad (11)$$

zwei Unbekannte bestimmen. Wählt man $z = z'$ so kann man ohne die Kenntniss von z die Zeit ermitteln, indem dann in der Differenz der beiden Gleichungen $\cos z$ herausfällt. Es soll zunächst noch z und z' verschieden angenommen werden; dann erhält man durch Subtraction der beiden Gleichungen:

$$\cos z - \cos z' = \sin \varphi (\sin \delta - \sin \delta') + \cos \varphi (\cos \delta \cos t - \cos \delta' \cos t') \quad (12)$$

Ist θ die Sternzeit der Beobachtung des ersten Sternes, θ' die Sternzeit der Beobachtung des zweiten Sternes, so ist

$$\theta = t + \alpha; \quad \theta' = t' + \alpha';$$

es wird demnach der Werth von

$$\tau = \frac{1}{2} (t' - t) = \frac{1}{2} (\theta' - \theta) - \frac{1}{2} (\alpha' - \alpha),$$

d. i.

$$\tau = \frac{1}{2} [(u' - u) + \Delta u] - \frac{1}{2} (\alpha' - \alpha), \quad (13a)$$

wobei $u' - u$ die Differenz der Uhrzeiten, und Δu die Verbesserung derselben wegen des Uhranges in der Zwischenzeit, also $(u' - u) + \Delta u$ gleich der Differenz der Sternzeiten ist, eine bekannte Grösse. Hingegen wird

$$y = \frac{1}{2} (t' + t) = \frac{1}{2} (\theta' + \theta) - \frac{1}{2} (\alpha' + \alpha),$$

d. i.

$$y = \frac{1}{2} (u' + u) + x - \frac{1}{2} (\alpha' + \alpha), \quad (13b)$$

wegen des unbekanntes Werthes des Uhrstandes x unbekannt. Sobald aber auf irgend eine Weise $\frac{1}{2} (t' + t)$ gefunden wird, erhält man aus (13b) sofort den Werth von x . Nun wird

$$\begin{aligned} \cos t' &= \cos (y + \tau) = \cos y \cos \tau - \sin y \sin \tau \\ \cos t &= \cos (y - \tau) = \cos y \cos \tau + \sin y \sin \tau. \end{aligned}$$

Setzt man diese Ausdrücke in die Gleichung (11) ein, so erhält man:

$$2 \sin \frac{z' - z}{2} \sin \frac{z' + z}{2} + \sin \varphi (\sin \delta - \sin \delta') + \cos \varphi \cos y \cos \tau (\cos \delta - \cos \delta') + \cos \varphi \sin y \sin \tau (\cos \delta + \cos \delta') = 0.$$

Setzt man hier, ebenso wie bei der Bestimmung der Zeit und des Azimuthes aus gleichen Azimuthen (vergl. den Artikel »Universaltransit«):

$$\begin{aligned} p \sin P &= \cos \tau (\cos \delta - \cos \delta') \\ p \cos P &= \sin \tau (\cos \delta + \cos \delta') \end{aligned} \quad (14)$$

so folgt

$$2 \sin \frac{z' - z}{2} \sin \frac{z' + z}{2} + \sin \varphi (\sin \delta - \sin \delta') + p \sin (P + y) \cos \varphi = 0$$

demnach

$$\sin (P + y) = \frac{\tan \varphi}{p} (\sin \delta' - \sin \delta) - \frac{2 \sin \frac{z' - z}{2} \sin \frac{z' + z}{2}}{p \cos \varphi}. \quad (15)$$

Für $z' = z$ wird hieraus

$$\sin (P + y) = \frac{\tan \varphi}{p} (\sin \delta' - \sin \delta), \quad (15a)$$

aus welcher Gleichung y bestimmt werden kann. Will man dann die Zenithdistanzen selbst bestimmen, so kann dieses aus einer der beiden Gleichungen (11) geschehen. Zur Erhaltung des Fernrohres in derselben Zenithdistanz kann das als Almucantar bezeichnete Instrument dienen (vergl. auch hierüber den Artikel »Almucantar«).

Differenziert man die Gleichungen (11), so folgt:

$$\begin{aligned} dz &= \cos a d\varphi - \cos q d\delta + \cos \varphi \sin a (du - d\alpha + dx) \\ dz' &= \cos a' d\varphi - \cos q' d\delta' + \cos \varphi \sin a' (du' - d\alpha' + dx), \end{aligned}$$

wobei wieder a, a' die Azimuthe und q, q' die parallaktischen Winkel der beiden Sterne bedeuten. Durch Subtraction der beiden Gleichungen erhält man

$$\begin{aligned} dx &= \frac{\cos a - \cos a'}{\cos \varphi (\sin a' - \sin a)} d\varphi + \frac{\sin a}{\sin a' - \sin a} (du - d\alpha) - \frac{\sin a'}{\sin a' - \sin a} (du' - d\alpha') - \\ &- \frac{\cos q}{\cos \varphi (\sin a' - \sin a)} d\delta + \frac{\cos q'}{\cos \varphi (\sin a' - \sin a)} d\delta' + \frac{dz' - dz}{\cos \varphi (\sin a' - \sin a)}. \end{aligned}$$

Der Einfluss von Fehlern in den Uhrzeiten sowohl als in den Sternpositionen und in der Polhöhe wird umso kleiner, je grösser die Differenz $\sin a' - \sin a$ ist, d. h., wenn die Sterne zu beiden Seiten des Meridians möglichst nahe dem ersten Vertical beobachtet werden. Da der Coëfficient von $d\varphi$ auch geschrieben werden kann

$$\frac{\tan g \frac{1}{2} (a' + a)}{\cos \varphi} d\varphi,$$

so sieht man, dass ein Fehler der Polhöhe vollständig verschwindet, wenn $(a' + a)$ gleich Null ist, d. h. die beiden Sterne zu beiden Seiten des Meridians im gleichen Azimuthe die gleiche Höhe erreichen, also auch nahe dieselben Declinationen haben.

Für Sterne verschiedener Declinationen wird es nöthig, die Zeit vorauszuberechnen, zu welcher ihre Höhen zu beiden Seiten des Meridians nahe dieselben werden. Hierzu hat man $u = u'$ zu setzen, und, da es sich nur um eine genäherte Lösung handelt, $x = 0$ und hat dann:

$$\tau = \frac{1}{2} (\alpha - \alpha'); \quad y = u - \frac{1}{2} (\alpha' + \alpha),$$

folglich

$$p \sin P = (\cos \delta - \cos \delta') \cos \frac{1}{2} (\alpha - \alpha')$$

$$p \cos P = (\cos \delta + \cos \delta') \sin \frac{1}{2} (\alpha - \alpha')$$

$$\sin (P + y) = \frac{\tan g \varphi}{p} (\sin \delta' - \sin \delta)$$

$$u = \frac{1}{2} (\alpha + \alpha') + y.$$

Die zugehörige Zenithdistanz findet man dann aus den Gleichungen (11), in denen $t = u - \alpha$, $t' = u' - \alpha'$ gesetzt wird, und die Azimuthe aus

$$\sin a = \frac{\cos \delta \sin t}{\sin z}; \quad \sin a' = \frac{\cos \delta' \sin t'}{\sin z}.$$

Die Lösung wird wesentlich einfacher, wenn $\delta' = \delta$ ist; dann wird nämlich

$$\sin (P + y) = 0, \quad y = -P,$$

Da aber hierfür auch $\sin P = 0$ wird, so folgt $y = 0$ demnach

$$x = \frac{1}{2} (\alpha' + \alpha) - \frac{1}{2} (u' + u). \quad (15b)$$

Es ist jedoch nicht nöthig, Sterne von genau gleicher Declination zu nehmen, welche Forderung übrigens kaum jemals zu erfüllen ist; sei $\delta' - \delta$ eine mässige Grösse, so wird man die Gleichungen (14) und (15) leicht in die folgende Form bringen können:

$$\begin{aligned} \sin(P+y) &= \frac{\text{tang } \varphi \cos P}{\rho \cos \tau} \cdot 2 \sin \frac{\delta' - \delta}{2} \cos \frac{\delta' + \delta}{2} \\ &= \frac{\text{tang } \varphi}{\sin \tau} \cdot \cos P \text{ tang } \frac{\delta' - \delta}{2} \\ \text{tang } P &= \text{tang } \frac{\delta' - \delta}{2} \text{ tang } \frac{\delta' + \delta}{2} \text{ cotang } \tau, \end{aligned}$$

demnach

$$\begin{aligned} \frac{\sin(P+y) - \sin P}{\cos P} &= \sin y - \text{tang } P(1 - \cos y) = \\ &= \sin y - 2 \text{ tang } P \sin^2 \frac{1}{2} y = \left(\frac{\text{tang } \varphi}{\sin \tau} - \frac{\text{tang } \frac{\delta' + \delta}{2}}{\text{tang } \tau} \right) \text{ tang } \frac{\delta' - \delta}{2}. \quad (16) \end{aligned}$$

Ist nun $\delta' - \delta$ klein, so wird auch y eine kleine Grösse sein, unter der Voraussetzung, dass $\tau = \frac{1}{2}(t' - t)$ nicht sehr klein wird. Für kleine Unterschiede der δ und gleiche Zenithdistanzen wird aber τ nur dann gross sein können, wenn gleiche Zenithdistanzen zu verschiedenen Seiten des Meridians genommen sind; in diesem Falle wird dann die zweite Potenz von y vernachlässigt werden können, und an Stelle von $\sin y$ und $\text{tang } \frac{\delta' - \delta}{2}$ können die Bögen gesetzt werden, so dass

$$y = \left(\frac{\text{tang } \varphi}{\sin \tau} - \frac{\text{tang } \frac{\delta' + \delta}{2}}{\text{tang } \tau} \right) \frac{\delta' - \delta}{2} \quad (16a)$$

wird. Ist y nicht sehr klein, so erhält man leicht aus (16);

$$y - \frac{1}{2} \text{ tang } P \cdot y^2 - \frac{1}{6} y^3 = T \left[\frac{\delta' - \delta}{2} + \frac{1}{2} \left(\frac{\delta' - \delta}{2} \right)^2 \right],$$

wobei

$$T = \frac{\text{tang } \varphi}{\sin \tau} - \frac{\text{tang } \frac{\delta' + \delta}{2}}{\text{tang } \tau}$$

gesetzt ist. Durch Umkehrung der Reihe erhält man hieraus

$$\begin{aligned} y &= T \left(\frac{\delta' - \delta}{2} \right) + \frac{1}{2} \text{ tang } P \cdot T^2 \left(\frac{\delta' - \delta}{2} \right)^2 + \\ &+ \left[\frac{T - T^3}{3} + \frac{T^3}{2} \text{ sec}^2 P \right] \left(\frac{\delta' - \delta}{2} \right)^3 \end{aligned} \quad (17)$$

und dann den Uhrstand

$$\begin{aligned} x &= \frac{1}{2}(a' + a) - \frac{1}{2}(u' + u) + y \\ &= \frac{1}{2}(a' + a) - \left[\frac{1}{2}(u' + u) - y \right]. \end{aligned} \quad (17a)$$

Sind die Zenithdistanzen nicht vollständig gleich, sodass die Differenz derselben $z' - z$ nicht Null ist, so tritt die Gleichung (15) an Stelle der Gleichung (15a); wenn jedoch die Differenz eine sehr kleine ist, so kann man das Correctionsglied in der Form schreiben

$$- \frac{(z' - z) \sin z}{\rho \cos \varphi}$$

oder die Correction von $\frac{\sin(P+y)}{\cos P}$, d. h. das in (16) hinzutretende Correctionsglied

$$- \frac{(z' - z) \sin z}{\rho \cos \varphi \cos P} = - \frac{(z' - z) \sin z}{\cos \varphi \sin \tau (\cos \delta + \cos \delta')}$$

daher für nahe gleiche Deklinationen

$$-\frac{(z' - z) \sin z}{2 \cos \varphi \sin \tau \cos \delta} = -\frac{z' - z}{2} \frac{\sin z}{\cos \varphi \cos \delta \sin \tau} \quad (18)$$

wobei die Correction wegen der Factoren $(\delta' - \delta)$ und $(z' - z)$ in Bogensekunden ausgedrückt erscheint. (Das zweite Glied in (17) ist natürlich mit $\text{arc } 1''$, das dritte Glied mit $\text{arc } 1''^2$ zu multipliciren). Der Werth von z braucht hierfür nur genähert bekannt zu sein.

Die Zenithdistanzen z' und z können aus mehreren Gründen verschieden sein.

1) Die gemessenen Zenithdistanzen sind bei gleicher Einstellung am Sextanten vorgenommen (die Beobachtung der Uhrzeit, zu welcher die Zenithdistanz erreicht wird), der Glashorizont hat aber eine gewisse Neigung, und zwar sei i die Neigung des Horizontes für den ersten Stern, i' für den zweiten, positiv, wenn die äussere (dem Stern zugekehrte) Seite die höhere ist; dann sind die gemessenen Zenithdistanzen um $+i$, bezw. $+i'$ zu corrigiren, um die wahren zu erhalten, und es ist

$$z' - z = i' - i.$$

2) Die Zenithdistanzen sind gleich; die Beobachtungen sind am Universalinstrument (oder Almucentar) gemacht, und dabei hat sich die Lage der Fernrohraxe geändert, dann ist $z' - z$ die Aenderung der Zenithdistanz bestimmt mittels einer die Aenderung anzeigenden Libelle.

3) Die Zenithdistanzen sind gleich, aber die Refraction hat sich in Folge Aenderung des Standes der meteorologischen Instrumente geändert. Dieses kann eintreten, wenn die Beobachtungen der Zeit noch etwas weiter auseinander liegen (die folgende Methode der correspondirenden Höhen); oder aber die Zenithdistanzen sind ebenfalls etwas verschieden, und in Folge dessen auch die Refractionen. Seien z, z' die gemessenen Zenithdistanzen, ρ, ρ' die zugehörigen Refractionen, also die wahren Zenithdistanzen $z + \rho, z' + \rho'$, so ist an Stelle von $z' - z$ in Formel (18) zu setzen:

$$(z' - z) + (\rho' - \rho).$$

Ist $z' = z$, so werden in der Differenz $\rho' - \rho$ die mittleren Refractionen unberücksichtigt bleiben können, und nur die Correctionen wegen der Aenderung im Stande der meteorologischen Instrumente auftreten.

E. Zeitbestimmung aus correspondirenden Höhen. Nimmt man $\delta = \delta'$ und $\alpha = \alpha'$, d. h. beobachtet man denselben Stern in derselben Zenithdistanz vor und nach dem Meridiandurchgange, wobei die Zwischenzeit zwischen den Beobachtungen gleich dem doppelten Stundenwinkel ist, so verschwindet die Correction y und es wird einfach nach (15b):

$$x = \alpha - \frac{1}{2}(u' + u);$$

$\frac{1}{2}(u' + u)$ ist hier die Zeit des Durchganges durch den Meridian, welche, wenn der Stand der Uhr 0 wäre, gleich der Rectascension des Sternes sein müsste; der Unterschied gegen die Rectascension giebt daher unmittelbar den Stand der Uhr.

Wählt man für diese Beobachtungen die Sonne, so wird man auf die Aenderung der Declination in der Zwischenzeit Rücksicht nehmen müssen. Die hieraus entstehende Correction ist durch die Gleichung (16a) gegeben; $\frac{\delta' + \delta}{2}$ ist dabei die Declination zur Zeit des zwischen den beiden Beobachtungen gelegenen Meridiandurchganges; sei diese δ , und führt man an Stelle von $\delta' - \delta$ die 48 stündige Aenderung μ der Declination der Sonne ein (von dem vorhergehen-

den zum nächstfolgenden Mittage) so ist die einstündige Aenderung $\frac{\mu}{48}$ und die Aenderung in der Zeit $u' - u$ wird

$$\delta' - \delta = \frac{\mu}{48} (u' - u) = \frac{\mu}{48} \cdot 2\tau,$$

demnach mit alleiniger Berücksichtigung der ersten Potenz von μ :

$$y = \left(\frac{\tan \varphi}{\sin \tau} - \frac{\tan \delta}{\tan \tau} \right) \cdot \frac{\mu}{48} \tau,$$

welche Formel sich auch schreiben lässt

$$y = \left(\tan \varphi \cdot \frac{\tau}{\sin \tau} - \tan \delta \frac{\tau}{\tan \tau} \right) \cdot \frac{\mu}{48},$$

wobei, wenn τ im Bogenmasse angesetzt wird, wegen μ (welches in Bogensekunden gegeben ist) der Ausdruck in Bogensekunden erhalten wird. Will man denselben in Zeitsecunden, um ihn direkt an die Zeit $\frac{1}{2} (u' + u)$ anzubringen, so wird man noch durch 15 dividiren, und erhält

$$y = \left(\tan \varphi \frac{\tau}{\sin \tau} - \tan \delta \frac{\tau}{\tan \tau} \right) \frac{\mu}{720} \quad (19)$$

und dann:

$$x = \alpha - \left[\frac{1}{2} (u' + u) - y \right]$$

Beobachtet man Vor- und Nachmittags, so erhält man in dem Ausdrucke $\frac{1}{2} (u' + u)$ nicht die Uhrzeit des wahren Mittags; man nennt die so ermittelte Zeit den unverbesserten Mittag, die Correction $-y$ die Mittagsverbesserung.

Die Berechnung des Ausdruckes y wird vereinfacht, wenn man Tafeln für die Grössen

$$A = -\frac{1}{720} \frac{\tau}{\sin \tau}; \quad B = \frac{1}{720} \frac{\tau}{\tan \tau}$$

mit dem Argumente τ gegeben hat; dann wird die Mittagsverbesserung $z = -y$:

$$z = A\mu \tan \varphi + B\mu \tan \delta \quad (20)$$

und es wird schliesslich

$$x = \alpha - \left[\frac{1}{2} (u' + u) + z \right] \quad (20a)$$

der Stand der Uhr gegen Sternzeit im wahren Mittage, welche durch die Rectascension der Sonne zur Zeit des Meridiandurchganges gegeben ist. In diesem Falle aber hat man für τ den um die Aenderung der Rectascension in der Zwischenzeit: $\frac{1}{2} (\alpha' - \alpha)$, corrigirten Werth der durch die Sternzeituhr angegebenen Zwischenzeit zu setzen. (Vergl. Formel 13a).

Handelt es sich aber um den Stand einer nach mittlerer Zeit gehenden Uhr, so hat man die Differenz Mittlere Zeit — Uhrzeit zu suchen; diese wird hierbei durch die Beobachtung für den Moment des wahren Mittags (Meridiandurchgang der Sonne) gegeben; die mittlere Zeit im wahren Mittage ist aber die Zeitgleichung Z , daher der Stand einer nach mittlerer Zeit gehenden Uhr gegen richtige mittlere Zeit:

$$x = Z - \left[\frac{1}{2} (u' + u) + z \right] \quad (20b)$$

wobei als Argument

$$\tau = \frac{1}{2} (t' - t) = \frac{1}{2} (u' - u)$$

die halbe Zwischenzeit der Beobachtungen zu setzen ist, da der Stundenwinkel der Sonne gleich ist der wahren Sonnenzeit. Es ist nämlich, wenn W, W' die wahren, M, M' die mittleren Zeiten der Beobachtungen sind:

$$t = W = M + Z; \quad t' = W' = M' + Z$$

$$t' - t = M' - M = (u' - u) + \Delta u$$

Tafeln für z wurden zuerst von GAUSS gegeben, und wurden später in verschiedenen Tafelsammlungen aufgenommen, (z. B. WARNSTORFF's »Hilfstafeln«; ALBRECHT's Formeln und Hilfstafeln für die geographische Ortsbestimmung etc.)

Um des Nachmittags rechtzeitig zur Beobachtung bereit zu sein, muss man die Zeit des Beginnes genähert vorausberechnen. Hierzu hat man die Uhrzeit im mittleren Mittage $12^h + x$, im wahren Mittage $12^h + x + Z$; ist die Uhrzeit der vormittägigen Beobachtung (bei einer Reihe von Beobachtungen, der letzten Beobachtung) u , so ist die Zwischenzeit:

$$12^h + x + Z - u;$$

Diese Zeit zur Uhrzeit im wahren Mittage hinzugegeben, giebt die Zeit der (ersten) Nachmittagsbeobachtung:

$$24^h + 2(x - M) - u - 12^h = 12^h + 2(x + Z) - u.$$

Häufig wird es wegen der Witterungsverhältnisse erwünscht, Nachmittagsbeobachtungen mit darauffolgenden Vormittagsbeobachtungen zu verbinden; in diesem Falle wird:

$$\begin{aligned} t &= W' = M + Z \\ t' &= 24^h - W'' = 24^h - (M' + Z) \\ t' - t &= 24^h - (M' - M) = 24^h - [(u' - u) + \Delta u] \end{aligned}$$

daher der hier zu verwendende Werth τ'

$$\tau' = 12^h - \tau$$

wenn τ dieselbe Bedeutung wie früher hat; y wird daher

$$y = \left(\frac{\tan \varphi}{\sin \tau} + \frac{\tan \delta}{\tan \tau} \right) \cdot \frac{\mu}{48} (12^h - \tau)$$

oder, da $z = -y$ ist:

$$\begin{aligned} z &= + A\mu \tan \varphi - B\mu \tan \delta \\ f &= \frac{12^h - \tau}{\tau}; \quad \tau = \frac{1}{2} [(u' - u) + \Delta u] \\ x &= Z - \left[\frac{1}{2} (u' + u) + z \right]. \end{aligned}$$

Selbstverständlich sind hier δ und Z für den zwischenliegenden Meridiandurchgang, d. h. für die zwischenliegende Mitternacht zu nehmen; $\frac{1}{2}(u' + u)$ ist die unverbesserte Mitternacht; z die Mitternachtsverbesserung.

Beispiel. Das Beispiel auf pag. 148 gab als Mittel der Uhrzeiten

Vormittags: $8^h 17^m 22^s.17$

Nachmittags: $3 54 33.83$

halbe Zwischenzeit: $\tau = 3^h 48^m 35^s.8 = 3^h.810$.

Damit wird, da $\mu = + 24' 14''.9 = 1454''.9$ ist:

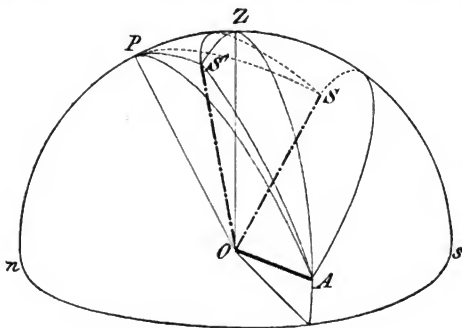
| | |
|--|------------------------------------|
| $\log \tau = 0.5809$ | $\log \tau = 0.5809$ |
| $\log \sin \tau = 9.9243$ | $\log \tan \tau = 0.1900$ |
| $\log 720 = 2.8573$ | $\log 720 = 2.8573$ |
| $\log A = 7.7993$ | $\log B = 7.5336$ |
| $\log \mu = 3.1628$ | $\log \mu = 3.1628$ |
| $\log \tan \varphi = 0.0488$ | $\log \tan \delta = 9.5661$ |
| $\log (A\mu \tan \varphi) = 1.0109$ | $\log (B\mu \tan \delta) = 0.2625$ |
| $- A\mu \tan \varphi + B\mu \tan \delta = - 10^s.25 + 1^s.83 = - 8^s.42$ | |
| Verbesserter Mittag | $0^h 5^m 58^s.00$ |
| Mittagsverbesserung | $- 8.42$ |
| Uhrzeit im wahren Mittage | $0 5 49.58$ |
| Zeitgleichung | $- 3 39.16$ |
| $x =$ | $- 9^m 28^s.74$ |

F. Zeitbestimmungen durch Beobachtung von Sternen im Verticale des Polarsternes. (DÖLLENS' Methode). Die Bestimmung der Zeit aus Durchgangsbeobachtungen im Meridian ist an die Bedingung geknüpft, dass man das Azimuth des Instrumentes durch Zuziehung eines Polsternes bestimmt. Allein die Zahl der polnahen Sterne ist nicht allzu gross; vollends am Tage, wie man dieses bei Beobachtungen für geodätische Zwecke häufig in die Lage kommt, zu thun, wird man auf Beobachtungen des hellen Polarsternes allein angewiesen sein, und hierdurch wird man in der Anordnung der Beobachtungen durch die den Zeitbestimmungen einzuräumende Zeit wesentlich behindert.

Man kann sich von dieser Beschränkung frei machen, wenn man ein Passageninstrument benützt, welches in einem beliebigen Azimuthe festzustellen ist (z. B. das Universaltransit, doch kann jedes beliebige Passageninstrument demselben Zwecke dienen, wenngleich für den vorliegenden Zweck die Verstellung rasch und sicher ausgeführt werden muss), dasselbe zu einer gegebenen Zeit in dasjenige Azimuth bringt, welches der Polarstern zu dieser Zeit hat, und man um diese Zeit einen oder mehrere Zeitsterne hinzuzieht, welche eben um diese Zeit dasselbe Azimuth erreichen.

Auf die ganze vorhandene Literatur über diese Methode kann hier nicht eingegangen werden; nebst den zahlreichen Arbeiten DÖLLENS ist in erster Linie die erschöpfende Arbeit von HARZER »Ueber die Zeitbestimmung im Verticale des Polarsternes«, Publicationen der Sternwarte in Kiel, No. X, zu nennen, in welcher über manche Gegenstände, die hier nur kurz erwähnt werden können, nachgesehen werden kann.

Die Lösung der Aufgabe ist bereits in dem beim Universaltransit (s. dieses) gegebenen Beispiel enthalten. Allein dort ist angenommen, dass das Instrument fehlerfrei und fehlerfrei aufgestellt ist. Dieses trifft aber nicht zu. Sei die



(A. 481.)

die Höhenaxe um den Winkel i gegen den Horizont geneigt (positiv, wenn das westliche Axenende das höhere ist) und das Azimuth dieses Axenendes $90^\circ - k$, so wird man hier ebenfalls i als eine sehr kleine Grösse ansehen können; hingegen wird k beträchtliche Werthe erreichen. Sei A (Fig. 481) das westliche Axenende, Z das Zenith, P der Pol, S' der Polstern, S ein Zeitstern, so wird $ZA = 90^\circ - i$; ferner, da s die Richtung gegen Süden ist, $\sphericalangle sZA = 90^\circ - k$ sein. Sei weiters die Deklination des westlichen Axenendes n , der Stundenwinkel $90^\circ - m$, so ist $PA = 90^\circ - n$, $\sphericalangle sPA = 90^\circ - m$.

Für den Zeitstern S , dessen sphärische Coordinaten, Rectascension und Deklination α und δ seien, ist der Stundenwinkel $SPs = t$ (in der Figur negativ oder $360^\circ - t$) und $PS = 90^\circ - \delta$; für den Polstern S' dessen Coordinaten

α' , δ' seien, ist der Stundenwinkel $S'Ps = t'$ und $PS' = 90^\circ - \delta'$; endlich soll die Differenz der Stundenwinkel $t' - t$ mit 2τ bezeichnet werden, also

$$t' - t = 2\tau.$$

Der von der Absehlenslinie OS beschriebene grösste Kreis wird nur dann durch das Zenith gehen, wenn der Collimationsfehler 0 ist; man kann nun aber annehmen, dass der Collimationsfehler nicht für beide Sterne derselbe ist (die beiden Sterne nicht am selben Faden beobachtet sind); sei derselbe für den Zeitstern S gleich C , für den Polstern S' gleich C' , so wird $AS = 90^\circ + C$, $AS' = 90^\circ + C'$ und der grösste Kreis SS' geht nicht durch das Zenith¹⁾.

Aus dem Dreiecke ASP mit den Seiten $90^\circ + C$, $90^\circ - n$, $90^\circ - \delta$ und dem der ersten Seite gegenüberliegenden Winkel: $90^\circ - m - t$ erhält man:

$$-\sin C = \sin n \sin \delta + \cos n \cos \delta \sin(m + t) \quad (21a)$$

und aus dem Dreiecke $AS'P$ mit den Seiten $90^\circ + C'$, $90^\circ - n$, $90^\circ - \delta'$ und dem der ersten Seite gegenüberliegenden Winkel $90^\circ - m - t'$:

$$-\sin C' = \sin n \sin \delta' + \cos n \cos \delta' \sin(m + t'). \quad (21b)$$

*) Als eine strenge Lösung der Aufgabe möge hier die folgende einfache Form angeführt werden: Sei die Entfernung SS' im grössten Kreise gleich d , der Winkel $PS'S'$ gleich ξ , $ASS' = 90^\circ + \eta$, $APS = 90^\circ - y$, so erhält man:

1) Aus dem Dreiecke SPS' mit den Seiten: $90^\circ - \delta$, $90^\circ - \delta'$ und d und den gegenüberliegenden Winkeln: ξ , $360^\circ - t + t' = t' - t = 2\tau$:

$$\begin{aligned} \cos d &= \sin \delta \sin \delta' + \cos \delta \cos \delta' \cos 2\tau \\ \sin d \sin \xi &= \cos \delta' \sin 2\tau \\ \sin d \cos \xi &= \cos \delta \sin \delta' - \sin \delta \cos \delta' \cos 2\tau; \end{aligned} \quad (a)$$

2) Aus dem Dreiecke ASS' mit den Seiten: $90^\circ + C$, $90^\circ + C'$, d und den gegenüberliegenden Winkeln: η , $90^\circ + \eta$, ξ :

$$\sin \eta = \frac{\sin C' - \sin C \cos d}{\cos C \sin d}; \quad (b)$$

3) Aus dem Dreiecke APS mit den Seiten: $90^\circ - \delta$, $90^\circ - n$, $90^\circ + C$ und den gegenüberliegenden Winkeln: y , $90^\circ + (\xi + \eta)$, $90^\circ - y$:

$$\begin{aligned} \sin n &= -\sin C \sin \delta - \cos^2 C \cos \delta \sin(\xi + \eta) \\ \cos n \cos y &= \cos C \cos(\xi + \eta) \\ \cos n \sin y &= -\sin C \cos \delta + \cos C \sin \delta \sin(\xi + \eta); \end{aligned} \quad (c)$$

4) Aus dem Dreiecke APZ mit den Seiten: $90^\circ - i$, $90^\circ - n$, $90^\circ - \varphi$ und den gegenüberliegenden Winkeln: m , $90^\circ + k$, φ :

$$\begin{aligned} \sin i &= \sin n \sin \varphi + \cos n \cos \varphi \sin m \\ \sin m &= -\tan n \tan \varphi + \sin i \sec n \sec \varphi, \end{aligned} \quad (d)$$

m ist eindeutig bestimmt, da es kleiner als 90° ist, aber positiv oder negativ sein kann.

Da nun

$$t' - t = 2\tau = (u' - \alpha') - (u - \alpha)$$

eine bekannte Grösse ist, so erhält man aus (a) die Grössen d , ξ ; aus (b) den Werth von η ; aus (c) weiteres n und y , endlich aus (d) den Werth von m , und da schliesslich

$$SPZ = 360^\circ - t = \sphericalangle APS - \sphericalangle APZ = (90^\circ - y) - (90^\circ - m) = m - y$$

ist, so wird

$$t = y - m,$$

demnach, weil $x = t - u + \alpha$ ist:

$$x = \alpha - u + (y - m), \quad (e)$$

wobei y und m selbstverständlich im Zeitmaass auszudrücken sind. Diese strengen Formeln sind aber in der Rechnung sehr unpraktisch; man könnte aus ihnen wohl auch Näherungsformeln ableiten; doch wäre diese Ableitung weniger übersichtlich, und giebt nicht die einfachsten Rechnungsmethoden, weshalb oben ein anderes Verfahren eingeschlagen wurde.

Die Grössen m und n sind aber leicht durch die auf den Horizont bezogenen Coordinaten i und k des westlichen Axenendes auszudrücken; man erhält aus dem Dreiecke APZ , in welchem

$$\text{die Seiten } 90^\circ - n, 90^\circ - i, 90^\circ - \varphi,$$

und die gegenüberliegenden Winkel $90^\circ + k, 90^\circ - m,$ *
sind, die Gleichungen

$$\begin{aligned} \sin n &= \sin i \sin \varphi - \cos i \cos \varphi \sin k \\ \cos n \cos m &= \cos i \cos k \\ \cos n \sin m &= \sin i \cos \varphi + \cos i \sin \varphi \sin k. \end{aligned} \quad (22)$$

Substituirt man die Formeln (22) in (21a), so folgt

$$\begin{aligned} -\sin C &= \sin i (\sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t) \\ &\quad - \cos i \sin k (\cos \varphi \sin \delta - \sin \varphi \cos \delta \cos t) \\ &\quad + \cos i \cos k \cos \delta \sin t \end{aligned}$$

und eine ähnliche Entwicklung für C' , in welcher nur δ', t' an Stelle von δ, t steht. Die Werthe von t, t' sind aber nicht bekannt; man hat

$$\begin{aligned} t &= u + x - \alpha \\ t' &= u' + x - \alpha', \end{aligned}$$

wenn u, u' die Uhrzeiten der Beobachtung der beiden Sterne sind. Daher ist

$$t' - t = (u' - \alpha') - (u - \alpha)$$

eine bekannte Grösse. Schreibt man daher

$$\begin{aligned} t' - t &= (u' - \alpha') - (u - \alpha) = 2\tau \\ t' + t &= 2\theta, \end{aligned} \quad (23)$$

so wird

$$t = \theta + \tau, \quad t' = \theta - \tau \quad (23a)$$

und die beiden Gleichungen für $\sin C, \sin C'$ werden¹⁾

$$\begin{aligned} -\sin C &= \sin i \cos z - \\ &\quad - \cos i \sin k [\cos \varphi \sin \delta - \sin \varphi \cos \delta \cos (\theta - \tau)] + \\ &\quad + \cos i \cos k \cos \delta \sin (\theta - \tau), \end{aligned}$$

wobei der Coefficient von $\sin i$ durch $\cos z$ ersetzt wurde, da wegen der Kleinheit von i ein näherer Werth der Zenithdistanz genügen wird.

Diese und die analoge Formel für den zweiten Stern können nun geschrieben werden:

$$\begin{aligned} \cos i \sin k [\cos \varphi \sin \delta - \sin \varphi \cos \delta \cos (\theta - \tau)] - \cos i \cos k \cos \delta \sin (\theta - \tau) &= \sin C + \sin i \cos z \\ \cos i \sin k [\cos \varphi \sin \delta' - \sin \varphi \cos \delta' \cos (\theta + \tau)] - \cos i \cos k \cos \delta' \sin (\theta + \tau) &= \sin C' + \sin i \cos z'. \end{aligned}$$

Sucht man aus diesen Gleichungen einmal $\cos i \sin k$, dann $\cos i \cos k$, so erhält man:

$$\begin{aligned} N \cdot \cos i \sin k &= (\sin C + \sin i \cos z) \cos \delta' \sin (\theta + \tau) - (\sin C' + \sin i \cos z') \cos \delta \sin (\theta - \tau) \\ N \cdot \cos i \cos k &= (\sin C + \sin i \cos z) [\cos \varphi \sin \delta' - \sin \varphi \cos \delta' \cos (\theta + \tau)] - \\ &\quad - (\sin C' + \sin i \cos z') [\cos \varphi \sin \delta - \sin \varphi \cos \delta \cos (\theta - \tau)], \end{aligned} \quad (24)$$

wobei

$$N = \cos \varphi \sin (\delta - \delta') \sin \theta \cos \tau + \cos \varphi \sin (\delta + \delta') \cos \theta \sin \tau - \sin \varphi \cos \delta \cos \delta' \sin 2\tau \quad (24a)$$

ist. Eine strenge Lösung würde hieraus erhalten, indem, wenn die rechten Seiten der beiden Gleichungen (24) mit A und B bezeichnet werden,

¹⁾ Man hätte diese Formel auch aus der Betrachtung des Dreieckes zwischen dem Zenith Z , dem Stern S und dem Axenende A in der Form erhalten

$$-\sin C = \sin i \cos z + \cos i \sin z \sin (k + a),$$

wenn z, a Zenithdistanz und Azimuth des Sternes S sind; für a ist aber nunmehr der Stundenwinkel zu substituiren, was mittels der bekannten Formeln auf den obigen Werth führt.

$$N^2 = A^2 + B^2$$

wäre. Da aber rechts noch die Unbekannte θ auftritt, so wäre dies dennoch nur eine indirekte Lösung, welche wesentlich vereinfacht werden kann, wenn man berücksichtigt, dass i, C, C' nur kleine Grössen sind. Für den Fall, dass $i = C = C' = 0$ wäre, d. h. dass das Instrument fehlerfrei und auch fehlerfrei (ohne Axenneigung aber in einem beliebigen Azimuthe k) aufgestellt wäre, würde

$$N \cos i \sin k = 0$$

$$N \cos i \cos k = 0,$$

d. h. für jedes beliebige k der Werth

$$N = 0$$

folgen. Bestimmt man den hieraus folgenden Werth von θ , der mit θ_0 bezeichnet werden soll, so ist

$$\cos \varphi \sin (\delta - \delta') \sin \theta_0 \cos \tau + \cos \varphi \sin (\delta + \delta') \cos \theta_0 \sin \tau - \sin \varphi \cos \delta \cos \delta' \sin 2\tau = 0$$

Setzt man behufs Auflösung dieser Gleichung

$$\begin{aligned} \sin (\delta - \delta') \cos \tau &= m \cos M \\ \sin (\delta + \delta') \sin \tau &= m \sin M, \end{aligned} \quad (25)$$

so erhält man zur Bestimmung von θ_0 die Gleichung

$$m \sin (M + \theta_0) = \tan \varphi \cos \delta \cos \delta' \sin 2\tau, \quad (25a)$$

d. i. die aus Anlass derselben Aufgabe beim Universaltransit abgeleitete Gleichung.

Sei nun

$$\theta = \theta_0 + 2\theta \quad (26)$$

also 2θ die kleine an θ_0 anzubringende Correctionsgrösse, welche den richtigen Werth von θ giebt, so ist

$$N = m \sin (M + \theta) \cos \varphi - \sin \varphi \cos \delta \cos \delta' \sin 2\tau$$

oder da

$$0 = m \sin (M + \theta_0) \cos \varphi - \sin \varphi \cos \delta \cos \delta' \sin 2\tau$$

ist, auch

$$\begin{aligned} N &= m \sin (M + \theta) \cos \varphi - m \sin (M + \theta_0) \cos \varphi = \\ &= 2m \cos \varphi \sin \frac{\theta - \theta_0}{2} \cos \left(M + \frac{\theta + \theta_0}{2} \right) \end{aligned}$$

oder da $\frac{\theta - \theta_0}{2} = \theta$ gesetzt wurde

$$N = 2m \cos \varphi \sin \theta \cos (M + \theta_0 + \theta). \quad (27)$$

Ferner ist

$$\begin{aligned} \cos \delta' \sin (\theta + \tau) &= \sin z' \sin a' \\ \cos \varphi \sin \delta' - \sin \varphi \cos \delta' \cos (\theta + \tau) &= -\sin z' \cos a' \\ \cos \delta \sin (\theta - \tau) &= \sin z \sin a \\ \cos \varphi \sin \delta - \sin \varphi \cos \delta \cos (\theta - \tau) &= -\sin z \cos a. \end{aligned}$$

In denjenigen Ausdrücken, in denen $\sin i$ als Faktor auftritt, kann hier unbedenklich $a' = 180^\circ + a$ angenommen werden, und man erhält dann weiter:

$$\begin{aligned} N \cos i \sin k &= -\sin i \sin a \sin (z' + z) + \sin C \cos \delta' \sin (\theta + \tau) - \sin C' \cos \delta \sin (\theta - \tau) \\ N \cos i \cos k &= +\sin i \cos a \sin (z' + z) + \cos \varphi [\sin C \sin \delta' - \sin C' \sin \delta] - \\ &\quad - \sin \varphi [\sin C \cos \delta' \cos (\theta + \tau) - \sin C' \cos \delta \cos (\theta - \tau)] \end{aligned} \quad (28)$$

Diese Formeln wären anzuwenden, wenn C und C' grössere Werthe hätten also wenn Beobachtungen berechnet werden sollten, bei denen Polstern und Zeitstern jeder an einem anderen Seitenfaden beobachtet ist. Die Auflösung der Gleichungen wäre dann indirekt, indem zunächst für θ ein Näherungswerth θ_0 eingeführt würde, mit welchem die rechten Seiten von (28) zu berechnen sind. Damit folgen Werthe von N und k , ($\cos i$ kann unbedenklich gleich 1 angenommen werden), und mit dem so erhaltenen Werthe von N folgt aus (27)

der Werth von θ , somit nach (26) ein besserer Werth für θ , mit welchem die Rechnung zu wiederholen wäre.

Dieser Rechnungsmechanismus wird aber aus zwei Gründen nicht praktisch; denn erstens wäre eben die Rechnung indirekt, und zweitens werden ja die Sterne nicht an einzelnen Fäden beobachtet, sondern an mehreren. Gerade dieser letztere Umstand, welcher speciell eine willkürliche Combination von Fäden des Polsternes und Zeitsternes erfordern würde, legt die Notwendigkeit einer anderen Lösung nahe. Auch hier wird es wieder praktisch, die sämtlichen Beobachtungen auf einen Mittelfaden zu reduciren, dessen Collimationsfehler möglichst klein gehalten werden kann. Wird dieses zunächst vorausgesetzt, d. h. sind u, u' die beobachteten Uhrzeiten am Mittelfaden, für welchen $C = C' = c$ sehr klein ist, so kann man für die Coëfficienten von c dieselben Substitutionen vornehmen, wie dieselben oben für die Coëfficienten von $\sin i$ vorgenommen wurden, und man erhält dann, wenn noch $\cos i = 1$ gesetzt wird:

$$\begin{aligned} N \sin k &= -\sin i \sin(x' + z) \sin a - \sin c (\sin x' + \sin z) \sin a \\ N \cos k &= +\sin i \sin(x' + z) \cos a + \sin c (\sin x' + \sin z) \cos a, \end{aligned}$$

aus welchen Gleichungen man N und k sofort ermitteln kann. Man findet leicht

$$N = \sin i \sin(x' + z) + \sin c (\sin x' + \sin z); \quad k = -a,$$

wonach θ aus der Gleichung folgt

$$2m \cos \varphi \sin \theta \cos(M + \theta_0 + \theta) = \sin i \sin(x' + z) + \sin c (\sin x' + \sin z) \quad (29)$$

und mit Rücksicht auf die Kleinheit der Werthe von i und c :

$$\theta = \frac{i \sin(x' + z) + c (\sin x' + \sin z)}{2m \cos \varphi \cos(M + \theta_0)},$$

daher

$$\theta = \theta_0 + \frac{i \sin(x' + z) + c (\sin x' + \sin z)}{m \cos \varphi \cos(M + \theta_0)}. \quad (30)$$

Diese Art der Auflösung knüpft sich aber an die Bedingung, dass die Collimationsfehler klein sind, d. h. dass die Seitenfäden auf den Mittelfaden reducirt sind. Sei also

$$C = c - f$$

wobei f der Abstand des Seitenfadens vom Mittelfaden, positiv oder negativ ist, je nachdem der Seitenfaden später oder früher als der Mittelfaden getroffen wird, so folgt aus (21), wenn man unter v die Reduction vom Seitenfaden auf den Mittelfaden versteht, d. h. die Zeit, welche der Stern braucht, um vom Mittelfaden zum Seitenfaden, oder von diesem zum Mittelfaden zu kommen:

$$\begin{aligned} -\sin c &= \sin n \sin \delta + \cos n \cos \delta \sin(m + t) \\ -\sin(c - f) &= \sin n \sin \delta + \cos n \cos \delta \sin(m + t + v). \end{aligned}$$

Subtrahirt man hier die erste Gleichung von der zweiten, so erhält man

$$\sin c - \sin(c - f) = \cos n \cos \delta [\sin(m + t + v) - \sin(m + t)]$$

oder

$$2 \sin \frac{f}{2} \cos \left(\frac{f}{2} - c \right) = 2 \cos n \cos \delta \sin \frac{v}{2} \cos \left(m + t + \frac{v}{2} \right).$$

Da hier die Berechnung von n und m nöthig wäre, weil dessen Werthe wegen der Aufstellung des Instrumentes ausserhalb des Meridians nicht sehr klein vorausgesetzt werden dürfen, so ist es nöthig, statt derselben i und k einzuführen, zu welchem Zwecke rechts $\cos \left(m + t + \frac{v}{2} \right)$ aufzulösen ist. Es wird:

$$2 \sin \frac{f}{2} \cos \left(\frac{f}{2} - c \right) = 2 \cos \delta \sin \frac{v}{2} \left[\cos n \cos m \cos \left(t + \frac{v}{2} \right) - \cos n \sin m \sin \left(t + \frac{v}{2} \right) \right]$$

und durch Substitution der Ausdrücke aus (23) nach einiger Reduction:

$$2 \sin \frac{f}{2} \cos \left(\frac{f}{2} - c \right) = 2 \cos \delta \sin \frac{v}{2} \left\{ - \sin i \cos \varphi \sin \left(t + \frac{v}{2} \right) + \right. \\ \left. + \cos i \left[\cos \frac{v}{2} (\cos k \cos t - \sin \varphi \sin k \sin t) - \sin \frac{v}{2} (\cos k \sin t + \sin \varphi \sin k \cos t) \right] \right\}.$$

Ist nun a das Azimuth des Zeitsterne bei seinem Durchgange durch den Mittelfaden, so ist $k = -a$ (die oben für den Mittelfaden abgeleitete Beziehung); da aber, wenn q den parallaktischen Winkel, im Momente des Sterndurchgangs durch den Mittelfaden bedeutet, die Beziehungen gelten:

$$\begin{aligned} \cos q &= \cos t \cos a + \sin t \sin a \sin \varphi \\ - \sin \delta \sin q &= \sin t \cos a - \cos t \sin a \sin \varphi, \end{aligned}$$

so wird

$$\begin{aligned} \sec \delta \sin \frac{f}{2} \cos \left(\frac{f}{2} - c \right) &= \cos i \cos q \sin \frac{v}{2} \cos \frac{v}{2} \left[- \operatorname{tang} i \frac{\cos \varphi}{\cos q} \frac{\cos \left(t + \frac{v}{2} \right)}{\cos \frac{v}{2}} + 1 + \right. \\ &\left. + \operatorname{tang} \frac{v}{2} \sin \delta \operatorname{tang} q \right]. \quad (\alpha) \end{aligned}$$

Die Reductionen werden nun etwas verschieden für Zeit- und Polsterne sein.

1) Für Zeitsterne hat man, da $\sec \delta$ mässig ist, i sehr klein gehalten werden kann, und in der Nähe des Meridians auch q klein ist, v gegenüber f nur mässig vergrößert; man kann daher wegen der Kleinheit von c in diesem Falle

$\cos \left(\frac{f}{2} - c \right)$ durch $\cos \frac{f}{2}$ ersetzen, und ebenso werden in dem Coefficienten von i die $\cos \frac{v}{2}$ und $\cos \left(t + \frac{v}{2} \right)$ gleich 1 gesetzt werden können, und es wird daher

$$\sin f \sec \delta \sec i \sec q = \sin v \left[1 + \sin \delta \operatorname{tang} q \operatorname{tang} \frac{v}{2} - i \operatorname{arc} 1'' \cos \varphi \right].$$

Die Correction $i \operatorname{arc} 1'' \cos \varphi$ wird nun selbst für grössere Deklinationen noch ausreichend in dieser Form berücksichtigt, während für kleinere δ dieser Betrag auf die Correction von $\sin v$ einen merklichen Einfluss überhaupt nicht hat, so dass man für Zeitsterne

$$\sin v = \frac{\sin f \sec \delta \sec q}{1 + \sin \delta \operatorname{tang} q \operatorname{tang} \frac{v}{2}}$$

setzen kann. Das Auftreten des parallaktischen Winkels in dieser Formel berücksichtigt in der Reduction auf den Mittelfaden die Abweichung des Instrumentes vom Meridian. Für den Meridian selbst wird $q = 0$; für Zeitsterne kann man übrigens noch genügend genau den Bogen mit dem Sinus vertauschen, und hat dann

$$v = \frac{f \sec \delta \sec q}{1 + \frac{1}{2} v \sin \delta \operatorname{tang} q}$$

oder

$$v = f \sec \delta \sec q - \frac{1}{2} f^2 \operatorname{arc} 1'' \cdot \operatorname{tang} \delta \sec \delta \operatorname{tang} q \sec^2 q \quad (31a)$$

$$u_m = u_s - v,$$

wenn u_s die Antrittszeit des Sterne am Seitenfaden, und u_m die zugehörige Zeit des Mittelfadens ist.

Ein Stern, dessen Rectascension α ist, kommt für einen ganz bestimmten Stundenwinkel in den Vertical des Polarsternes, worüber unten gesprochen wird, diesem Stundenwinkel und seiner Deklination entspricht ein ganz bestimmter parallaktischer Winkel q ; man kann demnach für jeden Zeitstern, ebenso wie man seine Reductionen auf den Mittelfaden für den Durchgang durch das Fadennetz eines Meridianinstrumentes bestimmen kann, auch die Reductionen v ermitteln für den Durchgang durch den Vertical des Polarsternes. Diese werden hier aber nicht nur von seiner Deklination, sondern auch von seiner Rectascension abhängen, denn diese bestimmt das zugehörige Azimuth des Polarsternes und damit den Werth von q . Mit Berücksichtigung des zweiten Gliedes würden die Fadenreductionen etwas verschieden für beide Kreislagen. Die Formeln (31a) bestimmen nämlich die Reductionen vom späteren Seitenfaden auf den Mittelfaden¹⁾. Für einen Faden, der vor dem Mittelfaden passiert wird, ist der Collimationsfehler $C = c + f$ (gemessen vom westlichen Axenende); die Reduction v ändert daher ebenso wie die Fadendistanz f das Zeichen, und es wird

$$v' = f \sec \delta \sec q + \frac{1}{2} f^2 \tan \delta \sec \delta \tan q \sec^2 q \quad (31b)$$

$$u_m = u_s + v',$$

oder, wenn δ wesentlich grösser wird:

$$\sin v = \frac{\sin f \sec \delta \sec q}{1 \mp \sin \delta \tan q \tan \frac{v}{2}}; \quad u_m = u_s \pm v \quad (31c)$$

wo die oberen Zeichen für vorangehende, die unteren für folgende Seitenfäden gelten²⁾. Meist wird nun aber das zweite Glied in (31a), (31b) vernachlässigt werden, und dann ist die Reduction einfach

$$v = f \sec \delta \sec q \quad (31d)$$

HARZER schlägt vor, den Zeitstern nur an der einen Hälfte der Fäden zu beobachten, bis zu einer gewissen, nicht zu kleinen Entfernung vom Mittelfaden, dann rasch umzulegen, und den Stern neuerdings an denselben Fäden, jetzt in der anderen Kreislage zu beobachten. Da in diesen beiden Fällen das erste Glied der Reduction in (31a), (31b) oder (31d) das entgegengesetzte Zeichen erhält, so wird es im Mittel wegfallen, und man braucht die Reductionen auf den Mittelfaden überhaupt nicht zu rechnen, wenn man vom zweiten Gliede absehen kann. Ueberdies ist dann $c = 0$ zu setzen, da man auf einen ideellen Mittelfaden reducirt, dessen Collimationsfehler gleich Null ist. Geht dabei aber ein Faden auf der einen Seite verloren, so muss derselbe Faden auf der anderen Seite als unvollständig ebenfalls weggelassen werden. Diese Methode scheint daher gegen die von DÖLLEN früher vorgeschlagene doch keine wesentlichen Vorzüge zu haben; selbst bei völlig sicherem Umlegen wird man stets in die Unannehmlichkeit versetzt, einen oder den anderen gut brauchbaren Faden weglassen zu müssen. Auch wird man bei kleinen Deklinationen weit vom Mittelfaden aufhören müssen, um Zeit zum Umlegen zu haben³⁾. Wahrscheinlich

¹⁾ Dieser Seitenfaden liegt im Mikrometer des geraden Fernrohres östlich vom Mittelfaden.

²⁾ Dass f bei Aenderung der Kreislage dasselbe bleibt, aber der Faden in der einen Kreislage vor, in der anderen nach dem Mittelfaden angetreten wird, muss bei der Reduction selbstverständlich berücksichtigt werden; anders ausgesprochen: die Reihenfolge der Fäden kehrt sich beim Umlegen oder Durchschlagen des Fernrohres um.

³⁾ Ich beobachtete an einem Universalinstrumente, dessen 9 Fäden, Mittelfaden und 4 Fäden jederseits von Aequatorsternen in etwa 2" passiert wurden. Es war daher unmöglich umzulegen, oder selbst nur durchzuschlagen.

waren es diese Umstände (nicht aber, wie HARZER meint, die Abneigung DÖLLEN's gegen das Umlegen), welche DÖLLEN bestimmten, den Zeitstern völlig in einer Kreislage zu beobachten. In der That fällt die Mehrarbeit bei der Berechnung der Fadenreduktionen fast nicht ins Gewicht, wenn man Tafeln für dieselben hat.

2) Für Polsterne hat man zu unterscheiden, ob man in der Nähe des Meridiandurchganges oder in der Nähe der grössten Digression beobachtet, was wieder von der Rectascension des Sternes abhängt. Für Zeitsterne, deren Rectascension zwischen 21^h und 5^h , und zwischen 9^h und 17^h liegen, wird der Durchgang durch den Vertical des Polaris noch mässig weit von der grössten Digression desselben stattfinden; für Sterne hingegen, deren Rectascension zwischen 5^h und 9^h und zwischen 17^h und 21^h liegen, wird der Polarstern zur Zeit des Sterndurchganges sich in der Nähe der grössten Digression befinden.

a) Im ersten Falle wird man den Polarstern an einem oder zwei Seitenfäden beobachten können. Statt der Seitenfäden kann auch nach HARZER's Vorschlag der Durchgang durch einen beweglichen Mikrometerfaden beobachtet werden, wenn die Stellung desselben durch die Lesung L an der Trommel ermittelt wird. Mit der Ablesung L_0 für die Conicidenz des beweglichen Fadens mit dem Mittelfaden und dem Werth der Schraubenrevolution R ergibt sich der Abstand des Mikrometerfadens vom Mittelfaden gleich $R(L - L_0)$; das Zeichen braucht nicht angesetzt zu werden, wenn man bei der Reduction berücksichtigt, ob der Fadenantritt vor oder nach dem Mittelfaden stattfindet.

Die zu verwendende Formel ist wieder (α). Da der Polstern nur in sehr geringen Entfernungen vom Mittelfaden beobachtet werden wird, so wird $\cos\left(\frac{f}{2} - c\right)$ wieder durch $\cos\frac{f}{2}$ ersetzt werden können, und es entsteht links $\frac{1}{2} \sin f \sec \delta$; i beträgt nur wenige Bogensekunden, und selbst für die genaueste siebenstellige Rechnung kann $\cos i = 1$ angenommen werden, so dass

$$\sin v = \frac{\sin f \sec \delta \sec q}{1 \mp \sin \delta \tan g q \tan g \frac{v}{2} - i \operatorname{arc} 1'' \frac{\cos \varphi}{\cos q} \frac{\cos\left(t + \frac{v}{2}\right)}{\cos \frac{v}{2}}} \quad (32)$$

$$u_m = u_s \pm v.$$

wird, wobei wieder die oberen Zeichen für vorangehende, die unteren für folgende Fäden gelten.

Für den Polstern kann q jeden beliebigen Werth annehmen; für die grösste Digression ist es 90° , und die Formel wird unanwendbar. Beschränkt man den Fall a) auf die oben angegebenen Grenzen, zwischen den Rectascensionen der Sterne von 21^h und 5^h und zwischen 9^h und 17^h , und nimmt, was ja durch die richtige Einstellung des Instrumentes zu erzielen ist, den Polarstern nahe dem Mittelfaden, so wird man die Formel (32) noch etwas vereinfachen können. Da nämlich v in Folge der Kleinheit von f ebenfalls noch klein ist, so kann man in dem Faktor von i auch $\cos \frac{v}{2} = 1$, und $\cos t$ an Stelle von $\cos\left(t + \frac{v}{2}\right)$ setzen, und der Nenner wird:

$$1 \mp \sin \delta \tan g q \tan g \frac{v}{2} - i \operatorname{arc} 1'' \frac{\cos \varphi}{\cos q} \cos t,$$

so dass v nur im ersten Zusatzgliede enthalten ist. Setzt man hier

$$\operatorname{tang} \frac{v}{2} = \frac{1}{2} \sin v + \frac{1}{8} \sin v^3,$$

so wird, wenn für einen Augenblick Kürze halber

$$\begin{aligned} \sin v &= \alpha, \quad \sin \delta \operatorname{tang} q = \alpha \\ \frac{\sin f \sec \delta \sec q}{1 - i \frac{\cos \varphi}{\cos q} \cos t} &= \beta \end{aligned}$$

gesetzt wird:

$$\alpha \left[1 \mp \left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha^3}{8} \right) \alpha \right] = \beta$$

und daraus durch Umkehrung der Reihe:

$$\alpha = \beta \pm \frac{\alpha}{2} \beta^2 + \frac{\alpha^2}{2} \beta^3 \pm \frac{\alpha \beta^3}{8},$$

oder mit Vernachlässigung der von β^3 abhängigen Glieder

$$\sin v = \frac{\sin f \sec \delta \sec q}{1 - i \frac{\cos \varphi}{\cos q} \cos t} \pm \frac{\sin \delta \operatorname{tang} q}{2} \sin^2 f \sec^2 \delta \sec^2 q.$$

Das von der Neigung abhängige Glied wird in den meisten Fällen wegen der Kleinheit von f vernachlässigt werden können. Setzt man

$$\begin{aligned} A &= \frac{1}{15} \sec \delta \sec q \\ B &= \pm \frac{1}{30} \operatorname{tang} \delta \sec \delta \operatorname{tang} q \sec^2 q \operatorname{arc} 1'' , \end{aligned}$$

so wird

$$v = Af + Bf^2 + \operatorname{Red.},$$

wobei Red. die Reduction vom Sinus auf den Bogen bedeutet, und da von den Coëfficienten A, B bereits der 15. Theil genommen wurde, v in Zeitsecunden erhalten wird. Die Werthe von A, B können für eine gegebene Polhöhe und die verschiedenen Sterne (deren Rectascensionen den Stundenwinkel also auch q für den Polarstern bestimmen) nebst der Aenderung derselben mit der Zeit, welche aus der Aenderung der Deklination des Polarsternes und der Aenderung der Rectascensionen entspringt, tabulirt werden.

b) Die Beobachtung fällt in die Nähe der grössten Digression des Polarsterns. Reductionen auf den Mittelfaden werden hier unanwendbar. Die langsame Bewegung des Polsternes wird es hier erfordern, dass man den Polstern direkt am Mittelfaden einstellt und den Durchgang des Zeitsternes in dem eingestellten Azimuthe beobachtet.

Untersuchungen über die Fehler, über die zweckmässigste Wahl der Sterne u. s. w. müssen hier unterbleiben, und kann auf die diesbezügliche, bereits mehrfach erwähnte Abhandlung von HARZER verwiesen werden. Es genügt hier, die Resultate anzuführen: Ein merkbarer Einfluss der fehlerhaften Stellung der Fäden, der Fadenplatte oder des Objectivs auf die Resultate ist nicht zu befürchten (pag. 32); die Strahlenbrechung wird ebenso wie bei Meridiandurchgängen berücksichtigt, indem man unter Benutzung der wahren Sternörter die mit $(1 + \frac{1}{2})$ multiplicirten Fadenabstände als wahre betrachtet (ibid., pag. 33) vergl. auch den Artikel »Meridiankreis« III. Band I. Hälfte, pag. 10.

Die Beobachtungen werden so angeordnet, dass zuerst der Polstern beobachtet wird¹⁾, sodann der Durchgang des Zeitsterns durch die Fäden des im

¹⁾ Es ist praktisch, den Polstern zuerst zu beobachten, da eine mässige Aenderung im Azimuth, die sich beim Zeitstern nicht sichtbar macht, den Polstern in grössere Entfernung vom Mittelfaden bringt.

Azimuth unverändert gehaltenen Instrumentes, und schliesslich nochmals der Polstern; man kann hierbei, wenn die Bewegung des Sternes nicht zu schnell ist (nördlichere Sterne), auch nach der Beobachtung des Sterns an einer Reihe von Fäden vor dem Mittelfaden umlegen und weiter den Stern an denselben Fäden in der anderen Kreislage beobachten, oder aber, was in manchen Fällen noch vorzuziehen sein wird, den Zeitstern an sämtlichen Fäden in derselben Kreislage beobachten; wenn keine weiteren Beobachtungen anschliessen, so erfolgt die Bestimmung des Collimationsfehlers durch anderweitige Beobachtungen.

Hat man während der Beobachtung des Zeitsterns umgelegt und nimmt man für den Zeitstern das Mittel der Uhrzeiten für jeden einzelnen Faden aus den beiden Kreislagen, so wird man zweckmässig für den Polstern die Durchgänge in der zweiten Kreislage ebenfalls bei denselben Trommelablesungen der Mikrometerschraube vornehmen, und dann fällt im Mittel auch der Collimationsfehler weg, da man hierbei gleichsam auf einen ideellen Mittelfaden, für welchen $c = 0$ ist, reducirt.

Beobachtet man mehrere Zeitsterne, so kann jeder in dem ihm zugehörigen Azimuthe des Polarsternes beobachtet werden und dann wird zwischen zwei Sternen auch umgelegt (s. unten).

In allen Fällen bedarf man einer guten Vorausberechnung, um das Azimut und die Zeit der Beobachtung zu kennen. Für diesen Zweck wird es am besten sein, eine Ephemeride des Polarsternes (Azimuthe und Zenithdistanzen mit dem Argumente Sternzeit) für die gegebene Polhöhe zu Grunde zu legen, aus welcher man für eine beliebige Sternzeit θ das Azimut A_θ und die Zenithdistanz Z_θ des Polaris entnehmen kann¹⁾. Für einen Stern S , dessen Rectascension α ist, ist die Aenderung des Azimuthes gegeben durch

$$\frac{dA}{dt} = \frac{\cos \delta \cos \alpha}{\sin \alpha},$$

wofür man in der Nähe des Meridians ausreichend genau setzen kann:

$$\frac{dA}{dt} = \frac{\cos \delta}{\sin(\varphi - \delta)}.$$

Diesen Werth kann man mit dem Argumente δ für eine gegebene Polhöhe tabuliren; da aber A im Bogenmaasse, t im Zeitmaasse gegeben ist, so wird

$$\left(\frac{dA}{dt}\right)' = 15 \frac{\cos \delta}{\sin(\varphi - \delta)}.$$

die Aenderung des Azimuthes (in Bogenminuten) in einer Zeitminute. Noch besser wird es, den Werth von

$$\mathfrak{A} = 1 : \left(\frac{dA}{dt}\right)' = 15 \frac{\sin(\varphi - \delta)}{\cos \delta} \quad (a)$$

zu tabuliren. Entspricht der Sternzeit α (Durchgang des Sternes durch den Meridian) das Azimut A_α des Polarsternes, positiv westlich, negativ östlich vom Meridian, so wird die Zeit x , welche der Stern braucht, um in dieses Azimut zu kommen, durch die Gleichung bestimmt:

$$x = A_\alpha : \left(\frac{dA}{dt}\right)'$$

oder

$$x = \mathfrak{A} \cdot A_\alpha \quad (b)$$

¹⁾ Diese Tafel wird zwar nicht immer gültig sein, aber immerhin durch etwa 10 Jahre, d. i. 5 der Epoche vorangehende und 5 folgende beibehalten werden können.

und es ist x gleichbezeichnet mit A_p , daher die Sternzeit des Durchganges des Sternes durch den Vertical des Polaris

$$\theta_* = \alpha - x \quad (c)$$

($\theta_* < \alpha$, wenn x positiv, nämlich der Polaris westlich, daher der Stern östlich vom Meridian ist; $\theta_* > \alpha$, wenn x negativ ist. Für Zeitsterne nördlich vom Zenith, die aber in der Praxis nicht gewählt werden, gilt wegen des negativen Zeichens von \mathfrak{N} dieselbe Bezeichnung $\theta_* = \alpha - x$).

Die Werthe der \mathfrak{N} lassen sich leicht in eine Tafel bringen. Ich habe eine solche Tafel für $\varphi = 35^\circ$ bis 65° und für Zenithdistanzen von Sternen zwischen 20° bis 60° berechnet, und theile sie hier mit.

| $\varphi =$ | 35° | 36° | 37° | 38° | 39° | 40° | 41° | 42° | 43° | 44° | 45° | 46° | 47° | 48° | 49° | 50° |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

$\mathfrak{N} = 0.0$

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| - 25° | 637 | 643 | 649 | 655 | 661 | 667 | | | | | | | | | | |
| - 20 | 581 | 588 | 595 | 602 | 608 | 614 | 620 | 626 | 632 | 638 | 643 | | | | | |
| - 15 | 529 | 536 | 544 | 551 | 558 | 565 | 572 | 579 | 585 | 592 | 598 | 604 | 609 | 615 | 620 | 625 |
| - 10 | 479 | 487 | 495 | 503 | 511 | 519 | 526 | 533 | 541 | 548 | 554 | 561 | 568 | 574 | 580 | 586 |
| - 5 | 430 | 439 | 448 | 456 | 465 | 473 | 481 | 489 | 497 | 505 | 513 | 520 | 527 | 534 | 541 | 548 |
| 0 | 382 | 392 | 401 | 410 | 419 | 428 | 437 | 446 | 455 | 463 | 471 | 480 | 488 | 495 | 503 | 511 |
| + 5 | 335 | 345 | 355 | 364 | 374 | 384 | 393 | 403 | 412 | 421 | 430 | 439 | 448 | 456 | 465 | 473 |
| + 10 | 286 | 297 | 307 | 318 | 328 | 338 | 349 | 359 | 369 | 379 | 388 | 398 | 407 | 417 | 426 | 435 |
| + 15 | 236 | 247 | 259 | 270 | 281 | 292 | 302 | 313 | 324 | 335 | 345 | 355 | 366 | 376 | 386 | 396 |
| + 20 | 184 | 195 | 207 | 219 | 231 | 243 | 254 | 266 | 277 | 288 | 300 | 311 | 322 | 333 | 344 | 355 |
| + 25 | | | | | | 190 | 203 | 215 | 227 | 239 | 252 | 264 | 275 | 287 | 299 | 311 |
| + 30 | | | | | | | | | | | 199 | 212 | 225 | 238 | 251 | 263 |

| $\varphi =$ | 50° | 51° | 52° | 53° | 54° | 55° | 56° | 57° | 58° | 59° | 60° | 61° | 62° | 63° | 64° | 65° |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|

$\mathfrak{N} = 0.0$

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| - 10° | 586 | 592 | 598 | 603 | 608 | 613 | | | | | | | | | | |
| - 5 | 548 | 555 | 561 | 567 | 574 | 580 | 585 | 591 | 596 | 601 | 606 | | | | | |
| 0 | 511 | 518 | 525 | 532 | 539 | 546 | 553 | 559 | 565 | 571 | 577 | 583 | 588 | 594 | 599 | 604 |
| + 5 | 473 | 481 | 489 | 497 | 505 | 513 | 520 | 527 | 534 | 541 | 548 | 555 | 561 | 567 | 574 | 580 |
| + 10 | 435 | 444 | 453 | 462 | 470 | 479 | 487 | 495 | 503 | 511 | 519 | 526 | 533 | 541 | 548 | 554 |
| + 15 | 396 | 406 | 415 | 425 | 434 | 444 | 453 | 462 | 471 | 479 | 488 | 496 | 505 | 513 | 521 | 529 |
| + 20 | 355 | 365 | 376 | 386 | 397 | 407 | 417 | 427 | 437 | 446 | 456 | 465 | 475 | 484 | 493 | 502 |
| + 25 | 311 | 322 | 334 | 345 | 357 | 368 | 379 | 390 | 401 | 411 | 422 | 432 | 443 | 453 | 463 | 473 |
| + 30 | 263 | 276 | 288 | 301 | 313 | 325 | 337 | 349 | 361 | 373 | 385 | 396 | 408 | 419 | 430 | 441 |
| + 35 | 211 | 224 | 238 | 251 | 265 | 278 | 292 | 305 | 318 | 331 | 344 | 357 | 369 | 382 | 394 | 407 |
| + 40 | | | | | | 225 | 240 | 254 | 269 | 283 | 298 | 312 | 326 | 340 | 354 | 368 |
| + 45 | | | | | | | | | | | 245 | 260 | 276 | 291 | 307 | 322 |

Diese Tafeln werden immer ausreichen. Eine grössere Genauigkeit würde erfordern, auch die Aenderung des Azimuthes des Polaris zu berücksichtigen. Sei dieselbe für den betrachteten Zeitpunkt, d. h. für einen Zeitstern, dessen Rectascension α ist, gleich $15 \left(\frac{dA}{dt} \right)_p$, so wird das Azimuth des Polaris zur Zeit $\alpha - x$ gleich

$$A_p - 15 \left(\frac{dA}{dt} \right)_p x$$

und demnach müsste

folglich

$$A_p - 15 \left(\frac{dA}{dt} \right)_p x = 15 \left(\frac{dA}{dt} \right)_* x,$$

$$x = \frac{1}{15} \frac{A_p}{\left(\frac{dA}{dt} \right)_* + \left(\frac{dA}{dt} \right)_p}.$$

sein. Endlich muss, da man Zeit- und Polstern nicht gleichzeitig beobachten kann, die Beobachtung des Polarsterns um Δ früher begonnen werden, so dass man als Zeit des Beginnes der Beobachtungen $\alpha - x - \Delta$ nehmen muss. Die Zenithdistanz des Polaris folgt aus der Ephemeride, für diejenige des Zeitsterns kann seine Meridianzenithdistanz

$$Z_* = \varphi - \delta \quad (d)$$

genommen werden. Der parallaktische Winkel des Zeitsterns folgt aus

$$\sin q = \frac{\cos \varphi}{\cos \delta} \sin A_p = \frac{\cos \varphi \sin t}{\sin z} \quad (e)$$

Da man nur $\cos q$ braucht, so wird die geringe Aenderung, welche aus der Einstellungsänderung $\left(\frac{dA}{dt} \right)_*$ folgt, belanglos; dann können die Fadenreduktionen für jeden Stern nach

$$v = f \sec \delta \sec q \quad (f)$$

berechnet werden oder man rechnet eine Deklination δ_0 nach

$$\cos \delta_0 = \cos \delta \cos q \quad (g)$$

und entnimmt die Fadenreduktionen einer allgemeinen Tafel der Fadenreduktionen mit der Deklination δ_0 [wegen $v = f \sec \delta_0$].

Die Werthe θ_* , Z_* , A_p , Z_p , δ_0 können für diejenigen Sterne, welche man für diese Beobachtungen wählt, für einen gegebenen Beobachtungsort tabulirt werden. Die Berechnung der Beobachtungen erfolgt nach

$$\begin{aligned} \tau &= \frac{1}{2} [(u' - u) - (\alpha' - \alpha)] \\ m \cos M &= \sin (\delta - \delta') \cos \tau \\ m \sin M &= \sin (\delta + \delta') \sin \tau \\ m \sin (M + \theta_0) &= \tan g \varphi \cos \delta \cos \delta' \sin 2\tau \\ \theta &= \theta_0 + \frac{i \sin (z + z') + c (\sin z + \sin z')}{m \cos \varphi \cos (M + \theta_0)}. \end{aligned} \quad (A)$$

$$t = \theta - \tau; \quad x = t + \alpha - u$$

oder

$$x = (\theta_0 - \tau) + (\alpha - u) + \frac{i \sin (z + z') + c (\sin z + \sin z')}{m \cos \varphi \cos (M + \theta_0)}.$$

Da $M + \theta_0$ nahe 180° und m nahe $\cos \delta$ ist, so kann man für dem Aequator nahe Sterne die Correction wegen Neigung auch einfach schreiben:

$$\frac{i \sin (z + z')}{\cos \varphi}.$$

Die Formeln (A) lassen sich noch in eine andere Form bringen, die mitunter vorgezogen werden kann. Man erhält nämlich durch Einführung der Pol-distanz $p = 90^\circ - \delta'$ des Polaris

$$\begin{aligned} m \sin M &= \sin \tau \cos (\delta - p) \\ m \cos M &= -\cos \tau \cos (\delta + p). \end{aligned}$$

Multiplicirt man diese Gleichungen mit $\cos \tau$ und $\sin \tau$ und addirt, so folgt

$$m \sin (M + \tau) = \sin \delta \sin p \sin 2\tau,$$

während die Gleichung für θ_0 in

$$m \sin (M + \theta_0) = \tan \varphi \cos \delta \sin p \sin 2\tau$$

übergeht. Daraus folgt:

$$\begin{aligned} m [\sin (M + \theta_0) - \sin (M + \tau)] &= 2m \cos \left(M + \tau + \frac{\theta_0 - \tau}{2} \right) \sin \frac{\theta_0 - \tau}{2} = \\ &= \sin p \sin 2\tau \frac{\sin (\varphi - \delta)}{\cos \varphi}. \end{aligned}$$

Man sieht übrigens, dass M sehr nahe $180^\circ - \tau$ ist; setzt man daher

$$M = 180^\circ - \tau - \pi,$$

so folgt durch einfache Umformung (Multiplication der beiden Gleichungen für $m \sin M$ und $m \cos M$ mit $\cos \tau$ und $\sin \tau$, bzw. mit $-\sin \tau$ und $\cos \tau$ und Addition):

$$\begin{aligned} m \sin \pi &= \sin \delta \sin p \sin 2\tau & (A') \\ m \cos \pi &= \cos (\delta + p) \cos^2 \tau + \cos (\delta - p) \sin^2 \tau \end{aligned}$$

und dann

$$\sin \frac{\tau - \theta_0}{2} \cos \left(\pi + \frac{\tau - \theta_0}{2} \right) = \frac{\sin p \sin 2\tau \sin (\varphi - \delta)}{2m \cos \varphi}$$

oder

$$-\sin \frac{t_0}{2} = \sin \frac{\tau - \theta_0}{2} = \frac{\sin \pi \sin (\varphi - \delta)}{2 \sin \delta \cos \varphi \cos \left(\pi + \frac{\tau - \theta_0}{2} \right)}. \quad (A'')$$

Meist wird auch π und $\frac{\tau - \theta_0}{2}$ so klein sein, dass man $m \cos \left(\pi + \frac{\tau - \theta_0}{2} \right)$ durch $m \cos \pi$ ersetzen kann, und es wird einfach

$$\sin \frac{t_0}{2} = - \frac{\sin p \sin 2\tau \sin (\varphi - \delta)}{2 \cos \varphi [\cos \delta \cos p - \sin \delta \sin p \cos 2\tau]}.$$

Bei passender Anordnung der Beobachtungen kann man auf Stationen diese Methode gleichzeitig zu Zeitbestimmungen, Polhöhenbestimmungen und Azimuthbestimmungen verwenden. Liest man nämlich bei jeder Einstellung des Fernrohres auch den Horizontal- und Verticalkreis, so erhält man aus der Lesung des Verticalkreises die Polhöhe (Circummeridianzenithdistanzen) und aus den Lesungen des Horizontalkreises verbunden mit der genauen Berechnung des Azimuthes des Polarsterns (nachdem die Zeit aus den Durchgängen ermittelt ist) den Meridianpunkt des Kreises, wodurch die Einstellung auf ein irdisches Object sofort dessen Azimuth giebt. Das Schema für die Anordnung der Beobachtungen wird damit das folgende:

a) Polaris zwischen den Horizontalfäden; Uhrzeit und Lesung am Verticalkreise.

Polaris; Uhrzeit des Durchganges an 2 Seitenfäden (2 Einstellungen des Mikrometerfadens); Lesung am Horizontalkreise.

Erster Zeitstern im unveränderten Azimuthe; Durchgang durch alle Fäden; Einstellung am Mittelfaden zwischen den Horizontalfäden und Lesung am Verticalkreise.

b) Dasselbe für einen zweiten Zeitstern.

Umlegen.

c) Polaris und 2 andere Zeitsterne, wobei die Einstellung des Mikrometerfadens für die Polarisbeobachtungen dieselben sind wie oben, nur in umgekehrter Reihenfolge.

Ein solcher Satz giebt daher nebst der Zeitbestimmung 4 Zenithdistanzen des Polaris, 4 Zenithdistanzen von Südsterne (für die Breitenbestimmung ist es dabei gut, wenn die Zeitsterne nahe dieselbe Zenithdistanz haben wie der Polstern) und 4 Azimuthlesungen.

Beispiel. Für die Polhöhe von Wien $48^{\circ} 12' 8''$ folgt aus der Tafel der \mathcal{A} die folgende Specialtafel:

| δ | \mathcal{A} | δ | \mathcal{A} | δ | \mathcal{A} | δ | \mathcal{A} |
|----------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|----------|---------------|
| - 10° | 0·0575 | 0° | 0·0496 | + 10° | 0·0419 | + 20° | 0·0335 |
| 9 | 567 | + 1 | 488 | 11 | 411 | 21 | 326 |
| 8 | 559 | 2 | 481 | 12 | 403 | 22 | 317 |
| 7 | 551 | 3 | 473 | 13 | 395 | 23 | 308 |
| 6 | 543 | 4 | 466 | 14 | 386 | 24 | 298 |
| - 5 | 0·0535 | + 5 | 0·0458 | + 15 | 0·0378 | + 25 | 0·0289 |
| 4 | 527 | 6 | 450 | 16 | 369 | 26 | 279 |
| 3 | 519 | 7 | 443 | 17 | 361 | 27 | 270 |
| 2 | 511 | 8 | 435 | 18 | 352 | 28 | 260 |
| - 1 | 504 | 9 | 427 | 19 | 344 | 29 | 250 |
| 0 | 0·0496 | + 10 | 0·0419 | + 20 | 0·0335 | + 30 | 0·0240 |

Für die Berechnung der Ephemeride des Polaris kann man die Formeln benutzen:

$$A = + I \sin t + II \sin 2t; \quad z = 90^{\circ} - \varphi + I' \cos t + II' \sin^2 t,$$

wobei, wenn p die Poldistanz der Polaris ist:

$$I = -p \sec \varphi, \quad II = -\frac{1}{2} p^2 \operatorname{arc} 1' \sec \varphi \operatorname{tang} \varphi; \quad I' = -p, \quad II' = +\frac{1}{2} p^2 \operatorname{arc} 1' \operatorname{tang} \varphi.$$

Für $\alpha = 1^{\text{h}} 23^{\text{m}} 0$, $\delta = + 88^{\circ} 47' 7''$ wird der im Folgenden benötigte Theil der Ephemeride:

| θ | A_p | Z_p | q |
|---------------------------------|----------|---------|--------|
| $10^{\text{h}} 23^{\text{m}} 0$ | - 1° 16' | 42° 40' | 44° 3' |
| 10 33·0 | - 1 13 | 42 42 | 41 36 |
| 10 43·0 | - 1 10 | 42 44 | 39 8 |
| 10 53·0 | - 1 6 | 42 46 | 36 41 |
| 11 3·0 | - 1 2 | 42 48 | 34 14 |
| 11 13·0 | - 0 58 | 42 50 | 31 47 |
| 11 23·0 | - 0 54 | 42 51 | 29 20 |
| 11 33·0 | - 0 50 | 42 53 | 26 53 |

Für die 4 Zeitsterne p , l , χ und σ Leonis eshält man hieraus¹⁾ die folgende Tabelle:

| Stern | Gr | θ_0 | Z_0 | A_p | Z_p | q_0 | $\sec \delta_0$ | δ_0 |
|---------------------|------|---------------------------------|------------------------|----------|-----------|---------------------|-----------------|-----------------|
| p Leonis . . | 4·0 | $10^{\text{h}} 24^{\text{m}} 5$ | $+ 38^{\circ} 23' 8''$ | - 1° 16' | - 42° 40' | $0^{\circ} 51' 4''$ | 0·00646 | $9^{\circ} 52'$ |
| l Leonis . . | 5·0 | 10 41·0 | $+ 37 8' 7''$ | - 1 10 | - 42 44 | 0 47·5 | 0·00819 | 11 6 |
| χ Leonis . . | 4·8 | 10 57·0 | $+ 40 20 6''$ | - 1 5 | - 42 46 | 0 43·7 | 0·00415 | 7 55 |
| σ Leonis . . | 4·1 | 11 13·4 | $+ 41 38 5''$ | - 0 58 | - 42 50 | 0 38·9 | 0·00289 | 6 86 |

1901 April 3 beobachtete ich diese Sterne an einem 12-zölligen gebrochenen Universalinstrument von STARKE und KAMMERER auf der Sternwarte des k. u. k. militär-graphischen Institutes in Wien mit Auge und Ohr:

¹⁾ Es ist z. B. für p Leonis: $\alpha = 10^{\text{h}} 27^{\text{m}} 6$; $\delta = + 9^{\circ} 49'$; mit diesem Werthe von δ erhält man aus der Tafel der \mathcal{A} : $\mathcal{A} = 0·0421$; da das Azimuth des Polaris für $10^{\text{h}} 28^{\text{m}}$ Sternzeit $- 1^{\circ} 14' = - 74'$ ist, so wird $\mathcal{A} \cdot A = - 0·0421 \times 74 = - 3^{\text{m}} 1$, um welchen Betrag der Stern früher in den Vertical des Polaris als in den Meridian kommt. Für p Leonis wird weiter

$$\log \sin A_p = 8·34450$$

$$\log \sin q_0 = 8·17475$$

$$\log \sec \delta = 0·00641$$

$$q_0 = 0^{\circ} 51' 4''$$

$$\log \cos \varphi = 9·82374$$

$$\log \sec \delta_0 = \log \sec \delta \sec q = 0·00646.$$

| | Ocular Ost | | | | Ocular West | | | |
|----------------------------|--|---|--|--|--|--|--|---|
| | Schraubenlesung | Uhrzeit | Schraubenlesung | Uhrzeit | Schraubenlesung | Uhrzeit | Schraubenlesung | Uhrzeit |
| Polaris | <i>R</i> | | <i>R'</i> | | <i>R</i> | | <i>R</i> | |
| | 11:527 | 10 ^h 25 ^m 55 ^s | 9:583 | 10 ^h 39 ^m 8 ^s | 9:299 | 11 ^h 1 ^m 44 ^s | 10:810 | 11 ^h 17 ^m 22 ^s |
| | 11:418 | 26 26 | 9:430 | 39 43 | 9:436 | 2 18 | 10:948 | 17 53 |
| | 11:350 | 26 41 | 9:355 | 39 57 | 9:550 | 2 41 | 11:082 | 18 20 |
| Libelle | <i>w</i> | <i>o</i> | <i>w</i> | <i>o</i> | <i>w</i> | <i>o</i> | <i>w</i> | <i>o</i> |
| | 27:0 | 27:1 | 26:7 | 27:4 | 27:0 | 27:3 | 25:3 | 29:1 |
| | 24:4 | 29:7 | 23:5 | 30:7 | 21:5 | 32:9 | 23 0 | 31:6 |
| Stern: | ρ Leonis | | ι Leonis | | γ Leonis | | σ Leonis | |
| 1. Faden | 10 ^h 35 ^m 17 ^s .1 | | 10 ^h 51 ^m 54 ^s .3 | | 11 ^h 6 ^m 9 ^s .0 | | 11 ^h 22 ^m 23 ^s .7 | |
| 2 | 35 5:0 | | 51 41:8 | | 6 21:4 | | 22 35:5 | |
| 3 | 34 52:1 | | 51 29:0 | | 6 34:0 | | 22 48:0 | |
| 4 | 34 36:3 | | 51 13:2 | | 6 49:7 | | 23 3:9 | |
| <i>m</i> | 34 23:1 | | 51 0:1 | | 7 2:8 | | 23 16:8 | |
| 6 | 34 10:0 | | 50 46:7 | | 7 16:1 | | 23 30:0 | |
| 7 | 33 54:2 | | 50 31:0 | | 7 31:5 | | 23 45:4 | |
| 8 | 33 41:9 | | 50 18:3 | | 7 44:1 | | 23 58:0 | |
| 9 | 33 29:0 | | 50 5:8 | | 7 56:6 | | 24 10:7 | |
| Lesung am Horizontalkreise | 273° 8' 53"·2 | | 273° 10' 43"·4 | | 273° 20' 21"·1 | | 273° 24' 20"·4 | |

Coincidenz des beweglichen Fadens mit dem Mittelfaden 10:2251.

Da das Instrument bis dahin zu Messungen nach der HORREBOW-TALCOTT'schen Methode verwendet worden war, musste ich das Fadennetz um 90° drehen, weshalb die Fadendistanzen neu bestimmt werden mussten. Der Herr k. u. k. Hauptmann C. GAKSCH, der die Freundlichkeit hatte, mir bei diesen Beobachtungen Assistenz zu leisten, durchmass am 2. und 3. April V. M. das Fadennetz mit der Schraube; diese, sowie meine Beobachtungen von γ Cephei (U. C.) 4 H. Draconis (O. C.) ergaben mir den Werth einer Schraubenrevolution gleich 3'·6423 (gegenüber dem früheren 3'·649; vergl. v. STERNECK »die Polhöhe und ihre Schwankungen«) und für die Fadendistanzen in der Reihenfolge Ocular West, Obere Culmination

53'·149, 40'·909, 28'·437, 13'·060, —, 13'·172, 28'·351, 40'·789, 53'·123.

Als Beispiel für die Reduction der Polsterne auf den Mittelfaden hat man nun für die zweite Beobachtung von ρ Leonis:

$$\theta = 10^h 16^m \cdot 5; \quad q = 45^\circ 40'$$

$$\log \sec q = 0.15563$$

$$\log \sec \delta = 1.67253$$

$$\log \alpha^R = 0.07660$$

$$\log \tan q = 0.01011$$

$$\log \text{Zähler} = 2.46614$$

$$\log \frac{u}{2} \sin \delta \operatorname{arc} 1'' = 8.02668$$

$$\log \text{Nenner} = 9.99525$$

$$\log v = 2.47089$$

$$v = 4^m 55^s \cdot 7.$$

Für den Polaris ist

$$\alpha = 1^h 22^m 27^s \cdot 11, \quad \delta = + 88^\circ 46' 55'' \cdot 5.$$

Man erhält damit die folgende Berechnung (die auf den Mittelfaden reducirten Fadenantritte für die Zeitsterne sofort zum Mittel vereinigt):

| | ρ Leonis | ι Leonis | χ Leonis | σ Leonis |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| Polaris: Beob.-Zeiten | $10^h 31^m 18^s \cdot 8$ | $10^h 36^m 45^s \cdot 8$ | $11^h 5^m 3^s \cdot 8$ | $11^h 15^m 22^s \cdot 6$ |
| | 31 21·7 | 36 49·2 | 5 7·7 | 15 25·8 |
| | 31 19·3 | 36 47·9 | 5 5·9 | 15 25·8 |
| Polaris: Mittel . . | 10 31 20·0 | 10 36 47·6 | 11 5 5·8 | 11 15 24·7 |
| Zeitstern: Mittel . . | 10 34 23·18 | 10 51 0·01 | 11 7 2·82 | 11 23 16·89 |
| Neigung $i =$ | - 0·129 | - 0·188 | - 0·279 | - 0·295 |

Es soll nun für ρ Leonis nach den Formeln (A), für χ Leonis nach (A') und (A'') weiter gerechnet werden

| | |
|---|--|
| ρ Leonis | χ Leonis |
| $\delta = + 9^\circ 48' 40'' \cdot 7$ | $\delta = + 7^\circ 51' 58'' \cdot 9$ |
| $\delta - \delta' = - 78 58 14 \cdot 8$ | $p = + 1 13 4 \cdot 5$ |
| $\delta + \delta' = + 98 35 36 \cdot 2$ | $\varphi - \delta = 40 20 47 \cdot 9$ |
| $\alpha = 10^h 27^m 38^s \cdot 58$ | $\alpha = 10^h 59^m 57^s \cdot 2$ |
| $\alpha - \alpha' = 9 5 11 \cdot 47$ | $\alpha - \alpha' = 9 37 30$ |
| $u' - u^1) = - 3 3 \cdot 18$ | $u' - u = - 1 57$ |
| $2\tau = 9 2 8 \cdot 29$ | $2\tau = 9 35 33$ |
| $\tau = 4 31 4 \cdot 14$ | |
| $\log \sin (\delta - \delta') = 9 \cdot 991903$ | $\log \cos \delta = 9 \cdot 99589$ |
| $\log \cos \tau = 9 \cdot 577917$ | $\log \cos p = 9 \cdot 99990$ |
| $\log \sin (\delta + \delta') = 9 \cdot 995097$ | $\log \sin \delta = 9 \cdot 13629$ |
| $\log \sin \tau = 9 \cdot 966449$ | $\log \cos 2\tau = 9 \cdot 90734$ |
| $\log (m \cos M) = 9 \cdot 9569820$ | $\log \sin p = 8 \cdot 32746$ |
| $\log (m \sin M) = 9 \cdot 961546$ | $\log \sin 2\tau = 9 \cdot 77039$ |
| $\log \cos \delta = 9 \cdot 993601$ | $\log \sin (\varphi - \delta) = 9 \cdot 81118$ |
| $\log \sin 2\tau = 9 \cdot 845393$ | $\log (\sin \delta \sin p \cos 2\tau) = 7 \cdot 37109$ |
| $\log [m \cdot \sin (M + \theta_0)] = 8 \cdot 215266$ | $\log (\cos \delta \cos p) = 9 \cdot 99579$ |
| $\log m = 9 \cdot 994642$ | Add. $\log = 0 \cdot 00102$ |
| $M + \theta_0 = 11^h 56^m 11^s \cdot 45$ | $\log \text{Nenner} = 9 \cdot 99681$ |
| $M = 7 28 20 \cdot 54$ | $\log (2 \cos \varphi) = 0 \cdot 12474$ |
| $\theta_0 = 4 27 50 \cdot 91$ | $\log [\sin p \sin 2\tau \sin (\varphi - \delta)] = 7 \cdot 90903$ |
| $\tau = 4 31 4 \cdot 14$ | $\log \sin \frac{t_0}{2} = 7 \cdot 78748$ |
| $t_0 = \theta_0 - \tau = - 3 13 \cdot 23$ | $t_0 = - 2^m 48^s \cdot 60$ |
| $u - \alpha = + 6 44 \cdot 60$ | $u - \alpha = + 7 5 \cdot 52$ |
| $x_0 = t_0 - (u - \alpha) = - 9 57 \cdot 83$ | $x = - 9 54 \cdot 12$ |

Man erhält nun in dieser Art für die 4 Sterne:

| | x | Correct. wegen Libelle | Endgleichungen |
|--|---|---|---|
| Oc. O. $\left\{ \begin{array}{l} \rho \text{ Leonis} \\ \iota \text{ Leonis} \end{array} \right.$ | $\left. \begin{array}{l} - 9^m 57^s \cdot 83 \\ - 9 58 \cdot 09 \end{array} \right\}$ | $\left. \begin{array}{l} - 0^s \cdot 19 \\ - 0 \cdot 28 \end{array} \right\}$ | $\left. \begin{array}{l} x + 1 \cdot 974 c = - 9^m 58^s \cdot 02 \\ x + 1 \cdot 956 c = - 9 58 \cdot 37 \end{array} \right\}$ |
| Oc. W. $\left\{ \begin{array}{l} \chi \text{ Leonis} \\ \sigma \text{ Leonis} \end{array} \right.$ | $\left. \begin{array}{l} - 9 54 \cdot 12 \\ - 9 54 \cdot 14 \end{array} \right\}$ | $\left. \begin{array}{l} - 0 \cdot 41 \\ - 0 \cdot 44 \end{array} \right\}$ | $\left. \begin{array}{l} x - 2 \cdot 005 c = - 9 54 \cdot 53 \\ x - 2 \cdot 027 c = - 9 54 \cdot 58 \end{array} \right\}$ |

Aus den beiden Gleichungen (Mittel für Ocular Ost und Ocular West):

¹⁾ Die Formeln (A'') pag. 170 zeigen, dass bei Anwendung der Formeln A', A'', der Werth von τ nur genähert bekannt zu sein braucht. Die Zwischenzeiten $u' - u$ werden, namentlich bei rascherer Aufeinanderfolge der Sterne, immer klein bleiben. 14^m und selbst 8^m sind bereits beträchtliche Werthe.

$$x + 1.965 c = -9^m 58^s.195$$

$$x - 2.016 c = -9^m 54^s.555$$

erhält man

$c = -0^s.9143$ (Die direkte Bestimmung durch Collimirung ergab $-0^s.908$)

$$x = -9^m 56^s.40.$$

Nach der Formel $\sin A = \sin t \cos \delta \operatorname{cosec} z$ erhält man

| aus den Stundenwinkeln | die Azimuthe | Correction ¹⁾ der Lesungen | | Meridianlesung |
|--------------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| | | $i \cot z$ | $c \operatorname{cosec} z$ | |
| — 3 ^m 13 ^s .23 | 1° 16' 37 ^{''} .8 | — 2 ^{''} .4 | + 22 ^{''} .1 | 274° 25' 11 ^{''} .3 |
| — 3 4.01 | 1 14 45.6 | — 3.7 | + 22.7 | 25 10.0 |
| — 2 48.59 | 1 4 29.3 | — 4.9 | — 21.2 | 25 16.5 |
| — 2 41.91 | 1 0 30.6 | — 5.0 | — 20.6 | 25 16.6 |

Zenithdistanzen wurden bei diesem Satze nicht gemessen, da das Instrument nicht durchgeschlagen, sondern umgelegt wurde.

Unter den verschiedenen Combinationen, welche die Bestimmung der Zeit, Polhöhe und der Azimuthe aus den Beobachtungen von Zenithdistanzen und Azimuthe zweier oder mehrerer Sterne gestatten, und welche ein mehr mathematisches Interesse beanspruchen, sind es vorzugsweise noch zwei, welche auch in der Praxis häufig angewendet werden, d. i. die Bestimmung der Zeit aus dem beobachteten Azimuthe und die Bestimmung der Zeit und Höhe aus zwei beobachteten Zenithdistanzen zweier Sterne.

G. Bestimmung der Zeit aus dem beobachteten Azimuthe. Aus den beiden Gleichungen

$$\sin z \sin A = \cos \delta \sin t$$

$$\sin z \cos A = -\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos t$$

folgt die Formel

$$\operatorname{tang} A = \frac{\cos \delta \sin t}{-\cos \varphi \sin \delta + \sin \varphi \cos \delta \cos t}$$

und daraus

$$\sin \varphi \cos t - \operatorname{cotang} A \sin t = \cos \varphi \operatorname{tang} \delta.$$

Setzt man hier

$$\sin \varphi = m \sin M,$$

$$\operatorname{cotang} A = m \cos M.$$

so wird

$$m \sin (M - t) = \cos \varphi \operatorname{tang} \delta,$$

aus welcher Gleichung sich t bestimmt, sobald A bekannt ist. Der Werth von t giebt dann den Uhrstand

$$x = \alpha + t - u.$$

Die Bestimmung des Azimuthes kann durch Einstellung an einem Universalinstrumente erfolgen, wenn man zur Bestimmung des Meridianpunktes das Azimuth eines terrestrischen Objectes kennt. Wäre dies nicht der Fall, so kann man das Azimuth auch durch Vergleichung der Lesung mit dem Azimuthe eines zweiten Sternes, eines Polsternes ermitteln. Bei letzterem wird man in erster Rechnung für die Bestimmung des Stundenwinkels einen genäherten Uhrstand annehmen können; weicht das Resultat der Zeitbestimmung stärker ab, so muss natürlich die Rechnung wiederholt werden.

Die Beobachtung gestaltet sich so, dass man das Azimuth eines Polsternes (am besten in der Nähe der grössten Digression, da hier der Fehler des Uhr-

¹⁾ Die Correctionen sind mit dem angegebenen Zeichen an dem vom Süden gezählten Azimuthe $180^\circ - A$ zu addiren, daher von dem angeschriebenen Azimuthe zu subtrahiren.

standes den geringsten Einfluss hat) und eines Zeitsternes hintereinander am Universalinstrumente einstellt, und den Horizontalkreis jedesmal abliest. Dabei wird man zweckmässig eine Reihe von Einstellungen (z. B. 6) des Zeitsternes machen, hierauf 2—3 Beobachtungen des Polsternes in derselben Kreislage, dann das Instrument durchschlagen, und in der zweiten Kreislage, erst eben so viele (2—3) Beobachtungen des Polsternes und schliesslich dieselbe Anzahl (6) Einstellungen des Zeitsternes in der zweiten Kreislage machen. Bei der Reduction der Beobachtungen, hat man auf die bei Azimuthbestimmungen wichtigen Correctionen (Neigung der Höhenaxe) entsprechend Rücksicht zu nehmen. Hat man in beiden Kreislagen des Instrumentes symmetrisch beobachtet, so wird der Collimationsfehler unschädlich gemacht.

Hierhin gehört auch die folgende Methode der Zeitbestimmung, welche manchmal, wo es sich nicht um die grösste Genauigkeit handelt, recht gute Näherungen für den Uhrstand giebt:

H. Bestimmung der Zeit durch Beobachtung des Verschwindens eines Sternes hinter einem terrestrischen Objecte. Die Sternzeit eines Gestirnes, welche zu einem gegebenen Azimuthe gehört, ist unverändert dieselbe, so lange sich die Position des Gestirnes nicht ändert; kennt man daher die Sternzeit θ_0 des Verschwindens eines Gestirnes für ein gegebenes Gestirn hinter einem verticalen terrestrischen Object (Thurm, Mauer) für einen Tag, so kann damit nach OLBERS' Vorschlag der Uhrstand an einem beliebigen anderen Tage gefunden werden, wenn man die Uhrzeit u des Verschwindens des Gestirnes mit dieser Sternzeit vergleicht. Es muss

$$u + x = \theta_0 \text{ demnach } x = \theta_0 - u$$

sein. Streng genommen sind nun allerdings die Positionen der Gestirne nicht unveränderlich; einer Aenderung $\Delta\alpha$ der Rectascension entspricht die gleiche Aenderung des Stundenwinkels, daher die Aenderung der Sternzeit des Verschwindens $\frac{1}{15} \Delta\alpha$; da weiteres

$$\frac{dt}{d\delta} = - \operatorname{tang} q \sec \delta$$

ist, so wird einer Aenderung $\Delta\delta$ der Declination eine Aenderung des Stundenwinkels, d. i. der Zeit des Verschwindens von

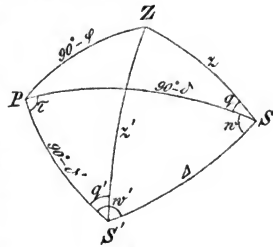
$$- \frac{1}{15} \Delta\delta \operatorname{tang} q \sec \delta$$

entsprechen. Demnach wird, wenn die Rectascension und Deklination des Gestirnes $\alpha + \Delta\alpha$, $\delta + \Delta\delta$ sind, nunmehr

$$\theta = \theta_0 + \frac{1}{15} \Delta\alpha - \frac{1}{15} \Delta\delta \operatorname{tang} q \sec \delta$$

die Sternzeit des Verschwindens sein.

I. Bestimmung der Zeit aus zwei beobachteten Höhen zweier Gestirne und der Zwischenzeit (ohne Kenntniss der Polhöhe). Seien die Coordinaten der beiden Gestirne α, δ ; α', δ' ; die gemessenen Zenithdistanzen z, z' ; die Zwischenzeit τ , so hat man im Dreiecke $PS'S'$ (Fig. 482): $PS = 90^\circ - \delta$, $PS' = 90^\circ - \delta'$ und den Zwischenwinkel $SPS' = \tau$ bekannt; zu suchen sind die gegenüberliegenden Stücke: $PS'S = w'$; $PS S' = w$; $SS' = \Delta$. Die GAUSS'schen Gleichungen geben:



(A. 482.)

$$\begin{aligned}
 \sin \frac{1}{2} \Delta \sin \frac{1}{2} (w' - w) &= \sin \frac{1}{2} (\delta' - \delta) \cos \frac{1}{2} \tau \\
 \sin \frac{1}{2} \Delta \cos \frac{1}{2} (w' - w) &= \cos \frac{1}{2} (\delta' + \delta) \sin \frac{1}{2} \tau \\
 \cos \frac{1}{2} \Delta \sin \frac{1}{2} (w' + w) &= \cos \frac{1}{2} (\delta' - \delta) \cos \frac{1}{2} \tau \\
 \cos \frac{1}{2} \Delta \cos \frac{1}{2} (w' + w) &= \sin \frac{1}{2} (\delta' + \delta) \sin \frac{1}{2} \tau
 \end{aligned} \tag{m}$$

Nunmehr sind in dem Dreiecke ZSS' die beiden Zenithdistanzen z, z' und die dritte Seite Δ bekannt, und man erhält damit die parallaktischen Winkel q und q' , indem die beiden Dreieckswinkel, welche der Seite Δ anliegen $w + q$ und $w' - q'$ sind. Es ist, wenn

$$s = \frac{1}{2} (\Delta + z + z')$$

gesetzt wird:

$$\begin{aligned}
 \operatorname{tang} \frac{1}{2} (q + w) &= \sqrt{\frac{\sin (s - \Delta) \sin (s - z)}{\sin s \sin (s - z')}} \\
 \operatorname{tang} \frac{1}{2} (q' - w') &= \sqrt{\frac{\sin (s - \Delta) \sin (s - z')}{\sin s \sin (s - z)}}
 \end{aligned} \tag{n}$$

Schliesslich giebt das Dreieck PZS , in welchem die Seiten $PS = 90^\circ - \delta$, $ZS = z$ und der eingeschlossene Winkel q bekannt sind, und das Dreieck PZS' in analoger Weise die übrigen Stücke nach den Formeln:

$$\begin{aligned}
 \cos (45^\circ - \frac{1}{2} \varphi) \cos \frac{1}{2} (A - t) &= \cos \frac{1}{2} q \cos \frac{1}{2} (h - \delta) \\
 \sin (45^\circ - \frac{1}{2} \varphi) \cos \frac{1}{2} (A + t) &= \cos \frac{1}{2} q \sin \frac{1}{2} (h - \delta) \\
 \sin (45^\circ - \frac{1}{2} \varphi) \sin \frac{1}{2} (A + t) &= \sin \frac{1}{2} q \cos \frac{1}{2} (h + \delta) \\
 \cos (45^\circ - \frac{1}{2} \varphi) \sin \frac{1}{2} (A - t) &= \sin \frac{1}{2} q \sin \frac{1}{2} (h + \delta) \\
 \cos (45^\circ - \frac{1}{2} \varphi) \cos \frac{1}{2} (A' - t') &= \cos \frac{1}{2} q \cos \frac{1}{2} (h - \delta) \\
 \sin (45^\circ - \frac{1}{2} \varphi) \cos \frac{1}{2} (A' + t') &= \cos \frac{1}{2} q \sin \frac{1}{2} (h - \delta) \\
 \sin (45^\circ - \frac{1}{2} \varphi) \sin \frac{1}{2} (A' + t') &= \sin \frac{1}{2} q \cos \frac{1}{2} (h + \delta) \\
 \cos (45^\circ - \frac{1}{2} \varphi) \sin \frac{1}{2} (A' - t') &= \sin \frac{1}{2} q \sin \frac{1}{2} (h + \delta)
 \end{aligned} \tag{p}$$

wo an Stelle der Zenithdistanzen z, z' die Höhen h, h' eingeführt sind, um nicht die Werthe $45^\circ \pm z$ benützen zu müssen. Hat man beide Male denselben Stern beobachtet, so vereinfacht sich die Lösung insofern, als $\delta = \delta'$, demnach $w = w'$ ist, womit an Stelle von (m) die Gleichungen treten:

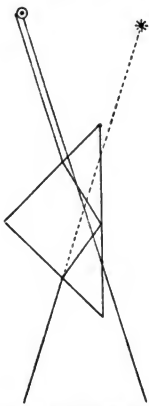
$$\begin{aligned}
 \sin \frac{1}{2} \Delta &= \cos \delta \sin \frac{1}{2} \tau \\
 \cos \frac{1}{2} \Delta \sin w &= \cos \frac{1}{2} \tau \\
 \cos \frac{1}{2} \Delta \cos w &= \sin \delta \sin \frac{1}{2} \tau
 \end{aligned} \tag{m'}$$

während die weitere Auflösung unverändert bleibt.

Eine wichtige Anwendung wird von dieser Aufgabe bei der Bestimmung von Zeit und Polhöhe zur See gemacht. Hierbei bedient man sich jedoch nicht dieser direkten Methode der Auflösung, sondern einer indirekten, welche in einer Näherungsrechnung besteht: Eine Sonnenhöhe wird in der Nähe des Meridians zur Polhöhenbestimmung, die zweite Sonnenhöhe ausserhalb des Meridians zur Zeitbestimmung genommen. Man geht dabei von einem genäherten Werth der Breite aus, welcher aus der Richtung und Geschwindigkeit des Schiffes (bestimmt durch Log und Compassstrich) bekannt ist. Mit diesem Werthe erhält man einen Uhrstand, der zur zweiten Bestimmung der Breite verwendet wird. In dieser Form würde eigentlich jede Höhe für sich benützt: die Meridianzenithdistanz zur Bestimmung der Polhöhe, die Zenithdistanz ausserhalb des Meridians zur Bestimmung der Zeit. Eine zweckmässige Combination der beiden Höhen, bei welcher jedoch auch auf den Umstand Rücksicht zu nehmen ist, dass das Schiff inzwischen seinen Ort geändert hat, wobei also eine Reduction der einen gemessenen Zenithdistanz auf den Ort vorzunehmen ist, an welchem die

andere gemessen wurde, rührt von DOWES her, worüber in den Handbüchern der Schiffahrtskunde nachgesehen werden kann.

Die beiden zuletzt erwähnten Methoden der Bestimmung der Zeit durch das Verschwinden von Sternen hinter terrestrischen Objecten und die DOWES'sche Methode der Zeit- und Polhöhenbestimmung gehören bereits in das Gebiet der Näherungsmethoden, von denen noch einige erwähnt werden sollen.



Vor dem Meridiandurchgang.

(A. 483 a.)



Meridiandurchgang.

(A. 483 b.)

Dipleidoskop (Chronodeik) und Passagenprisma. Eine Vereinfachung der Durchgangsbeobachtungen ergibt sich zunächst dadurch, dass man an Stelle der Durchgänge eines Sternes durch die Fäden eines Mikrometers den Moment des Meridiandurchganges auf andere Weise erhalten kann. Hierzu hatte DENT nach der Angabe von BLOXAM im Jahre 1843 ein kleines Instrument construirt, welches ursprünglich aus drei unter gleichen Winkeln gegen einander geneigten Glasplatten bestand, von denen die vordere (s. die Fig. 485) durchsichtig, die beiden hinteren amalgamirt waren. Zu den Beobachtungen konnte nur die Sonne verwendet werden, da andere Gestirne zu lichtschwach sind. An der vorderen Glasplatte entsteht durch einfache Reflexion ein Bild der Sonne; die beiden hinteren Spiegel geben ein anderes Bild durch zweimalige Reflexion, (vergl. Fig. 485). Die beiden Bilder bewegen

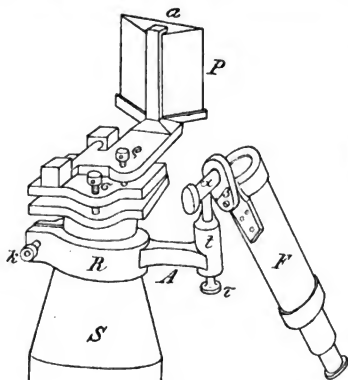


Nach dem Meridiandurchgang.

(A. 483 c.)

sich in entgegengesetzter Richtung und fallen zusammen, wenn die Sonne durch jene Verticalebene geht, in welcher die einfach reflectirende Glasplatte liegt. Ist diese in der Richtung des Meridians orientirt, so erhält man auf diese Art — auf etwa 1' genau — die Zeit des wahren Mittags.

STEINHEIL ersetzte die drei Glasplatten durch ein Glasprisma und nannte das Instrument Passagenprisma. Dasselbe ist ein rechtwinkelig gleichschenkliges Prisma, dessen Hypothenusenfläche in die Richtung des Meridians gebracht wird (s. Fig. 483), so dass das an der Hypothenusenfläche nach zweimaliger Brechung und einmaliger Reflexion entstandene Bild mit dem direkt gesehenen, sich in umgekehrter Richtung bewegenden zur Coincidenz kommt. (In Fig. 483 ist das direkt gesehene Bild durch \odot bezeichnet, seine Bewegung

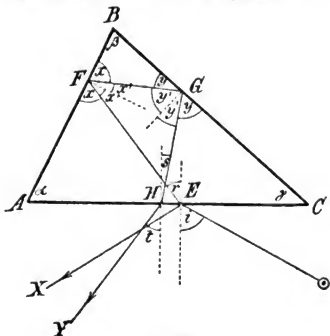


(A. 481.)

findet nach rechts statt, während das durch Reflexion entstandene, durch * bezeichnete sich nach links bewegt.) PLÖSSL stellte das Instrument in der durch Fig. 484 angegebenen Form her. Das Prisma P ruht mittels des Ringes R auf der Säule S und kann durch die Klemme k so nach entsprechender Drehung des Ringes befestigt werden, dass die Fläche a des Prismas in den Meridian fällt.

Durch die Schrauben ρ und σ kann das Prisma in zwei aufeinander senkrechten Ebenen justirt werden. Der Arm A trägt den Träger t für das Fernrohr F , welches durch die Schraube τ etwas gehoben oder gesenkt und durch das doppelte Charnier $\alpha\beta$ in verschiedene Zenithdistanzen so gebracht werden kann,

dass die Absehenslinie stets durch das Prisma geht. Neuerer Zeit hat HEVDE Instrumente dieser Art hergestellt, die bei einem Preise von 180—200 Mk. eine Genauigkeit von 0.5 in der Zeitbestimmung zu erreichen gestatten sollen.



(A. 485.)

Wie die folgende Ableitung zeigt, ist es durchaus nicht nöthig, dass das Prisma gleichschenkelig rechtwinkelig oder gleichseitig sei.

Seien α , β , γ (Fig. 485) die Winkel derjenigen Schnittfläche ABC des Prismas, in welcher die Reflexionen und Brechungen stattfinden, i der Einfallswinkel, r der Brechungswinkel, und x , y , x' , y' die an den beiden reflectirenden Flächen (in der ursprünglichen DENT'schen Anordnung) bei der Reflexion entstehenden Winkel; s

der letzte Incidenzwinkel an der Austrittsfläche und t der Austrittswinkel; dann hat man im Dreiecke AEF :

$$\begin{aligned}x &= 180^\circ - \alpha - (90^\circ - r) \\x &= 90^\circ - \alpha + r.\end{aligned}\quad (\alpha)$$

Da

$$x' = 90^\circ - x = \alpha - r$$

ist, so folgt zunächst als erste Bedingung, dass $\alpha > i$ sein muss, da sonst die Reflexion auf die andere Seite erfolgen würde. Weiter ist aus dem Dreiecke BFG :

$$\begin{aligned}y &= 180^\circ - \beta - x = 180^\circ - \beta - 90^\circ + \alpha - r \\y &= 90^\circ - \beta + \alpha - r.\end{aligned}\quad (\beta)$$

Da nun

$$y' = 90^\circ - y = \beta - \alpha + r = r - (\alpha - \beta)\quad (\beta)$$

ist, so folgt, dass für $\beta > \alpha$, $\beta - \alpha$ beliebig sein kann, hingegen für $\alpha > \beta$ die zweite Bedingung $\alpha - \beta < r$ sein muss, da sonst wieder Reflexion auf die andere Seite stattfindet. Endlich folgt aus dem Dreiecke GHC :

$$\begin{aligned}y + 90^\circ - s + (180^\circ - \alpha - \beta) &= 180^\circ \\90^\circ - s + \alpha + \beta - y &= 2\beta + r - 90^\circ \\s &= 180^\circ - 2\beta - r.\end{aligned}\quad (\gamma)$$

Sollen nun der einfach reflectirte Strahl EX und der durch zweimalige Brechung und zweimalige Reflexion austretende Strahl HY parallel austreten, so muss der Austrittswinkel t gleich dem Einfallswinkel i , daher auch $s = r$ sein; dieses findet statt, wenn¹⁾

$$\begin{aligned}180^\circ - 2r &= 2\beta \\r &= 90^\circ - \beta.\end{aligned}\quad (\delta)$$

ist. Diese Bedingung ist erfüllt:

1) Für $\beta = 45^\circ$, wenn $r = 45^\circ$ ist; für $r = i$ wäre dann die Fläche BC parallel zum Meridian. Da dann i für den Meridiandurchgang grösser als 45° ist, so wird es in diesem Falle praktisch, $\alpha > 50^\circ$ zu nehmen (erste Bedingung). Die Wahl $\alpha = 90^\circ$ erweist sich jedoch wegen der zweiten Bedingung unpraktisch.

2) Für $\alpha = \beta = \gamma = 60^\circ$, wäre $r = 30^\circ$, also wieder für $r = i$ die Fläche BC parallel zum Meridian. Da dann auch für Prismen $\alpha > i$ und $\beta - \alpha = 0$ ist, so sind beide Bedingungen erfüllt.

3) Allgemein für ein gleichschenkeliges Dreieck, für welches $\beta = \gamma$ ist, wird BC für $i = r$ in die Richtung des Meridians fallen müssen, da $AEF = 90^\circ - r = \beta = \gamma$, also $EF \parallel BC$, d. h. BC für den Moment der Coincidenz parallel der Richtung der Sonnenstrahlen wird.

Für ein Prisma, in welchem nun allerdings r von i verschieden ist, wird BC nicht genau in die Richtung des Meridians fallen, wird aber leicht durch eine gut gehende Uhr so gestellt werden können, dass die Coincidenz im Momente des wahren Mittags stattfindet. Der Vorzug der Anwendung dieser Prismen gegenüber der älteren Plössl'schen liegt darin, dass man das durch einfache Reflexion an der Vorderfläche bedeutend geschwächte Sonnenbild an Stelle des direkten beobachtet.

Eine andere Vereinfachung, welche wesentlich auf der Umgehung der Rechnung bei Zenithdistanzmessungen beruht, bringt der

EBLE'sche Sextant. Zunächst war die Berechnung der Refraction zu umgehen; dieses erreichte EBLE, indem er die Theilung an dem Sextanten gleich wegen Refraction corrigirte. Da der scheinbaren Zenithdistanz 60° die

¹⁾ Hätte man planparallele Glasplatten, so wäre $r = i$ und es wäre $i = 90^\circ - \beta$.

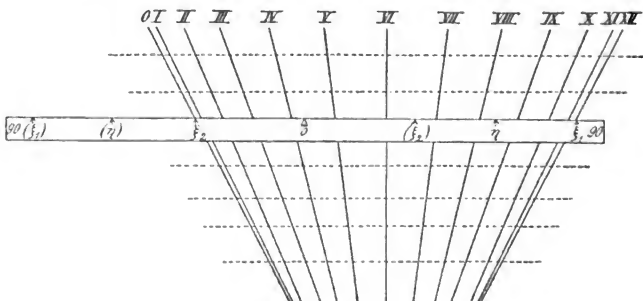
mittlere Refraction $1'.7$, also die wahre Zenithdistanz $59^\circ 58'.3$ entspricht, so würde die Theilung am EBLE'schen Sextanten bei dem Winkel von 60° die Bezeichnung $59^\circ 58'.3$ tragen, oder die am EBLE'schen Sextanten abgelesene Zahl von 60° entspricht einer scheinbaren Zenithdistanz (einem Winkel) von $60^\circ 1'.7$.

Um die Berechnung des Stundenwinkels aus den beobachteten Zenithdistanzen zu umgehen, dient sein »Astronomisches Netz«. Der Deklination δ der Sonne entspricht in der Polhöhe φ

$$\text{die Mittagshöhe } h_1 = 90^\circ - \varphi + \delta$$

$$\text{die Mitternachtstiefe } h_2 = 90^\circ - \varphi - \delta.$$

Man sucht nun auf einer, beiderseits gleichmässig bis 90° getheilten Schiene (vergl. Fig. 486) die Höhen h_1 und h_2 bei ξ_1 und ξ_2 auf, und bei η die ge-



(A. 486.)

messene Höhe h . Die Schiene wird dann auf ein Netz gelegt, welches 12 convergente Linien hat, die den Stunden 0^h , 1^h . . . 12^h entsprechen (und dazwischen nach Maassgabe des Maassstabes des Netzes noch Unterabtheilungen) in der Art, dass die Punkte ξ_1 , ξ_2 stets in derselben durch Querlinien¹⁾ angedeuteten Richtung auf die äussersten Linien 0 und XII fallen. Der Nullpunkt der Theilung (Höhe 0 Grad) entspricht dann der Zeit des Aufganges; der Punkt η (entsprechend der gemessenen Höhe h) giebt die zu dieser Höhe gehörige Zeit, und zwar Vormittag, wenn ξ_1 auf XII fällt (wachsenden Höhen entsprechen wachsende Zeiten vor 12^h) und Nachmittag, wenn ξ_1 auf Null fällt, zu welchem Zwecke die Punkte in der durch (ξ_1) , (ξ_2) , (η) angegebenen Lage, also nach links hin aufgetragen werden.

Die aus der gemessenen Zenithdistanz auf diese Art ermittelte Zeit ist die wahre Sonnenzeit, welche mittels einer Zeitgleichungstafel in mittlere Zeit verwandelt wird. (Bei seiner diesbezüglichen Publication giebt EBLE für die Jahre 1852—1863 die mittlere Deklination der Sonne für jede sechste Stunde der einzelnen Tage und ebenso eine Zeitgleichungstabelle.)

Endlich muss an dieser Stelle der

Sonnenuhren gedacht werden, welche direkt aus dem Sonnenstande die Uhrzeit abzulesen gestatten. Instrumente dieser Art waren schon im Alterthume im Gebrauch, wenn sie auch ausserdem zu anderen Zwecken dienten. Hierher

¹⁾ Auf die Construction dieses Netzes kann hier nicht eingegangen werden.

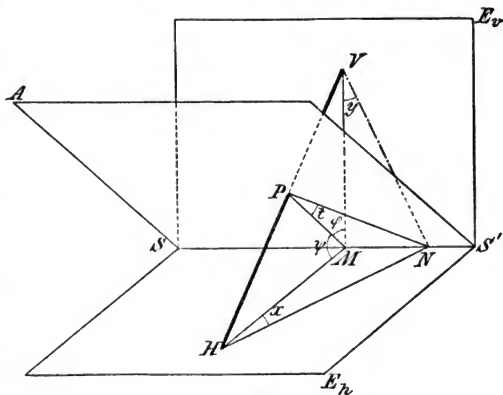
gehört das angeblich von dem Chaldäer BEROSUS um 600 v. Chr. erfundene Skaphium, ein halbkugelförmig ausgehöhlter Stein ($\sigma\acute{\alpha}\phi\eta$ = Trog, Becken, Mulde), bei welchem in der Mitte der Halbkugel ein kleines Kugelchen angebracht war, dessen Schatten in das Innere der Hohlkugel geworfen wurde. Aus dem Stande dieses Schattens konnte die Zeit abgelesen werden, zu welchem Zwecke die Wege des Schattens für verschiedene Jahreszeiten verzeichnet, und die den verschiedenen Tageszeiten entsprechenden Punkte des Schattens auf diesen Wegen eingetragen waren. Dieses Instrument diente übrigens in grösserer Ausführung auch zur Messung von Zenithdistanzen der Sonne.

Den Uebergang zu den eigentlichen Sonnenuhren bildet der von GEMMA FRISIUS 1548 beschriebene »Astronomische Ring = *Annulus astronomicus*«, ein in der Ebene des Aequators angebrachter Kreis, auf welchem eine Theilung in Stunden und Untertheilen angebracht war. Eine einen Deklinationkreis vorstellende Ebene war senkrecht zu diesem Ringe um einen zur Weltaxe parallelen Stift drehbar. Dieses Blatt, in die Richtung des Deklinationkreises der Sonne gebracht (in welchem Falle die Schatten nach keiner Seite geworfen wurden und daher verschwanden), zeigte sofort den Stundenwinkel der Sonne, daher die wahre Sonnenzeit an.

Dieses giebt bereits die Construction der Sonnenuhren: Jede Sonnenuhr besteht aus einem zur Weltaxe parallelen Stabe, dem Zeiger, dessen Schatten auf eine Fläche aufgeworfen, hier an einer entsprechenden Theilung die wahre Sonnenzeit abzulesen gestattet.

Die einfachste Form ist die Aequatorealsonnenuhr, bei welcher die Uhrfläche senkrecht zum Zeiger, also im Aequator liegt. Hier ist die Theilung gleichmässig anzubringen, da ebenso wie beim astronomischen Ring der Schatten des Zeigers mit diesem selbst die Ebene eines Deklinationkreises der Sonne vorstellt, daher in gleichen Zeiten sich um gleiche Stundenwinkel dreht. Die Theilung wird daher von der Meridianrichtung aus, welche zuvor zu ermitteln ist (die übrigens auch schon behufs Aufstellung des Stabes in der Richtung der Weltaxe bekannt sein muss), in gleichen Intervallen fortschreiten. Einer Stunde entspricht dabei ein Winkel von 15° .

Complicirter sind die Horizontal- und Verticalsonnenuhren, bei denen die Uhrfläche bezw. horizontal oder vertical liegt.



(A. 487.)

Sei VH (Fig. 487) die Richtung der Weltaxe, P der Durchschnittspunkt derselben mit der Ebene A , welche parallel zum Aequator liegt, E_v eine verticale Ebene, E_h eine horizontale Ebene, senkrecht auf der Meridianebene, und SS' die gemeinsame Schnittlinie der drei Ebenen A , E_v und E_h , so ist VMH die Ebene des Meridians, PM der Mittagsschatten des Zeigers VPH in der Aequator-ebene, VM in der Verticalebene, und HM in der Horizontalebene. Einem Stundenwinkel t entspricht eine Drehung des Schattens nach PN , welcher die Zeit t Stunden Nachmittag (Sonne westlich) giebt. Dabei ist:

$$\sphericalangle MPN = t^h = (15t)^\circ,$$

und der Schatten in der Verticalebene wird VN , in der Horizontalebene HN .

Da

$$MN = MP \tan t = MH \tan x = MV \tan y$$

und ferner

$$MP = MH \cos \psi; \quad MP = MV \cos \varphi$$

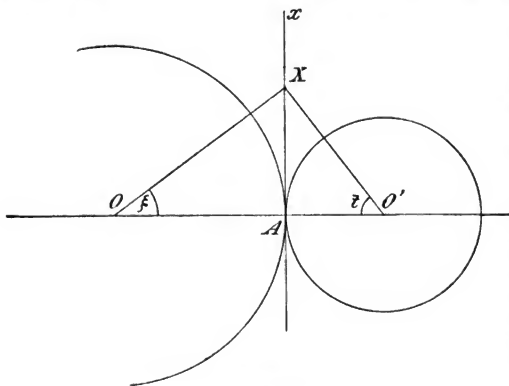
ist, wenn ψ , φ die Neigungswinkel der Ebene der Sonnenuhr gegen den Aequator sind, so folgt:

$$MP \tan t = MP \sec \psi \tan x = MP \sec \varphi \tan y.$$

Hieraus folgt:

$$\tan x = \tan t \cos \psi; \quad \tan y = \tan t \cos \varphi.$$

Gleichmässig wachsenden Stundenwinkeln t entsprechen daher ungleichmässig wachsende Winkel x auf der Horizontaluhr, und ungleichmässig wachsende Winkel y auf der Verticaluhr. Sie sind daher etwas weniger einfach, haben aber den Vortheil, dass sie den Zeiger und die Theilung nur auf einer Seite erfordern, während bei der Aequatoraluhr die obere (gegen V hin gelegene Seite) für nördliche Declinationen, die untere (gegen H hin gelegene) für südliche Declinationen zur Verwendung kommt.



(A. 488.)

sich in A berührenden Kreise wird ein Punkt X mit O und O' verbunden. Für die hieraus entstehenden Winkel ξ und t hat man:

$$AX = O'A \tan t = OA \tan \xi,$$

folglich wird

$$\tan \xi = \frac{O'A}{OA} \tan t.$$

Macht man daher

Die Gleichungen für x und y gestatten auch eine einfache Construction der Theilung: Auf der gemeinschaftlichen Tangente Ax (Fig. 488) zweier um O und O' gelegten,

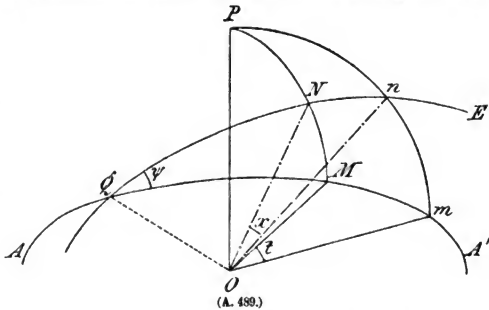
$$\frac{O'A}{OA} = \cos \psi,$$

wenn ψ der Neigungswinkel der (hierbei ganz beliebig gedachten) Ebene der Sonnenuhr gegen den Aequator bedeutet, so erhält man die einem gegebenen Stundenwinkel zugehörige Richtung des Schattens in dieser Ebene, indem man den Stundenwinkel t von $O'O$ aus in dem Kreise um O' aufträgt; theilt man den Kreis um O' in 24 gleiche Theile, zieht die Radien der Theilungspunkte bis zur Tangente Ax , und verbindet die Schnittpunkte mit O , so erhält man die zugehörigen Stunden 0, 1, 2, 3 . . . 12 (0), 11, 10.

Für die Verticaluhr ist der Neigungswinkel ψ gleich der Polhöhe φ , für die Horizontaluhr ist ψ gleich dem Complement der Polhöhe $90^\circ - \varphi$.

Dies gilt jedoch nur, wenn die Sonnenuhr in einer beliebigen, zur Ebene des Meridians senkrechten Ebene angebracht ist. Verhältnissmässig leicht ist es noch, die Theilung abzuleiten für eine Uhr, deren Ebene sonst ganz beliebig ist, wenn nur

der Zeiger in der Richtung der Weltaxe angebracht ist. Sei AA' (Fig. 489) der Aequator, OP die Richtung der Weltaxe, also der Zeiger der Uhr, PM der Meridian; die Ebene OQE der Sonnenuhr



schneide den Aequator in einem Punkte Q , welcher westlich in der Entfernung T liege, und schliesst mit der Ebene des Aequators den Winkel ψ ein, so dass $MQ = T$; $\sphericalangle MQE = \psi$

sei; dann wird ON die Richtung des Meridianschattens in dieser Ebene sein, und die Entfernung $ON = \theta$ ist bestimmt durch

$$\text{tang } \theta = \frac{\text{tang } T}{\cos \psi}.$$

t Stunden Nachmittags falle der Schatten im Aequator in die Richtung Om , so dass $\sphericalangle Mom = t$ ist, so wird er in der Ebene E durch den Schnitt des Deklinationkreises Pm mit der Ebene, d. i. durch die Richtung On bestimmt. Für den Winkel $NON = x$ folgt wieder

$$\text{tang } (\theta + x) = \frac{\text{tang}(T + t)}{\cos \psi}.$$

ist θ bestimmt, so folgt hieraus unmittelbar der Winkel x .

Das allgemeine Problem der Sonnenuhren muss jedoch auf verschiedene Lagen des Zeigers (nicht parallel zur Weltaxe) Rücksicht nehmen, wie dieselbe z. B. bei Sonnenuhren nöthig ist, welche an Ebenen angebracht sind, die in der Richtung des Meridians (Ost- oder Westseite einer im Meridian gerichteten Mauer) liegen; doch hat diese Art der Sonnenuhren nur sehr beschränkte Anwendung, da sie nur einen Theil des Tages anwendbar sind, und kann an dieser Stelle auf alle diese Einrichtungen nicht eingegangen werden.

N. HERZ.

Zodiacallicht oder Thierkreislicht ist eine noch keineswegs sicher erklärte Erscheinung, welche sich als matte, allmählich verlaufende Lichtpyramide in gewissen Jahreszeiten dem aufmerksamen Beobachter, wenn er fern von störendem Licht den klaren Himmel beobachtet, zeigt. In unseren Breiten ist das Zodiacallicht am besten in den Monaten Januar bis März nach Sonnenuntergang, in den Herbstmonaten vor Sonnenaufgang zu sehen, und man erblickt es als eine schräg, nahe in der Ebene der Ekliptik liegende Pyramide. In den Tropen ist das Zodiacallicht während des ganzen Jahres ziemlich gleichmässig sichtbar. Zuerst wird es im 17. Jahrhundert von D. CASSINI erwähnt, und es muss auffallen, dass es nicht im Alterthum beobachtet wurde. Immerhin darf hieraus nicht auf eine Unsichtbarkeit in jener weit zurückerliegenden Zeit geschlossen werden. Wie bei so manchen Erscheinungen wird auch hier die doch keineswegs so auffallende Erscheinung der Aufmerksamkeit entgangen sein. Man hat wohl Anzeichen dafür zu beobachten geglaubt, dass das Zodiacallicht in veränderlicher Helligkeit glänzt. Und in der That muss dem aufmerksamen Beobachter die grosse Helligkeit auffallen, in der das Licht in gewissen Jahren im Vergleich zu anderen erscheint. Die einfache Erklärung der mehr oder minderen Durchsichtigkeit der Luft ist nicht ausreichend, denn in gleicher Weise müsste dann die Helligkeit der Milchstrasse beeinflusst worden sein, was aber keineswegs immer der Fall war. Nicht selten überstrahlt auch in unseren Breiten das Zodiacallicht den Schein der Milchstrasse ganz erheblich. Auch im Innern des eigentlichen Kegels sind hellere und mattere Streifen vermuthet worden, auch glauben manche Beobachter feine, neblige Lichtstreifen in der Nähe der Zodiacallichtpyramide und mit dieser in Zusammenhang stehend gesehen zu haben. Es ist aber ausserordentlich schwer, mit voller Sicherheit die Grenzen des Lichtkegels anzugeben, in der Regel ist die dem Horizont zugeneigte Seite nicht so weit von der Axe zu erfolgen wie die gegenüberliegende, was sich durch die Absorption in der Atmosphäre erklärt.

Der diffuse Charakter der Erscheinung ist die Ursache, dass trotz der sehr beträchtlichen Menge von Beobachtungen, welche namentlich im 19. Jahrhundert und besonders gegen Ende desselben durch JUL. SCHMIDT (Das Zodiacallicht, Braunschweig 1855), HEIS (Zodiacallichtbeobachtungen 1847—75, Münster 1875), JONES (Observations on the Zodiacal Light, Washington 1856; Observations at Quito, Americ. Journ. of Science 1857), SERPIERI (La luce Zodiacale, Memorie della Società degli Spettroscopisti 1876), SEARLE (The Zodiacal Light, Proceed. of the Americ Academy 1883; Researches on the Zodiacal Light, Annals of the Astron. Observ. of Harvard Coll. XIX, 2. Cambridge 1893), GRUEY (Observations de la Lumière Zodiacale à Toulouse, Cpt. Rend. des séances de l'Acad. des sc. t. 79. 80 Paris), MARCHAND (Cpt. Rend. t. 121, Paris 1895), BARNARD (Astron.-Journal), und viele Andere angestellt worden sind, eine ganz bestimmte Erklärung nicht hat gegeben werden können. Alle Angaben beruhen auf Einzeichnungen in Sternkarten oder sind solche über die Lage der Axe, der Ausdehnung des Kegels nach Schätzungen, deren Sicherheit von der Schärfe des Auges des Beobachters, von der günstigen Lage des Beobachtungsortes und anderen derartigen Umständen abhängt. Dass das Zodiacallicht nahe mit der Ekliptik zusammenfällt war längst angenommen worden, dennoch blieb aber zweifelhaft, ob man sich, wie HEIS und JONES, einen Ring um die Erde nach Art des Saturnrings darunter zu denken habe, oder vielmehr einen in der Ebene des Sonnenäquators gelegenen sehr flachen meteorischen Ring, der sich von der Sonne

bis etwas über die Erdbahn hinaus erstreckt. MARCHAND hat auf dem Pic du Midi, wo bei gewöhnlicher Durchsichtigkeit der Luft das Zodiacallicht das ganze Jahr hindurch sichtbar ist, seit 1892 vielfach die Erscheinung zu beobachten Gelegenheit gehabt und gefunden, dass das Licht nicht nur aus den bekannten kegelförmigen Lichtsäulen besteht, die man am Horizont in der Nähe der Sonne nach dem Untergang und vor dem Aufgang derselben sieht, sondern auch aus einem schwachen, an den Rändern abgeblassten Lichtstreifen, der in der Verlängerung der Axe des am Horizont sichtbaren Lichtkegels die ganze Himmelskugel ungefähr nach einem grössten Kreis umspannt, womit gelegentliche frühere Beobachtungen bestätigt wurden. Ferner hat er aus seinen Beobachtungen ableiten können, dass das Zodiacallicht eine Breite von ca. 14° besitzt, dass seine Axe sehr nahe einem grössten Kreise liegt, der gegen die Ekliptik $6-7^\circ$ geneigt ist, und für den der aufsteigende Knoten die Länge von 70° besitzt. Darnach stellt er als Thatsache fest, dass die Axe des Zodiacallichts ziemlich mit der Ebene des Sonnenäquators zusammenfällt, denn thatsächlich beträgt die Neigung dieser gegen die Ekliptik 7° und ihr aufsteigender Knoten hat eine Länge von etwa 74° .

Diese Resultate haben eine volle Bestätigung durch M. WOLF'S Untersuchungen gefunden. (Ueber die Bestimmung der Lage des Zodiacallichts und den Gegensein. Sitzber. d. Math. Phys. Classe d. K. B. Academie der Wiss., München 1900.) Er versuchte das Zodiacallicht zu photographiren und aus dem Bild die Axenlage zu bestimmen. Dazu waren aber die gewöhnlichen lichtstarken Objective nicht verwendbar. Er construirte einen besonderen Apparat, dem er den Namen »Schnittphotometer« beilegte. Es wurde von der Firma Zeiss in Jena ein Quarzobjectiv hergestellt, dessen Oeffnung 37 mm betrug, während die Distanz des Bildes von der vordersten Fläche nur 36 mm war. In der optischen Axe befindet sich unmittelbar vor der Bildebene ein solid mit dem Objectiv verbundenes Diaphragma mit ganz enger Oeffnung, und unmittelbar hinter diesem Diaphragma liegt die photographische Platte. Diese kann nun ihrer Länge nach in ihrer Ebene hinter dem Diaphragma vorbei geschoben werden und es können so auf der Platte eine Reihe von kleinen Bildern neben einander erzeugt werden, wobei jedes Bildchen genau in derselben Axe aufgenommen, und ein ganz bestimmter Punkt des Himmels ohne jede Ablendung und Lichtverlust der Linse abgebildet wird. Wird nun der Apparat mit einem astronomischen Axensystem, sei es mit einem Universalinstrument oder mit äquatorealer Montirung verbunden, so lässt sich auch der Punkt des Himmels, auf den das Quarzobjectiv gerichtet ist, genau bestimmen. So wurde jeweils eine kleine Stelle des Zodiacallichts auf der Platte aufgenommen, dann die Platte weiter geschoben, der Apparat auf eine andere Stelle des Zodiacallichts gerichtet und diese aufgenommen. Bei genau gleicher Expositionszeit sind die Helligkeiten der Bilder vergleichbar und es lassen sich auch die hellsten Punkte des Zodiacallichts bestimmen, durch Aufzeichnung und Verbindung der hellsten Stellen die Axenlage feststellen.

Schon die ersten Beobachtungen mit diesem Apparat ergaben Resultate, die genau mit dem von MARCHAND auf schätzendem Wege erzielten übereinstimmen, die aber des vollständig objectiven Vorgangs wegen, die bei der WOLF'Schen Methode zur Anwendung kam, von wesentlich ausschlaggebenderer Bedeutung sind.

Die Schärfe der photographischen Aufnahmen ist bei dieser Gelegenheit noch in erhöhtem Maasse hervorgetreten. Zuerst von BRORSEN, dann aber

auch von anderen Astronomen, namentlich BARNARD ist genau der Sonne gegenüberliegend zu Zeiten ein äusserst matter Lichtschimmer bemerkt worden, dem der Name des »Gegenscheins« beigelegt ist. Wenn auch nach den visuellen Beobachtungen kaum mehr an der Realität der Erscheinung gezweifelt werden konnte, so ist es doch bei ihrer ausserordentlichen Schwäche von Wichtigkeit, dass auch der Gegenschein sich auf der photographischen Platte aufgezeichnet hat.

Nach diesen Beobachtungen ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass das Zodiacallicht von einer sehr dünnen Materie gebildet wird, die in einem stark abgeplatteten Ellipsoid in der Ebene des Sonnenäquators um die Sonne gelagert ist und sich bis über die Erdbahn hinaus erstreckt. VALENTINER.

Anhang.

TAFELN.

VORBEMERKUNG.

Es war meine Absicht, in einem Anhang zum Handwörterbuch eine grössere Sammlung von Hülftafeln zu geben, welche dem praktischen Astronomen zum Theil unentbehrlich, zum Theil für die verschiedensten Aufgaben angenehm und bequem sind. Da aber das Werk in seinem Text einen sehr viel grösseren Umfang angenommen hat, als beim Entwurf des Planes vorhergesehen werden konnte, glaube ich mich jetzt auf das Nothwendigste beschränken zu müssen. Es sind daher nur diejenigen Tafeln zum Abdruck gelangt, auf welche im Text direkt Bezug genommen worden ist. Ich hätte besonders gewünscht, Refractionstafeln nach RADAU begeben zu können, für welche ein direktes Bedürfnis vorliegt, da die sie enthaltende Originalabhandlung nicht gerade leicht zugänglich ist. Indessen musste auch hiervon Abstand genommen werden, da durch die Uebersetzung derselben in eine wirklich bequeme rechnerische Form ein sehr grosser durchaus nicht mehr verfügbarer Raum beansprucht worden wäre.

Tafel I.

Die BARKER'sche Tafel zur Berechnung der wahren bezw. mittleren Anomalie für die in der Parabel sich bewegenden Kometen.

Sie ist in der OLBERS'schen Form gegeben, wo $M = \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$ ist, obwohl im Text zumeist die OPFOLZER'sche Form, wo $M = \frac{t}{q^3}$ ist, zu Grunde gelegt wurde. Abgesehen vom OPFOLZER'schen Werk hat sich die OLBERS'sche Form in allen Werken über die Bahnbestimmung erhalten, ist insbesondere auch in die verbreitete neue Auflage des KLINKERFUES'schen Werkes von BUCHHOLZ übernommen, es wird daher unter Benutzung des Handbuchs dem Berechner erster Bahnen, wozu auch die Beschränkung auf 6 Dezimalen genügt, in der Regel angenehmer sein, beim Uebergang zu genaueren Berechnungen dieselbe Form in den ausführlichen Werken zu finden.

Das Fortschreiten des Arguments von 100'' zu 100'' ist hauptsächlich aus typographischen Ursachen gewählt worden. Proportionaltafelchen sind bei den allzu rasch wachsenden Differenzen, wo man mit grösserem Vortheil die vierstellige Logarithmentafel verwenden wird, fortgelassen.

Die Tafel giebt für v von 0° — 20° M selbst, von 20° an $\log M$.

Tafel für $M = \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^2}$

| v | 0° | | 1° | | 2° | | 3° | | Proportionaltheile | |
|-------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|--------------------|---------------|
| | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | | |
| 0' 0" | 0.00000 | 18.18 | 0.65453 | 18.19 | 1.30926 | 18.19 | 1.96439 | 18.21 | | |
| 1 40 | 0.01818 | 18.18 | 0.67272 | 18.18 | 1.32745 | 18.20 | 1.98260 | 18.20 | 1 | 18.18 18.19 |
| 3 20 | 0.03636 | 18.18 | 0.69090 | 18.18 | 1.34565 | 18.19 | 2.00080 | 18.21 | 2 | 36.36 36.38 |
| 5 0 | 0.05454 | 18.18 | 0.70908 | 18.19 | 1.36384 | 18.19 | 2.01901 | 18.21 | 3 | 54.54 54.57 |
| 6 40 | 0.07272 | 18.18 | 0.72727 | 18.18 | 1.38203 | 18.19 | 2.03722 | 18.21 | 4 | 72.72 72.76 |
| 8 20 | 0.09090 | 18.18 | 0.74545 | 18.18 | 1.40022 | 18.20 | 2.05543 | 18.20 | 5 | 90.90 90.95 |
| | | | | | | | | | 6 | 109.08 109.14 |
| 10 0 | 0.10908 | 18.18 | 0.76363 | 18.19 | 1.41842 | 18.19 | 2.07363 | 18.21 | 7 | 127.26 127.33 |
| 11 40 | 0.12726 | 18.18 | 0.78182 | 18.18 | 1.43661 | 18.20 | 2.09184 | 18.21 | 8 | 145.44 145.52 |
| 13 20 | 0.14544 | 18.19 | 0.80000 | 18.19 | 1.45481 | 18.19 | 2.11005 | 18.21 | 9 | 163.62 163.71 |
| 15 0 | 0.16363 | 18.18 | 0.81819 | 18.18 | 1.47300 | 18.19 | 2.12826 | 18.21 | | |
| 16 40 | 0.18181 | 18.18 | 0.83637 | 18.19 | 1.49119 | 18.20 | 2.14647 | 18.21 | | |
| 18 20 | 0.19999 | 18.18 | 0.85456 | 18.18 | 1.50939 | 18.20 | 2.16468 | 18.21 | 1 | 18.20 18.21 |
| | | | | | | | | | 2 | 36.40 36.42 |
| 20 0 | 0.21817 | 18.18 | 0.87274 | 18.19 | 1.52759 | 18.19 | 2.18289 | 18.21 | 3 | 54.60 54.63 |
| 21 40 | 0.23635 | 18.18 | 0.89093 | 18.18 | 1.54578 | 18.20 | 2.20110 | 18.22 | 4 | 72.80 72.84 |
| 23 20 | 0.25453 | 18.18 | 0.90911 | 18.19 | 1.56398 | 18.19 | 2.21932 | 18.21 | 5 | 91.00 91.05 |
| 25 0 | 0.27271 | 18.18 | 0.92730 | 18.19 | 1.58217 | 18.20 | 2.23753 | 18.21 | 6 | 109.20 109.26 |
| 26 40 | 0.29089 | 18.18 | 0.94549 | 18.18 | 1.60037 | 18.20 | 2.25574 | 18.22 | 7 | 127.40 127.47 |
| 28 20 | 0.30907 | 18.18 | 0.96367 | 18.19 | 1.61857 | 18.20 | 2.27396 | 18.21 | 8 | 145.60 145.68 |
| | | | | | | | | | 9 | 163.80 163.89 |
| 30 0 | 0.32725 | 18.18 | 0.98186 | 18.19 | 1.63677 | 18.19 | 2.29217 | 18.21 | | |
| 31 40 | 0.34543 | 18.19 | 1.00005 | 18.18 | 1.65496 | 18.20 | 2.31038 | 18.22 | | |
| 33 20 | 0.36362 | 18.18 | 1.01823 | 18.19 | 1.67316 | 18.20 | 2.32860 | 18.22 | | 18.22 18.23 |
| 35 0 | 0.38180 | 18.18 | 1.03642 | 18.19 | 1.69136 | 18.20 | 2.34682 | 18.21 | 1 | 18.22 18.23 |
| 36 40 | 0.39998 | 18.18 | 1.05461 | 18.19 | 1.70956 | 18.20 | 2.36503 | 18.22 | 2 | 36.44 36.46 |
| 38 20 | 0.41816 | 18.18 | 1.07280 | 18.18 | 1.72776 | 18.20 | 2.38325 | 18.22 | 3 | 54.66 54.69 |
| | | | | | | | | | 4 | 72.88 72.92 |
| 40 0 | 0.43634 | 18.18 | 1.09098 | 18.19 | 1.74596 | 18.20 | 2.40147 | 18.22 | 5 | 91.10 91.15 |
| 41 40 | 0.45452 | 18.19 | 1.10917 | 18.19 | 1.76416 | 18.20 | 2.41969 | 18.22 | 6 | 109.32 109.38 |
| 43 20 | 0.47271 | 18.18 | 1.12736 | 18.19 | 1.78236 | 18.20 | 2.43790 | 18.21 | 7 | 127.54 127.61 |
| 45 0 | 0.49089 | 18.18 | 1.14555 | 18.19 | 1.80056 | 18.20 | 2.45612 | 18.22 | 8 | 145.76 145.84 |
| 46 40 | 0.50907 | 18.18 | 1.16374 | 18.19 | 1.81876 | 18.20 | 2.47434 | 18.22 | 9 | 163.98 164.07 |
| 48 20 | 0.52725 | 18.18 | 1.18193 | 18.19 | 1.83697 | 18.20 | 2.49256 | 18.22 | | |
| | | | | | | | | | | 18.24 18.25 |
| 50 0 | 0.54543 | 18.19 | 1.20012 | 18.19 | 1.85517 | 18.20 | 2.51078 | 18.23 | 1 | 18.24 18.25 |
| 51 40 | 0.56362 | 18.18 | 1.21831 | 18.19 | 1.87337 | 18.20 | 2.52901 | 18.22 | 2 | 36.48 36.50 |
| 53 20 | 0.58180 | 18.18 | 1.23650 | 18.19 | 1.89157 | 18.21 | 2.54723 | 18.22 | 3 | 54.72 54.75 |
| 55 0 | 0.59998 | 18.19 | 1.25469 | 18.19 | 1.90978 | 18.20 | 2.56545 | 18.22 | 4 | 72.96 73.00 |
| 56 40 | 0.61817 | 18.18 | 1.27288 | 18.19 | 1.92798 | 18.21 | 2.58367 | 18.23 | 5 | 91.20 91.25 |
| 58 20 | 0.63635 | 18.18 | 1.29107 | 18.19 | 1.94619 | 18.20 | 2.60190 | 18.22 | 6 | 109.44 109.50 |
| | | | | | | | | | 7 | 127.68 127.75 |
| 60 0 | 0.65453 | 18.18 | 1.30926 | 18.19 | 1.96439 | 18.20 | 2.62012 | 18.22 | 8 | 145.92 146.00 |
| | | | | | | | | | 9 | 164.16 164.25 |

Tafel für $M = \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| ° | 4° | | 5° | | 6° | | 7° | | Proportionaltheile | |
|-------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|--------------------|--------|
| | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | | |
| 0' 0" | 2:62012 | 18:23 | 3:27665 | 18:25 | 3:93413 | 18:28 | 4:59292 | 18:31 | | |
| 1 40 | 2:63835 | 18 22 | 3:29490 | 18:25 | 3:95246 | 18:28 | 4:61123 | 18 32 | 18:26 | 18:27 |
| 3 20 | 2:65657 | 18:23 | 3:31315 | 18:25 | 3:97074 | 18:29 | 4:62955 | 18:32 | 1 18:26 | 18:27 |
| 5 0 | 2:67480 | 18:23 | 3:33140 | 18:25 | 3:98903 | 18:28 | 4:64787 | 18:32 | 2 36:52 | 36:54 |
| 6 40 | 2:69303 | 18:22 | 3:34966 | 18:25 | 4:00731 | 18:29 | 4:66619 | 18:32 | 3 54:78 | 54:81 |
| 8 20 | 2:71125 | 18:23 | 3:36791 | 18:25 | 4:02560 | 18:28 | 4:68451 | 18:33 | 4 73:04 | 73:08 |
| | | | | | | | | | 5 91:30 | 91:35 |
| | | | | | | | | | 6 109:56 | 109:62 |
| 10 0 | 2:72948 | 18:23 | 3:38616 | 18:26 | 4:04388 | 18:29 | 4:70284 | 18:32 | 7 127:82 | 127:89 |
| 11 40 | 2:74771 | 18:23 | 3:40442 | 18:26 | 4:06217 | 18:29 | 4:72116 | 18:33 | 8 146:08 | 146:16 |
| 13 20 | 2:76594 | 18:23 | 3:42268 | 18:25 | 4:08046 | 18:28 | 4:73949 | 18:32 | 9 164:34 | 164:43 |
| 15 0 | 2:78417 | 18:23 | 3:44093 | 18:26 | 4:09874 | 18:29 | 4:75781 | 18:33 | | |
| 16 40 | 2:80240 | 18:23 | 3:45919 | 18:26 | 4:11703 | 18:29 | 4:77614 | 18:33 | | |
| 18 20 | 2:82063 | 18:24 | 3:47745 | 18:26 | 4:13532 | 18:30 | 4:79447 | 18:33 | 18:28 | 18:29 |
| | | | | | | | | | 1 18:28 | 18:29 |
| 20 0 | 2:83887 | 18:23 | 3:49571 | 18:26 | 4:15362 | 18:29 | 4:81280 | 18:33 | 2 36:56 | 36:58 |
| 21 40 | 2:85710 | 18:23 | 3:51397 | 18:26 | 4:17191 | 18:29 | 4:83113 | 18:33 | 3 54:84 | 54:87 |
| 23 20 | 2:87533 | 18:24 | 3:53223 | 18:26 | 4:19020 | 18:30 | 4:84946 | 18:33 | 4 73:12 | 73:16 |
| 25 0 | 2:89357 | 18:23 | 3:55049 | 18:26 | 4:20850 | 18:29 | 4:86779 | 18:34 | 5 91:40 | 91:45 |
| 26 40 | 2:91180 | 18:24 | 3:56875 | 18:26 | 4:22679 | 18:30 | 4:88613 | 18:33 | 6 109:68 | 109:74 |
| 28 20 | 2:93004 | 18:23 | 3:58701 | 18:27 | 4:24509 | 18:30 | 4:90446 | 18:34 | 7 127:96 | 128:03 |
| | | | | | | | | | 8 146:24 | 146:32 |
| | | | | | | | | | 9 164:52 | 164:61 |
| 30 0 | 2:94827 | 18:24 | 3:60528 | 18:26 | 4:26339 | 18:29 | 4:92280 | 18:34 | | |
| 31 40 | 2:96651 | 18:24 | 3:62354 | 18:27 | 4:28168 | 18:30 | 4:94114 | 18:34 | | |
| 33 20 | 2:98475 | 18:24 | 3:64181 | 18:27 | 4:29998 | 18:30 | 4:95948 | 18:34 | 18:30 | 18:31 |
| 35 0 | 3:00299 | 18:24 | 3:66008 | 18:26 | 4:31828 | 18:31 | 4:97782 | 18:34 | | |
| 36 40 | 3:02123 | 18:24 | 3:67834 | 18:27 | 4:33659 | 18:30 | 4:99616 | 18:34 | 1 18:30 | 18:31 |
| 38 20 | 3:03947 | 18:24 | 3:69661 | 18:27 | 4:35489 | 18:30 | 5:01450 | 18:34 | 2 36:60 | 36:62 |
| | | | | | | | | | 3 54:90 | 54:93 |
| | | | | | | | | | 4 73:20 | 73:24 |
| | | | | | | | | | 5 91:50 | 91:55 |
| 40 0 | 3:05771 | 18:24 | 3:71488 | 18:27 | 4:37319 | 18:31 | 5:03284 | 18:35 | 6 109:80 | 109:86 |
| 41 40 | 3:07595 | 18:24 | 3:73315 | 18:27 | 4:39150 | 18:30 | 5:05119 | 18:34 | 7 128:10 | 128:17 |
| 43 20 | 3:09419 | 18:24 | 3:75142 | 18:27 | 4:40980 | 18:31 | 5:06953 | 18:35 | 8 146:40 | 146:48 |
| 45 0 | 3:11243 | 18:25 | 3:76969 | 18:28 | 4:42811 | 18:31 | 5:08788 | 18:35 | 9 164:70 | 164:79 |
| 46 40 | 3:13068 | 18:24 | 3:78797 | 18:27 | 4:44642 | 18:31 | 5:10623 | 18:35 | | |
| 48 20 | 3:14892 | 18:25 | 3:80624 | 18:28 | 4:46473 | 18:31 | 5:12458 | 18:35 | | |
| | | | | | | | | | 18:32 | 18:33 |
| 50 0 | 3:16717 | 18:24 | 3:82452 | 18:27 | 4:48304 | 18:31 | 5:14293 | 18:35 | 1 18:32 | 18:33 |
| 51 40 | 3:18541 | 18:25 | 3:84279 | 18:28 | 4:50135 | 18:31 | 5:16128 | 18:35 | 2 36:64 | 36:66 |
| 53 20 | 3:20366 | 18:25 | 3:86107 | 18:27 | 4:51966 | 18:31 | 5:17963 | 18:36 | 3 54:96 | 54:99 |
| 55 0 | 3:22191 | 18:24 | 3:87934 | 18:28 | 4:53797 | 18:32 | 5:19799 | 18:35 | 4 73:28 | 73:32 |
| 56 40 | 3:24015 | 18:25 | 3:89762 | 18:28 | 4:55629 | 18:31 | 5:21634 | 18:36 | 5 91:60 | 91:65 |
| 58 20 | 3:25840 | 18:25 | 3:91590 | 18:28 | 4:57460 | 18:32 | 5:23470 | 18:36 | 6 109:92 | 109:98 |
| | | | | | | | | | 7 128:24 | 128:31 |
| 60 0 | 3:27665 | | 3:93418 | | 4:59292 | | 5:25306 | | 8 146:56 | 146:64 |
| | | | | | | | | | 9 164:88 | 164:97 |

$$\text{Tafel für } M = \frac{75 \text{ kt}}{\sqrt{2} q^3}$$

| v | 8° | | 9° | | 10° | | 11° | | Proportionaltheile | |
|-------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|--------------------|---------------|
| | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | | |
| 0' 0" | 5-25306 | 18-36 | 5-91481 | 18-41 | 6-57839 | 18-46 | 7-24400 | 18-52 | | |
| 1 40 | 5-27142 | 18-36 | 5-93322 | 18-41 | 6-59685 | 18-46 | 7-26252 | 18-52 | 1 | 18-36 18-39 |
| 3 20 | 5-28978 | 18-36 | 5-95163 | 18-41 | 6-61531 | 18-46 | 7-28104 | 18-52 | 2 | 18-36 18-39 |
| 5 0 | 5-30814 | 18-36 | 5-97004 | 18-41 | 6-63378 | 18-47 | 7-29956 | 18-52 | 3 | 36-72 36-78 |
| 6 40 | 5-32650 | 18-36 | 5-98845 | 18-41 | 6-65224 | 18-46 | 7-31809 | 18-53 | 4 | 55-08 55-17 |
| 8 20 | 5-34487 | 18-37 | 6-00686 | 18-41 | 6-67071 | 18-47 | 7-33662 | 18-53 | 5 | 73-44 73-56 |
| | | 18-36 | | 18-42 | | 18-47 | | 18-52 | 6 | 91-80 91-95 |
| 10 0 | 5-36323 | 18-37 | 6-02528 | 18-41 | 6-68918 | 18-47 | 7-35514 | 18-53 | 7 | 110-16 110-34 |
| 11 40 | 5-38160 | 18-37 | 6-04369 | 18-42 | 6-70765 | 18-47 | 7-37367 | 18-54 | 8 | 128-52 128-73 |
| 13 20 | 5-39997 | 18-37 | 6-06211 | 18-42 | 6-72612 | 18-47 | 7-39221 | 18-54 | 9 | 146-88 147-12 |
| 15 0 | 5-41834 | 18-37 | 6-08053 | 18-42 | 6-74459 | 18-47 | 7-41074 | 18-53 | | 165-24 165-51 |
| 16 40 | 5-43671 | 18-37 | 6-09895 | 18-42 | 6-76307 | 18-48 | 7-42928 | 18-54 | | |
| 18 20 | 5-45508 | 18-37 | 6-11737 | 18-42 | 6-78155 | 18-48 | 7-44781 | 18-53 | | 18-42 18-45 |
| | | 18-37 | | 18-42 | | 18-47 | | 18-54 | 1 | 18-42 18-45 |
| 20 0 | 5-47345 | 18-38 | 6-13579 | 18-43 | 6-80002 | 18-48 | 7-46635 | 18-54 | 2 | 36-84 36-90 |
| 21 40 | 5-49183 | 18-38 | 6-15422 | 18-42 | 6-81850 | 18-48 | 7-48489 | 18-54 | 3 | 55-26 55-35 |
| 23 20 | 5-51021 | 18-37 | 6-17264 | 18-43 | 6-83699 | 18-49 | 7-50344 | 18-55 | 4 | 73-68 73-80 |
| 25 0 | 5-52858 | 18-38 | 6-19107 | 18-43 | 6-85547 | 18-48 | 7-52198 | 18-54 | 5 | 92-10 92-25 |
| 26 40 | 5-54696 | 18-38 | 6-20950 | 18-43 | 6-87395 | 18-48 | 7-54053 | 18-55 | 6 | 110-52 110-70 |
| 28 20 | 5-56534 | 18-38 | 6-22793 | 18-43 | 6-89244 | 18-49 | 7-55908 | 18-55 | 7 | 128-94 129-15 |
| | | 18-38 | | 18-43 | | 18-49 | | 18-55 | 8 | 147-36 147-60 |
| 30 0 | 5-58372 | 18-38 | 6-24636 | 18-44 | 6-91093 | 18-49 | 7-57763 | 18-55 | 9 | 165-78 166-05 |
| 31 40 | 5-60210 | 18-39 | 6-26480 | 18-43 | 6-92942 | 18-49 | 7-59618 | 18-55 | | |
| 33 20 | 5-62049 | 18-38 | 6-28323 | 18-44 | 6-94791 | 18-49 | 7-61473 | 18-55 | | 18-48 18-51 |
| 35 0 | 5-63887 | 18-38 | 6-30167 | 18-44 | 6-96640 | 18-49 | 7-63329 | 18-56 | | |
| 36 40 | 5-65726 | 18-39 | 6-32010 | 18-43 | 6-98490 | 18-50 | 7-65185 | 18-56 | 1 | 18-48 18-51 |
| 38 20 | 5-67565 | 18-39 | 6-33854 | 18-44 | 7-00339 | 18-49 | 7-67041 | 18-56 | 2 | 36-96 37-02 |
| | | 18-39 | | 18-44 | | 18-50 | | 18-56 | 3 | 55-44 55-53 |
| 40 0 | 5-69404 | 18-39 | 6-35698 | 18-45 | 7-02189 | 18-50 | 7-68897 | 18-56 | 4 | 73-92 74-04 |
| 41 40 | 5-71243 | 18-39 | 6-37543 | 18-44 | 7-04039 | 18-50 | 7-70753 | 18-56 | 5 | 92-40 92-55 |
| 43 20 | 5-73082 | 18-39 | 6-39387 | 18-45 | 7-05889 | 18-50 | 7-72609 | 18-56 | 6 | 110-88 111-06 |
| 45 0 | 5-74921 | 18-39 | 6-41232 | 18-45 | 7-07739 | 18-50 | 7-74466 | 18-57 | 7 | 129-36 129-57 |
| 46 40 | 5-76761 | 18-40 | 6-43076 | 18-44 | 7-09590 | 18-51 | 7-76323 | 18-57 | 8 | 147-84 148-08 |
| 48 20 | 5-78600 | 18-39 | 6-44921 | 18-45 | 7-11441 | 18-51 | 7-78180 | 18-57 | 9 | 166-32 166-59 |
| | | 18-40 | | 18-45 | | 18-50 | | 18-57 | | 18-54 18-57 |
| 50 0 | 5-80440 | 18-40 | 6-46766 | 18-45 | 7-13291 | 18-51 | 7-80037 | 18-58 | 1 | 18-54 18-57 |
| 51 40 | 5-82280 | 18-40 | 6-48611 | 18-45 | 7-15142 | 18-51 | 7-81895 | 18-57 | 2 | 37-08 37-14 |
| 53 20 | 5-84120 | 18-40 | 6-50456 | 18-46 | 7-16993 | 18-52 | 7-83752 | 18-58 | 3 | 55-62 55-71 |
| 55 0 | 5-85960 | 18-40 | 6-52302 | 18-45 | 7-18845 | 18-51 | 7-85610 | 18-58 | 4 | 74-16 74-28 |
| 56 40 | 5-87800 | 18-41 | 6-54147 | 18-46 | 7-20696 | 18-52 | 7-87468 | 18-58 | 5 | 92-70 92-85 |
| 58 20 | 5-89641 | 18-40 | 6-55993 | 18-46 | 7-22548 | 18-52 | 7-89326 | 18-58 | 6 | 111-24 111-42 |
| | | 18-40 | | 18-46 | | 18-52 | | 18-58 | 7 | 129-78 129-99 |
| 60 0 | 5-91481 | | 6-57839 | | 7-24400 | | 7-91184 | | 8 | 148-32 148-56 |
| | | | | | | | | | 9 | 166-86 167-13 |

Tafel für $M = \frac{75 kt}{\sqrt{2 g^3}}$

| ° | 12° | | 13° | | 14° | | 15° | | Proportionaltheile | |
|-------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|---------|----------|--------------------|--------|
| | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | | |
| 0' 0" | 791184 | 18:59 | 858215 | 18:65 | 925512 | 18:73 | 993098 | 18:82 | | |
| 1 40 | 793043 | 18:59 | 860080 | 18:66 | 927385 | 18:74 | 994980 | 18:82 | 18:60 | 18:63 |
| 3 20 | 794902 | 18:59 | 861946 | 18:66 | 929259 | 18:74 | 996862 | 18:82 | 18:60 | 18:63 |
| 5 0 | 796761 | 18:59 | 863812 | 18:66 | 931133 | 18:74 | 998744 | 18:82 | 18:60 | 18:63 |
| 6 40 | 798620 | 18:59 | 865679 | 18:67 | 933007 | 18:74 | 1000627 | 18:82 | 18:60 | 18:63 |
| 8 20 | 800479 | 18:59 | 867545 | 18:67 | 934881 | 18:74 | 1002509 | 18:82 | 18:60 | 18:63 |
| | | 18:60 | | 18:67 | | 18:75 | | 18:83 | 18:60 | 18:63 |
| 10 0 | 802339 | 18:59 | 869412 | 18:67 | 936756 | 18:74 | 1004392 | 18:84 | 111:60 | 111:78 |
| 11 40 | 804198 | 18:60 | 871279 | 18:67 | 938630 | 18:75 | 1006276 | 18:83 | 130:20 | 130:41 |
| 13 20 | 806058 | 18:60 | 873146 | 18:67 | 940505 | 18:76 | 1008159 | 18:84 | 148:80 | 149:04 |
| 15 0 | 807918 | 18:60 | 875013 | 18:67 | 942381 | 18:76 | 1010043 | 18:84 | 167:40 | 167:67 |
| 16 40 | 809778 | 18:61 | 876881 | 18:68 | 944256 | 18:76 | 1011927 | 18:84 | | |
| 18 20 | 811639 | 18:61 | 878748 | 18:68 | 946132 | 18:76 | 1013811 | 18:84 | 18:66 | 18:69 |
| | | 18:61 | | 18:68 | | 18:76 | | 18:84 | 18:66 | 18:69 |
| 20 0 | 813500 | 18:60 | 880616 | 18:69 | 948008 | 18:76 | 1015695 | 18:85 | 18:66 | 18:69 |
| 21 40 | 815360 | 18:61 | 882485 | 18:69 | 949884 | 18:76 | 1017580 | 18:85 | 37:32 | 37:38 |
| 23 20 | 817221 | 18:62 | 884353 | 18:68 | 951760 | 18:76 | 1019465 | 18:85 | 55:98 | 56:07 |
| 25 0 | 819083 | 18:62 | 886221 | 18:68 | 953637 | 18:77 | 1021350 | 18:85 | 74:64 | 74:76 |
| 26 40 | 820944 | 18:62 | 888090 | 18:69 | 955513 | 18:77 | 1023235 | 18:86 | 93:30 | 93:45 |
| 28 20 | 822806 | 18:62 | 889959 | 18:70 | 957390 | 18:78 | 1025121 | 18:86 | 111:96 | 112:14 |
| | | 18:62 | | 18:70 | | 18:78 | | 18:86 | 130:62 | 130:83 |
| 30 0 | 824668 | 18:62 | 891829 | 18:69 | 959268 | 18:77 | 1027007 | 18:86 | 149:28 | 149:52 |
| 31 40 | 826530 | 18:62 | 893698 | 18:70 | 961145 | 18:78 | 1028893 | 18:86 | 167:94 | 168:21 |
| 33 20 | 828392 | 18:62 | 895568 | 18:70 | 963023 | 18:78 | 1030779 | 18:87 | | |
| 35 0 | 830254 | 18:63 | 897438 | 18:70 | 964901 | 18:78 | 1032666 | 18:87 | 18:72 | 18:75 |
| 36 40 | 832117 | 18:63 | 899308 | 18:70 | 966779 | 18:78 | 1034553 | 18:87 | 18:72 | 18:75 |
| 38 20 | 833980 | 18:63 | 901178 | 18:71 | 968657 | 18:79 | 1036440 | 18:88 | 37:44 | 37:50 |
| | | 18:63 | | 18:71 | | 18:79 | | 18:88 | 56:16 | 56:25 |
| 40 0 | 835843 | 18:63 | 903049 | 18:70 | 970536 | 18:79 | 1038328 | 18:87 | 74:88 | 75:00 |
| 41 40 | 837706 | 18:63 | 904919 | 18:71 | 972415 | 18:79 | 1040215 | 18:88 | 93:60 | 93:75 |
| 43 20 | 839569 | 18:64 | 906790 | 18:71 | 974294 | 18:79 | 1042103 | 18:88 | 112:32 | 112:50 |
| 45 0 | 841433 | 18:64 | 908661 | 18:72 | 976173 | 18:80 | 1043991 | 18:89 | 131:04 | 131:25 |
| 46 40 | 843297 | 18:64 | 910533 | 18:71 | 978053 | 18:80 | 1045880 | 18:88 | 149:76 | 150:00 |
| 48 20 | 845161 | 18:64 | 912404 | 18:72 | 979933 | 18:80 | 1047768 | 18:89 | 168:48 | 168:75 |
| | | 18:64 | | 18:72 | | 18:80 | | 18:89 | | |
| 50 0 | 847025 | 18:64 | 914276 | 18:72 | 981813 | 18:80 | 1049657 | 18:89 | 18:78 | 18:81 |
| 51 40 | 848889 | 18:65 | 916148 | 18:73 | 983693 | 18:81 | 1051546 | 18:90 | 18:78 | 18:81 |
| 53 20 | 850754 | 18:65 | 918021 | 18:72 | 985574 | 18:81 | 1053436 | 18:89 | 37:56 | 37:62 |
| 55 0 | 852619 | 18:65 | 919893 | 18:73 | 987455 | 18:81 | 1055325 | 18:90 | 56:34 | 56:43 |
| 56 40 | 854484 | 18:65 | 921766 | 18:73 | 989336 | 18:81 | 1057215 | 18:91 | 75:12 | 75:24 |
| 58 20 | 856349 | 18:66 | 923639 | 18:73 | 991217 | 18:81 | 1059106 | 18:90 | 93:90 | 94:05 |
| | | 18:66 | | 18:73 | | 18:81 | | 18:90 | 112:68 | 112:86 |
| 60 0 | 858215 | | 925512 | | 993098 | | 1060996 | | 131:46 | 131:67 |
| | | | | | | | | | 150:24 | 150:48 |
| | | | | | | | | | 169:02 | 169:29 |

$$\text{Tafel für } M = \frac{75 \cdot k \cdot t}{\sqrt{2} \cdot g^3}$$

| v | 16° | | 17° | | 18° | | 19° | | Proportionaltheile | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|--------|--------|
| | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | M | Diff. 1" | | | |
| 0' 0" | 10-60996 | 18-91 | 11-29228 | 19-00 | 11-97816 | 19-11 | 12-66785 | 19-21 | | 18-84 | 18-87 |
| 1 40 | 10-62887 | 18-91 | 11-31128 | 19-01 | 11-99727 | 19-11 | 12-68706 | 19-22 | 1 | 18-84 | 18-87 |
| 3 20 | 10-64778 | 18-91 | 11-33029 | 19-00 | 12-01638 | 19-11 | 12-70628 | 19-22 | 2 | 37-68 | 37-74 |
| 5 0 | 10-66669 | 18-91 | 11-34929 | 19-00 | 12-03549 | 19-11 | 12-72550 | 19-23 | 3 | 56-52 | 56-61 |
| 6 40 | 10-68560 | 18-92 | 11-36831 | 19-01 | 12-05460 | 19-12 | 12-74473 | 19-22 | 4 | 75-36 | 75-48 |
| 8 20 | 10-70452 | 18-92 | 11-38732 | 19-02 | 12-07372 | 19-12 | 12-76395 | 19-23 | 5 | 94-20 | 94-35 |
| | | | | | | | | | 6 | 113-04 | 123-22 |
| 10 0 | 10-72344 | 18-92 | 11-40634 | 19-02 | 12-09284 | 19-12 | 12-78318 | 19-24 | 7 | 131-88 | 132-09 |
| 11 40 | 10-74236 | 18-93 | 11-42536 | 19-02 | 12-11196 | 19-13 | 12-80242 | 19-23 | 8 | 150-72 | 150-96 |
| 13 20 | 10-76129 | 18-93 | 11-44438 | 19-02 | 12-13109 | 19-13 | 12-82165 | 19-24 | 9 | 169-56 | 169-83 |
| 15 0 | 10-78022 | 18-93 | 11-46340 | 19-03 | 12-15022 | 19-13 | 12-84089 | 19-25 | | | |
| 16 40 | 10-79915 | 18-93 | 11-48243 | 19-03 | 12-16935 | 19-14 | 12-86014 | 19-24 | | | |
| 18 20 | 10-81808 | 18-94 | 11-50146 | 19-04 | 12-18849 | 19-13 | 12-87938 | 19-25 | 1 | 18-90 | 19-00 |
| | | | | | | | | | 2 | 37-80 | 38-00 |
| 20 0 | 10-83702 | 18-94 | 11-52050 | 19-03 | 12-20762 | 19-15 | 12-89863 | 19-25 | 3 | 56-70 | 57-00 |
| 21 40 | 10-85596 | 18-94 | 11-53953 | 19-04 | 12-22677 | 19-14 | 12-91788 | 19-26 | 4 | 75-60 | 76-00 |
| 23 20 | 10-87490 | 18-94 | 11-55857 | 19-05 | 12-24591 | 19-15 | 12-93714 | 19-26 | 5 | 94-50 | 95-00 |
| 25 0 | 10-89384 | 18-95 | 11-57762 | 19-04 | 12-26506 | 19-15 | 12-95640 | 19-26 | 6 | 113-40 | 114-00 |
| 26 40 | 10-91279 | 18-95 | 11-59666 | 19-05 | 12-28421 | 19-15 | 12-97566 | 19-27 | 7 | 132-30 | 133-00 |
| 28 20 | 10-93174 | 18-95 | 11-61571 | 19-05 | 12-30336 | 19-16 | 12-99493 | 19-26 | 8 | 151-20 | 152-00 |
| | | | | | | | | | 9 | 170-10 | 171-00 |
| 30 0 | 10-95069 | 18-95 | 11-63476 | 19-05 | 12-32252 | 19-16 | 13-01419 | 19-28 | | | |
| 31 40 | 10-96964 | 18-96 | 11-65381 | 19-06 | 12-34168 | 19-16 | 13-03347 | 19-27 | | | |
| 33 20 | 10-98860 | 18-96 | 11-67287 | 19-06 | 12-36084 | 19-16 | 13-05274 | 19-28 | | 19-10 | 19-20 |
| 35 0 | 11-00756 | 18-96 | 11-69193 | 19-06 | 12-38000 | 19-17 | 13-07202 | 19-28 | 1 | 19-10 | 19-20 |
| 36 40 | 11-02652 | 18-97 | 11-71099 | 19-07 | 12-39917 | 19-17 | 13-09130 | 19-28 | 2 | 38-20 | 38-40 |
| 38 20 | 11-04549 | 18-96 | 11-73006 | 19-06 | 12-41834 | 19-18 | 13-11058 | 19-29 | 3 | 57-30 | 57-60 |
| | | | | | | | | | 4 | 76-40 | 76-80 |
| 40 0 | 11-06445 | 18-97 | 11-74912 | 19-07 | 12-43752 | 19-17 | 13-2987 | 19-29 | 5 | 95-50 | 96-00 |
| 41 40 | 11-08342 | 18-98 | 11-76819 | 19-08 | 12-45669 | 19-19 | 13-14916 | 19-30 | 6 | 114-60 | 115-20 |
| 43 20 | 11-10240 | 18-97 | 11-78727 | 19-07 | 12-47588 | 19-18 | 13-16846 | 19-30 | 7 | 133-70 | 134-40 |
| 45 0 | 11-12137 | 18-98 | 11-80634 | 19-08 | 12-49506 | 19-19 | 13-18776 | 19-30 | 8 | 152-80 | 153-60 |
| 46 40 | 11-14035 | 18-98 | 11-82542 | 19-09 | 12-51425 | 19-19 | 13-20706 | 19-30 | 9 | 171-90 | 172-80 |
| 48 20 | 11-15933 | 18-99 | 11-84451 | 19-08 | 12-53344 | 19-19 | 13-22636 | 19-31 | | 19-30 | 19-40 |
| | | | | | | | | | 1 | 19-30 | 19-40 |
| 50 0 | 11-17832 | 18-99 | 11-86359 | 19-09 | 12-55263 | 19-19 | 13-24567 | 19-31 | 2 | 38-60 | 38-80 |
| 51 40 | 11-19730 | 18-99 | 11-88268 | 19-09 | 12-57182 | 19-20 | 13-26498 | 19-31 | 3 | 57-90 | 58-20 |
| 53 20 | 11-21629 | 18-99 | 11-90177 | 19-09 | 12-59102 | 19-21 | 13-28429 | 19-32 | 4 | 77-20 | 77-60 |
| 55 0 | 11-23528 | 19-00 | 11-92086 | 19-10 | 12-61023 | 19-20 | 13-30361 | 19-32 | 5 | 96-50 | 97-00 |
| 56 40 | 11-25428 | 19-00 | 11-93996 | 19-10 | 12-62943 | 19-21 | 13-32293 | 19-32 | 6 | 115-80 | 116-40 |
| 58 20 | 11-27328 | 19-00 | 11-95906 | 19-10 | 12-64864 | 19-21 | 13-34225 | 19-33 | 7 | 135-10 | 135-80 |
| | | | | | | | | | 8 | 154-40 | 155-20 |
| 60 0 | 11-29228 | | 11-97816 | | 12-66785 | | 13-36158 | | 9 | 173-70 | 174-60 |

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$$

| ν | 20° | | 21° | | 22° | | 23° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|------------|----------|------------|----------|-------------|----------|-------------|--------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff 1" | $\log M$ | Diff 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0 0' | 1·125858 | | 1·147973 | | 1·169149 | | 1·189475 | | | | | |
| 1 40 | 6486 | 6·28 | 8573 | 6·00 | 1·169725 | 5·76 | 1·190028 | 5·53 | | 630 | 620 | 610 |
| 3 20 | 7113 | 6·27 | 9173 | 6·00 | 1·170300 | 5·75 | | 5·53 | | | | |
| 5 0 | 7739 | 6·26 | 1·149772 | 5·99 | 0874 | 5·74 | 0581 | 5·52 | 1 | 6·3 | 6·2 | 6·1 |
| 6 40 | 8364 | 6·25 | 1·150370 | 5·98 | 1448 | 5·74 | 1133 | 5·52 | 2 | 12·6 | 12·4 | 12·2 |
| 8 20 | 8989 | 6·25 | 0968 | 5·98 | 2021 | 5·73 | 1685 | 5·51 | 3 | 18·9 | 18·6 | 18·3 |
| | | | | | | | 2236 | 5·51 | 4 | 25·2 | 24·8 | 24·4 |
| | | 6·24 | | 5·97 | | 5·72 | | 5·50 | 5 | 31·5 | 31·0 | 30·5 |
| 10 0 | 1·129613 | | 1·151565 | | 1·172593 | | 1·192786 | | 6 | 37·8 | 37·2 | 36·6 |
| 11 40 | 1·130236 | 6·23 | 2161 | 5·96 | 3165 | 5·72 | 3335 | 5·49 | 7 | 44·1 | 43·4 | 42·7 |
| 13 20 | 0858 | 6·22 | 2756 | 5·95 | 3736 | 5·71 | 3884 | 5·49 | 8 | 50·4 | 49·6 | 48·8 |
| 15 0 | 1480 | 6·22 | 3351 | 5·95 | 4307 | 5·71 | 4433 | 5·49 | 9 | 56·7 | 55·8 | 54·9 |
| 16 40 | 2101 | 6·21 | 3945 | 5·94 | 4877 | 5·70 | 4981 | 5·48 | | | | |
| 18 20 | 2721 | 6·20 | 4538 | 5·93 | 5446 | 5·69 | 5528 | 5·47 | | | | |
| | | | | | | | | | | 600 | 590 | 580 |
| | | 6·19 | | 5·93 | | 5·69 | | 5·47 | 1 | 6·0 | 5·9 | 5·8 |
| 20 0 | 1·133340 | | 1·155131 | | 1·176015 | | 1·196075 | | 2 | 12·0 | 11·8 | 11·6 |
| 21 40 | 3958 | 6·18 | 5723 | 5·92 | 6583 | 5·68 | 6621 | 5·46 | 3 | 18·0 | 17·7 | 17·4 |
| 23 20 | 4576 | 6·18 | 6314 | 5·91 | 7150 | 5·67 | 7167 | 5·46 | 4 | 24·0 | 23·6 | 23·2 |
| 25 0 | 5193 | 6·17 | 5905 | 5·91 | 7717 | 5·67 | 7712 | 5·45 | 5 | 30·0 | 29·5 | 29·0 |
| 26 40 | 5809 | 6·16 | 7495 | 5·90 | 8283 | 5·66 | 8256 | 5·44 | 6 | 36·0 | 35·4 | 34·8 |
| 28 20 | 6424 | 6·15 | 8084 | 5·89 | 8848 | 5·65 | 8800 | 5·44 | 7 | 42·0 | 41·3 | 40·6 |
| | | | | | | | | | 8 | 48·0 | 47·2 | 46·4 |
| | | 6·14 | | 5·88 | | 5·65 | | 5·44 | 9 | 54·0 | 53·1 | 52·2 |
| 30 0 | 1·137038 | | 1·158672 | | 1·179413 | | 1·199344 | | | | | |
| 31 40 | 7652 | 6·14 | 9260 | 5·88 | 1·179977 | 5·64 | 1·199887 | 5·43 | | | | |
| 33 20 | 8265 | 6·13 | 1·159847 | 5·87 | 1·180541 | 5·64 | 1·200429 | 5·42 | | | | |
| 35 0 | 8877 | 6·12 | 1·160433 | 5·86 | 1104 | 5·63 | 0970 | 5·41 | | 570 | 560 | 550 |
| 36 40 | 1·139489 | 6·12 | 1019 | 5·86 | 1666 | 5·62 | 1511 | 5·41 | 1 | 5·7 | 5·6 | 5·5 |
| 38 20 | 1·140100 | 6·11 | 1604 | 5·85 | 2228 | 5·62 | 2052 | 5·41 | 2 | 11·4 | 11·2 | 11·0 |
| | | | | | | | | | 3 | 17·1 | 16·8 | 16·5 |
| | | 6·10 | | 5·84 | | 5·61 | | 5·40 | 4 | 22·8 | 22·4 | 22·0 |
| 40 0 | 1·140710 | | 1·162188 | | 1·182789 | | 1·202592 | | 5 | 28·5 | 28·0 | 27·5 |
| 41 40 | 1320 | 6·10 | 2772 | 5·84 | 3350 | 5·61 | 3131 | 5·39 | 6 | 34·2 | 33·6 | 33·0 |
| 43 20 | 1929 | 6·09 | 3355 | 5·83 | 3910 | 5·60 | 3670 | 5·39 | 7 | 39·9 | 39·2 | 38·5 |
| 45 0 | 2537 | 6·08 | 3938 | 5·83 | 4469 | 5·59 | 4208 | 5·38 | 8 | 45·6 | 44·8 | 44·0 |
| 46 40 | 3144 | 6·07 | 4520 | 5·82 | 5028 | 5·59 | 4746 | 5·38 | 9 | 51·3 | 50·4 | 49·5 |
| 48 20 | 3750 | 6·06 | 5101 | 5·81 | 5586 | 5·58 | 5283 | 5·37 | | | | |
| | | | | | | | | | | | | |
| | | 6·05 | | 5·80 | | 5·57 | | 5·37 | | | | |
| 50 0 | 1·144355 | | 1·165681 | | 1·186143 | | 1·205820 | | | 540 | 530 | 520 |
| 51 40 | 4959 | 6·04 | 6261 | 5·80 | 6700 | 5·57 | 6356 | 5·36 | 1 | 5·4 | 5·3 | 5·2 |
| 53 20 | 5563 | 6·04 | 6840 | 5·79 | 7256 | 5·56 | 6891 | 5·35 | 2 | 10·8 | 10·6 | 10·4 |
| 55 0 | 6167 | 6·04 | 7418 | 5·78 | 7812 | 5·56 | 7426 | 5·35 | 3 | 16·2 | 15·9 | 15·6 |
| 56 40 | 6770 | 6·03 | 7996 | 5·78 | 8367 | 5·55 | 7960 | 5·34 | 4 | 21·6 | 21·2 | 20·8 |
| 58 20 | 7372 | 6·02 | 8573 | 5·77 | 8921 | 5·54 | 8494 | 5·34 | 5 | 27·0 | 26·5 | 26·0 |
| | | | | | | | | | 6 | 32·4 | 31·8 | 31·2 |
| | | 6·01 | | 5·76 | | 5·54 | | 5·34 | 7 | 37·8 | 37·1 | 36·4 |
| 60 0 | 1·147973 | | 1·169149 | | 1·189475 | | 1·209028 | | 8 | 43·2 | 42·4 | 41·6 |
| | | | | | | | | | 9 | 48·6 | 47·7 | 46·8 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| | 24° | | 25° | | 26° | | 27° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------------|------|------|------|
| | <i>log M</i> | Diff. 1" | <i>log M</i> | Diff. 1" | <i>log M</i> | Diff. 1" | <i>log M</i> | Diff. 1" | | | | |
| 0° 0" | 1-209028 | 5-33 | 1-227874 | 5-14 | 1-246074 | 4-97 | 1-263680 | 4-81 | | 530 | 525 | 520 |
| 1 40 | 1-209561 | 5-32 | 8388 | 5-13 | 6571 | 4-96 | 4161 | 4-80 | | | | |
| 3 20 | 1-210093 | 5-31 | 8901 | 5-13 | 7067 | 4-96 | 4641 | 4-80 | 1 | 5-3 | 5-3 | 5-2 |
| 5 0 | 0624 | 5-31 | 9414 | 5-13 | 7563 | 4-95 | 5121 | 4-80 | 2 | 10-6 | 10-5 | 10-4 |
| 6 40 | 1155 | 5-31 | 1-229927 | 5-13 | 8058 | 4-95 | 5601 | 4-80 | 3 | 15-9 | 15-8 | 15-6 |
| 8 20 | 1686 | 5-31 | 1-230439 | 5-12 | 8553 | 4-95 | 6081 | 4-80 | 4 | 21-2 | 21-0 | 20-8 |
| | | 5-30 | | 5-12 | | 4-95 | | 4-79 | 5 | 26-5 | 26-3 | 26-0 |
| 10 0 | 1-212216 | 5-29 | 1-230951 | 5-11 | 1-249048 | 4-94 | 1-266560 | 4-78 | 6 | 31-8 | 31-5 | 31-2 |
| 11 40 | 2745 | 5-29 | 1462 | 5-11 | 1-249542 | 4-94 | 7038 | 4-78 | 7 | 37-1 | 36-8 | 36-4 |
| 13 20 | 3274 | 5-29 | 1973 | 5-10 | 1-250036 | 4-93 | 7516 | 4-78 | 8 | 42-4 | 42-0 | 41-6 |
| 15 0 | 3803 | 5-29 | 2483 | 5-10 | 0529 | 4-93 | 7994 | 4-78 | 9 | 47-7 | 47-3 | 46-8 |
| 16 40 | 4331 | 5-28 | 2993 | 5-10 | 1022 | 4-93 | 8471 | 4-77 | | | | |
| 18 20 | 4858 | 5-27 | 3502 | 5-09 | 1514 | 4-92 | 8948 | 4-77 | | 515 | 510 | 505 |
| | | 5-27 | | 5-08 | | 4-92 | | 4-77 | 1 | 5-2 | 5-1 | 5-1 |
| 20 0 | 1-215385 | 5-26 | 1-234010 | 5-08 | 1-252006 | 4-91 | 1-269425 | 4-76 | 2 | 10-3 | 10-2 | 10-1 |
| 21 40 | 5911 | 5-26 | 4518 | 5-07 | 2497 | 4-91 | 1-269901 | 4-76 | 3 | 15-5 | 15-3 | 15-2 |
| 23 20 | 6437 | 5-25 | 5025 | 5-07 | 2988 | 4-91 | 1-270377 | 4-75 | 4 | 20-6 | 20-4 | 20-2 |
| 25 0 | 6962 | 5-25 | 5532 | 5-07 | 3479 | 4-91 | 0852 | 4-75 | 5 | 25-8 | 25-5 | 25-3 |
| 26 40 | 7487 | 5-25 | 6039 | 5-07 | 3969 | 4-90 | 1327 | 4-75 | 6 | 30-9 | 30-6 | 30-3 |
| 28 20 | 8011 | 5-24 | 6545 | 5-06 | 4459 | 5-90 | 1801 | 4-74 | 7 | 36-1 | 35-7 | 35-4 |
| | | 5-24 | | 5-06 | | 4-89 | | 4-74 | 8 | 41-2 | 40-8 | 40-4 |
| 30 0 | 1-218535 | 5-23 | 1-237051 | 5-05 | 1-254948 | 4-89 | 1-272275 | 4-74 | 9 | 46-4 | 45-9 | 45-5 |
| 31 40 | 9058 | 5-23 | 7556 | 5-05 | 5437 | 4-88 | 2749 | 4-73 | | | | |
| 33 20 | 1-219581 | 5-22 | 8061 | 5-04 | 5925 | 4-88 | 3222 | 4-73 | | 500 | 495 | 490 |
| 35 0 | 1-220103 | 5-22 | 8565 | 5-04 | 6413 | 4-88 | 3695 | 4-72 | 1 | 5-0 | 5-0 | 4-9 |
| 36 40 | 0625 | 5-22 | 1-239069 | 5-04 | 6900 | 4-87 | 4167 | 4-72 | 2 | 10-0 | 9-9 | 9-8 |
| 38 20 | 1146 | 5-21 | 1-239573 | 5-04 | 7387 | 4-87 | 4639 | 4-72 | 3 | 15-0 | 14-9 | 14-7 |
| | | 5-20 | | 5-03 | | 4-87 | | 4-72 | 4 | 20-0 | 19-8 | 19-6 |
| 40 0 | 1-221666 | 5-20 | 1-240076 | 5-02 | 1-257874 | 4-86 | 1-275111 | 4-71 | 5 | 25-0 | 24-8 | 24-5 |
| 41 40 | 2186 | 5-20 | 0578 | 5-02 | 8360 | 4-86 | 5582 | 4-71 | 6 | 30-0 | 29-7 | 29-4 |
| 43 20 | 2706 | 5-19 | 1080 | 5-01 | 8846 | 4-85 | 6053 | 4-70 | 7 | 35-0 | 34-7 | 34-3 |
| 45 0 | 3225 | 5-18 | 1581 | 5-01 | 9331 | 4-85 | 6523 | 4-70 | 8 | 40-0 | 39-6 | 39-2 |
| 46 40 | 3743 | 5-18 | 2082 | 5-01 | 1-259816 | 4-85 | 6993 | 4-70 | 9 | 45-0 | 44-6 | 44-1 |
| 48 20 | 4261 | 5-18 | 2583 | 5-01 | 1-260301 | 4-85 | 7463 | 4-70 | | | | |
| | | 5-18 | | 5-00 | | 4-84 | | 4-69 | | 485 | 480 | 475 |
| 50 0 | 1-224779 | 5-17 | 1-243083 | 5-00 | 1-260785 | 4-83 | 1-277932 | 4-69 | 1 | 4-9 | 4-8 | 4-8 |
| 51 40 | 5296 | 5-17 | 3583 | 4-99 | 1268 | 4-83 | 8401 | 4-69 | 2 | 9-7 | 9-6 | 9-5 |
| 53 20 | 5813 | 5-16 | 4082 | 4-99 | 1751 | 4-83 | 8870 | 4-68 | 3 | 14-6 | 14-4 | 14-3 |
| 55 0 | 6329 | 5-15 | 4581 | 4-98 | 2234 | 4-82 | 9338 | 4-67 | 4 | 19-4 | 19-2 | 19-0 |
| 56 40 | 6844 | 5-15 | 5079 | 4-98 | 2716 | 4-82 | 1-279805 | 4-67 | 5 | 24-3 | 24-0 | 23-8 |
| 58 20 | 7359 | 5-15 | 5577 | 4-97 | 3198 | 4-82 | 1-280272 | 4-67 | 6 | 29-1 | 28-8 | 28-5 |
| | | 5-15 | | 4-97 | | 4-82 | | 4-67 | 7 | 34-0 | 33-6 | 33-3 |
| 60 0 | 1-227874 | | 1-246074 | | 1-263680 | | 1-280739 | | 8 | 38-8 | 38-4 | 38-0 |
| | | | | | | | | | 9 | 43-7 | 43-2 | 42-8 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2 q^3}}$

| v | 28° | | 29° | | 30° | | 31° | | Proportionaltheile. | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 1-280739 | | 1-297295 | | 1-313385 | | 1-329043 | | | | | |
| 1 40 | 1206 | 4-67 | 7748 | 4-53 | 3826 | 4-41 | 9472 | 4-29 | | 470 | 465 | 460 |
| 3 20 | 1672 | 4-66 | 8201 | 4-53 | 4266 | 4-40 | 1-329901 | 4-29 | 1 | 4-7 | 4-7 | 4-6 |
| 5 0 | 2138 | 4-66 | 8653 | 4-52 | 4706 | 4-40 | 1-330329 | 4-28 | 2 | 9-4 | 9-3 | 9-2 |
| 6 40 | 2603 | 4-65 | 9105 | 4-52 | 5145 | 4-39 | 0757 | 4-28 | 3 | 14-1 | 14-0 | 13-8 |
| 8 20 | 3068 | 4-65 | 1-299557 | 4-52 | 5585 | 4-40 | 1185 | 4-28 | 4 | 18-8 | 18-6 | 18-4 |
| | | 4-65 | | 4-51 | | 4-39 | | 4-28 | 5 | 23-5 | 23-3 | 23-0 |
| 10 0 | 1-283533 | | 1-300008 | | 1-316024 | | 1-331613 | | 6 | 28-2 | 27-9 | 27-6 |
| 11 40 | 3997 | 4-64 | 0459 | 4-51 | 6462 | 4-38 | 2040 | 4-27 | 7 | 32-9 | 32-6 | 32-2 |
| 13 20 | 4461 | 4-64 | 0910 | 4-51 | 6901 | 4-39 | 2467 | 4-27 | 8 | 37-6 | 37-2 | 36-8 |
| 15 0 | 4924 | 4-63 | 1360 | 4-50 | 7339 | 4-38 | 2894 | 4-27 | 9 | 42-3 | 41-9 | 41-4 |
| 16 40 | 5387 | 4-63 | 1810 | 4-50 | 7776 | 4-37 | 3320 | 4-26 | | | | |
| 18 20 | 5850 | 4-63 | 2260 | 4-50 | 8214 | 4-38 | 3746 | 4-26 | | | | |
| | | 4-62 | | 4-50 | | 4-37 | | 4-26 | 1 | 4-6 | 4-5 | 4-5 |
| 20 0 | 1-286312 | | 1-302710 | | 1-318651 | | 1-334172 | | 2 | 9-1 | 9-0 | 8-9 |
| 21 40 | 6774 | 4-62 | 3159 | 4-49 | 9087 | 4-36 | 4597 | 4-25 | 3 | 13-7 | 13-5 | 13-4 |
| 23 20 | 7236 | 4-62 | 3607 | 4-48 | 9524 | 4-37 | 5022 | 4-25 | 4 | 18-2 | 18-0 | 17-8 |
| 25 0 | 7697 | 4-61 | 4055 | 4-48 | 1-319960 | 4-36 | 5447 | 4-25 | 5 | 22-8 | 22-5 | 22-3 |
| 26 40 | 8158 | 4-61 | 4502 | 4-47 | 1-320395 | 4-35 | 5872 | 4-25 | 6 | 27-3 | 27-0 | 26-7 |
| 28 20 | 8618 | 4-60 | 4949 | 4-47 | 0831 | 4-36 | 6296 | 4-24 | 7 | 31-9 | 31-5 | 31-2 |
| | | 4-60 | | 4-47 | | 4-35 | | 4-24 | 8 | 36-4 | 36-0 | 35-6 |
| 30 0 | 1-289078 | | 1-305396 | | 1-321266 | | 1-336720 | | 9 | 41-0 | 40-5 | 40-1 |
| 31 40 | 9538 | 4-60 | 5843 | 4-47 | 1701 | 4-35 | 7144 | 4-24 | | | | |
| 33 20 | 1-289997 | | 6289 | 4-46 | 2135 | 4-34 | 7567 | 4-23 | | | | |
| 35 0 | 1-290456 | | 6735 | 4-46 | 2569 | 4-34 | 7990 | 4-23 | | 440 | 435 | 430 |
| 36 40 | 0914 | 4-58 | 7181 | 4-46 | 3003 | 4-34 | 8413 | 4-23 | 1 | 4-4 | 4-4 | 4-3 |
| 38 20 | 1372 | 4-58 | 7626 | 4-45 | 3436 | 4-33 | 8835 | 4-22 | 2 | 8-8 | 8-7 | 8-6 |
| | | 4-58 | | 4-45 | | 4-34 | | 4-22 | 3 | 13-2 | 13-1 | 12-9 |
| 40 0 | 1-291830 | | 1-308071 | | 1-323870 | | 1-339257 | | 4 | 17-6 | 17-4 | 17-2 |
| 41 40 | 2288 | 4-58 | 8516 | 4-45 | 4302 | 4-32 | 1-339679 | 4-22 | 5 | 22-0 | 21-8 | 21-5 |
| 43 20 | 2745 | 4-57 | 8960 | 4-44 | 4735 | 4-33 | 1-340101 | 4-22 | 6 | 26-4 | 26-1 | 25-8 |
| 45 0 | 3202 | 4-57 | 9404 | 4-44 | 5167 | 4-32 | 0522 | 4-21 | 7 | 30-8 | 30-5 | 30-1 |
| 46 40 | 3658 | 4-56 | 1-309848 | 4-44 | 5599 | 4-32 | 0943 | 4-21 | 8 | 35-2 | 34-8 | 34-4 |
| 48 20 | 4114 | 4-56 | 1-310291 | 4-43 | 6031 | 4-32 | 1364 | 4-21 | 9 | 39-6 | 39-2 | 38-7 |
| | | 4-55 | | 4-43 | | 4-31 | | 4-20 | | | | |
| 50 0 | 1-294569 | | 1-310734 | | 1-326462 | | 1-341784 | | | 425 | 420 | 415 |
| 51 40 | 5024 | 4-55 | 1177 | 4-43 | 6893 | 4-31 | 2204 | 4-20 | 1 | 4-3 | 4-2 | 4-2 |
| 53 20 | 5479 | 4-55 | 1619 | 4-42 | 7324 | 4-31 | 2624 | 4-20 | 2 | 8-5 | 8-4 | 8-3 |
| 55 0 | 5934 | 4-55 | 2061 | 4-42 | 7754 | 4-30 | 3044 | 4-20 | 3 | 12-8 | 12-6 | 12-5 |
| 56 40 | 6388 | 4-54 | 2503 | 4-42 | 8184 | 4-30 | 3463 | 4-19 | 4 | 17-0 | 16-8 | 16-6 |
| 58 20 | 6842 | 4-54 | 2944 | 4-41 | 8614 | 4-30 | 3882 | 4-19 | 5 | 21-3 | 21-0 | 20-8 |
| | | 4-53 | | 4-41 | | 4-29 | | 4-19 | 6 | 25-5 | 25-2 | 24-9 |
| 60 0 | 1-297295 | | 1-313385 | | 1-329043 | | 1-344301 | | 7 | 29-8 | 29-4 | 29-1 |
| | | | | | | | | | 8 | 34-0 | 33-6 | 33-2 |
| | | | | | | | | | 9 | 38-3 | 37-8 | 37-4 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 \kappa t}{\sqrt{2} g^3}$

| v | 32° | | 33° | | 34° | | 35° | | Proportionaltheile. | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0' | 1.344301 | | 1.359186 | | 1.373725 | | 1.387942 | | | | | |
| 1 40 | 4719 | 4.18 | 1.359594 | 4.08 | 4124 | 3.99 | 8332 | 3.90 | | 418 | 415 | 412 |
| 3 20 | 5137 | 4.18 | 1.360002 | 4.08 | 4523 | 3.99 | 8723 | 3.91 | 1 | 4.2 | 4.2 | 4.1 |
| 5 0 | 5555 | 4.18 | 0410 | 4.08 | 4922 | 3.99 | 9113 | 3.90 | 2 | 8.4 | 8.3 | 8.2 |
| 6 40 | 5973 | 4.18 | 0818 | 4.08 | 5320 | 3.98 | 9503 | 3.90 | 3 | 12.5 | 12.5 | 12.4 |
| 8 20 | 6390 | 4.17 | 1225 | 4.07 | 5718 | 3.98 | 1.389892 | 3.89 | 4 | 16.7 | 16.6 | 16.5 |
| | | 4.17 | | 4.07 | | 3.98 | | 3.90 | 5 | 20.9 | 20.8 | 20.6 |
| 10 0 | 1.346807 | | 1.361632 | | 1.376116 | | 1.390282 | | 6 | 25.1 | 24.9 | 24.7 |
| 11 40 | 7223 | 4.16 | 2039 | 4.07 | 6514 | 3.98 | 0671 | 3.89 | 7 | 29.3 | 29.1 | 28.8 |
| 13 20 | 7640 | 4.17 | 2446 | 4.07 | 6912 | 3.98 | 1060 | 3.89 | 8 | 33.4 | 33.2 | 33.0 |
| 15 0 | 8056 | 4.16 | 2852 | 4.06 | 7309 | 3.97 | 1448 | 3.88 | 9 | 37.6 | 37.4 | 37.1 |
| 16 40 | 8471 | 4.15 | 3258 | 4.06 | 7706 | 3.97 | 1837 | 3.89 | | | | |
| 18 20 | 8887 | 4.16 | 3664 | 4.06 | 8102 | 3.96 | 2225 | 3.88 | | | | |
| | | 4.15 | | 4.06 | | 3.97 | | 3.88 | 1 | 4.1 | 4.1 | 4.0 |
| 20 0 | 1.349302 | | 1.364070 | | 1.378499 | | 1.392613 | | 2 | 8.2 | 8.1 | 8.1 |
| 21 40 | 1.349717 | 4.15 | 4475 | 4.05 | 8895 | 3.96 | 3001 | 3.88 | 3 | 12.3 | 12.2 | 12.1 |
| 23 20 | 1.350132 | 4.15 | 4880 | 4.05 | 9291 | 3.96 | 3388 | 3.87 | 4 | 16.4 | 16.2 | 16.1 |
| 25 0 | 0546 | 4.14 | 5285 | 4.05 | 1.379687 | 3.96 | 3776 | 3.88 | 5 | 20.5 | 20.3 | 20.2 |
| 26 40 | 0960 | 4.14 | 5689 | 4.04 | 1.380082 | 3.95 | 4163 | 3.87 | 6 | 24.5 | 24.4 | 24.2 |
| 28 20 | 1374 | 4.14 | 6093 | 4.04 | 0477 | 3.95 | 4549 | 3.86 | 7 | 28.6 | 28.4 | 28.2 |
| | | 4.14 | | 4.04 | | 3.95 | | 3.87 | 8 | 32.7 | 32.5 | 32.2 |
| 30 0 | 1.351788 | | 1.366497 | | 1.380872 | | 1.394936 | | 9 | 36.8 | 36.5 | 36.3 |
| 31 40 | 2201 | 4.13 | 6901 | 4.04 | 1267 | 3.95 | 5323 | 3.87 | | | | |
| 33 20 | 2614 | 4.13 | 7305 | 4.04 | 1662 | 3.95 | 5709 | 3.86 | | | | |
| 35 0 | 3027 | 4.13 | 7708 | 4.03 | 2056 | 3.94 | 6095 | 3.86 | | 400 | 397 | 394 |
| 36 40 | 3440 | 4.13 | 8111 | 4.03 | 2450 | 3.94 | 6480 | 3.85 | 1 | 4.0 | 4.0 | 3.9 |
| 38 20 | 3852 | 4.12 | 8514 | 4.03 | 2844 | 3.94 | 6866 | 3.86 | 2 | 8.0 | 7.9 | 7.9 |
| | | 4.12 | | 4.02 | | 3.93 | | 3.85 | 3 | 12.0 | 11.9 | 11.8 |
| 40 0 | 1.354264 | | 1.368916 | | 1.383237 | | 1.397251 | | 4 | 16.0 | 15.9 | 15.8 |
| 41 40 | 4676 | 4.12 | 9318 | 4.02 | 3631 | 3.94 | 7636 | 3.85 | 5 | 20.0 | 19.9 | 19.7 |
| 43 20 | 5087 | 4.11 | 1.369720 | 4.02 | 4024 | 3.93 | 8021 | 3.85 | 6 | 24.0 | 23.8 | 23.6 |
| 45 0 | 5498 | 4.11 | 1.370122 | 4.02 | 4417 | 3.93 | 8406 | 3.85 | 7 | 28.0 | 27.8 | 27.6 |
| 46 40 | 5909 | 4.11 | 0523 | 4.01 | 4809 | 3.92 | 8790 | 3.84 | 8 | 32.0 | 31.8 | 31.5 |
| 48 20 | 6319 | 4.10 | 0924 | 4.01 | 5202 | 3.93 | 9174 | 3.84 | 9 | 36.0 | 35.7 | 35.5 |
| | | 4.11 | | 4.01 | | 3.92 | | 3.84 | | | | |
| 50 0 | 1.356730 | | 1.371325 | | 1.385594 | | 1.399558 | | | 391 | 388 | 385 |
| 51 40 | 7140 | 4.10 | 1726 | 4.01 | 5986 | 3.92 | 1.399942 | 3.84 | 1 | 3.9 | 3.8 | 3.9 |
| 53 20 | 7550 | 4.10 | 2126 | 4.00 | 6377 | 3.91 | 1.400326 | 3.84 | 2 | 7.8 | 7.8 | 7.7 |
| 55 0 | 7959 | 4.09 | 2526 | 4.00 | 6769 | 3.92 | 0709 | 3.83 | 3 | 11.7 | 11.6 | 11.6 |
| 56 40 | 8368 | 4.09 | 2926 | 4.00 | 7160 | 3.91 | 1092 | 3.83 | 4 | 15.6 | 15.5 | 15.4 |
| 58 20 | 8777 | 4.09 | 3326 | 4.00 | 7551 | 3.91 | 1475 | 3.83 | 5 | 19.6 | 19.4 | 19.3 |
| | | 4.09 | | 3.99 | | 3.91 | | 3.83 | 6 | 23.5 | 23.3 | 23.1 |
| 60 0 | 1.359186 | | 1.373725 | | 1.387942 | | 1.401858 | | 7 | 27.4 | 27.2 | 27.0 |
| | | | | | | | | | 8 | 31.3 | 31.0 | 30.8 |
| | | | | | | | | | 9 | 35.2 | 34.9 | 34.7 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2g^3}}$

| v | 36° | | 37° | | 38° | | 39° | | Proportionaltheile. | | | |
|-------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|----------|---------------------|------|------|------|
| | log M | Diff. 1" | log M | Diff. 1" | log M | Diff. 1" | log M | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 1401858 | 3-82 | 1415493 | 3-75 | 1428866 | 3-68 | 1441994 | 3-62 | | 382 | 379 | 376 |
| 1 40 | 2240 | 3-83 | 5868 | 3-75 | 9234 | 3-68 | 2256 | 3-61 | | | | |
| 3 20 | 2623 | 3-82 | 6245 | 3-74 | 9602 | 3-67 | 2717 | 3-61 | 1 | 3-8 | 3-8 | 3-8 |
| 5 0 | 3005 | 3-81 | 6617 | 3-75 | 1429969 | 3-68 | 3078 | 3-61 | 2 | 7-6 | 7-6 | 7-5 |
| 6 40 | 3386 | 3-82 | 6992 | 3-74 | 1430337 | 3-67 | 3439 | 3-60 | 3 | 11-5 | 11-4 | 11-3 |
| 8 20 | 3768 | | 7366 | | 0704 | | 3799 | | 4 | 15-3 | 15-2 | 15-0 |
| | | 3-81 | | 3-74 | | 3-67 | | 3-61 | 5 | 19-1 | 19-0 | 18-8 |
| 10 0 | 1404149 | 3-81 | 1417740 | 3-73 | 1431071 | 3-67 | 1444160 | 3-60 | 6 | 22-9 | 22-7 | 22-6 |
| 11 40 | 4530 | 3-81 | 8113 | 3-74 | 1438 | 3-67 | 4520 | 3-60 | 7 | 26-7 | 26-5 | 26-4 |
| 13 20 | 4911 | 3-81 | 8487 | 3-73 | 1805 | 3-67 | 4850 | 3-60 | 8 | 30-6 | 30-3 | 30-1 |
| 15 0 | 5292 | 3-81 | 8860 | 3-73 | 2171 | 3-67 | 5240 | 3-60 | 9 | 34-4 | 34-1 | 33-8 |
| 16 40 | 5673 | 3-80 | 9233 | 3-73 | 2537 | 3-66 | 5600 | 3-60 | | | | |
| 18 20 | 6053 | 3-80 | 9606 | 3-73 | 2903 | 3-66 | 5959 | 3-59 | | | | |
| | | | | 3-73 | | 3-66 | | 3-60 | 1 | 3-7 | 3-7 | 3-7 |
| 20 0 | 1406433 | 3-80 | 1419979 | 3-73 | 1433269 | 3-65 | 1446319 | 3-59 | 2 | 7-5 | 7-4 | 7-3 |
| 21 40 | 6813 | 3-80 | 1420352 | 3-72 | 3634 | 3-66 | 6678 | 3-59 | 3 | 11-2 | 11-1 | 11-0 |
| 23 20 | 7193 | 3-79 | 10724 | 3-72 | 4000 | 3-65 | 7037 | 3-59 | 4 | 14-9 | 14-8 | 14-7 |
| 25 0 | 7572 | 3-79 | 1096 | 3-72 | 4365 | 3-65 | 7396 | 3-59 | 5 | 18-7 | 18-5 | 18-4 |
| 26 40 | 7951 | 3-79 | 1168 | 3-72 | 4730 | 3-65 | 7755 | 3-58 | 6 | 22-4 | 22-2 | 22-0 |
| 28 20 | 8330 | 3-79 | 1840 | 3-72 | 5095 | 3-65 | 8113 | 3-58 | 7 | 26-1 | 25-9 | 25-7 |
| | | | | 3-71 | | 3-65 | | 3-59 | 8 | 29-8 | 29-6 | 29-4 |
| 30 0 | 1408709 | 3-79 | 1422211 | 3-72 | 1435460 | 3-64 | 1448472 | 3-58 | 9 | 33-6 | 33-3 | 33-0 |
| 31 40 | 9088 | 3-78 | 2583 | 3-71 | 5824 | 3-65 | 8830 | 3-58 | | | | |
| 33 20 | 9466 | 3-79 | 2954 | 3-71 | 6189 | 3-64 | 9188 | 3-58 | | | | |
| 35 0 | 1409845 | 3-78 | 3325 | 3-71 | 6553 | 3-64 | 9546 | 3-57 | 1 | 3-6 | 3-6 | 3-6 |
| 36 40 | 1410223 | 3-77 | 3696 | 3-70 | 6917 | 3-64 | 1449203 | 3-58 | 2 | 7-3 | 7-2 | 7-2 |
| 38 20 | 0600 | | 4066 | | 7281 | | 1450261 | | 3 | 10-9 | 10-8 | 10-7 |
| | | 3-78 | | 3-71 | | 3-64 | | 3-57 | 4 | 14-6 | 14-4 | 14-3 |
| 40 0 | 1410978 | 3-77 | 1424437 | 3-70 | 1437645 | 3-63 | 1450618 | 3-57 | 5 | 18-2 | 18-1 | 17-9 |
| 41 40 | 1355 | 3-78 | 4807 | 3-70 | 8008 | 3-63 | 0975 | 3-57 | 6 | 21-8 | 21-7 | 21-5 |
| 43 20 | 1733 | 3-77 | 5177 | 3-70 | 8371 | 3-63 | 1332 | 3-57 | 7 | 25-5 | 25-3 | 25-1 |
| 45 0 | 2110 | 3-77 | 5547 | 3-70 | 8734 | 3-63 | 1689 | 3-57 | 8 | 29-1 | 28-9 | 28-6 |
| 46 40 | 2486 | 3-76 | 5916 | 3-69 | 9097 | 3-63 | 2046 | 3-57 | 9 | 32-8 | 32-5 | 32-2 |
| 48 20 | 2863 | 3-77 | 6286 | 3-70 | 9460 | 3-63 | 2403 | 3-57 | | | | |
| | | 3-76 | | 3-69 | | 3-63 | | 3-56 | | | | |
| 50 0 | 1412239 | 3-76 | 1426655 | 3-69 | 1439823 | 3-62 | 1452759 | 3-56 | 1 | 3-6 | 3-5 | 3-5 |
| 51 40 | 3615 | 3-76 | 7024 | 3-69 | 1440185 | 3-62 | 3115 | 3-56 | 2 | 7-1 | 7-0 | 7-0 |
| 53 20 | 3991 | 3-76 | 7393 | 3-68 | 0547 | 3-62 | 3471 | 3-56 | 3 | 10-7 | 10-6 | 10-5 |
| 55 0 | 4367 | 3-76 | 7761 | 3-69 | 0909 | 3-62 | 3827 | 3-56 | 4 | 14-2 | 14-1 | 14-0 |
| 56 40 | 4743 | 3-75 | 8130 | 3-68 | 1271 | 3-62 | 4183 | 3-55 | 5 | 17-8 | 17-6 | 17-5 |
| 58 20 | 5118 | | 8498 | | 1633 | | 4538 | | 6 | 21-3 | 21-1 | 20-9 |
| | | 3-75 | | 3-68 | | 3-61 | | 3-55 | 7 | 24-9 | 24-6 | 24-4 |
| 60 0 | 1415493 | | 1428866 | | 1441994 | | 1454893 | | 8 | 28-4 | 28-2 | 27-9 |
| 1-6. | | | | | | | | | 9 | 32-0 | 31-7 | 31-4 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| v | 40° | | 41° | | 42° | | 43° | | Proportionaltheile. | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 1.454893 | | 1.467578 | | 1.480063 | | 1.492360 | | | | | |
| 1 40 | 5249 | 3.56 | 7928 | 3.50 | 0407 | 3.44 | 2699 | 3.39 | | 356 | 354 | 352 |
| 3 20 | 5604 | 3.55 | 8277 | 3.49 | 0751 | 3.44 | 3038 | 3.39 | 1 | 3.6 | 3.5 | 3.5 |
| 5 0 | 5959 | 3.55 | 8626 | 3.49 | 1094 | 3.43 | 3376 | 3.38 | 2 | 7.1 | 7.1 | 7.0 |
| 6 40 | 6313 | 3.54 | 8975 | 3.49 | 1438 | 3.44 | 3715 | 3.39 | 3 | 10.7 | 10.6 | 10.6 |
| 8 20 | 6668 | 3.55 | 9324 | 3.49 | 1782 | 3.44 | 4054 | 3.39 | 4 | 14.2 | 14.2 | 14.1 |
| | | 3.54 | | 3.49 | | 3.43 | | 3.38 | 5 | 17.8 | 17.7 | 17.6 |
| 10 0 | 1.457022 | | 1.469673 | | 1.482125 | | 1.494392 | | 6 | 21.4 | 21.2 | 21.1 |
| 11 40 | 7376 | 3.54 | 1.470021 | 3.48 | 2468 | 3.43 | 4730 | 3.38 | 7 | 24.9 | 24.8 | 24.6 |
| 13 20 | 7730 | 3.54 | 0369 | 3.48 | 2811 | 3.43 | 5068 | 3.38 | 8 | 28.5 | 28.3 | 28.2 |
| 15 0 | 8084 | 3.54 | 0718 | 3.49 | 3154 | 3.43 | 5406 | 3.38 | 9 | 32.0 | 31.9 | 31.7 |
| 16 40 | 8438 | 3.54 | 1066 | 3.48 | 3497 | 3.43 | 5744 | 3.38 | | | | |
| 18 20 | 8791 | 3.53 | 1414 | 3.48 | 3839 | 3.42 | 6082 | 3.38 | | | | |
| | | 3.54 | | 3.47 | | 3.43 | | 3.37 | 1 | 35.0 | 34.8 | 34.6 |
| 20 0 | 1.459145 | | 1.471761 | | 1.484182 | | 1.496419 | | 2 | 3.5 | 3.5 | 3.5 |
| 21 40 | 9198 | 3.53 | 2109 | 3.48 | 4524 | 3.42 | 6757 | 3.38 | 3 | 7.0 | 7.0 | 6.9 |
| 23 20 | 1.459851 | 3.53 | 2456 | 3.47 | 4866 | 3.42 | 7094 | 3.37 | 4 | 10.5 | 10.4 | 10.4 |
| 25 0 | 1.460204 | 3.53 | 2804 | 3.48 | 5209 | 3.43 | 7431 | 3.37 | 5 | 14.0 | 13.9 | 13.8 |
| 26 40 | 0557 | 3.53 | 3151 | 3.47 | 5550 | 3.41 | 7768 | 3.37 | 6 | 17.5 | 17.4 | 17.3 |
| 28 20 | 0909 | 3.52 | 3498 | 3.47 | 5892 | 3.42 | 8105 | 3.37 | 7 | 21.0 | 20.9 | 20.8 |
| | | 3.53 | | 3.47 | | 3.42 | | 3.37 | 8 | 24.5 | 24.4 | 24.2 |
| 30 0 | 1.461262 | | 1.473815 | | 1.486231 | | 1.498442 | | 9 | 28.0 | 27.8 | 27.7 |
| 31 40 | 1614 | 3.52 | 4191 | 3.46 | 6575 | 3.41 | 8778 | 3.36 | | 31.5 | 31.3 | 31.1 |
| 33 20 | 1966 | 3.52 | 4538 | 3.47 | 6917 | 3.42 | 9115 | 3.37 | | | | |
| 35 0 | 2318 | 3.52 | 4884 | 3.46 | 7258 | 3.41 | 9451 | 3.36 | | | | |
| 36 40 | 2670 | 3.52 | 5231 | 3.47 | 7599 | 3.41 | 1.499787 | 3.36 | 1 | 344 | 342 | 340 |
| 38 20 | 3021 | 3.51 | 5577 | 3.46 | 7940 | 3.41 | 1.500124 | 3.37 | 2 | 3.4 | 3.4 | 3.4 |
| | | 3.52 | | 3.46 | | 3.41 | | 3.36 | 3 | 6.9 | 6.8 | 6.8 |
| 40 0 | 1.463373 | | 1.475923 | | 1.488281 | | 1.500460 | | 4 | 10.3 | 10.3 | 10.2 |
| 41 40 | 3724 | 3.51 | 6269 | 3.46 | 8621 | 3.40 | 0795 | 3.35 | 5 | 13.8 | 13.7 | 13.6 |
| 43 20 | 4075 | 3.51 | 6614 | 3.45 | 8962 | 3.41 | 1131 | 3.36 | 6 | 17.2 | 17.1 | 17.0 |
| 45 0 | 4426 | 3.51 | 6960 | 3.46 | 9303 | 3.40 | 1467 | 3.36 | 7 | 20.6 | 20.5 | 20.4 |
| 46 40 | 4777 | 3.51 | 7305 | 3.45 | 9643 | 3.41 | 1802 | 3.35 | 8 | 24.1 | 23.9 | 23.8 |
| 48 20 | 5128 | 3.51 | 7650 | 3.45 | 1.489983 | 3.40 | 2138 | 3.36 | 9 | 27.4 | 27.4 | 27.2 |
| | | 3.50 | | 3.45 | | 3.40 | | 3.35 | | 31.0 | 30.8 | 30.6 |
| 50 0 | 1.465478 | | 1.477995 | | 1.490323 | | 1.502473 | | | 338 | 336 | 334 |
| 51 40 | 5829 | 3.51 | 8340 | 3.45 | 0663 | 3.40 | 2808 | 3.35 | 1 | 3.4 | 3.4 | 3.3 |
| 53 20 | 6179 | 3.50 | 8685 | 3.45 | 1002 | 3.39 | 3143 | 3.35 | 2 | 6.8 | 6.7 | 6.7 |
| 55 0 | 6529 | 3.50 | 9030 | 3.45 | 1342 | 3.40 | 3478 | 3.35 | 3 | 10.1 | 10.1 | 10.0 |
| 56 40 | 6879 | 3.50 | 9374 | 3.44 | 1681 | 3.39 | 3813 | 3.35 | 4 | 13.5 | 13.4 | 13.4 |
| 58 20 | 7229 | 3.50 | 1.479719 | 3.45 | 2021 | 3.40 | 4147 | 3.34 | 5 | 16.9 | 16.8 | 16.7 |
| | | 3.49 | | 3.44 | | 3.39 | | 3.34 | 6 | 20.3 | 20.2 | 20.0 |
| 60 0 | 1.467578 | | 1.480063 | | 1.492360 | | 1.504481 | | 7 | 23.7 | 23.5 | 23.4 |
| | | | | | | | | | 8 | 27.0 | 26.9 | 26.7 |
| | | | | | | | | | 9 | 30.4 | 30.2 | 30.1 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2q^3}}$

| v | 44° | | 45° | | 46° | | 47° | | Proportionaltheile. | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | |
| 0 0 | 1.504481 | | 1.516439 | | 1.528244 | | 1.539905 | | | | |
| 1 40 | 4816 | 3.35 | 6769 | 3.30 | 8569 | 3.25 | 1.540227 | 3.22 | 336 | 334 | 332 |
| 3 20 | 5150 | 3.34 | 7099 | 3.30 | 8895 | 3.26 | 0549 | 3.22 | | | |
| 5 0 | 5484 | 3.34 | 7428 | 3.29 | 9221 | 3.26 | 0871 | 3.22 | 1 | 3.4 | 3.3 |
| 6 40 | 5818 | 3.34 | 7758 | 3.30 | 9546 | 3.25 | 1192 | 3.21 | 2 | 6.7 | 6.7 |
| 8 20 | 6152 | 3.34 | 8088 | 3.30 | 1.529872 | 3.26 | 1514 | 3.22 | 3 | 10.1 | 10.0 |
| | | | | | | | | | 4 | 13.4 | 13.4 |
| | | | | | | | | | 5 | 16.8 | 16.7 |
| | | 3.33 | | 3.29 | | 3.25 | | 3.21 | 6 | 20.2 | 20.0 |
| 10 0 | 1.506485 | | 1.518417 | | 1.530197 | | 1.541835 | | 7 | 23.5 | 23.4 |
| 11 40 | 6819 | 3.34 | 8746 | 3.29 | 0522 | 3.25 | 2157 | 3.22 | 8 | 26.9 | 26.7 |
| 13 20 | 7152 | 3.33 | 9075 | 3.29 | 0847 | 3.25 | 2478 | 3.21 | 9 | 30.2 | 30.1 |
| 15 0 | 7486 | 3.34 | 9404 | 3.29 | 1172 | 3.25 | 2799 | 3.21 | | | |
| 16 40 | 7819 | 3.33 | 1.519733 | 3.29 | 1497 | 3.25 | 3120 | 3.21 | | | |
| 18 20 | 8152 | 3.33 | 1.520062 | 3.29 | 1821 | 3.24 | 3441 | 3.21 | | | |
| | | | | | | | | | | 330 | 328 |
| | | 3.33 | | 3.28 | | 3.25 | | 3.21 | 1 | 3.3 | 3.3 |
| 20 0 | 1.508485 | | 1.520390 | | 1.532146 | | 1.543762 | | 2 | 6.6 | 6.6 |
| 21 40 | 8818 | 3.33 | 0719 | 3.29 | 2471 | 3.25 | 4083 | 3.21 | 3 | 9.9 | 9.8 |
| 23 20 | 9150 | 3.32 | 1047 | 3.28 | 2795 | 3.24 | 4403 | 3.20 | 4 | 13.2 | 13.1 |
| 25 0 | 9483 | 3.33 | 1376 | 3.29 | 3119 | 3.24 | 4724 | 3.21 | 5 | 16.5 | 16.4 |
| 26 40 | 1.500816 | 3.32 | 1704 | 3.28 | 3443 | 3.24 | 5044 | 3.20 | 6 | 19.8 | 19.7 |
| 28 20 | 1.510148 | 3.32 | 2032 | 3.28 | 3768 | 3.25 | 5365 | 3.21 | 7 | 23.1 | 23.0 |
| | | | | | | | | | 8 | 26.4 | 26.2 |
| | | 3.32 | | 3.28 | | 3.23 | | 3.20 | 9 | 29.7 | 29.5 |
| 30 0 | 1.510480 | | 1.522360 | | 1.534091 | | 1.545685 | | | | |
| 31 40 | 0812 | 3.32 | 2688 | 3.28 | 4415 | 3.24 | 6005 | 3.20 | | | |
| 33 20 | 1144 | 3.32 | 3015 | 3.27 | 4739 | 3.24 | 6325 | 3.20 | | | |
| 35 0 | 1476 | 3.32 | 3343 | 3.28 | 5063 | 3.24 | 6645 | 3.20 | | 324 | 323 |
| 36 40 | 1808 | 3.32 | 3670 | 3.27 | 5386 | 3.23 | 6965 | 3.20 | 1 | 3.2 | 3.2 |
| 38 20 | 2139 | 3.31 | 3998 | 3.28 | 5710 | 3.24 | 7285 | 3.20 | 2 | 6.5 | 6.5 |
| | | | | | | | | | 3 | 9.7 | 9.7 |
| | | 3.32 | | 3.27 | | 3.23 | | 3.19 | 4 | 13.0 | 12.9 |
| 40 0 | 1.512471 | | 1.524325 | | 1.536033 | | 1.547604 | | 5 | 16.2 | 16.2 |
| 41 40 | 2802 | 3.31 | 4652 | 3.27 | 6356 | 3.23 | 7924 | 3.20 | 6 | 19.4 | 19.4 |
| 43 20 | 3133 | 3.31 | 4979 | 3.27 | 6679 | 3.23 | 8243 | 3.19 | 7 | 22.7 | 22.6 |
| 45 0 | 3464 | 3.31 | 5306 | 3.27 | 7002 | 3.23 | 8563 | 3.20 | 8 | 25.9 | 25.8 |
| 46 40 | 3795 | 3.31 | 5633 | 3.27 | 7325 | 3.23 | 8882 | 3.19 | 9 | 29.2 | 29.1 |
| 48 20 | 4126 | 3.31 | 5960 | 3.27 | 7648 | 3.23 | 9201 | 3.19 | | | |
| | | | | | | | | | | 321 | 320 |
| 50 0 | 1.514457 | | 1.526286 | | 1.537971 | | 1.549520 | | | | |
| 51 40 | 4788 | 3.31 | 6613 | 3.27 | 8293 | 3.22 | 1.549839 | 3.19 | 1 | 3.2 | 3.2 |
| 53 20 | 5118 | 3.30 | 6939 | 3.26 | 8616 | 3.23 | 1.550158 | 3.19 | 2 | 6.4 | 6.4 |
| 55 0 | 5449 | 3.31 | 7265 | 3.26 | 8938 | 3.22 | 0477 | 3.19 | 3 | 9.6 | 9.6 |
| 56 40 | 5779 | 3.30 | 7592 | 3.27 | 9261 | 3.23 | 0796 | 3.19 | 4 | 12.8 | 12.8 |
| 58 20 | 6109 | 3.30 | 7918 | 3.26 | 9583 | 3.22 | 1114 | 3.18 | 5 | 16.1 | 16.0 |
| | | | | | | | | | 6 | 19.3 | 19.2 |
| | | 3.30 | | 3.26 | | 3.22 | | 3.19 | 7 | 22.5 | 22.4 |
| 60 0 | 1.516439 | | 1.528244 | | 1.539905 | | 1.551433 | | 8 | 25.7 | 25.6 |
| | | | | | | | | | 9 | 28.9 | 28.8 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| ν | 48° | | 49° | | 50° | | 51° | | Proportionaltheile. | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|---------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0° 0" | 1.551433 | 3.18 | 1.562836 | 3.15 | 1.574123 | 3.12 | 1.585303 | 3.09 | | 318 | 317 | 316 |
| 1 40 | 1751 | 3.18 | 3151 | 3.15 | 4435 | 3.12 | 5612 | 3.09 | 1 | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| 3 20 | 2069 | 3.19 | 3466 | 3.15 | 4747 | 3.12 | 5921 | 3.09 | 2 | 6.4 | 6.3 | 6.3 |
| 5 0 | 2388 | 3.18 | 3781 | 3.15 | 5059 | 3.12 | 6230 | 3.09 | 3 | 9.5 | 9.5 | 9.5 |
| 6 40 | 2706 | 3.18 | 4096 | 3.14 | 5371 | 3.11 | 6539 | 3.09 | 4 | 12.7 | 12.7 | 12.6 |
| 8 20 | 3024 | 3.18 | 4410 | 3.15 | 5682 | 3.12 | 6848 | 3.09 | 5 | 15.9 | 15.9 | 15.8 |
| 10 0 | 1.553342 | 3.17 | 1.564725 | 3.15 | 1.575994 | 3.11 | 1.587157 | 3.08 | 6 | 19.1 | 19.0 | 19.0 |
| 11 40 | 3659 | 3.18 | 5040 | 3.14 | 6305 | 3.12 | 7465 | 3.09 | 7 | 22.3 | 22.2 | 22.1 |
| 13 20 | 3977 | 3.18 | 5354 | 3.14 | 6617 | 3.11 | 7774 | 3.08 | 8 | 25.4 | 25.4 | 25.3 |
| 15 0 | 4295 | 3.18 | 5668 | 3.14 | 6928 | 3.11 | 8082 | 3.08 | 9 | 28.6 | 28.5 | 28.4 |
| 16 40 | 4612 | 3.17 | 5983 | 3.15 | 7239 | 3.11 | 8391 | 3.09 | | | | |
| 18 20 | 4930 | 3.18 | 6297 | 3.14 | 7551 | 3.12 | 8699 | 3.08 | | 315 | 314 | 313 |
| 20 0 | 1.555247 | 3.17 | 1.566611 | 3.14 | 1.577862 | 3.11 | 1.589007 | 3.08 | 1 | 3.2 | 3.1 | 3.1 |
| 21 40 | 5564 | 3.18 | 6925 | 3.14 | 8173 | 3.10 | 9315 | 3.08 | 2 | 6.3 | 6.3 | 6.3 |
| 23 20 | 5882 | 3.17 | 7239 | 3.14 | 8483 | 3.10 | 9623 | 3.08 | 3 | 9.5 | 9.4 | 9.4 |
| 25 0 | 6199 | 3.17 | 7553 | 3.14 | 8794 | 3.11 | 1.589931 | 3.08 | 4 | 12.6 | 12.6 | 12.5 |
| 26 40 | 6516 | 3.17 | 7866 | 3.13 | 9105 | 3.11 | 1.590239 | 3.08 | 5 | 15.8 | 15.7 | 15.7 |
| 28 20 | 6833 | 3.17 | 8180 | 3.14 | 9416 | 3.11 | 0547 | 3.08 | 6 | 18.9 | 18.8 | 18.8 |
| 30 0 | 1.557149 | 3.16 | 1.568494 | 3.14 | 1.579726 | 3.10 | 1.590855 | 3.08 | 7 | 22.1 | 22.0 | 21.9 |
| 31 40 | 7466 | 3.17 | 8807 | 3.13 | 1.580037 | 3.11 | 1163 | 3.08 | 8 | 25.2 | 25.1 | 25.0 |
| 33 20 | 7783 | 3.17 | 9121 | 3.14 | 0347 | 3.10 | 1470 | 3.07 | 9 | 28.4 | 28.3 | 28.2 |
| 35 0 | 8099 | 3.16 | 9434 | 3.13 | 0658 | 3.11 | 1778 | 3.08 | | | | |
| 26 40 | 8416 | 3.17 | 1.569747 | 3.13 | 0968 | 3.10 | 2086 | 3.08 | 1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 |
| 38 20 | 8732 | 3.16 | 1.570060 | 3.13 | 1278 | 3.10 | 2393 | 3.07 | 2 | 6.2 | 6.2 | 6.2 |
| 40 0 | 1.559048 | 3.16 | 1.570373 | 3.13 | 1.581588 | 3.10 | 1.592700 | 3.08 | 3 | 9.4 | 9.3 | 9.3 |
| 41 40 | 9364 | 3.16 | 0686 | 3.13 | 1898 | 3.10 | 3008 | 3.08 | 4 | 12.5 | 12.4 | 12.4 |
| 43 20 | 9680 | 3.16 | 0999 | 3.13 | 2208 | 3.10 | 3315 | 3.07 | 5 | 15.6 | 15.6 | 15.5 |
| 45 0 | 1.559996 | 3.16 | 1312 | 3.13 | 2518 | 3.10 | 3622 | 3.07 | 6 | 18.7 | 18.7 | 18.6 |
| 46 40 | 1.560312 | 3.16 | 1625 | 3.13 | 2828 | 3.10 | 3929 | 3.07 | 7 | 21.8 | 21.8 | 21.7 |
| 48 20 | 0628 | 3.16 | 1937 | 3.12 | 3137 | 3.09 | 4236 | 3.07 | 8 | 25.0 | 24.9 | 24.8 |
| 50 0 | 1.560944 | 3.15 | 1.572250 | 3.13 | 1.583447 | 3.10 | 1.594543 | 3.07 | 9 | 28.1 | 28.0 | 27.9 |
| 51 40 | 1259 | 3.15 | 2562 | 3.12 | 3757 | 3.10 | 4850 | 3.07 | | 309 | 308 | 307 |
| 53 20 | 1575 | 3.16 | 2875 | 3.13 | 4066 | 3.09 | 5157 | 3.07 | 1 | 3.1 | 3.1 | 3.1 |
| 55 0 | 1890 | 3.15 | 3187 | 3.12 | 4375 | 3.09 | 5463 | 3.06 | 2 | 6.2 | 6.2 | 6.1 |
| 56 40 | 2206 | 3.16 | 3499 | 3.12 | 4685 | 3.10 | 5770 | 3.07 | 3 | 9.3 | 9.2 | 9.2 |
| 58 20 | 2521 | 3.15 | 3811 | 3.12 | 4994 | 3.09 | 6077 | 3.07 | 4 | 12.4 | 12.3 | 12.3 |
| 60 0 | 1.562836 | 3.15 | 1.574123 | 3.12 | 1.585303 | 3.09 | 1.596383 | 3.06 | 5 | 15.5 | 15.4 | 15.4 |
| | | | | | | | | | 6 | 18.5 | 18.5 | 18.4 |
| | | | | | | | | | 7 | 21.6 | 21.6 | 21.5 |
| | | | | | | | | | 8 | 24.7 | 24.6 | 24.6 |
| | | | | | | | | | 9 | 27.8 | 27.7 | 27.6 |

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2 q^3}}$$

| v | 52° | | 53° | | 54° | | 55° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 1.596383 | 3.06 | 1.607370 | 3.04 | 1.618272 | 3.02 | 1.629096 | 3.00 | | | | |
| 1 40 | 6689 | 3.07 | 7674 | 3.04 | 8574 | 3.02 | 9396 | 2.99 | | 306 | 305 | 304 |
| 3 20 | 6996 | 3.06 | 7978 | 3.04 | 8876 | 3.01 | 9695 | 3.00 | 1 | 3.1 | 3.1 | 3.0 |
| 5 0 | 7302 | 3.06 | 8282 | 3.04 | 9177 | 3.01 | 1.629995 | 2.99 | 2 | 6.1 | 6.1 | 6.1 |
| 6 40 | 7608 | 3.06 | 8586 | 3.04 | 9479 | 3.02 | 1.630294 | 2.99 | 3 | 9.2 | 9.2 | 9.1 |
| 8 20 | 7914 | 3.06 | 8889 | 3.03 | 1.619780 | 3.01 | 0593 | 2.99 | 4 | 12.2 | 12.2 | 12.2 |
| | | 3.06 | | 3.04 | | 3.02 | | 3.00 | 5 | 15.3 | 15.3 | 15.2 |
| 10 0 | 1.598220 | 3.06 | 1.609193 | 3.04 | 1.620082 | 3.01 | 1.630893 | 2.99 | 6 | 18.4 | 18.3 | 18.2 |
| 11 40 | 8526 | 3.06 | 9497 | 3.03 | 0383 | 3.01 | 1192 | 2.99 | 7 | 21.4 | 21.4 | 21.3 |
| 13 20 | 8832 | 3.06 | 1.609800 | 3.04 | 0684 | 3.01 | 1491 | 2.99 | 8 | 24.5 | 24.4 | 24.3 |
| 15 0 | 9138 | 3.06 | 1.610104 | 3.04 | 0985 | 3.01 | 1790 | 2.99 | 9 | 27.5 | 27.5 | 27.4 |
| 16 40 | 9444 | 3.06 | 0407 | 3.03 | 1287 | 3.02 | 2089 | 2.99 | | | | |
| 18 20 | 1.599750 | 3.06 | 0710 | 3.03 | 1588 | 3.01 | 2389 | 3.00 | | | | |
| | | 3.05 | | 3.04 | | 3.01 | | 2.99 | | 303 | 302 | 301 |
| 20 0 | 1.600055 | 3.06 | 1.611014 | 3.03 | 1.621889 | 3.01 | 1.632688 | 2.98 | 1 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| 21 40 | 0361 | 3.05 | 1317 | 3.03 | 2190 | 3.01 | 2986 | 2.99 | 2 | 6.1 | 6.0 | 6.0 |
| 23 20 | 0666 | 3.06 | 1620 | 3.03 | 2491 | 3.00 | 3285 | 2.99 | 3 | 9.1 | 9.1 | 9.0 |
| 25 0 | 0972 | 3.06 | 1923 | 3.03 | 2791 | 3.00 | 3584 | 2.99 | 4 | 12.1 | 12.1 | 12.0 |
| 26 40 | 1277 | 3.05 | 2226 | 3.03 | 3092 | 3.01 | 3883 | 2.99 | 5 | 15.2 | 15.1 | 15.1 |
| 28 20 | 1583 | 3.06 | 2529 | 3.03 | 3393 | 3.01 | 4182 | 2.99 | 6 | 18.2 | 18.1 | 18.1 |
| | | 3.05 | | 3.03 | | 3.01 | | 2.98 | 7 | 21.2 | 21.1 | 21.1 |
| 30 0 | 1.601888 | 3.05 | 1.612832 | 3.02 | 1.623694 | 3.00 | 1.634480 | 2.99 | 8 | 24.2 | 24.2 | 24.1 |
| 31 40 | 2193 | 3.05 | 3134 | 3.03 | 3994 | 3.01 | 4779 | 2.99 | 9 | 27.3 | 27.2 | 27.1 |
| 33 20 | 2498 | 3.05 | 3437 | 3.03 | 4295 | 3.01 | 5078 | 2.99 | | | | |
| 35 0 | 2803 | 3.05 | 3740 | 3.03 | 4595 | 3.00 | 5376 | 2.98 | | 300 | 299 | 298 |
| 36 40 | 3108 | 3.05 | 4042 | 3.02 | 4896 | 3.01 | 5675 | 2.99 | 1 | 3.0 | 3.0 | 3.0 |
| 38 20 | 3413 | 3.05 | 4345 | 3.03 | 5196 | 3.00 | 5973 | 2.98 | 2 | 6.0 | 6.0 | 6.0 |
| | | 3.05 | | 3.02 | | 3.00 | | 2.98 | 3 | 9.0 | 9.0 | 8.9 |
| 40 0 | 1.603718 | 3.04 | 1.614647 | 3.03 | 1.625496 | 3.01 | 1.636271 | 2.99 | 4 | 12.0 | 12.0 | 11.9 |
| 41 40 | 4022 | 3.05 | 4950 | 3.02 | 5797 | 3.00 | 6570 | 2.98 | 5 | 15.0 | 15.0 | 14.9 |
| 43 20 | 4327 | 3.05 | 5252 | 3.03 | 6097 | 3.00 | 6868 | 2.98 | 6 | 18.0 | 17.9 | 17.9 |
| 45 0 | 4632 | 3.04 | 5555 | 3.02 | 6397 | 3.00 | 7166 | 2.98 | 7 | 21.0 | 20.9 | 20.9 |
| 46 40 | 4936 | 3.04 | 5857 | 3.02 | 6697 | 3.00 | 7464 | 2.98 | 8 | 24.0 | 23.9 | 23.8 |
| 48 20 | 5241 | 3.05 | 6159 | 3.02 | 6997 | 3.00 | 7762 | 2.98 | 9 | 27.0 | 26.9 | 26.8 |
| | | 3.04 | | 3.02 | | 3.00 | | 2.98 | | | | |
| 50 0 | 1.605545 | 3.05 | 1.616461 | 3.02 | 1.627297 | 3.00 | 1.638060 | 2.98 | | | | |
| 51 40 | 5850 | 3.04 | 6763 | 3.02 | 7597 | 3.00 | 8358 | 2.98 | | | | |
| 53 20 | 6154 | 3.04 | 7065 | 3.02 | 7897 | 3.00 | 8656 | 2.98 | | | | |
| 55 0 | 6458 | 3.04 | 7367 | 3.02 | 8197 | 3.00 | 8954 | 2.98 | | | | |
| 56 40 | 6762 | 3.04 | 7669 | 3.02 | 8497 | 3.00 | 9252 | 2.98 | | | | |
| 58 20 | 7066 | 3.04 | 7971 | 3.02 | 8796 | 2.99 | 9550 | 2.98 | | | | |
| | | 3.04 | | 3.01 | | 3.00 | | 2.98 | | | | |
| 60 0 | 1.607370 | | 1.618272 | | 1.629096 | | 1.639848 | | | | | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

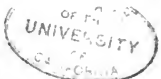
| ν | 56° | | 57° | | 58° | | 59° | | Proportionaltheile | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | |
| 0° 0' | 1.639848 | 2.97 | 1.650534 | 2.96 | 1.661160 | 2.95 | 1.671733 | 2.93 | | | |
| 1 40 | 1.640145 | 2.98 | 0830 | 2.95 | 1455 | 2.94 | 2026 | 2.93 | | | |
| 3 20 | 0443 | 2.98 | 1125 | 2.96 | 1749 | 2.94 | 2319 | 2.93 | 1 | 3.0 | 3.0 |
| 5 0 | 0741 | 2.97 | 1421 | 2.96 | 2043 | 2.94 | 2612 | 2.93 | 2 | 6.0 | 5.9 |
| 6 40 | 1038 | 2.97 | 1717 | 2.96 | 2338 | 2.95 | 2905 | 2.93 | 3 | 8.9 | 8.9 |
| 8 20 | 1336 | 2.98 | 2013 | 2.96 | 2632 | 2.94 | 3198 | 2.93 | 4 | 11.9 | 11.9 |
| | | 2.97 | | 2.96 | | 2.94 | | 2.92 | 5 | 14.9 | 14.9 |
| 10 0 | 1.641633 | 2.97 | 1.652309 | 2.95 | 1.662926 | 2.94 | 1.673490 | 2.93 | 6 | 17.9 | 17.8 |
| 11 40 | 1930 | 2.98 | 2604 | 2.96 | 3220 | 2.94 | 3783 | 2.93 | 7 | 20.9 | 20.8 |
| 13 20 | 2228 | 2.97 | 2900 | 2.96 | 3514 | 2.94 | 4076 | 2.93 | 8 | 23.8 | 23.8 |
| 15 0 | 2525 | 2.97 | 3196 | 2.96 | 3808 | 2.94 | 4369 | 2.93 | 9 | 26.8 | 26.7 |
| 16 40 | 2822 | 2.97 | 3491 | 2.95 | 4102 | 2.94 | 4661 | 2.92 | | | |
| 18 20 | 3119 | 2.97 | 3787 | 2.96 | 4396 | 2.94 | 4954 | 2.93 | | | |
| | | 2.98 | | 2.95 | | 2.94 | | 2.93 | | 296 | 295 |
| 20 0 | 1.643417 | 2.97 | 1.654082 | 2.96 | 1.664690 | 2.94 | 1.675247 | 2.92 | 1 | 3.0 | 3.0 |
| 21 40 | 3714 | 2.97 | 4378 | 2.96 | 4984 | 2.94 | 5539 | 2.92 | 2 | 5.9 | 5.9 |
| 23 20 | 4011 | 2.97 | 4673 | 2.95 | 5278 | 2.94 | 5832 | 2.93 | 3 | 8.9 | 8.9 |
| 25 0 | 4308 | 2.97 | 4968 | 2.95 | 5572 | 2.94 | 6124 | 2.92 | 4 | 11.8 | 11.8 |
| 26 40 | 4605 | 2.97 | 5264 | 2.96 | 5866 | 2.94 | 6417 | 2.93 | 5 | 14.8 | 14.8 |
| 28 20 | 4902 | 2.97 | 5559 | 2.95 | 6160 | 2.94 | 6709 | 2.92 | 6 | 17.8 | 17.7 |
| | | 2.96 | | 2.95 | | 2.93 | | 2.92 | 7 | 20.7 | 20.7 |
| | | | | | | | | | 8 | 23.7 | 23.6 |
| | | | | | | | | | 9 | 26.6 | 26.6 |
| 30 0 | 1.645198 | 2.97 | 1.655854 | 2.95 | 1.666453 | 2.94 | 1.677001 | 2.93 | | | |
| 31 40 | 5495 | 2.97 | 6149 | 2.95 | 6747 | 2.94 | 7294 | 2.92 | | | |
| 33 20 | 5792 | 2.97 | 6444 | 2.95 | 7040 | 2.93 | 7586 | 2.92 | | | |
| 35 0 | 6089 | 2.97 | 6739 | 2.95 | 7334 | 2.94 | 7878 | 2.92 | | | |
| 36 40 | 6385 | 2.96 | 7034 | 2.95 | 7627 | 2.93 | 8170 | 2.92 | 1 | 2.9 | 2.9 |
| 38 20 | 6682 | 2.97 | 7329 | 2.95 | 7921 | 2.94 | 8463 | 2.93 | 2 | 5.9 | 5.9 |
| | | 2.97 | | 2.95 | | 2.93 | | 2.92 | 3 | 8.8 | 8.8 |
| | | | | | | | | | 4 | 11.8 | 11.7 |
| 40 0 | 1.646979 | 2.96 | 1.657624 | 2.95 | 1.668214 | 2.94 | 1.678755 | 2.92 | 5 | 14.7 | 14.7 |
| 41 40 | 7275 | 2.97 | 7919 | 2.95 | 8508 | 2.94 | 9047 | 2.92 | 6 | 17.6 | 17.6 |
| 43 20 | 7572 | 2.97 | 8214 | 2.95 | 8801 | 2.93 | 9340 | 2.93 | 7 | 20.6 | 20.5 |
| 45 0 | 7868 | 2.96 | 8509 | 2.95 | 9095 | 2.94 | 9631 | 2.91 | 8 | 23.5 | 23.4 |
| 46 40 | 8164 | 2.96 | 8804 | 2.95 | 9388 | 2.93 | 1.679923 | 2.92 | 9 | 26.5 | 26.4 |
| 48 20 | 8461 | 2.97 | 9098 | 2.94 | 9681 | 2.93 | 1.680215 | 2.92 | | | |
| | | 2.96 | | 2.95 | | 2.93 | | 2.92 | | 292 | 291 |
| 50 0 | 1.648757 | 2.96 | 1.659393 | 2.95 | 1.669974 | 2.94 | 1.680507 | 2.92 | | | |
| 51 40 | 9053 | 2.96 | 9688 | 2.95 | 1.670268 | 2.94 | 0799 | 2.92 | 1 | 2.9 | 2.9 |
| 53 20 | 9349 | 2.96 | 1.659982 | 2.94 | 0561 | 2.93 | 1091 | 2.92 | 2 | 5.8 | 5.8 |
| 55 0 | 9645 | 2.96 | 1.660277 | 2.95 | 0854 | 2.93 | 1383 | 2.92 | 3 | 8.8 | 8.7 |
| 56 40 | 1.649942 | 2.97 | 0571 | 2.94 | 1147 | 2.93 | 1675 | 2.92 | 4 | 11.7 | 11.6 |
| 58 20 | 1.650238 | 2.96 | 0866 | 2.95 | 1440 | 2.93 | 1966 | 2.91 | 5 | 14.6 | 14.6 |
| | | 2.96 | | 2.94 | | 2.93 | | 2.92 | 6 | 17.5 | 17.5 |
| | | | | | | | | | 7 | 20.4 | 20.4 |
| 60 0 | 1.650534 | | 1.661160 | | 1.671733 | | 1.682258 | | 8 | 23.4 | 23.3 |
| | | | | | | | | | 9 | 26.3 | 26.2 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| ν | 60° | | 61° | | 62° | | 63° | | Proportionaltheile | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | |
| 0' 0" | 1.682258 | 2.92 | 1.692741 | 2.91 | 1.703187 | 2.89 | 1.713601 | 2.89 | | | |
| 1 40 | 2550 | 2.92 | 3032 | 2.90 | 3476 | 2.90 | 3890 | 2.88 | | 292 | 291 |
| 3 20 | 2842 | 2.91 | 3322 | 2.91 | 3766 | 2.90 | 4178 | 2.89 | 1 | 2.9 | 2.9 |
| 5 0 | 3133 | 2.92 | 3613 | 2.90 | 4056 | 2.89 | 4467 | 2.89 | 2 | 5.8 | 5.8 |
| 6 40 | 3425 | 2.92 | 3903 | 2.91 | 4345 | 2.90 | 4756 | 2.89 | 3 | 8.8 | 8.7 |
| 8 20 | 3717 | 2.91 | 4194 | 2.90 | 4635 | 2.89 | 5045 | 2.89 | 4 | 11.7 | 11.6 |
| | | 2.91 | | 2.90 | | 2.89 | | 3.89 | 5 | 14.6 | 14.6 |
| 10 0 | 1.684008 | 2.92 | 1.694484 | 2.91 | 1.704924 | 2.90 | 1.715334 | 2.88 | 6 | 17.5 | 17.5 |
| 11 40 | 4300 | 2.91 | 4775 | 2.90 | 5214 | 2.89 | 5622 | 2.89 | 7 | 20.4 | 20.4 |
| 13 20 | 4591 | 2.92 | 5065 | 2.91 | 5503 | 2.90 | 5911 | 2.89 | 8 | 23.4 | 23.3 |
| 15 0 | 4883 | 2.92 | 5356 | 2.90 | 5793 | 2.89 | 6200 | 2.89 | 9 | 26.3 | 26.2 |
| 16 40 | 5174 | 2.91 | 5646 | 2.90 | 6082 | 2.90 | 6489 | 2.89 | | | |
| 18 20 | 5465 | 2.91 | 5936 | 2.90 | 6372 | 2.89 | 6777 | 2.88 | | | |
| | | 2.92 | | 2.91 | | 2.89 | | 2.89 | | 290 | 289 |
| 20 0 | 1.685757 | 2.91 | 1.696227 | 2.90 | 1.706661 | 2.90 | 1.717066 | 2.89 | 1 | 2.9 | 2.9 |
| 21 40 | 6048 | 2.92 | 6517 | 2.90 | 6951 | 2.89 | 7355 | 2.88 | 2 | 5.8 | 5.8 |
| 23 20 | 6340 | 2.91 | 6807 | 2.90 | 7240 | 2.89 | 7643 | 2.88 | 3 | 8.7 | 8.7 |
| 25 0 | 6631 | 2.92 | 7097 | 2.90 | 7529 | 2.89 | 7932 | 2.89 | 4 | 11.6 | 11.6 |
| 26 40 | 6922 | 2.91 | 7388 | 2.91 | 7819 | 2.90 | 8220 | 2.88 | 5 | 14.5 | 14.5 |
| 28 20 | 7213 | 2.91 | 7678 | 2.90 | 8108 | 2.89 | 8509 | 2.89 | 6 | 17.4 | 17.3 |
| | | 2.91 | | 2.90 | | 2.89 | | 2.88 | 7 | 20.3 | 20.2 |
| 30 0 | 1.687504 | 2.92 | 1.697968 | 2.90 | 1.708397 | 2.90 | 1.718797 | 2.89 | 8 | 23.2 | 23.1 |
| 31 40 | 7796 | 2.91 | 8258 | 2.90 | 8687 | 2.89 | 9086 | 2.88 | 9 | 26.1 | 26.0 |
| 33 20 | 8087 | 2.92 | 8548 | 2.90 | 8976 | 2.89 | 9374 | 2.88 | | | |
| 35 0 | 8378 | 2.91 | 8838 | 2.90 | 9265 | 2.89 | 9663 | 2.89 | | 288 | |
| 36 40 | 8669 | 2.91 | 9128 | 2.90 | 9554 | 2.89 | 1.719951 | 2.88 | 1 | 2.9 | |
| 38 20 | 8960 | 2.91 | 9418 | 2.90 | 1.709843 | 2.89 | 1.720240 | 2.89 | 2 | 5.8 | |
| | | 2.91 | | 2.91 | | 2.90 | | 2.88 | 3 | 8.6 | |
| 40 0 | 1.689251 | 2.92 | 1.699709 | 2.89 | 1.710133 | 2.89 | 1.720528 | 2.89 | 4 | 11.5 | |
| 41 40 | 9542 | 2.91 | 9998 | 2.90 | 0422 | 2.89 | 0817 | 2.88 | 5 | 14.4 | |
| 43 20 | 1.689833 | 2.91 | 1.700288 | 2.90 | 0711 | 2.89 | 1105 | 2.88 | 6 | 17.3 | |
| 45 0 | 1.690124 | 2.91 | 0578 | 2.90 | 1000 | 2.89 | 1393 | 2.88 | 7 | 20.2 | |
| 46 40 | 0415 | 2.91 | 0868 | 2.90 | 1289 | 2.89 | 1682 | 2.89 | 8 | 23.0 | |
| 48 20 | 0706 | 2.91 | 1158 | 2.90 | 1578 | 2.89 | 1970 | 2.88 | 9 | 25.9 | |
| | | 2.90 | | 2.90 | | 2.89 | | 2.89 | | | |
| 50 0 | 1.690996 | 2.91 | 1.701448 | 2.90 | 1.711867 | 2.89 | 1.722259 | 2.88 | | | |
| 51 40 | 1287 | 2.91 | 1738 | 2.90 | 2156 | 2.89 | 2547 | 2.88 | | | |
| 53 20 | 1578 | 2.91 | 2028 | 2.89 | 2445 | 2.89 | 2835 | 2.88 | | | |
| 55 0 | 1869 | 2.91 | 2317 | 2.89 | 2734 | 2.89 | 3123 | 2.88 | | | |
| 56 40 | 2160 | 2.91 | 2607 | 2.90 | 3023 | 2.89 | 3412 | 2.89 | | | |
| 58 20 | 2450 | 2.90 | 2897 | 2.90 | 3312 | 2.89 | 3700 | 2.88 | | | |
| | | 2.91 | | 2.90 | | 2.89 | | 2.88 | | | |
| 60 0 | 1.692741 | | 1.703187 | | 1.713601 | | 1.723988 | | | | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| ν | 64° | | 65° | | 66° | | 67° | | Proportionaltheile | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | |
| 0' 0" | 1.723988 | 2.88 | 1.731354 | 2.88 | 1.744703 | 2.87 | 1.755041 | 2.87 | | 289 |
| 1 40 | 4276 | 2.89 | 4642 | 2.87 | 4990 | 2.88 | 5328 | 2.87 | | |
| 3 20 | 4565 | 2.88 | 4929 | 2.88 | 5278 | 2.87 | 5615 | 2.87 | 1 | 2.9 |
| 5 0 | 4853 | 2.88 | 5217 | 2.88 | 5565 | 2.87 | 5902 | 2.87 | 2 | 5.8 |
| 6 40 | 5141 | 2.88 | 5505 | 2.88 | 5852 | 2.87 | 6189 | 2.87 | 3 | 8.7 |
| 8 20 | 5429 | 2.88 | 5792 | 2.87 | 6140 | 2.88 | 6476 | 2.87 | 4 | 11.6 |
| | | 3.88 | | 2.88 | | 2.87 | | 2.87 | 5 | 14.5 |
| 10 0 | 1.725717 | 2.88 | 1.726080 | 2.87 | 1.746427 | 2.87 | 1.756763 | 2.87 | 6 | 17.3 |
| 11 40 | 6005 | 2.88 | 6367 | 2.88 | 6714 | 2.87 | 7050 | 2.87 | 7 | 20.2 |
| 13 20 | 6293 | 2.88 | 6655 | 2.88 | 7001 | 2.87 | 7337 | 2.87 | 8 | 23.1 |
| 15 0 | 6581 | 2.88 | 6943 | 2.88 | 7288 | 2.87 | 7624 | 2.87 | 9 | 26.0 |
| 16 40 | 6869 | 3.88 | 7230 | 2.87 | 7576 | 2.88 | 7911 | 2.87 | | |
| 18 20 | 7158 | 2.89 | 7518 | 2.88 | 7863 | 2.87 | 8198 | 2.87 | | |
| | | 2.88 | | 2.87 | | 2.87 | | 2.86 | 1 | 2.9 |
| 20 0 | 1.727446 | 2.88 | 1.737805 | 2.88 | 1.748150 | 2.87 | 1.758484 | 2.87 | 2 | 5.8 |
| 21 40 | 7734 | 2.88 | 8093 | 2.87 | 8437 | 2.87 | 8771 | 2.87 | 3 | 8.6 |
| 23 20 | 8022 | 2.88 | 8380 | 2.88 | 8724 | 2.88 | 9058 | 2.87 | 4 | 11.5 |
| 25 0 | 8310 | 2.88 | 8668 | 2.88 | 9012 | 2.87 | 9345 | 2.87 | 5 | 14.4 |
| 26 40 | 8598 | 2.88 | 8955 | 2.87 | 9299 | 2.87 | 9632 | 2.87 | 6 | 17.3 |
| 28 20 | 8886 | 2.88 | 9243 | 2.88 | 9586 | 2.87 | 1.759919 | 2.87 | 7 | 20.2 |
| | | 2.87 | | 2.87 | | 2.87 | | 2.87 | 8 | 23.0 |
| | | | | | | | | | 9 | 25.9 |
| 30 0 | 1.729173 | 2.88 | 1.739530 | 2.88 | 1.749873 | 2.87 | 1.760206 | 2.87 | | |
| 31 40 | 9461 | 2.88 | 1.739818 | 2.87 | 1.750160 | 2.87 | 0493 | 2.87 | | |
| 33 20 | 1.729749 | 2.88 | 1.740105 | 2.88 | 0447 | 2.87 | 0780 | 2.87 | | 287 |
| 35 0 | 1.730037 | 2.88 | 0393 | 2.88 | 0734 | 2.87 | 1067 | 2.87 | | |
| 36 40 | 0325 | 2.88 | 0680 | 2.87 | 1022 | 2.88 | 1354 | 2.87 | 1 | 2.9 |
| 38 20 | 0613 | 2.88 | 0968 | 2.88 | 1309 | 2.87 | 1641 | 2.87 | 2 | 5.7 |
| | | 2.88 | | 2.87 | | 2.87 | | 2.87 | 3 | 8.6 |
| | | | | | | | | | 4 | 11.5 |
| 40 0 | 1.730901 | 2.88 | 1.741255 | 2.87 | 1.751596 | 2.87 | 1.761928 | 2.87 | 5 | 14.4 |
| 41 40 | 1189 | 2.87 | 1542 | 2.88 | 1883 | 2.87 | 2215 | 2.87 | 6 | 17.2 |
| 43 20 | 1476 | 2.88 | 1830 | 2.87 | 2170 | 2.87 | 2502 | 2.87 | 7 | 20.1 |
| 45 0 | 1764 | 2.88 | 2117 | 2.87 | 2457 | 2.87 | 2789 | 2.87 | 8 | 23.0 |
| 46 40 | 2052 | 2.88 | 2405 | 2.88 | 2744 | 2.87 | 3076 | 2.86 | 9 | 25.8 |
| 48 20 | 2340 | 2.88 | 2692 | 2.87 | 3031 | 2.87 | 3362 | 2.87 | | |
| | | 2.88 | | 2.87 | | 2.87 | | 2.87 | | 286 |
| 50 0 | 1.732628 | 2.87 | 1.742979 | 2.88 | 1.753318 | 2.87 | 1.763649 | 2.87 | 1 | 2.9 |
| 51 40 | 2915 | 2.88 | 3267 | 2.87 | 3605 | 2.87 | 3936 | 2.87 | 2 | 5.7 |
| 53 20 | 3203 | 2.88 | 3554 | 2.87 | 3892 | 2.87 | 4223 | 2.87 | 3 | 8.6 |
| 55 0 | 3491 | 2.88 | 3841 | 2.87 | 4179 | 2.87 | 4510 | 2.87 | 4 | 11.4 |
| 56 40 | 3779 | 2.87 | 4129 | 2.87 | 4466 | 2.87 | 4797 | 2.87 | 5 | 14.3 |
| 58 20 | 4066 | 2.88 | 4416 | 2.87 | 4753 | 2.88 | 5084 | 2.87 | 6 | 17.2 |
| | | 2.88 | | 2.87 | | 2.88 | | 2.87 | 7 | 20.0 |
| 60 0 | 1.734354 | | 1.744703 | | 1.755041 | | 1.765371 | | 8 | 22.9 |
| | | | | | | | | | 9 | 25.7 |



Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| v | 68° | | 69° | | 70° | | 71° | | Proportionaltheile |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|
| | log M | Diff. 1" | log M | Diff. 1" | log M | Diff. 1" | log M | Diff. 1" | |
| 0' 0" | 1.765371 | 2.87 | 1.775699 | 2.86 | 1.786028 | 2.87 | 1.796365 | 2.87 | |
| 1 40 | 5658 | 2.87 | 5985 | 2.87 | 6315 | 2.87 | 6652 | 2.88 | |
| 3 20 | 5945 | 2.86 | 6272 | 2.87 | 6602 | 2.87 | 6940 | 2.87 | |
| 5 0 | 6231 | 2.87 | 6559 | 2.87 | 6889 | 2.88 | 7227 | 2.87 | |
| 6 40 | 6518 | 2.87 | 6846 | 2.87 | 7177 | 2.87 | 7514 | 2.87 | |
| 8 20 | 6805 | 2.87 | 7133 | 2.87 | 7464 | 2.87 | 7801 | 2.87 | 286 |
| | | 2.87 | | 2.87 | | 2.87 | | 2.88 | 1 2.9 |
| 10 0 | 1.767092 | 2.87 | 1.777420 | 2.87 | 1.787751 | 2.87 | 1.798089 | 2.87 | 2 5.7 |
| 11 40 | 7379 | 2.87 | 7707 | 2.87 | 8038 | 2.87 | 8376 | 2.87 | 3 8.6 |
| 13 20 | 7666 | 2.87 | 7994 | 2.87 | 8325 | 2.87 | 8663 | 2.87 | 4 11.4 |
| 15 0 | 7953 | 2.87 | 8281 | 2.87 | 8612 | 2.87 | 8951 | 2.88 | 5 14.3 |
| 16 40 | 8240 | 2.87 | 8568 | 2.87 | 8899 | 2.87 | 9238 | 2.87 | 6 17.2 |
| 18 20 | 8526 | 2.86 | 8854 | 2.86 | 9186 | 2.87 | 9526 | 2.88 | 7 20.0 |
| | | 2.87 | | 2.87 | | 2.87 | | 2.87 | 8 22.9 |
| 20 0 | 1.768813 | 2.87 | 1.779141 | 2.87 | 1.789473 | 2.87 | 1.799813 | 2.87 | 9 25.7 |
| 21 40 | 9100 | 2.87 | 9428 | 2.87 | 1.789760 | 2.87 | 1.800100 | 2.87 | |
| 23 20 | 9387 | 2.87 | 1.779715 | 2.87 | 1.790047 | 2.87 | 0388 | 2.88 | 287 |
| 25 0 | 9674 | 2.87 | 1.780002 | 2.87 | 0334 | 2.87 | 0675 | 2.87 | 1 2.9 |
| 26 40 | 1.769961 | 2.87 | 0289 | 2.87 | 0621 | 2.88 | 0962 | 2.87 | 2 5.7 |
| 28 20 | 1.770248 | 2.87 | 0576 | 2.87 | 0909 | 2.88 | 1250 | 2.88 | 3 8.6 |
| | | 2.87 | | 2.87 | | 2.87 | | 2.87 | 4 11.5 |
| 30 0 | 1.770535 | 2.87 | 1.780863 | 2.87 | 1.791196 | 2.87 | 1.801537 | 2.88 | 5 14.4 |
| 31 40 | 0822 | 2.87 | 1150 | 2.87 | 1483 | 2.87 | 1825 | 2.88 | 6 17.2 |
| 33 20 | 1108 | 2.86 | 1437 | 2.87 | 1770 | 2.87 | 2112 | 2.87 | 7 20.1 |
| 35 0 | 1395 | 2.87 | 1724 | 2.87 | 2057 | 2.87 | 2400 | 2.88 | 8 23.0 |
| 36 40 | 1682 | 2.87 | 2011 | 2.87 | 2344 | 2.87 | 2687 | 2.87 | 9 25.8 |
| 38 20 | 1969 | 2.87 | 2298 | 2.87 | 2631 | 2.87 | 2975 | 2.88 | |
| | | 2.87 | | 2.87 | | 2.87 | | 2.87 | 288 |
| 40 0 | 1.772256 | 2.87 | 1.782585 | 2.87 | 1.792918 | 2.88 | 1.803262 | 2.88 | 1 2.9 |
| 41 40 | 2543 | 2.87 | 2872 | 2.87 | 3206 | 2.87 | 3550 | 2.87 | 2 5.8 |
| 43 20 | 2830 | 2.87 | 3159 | 2.87 | 3493 | 2.87 | 3837 | 2.87 | 3 8.6 |
| 45 0 | 3117 | 2.87 | 3445 | 2.86 | 3780 | 2.87 | 4125 | 2.88 | 4 11.5 |
| 46 40 | 3403 | 2.86 | 3732 | 2.87 | 4067 | 2.87 | 4412 | 2.87 | 5 14.4 |
| 48 20 | 3690 | 2.87 | 4019 | 2.87 | 4354 | 2.87 | 4700 | 2.88 | 6 17.3 |
| | | 2.87 | | 2.87 | | 2.88 | | 2.87 | 7 20.2 |
| 50 0 | 1.773977 | 2.87 | 1.784306 | 2.87 | 1.794642 | 2.88 | 1.804987 | 2.87 | 8 23.0 |
| 51 40 | 4264 | 2.87 | 4593 | 2.87 | 4929 | 2.87 | 5275 | 2.88 | 9 25.9 |
| 53 20 | 4551 | 2.87 | 4880 | 2.87 | 5216 | 2.87 | 5562 | 2.87 | |
| 55 0 | 4838 | 2.87 | 5167 | 2.87 | 5503 | 2.87 | 5850 | 2.88 | |
| 56 40 | 5125 | 2.87 | 5454 | 2.87 | 5791 | 2.88 | 6138 | 2.88 | |
| 58 20 | 5412 | 2.87 | 5741 | 2.87 | 6078 | 2.87 | 6425 | 2.87 | |
| | | 2.87 | | 2.87 | | 2.87 | | 2.88 | |
| 60 0 | 1.775699 | | 1.786028 | | 1.796365 | | 2.806713 | | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| v | 72° | | 73° | | 74° | | 75° | | Proportional- theile |
|-------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|-------------------------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | |
| 0' 0" | 1·806713 | 2·88 | 1·817077 | 2·88 | 1·827460 | 2·89 | 1·837869 | 2·89 | |
| 1 40 | 7001 | 2·87 | 7365 | 2·88 | 7749 | 2·89 | 8158 | 2·90 | 287 |
| 3 20 | 7288 | 2·88 | 7653 | 2·88 | 8038 | 2·89 | 8448 | 2·90 | 1 2·9 |
| 5 0 | 7576 | 2·88 | 7941 | 2·88 | 8327 | 2·89 | 8737 | 2·89 | 2 5·7 |
| 6 40 | 7864 | 2·88 | 8229 | 2·88 | 8615 | 2·88 | 9027 | 2·90 | 3 8·6 |
| 8 20 | 8151 | 2·87 | 8517 | 2·88 | 8904 | 2·89 | 9316 | 2·89 | 4 11·5 |
| | | 2·88 | | 2·89 | | 2·89 | | 2·90 | 5 14·4 |
| 10 0 | 1·808439 | 2·88 | 1·818806 | 2·88 | 1·829193 | 2·89 | 1·839606 | 2·90 | 6 17·2 |
| 11 40 | 8727 | 2·87 | 9094 | 2·88 | 9482 | 2·89 | 1·839896 | 2·89 | 7 20·1 |
| 13 20 | 9014 | 2·88 | 9382 | 2·88 | 1·829771 | 2·89 | 1·840185 | 2·89 | 8 23·0 |
| 15 0 | 9302 | 2·88 | 9670 | 2·88 | 1·830060 | 2·89 | 0475 | 2·90 | 9 25·8 |
| 16 40 | 9590 | 2·88 | 1·819959 | 2·88 | 0349 | 2·89 | 0765 | 2·90 | |
| 18 20 | 1·809878 | 2·88 | 1·820247 | 2·88 | 0638 | 2·89 | 1055 | 2·90 | 288 |
| | | 2·88 | | 2·88 | | 2·89 | | 2·89 | 1 2·9 |
| 20 0 | 1·810166 | 2·87 | 1·820535 | 2·89 | 1·830927 | 2·89 | 1·841344 | 2·90 | 2 5·8 |
| 21 40 | 0453 | 2·88 | 0821 | 2·88 | 1216 | 2·89 | 1634 | 2·90 | 3 8·6 |
| 23 20 | 0741 | 2·88 | 1112 | 2·88 | 1504 | 2·88 | 1924 | 2·90 | 4 11·5 |
| 25 0 | 1029 | 2·88 | 1400 | 2·88 | 1794 | 2·90 | 2214 | 2·90 | 5 14·4 |
| 26 40 | 1317 | 2·88 | 1689 | 2·89 | 2083 | 2·89 | 2504 | 2·90 | 6 17·3 |
| 28 20 | 1605 | 2·88 | 1977 | 2·88 | 2372 | 2·89 | 2794 | 2·90 | 7 20·2 |
| | | 2·87 | | 2·89 | | 2·89 | | 2·89 | 8 23·0 |
| 30 0 | 1·811892 | 2·88 | 1·822266 | 2·88 | 1·832661 | 2·89 | 1·843083 | 2·90 | 9 25·9 |
| 31 40 | 2180 | 2·88 | 2554 | 2·88 | 2950 | 2·89 | 3373 | 2·90 | |
| 33 20 | 2468 | 2·88 | 2843 | 2·89 | 3239 | 2·89 | 3663 | 2·90 | 289 |
| 35 0 | 2756 | 2·88 | 3131 | 2·88 | 3528 | 2·89 | 3953 | 2·90 | |
| 36 40 | 3044 | 2·88 | 3419 | 2·88 | 3818 | 2·90 | 4243 | 2·90 | 1 2·9 |
| 38 20 | 3332 | 2·88 | 3708 | 2·89 | 4107 | 2·89 | 4533 | 2·90 | 2 5·8 |
| | | 2·88 | | 2·89 | | 2·89 | | 2·90 | 3 8·7 |
| 40 0 | 1·813620 | 2·88 | 1·823997 | 2·88 | 1·834396 | 2·89 | 1·844823 | 2·91 | 4 11·6 |
| 41 40 | 3908 | 2·88 | 4285 | 2·88 | 4685 | 2·89 | 5114 | 2·91 | 5 14·5 |
| 43 20 | 4196 | 2·88 | 4574 | 2·89 | 4975 | 2·90 | 5404 | 2·90 | 6 17·3 |
| 45 0 | 4484 | 2·88 | 4862 | 2·88 | 5264 | 2·89 | 5694 | 2·90 | 7 20·2 |
| 46 40 | 4772 | 2·88 | 5151 | 2·89 | 5553 | 2·89 | 5984 | 2·90 | 8 23·1 |
| 48 20 | 5060 | 2·88 | 5439 | 2·88 | 5843 | 2·90 | 6274 | 2·90 | 9 26·0 |
| | | 2·88 | | 2·89 | | 2·89 | | 2·90 | 290 |
| 50 0 | 1·815348 | 2·88 | 1·825728 | 2·89 | 1·836132 | 2·89 | 1·846564 | 2·91 | 1 2·9 |
| 51 40 | 5636 | 2·88 | 6017 | 2·88 | 6421 | 2·89 | 6855 | 2·91 | 2 5·8 |
| 53 20 | 5924 | 2·88 | 6305 | 2·88 | 6711 | 2·90 | 7145 | 2·90 | 3 8·7 |
| 55 0 | 6212 | 2·88 | 6594 | 2·89 | 7000 | 2·89 | 7435 | 2·90 | 4 11·6 |
| 56 40 | 6500 | 2·88 | 6883 | 2·89 | 7290 | 2·90 | 7725 | 2·91 | 5 14·5 |
| 58 20 | 6788 | 2·88 | 7172 | 2·89 | 7579 | 2·89 | 8016 | 2·91 | 6 17·4 |
| | | 2·89 | | 2·88 | | 2·90 | | 2·90 | 7 20·3 |
| 60 0 | 1·817077 | | 1·827460 | | 1·837869 | | 1·848306 | | 8 23·2 |
| | | | | | | | | | 9 26·1 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| v | 76° | | 77° | | 78° | | 79° | | Proportionaltheile | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | |
| 0' 0' | 1.848906 | | 1.858777 | | 1.869286 | | 1.879837 | | | | |
| 1 40 | 8596 | 2.90 | 9068 | 2.91 | 9578 | 2.92 | 1.880131 | 2.94 | | | |
| 3 20 | 8887 | 2.91 | 9360 | 2.92 | 1.869871 | 2.93 | 0424 | 2.93 | | | |
| 5 0 | 9177 | 2.90 | 9651 | 2.91 | 1.870163 | 2.92 | 0718 | 2.94 | | | |
| 6 40 | 9468 | 2.91 | 1.859943 | 2.92 | 0456 | 2.93 | 1012 | 2.91 | | 2.90 | 2.91 |
| 8 20 | 1.849758 | 2.90 | 1.860234 | 2.91 | 0749 | 2.93 | 1306 | 2.94 | 1 | 2.9 | 2.9 |
| | | 2.91 | | 2.92 | | 2.92 | | 2.94 | 2 | 5.8 | 5.8 |
| 10 0 | 1.850049 | | 1.860526 | | 1.871041 | | 1.881600 | | 3 | 8.7 | 8.7 |
| 11 40 | 0640 | 2.91 | 0817 | 2.91 | 1334 | 2.93 | 1894 | 2.94 | 4 | 11.6 | 11.6 |
| 13 20 | 0630 | 2.90 | 1109 | 2.92 | 1627 | 2.93 | 2188 | 2.94 | 5 | 14.5 | 14.6 |
| 15 0 | 0920 | 2.90 | 1400 | 2.91 | 1919 | 2.92 | 2482 | 2.94 | 6 | 17.4 | 17.5 |
| 16 40 | 1211 | 2.91 | 1692 | 2.92 | 2212 | 2.93 | 2776 | 2.94 | 7 | 20.3 | 20.4 |
| 18 20 | 1502 | 2.91 | 1984 | 2.92 | 2505 | 2.93 | 3070 | 2.94 | 8 | 23.2 | 23.3 |
| | | 2.90 | | 2.91 | | 2.93 | | 2.94 | 9 | 26.1 | 26.2 |
| 20 0 | 1.851792 | | 1.862275 | | 1.872798 | | 1.883364 | | | | |
| 21 40 | 2083 | 2.91 | 2567 | 2.92 | 3091 | 2.93 | 3658 | 2.94 | | | |
| 23 20 | 2374 | 2.91 | 2859 | 2.92 | 3381 | 2.93 | 3953 | 2.95 | | 2.92 | 2.93 |
| 25 0 | 2665 | 2.91 | 3151 | 2.92 | 3677 | 2.93 | 4247 | 2.94 | 1 | 2.9 | 2.9 |
| 26 40 | 2955 | 2.90 | 3443 | 2.92 | 3970 | 2.93 | 4541 | 2.94 | 2 | 5.8 | 5.9 |
| 28 20 | 3246 | 2.91 | 3734 | 2.91 | 4263 | 2.93 | 4835 | 2.94 | 3 | 8.8 | 8.8 |
| | | 2.91 | | 2.92 | | 2.93 | | 2.95 | 4 | 11.7 | 11.7 |
| 30 0 | 1.853537 | | 1.864026 | | 1.874556 | | 1.885130 | | 5 | 14.6 | 14.7 |
| 31 40 | 3828 | 2.91 | 4318 | 2.92 | 4849 | 2.93 | 5424 | 2.94 | 6 | 17.5 | 17.6 |
| 33 20 | 4119 | 2.91 | 4610 | 2.92 | 5142 | 2.93 | 5719 | 2.95 | 7 | 20.4 | 20.5 |
| 35 0 | 4410 | 2.91 | 4902 | 2.92 | 5435 | 2.93 | 6013 | 2.94 | 8 | 23.4 | 23.4 |
| 36 40 | 4701 | 2.91 | 5194 | 2.92 | 5728 | 2.93 | 6308 | 2.95 | 9 | 26.3 | 26.4 |
| 38 20 | 4992 | 2.91 | 5486 | 2.92 | 6022 | 2.94 | 6602 | 2.94 | | | |
| | | 2.91 | | 2.92 | | 2.93 | | 2.95 | | 2.94 | 2.95 |
| 40 0 | 1.855283 | | 1.865778 | | 1.876315 | | 1.886897 | | 1 | 2.9 | 3.0 |
| 41 40 | 5574 | 2.91 | 6070 | 2.92 | 6608 | 2.93 | 7191 | 2.94 | 2 | 5.9 | 5.9 |
| 43 20 | 5865 | 2.91 | 6363 | 2.93 | 6902 | 2.94 | 7486 | 2.95 | 3 | 8.8 | 8.9 |
| 45 0 | 6156 | 2.91 | 6655 | 2.92 | 7195 | 2.93 | 7781 | 2.95 | 4 | 11.8 | 11.8 |
| 46 40 | 6447 | 2.91 | 6947 | 2.92 | 7488 | 2.93 | 8076 | 2.95 | 5 | 14.7 | 14.8 |
| 48 20 | 6738 | 2.91 | 7239 | 2.92 | 7782 | 2.94 | 8370 | 2.94 | 6 | 17.6 | 17.7 |
| | | 2.91 | | 2.92 | | 2.93 | | 2.95 | 7 | 20.6 | 20.7 |
| 50 0 | 1.857029 | | 1.867531 | | 1.878075 | | 1.888665 | | 8 | 23.5 | 23.6 |
| 51 40 | 7321 | 2.92 | 7824 | 2.93 | 8369 | 2.94 | 8960 | 2.95 | 9 | 26.5 | 26.6 |
| 53 20 | 7612 | 2.91 | 8116 | 2.92 | 8662 | 2.93 | 9255 | 2.95 | | | |
| 55 0 | 7903 | 2.91 | 8408 | 2.92 | 8956 | 2.94 | 9550 | 2.95 | | | |
| 56 40 | 8194 | 2.91 | 8701 | 2.93 | 9250 | 2.94 | 1.889845 | 2.95 | | | |
| 58 20 | 8486 | 2.92 | 8993 | 2.92 | 9543 | 2.93 | 1.890140 | 2.95 | | | |
| | | 2.91 | | 2.93 | | 2.94 | | 2.95 | | | |
| 60 0 | 1.858777 | | 1.869286 | | 1.879837 | | 1.890435 | | | | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2q^3}}$

| v | 80° | | 81° | | 82° | | 83° | | Proportionaltheile | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | |
| 0' 0" | 1.890435 | 2.95 | 1.901084 | 2.97 | 1.911789 | 2.99 | 1.922555 | 3.00 | | 295 | 296 |
| 1 40 | 0730 | 2.95 | 1381 | 2.96 | 2088 | 2.98 | 2855 | 3.00 | | | |
| 3 20 | 1025 | 2.95 | 1677 | 2.97 | 2386 | 2.98 | 3155 | 3.00 | 1 | 3.0 | 3.0 |
| 5 0 | 1320 | 2.95 | 1974 | 2.97 | 2684 | 2.98 | 3455 | 3.00 | 2 | 5.9 | 5.9 |
| 6 40 | 1616 | 2.96 | 2271 | 2.97 | 2982 | 2.98 | 3755 | 3.00 | 3 | 8.9 | 8.9 |
| 8 20 | 1911 | 2.95 | 2568 | 2.97 | 3281 | 2.99 | 4055 | 3.00 | 4 | 11.8 | 11.8 |
| | | 2.95 | | 2.96 | | 2.98 | | 3.00 | 5 | 14.8 | 14.8 |
| 10 0 | 1.892206 | 2.95 | 1.902864 | 2.97 | 1.913579 | 2.99 | 1.924355 | 3.01 | 6 | 17.7 | 17.8 |
| 11 40 | 2501 | 2.96 | 3161 | 2.97 | 3878 | 2.98 | 4656 | 3.00 | 7 | 20.7 | 20.7 |
| 13 20 | 2797 | 2.95 | 3458 | 2.97 | 4176 | 2.99 | 4956 | 3.00 | 8 | 23.6 | 23.7 |
| 15 0 | 3092 | 2.95 | 3755 | 2.97 | 4475 | 2.99 | 5256 | 3.00 | 9 | 26.6 | 26.6 |
| 16 40 | 3388 | 2.96 | 4052 | 2.97 | 4773 | 2.98 | 5557 | 3.01 | | | |
| 18 20 | 3683 | 2.95 | 4349 | 2.97 | 5072 | 2.99 | 5857 | 3.00 | | 297 | 298 |
| | | 2.96 | | 2.97 | | 2.99 | | 3.01 | 1 | 3.0 | 3.0 |
| 20 0 | 1.893979 | 2.95 | 1.904646 | 2.97 | 1.915371 | 2.99 | 1.926158 | 3.00 | 2 | 5.9 | 6.0 |
| 21 40 | 4274 | 2.96 | 4943 | 2.97 | 5670 | 2.98 | 6458 | 3.01 | 3 | 8.9 | 8.9 |
| 23 20 | 4570 | 2.96 | 5240 | 2.97 | 5968 | 2.99 | 6759 | 3.00 | 4 | 11.9 | 11.9 |
| 25 0 | 4866 | 2.96 | 5538 | 2.98 | 6267 | 2.99 | 7059 | 3.00 | 5 | 14.9 | 14.9 |
| 26 40 | 5161 | 2.95 | 5835 | 2.97 | 6566 | 2.99 | 7360 | 3.01 | 6 | 17.8 | 17.9 |
| 28 20 | 5457 | 2.96 | 6132 | 2.97 | 6865 | 2.99 | 7661 | 3.01 | 7 | 20.8 | 20.9 |
| | | 2.96 | | 2.97 | | 2.99 | | 3.01 | 8 | 23.8 | 23.8 |
| 30 0 | 1.895753 | 2.96 | 1.906429 | 2.98 | 1.917164 | 2.99 | 1.927962 | 3.01 | 9 | 26.7 | 26.8 |
| 31 40 | 6049 | 2.96 | 6727 | 2.97 | 7463 | 2.99 | 8263 | 3.00 | | | |
| 33 20 | 6345 | 2.96 | 7024 | 2.97 | 7762 | 2.99 | 8563 | 3.00 | | 299 | 300 |
| 35 0 | 6640 | 2.95 | 7322 | 2.98 | 8062 | 3.00 | 8864 | 3.01 | | | |
| 36 40 | 6936 | 2.96 | 7619 | 2.97 | 8361 | 2.99 | 9165 | 3.01 | 1 | 3.0 | 3.0 |
| 38 20 | 7232 | 2.96 | 7917 | 2.98 | 8660 | 2.99 | 9467 | 3.02 | 2 | 6.0 | 6.0 |
| | | 2.96 | | 2.97 | | 2.99 | | 3.01 | 3 | 9.0 | 9.0 |
| 40 0 | 1.897528 | 2.97 | 1.908214 | 2.98 | 1.918959 | 3.00 | 1.929768 | 3.01 | 4 | 12.0 | 12.0 |
| 41 40 | 7825 | 2.96 | 8512 | 2.98 | 9259 | 3.00 | 1.930069 | 3.01 | 5 | 15.0 | 15.0 |
| 43 20 | 8121 | 2.96 | 8810 | 2.98 | 9558 | 2.99 | 0370 | 3.01 | 6 | 17.9 | 18.0 |
| 45 0 | 8417 | 2.96 | 9108 | 2.98 | 9858 | 3.00 | 0671 | 3.01 | 7 | 20.9 | 21.0 |
| 46 40 | 8713 | 2.96 | 9405 | 2.97 | 1.919858 | 2.99 | 0973 | 3.02 | 8 | 23.9 | 24.0 |
| 48 20 | 9009 | 2.96 | 9703 | 2.98 | 1.920157 | 3.00 | 1274 | 3.01 | 9 | 26.9 | 27.0 |
| | | 2.97 | | 2.98 | | 2.99 | | 3.02 | | | |
| 50 0 | 1.899306 | 2.96 | 1.910001 | 2.98 | 1.920756 | 3.00 | 1.931576 | 3.01 | | 301 | 302 |
| 51 40 | 9602 | 2.96 | 0299 | 2.98 | 1056 | 3.00 | 1877 | 3.02 | 1 | 3.0 | 3.0 |
| 53 20 | 1.899898 | 2.96 | 0597 | 2.98 | 1356 | 3.00 | 2179 | 3.02 | 2 | 6.0 | 6.0 |
| 55 0 | 1.900195 | 2.97 | 0895 | 2.98 | 1655 | 2.99 | 2480 | 3.01 | 3 | 9.0 | 9.1 |
| 56 40 | 0491 | 2.96 | 1193 | 2.98 | 1955 | 3.00 | 2782 | 3.02 | 4 | 12.0 | 12.1 |
| 58 20 | 0788 | 2.97 | 1491 | 2.98 | 2255 | 3.00 | 3084 | 3.02 | 5 | 15.1 | 15.1 |
| | | 2.96 | | 2.98 | | 3.00 | | 3.01 | 6 | 18.1 | 18.1 |
| 60 0 | 1.901084 | | 1.911789 | | 1.922555 | | 1.933385 | | 7 | 21.1 | 21.1 |
| | | | | | | | | | 8 | 24.1 | 24.2 |
| | | | | | | | | | 9 | 27.1 | 27.2 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| ν | 84° | | 85° | | 86° | | 87° | | Proportionaltheile | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | |
| 0' 0" | 1.933385 | | 1.944286 | | 1.955260 | | 1.966314 | | | |
| 1 40 | 3687 | 3.02 | 4589 | 3.03 | 5566 | 3.06 | 6622 | 3.08 | 303 | 304 |
| 3 20 | 3989 | 3.02 | 4893 | 3.04 | 5872 | 3.06 | 6931 | 3.09 | 1 | 3.0 |
| 5 0 | 4291 | 3.02 | 5197 | 3.04 | 6178 | 3.06 | 7239 | 3.08 | 2 | 6.1 |
| 6 40 | 4593 | 3.02 | 5501 | 3.04 | 6484 | 3.06 | 7547 | 3.08 | 3 | 9.1 |
| 8 20 | 4895 | 3.02 | 5805 | 3.04 | 6791 | 3.07 | 7856 | 3.09 | 4 | 12.1 |
| | | 3.02 | | 3.04 | | 3.06 | | 3.08 | 5 | 15.2 |
| 10 0 | 1.935197 | | 1.946109 | | 1.957097 | | 1.968164 | | 6 | 18.2 |
| 11 40 | 5499 | 3.02 | 6413 | 3.04 | 7403 | 3.06 | 8473 | 3.09 | 7 | 21.2 |
| 13 20 | 5801 | 3.02 | 6718 | 3.05 | 7710 | 3.07 | 8782 | 3.09 | 8 | 24.2 |
| 15 0 | 6104 | 3.03 | 7022 | 3.04 | 8016 | 3.06 | 9091 | 3.09 | 9 | 27.3 |
| 16 40 | 6406 | 3.02 | 7326 | 3.04 | 8323 | 3.07 | 9399 | 3.08 | | |
| 18 20 | 6708 | 3.02 | 7631 | 3.05 | 8629 | 3.06 | 1.969708 | 3.09 | | |
| | | 3.03 | | 3.04 | | 3.07 | | 3.09 | 1 | 3.1 |
| 20 0 | 1.937011 | | 1.947935 | | 1.958936 | | 1.970017 | | 2 | 6.1 |
| 21 40 | 7313 | 3.02 | 8240 | 3.05 | 9243 | 3.07 | 10326 | 3.09 | 3 | 9.2 |
| 23 20 | 7616 | 3.03 | 8544 | 3.04 | 9549 | 3.06 | 10635 | 3.09 | 4 | 12.2 |
| 25 0 | 7918 | 3.02 | 8849 | 3.05 | 1.959856 | 3.07 | 10944 | 3.09 | 5 | 15.3 |
| 26 40 | 8221 | 3.03 | 9154 | 3.05 | 1.960163 | 3.07 | 1254 | 3.10 | 6 | 18.3 |
| 28 20 | 8524 | 3.03 | 9459 | 3.05 | 0470 | 3.07 | 1563 | 3.09 | 7 | 21.4 |
| | | 3.02 | | 3.04 | | 3.07 | | 3.09 | 8 | 24.4 |
| 30 0 | 1.938826 | | 1.949763 | | 1.960777 | | 1.971872 | | 9 | 27.5 |
| 31 40 | 9129 | 3.03 | 1.950068 | 3.05 | 1084 | 3.07 | 2182 | 3.10 | | |
| 33 20 | 9432 | 3.03 | 0373 | 3.05 | 1391 | 3.07 | 2491 | 3.09 | | |
| 35 0 | 1.939735 | | 0678 | 3.05 | 1698 | 3.07 | 2801 | 3.10 | 307 | 308 |
| 36 40 | 1.940038 | | 0983 | 3.05 | 2006 | 3.08 | 3110 | 3.09 | 1 | 3.1 |
| 38 20 | 0341 | 3.03 | 1288 | 3.05 | 2313 | 3.07 | 3420 | 3.10 | 2 | 6.1 |
| | | 3.03 | | 3.05 | | 3.07 | | 3.10 | 3 | 9.2 |
| 40 0 | 1.940644 | | 1.951593 | | 1.962620 | | 1.973730 | | 4 | 12.3 |
| 41 40 | 0947 | 3.03 | 1899 | 3.06 | 2928 | 3.08 | 4040 | 3.10 | 5 | 15.4 |
| 43 20 | 1251 | 3.04 | 2204 | 3.05 | 3235 | 3.07 | 4349 | 3.09 | 6 | 18.4 |
| 45 0 | 1554 | 3.03 | 2509 | 3.05 | 3543 | 3.08 | 4659 | 3.10 | 7 | 21.5 |
| 46 40 | 1857 | 3.03 | 2815 | 3.06 | 3851 | 3.08 | 4969 | 3.10 | 8 | 24.6 |
| 48 20 | 2160 | 3.03 | 3120 | 3.05 | 4158 | 3.07 | 5279 | 3.10 | 9 | 27.6 |
| | | 3.04 | | 3.06 | | 3.08 | | 3.11 | | |
| 50 0 | 1.942464 | | 1.953426 | | 1.964466 | | 1.975590 | | 309 | 310 |
| 51 40 | 2767 | 3.03 | 3731 | 3.05 | 4774 | 3.08 | 5900 | 3.10 | 1 | 3.1 |
| 53 20 | 3071 | 3.04 | 4037 | 3.06 | 5082 | 3.08 | 6210 | 3.10 | 2 | 6.2 |
| 55 0 | 3374 | 3.03 | 4343 | 3.06 | 5390 | 3.08 | 6521 | 3.11 | 3 | 9.3 |
| 56 40 | 3678 | 3.04 | 4649 | 3.06 | 5698 | 3.08 | 6831 | 3.10 | 4 | 12.4 |
| 58 20 | 3982 | 3.04 | 4954 | 3.05 | 6006 | 3.08 | 7141 | 3.10 | 5 | 15.5 |
| | | 3.04 | | 3.06 | | 3.08 | | 3.11 | 6 | 18.5 |
| 60 0 | 1.944286 | | 1.955260 | | 1.966314 | | 1.977452 | | 7 | 21.6 |
| | | | | | | | | | 8 | 24.7 |
| | | | | | | | | | 9 | 27.8 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| ν | 88° | | 89° | | 90° | | 91° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 1-977452 | 3-11 | 1-988679 | 3-13 | 2-000000 | 3-16 | 2-011420 | 3-19 | | 311 | 312 | 313 |
| 1 40 | 7763 | 3-10 | 8992 | 3-13 | 0316 | 3-16 | 1739 | 3-19 | | | | |
| 3 20 | 8073 | 3-11 | 9305 | 3-14 | 0632 | 3-16 | 2658 | 3-19 | 1 | 3-1 | 3-1 | 3-1 |
| 5 0 | 8384 | 3-11 | 9619 | 3-13 | 0948 | 3-16 | 2377 | 3-19 | 2 | 6-2 | 6-2 | 6-3 |
| 6 40 | 8695 | 3-11 | 1-989932 | 3-14 | 1264 | 3-16 | 2696 | 3-19 | 3 | 9-3 | 9-4 | 9-4 |
| 8 20 | 9006 | 3-11 | 1-990246 | 3-13 | 1580 | 3-16 | 3015 | 3-19 | 4 | 12-4 | 12-5 | 12-5 |
| | | 3-11 | | 3-13 | | 3-16 | | 3-19 | 5 | 15-6 | 15-6 | 15-7 |
| 10 0 | 1-979317 | 3-11 | 1-990559 | 3-14 | 2-001896 | 3-17 | 2-013334 | 3-19 | 6 | 18-7 | 18-7 | 18-8 |
| 11 40 | 9628 | 3-11 | 0873 | 3-13 | 2213 | 3-16 | 3653 | 3-19 | 7 | 21-8 | 21-8 | 21-9 |
| 13 20 | 1-979939 | 3-11 | 1186 | 3-14 | 2529 | 3-17 | 3972 | 3-20 | 8 | 24-9 | 25-0 | 25-0 |
| 15 0 | 1-980250 | 3-11 | 1500 | 3-14 | 2846 | 3-16 | 4292 | 3-19 | 9 | 28-0 | 28-1 | 28-2 |
| 16 40 | 0561 | 3-12 | 1814 | 3-14 | 3162 | 3-17 | 4611 | 3-19 | | | | |
| 18 20 | 0873 | 3-12 | 2128 | 3-14 | 3479 | 3-17 | 4930 | 3-19 | | | | |
| | | 3-11 | | 3-14 | | 3-17 | | 3-20 | 1 | 3-1 | 3-2 | 3-2 |
| 20 0 | 1-981184 | 3-12 | 1-992442 | 3-14 | 2-003796 | 3-16 | 2-015250 | 3-20 | 2 | 6-3 | 6-3 | 6-3 |
| 21 40 | 1496 | 3-11 | 2756 | 3-14 | 4112 | 3-17 | 5570 | 3-19 | 3 | 9-4 | 9-5 | 9-5 |
| 23 20 | 1807 | 3-12 | 3070 | 3-14 | 4429 | 3-17 | 5889 | 3-20 | 4 | 12-6 | 12-6 | 12-6 |
| 25 0 | 2119 | 3-12 | 3384 | 3-14 | 4746 | 3-17 | 6209 | 3-20 | 5 | 15-7 | 15-8 | 15-8 |
| 26 40 | 2431 | 3-12 | 3699 | 3-15 | 5063 | 3-17 | 6529 | 3-20 | 6 | 18-8 | 18-9 | 19-0 |
| 28 20 | 2742 | 3-11 | 4013 | 3-14 | 5380 | 3-17 | 6849 | 3-20 | 7 | 22-0 | 22-1 | 22-1 |
| | | 3-12 | | 3-14 | | 3-17 | | 3-20 | 8 | 25-1 | 25-2 | 25-3 |
| 30 0 | 1-983054 | 3-12 | 1-994327 | 3-15 | 2-005697 | 3-18 | 2-017169 | 3-20 | 9 | 28-3 | 28-4 | 28-4 |
| 31 40 | 3366 | 3-12 | 4642 | 3-15 | 6015 | 3-17 | 7489 | 3-21 | | | | |
| 33 20 | 3678 | 3-12 | 4957 | 3-14 | 6332 | 3-17 | 7810 | 3-20 | | 317 | 318 | 319 |
| 35 0 | 3990 | 3-12 | 5271 | 3-15 | 6649 | 3-17 | 8130 | 3-20 | | | | |
| 36 40 | 4302 | 3-12 | 5586 | 3-15 | 6967 | 3-18 | 8450 | 3-21 | 1 | 3-2 | 3-2 | 3-2 |
| 38 20 | 4614 | 3-12 | 5901 | 3-15 | 7285 | 3-18 | 8771 | 3-21 | 2 | 6-3 | 6-4 | 6-4 |
| | | 3-12 | | 3-15 | | 3-17 | | 3-21 | 3 | 9-5 | 9-5 | 9-6 |
| 40 0 | 1-984926 | 3-13 | 1-996216 | 3-15 | 2-007602 | 3-18 | 2-019092 | 3-20 | 4 | 12-7 | 12-7 | 12-8 |
| 41 40 | 5239 | 3-12 | 6531 | 3-15 | 7920 | 3-18 | 9412 | 3-21 | 5 | 15-9 | 15-9 | 16-0 |
| 43 20 | 5551 | 3-13 | 6846 | 3-15 | 8238 | 3-18 | 2-019733 | 3-21 | 6 | 19-0 | 19-1 | 19-1 |
| 45 0 | 5864 | 3-13 | 7161 | 3-15 | 8556 | 3-18 | 2-020054 | 3-21 | 7 | 22-2 | 22-3 | 22-3 |
| 46 40 | 6176 | 3-12 | 7476 | 3-15 | 8874 | 3-18 | 0375 | 3-21 | 8 | 25-4 | 25-4 | 25-5 |
| 48 20 | 6489 | 3-13 | 7791 | 3-15 | 9192 | 3-18 | 0696 | 3-21 | 9 | 28-5 | 28-6 | 28-7 |
| | | 3-12 | | 3-15 | | 3-18 | | 3-21 | | 320 | 321 | 322 |
| 50 0 | 1-986801 | 3-13 | 1-998106 | 3-16 | 2-009510 | 3-18 | 2-021017 | 3-21 | 1 | 3-2 | 3-2 | 3-2 |
| 51 40 | 7114 | 3-13 | 8422 | 3-15 | 2-009828 | 3-18 | 1338 | 3-21 | 2 | 6-4 | 6-4 | 6-4 |
| 53 20 | 7427 | 3-13 | 8737 | 3-16 | 2-010146 | 3-19 | 1659 | 3-22 | 3 | 9-6 | 9-6 | 9-7 |
| 55 0 | 7740 | 3-13 | 9053 | 3-16 | 0465 | 3-18 | 1981 | 3-21 | 4 | 12-8 | 12-8 | 12-9 |
| 56 40 | 8053 | 3-13 | 9369 | 3-15 | 0783 | 3-19 | 2302 | 3-22 | 5 | 16-0 | 16-1 | 16-1 |
| 58 20 | 8366 | 3-13 | 1-999684 | 3-16 | 1102 | 3-18 | 2624 | 3-21 | 6 | 19-2 | 19-3 | 19-3 |
| | | 3-13 | | 3-16 | | 3-18 | | 3-21 | 7 | 22-4 | 22-5 | 22-5 |
| 60 0 | 1-988679 | | 2-000000 | | 2-011420 | | 2-022945 | | 8 | 25-6 | 25-7 | 25-8 |
| | | | | | | | | | 9 | 28-8 | 28-9 | 29-0 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2q^3}}$

| ν | 92° | | 93° | | 94° | | 95° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 2-022945 | — | 2-034580 | — | 2-046330 | — | 2-058201 | — | | | | |
| 1 40 | 3267 | 3-22 | 4905 | 3-25 | 6658 | 3-28 | 8532 | 3-31 | | 323 | 324 | 325 |
| 3 20 | 3589 | 3-22 | 5229 | 3-24 | 6986 | 3-28 | 8864 | 3-32 | | | | |
| 5 0 | 3910 | 3-21 | 5554 | 3-25 | 7314 | 3-28 | 9195 | 3-31 | 1 | 3-2 | 3-2 | 3-3 |
| 6 40 | 4232 | 3-22 | 5879 | 3-25 | 7643 | 3-29 | 9527 | 3-32 | 2 | 6-5 | 6-5 | 6-5 |
| 8 20 | 4554 | 3-22 | 6205 | 3-26 | 7971 | 3-28 | 2-059859 | 3-32 | 3 | 9-7 | 9-7 | 9-8 |
| | | 3-22 | | 3-25 | | 3-29 | | 3-32 | 4 | 12-9 | 13-0 | 13-0 |
| | | | | | | | | | 5 | 16-2 | 16-2 | 16-3 |
| 10 0 | 2-024876 | 3-23 | 2-036530 | 3-25 | 2-048300 | 3-28 | 2-060191 | 3-32 | 6 | 19-4 | 19-4 | 19-5 |
| 11 40 | 5199 | 3-22 | 6855 | 3-26 | 8628 | 3-29 | 0523 | 3-32 | 7 | 22-6 | 22-7 | 22-8 |
| 13 20 | 5521 | 3-22 | 7181 | 3-25 | 8957 | 3-29 | 0855 | 3-33 | 8 | 25-8 | 25-9 | 26-0 |
| 15 0 | 5843 | 3-22 | 7506 | 3-26 | 9286 | 3-29 | 1188 | 3-33 | 9 | 29-1 | 29-2 | 29-3 |
| 16 40 | 6166 | 3-23 | 7832 | 3-26 | 9615 | 3-29 | 1520 | 3-32 | | | | |
| 18 20 | 6488 | 3-22 | 8157 | 3-25 | 2-049944 | 3-29 | 1853 | 3-33 | | | | |
| | | 3-23 | | 3-26 | | 3-29 | | 3-32 | 1 | 3-3 | 3-3 | 3-3 |
| 20 0 | 2-026811 | 3-23 | 2-038483 | 3-26 | 2-050273 | 3-29 | 2-062185 | 3-33 | 2 | 6-5 | 6-5 | 6-6 |
| 21 40 | 7134 | 3-22 | 8809 | 3-26 | 0602 | 3-29 | 2518 | 3-33 | 3 | 9-8 | 9-8 | 9-8 |
| 23 20 | 7456 | 3-23 | 9135 | 3-26 | 0931 | 3-30 | 2851 | 3-33 | 4 | 13-0 | 13-1 | 13-1 |
| 25 0 | 7779 | 3-23 | 9461 | 3-26 | 1261 | 3-30 | 3184 | 3-33 | 5 | 16-3 | 16-4 | 16-4 |
| 26 40 | 8102 | 3-23 | 2-039787 | 3-26 | 1590 | 3-29 | 3517 | 3-33 | 6 | 19-6 | 19-6 | 19-7 |
| 28 20 | 8425 | 3-23 | 2-040114 | 3-27 | 1920 | 3-30 | 3850 | 3-33 | 7 | 22-8 | 22-9 | 23-0 |
| | | 3-23 | | 3-26 | | 3-30 | | 3-33 | 8 | 26-1 | 26-2 | 26-2 |
| | | | | | | | | | 9 | 29-3 | 29-4 | 29-5 |
| 30 0 | 2-028748 | 3-24 | 2-040440 | 3-26 | 2-052250 | 3-29 | 2-064183 | 3-33 | | | | |
| 31 40 | 9072 | 3-23 | 0766 | 3-27 | 2579 | 3-30 | 4516 | 3-34 | | | | |
| 33 20 | 9395 | 3-23 | 1093 | 3-26 | 2909 | 3-30 | 4850 | 3-33 | | | | |
| 35 0 | 2-029718 | 3-24 | 1419 | 3-26 | 3239 | 3-30 | 5183 | 3-33 | | 329 | 330 | 331 |
| 36 40 | 2-030042 | 3-24 | 1746 | 3-27 | 3569 | 3-30 | 5517 | 3-34 | 1 | 3-3 | 3-3 | 3-3 |
| 38 20 | 0365 | 3-23 | 2073 | 3-27 | 3899 | 3-30 | 5851 | 3-34 | 2 | 6-6 | 6-6 | 6-6 |
| | | 3-24 | | 3-27 | | 3-31 | | 3-33 | 3 | 9-9 | 9-9 | 9-9 |
| | | | | | | | | | 4 | 13-2 | 13-2 | 13-2 |
| 40 0 | 2-030689 | 3-24 | 2-042400 | 3-27 | 2-054230 | 3-30 | 2-066184 | 3-34 | 5 | 16-5 | 16-5 | 16-6 |
| 41 40 | 1013 | 3-24 | 2727 | 3-27 | 4560 | 3-31 | 6518 | 3-34 | 6 | 19-7 | 19-8 | 19-9 |
| 43 20 | 1337 | 3-23 | 3054 | 3-27 | 4891 | 3-30 | 6852 | 3-35 | 7 | 23-0 | 23-1 | 23-2 |
| 45 0 | 1660 | 3-24 | 3381 | 3-27 | 5221 | 3-31 | 7187 | 3-34 | 8 | 26-3 | 26-4 | 26-5 |
| 46 40 | 1984 | 3-24 | 3708 | 3-27 | 5552 | 3-31 | 7521 | 3-34 | 9 | 29-6 | 29-7 | 29-8 |
| 48 20 | 2309 | 3-25 | 4036 | 3-28 | 5883 | 3-31 | 7855 | 3-34 | | | | |
| | | 3-24 | | 3-27 | | 3-30 | | 3-34 | | | | |
| | | | | | | | | | | 332 | 333 | 334 |
| 50 0 | 2-032633 | 3-24 | 2-044363 | 3-28 | 2-056213 | 3-31 | 2-068189 | 3-35 | 1 | 3-3 | 3-3 | 3-3 |
| 51 40 | 2957 | 3-24 | 4691 | 3-27 | 6544 | 3-31 | 8524 | 3-35 | 2 | 6-6 | 6-7 | 6-7 |
| 53 20 | 3281 | 3-25 | 5018 | 3-28 | 6875 | 3-32 | 8859 | 3-34 | 3 | 10-0 | 10-0 | 10-0 |
| 55 0 | 3606 | 3-24 | 5346 | 3-28 | 7207 | 3-31 | 9193 | 3-35 | 4 | 13-3 | 13-3 | 13-4 |
| 56 40 | 3930 | 3-25 | 5674 | 3-28 | 7538 | 3-31 | 9528 | 3-35 | 5 | 16-6 | 16-7 | 16-7 |
| 58 20 | 4255 | 3-25 | 6002 | 3-28 | 7869 | 3-31 | 2-069863 | 3-35 | 6 | 19-9 | 20-0 | 20-0 |
| | | 3-25 | | 3-28 | | 3-32 | | 3-35 | 7 | 23-2 | 23-3 | 23-4 |
| 60 0 | 2-034580 | — | 2-046330 | — | 2-058201 | — | 2-070198 | — | 8 | 26-6 | 26-6 | 26-7 |
| | | | | | | | | | 9 | 29-9 | 30-0 | 30-1 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| ν | 96° | | 97° | | 98° | | 99° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0 0" | 2.070198 | | 2.082328 | | 2.094597 | | 2.107011 | | | | | |
| 1 40 | 0533 | 3.35 | 2667 | 3.39 | 4940 | 3.43 | 7358 | 3.47 | | 335 | 336 | 337 |
| 3 20 | 0868 | 3.35 | 3006 | 3.39 | 5283 | 3.43 | 7705 | 3.47 | 1 | 3.4 | 3.4 | 3.4 |
| 5 0 | 1204 | 3.36 | 3345 | 3.39 | 5626 | 3.43 | 8052 | 3.47 | 2 | 6.7 | 6.7 | 6.7 |
| 6 40 | 1539 | 3.35 | 3685 | 3.40 | 5969 | 3.43 | 8399 | 3.47 | 3 | 10.1 | 10.1 | 10.1 |
| 8 20 | 1875 | 3.36 | 4024 | 3.39 | 6312 | 3.43 | 8747 | 3.48 | 4 | 13.4 | 13.4 | 13.5 |
| | | 3.35 | | 3.39 | | 3.44 | | 3.47 | 5 | 16.8 | 16.8 | 16.9 |
| 10 0 | 2.072210 | 3.36 | 2.084363 | 3.40 | 2.096656 | 3.43 | 2.109094 | 3.48 | 6 | 20.1 | 20.2 | 20.2 |
| 11 40 | 2546 | 3.36 | 4703 | 3.39 | 6929 | 3.44 | 9442 | 3.48 | 7 | 23.5 | 23.5 | 23.6 |
| 13 20 | 2882 | 3.36 | 5042 | 3.39 | 7343 | 3.44 | 2.109790 | 3.48 | 8 | 26.8 | 26.9 | 27.0 |
| 15 0 | 3218 | 3.36 | 5382 | 3.40 | 7687 | 3.44 | 2.110128 | 3.48 | 9 | 30.2 | 30.2 | 30.3 |
| 16 40 | 3554 | 3.36 | 5722 | 3.40 | 8031 | 3.44 | 0486 | 3.48 | | | | |
| 18 20 | 3890 | 3.36 | 6062 | 3.40 | 8375 | 3.44 | 0834 | 3.48 | | | | |
| | | 3.36 | | 3.40 | | 3.44 | | 3.48 | 1 | 3.4 | 3.4 | 3.4 |
| 20 0 | 2.074226 | 3.37 | 2.086402 | 3.40 | 2.098719 | 3.44 | 2.111182 | 3.48 | 2 | 6.8 | 6.8 | 6.8 |
| 21 40 | 4563 | 3.36 | 6742 | 3.41 | 9063 | 3.44 | 1530 | 3.49 | 3 | 10.1 | 10.2 | 10.2 |
| 23 20 | 4899 | 3.37 | 7083 | 3.40 | 9407 | 3.45 | 1879 | 3.49 | 4 | 13.5 | 13.6 | 13.6 |
| 25 0 | 5236 | 3.37 | 7423 | 3.41 | 2.099752 | 3.44 | 2228 | 3.48 | 5 | 16.9 | 17.0 | 17.0 |
| 26 40 | 5573 | 3.36 | 7764 | 3.40 | 2.100096 | 3.45 | 2576 | 3.49 | 6 | 20.3 | 20.3 | 20.4 |
| 28 20 | 5909 | 3.37 | 8104 | 3.41 | 0441 | 3.45 | 2925 | 3.49 | 7 | 23.7 | 23.7 | 23.8 |
| | | 3.37 | | 3.41 | | 3.45 | | 3.49 | 8 | 26.0 | 27.1 | 27.2 |
| | | 3.37 | | 3.41 | | 3.45 | | 3.49 | 9 | 30.4 | 30.5 | 30.6 |
| 30 0 | 2.076246 | 3.37 | 2.088445 | 3.41 | 2.100786 | 3.44 | 2.113274 | 3.49 | | | | |
| 31 40 | 6583 | 3.37 | 8786 | 3.41 | 1130 | 3.44 | 3623 | 3.49 | | | | |
| 33 20 | 6920 | 3.38 | 9127 | 3.41 | 1475 | 3.45 | 3972 | 3.49 | | | | |
| 35 0 | 7258 | 3.37 | 9468 | 3.41 | 1820 | 3.46 | 4322 | 3.50 | | 341 | 342 | 343 |
| 36 40 | 7595 | 3.37 | 2.089809 | 3.41 | 2166 | 3.46 | 4671 | 3.49 | 1 | 3.4 | 3.4 | 3.4 |
| 38 20 | 7932 | 3.37 | 2.090150 | 3.41 | 2511 | 3.45 | 5021 | 3.50 | 2 | 6.8 | 6.8 | 6.9 |
| | | 3.38 | | 3.42 | | 3.45 | | 3.49 | 3 | 10.2 | 10.3 | 10.3 |
| 40 0 | 2.078270 | 3.37 | 2.090492 | 3.41 | 2.102856 | 3.46 | 2.115370 | 3.50 | 4 | 13.6 | 13.7 | 13.7 |
| 41 40 | 8607 | 3.38 | 0833 | 3.42 | 3202 | 3.46 | 5720 | 3.50 | 5 | 17.1 | 17.1 | 17.2 |
| 43 20 | 8945 | 3.38 | 1175 | 3.42 | 3548 | 3.46 | 6070 | 3.50 | 6 | 20.5 | 20.5 | 20.6 |
| 45 0 | 9283 | 3.38 | 1517 | 3.42 | 3894 | 3.46 | 6420 | 3.50 | 7 | 23.9 | 23.9 | 24.0 |
| 46 40 | 9621 | 3.38 | 1858 | 3.41 | 4239 | 3.45 | 6770 | 3.50 | 8 | 27.3 | 27.4 | 27.4 |
| 48 20 | 2.079959 | 3.38 | 2200 | 3.42 | 4585 | 3.46 | 7121 | 3.51 | 9 | 30.7 | 30.8 | 30.9 |
| | | 3.38 | | 3.42 | | 3.47 | | 3.50 | | | | |
| 50 0 | 2.080297 | 3.38 | 2.092542 | 3.43 | 2.104932 | 3.46 | 2.117471 | 3.51 | | 344 | 345 | 346 |
| 51 40 | 0635 | 3.39 | 2885 | 3.42 | 5278 | 3.46 | 7822 | 3.51 | 1 | 3.4 | 3.5 | 3.5 |
| 53 20 | 0974 | 3.38 | 3227 | 3.42 | 5624 | 3.46 | 8172 | 3.51 | 2 | 6.9 | 6.9 | 6.9 |
| 55 0 | 1312 | 3.39 | 3569 | 3.43 | 5971 | 3.46 | 8523 | 3.51 | 3 | 10.3 | 10.4 | 10.4 |
| 56 40 | 1651 | 3.38 | 3912 | 3.42 | 6317 | 3.46 | 8874 | 3.51 | 4 | 13.8 | 13.8 | 13.8 |
| 58 20 | 1989 | 3.39 | 4254 | 3.42 | 6664 | 3.47 | 9225 | 3.51 | 5 | 17.2 | 17.3 | 17.3 |
| | | 3.39 | | 3.43 | | 3.47 | | 3.51 | 6 | 20.6 | 20.7 | 20.8 |
| 60 0 | 2.082328 | | 2.094597 | | 2.107011 | | 2.119576 | | 7 | 24.1 | 24.2 | 24.2 |
| | | | | | | | | | 8 | 27.5 | 27.6 | 27.7 |
| | | | | | | | | | 9 | 31.0 | 31.1 | 31.1 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| v | 100° | | 101° | | 102° | | 103° | | Proportionaltheile | | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|--|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | | |
| 0' 0" | 2-119576 | | 2-132299 | | 2-145187 | | 2-158246 | | | | | | |
| 1 40 | 2-119927 | 3-51 | 2655 | 3-56 | 5547 | 3-60 | 8611 | 3-65 | | | | | |
| 3 20 | 2-120279 | 3-52 | 3011 | 3-56 | 5908 | 3-61 | 8977 | 3-66 | 1 | 3-5 | 3-5 | 3-5 | |
| 5 0 | 0630 | 3-51 | 3367 | 3-56 | 6268 | 3-60 | 9342 | 3-65 | 2 | 7-0 | 7-0 | 7-0 | |
| 6 40 | 0982 | 3-52 | 3723 | 3-56 | 6629 | 3-61 | 2-159708 | 3-66 | 3 | 10-4 | 10-5 | 10-6 | |
| 8 20 | 1333 | 3-51 | 4079 | 3-56 | 6990 | 3-61 | 2-160074 | 3-66 | 4 | 13-9 | 14-0 | 14-1 | |
| | | 3-52 | | 3-56 | | 3-61 | | 3-66 | 5 | 17-4 | 17-5 | 17-6 | |
| 10 0 | 2-121685 | 3-52 | 2-134435 | 3-57 | 2-147351 | 3-61 | 2-160440 | 3-66 | 6 | 20-9 | 21-0 | 21-1 | |
| 11 40 | 2037 | 3-52 | 4792 | 3-56 | 7712 | 3-62 | 0806 | 3-66 | 7 | 24-4 | 24-5 | 24-6 | |
| 13 20 | 2389 | 3-52 | 5148 | 3-56 | 8074 | 3-62 | 1172 | 3-66 | 8 | 27-8 | 28-0 | 28-2 | |
| 15 0 | 2742 | 3-53 | 5505 | 3-57 | 8435 | 3-61 | 1539 | 3-67 | 9 | 31-3 | 31-5 | 31-7 | |
| 16 40 | 3094 | 3-52 | 5862 | 3-57 | 8797 | 3-62 | 1905 | 3-66 | | | | | |
| 18 20 | 3446 | 3-52 | 6219 | 3-57 | 9158 | 3-61 | 2272 | 3-67 | | | | | |
| | | 3-53 | | 3-57 | | 3-62 | | 3-67 | 1 | 3-5 | 3-6 | 3-6 | |
| 20 0 | 2-123799 | 3-53 | 2-136576 | 3-57 | 2-149520 | 3-62 | 2-162639 | 3-67 | 2 | 7-1 | 7-1 | 7-2 | |
| 21 40 | 4152 | 3-53 | 6933 | 3-57 | 2-149882 | 3-62 | 3006 | 3-67 | 3 | 10-6 | 10-7 | 10-7 | |
| 23 20 | 4505 | 3-53 | 7291 | 3-58 | 2-150245 | 3-63 | 3373 | 3-67 | 4 | 14-2 | 14-2 | 14-3 | |
| 25 0 | 4858 | 3-53 | 7648 | 3-57 | 0607 | 3-62 | 3740 | 3-67 | 5 | 17-7 | 17-8 | 17-9 | |
| 26 40 | 5211 | 3-53 | 8006 | 3-58 | 0969 | 3-62 | 4107 | 3-67 | 6 | 21-2 | 21-4 | 21-5 | |
| 28 20 | 5564 | 3-53 | 8364 | 3-58 | 1332 | 3-63 | 4475 | 3-68 | 7 | 24-8 | 24-9 | 25-1 | |
| | | 3-53 | | 3-58 | | 3-62 | | 3-67 | 8 | 28-3 | 28-5 | 28-6 | |
| 30 0 | 2-125917 | 3-53 | 2-138722 | 3-58 | 2-151694 | 3-63 | 2-164842 | 3-68 | 9 | 31-9 | 32-0 | 32-2 | |
| 31 40 | 6270 | 3-54 | 9080 | 3-58 | 2057 | 3-63 | 5210 | 3-68 | | | | | |
| 33 20 | 6624 | 3-54 | 9438 | 3-58 | 2420 | 3-63 | 5578 | 3-68 | | | | | |
| 35 0 | 6978 | 3-54 | 2-139796 | 3-58 | 2783 | 3-63 | 5946 | 3-68 | | 360 | 362 | 364 | |
| 36 40 | 7332 | 3-54 | 2-140155 | 3-59 | 3147 | 3-64 | 6314 | 3-68 | 1 | 3-6 | 3-6 | 3-6 | |
| 38 20 | 7686 | 3-54 | 0513 | 3-58 | 3510 | 3-63 | 6683 | 3-69 | 2 | 7-2 | 7-2 | 7-3 | |
| | | 3-54 | | 3-59 | | 3-63 | | 3-68 | 3 | 10-8 | 10-9 | 10-9 | |
| 40 0 | 2-128040 | 3-54 | 2-140872 | 3-59 | 2-153873 | 3-64 | 2-167051 | 3-69 | 4 | 14-4 | 14-5 | 14-6 | |
| 41 40 | 8394 | 3-55 | 1231 | 3-59 | 4237 | 3-64 | 7420 | 3-69 | 5 | 18-0 | 18-1 | 18-2 | |
| 43 20 | 8749 | 3-55 | 1590 | 3-59 | 4601 | 3-64 | 7789 | 3-69 | 6 | 21-6 | 21-7 | 21-8 | |
| 45 0 | 9103 | 3-54 | 1949 | 3-59 | 4965 | 3-64 | 8158 | 3-69 | 7 | 25-2 | 25-3 | 25-5 | |
| 46 40 | 9458 | 3-55 | 2308 | 3-59 | 5329 | 3-64 | 8527 | 3-69 | 8 | 28-8 | 29-0 | 29-1 | |
| 48 20 | 2-129812 | 3-54 | 2667 | 3-59 | 5693 | 3-64 | 8896 | 3-69 | 9 | 32-4 | 32-6 | 32-8 | |
| | | 3-55 | | 3-60 | | 3-64 | | 3-69 | | | | | |
| 50 0 | 2-130167 | 3-55 | 2-143027 | 3-60 | 2-156057 | 3-65 | 2-169265 | 3-70 | | 366 | 368 | 370 | |
| 51 40 | 0522 | 3-55 | 3387 | 3-60 | 6422 | 3-65 | 2-169635 | 3-70 | 1 | 3-7 | 3-7 | 3-7 | |
| 53 20 | 0877 | 3-55 | 3746 | 3-59 | 6786 | 3-64 | 2-170004 | 3-69 | 2 | 7-3 | 7-4 | 7-4 | |
| 55 0 | 1233 | 3-56 | 4106 | 3-60 | 7151 | 3-65 | 0374 | 3-70 | 3 | 11-0 | 11-0 | 11-1 | |
| 56 40 | 1588 | 3-55 | 4466 | 3-60 | 7516 | 3-65 | 0744 | 3-70 | 4 | 14-6 | 14-0 | 14-8 | |
| 58 20 | 1943 | 3-55 | 4826 | 3-60 | 7881 | 3-65 | 1114 | 3-70 | 5 | 18-3 | 18-4 | 18-5 | |
| | | 3-56 | | 3-61 | | 3-65 | | 3-70 | 6 | 22-0 | 22-1 | 22-2 | |
| | | | | | | | | | 7 | 25-6 | 25-8 | 25-9 | |
| 60 0 | 2-132299 | | 2-145187 | | 2-158246 | | 2-171484 | | 8 | 29-3 | 29-4 | 29-6 | |
| | | | | | | | | | 9 | 32-9 | 33-1 | 33-3 | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 k t}{\sqrt{2 q^3}}$

| v | 104° | | 105° | | 106° | | 107° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0° 0" | 2-171484 | | 2-184909 | | 2-198528 | | 2-212349 | | | | | |
| 1 40 | 1855 | 3-71 | 5285 | 3-76 | 8909 | 3-81 | 2736 | 3-87 | | 370 | 372 | 374 |
| 3 20 | 2225 | 3-70 | 5661 | 3-76 | 9291 | 3-82 | 3123 | 3-87 | 1 | 3-7 | 3-7 | 3-7 |
| 5 0 | 2596 | 3-71 | 6037 | 3-76 | 2-199672 | 3-81 | 3510 | 3-87 | 2 | 7-4 | 7-4 | 7-5 |
| 6 40 | 2967 | 3-71 | 6413 | 3-76 | 2-200054 | 3-82 | 3898 | 3-88 | 3 | 11-1 | 11-2 | 11-2 |
| 8 20 | 3338 | 3-71 | 6789 | 3-76 | 0436 | 3-82 | 4285 | 3-87 | 4 | 14-8 | 14-9 | 15-0 |
| | | 3-71 | | 3-76 | | 3-81 | | 3-88 | 5 | 18-5 | 18-6 | 18-7 |
| 10 0 | 2-173709 | | 2-187165 | | 2-200817 | | 2-214673 | | 6 | 22-2 | 22-3 | 22-4 |
| 11 40 | 4080 | 3-71 | 7542 | 3-77 | 1200 | 3-83 | 5061 | 3-88 | 7 | 25-9 | 26-0 | 26-2 |
| 13 20 | 4451 | 3-71 | 7919 | 3-77 | 1582 | 3-82 | 5449 | 3-88 | 8 | 29-6 | 29-8 | 29-9 |
| 15 0 | 4823 | 3-72 | 8295 | 3-76 | 1964 | 3-82 | 5837 | 3-88 | 9 | 33-3 | 33-5 | 33-7 |
| 16 40 | 5195 | 3-72 | 8672 | 3-77 | 2347 | 3-83 | 6226 | 3-89 | | | | |
| 18 20 | 5566 | 3-71 | 9050 | 3-78 | 2730 | 3-83 | 6614 | 3-88 | | | | |
| | | 3-72 | | 3-77 | | 3-82 | | 3-89 | 1 | 3-8 | 3-8 | 3-8 |
| 20 0 | 2-175938 | | 2-189427 | | 2-203112 | | 2-217003 | | 2 | 7-5 | 7-6 | 7-6 |
| 21 40 | 6310 | 3-72 | 2-189804 | 3-77 | 3495 | 3-83 | 7392 | 3-89 | 3 | 11-3 | 11-3 | 11-4 |
| 23 20 | 6683 | 3-73 | 2-190182 | 3-78 | 3879 | 3-84 | 7781 | 3-89 | 4 | 15-0 | 15-1 | 15-2 |
| 25 0 | 7055 | 3-72 | 0560 | 3-78 | 4262 | 3-83 | 8170 | 3-89 | 5 | 18-8 | 18-9 | 19-0 |
| 26 40 | 7428 | 3-73 | 0938 | 3-78 | 4645 | 3-83 | 8559 | 3-89 | 6 | 22-6 | 22-7 | 22-8 |
| 28 20 | 7800 | 3-72 | 1316 | 3-78 | 5029 | 3-84 | 8949 | 3-90 | 7 | 26-3 | 26-5 | 26-6 |
| | | 3-73 | | 3-78 | | 3-84 | | 3-89 | 8 | 30-1 | 30-2 | 30-4 |
| 30 0 | 2-108173 | | 2-191694 | | 2-205413 | | 2-219338 | | 9 | 33-8 | 34-0 | 34-2 |
| 31 40 | 8546 | 3-73 | 2072 | 3-78 | 5797 | 3-84 | 2-219728 | 3-90 | | | | |
| 33 20 | 8919 | 3-73 | 2451 | 3-79 | 6181 | 3-84 | 2-220118 | 3-90 | | | | |
| 35 0 | 9292 | 3-73 | 2830 | 3-79 | 6565 | 3-84 | 0508 | 3-90 | | 382 | 384 | 386 |
| 36 40 | 2-179666 | | 3208 | 3-78 | 6950 | 3-85 | 0899 | 3-91 | 1 | 3-8 | 3-8 | 3-9 |
| 38 20 | 2-180039 | | 3587 | 3-79 | 7335 | 3-85 | 1289 | 3-90 | 2 | 7-6 | 7-7 | 7-7 |
| | | 3-74 | | 3-79 | | 3-84 | | 3-91 | 3 | 11-5 | 11-5 | 11-6 |
| 40 0 | 2-180413 | | 2-193966 | | 2-207719 | | 2-221680 | | 4 | 15-3 | 15-4 | 15-4 |
| 41 40 | 0787 | 3-74 | 4346 | 3-80 | 8104 | 3-85 | 2071 | 3-91 | 5 | 19-1 | 19-2 | 19-3 |
| 43 20 | 1161 | 3-74 | 4725 | 3-79 | 8489 | 3-85 | 2462 | 3-91 | 6 | 22-9 | 23-0 | 23-2 |
| 45 0 | 1535 | 3-74 | 5105 | 3-80 | 8875 | 3-86 | 2853 | 3-91 | 7 | 26-7 | 26-9 | 27-0 |
| 46 40 | 1909 | 3-74 | 5485 | 3-80 | 9260 | 3-85 | 3244 | 3-91 | 8 | 30-6 | 30-7 | 30-9 |
| 48 20 | 2283 | 3-74 | 5864 | 3-79 | 2-209646 | 3-86 | 3636 | 3-92 | 9 | 34-4 | 34-6 | 34-7 |
| | | 3-75 | | 3-81 | | 3-85 | | 3-91 | | | | |
| 50 0 | 2-182658 | | 2-196245 | | 2-210031 | | 2-224027 | | | 388 | 390 | 392 |
| 51 40 | 2033 | 3-75 | 6625 | 3-80 | 0417 | 3-86 | 4419 | 3-92 | 1 | 3-9 | 3-9 | 3-9 |
| 53 20 | 3408 | 3-75 | 7005 | 3-80 | 0803 | 3-86 | 4811 | 3-92 | 2 | 7-8 | 7-8 | 7-8 |
| 55 0 | 3783 | 3-75 | 7386 | 3-81 | 1190 | 3-87 | 5203 | 3-92 | 3 | 11-6 | 11-7 | 11-8 |
| 56 40 | 4158 | 3-75 | 7766 | 3-80 | 1576 | 3-86 | 5596 | 3-93 | 4 | 15-5 | 15-6 | 15-7 |
| 58 20 | 4534 | 3-76 | 8147 | 3-81 | 1963 | 3-87 | 5988 | 3-92 | 5 | 19-4 | 19-5 | 19-6 |
| | | 3-75 | | 3-81 | | 3-86 | | 3-93 | 6 | 23-3 | 23-4 | 23-5 |
| 60 0 | 2-184909 | | 2-198528 | | 2-212349 | | 2-226381 | | 7 | 27-2 | 27-3 | 27-4 |
| | | | | | | | | | 8 | 31-0 | 31-2 | 31-4 |
| | | | | | | | | | 9 | 34-9 | 35-1 | 35-3 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2 q^3}}$

| ν | 108° | | 109° | | 110° | | 111° | | Proportionaltheile | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | |
| 0' 0" | 2-226381 | 3-93 | 2-240631 | 3-99 | 2-255110 | 4-05 | 2-269826 | 4-12 | | | |
| 1 40 | 6774 | 3-93 | 1030 | 3-99 | 5515 | 4-06 | 2-270238 | 4-12 | 394 | 397 | 400 |
| 3 20 | 7167 | 3-93 | 1430 | 3-99 | 5921 | 4-06 | 0650 | 4-13 | 1 | 3-9 | 4-0 |
| 5 0 | 7560 | 3-93 | 1829 | 3-99 | 6327 | 4-06 | 1063 | 4-13 | 2 | 7-9 | 7-9 |
| 6 40 | 7953 | 3-93 | 2229 | 4-00 | 6733 | 4-06 | 1476 | 4-13 | 3 | 11-8 | 11-9 |
| 8 20 | 8347 | 3-94 | 2629 | 4-00 | 7139 | 4-06 | 1889 | 4-13 | 4 | 15-8 | 15-9 |
| | | 3-94 | | 3-99 | | 4-07 | | 4-13 | 5 | 19-7 | 19-9 |
| 10 0 | 2-228741 | 3-93 | 2-243028 | 4-00 | 2-257546 | 4-06 | 2-272302 | 4-13 | 6 | 23-6 | 23-8 |
| 11 40 | 9134 | 3-94 | 3428 | 4-01 | 7952 | 4-07 | 2715 | 4-14 | 7 | 27-6 | 27-8 |
| 13 20 | 9528 | 3-95 | 3829 | 4-00 | 8359 | 4-07 | 3129 | 4-14 | 8 | 31-5 | 31-8 |
| 15 0 | 2-229923 | 3-95 | 4229 | 4-01 | 8766 | 4-07 | 3543 | 4-14 | 9 | 35-5 | 35-7 |
| 16 40 | 2-230317 | 3-94 | 4630 | 4-01 | 9173 | 4-07 | 3957 | 4-14 | | | |
| 18 20 | 0712 | 3-95 | 5031 | 4-01 | 9581 | 4-08 | 4371 | 4-14 | | | |
| | | 3-94 | | 4-01 | | 4-07 | | 4-14 | 1 | 4-0 | 4-1 |
| 20 0 | 2-231106 | 3-95 | 2-245432 | 4-01 | 2-259988 | 4-08 | 2-274785 | 4-15 | 2 | 8-1 | 8-1 |
| 21 40 | 1501 | 3-95 | 5833 | 4-01 | 2-260396 | 4-08 | 5200 | 4-14 | 3 | 12-1 | 12-2 |
| 23 20 | 1896 | 3-96 | 6234 | 4-02 | 0804 | 4-08 | 5614 | 4-15 | 4 | 16-1 | 16-2 |
| 25 0 | 2292 | 3-96 | 6636 | 4-02 | 1212 | 4-08 | 6029 | 4-15 | 5 | 20-2 | 20-3 |
| 26 40 | 2687 | 3-95 | 7038 | 4-02 | 1620 | 4-08 | 6444 | 4-15 | 6 | 24-2 | 24-4 |
| 28 20 | 3082 | 3-95 | 7440 | 4-02 | 2029 | 4-09 | 6860 | 4-16 | 7 | 28-2 | 28-4 |
| | | 3-96 | | 4-02 | | 4-08 | | 4-15 | 8 | 32-2 | 32-5 |
| 30 0 | 2-233478 | 3-96 | 2-247842 | 4-02 | 2-262437 | 4-09 | 2-277275 | 4-16 | 9 | 36-3 | 36-5 |
| 31 40 | 3874 | 3-96 | 8244 | 4-02 | 2846 | 4-09 | 7691 | 4-16 | | | |
| 33 20 | 4270 | 3-96 | 8646 | 4-03 | 3255 | 4-10 | 8107 | 4-16 | | | |
| 35 0 | 4667 | 3-97 | 9049 | 4-03 | 3665 | 4-10 | 8523 | 4-16 | | 412 | 415 |
| 36 40 | 5063 | 3-96 | 9452 | 4-03 | 4074 | 4-09 | 8939 | 4-16 | 1 | 4-1 | 4-2 |
| 38 20 | 5460 | 3-97 | 2-249855 | 4-03 | 4484 | 4-10 | 9356 | 4-17 | 2 | 8-2 | 8-3 |
| | | 3-96 | | 4-03 | | 4-09 | | 4-16 | 3 | 12-4 | 12-5 |
| 40 0 | 2-235856 | 3-97 | 2-250258 | 4-03 | 2-264893 | 4-10 | 2-279772 | 4-17 | 4 | 16-5 | 16-6 |
| 41 40 | 6253 | 3-97 | 0661 | 4-04 | 5303 | 4-11 | 2-280189 | 4-17 | 5 | 20-6 | 20-8 |
| 43 20 | 6650 | 3-98 | 1065 | 4-03 | 5714 | 4-10 | 0606 | 4-18 | 6 | 24-7 | 24-9 |
| 45 0 | 7048 | 3-98 | 1468 | 4-04 | 6124 | 4-10 | 1024 | 4-18 | 7 | 28-8 | 29-1 |
| 46 40 | 7445 | 3-97 | 1872 | 4-04 | 6534 | 4-10 | 1441 | 4-17 | 8 | 33-0 | 33-2 |
| 48 20 | 7843 | 3-98 | 2276 | 4-04 | 6945 | 4-11 | 1859 | 4-18 | 9 | 37-1 | 37-4 |
| | | 3-98 | | 4-75 | | 4-11 | | 4-18 | | | |
| 50 0 | 2-238241 | 3-98 | 2-252681 | 4-04 | 2-267356 | 4-11 | 2-282277 | 4-18 | | 421 | 424 |
| 51 40 | 8639 | 3-98 | 3085 | 4-05 | 7767 | 4-11 | 2695 | 4-18 | 1 | 4-2 | 4-2 |
| 53 20 | 9037 | 3-98 | 3490 | 4-05 | 8178 | 4-12 | 3113 | 4-18 | 2 | 8-4 | 8-5 |
| 55 0 | 9435 | 3-98 | 3894 | 4-04 | 8590 | 4-12 | 3531 | 4-18 | 3 | 12-6 | 12-7 |
| 56 40 | 2-239834 | 3-99 | 4299 | 4-05 | 9002 | 4-12 | 3950 | 4-19 | 4 | 16-8 | 17-0 |
| 58 20 | 2-240233 | 3-99 | 4705 | 4-06 | 9413 | 4-11 | 4369 | 4-19 | 5 | 21-1 | 21-2 |
| | | 3-98 | | 4-05 | | 4-13 | | 4-19 | 6 | 25-3 | 25-4 |
| 60 0 | 2-240631 | | 2-255110 | | 2-269826 | | 2-284788 | | 7 | 29-5 | 29-7 |
| | | | | | | | | | 8 | 33-7 | 33-9 |
| | | | | | | | | | 9 | 37-9 | 38-2 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2q^3}}$

| v | 112° | | 113° | | 114° | | 115° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|
| | log M | Diff. 1" | log M | Diff. 1" | log M | Diff. 1" | log M | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 2-284788 | | 2-300007 | | 2-315493 | | 2-331256 | | | 418 | 421 | 424 |
| 1 40 | 5207 | 4-19 | 0433 | 4-26 | 5927 | 4-34 | 1698 | 4-42 | | | | |
| 3 20 | 5626 | 4-19 | 0860 | 4-27 | 6361 | 4-34 | 2141 | 4-43 | 1 | 4-2 | 4-2 | 4-2 |
| 5 0 | 6046 | 4-20 | 1287 | 4-27 | 6796 | 4-35 | 2583 | 4-42 | 2 | 8-4 | 8-4 | 8-5 |
| 6 40 | 6466 | 4-20 | 1711 | 4-27 | 7230 | 4-34 | 3026 | 4-43 | 3 | 12-5 | 12-6 | 12-7 |
| 8 20 | 6886 | 4-20 | 2141 | 4-27 | 7665 | 3-35 | 3468 | 4-42 | 4 | 16-7 | 16-8 | 17-0 |
| | | 4-20 | | 4-28 | | 4-35 | | 4-44 | 5 | 20-9 | 21-1 | 21-2 |
| 10 0 | 2-287306 | | 2-302569 | | 2-318100 | | 2-333912 | | 6 | 25-1 | 25-3 | 25-4 |
| 11 40 | 7727 | 4-21 | 2997 | 4-28 | 8536 | 4-36 | 4355 | 4-43 | 7 | 29-3 | 29-5 | 29-7 |
| 13 20 | 8147 | 4-20 | 3425 | 4-28 | 8971 | 4-35 | 4798 | 4-43 | 8 | 33-4 | 33-7 | 33-9 |
| 15 0 | 8568 | 4-21 | 3853 | 4-28 | 9407 | 4-36 | 5242 | 4-44 | 9 | 37-6 | 37-9 | 38-2 |
| 16 40 | 8989 | 4-21 | 4281 | 4-28 | 2-319843 | 4-36 | 5686 | 4-44 | | | | |
| 18 20 | 9410 | 4-21 | 4710 | 4-29 | 2-320279 | 4-36 | 6130 | 4-44 | | | | |
| | | 4-22 | | 4-29 | | 4-37 | | 4-45 | 1 | 4-3 | 4-3 | 4-3 |
| 20 0 | 2-289832 | | 2-305139 | | 2-320716 | | 2-336575 | | 2 | 8-5 | 8-6 | 8-7 |
| 21 40 | 2-290253 | 4-21 | 5568 | 4-29 | 1153 | 4-37 | 7019 | 4-44 | 3 | 12-8 | 12-9 | 13-0 |
| 23 20 | 0675 | 4-22 | 5997 | 4-29 | 1589 | 4-36 | 7464 | 4-45 | 4 | 17-1 | 17-2 | 17-3 |
| 25 0 | 1097 | 4-22 | 6426 | 4-29 | 2027 | 4-38 | 7909 | 4-45 | 5 | 21-4 | 21-5 | 21-7 |
| 26 40 | 1520 | 4-23 | 6856 | 4-30 | 2464 | 4-37 | 8355 | 4-46 | 6 | 25-6 | 25-8 | 26-0 |
| 28 20 | 1942 | 4-22 | 7286 | 4-30 | 2901 | 4-37 | 8800 | 4-45 | 7 | 29-9 | 30-1 | 30-3 |
| | | 4-23 | | 4-30 | | 4-38 | | 4-46 | 8 | 34-2 | 34-4 | 34-6 |
| 30 0 | 2-292365 | | 2-307716 | | 2-323339 | | 2-339246 | | 9 | 38-4 | 38-7 | 39-0 |
| 31 40 | 2787 | 4-22 | 8146 | 4-30 | 3777 | 4-38 | 2-339692 | 4-46 | | | | |
| 33 20 | 3210 | 4-23 | 8576 | 4-30 | 4215 | 4-38 | 2-340138 | 4-46 | | | | |
| 35 0 | 3634 | 4-24 | 9007 | 4-31 | 4654 | 4-39 | 0585 | 4-47 | | 436 | 439 | 442 |
| 36 40 | 4057 | 4-23 | 9438 | 4-31 | 5092 | 4-38 | 1031 | 4-46 | 1 | 4-4 | 4-4 | 4-4 |
| 38 20 | 4481 | 4-24 | 2-309869 | 4-31 | 5531 | 4-39 | 1478 | 4-47 | 2 | 8-7 | 8-8 | 8-8 |
| | | 4-24 | | 4-31 | | 4-39 | | 4-48 | 3 | 13-1 | 13-2 | 13-3 |
| 40 0 | 2-294905 | | 2-310300 | | 2-325970 | | 2-341926 | | 4 | 17-4 | 17-6 | 17-7 |
| 41 40 | 5329 | 4-24 | 0732 | 4-32 | 6410 | 4-40 | 2373 | 4-47 | 5 | 21-8 | 22-0 | 22-1 |
| 43 20 | 5753 | 4-24 | 1164 | 4-32 | 6849 | 4-39 | 2820 | 4-47 | 6 | 26-2 | 26-3 | 26-5 |
| 45 0 | 6177 | 4-24 | 1596 | 4-32 | 7289 | 4-40 | 3268 | 4-48 | 7 | 30-5 | 30-7 | 30-9 |
| 46 40 | 6602 | 4-25 | 2028 | 4-32 | 7729 | 4-40 | 3716 | 4-48 | 8 | 34-9 | 35-1 | 35-4 |
| 48 20 | 7027 | 4-25 | 2460 | 4-32 | 8169 | 4-40 | 4165 | 4-49 | 9 | 39-2 | 39-5 | 39-8 |
| | | 4-25 | | 4-33 | | 4-40 | | 4-48 | | | | |
| 50 0 | 2-297452 | | 2-312893 | | 2-328609 | | 2-344613 | | | 445 | 448 | 451 |
| 51 40 | 7877 | 4-25 | 3326 | 4-33 | 9050 | 4-41 | 5062 | 4-49 | 1 | 4-5 | 4-5 | 4-5 |
| 53 20 | 8303 | 4-26 | 3759 | 4-33 | 9491 | 4-41 | 5511 | 4-49 | 2 | 8-9 | 9-0 | 9-0 |
| 55 0 | 8728 | 4-25 | 4192 | 4-33 | 2-329932 | 4-41 | 5960 | 4-49 | 3 | 13-4 | 13-4 | 13-5 |
| 56 40 | 9154 | 4-26 | 4625 | 4-33 | 2-330373 | 4-41 | 6410 | 4-50 | 4 | 17-8 | 17-9 | 18-0 |
| 58 20 | 2-299580 | | 5059 | 4-34 | 0815 | 4-42 | 6859 | 4-49 | 5 | 22-3 | 22-4 | 22-6 |
| | | 4-27 | | 4-34 | | 4-41 | | 4-50 | 6 | 26-7 | 26-9 | 27-1 |
| 60 0 | 2-300007 | | 2-315493 | | 2-331256 | | 2-347309 | | 7 | 31-2 | 31-4 | 31-6 |
| | | | | | | | | | 8 | 35-6 | 35-8 | 36-1 |
| | | | | | | | | | 9 | 40-1 | 40-3 | 40-6 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| ν | 116° | | 117° | | 118° | | 119° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 2-347309 | 4-50 | 2-363663 | 4-58 | 2-380329 | 4-68 | 2-397321 | 4-77 | | 454 | 457 | 460 |
| 1 40 | 7759 | 4-51 | 4121 | 4-59 | 0797 | 4-67 | 7798 | 4-77 | | | | |
| 3 20 | 8210 | 4-50 | 4580 | 4-59 | 1264 | 4-68 | 8275 | 4-77 | 1 | 4-5 | 4-6 | 4-6 |
| 5 0 | 8660 | 4-51 | 5039 | 4-60 | 1732 | 4-69 | 8752 | 4-78 | 2 | 9-1 | 9-1 | 9-2 |
| 6 40 | 9111 | 4-51 | 5499 | 4-59 | 2201 | 4-68 | 9230 | 4-78 | 3 | 13-6 | 13-7 | 13-8 |
| 8 20 | 2-349562 | 4-52 | 5958 | 4-60 | 2669 | 4-69 | 2-399708 | 4-78 | 4 | 18-2 | 18-3 | 18-4 |
| | | 4-52 | | 4-60 | | 4-69 | | 4-78 | 5 | 22-7 | 22-9 | 23-0 |
| 10 0 | 2-350014 | 4-51 | 2-366418 | 4-60 | 2-383138 | 4-69 | 2-400186 | 4-78 | 6 | 27-2 | 27-4 | 27-6 |
| 11 40 | 0465 | 4-52 | 6878 | 4-61 | 3607 | 4-69 | 0664 | 4-79 | 7 | 31-8 | 32-0 | 32-2 |
| 13 20 | 0917 | 4-52 | 7339 | 4-60 | 4076 | 4-70 | 1143 | 4-78 | 8 | 36-3 | 36-6 | 36-8 |
| 15 0 | 1369 | 4-52 | 7799 | 4-61 | 4546 | 4-70 | 1621 | 4-80 | 9 | 40-9 | 41-1 | 41-4 |
| 16 40 | 1821 | 4-53 | 8260 | 4-61 | 5016 | 4-70 | 2101 | 4-79 | | | | |
| 18 20 | 2274 | 4-52 | 8721 | 4-62 | 5486 | 4-70 | 2580 | 4-80 | | 463 | 466 | 469 |
| | | 4-52 | | 4-62 | | 4-70 | | 4-80 | 1 | 4-6 | 4-7 | 4-7 |
| 20 0 | 2-352726 | 4-53 | 2-369183 | 4-61 | 2-385956 | 4-71 | 2-403060 | 4-80 | 2 | 9-3 | 9-3 | 9-4 |
| 21 40 | 3179 | 4-54 | 2-369644 | 4-62 | 6427 | 4-71 | 3540 | 4-80 | 3 | 13-9 | 14-0 | 14-1 |
| 23 20 | 3633 | 4-53 | 2-370106 | 4-62 | 6898 | 4-71 | 4020 | 4-80 | 4 | 18-5 | 18-6 | 18-8 |
| 25 0 | 4086 | 4-53 | 0568 | 4-63 | 7369 | 4-71 | 4500 | 4-81 | 5 | 23-2 | 23-3 | 23-5 |
| 26 40 | 4540 | 4-54 | 1031 | 4-63 | 7840 | 4-71 | 4981 | 4-81 | 6 | 27-8 | 28-0 | 28-1 |
| 28 20 | 4994 | 4-54 | 1493 | 4-62 | 8312 | 4-72 | 5462 | 4-81 | 7 | 32-4 | 32-6 | 32-8 |
| | | 4-54 | | 4-63 | | 4-72 | | 4-81 | 8 | 37-0 | 37-3 | 37-5 |
| 30 0 | 2-355448 | 4-54 | 2-371956 | 4-63 | 2-388784 | 4-72 | 2-405943 | 4-82 | 9 | 41-7 | 41-9 | 42-2 |
| 31 40 | 5902 | 4-55 | 2419 | 4-63 | 9256 | 4-72 | 6425 | 4-82 | | | | |
| 33 20 | 6357 | 4-54 | 2882 | 4-64 | 2-389728 | 4-73 | 6907 | 4-82 | | 472 | 475 | 478 |
| 35 0 | 6811 | 4-54 | 3346 | 4-64 | 2-390201 | 4-73 | 7389 | 4-82 | | | | |
| 36 40 | 7267 | 4-55 | 3810 | 4-64 | 0674 | 4-73 | 7871 | 4-83 | 1 | 4-7 | 4-8 | 4-8 |
| 38 20 | 7722 | 4-55 | 4274 | 4-64 | 1147 | 4-73 | 8354 | 4-83 | 2 | 9-4 | 9-5 | 9-6 |
| | | 4-55 | | 4-64 | | 4-73 | | 4-82 | 3 | 14-2 | 14-3 | 14-3 |
| 40 0 | 2-358177 | 4-56 | 2-374738 | 4-65 | 2-391620 | 4-74 | 2-408836 | 4-84 | 4 | 18-9 | 19-0 | 19-1 |
| 41 40 | 8633 | 4-56 | 5203 | 4-64 | 2094 | 4-74 | 9320 | 4-83 | 5 | 23-6 | 23-8 | 23-9 |
| 43 20 | 9089 | 4-56 | 5667 | 4-65 | 2568 | 4-74 | 2-409803 | 4-84 | 6 | 28-3 | 28-5 | 28-7 |
| 45 0 | 2-359545 | 4-56 | 6132 | 4-65 | 3042 | 4-74 | 2-410287 | 4-84 | 7 | 33-0 | 33-3 | 33-5 |
| 46 40 | 2-360002 | 4-57 | 6598 | 4-66 | 3516 | 4-74 | 0771 | 4-84 | 8 | 37-8 | 38-0 | 38-2 |
| 48 20 | 0459 | 4-57 | 7063 | 4-65 | 3991 | 4-75 | 1255 | 4-84 | 9 | 42-5 | 42-8 | 43-0 |
| | | 4-57 | | 4-66 | | 4-75 | | 4-84 | | | | |
| 50 0 | 2-360916 | 4-57 | 2-377529 | 4-66 | 2-394466 | 4-75 | 2-411739 | 4-85 | | 481 | 484 | 487 |
| 51 40 | 1373 | 4-57 | 7995 | 4-66 | 4941 | 4-76 | 2224 | 4-85 | 1 | 4-8 | 4-8 | 4-9 |
| 53 20 | 1830 | 4-58 | 8461 | 4-67 | 5417 | 4-76 | 2709 | 4-85 | 2 | 9-6 | 9-7 | 9-7 |
| 55 0 | 2288 | 4-58 | 8928 | 4-67 | 5892 | 4-76 | 3194 | 4-85 | 3 | 14-4 | 14-5 | 14-6 |
| 56 40 | 2746 | 4-58 | 9395 | 4-67 | 6368 | 4-76 | 3680 | 4-86 | 4 | 19-2 | 19-4 | 19-5 |
| 58 20 | 3204 | 4-58 | 2-379862 | 4-67 | 6845 | 4-77 | 4166 | 4-86 | 5 | 24-1 | 24-2 | 24-4 |
| | | 4-59 | | 4-67 | | 4-76 | | 4-86 | 6 | 28-9 | 29-0 | 29-2 |
| 60 0 | 2-363663 | | 2-380329 | | 2-397321 | | 2-414652 | | 7 | 33-7 | 33-9 | 34-1 |
| | | | | | | | | | 8 | 38-5 | 38-7 | 39-0 |
| | | | | | | | | | 9 | 43-3 | 43-6 | 43-8 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| ν | 120° | | 121° | | 122° | | 123° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 2.414652 | 4.86 | 2.432336 | 4.96 | 2.450287 | 5.07 | 2.468821 | 5.17 | | 487 | 490 | 493 |
| 1 40 | 5138 | 4.87 | 2832 | 4.97 | 0894 | 5.07 | 9338 | 5.18 | | | | |
| 3 20 | 5625 | 4.87 | 3329 | 4.97 | 1401 | 5.07 | 2.469856 | 5.18 | 1 | 4.9 | 4.9 | 4.9 |
| 5 0 | 6112 | 4.87 | 3826 | 4.97 | 1908 | 5.07 | 2.470374 | 5.19 | 2 | 9.7 | 9.8 | 9.9 |
| 6 40 | 6599 | 4.87 | 4322 | 4.97 | 2416 | 5.08 | 0893 | 5.19 | 3 | 14.6 | 14.7 | 14.8 |
| 8 20 | 7087 | 4.88 | 4820 | 4.98 | 2924 | 5.08 | 1412 | 5.19 | 4 | 19.5 | 19.6 | 19.7 |
| | | 4.87 | | 4.98 | | 5.08 | | 5.19 | 5 | 24.4 | 24.5 | 24.7 |
| 10 0 | 2.417574 | 4.88 | 2.435318 | 4.98 | 2.453432 | 5.09 | 2.471931 | 5.20 | 6 | 29.2 | 29.4 | 29.6 |
| 11 40 | 8062 | 4.89 | 5816 | 4.99 | 3941 | 5.09 | 2451 | 5.20 | 7 | 34.1 | 34.3 | 34.5 |
| 13 20 | 8551 | 4.88 | 6315 | 4.98 | 4450 | 5.09 | 2971 | 5.20 | 8 | 39.0 | 39.2 | 39.4 |
| 15 0 | 9039 | 4.88 | 6813 | 4.98 | 4959 | 5.09 | 3491 | 5.20 | 9 | 43.8 | 44.1 | 44.4 |
| 16 40 | 2.419528 | 4.89 | 7312 | 4.99 | 5468 | 5.09 | 4011 | 5.20 | | | | |
| 18 20 | 2.420017 | 4.89 | 7812 | 5.00 | 5978 | 5.10 | 4532 | 5.21 | | | | |
| | | 4.90 | | 4.99 | | 5.10 | | 5.21 | 1 | 5.0 | 5.0 | 5.0 |
| 20 0 | 2.420507 | 4.89 | 2.438311 | 5.00 | 2.456488 | 5.10 | 2.475053 | 5.21 | 2 | 9.9 | 10.0 | 10.0 |
| 21 40 | 0996 | 4.90 | 8811 | 5.00 | 6998 | 5.11 | 5571 | 5.22 | 3 | 14.9 | 15.0 | 15.1 |
| 23 20 | 1486 | 4.90 | 9311 | 5.00 | 7509 | 5.11 | 6096 | 5.22 | 4 | 19.8 | 20.0 | 20.1 |
| 25 0 | 1976 | 4.90 | 2.439811 | 5.00 | 8020 | 5.11 | 6618 | 5.22 | 5 | 24.8 | 25.0 | 25.1 |
| 26 40 | 2467 | 4.91 | 2.440312 | 5.01 | 8531 | 5.11 | 7140 | 5.22 | 6 | 29.8 | 29.9 | 30.1 |
| 28 20 | 2958 | 4.91 | 0813 | 5.01 | 9043 | 5.12 | 7663 | 5.23 | 7 | 34.7 | 34.9 | 35.1 |
| | | 4.91 | | 5.01 | | 5.12 | | 5.23 | 8 | 39.7 | 39.9 | 40.2 |
| 30 0 | 2.423419 | 4.91 | 2.441314 | 5.02 | 2.459555 | 5.12 | 2.478186 | 5.23 | 9 | 44.6 | 44.9 | 45.2 |
| 31 40 | 3910 | 4.92 | 1816 | 5.02 | 2.460067 | 5.13 | 8709 | 5.24 | | | | |
| 33 20 | 4402 | 4.92 | 2318 | 5.02 | 0580 | 5.13 | 9233 | 5.24 | | | | |
| 35 0 | 4924 | 4.92 | 2820 | 5.02 | 1092 | 5.13 | 2.479757 | 5.24 | | 505 | 508 | 511 |
| 36 40 | 5416 | 4.92 | 3322 | 5.02 | 1605 | 5.13 | 2.480281 | 5.24 | 1 | 5.1 | 5.1 | 5.1 |
| 38 20 | 5908 | 4.92 | 3825 | 5.03 | 2119 | 5.14 | 0805 | 5.24 | 2 | 10.1 | 10.2 | 10.2 |
| | | 4.93 | | 5.03 | | 5.14 | | 5.25 | 3 | 15.2 | 15.2 | 15.3 |
| 40 0 | 2.426404 | 4.93 | 2.444328 | 5.03 | 2.462633 | 5.14 | 2.481330 | 5.25 | 4 | 20.2 | 20.3 | 20.4 |
| 41 40 | 6894 | 4.93 | 4831 | 5.04 | 3147 | 5.14 | 1855 | 5.26 | 5 | 25.3 | 25.4 | 25.6 |
| 43 20 | 7387 | 4.93 | 5335 | 5.04 | 3661 | 5.14 | 2381 | 5.26 | 6 | 30.3 | 30.5 | 30.7 |
| 45 0 | 7881 | 4.94 | 5839 | 5.04 | 4175 | 5.14 | 2907 | 5.26 | 7 | 35.4 | 35.6 | 35.8 |
| 46 40 | 8375 | 4.94 | 6343 | 5.04 | 4690 | 5.15 | 3433 | 5.26 | 8 | 40.4 | 40.6 | 40.9 |
| 48 20 | 8869 | 4.94 | 6847 | 5.04 | 5206 | 5.16 | 3959 | 5.26 | 9 | 45.5 | 45.7 | 46.0 |
| | | 4.94 | | 5.05 | | 5.15 | | 5.27 | | 514 | 517 | 520 |
| 50 0 | 2.429363 | 4.95 | 2.447352 | 5.05 | 2.465721 | 5.16 | 2.484486 | 5.27 | 1 | 5.1 | 5.2 | 5.2 |
| 51 40 | 2.429858 | 4.95 | 7857 | 5.06 | 6237 | 5.16 | 5013 | 5.27 | 2 | 10.3 | 10.3 | 10.4 |
| 53 20 | 2.430353 | 4.95 | 8363 | 5.06 | 6753 | 5.16 | 5540 | 5.28 | 3 | 15.4 | 15.5 | 15.6 |
| 55 0 | 0848 | 4.96 | 8868 | 5.06 | 7269 | 5.17 | 6068 | 5.28 | 4 | 20.6 | 20.7 | 20.8 |
| 56 40 | 1344 | 4.96 | 9371 | 5.06 | 7786 | 5.17 | 6596 | 5.28 | 5 | 25.7 | 25.9 | 26.0 |
| 58 20 | 1840 | 4.96 | 2.449880 | 5.07 | 8303 | 5.18 | 7124 | 5.29 | 6 | 30.8 | 31.0 | 31.2 |
| | | 4.96 | | 5.07 | | 5.18 | | 5.29 | 7 | 36.0 | 36.2 | 36.4 |
| 60 0 | 2.452338 | | 2.450387 | | 2.468821 | | 2.487653 | | 8 | 41.1 | 41.4 | 41.6 |
| | | | | | | | | | 9 | 46.3 | 46.5 | 46.8 |

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2g^3}}$$

| ν | 124° | | 125° | | 126° | | 127° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 2-487653 | 5-29 | 2-506901 | 5-41 | 2-526581 | 5-53 | 2-546714 | 5-65 | | 525 | 530 | 535 |
| 1 40 | 8182 | 5-29 | 7441 | 5-42 | 7134 | 5-54 | 7279 | 5-67 | | 5-3 | 5-3 | 5-4 |
| 3 20 | 8711 | 5-30 | 7983 | 5-41 | 7688 | 5-54 | 7846 | 5-66 | 1 | 10-5 | 10-6 | 10-7 |
| 5 0 | 9241 | 5-30 | 8524 | 5-42 | 8242 | 5-54 | 8412 | 5-67 | 2 | 15-8 | 15-9 | 16-1 |
| 6 40 | 2-489771 | 5-30 | 9066 | 5-42 | 8796 | 5-54 | 8979 | 5-67 | 3 | 21-0 | 21-2 | 21-4 |
| 8 20 | 2-490301 | 5-31 | 2-509608 | 5-42 | 9350 | 5-54 | 2-549546 | 5-67 | 4 | 26-3 | 26-5 | 26-8 |
| | | 5-31 | | 5-42 | | 5-55 | | 5-68 | 5 | 31-5 | 31-8 | 32-1 |
| 10 0 | 2-490832 | 5-30 | 2-510150 | 5-43 | 2-529905 | 5-55 | 2-550114 | 5-68 | 6 | 36-8 | 37-1 | 37-5 |
| 11 40 | 1362 | 5-32 | 0693 | 5-43 | 2-530460 | 5-56 | 0682 | 5-69 | 7 | 42-0 | 42-4 | 42-8 |
| 13 20 | 1894 | 5-31 | 1236 | 5-44 | 1016 | 5-55 | 1251 | 5-68 | 8 | 47-3 | 47-7 | 48-2 |
| 15 0 | 2425 | 5-32 | 1780 | 5-43 | 1571 | 5-57 | 1819 | 5-70 | 9 | | | |
| 16 40 | 2957 | 5-32 | 2323 | 5-43 | 2128 | 5-56 | 2389 | 5-69 | | | | |
| 18 20 | 3489 | 5-32 | 2867 | 5-44 | 2684 | 5-56 | 2958 | 5-69 | | 540 | 545 | 550 |
| | | 5-33 | | 5-45 | | 5-57 | | 5-70 | 1 | 5-4 | 5-5 | 5-5 |
| 20 0 | 2-494022 | 5-33 | 2-513412 | 5-45 | 2-533241 | 5-57 | 2-553528 | 5-70 | 2 | 10-8 | 10-9 | 11-0 |
| 21 40 | 4555 | 5-33 | 3957 | 5-45 | 3798 | 5-58 | 4098 | 5-71 | 3 | 16-2 | 16-4 | 16-5 |
| 23 20 | 5088 | 5-33 | 4502 | 5-45 | 4356 | 5-58 | 4669 | 5-71 | 4 | 21-6 | 21-8 | 22-0 |
| 25 0 | 5621 | 5-33 | 5047 | 5-45 | 4914 | 5-58 | 5240 | 5-71 | 5 | 27-0 | 27-3 | 27-5 |
| 26 40 | 6155 | 5-34 | 5593 | 5-46 | 5472 | 5-58 | 5811 | 5-71 | 6 | 32-4 | 32-7 | 33-0 |
| 28 20 | 6689 | 5-34 | 6139 | 5-46 | 6031 | 5-59 | 6383 | 5-72 | 7 | 37-8 | 38-2 | 38-5 |
| | | 5-35 | | 5-47 | | 5-59 | | 5-72 | 8 | 43-2 | 43-6 | 44-0 |
| 30 0 | 2-497224 | 5-35 | 2-516686 | 5-47 | 2-536590 | 5-59 | 2-556955 | 5-72 | 9 | 48-6 | 49-1 | 49-5 |
| 31 40 | 7759 | 5-35 | 7233 | 5-47 | 7149 | 5-60 | 7527 | 5-73 | | | | |
| 33 20 | 8294 | 5-35 | 7780 | 5-47 | 7709 | 5-60 | 8100 | 5-74 | | | | |
| 35 0 | 8829 | 5-35 | 8327 | 5-47 | 8269 | 5-60 | 8674 | 5-74 | | 555 | 560 | 565 |
| 36 40 | 9365 | 5-36 | 8875 | 5-48 | 8830 | 5-61 | 9247 | 5-73 | 1 | 5-6 | 5-6 | 5-7 |
| 38 20 | 2-499901 | 5-36 | 9423 | 5-48 | 9390 | 5-60 | 2-559821 | 5-74 | 2 | 11-1 | 11-2 | 11-3 |
| | | 5-37 | | 5-49 | | 5-61 | | 5-74 | 3 | 16-7 | 16-8 | 17-0 |
| 40 0 | 2-500438 | 5-36 | 2-519972 | 5-49 | 2-539951 | 5-62 | 2-560395 | 5-75 | 4 | 22-2 | 22-4 | 22-6 |
| 41 40 | 0974 | 5-37 | 2-520521 | 5-49 | 2-540513 | 5-62 | 0970 | 5-75 | 5 | 27-8 | 28-0 | 28-3 |
| 43 20 | 1511 | 5-38 | 1070 | 5-50 | 1075 | 5-62 | 1545 | 5-76 | 6 | 33-3 | 33-6 | 33-9 |
| 45 0 | 2049 | 5-38 | 1620 | 5-50 | 1637 | 5-62 | 2121 | 5-76 | 7 | 38-9 | 39-2 | 39-6 |
| 46 40 | 2587 | 5-38 | 2170 | 5-50 | 2200 | 5-63 | 2696 | 5-75 | 8 | 44-4 | 44-8 | 45-2 |
| 48 20 | 3125 | 5-38 | 2720 | 5-50 | 2763 | 5-63 | 3273 | 5-77 | 9 | 50-0 | 50-4 | 50-9 |
| | | 5-38 | | 5-50 | | 5-63 | | 5-76 | | 570 | 575 | 580 |
| 50 0 | 2-503663 | 5-39 | 2-523270 | 5-51 | 2-543326 | 5-64 | 2-563849 | 5-77 | 1 | 5-7 | 5-8 | 5-8 |
| 51 40 | 4202 | 5-39 | 3821 | 5-52 | 3890 | 5-64 | 4426 | 5-78 | 2 | 11-4 | 11-5 | 11-6 |
| 53 20 | 4741 | 5-39 | 4373 | 5-51 | 4454 | 5-64 | 5004 | 5-77 | 3 | 17-1 | 17-3 | 17-4 |
| 55 0 | 5280 | 5-40 | 4924 | 5-52 | 5018 | 5-65 | 5581 | 5-78 | 4 | 22-8 | 23-0 | 23-2 |
| 56 40 | 5820 | 5-40 | 5476 | 5-53 | 5583 | 5-65 | 6159 | 5-79 | 5 | 28-5 | 28-8 | 29-0 |
| 58 20 | 6360 | 5-41 | 6029 | 5-52 | 6148 | 5-66 | 6798 | 5-79 | 6 | 34-2 | 34-5 | 34-8 |
| | | 5-41 | | 5-52 | | 5-66 | | 5-79 | 7 | 39-9 | 40-3 | 40-6 |
| 60 0 | 2-506901 | | 2-526581 | | 2-546714 | | 2-567317 | | 8 | 45-6 | 46-0 | 46-4 |
| | | | | | | | | | 9 | 51-3 | 51-8 | 52-2 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 \kappa t}{\sqrt{2 q^3}}$

| ν | 128° | | 129° | | 130° | | 131° | | Proportional- theile | | | |
|-------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|-------------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0 0" | 2.567317 | 5.79 | 2.588411 | 5.93 | 2.610019 | 6.08 | 2.632162 | 6.23 | | | | |
| 1 40 | 7896 | | 9004 | 5.94 | 0627 | 6.08 | 2785 | 6.24 | | 580 | 585 | 590 |
| 3 20 | 8475 | 5.79 | 2.589598 | 5.94 | 1235 | 6.08 | 3409 | 6.24 | 1 | 5.8 | 5.9 | 5.9 |
| 5 0 | 9055 | 5.80 | 2.590192 | 5.94 | 1843 | 6.09 | 4033 | 6.24 | 2 | 11.6 | 11.7 | 11.8 |
| 6 40 | 2.569636 | 5.81 | 0786 | 5.94 | 2452 | 6.09 | 4657 | 6.24 | 3 | 17.4 | 17.6 | 17.7 |
| 8 20 | 2.570217 | 5.81 | 1381 | 5.95 | 3062 | 6.10 | 5282 | 6.25 | 4 | 23.2 | 23.4 | 23.6 |
| | | 5.81 | | 5.95 | | 6.10 | | 6.25 | 5 | 29.0 | 29.3 | 29.5 |
| 10 0 | 2.570798 | 5.81 | 2.591976 | 5.96 | 2.613672 | 6.10 | 2.635907 | 6.25 | 6 | 34.8 | 35.1 | 35.4 |
| 11 40 | 1379 | 5.82 | 2572 | 5.96 | 4282 | 6.10 | 6532 | 6.26 | 7 | 40.6 | 41.0 | 41.3 |
| 13 20 | 1961 | 5.82 | 3168 | 5.96 | 4892 | 6.12 | 7158 | 6.27 | 8 | 46.4 | 46.8 | 47.2 |
| 15 0 | 2543 | 5.82 | 3764 | 5.96 | 5504 | 6.12 | 7785 | 6.27 | 9 | 52.2 | 52.7 | 53.1 |
| 16 40 | 3126 | 5.83 | 4361 | 5.97 | 6115 | 6.11 | 8412 | 6.27 | | | | |
| 18 20 | 3709 | 5.83 | 4958 | 5.97 | 6727 | 6.12 | 9039 | 6.27 | | | | |
| | | 5.84 | | 5.98 | | 6.12 | | 6.28 | 1 | 595 | 600 | 605 |
| 20 0 | 2.571293 | 5.83 | 2.595556 | 5.98 | 2.617339 | 6.13 | 2.639667 | 6.28 | 2 | 6.0 | 6.0 | 6.1 |
| 21 40 | 4876 | 5.83 | 6154 | 5.98 | 7952 | 6.13 | 2.640295 | 6.28 | 3 | 11.9 | 12.0 | 12.1 |
| 23 20 | 5461 | 5.85 | 6752 | 5.98 | 8565 | 6.13 | 0923 | 6.28 | 4 | 17.9 | 18.0 | 18.2 |
| 25 0 | 6045 | 5.84 | 7351 | 5.99 | 9179 | 6.14 | 1553 | 6.30 | 5 | 23.8 | 24.0 | 24.2 |
| 26 40 | 6630 | 5.85 | 7950 | 5.99 | 2.619793 | 6.14 | 2182 | 6.29 | 6 | 29.8 | 30.0 | 30.3 |
| 28 20 | 7215 | 5.85 | 8549 | 5.99 | 2.620407 | 6.14 | 2812 | 6.30 | 7 | 35.7 | 36.0 | 36.3 |
| | | 5.86 | | 6.00 | | 6.15 | | 6.30 | 8 | 41.7 | 42.0 | 42.4 |
| 30 0 | 2.577801 | 5.86 | 2.599149 | 6.01 | 2.621022 | 6.15 | 2.643442 | 6.31 | 9 | 47.6 | 48.0 | 48.4 |
| 31 40 | 8387 | 5.86 | 2.599750 | 6.01 | 1637 | 6.16 | 4073 | 6.32 | | 53.6 | 54.0 | 54.5 |
| 33 20 | 8974 | 5.87 | 2.600351 | 6.01 | 2253 | 6.16 | 4705 | 6.32 | 1 | 6.1 | 6.2 | 6.2 |
| 35 0 | 2.579561 | 5.87 | 0952 | 6.01 | 2869 | 6.16 | 5336 | 6.31 | 2 | 12.2 | 12.3 | 12.4 |
| 36 40 | 2.580148 | 5.87 | 1553 | 6.01 | 3486 | 6.17 | 5968 | 6.32 | 3 | 18.3 | 18.5 | 18.6 |
| 38 20 | 0736 | 5.88 | 2155 | 6.02 | 4103 | 6.17 | 6601 | 6.33 | 4 | 24.4 | 24.6 | 24.8 |
| | | 5.88 | | 6.03 | | 6.17 | | 6.33 | 5 | 30.5 | 30.8 | 31.0 |
| 40 0 | 2.581324 | 5.88 | 2.602758 | 6.03 | 2.624720 | 6.18 | 2.647234 | 6.34 | 6 | 36.6 | 36.9 | 37.2 |
| 41 40 | 1912 | 5.89 | 3361 | 6.03 | 5338 | 6.18 | 7868 | 6.34 | 7 | 42.7 | 43.1 | 43.4 |
| 43 20 | 2501 | 5.89 | 3964 | 6.04 | 5956 | 6.19 | 8502 | 6.34 | 8 | 48.8 | 49.2 | 49.6 |
| 45 0 | 3090 | 5.89 | 4568 | 6.04 | 6575 | 6.19 | 9136 | 6.35 | 9 | 54.9 | 55.4 | 55.8 |
| 46 40 | 3680 | 5.90 | 5172 | 6.04 | 7194 | 6.19 | 2.649771 | 6.35 | | | | |
| 48 20 | 4270 | 5.90 | 5776 | 6.04 | 7814 | 6.20 | 2.650406 | 6.35 | | | | |
| | | 5.90 | | 6.05 | | 6.19 | | 6.36 | 1 | 625 | 630 | 635 |
| 50 0 | 2.584860 | 5.91 | 2.606381 | 6.05 | 2.628433 | 6.21 | 2.651042 | 6.36 | 2 | 6.3 | 6.3 | 6.4 |
| 51 40 | 5451 | 5.91 | 6986 | 6.06 | 9054 | 6.21 | 1678 | 6.37 | 3 | 12.5 | 12.6 | 12.7 |
| 53 20 | 6042 | 5.92 | 7592 | 6.06 | 2.629675 | 6.21 | 2315 | 6.37 | 4 | 18.8 | 18.9 | 19.1 |
| 55 0 | 6634 | 5.92 | 8198 | 6.06 | 2.630296 | 6.21 | 2952 | 6.37 | 5 | 25.0 | 25.2 | 25.4 |
| 56 40 | 7226 | 5.92 | 8805 | 6.07 | 0918 | 6.22 | 3589 | 6.37 | 6 | 31.3 | 31.5 | 31.8 |
| 58 20 | 7818 | 5.92 | 2.609411 | 6.06 | 1540 | 6.22 | 4227 | 6.38 | 7 | 37.5 | 37.8 | 38.1 |
| | | 5.93 | | 6.08 | | 6.22 | | 6.39 | 8 | 43.8 | 44.1 | 44.5 |
| 60 0 | 2.588411 | | 2.610019 | | 2.632162 | | 2.654866 | | 9 | 50.0 | 50.4 | 50.8 |
| | | | | | | | | | | 56.3 | 56.7 | 57.2 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2 q^3}}$

| ν | 132° | | 133° | | 134° | | 135° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 2-654866 | 6-39 | 2-678155 | 6-55 | 2-702056 | 6-73 | 2-726599 | 6-91 | | 640 | 645 | 650 |
| 1 40 | 5505 | 6-39 | 8810 | 6-56 | 2729 | 6-74 | 7290 | 6-92 | | | | |
| 3 20 | 6144 | 6-40 | 2-679466 | 6-57 | 3403 | 6-74 | 7982 | 6-92 | 1 | 6-4 | 6-5 | 6-5 |
| 5 0 | 6784 | 6-40 | 2-680123 | 6-57 | 4077 | 6-74 | 8674 | 6-93 | 2 | 12-8 | 12-9 | 13-0 |
| 6 40 | 7424 | 6-41 | 0780 | 6-57 | 4751 | 6-74 | 2-729367 | 6-93 | 3 | 19-2 | 19-4 | 19-5 |
| 8 20 | 8065 | 6-41 | 1437 | 6-57 | 5426 | 6-75 | 2-730060 | 6-93 | 4 | 25-6 | 25-8 | 26-0 |
| | | 6-41 | | 6-58 | | 6-75 | | 6-94 | 5 | 32-0 | 32-3 | 32-5 |
| 10 0 | 2-658706 | 6-41 | 2-682095 | 6-58 | 2-706101 | 6-76 | 2-730754 | 6-94 | 6 | 38-4 | 38-7 | 39-0 |
| 11 40 | 9347 | 6-43 | 2753 | 6-59 | 6777 | 6-77 | 1448 | 6-95 | 7 | 44-8 | 45-2 | 45-5 |
| 13 20 | 2-659990 | 6-42 | 3412 | 6-60 | 7454 | 6-77 | 2143 | 6-95 | 8 | 51-2 | 51-6 | 52-0 |
| 15 0 | 2-660632 | 6-43 | 4072 | 6-60 | 8131 | 6-77 | 2838 | 6-96 | 9 | 57-6 | 58-1 | 58-5 |
| 16 40 | 1275 | 6-44 | 4731 | 6-61 | 8808 | 6-78 | 3534 | 6-97 | | | | |
| 18 20 | 1919 | 6-43 | 5392 | 6-60 | 2-709486 | 6-79 | 4231 | 8-97 | | 655 | 660 | 665 |
| 20 0 | 2-662562 | 6-45 | 2-686052 | 6-62 | 2-710165 | 6-78 | 2-734928 | 6-97 | 1 | 6-6 | 6-6 | 6-7 |
| 21 40 | 3207 | 6-45 | 6714 | 6-61 | 0843 | 6-80 | 5625 | 6-98 | 2 | 13-1 | 13-2 | 13-3 |
| 23 20 | 3852 | 6-45 | 7375 | 6-63 | 1523 | 6-80 | 6323 | 6-98 | 3 | 19-7 | 19-8 | 20-0 |
| 25 0 | 4497 | 6-46 | 8038 | 6-62 | 2203 | 6-80 | 7022 | 6-99 | 4 | 26-2 | 26-4 | 26-6 |
| 26 40 | 5143 | 6-46 | 8700 | 6-64 | 2883 | 6-81 | 7721 | 6-99 | 5 | 32-8 | 33-0 | 33-3 |
| 28 20 | 5789 | 6-46 | 2-689264 | 6-63 | 3564 | 6-82 | 8420 | 7-00 | 6 | 39-3 | 39-6 | 39-9 |
| | | 6-46 | | 6-63 | | 6-82 | | 7-00 | 7 | 45-9 | 46-2 | 46-6 |
| 30 0 | 2-666435 | 6-48 | 2-690027 | 6-64 | 2-714246 | 6-82 | 2-739120 | 7-01 | 8 | 52-4 | 52-8 | 53-2 |
| 31 40 | 7083 | 6-47 | 0691 | 6-65 | 4928 | 6-82 | 2-739821 | 7-01 | 9 | 59-0 | 59-4 | 59-9 |
| 33 20 | 7730 | 6-48 | 1356 | 6-65 | 5610 | 6-83 | 2-740522 | 7-02 | | | | |
| 35 0 | 8378 | 6-49 | 2021 | 6-66 | 6293 | 6-84 | 1224 | 7-02 | | 670 | 680 | 690 |
| 36 40 | 9027 | 6-49 | 2687 | 6-66 | 6977 | 6-84 | 1926 | 7-03 | 1 | 6-7 | 6-8 | 6-9 |
| 38 20 | 2-669676 | 6-49 | 3353 | 6-66 | 7661 | 6-84 | 2629 | 7-03 | 2 | 13-4 | 13-6 | 13-8 |
| | | 6-49 | | 6-66 | | 6-84 | | 7-03 | 3 | 20-1 | 20-4 | 20-7 |
| 40 0 | 2-670325 | 6-50 | 2-694019 | 6-67 | 2-718345 | 6-85 | 2-743332 | 7-04 | 4 | 26-8 | 27-2 | 27-6 |
| 41 40 | 0975 | 6-50 | 4636 | 6-68 | 9030 | 6-86 | 4036 | 7-04 | 5 | 33-5 | 34-0 | 34-5 |
| 43 20 | 1625 | 6-51 | 5354 | 6-68 | 2-719716 | 6-86 | 4740 | 7-05 | 6 | 40-2 | 40-8 | 41-4 |
| 45 0 | 2276 | 6-51 | 6022 | 6-68 | 2-720402 | 6-86 | 5445 | 7-06 | 7 | 46-9 | 47-6 | 48-3 |
| 46 40 | 2927 | 6-52 | 6690 | 6-69 | 1088 | 6-87 | 6151 | 7-06 | 8 | 53-6 | 54-4 | 55-2 |
| 48 20 | 3579 | 6-52 | 7359 | 6-70 | 1775 | 6-88 | 6857 | 7-06 | 9 | 60-3 | 61-2 | 62-1 |
| | | 6-52 | | 6-70 | | 6-88 | | 7-06 | | | | |
| 50 0 | 2-674231 | 6-53 | 2-698029 | 6-70 | 2-722463 | 6-88 | 2-747563 | 7-07 | | 700 | 710 | 720 |
| 51 40 | 4884 | 6-53 | 8699 | 6-70 | 3151 | 6-89 | 8270 | 7-08 | 1 | 7-0 | 7-1 | 7-2 |
| 53 20 | 5537 | 6-54 | 2-699369 | 6-71 | 3840 | 6-89 | 8978 | 7-08 | 2 | 14-0 | 14-2 | 14-4 |
| 55 0 | 6191 | 6-54 | 2-700040 | 6-72 | 4529 | 6-89 | 2-749686 | 7-09 | 3 | 21-0 | 21-3 | 21-6 |
| 56 40 | 6845 | 6-55 | 0712 | 6-72 | 5218 | 6-89 | 2-750395 | 7-09 | 4 | 28-0 | 28-4 | 28-8 |
| 58 20 | 7500 | 6-55 | 1384 | 6-72 | 5908 | 6-90 | 1104 | 7-09 | 5 | 35-0 | 35-5 | 36-0 |
| | | 6-55 | | 6-72 | | 6-91 | | 7-10 | 6 | 42-0 | 42-6 | 43-2 |
| 60 0 | 2-678155 | | 2-702056 | | 2-726599 | | 2-751814 | | 7 | 49-0 | 49-7 | 50-4 |
| | | | | | | | | | 8 | 56-0 | 56-8 | 57-6 |
| | | | | | | | | | 9 | 63-0 | 63-9 | 64-8 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2q^3}}$

| v | 136° | | 137° | | 138° | | 139° | | Proportionaltheile | | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|--|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | | |
| 0' 0" | 2-751814 | | 2-777732 | | 2-804390 | | 2-831822 | | | | | | |
| 1 40 | 2524 | 7-10 | 8463 | 7-31 | 5141 | 7-51 | 2596 | 7-74 | | 710 | 720 | 730 | |
| 3 20 | 3235 | 7-11 | 9194 | 7-31 | 5893 | 7-52 | 3370 | 7-74 | 1 | 7-1 | 7-2 | 7-3 | |
| 5 0 | 3946 | 7-11 | 2-779925 | 7-31 | 6645 | 7-52 | 4145 | 7-75 | 2 | 14-2 | 14-4 | 14-6 | |
| 6 40 | 4658 | 7-12 | 2-780657 | 7-32 | 7398 | 7-53 | 4920 | 7-75 | 3 | 21-3 | 21-6 | 21-9 | |
| 8 20 | 5371 | 7-13 | 1390 | 7-33 | 8152 | 7-54 | 5696 | 7-76 | 4 | 28-4 | 28-8 | 29-2 | |
| | | 7-13 | | 7-33 | | 7-55 | | 7-77 | 5 | 35-5 | 36-0 | 36-5 | |
| 10 0 | 2-756084 | | 2-782123 | | 2-808907 | | 2-836473 | | | | | | |
| 11 40 | 6797 | 7-13 | 2837 | 7-34 | 2-809662 | 7-55 | 7250 | 7-77 | 7 | 42-6 | 43-2 | 43-8 | |
| 13 20 | 7511 | 7-14 | 3591 | 7-34 | 2-810417 | 7-55 | 8028 | 7-78 | 8 | 49-7 | 50-4 | 51-1 | |
| 15 0 | 8226 | 7-15 | 4326 | 7-35 | 1173 | 7-56 | 8806 | 7-78 | 9 | 63-9 | 64-8 | 65-7 | |
| 16 40 | 8941 | 7-15 | 5061 | 7-35 | 1930 | 7-57 | 2-839585 | 7-79 | | | | | |
| 18 20 | 2-759657 | | 5797 | 7-36 | 2688 | 7-58 | 2-840365 | 7-80 | | | | | |
| | | 7-16 | | 7-37 | | 7-58 | | 7-81 | 1 | 740 | 750 | 760 | |
| 20 0 | 2-760373 | | 2-786534 | | 2-813446 | | 2-841146 | | | | | | |
| 21 40 | 1090 | 7-17 | 7271 | 7-37 | 4204 | 7-58 | 1927 | 7-81 | 2 | 7-4 | 7-5 | 7-6 | |
| 23 20 | 1808 | 7-18 | 8009 | 7-38 | 4963 | 7-59 | 2709 | 7-82 | 3 | 14-8 | 15-0 | 15-2 | |
| 25 0 | 2526 | 7-18 | 8748 | 7-39 | 5723 | 7-60 | 3491 | 7-82 | 4 | 22-2 | 22-5 | 22-8 | |
| 26 40 | 3244 | 7-18 | 2-789487 | 7-39 | 6484 | 7-61 | 4274 | 7-83 | 5 | 29-6 | 30-0 | 30-4 | |
| 28 20 | 3963 | 7-19 | 2-790226 | 7-39 | 7245 | 7-61 | 5058 | 7-84 | 6 | 37-0 | 37-5 | 38-0 | |
| | | 7-20 | | 7-40 | | 7-62 | | 7-84 | 7 | 44-4 | 45-0 | 45-6 | |
| 30 0 | 2-764683 | | 2-790966 | | 2-818007 | | 2-845842 | | | | | | |
| 31 40 | 5403 | 7-20 | 1707 | 7-41 | 8769 | 7-62 | 6627 | 7-85 | 8 | 51-8 | 52-5 | 53-2 | |
| 33 20 | 6124 | 7-21 | 2448 | 7-41 | 2-819532 | 7-63 | 7412 | 7-85 | 8 | 66-6 | 67-5 | 68-4 | |
| 35 0 | 6845 | 7-21 | 3190 | 7-42 | 2-820295 | 7-63 | 8199 | 7-87 | | 770 | 780 | 790 | |
| 36 40 | 7567 | 7-22 | 3933 | 7-43 | 1059 | 7-64 | 8986 | 7-87 | 1 | 7-7 | 7-8 | 7-9 | |
| 38 20 | 8289 | 7-22 | 4676 | 7-43 | 1824 | 7-65 | 2-849773 | 7-87 | 2 | 15-4 | 15-6 | 15-8 | |
| | | 7-23 | | 7-44 | | 7-66 | | 7-88 | 3 | 23-1 | 23-4 | 23-7 | |
| 40 0 | 2-769012 | | 2-795420 | | 2-822590 | | 2-850561 | | | | | | |
| 41 40 | 2-769736 | | 6164 | 7-44 | 3356 | 7-66 | 1350 | 7-89 | 4 | 30-8 | 31-2 | 31-6 | |
| 43 20 | 2-770460 | | 6909 | 7-45 | 4122 | 7-66 | 2140 | 7-90 | 5 | 38-5 | 39-0 | 39-5 | |
| 45 0 | 1185 | 7-25 | 7654 | 7-45 | 4889 | 7-67 | 2930 | 7-90 | 6 | 46-2 | 46-8 | 47-4 | |
| 46 40 | 1910 | 7-25 | 8400 | 7-46 | 5657 | 7-68 | 3720 | 7-90 | 7 | 53-9 | 54-6 | 55-3 | |
| 48 20 | 2636 | 7-26 | 9147 | 7-47 | 6426 | 7-69 | 4512 | 7-92 | 8 | 61-6 | 62-4 | 63-2 | |
| | | 7-26 | | 7-47 | | 7-69 | | 7-92 | 9 | 69-3 | 70-2 | 71-1 | |
| 50 0 | 2-773362 | | 2-799894 | | 2-827195 | | 2-855304 | | | | | | |
| 51 40 | 4089 | 7-27 | 2-800642 | 7-48 | 7965 | 7-70 | 6097 | 7-93 | 1 | 800 | 810 | 820 | |
| 53 20 | 4817 | 7-28 | 1390 | 7-48 | 8735 | 7-70 | 6890 | 7-93 | 2 | 8-0 | 8-1 | 8-2 | |
| 55 0 | 5545 | 7-28 | 2139 | 7-49 | 2-829506 | 7-71 | 7684 | 7-94 | 3 | 16-0 | 16-2 | 16-4 | |
| 56 40 | 6273 | 7-28 | 2889 | 7-50 | 2-830277 | 7-71 | 8479 | 7-95 | 4 | 24-0 | 24-3 | 24-7 | |
| 58 20 | 7002 | 7-29 | 3639 | 7-50 | 1019 | 7-72 | 2-859274 | 7-95 | 5 | 32-0 | 32-4 | 32-8 | |
| | | 7-30 | | 7-51 | | 7-73 | | 7-96 | 6 | 40-0 | 40-5 | 41-0 | |
| 60 0 | 2-777732 | | 2-804390 | | 2-831822 | | 2-860070 | | | | | | |
| | | | | | | | | | 7 | 48-0 | 48-6 | 49-2 | |
| | | | | | | | | | 8 | 56-0 | 56-7 | 57-4 | |
| | | | | | | | | | 9 | 64-0 | 64-8 | 65-6 | |
| | | | | | | | | | | 72-0 | 72-9 | 73-8 | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2q^3}}$

| v | 140° | | 141° | | 142° | | 143° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 2-860070 | | 2-889175 | | 2-919183 | | 2-950142 | | | | | |
| 1 40 | 0867 | 7-97 | 2-889997 | 8-22 | 2-920030 | 8-47 | 1016 | 8-74 | | 830 | 840 | 850 |
| 3 20 | 1664 | 7-97 | 2-890818 | 8-21 | 0878 | 8-48 | 1891 | 8-75 | | | | |
| 5 0 | 2462 | 7-98 | 1641 | 8-23 | 1726 | 8-48 | 2767 | 8-76 | 1 | 8-3 | 8-4 | 8-5 |
| 6 40 | 3261 | 7-99 | 2464 | 8-23 | 2575 | 8-49 | 3643 | 8-76 | 3 | 16-6 | 16-8 | 17-0 |
| 8 20 | 4060 | 7-99 | 3288 | 8-24 | 3425 | 8-50 | 4520 | 8-77 | 4 | 24-9 | 25-2 | 25-5 |
| | | 8-00 | | 8-25 | | 8-51 | | 8-78 | 5 | 33-2 | 33-6 | 34-0 |
| 10 0 | 2-864860 | | 2-894113 | | 2-924276 | | 2-955398 | | 6 | 41-5 | 42-0 | 42-5 |
| 11 40 | 5661 | 8-01 | 4938 | 8-25 | 5127 | 8-51 | 6277 | 8-79 | 7 | 49-8 | 50-4 | 51-0 |
| 13 20 | 6463 | 8-02 | 5764 | 8-26 | 5979 | 8-52 | 7156 | 8-79 | 8 | 58-1 | 58-8 | 59-5 |
| 15 0 | 7265 | 8-02 | 6591 | 8-27 | 6832 | 8-53 | 8037 | 8-81 | 9 | 66-4 | 67-2 | 68-0 |
| 16 40 | 8067 | 8-02 | 7418 | 8-27 | 7685 | 8-53 | 8918 | 8-81 | | | | |
| 18 20 | 8871 | 8-04 | 8247 | 8-29 | 8540 | 8-55 | 2-959799 | 8-81 | | | | |
| | | 8-04 | | 8-28 | | 8-55 | | 8-83 | 1 | 86-0 | 87-0 | 88-0 |
| 20 0 | 2-869675 | | 2-899075 | | 2-929395 | | 2-960682 | | 2 | 8-6 | 8-7 | 8-8 |
| 21 40 | 2-870479 | 8-04 | 2-899905 | 8-30 | 2-930250 | 8-55 | 1566 | 8-84 | 3 | 17-2 | 17-4 | 17-6 |
| 23 20 | 1285 | 8-06 | 2-900735 | 8-30 | 1107 | 8-57 | 2450 | 8-84 | 4 | 25-8 | 26-1 | 26-4 |
| 25 0 | 2091 | 8-06 | 1566 | 8-31 | 1964 | 8-57 | 3335 | 8-85 | 5 | 34-4 | 34-8 | 35-2 |
| 26 40 | 2898 | 8-07 | 2398 | 8-32 | 2822 | 8-58 | 4221 | 8-86 | 6 | 43-0 | 43-5 | 44-0 |
| 28 20 | 3705 | 8-07 | 3230 | 8-32 | 3681 | 8-59 | 5107 | 8-86 | 7 | 51-6 | 52-2 | 52-8 |
| | | 8-08 | | 8-34 | | 8-60 | | 8-88 | 8 | 60-2 | 60-9 | 61-6 |
| 30 0 | 2-874513 | | 2-904064 | | 2-934541 | | 2-965995 | | 9 | 68-8 | 69-6 | 70-4 |
| 31 40 | 5322 | 8-09 | 4897 | 8-33 | 5401 | 8-60 | 6883 | 8-88 | | 77-4 | 78-3 | 79-2 |
| 33 20 | 6131 | 8-09 | 5732 | 8-35 | 6262 | 8-61 | 7772 | 8-89 | | | | |
| 35 0 | 6941 | 8-10 | 6567 | 8-35 | 7124 | 8-62 | 8662 | 8-90 | | 89-0 | 90-0 | 91-0 |
| 36 40 | 7752 | 8-11 | 7403 | 8-36 | 7986 | 8-62 | 2-969552 | 8-90 | 1 | 8-9 | 9-0 | 9-1 |
| 38 20 | 8564 | 8-12 | 8240 | 8-37 | 8850 | 8-64 | 2-970443 | 8-91 | 2 | 17-8 | 18-0 | 18-2 |
| | | 8-12 | | 8-37 | | 8-64 | | 8-93 | 3 | 26-7 | 27-0 | 27-3 |
| 40 0 | 2-879376 | | 2-909077 | | 2-939714 | | 2-971336 | | 4 | 35-6 | 36-0 | 36-4 |
| 41 40 | 2-880189 | 8-13 | 2-909916 | 8-39 | 2-940578 | 8-64 | 2229 | 8-93 | 5 | 44-5 | 45-0 | 45-5 |
| 43 20 | 1002 | 8-13 | 2-910754 | 8-38 | 1444 | 8-66 | 3122 | 8-93 | 6 | 53-4 | 54-0 | 54-6 |
| 45 0 | 1816 | 8-14 | 1594 | 8-40 | 2310 | 8-66 | 4017 | 8-95 | 7 | 62-3 | 63-0 | 63-7 |
| 46 40 | 2631 | 8-15 | 2434 | 8-40 | 3177 | 8-67 | 4912 | 8-95 | 8 | 71-2 | 72-0 | 72-8 |
| 48 20 | 3447 | 8-16 | 3275 | 8-41 | 4045 | 8-68 | 5809 | 8-97 | 9 | 80-1 | 81-0 | 81-9 |
| | | 8-16 | | 8-42 | | 8-69 | | 8-97 | | | | |
| 50 0 | 2-884263 | | 2-914117 | | 2-944914 | | 2-976706 | | | 92-0 | 93-0 | 94-0 |
| 51 40 | 5080 | 8-17 | 4960 | 8-43 | 5783 | 8-69 | 7604 | 8-98 | 1 | 9-2 | 9-3 | 9-4 |
| 53 20 | 5898 | 8-18 | 5803 | 8-43 | 6654 | 8-71 | 8502 | 8-98 | 2 | 18-4 | 18-6 | 18-8 |
| 55 0 | 6716 | 8-18 | 6647 | 8-44 | 7525 | 8-71 | 2-979402 | 9-00 | 3 | 27-6 | 27-9 | 28-2 |
| 56 40 | 7535 | 8-19 | 7492 | 8-45 | 8396 | 8-71 | 2-980302 | 9-00 | 4 | 36-8 | 37-2 | 37-6 |
| 58 20 | 8355 | 8-20 | 8337 | 8-45 | 2-949269 | 8-73 | 1203 | 9-01 | 5 | 46-0 | 46-5 | 47-0 |
| | | 8-20 | | 8-46 | | 8-73 | | 9-02 | 6 | 55-2 | 55-8 | 56-4 |
| 60 0 | 2-889175 | | 2-919183 | | 2-950142 | | 2-982105 | | 7 | 64-4 | 65-1 | 65-8 |
| | | | | | | | | | 8 | 73-6 | 74-4 | 75-2 |
| | | | | | | | | | 9 | 82-8 | 83-7 | 84-6 |

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 \frac{k}{f}}{\sqrt{2g^3}}$$

| v | 144° | | 145° | | 146° | | 147° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 2-982105 | 9-03 | 3-015128 | 9-33 | 3-049273 | 9-65 | 3-084607 | 9-99 | | 950 | 960 | 970 |
| 1 40 | 3008 | 9-03 | 6061 | 9-34 | 3-050238 | 9-66 | 5606 | 10-00 | 1 | 9-5 | 9-6 | 9-7 |
| 3 20 | 3911 | 9-04 | 6995 | 9-35 | 1204 | 9-67 | 6606 | 10-01 | 2 | 19-0 | 19-2 | 19-4 |
| 5 0 | 4815 | 9-06 | 7930 | 9-35 | 2171 | 9-68 | 7607 | 10-02 | 3 | 28-5 | 28-8 | 29-1 |
| 6 40 | 5721 | 9-06 | 8865 | 9-37 | 3139 | 9-69 | 8609 | 10-04 | 4 | 38-0 | 38-4 | 38-8 |
| 8 20 | 6627 | 9-06 | 3-019802 | 9-37 | 4108 | 9-70 | 3-089613 | 10-04 | 5 | 47-5 | 48-0 | 48-5 |
| | | 9-08 | 3-020739 | 9-39 | 3-055078 | 9-71 | 3-090617 | 10-05 | 6 | 57-0 | 57-6 | 58-2 |
| 10 0 | 2-987533 | 9-08 | 1678 | 9-39 | 6049 | 9-71 | 1622 | 10-06 | 7 | 66-5 | 67-2 | 67-9 |
| 11 40 | 8441 | 9-09 | 2617 | 9-40 | 7020 | 9-73 | 2628 | 10-07 | 8 | 76-0 | 76-8 | 77-6 |
| 13 20 | 2-989350 | 9-09 | 3557 | 9-41 | 7993 | 9-73 | 3635 | 10-08 | 9 | 85-5 | 86-4 | 87-3 |
| 15 0 | 2-990259 | 9-10 | 4498 | 9-41 | 8966 | 9-74 | 4643 | 10-08 | | | | |
| 16 40 | 1169 | 9-11 | 5439 | 9-41 | 3-059940 | 9-74 | 5651 | 10-08 | | | | |
| 18 20 | 2080 | 9-12 | 9-43 | 9-43 | 9-76 | 10-10 | | 1 | 980 | 990 | 1000 | |
| | | 9-12 | 3-026382 | 9-44 | 3-060916 | 9-76 | 3-096661 | 10-11 | 2 | 9-8 | 9-9 | 10-0 |
| 20 0 | 2-992992 | 9-12 | 7326 | 9-44 | 1892 | 9-77 | 7672 | 10-12 | 3 | 19-6 | 19-8 | 20-0 |
| 21 40 | 3904 | 9-14 | 8270 | 9-44 | 2869 | 9-78 | 8684 | 10-13 | 4 | 29-4 | 29-7 | 30-0 |
| 23 20 | 4818 | 9-14 | 3-029215 | 9-45 | 3847 | 9-79 | 3-099697 | 10-14 | 5 | 39-2 | 39-6 | 40-0 |
| 25 0 | 5732 | 9-15 | 3-030161 | 9-46 | 4826 | 9-80 | 3-100711 | 10-15 | 6 | 49-0 | 49-5 | 50-0 |
| 26 40 | 6647 | 9-16 | 1108 | 9-47 | 5806 | 9-81 | 1726 | 10-16 | 7 | 58-8 | 59-4 | 60-0 |
| 28 20 | 7563 | 9-17 | 9-48 | 9-48 | 9-81 | 10-16 | | 8 | 68-6 | 69-3 | 70-0 | |
| | | 9-17 | 3-052056 | 9-49 | 3-066787 | 9-82 | 3-102742 | 10-17 | 9 | 78-4 | 79-2 | 80-0 |
| 30 0 | 2-998480 | 9-18 | 3005 | 9-50 | 7769 | 9-83 | 3759 | 10-18 | | | | |
| 31 40 | 2-999398 | 9-18 | 3955 | 9-51 | 8752 | 9-84 | 4777 | 10-19 | | | | |
| 33 20 | 3-000316 | 9-20 | 4906 | 9-51 | 3-069736 | 9-84 | 5796 | 10-20 | | 1010 | 1020 | 1030 |
| 35 0 | 1236 | 9-20 | 5857 | 9-51 | 3-070720 | 9-86 | 6816 | 10-21 | 1 | 10-1 | 10-2 | 10-3 |
| 36 40 | 2156 | 9-21 | 6810 | 9-53 | 1706 | 9-87 | 7837 | 10-22 | 2 | 20-2 | 20-4 | 20-6 |
| 38 20 | 3077 | 9-22 | 9-53 | 9-53 | 9-87 | 10-22 | | 3 | 30-3 | 30-6 | 30-9 | |
| | | 9-22 | 3-037763 | 9-54 | 3-072693 | 9-87 | 3-108859 | 10-23 | 4 | 40-4 | 40-8 | 41-2 |
| 40 0 | 3-003999 | 9-23 | 8717 | 9-55 | 3680 | 9-89 | 3-109882 | 10-24 | 5 | 50-5 | 51-0 | 51-5 |
| 41 40 | 4922 | 9-23 | 3-039672 | 9-55 | 4669 | 9-89 | 3-110906 | 10-25 | 6 | 60-6 | 61-2 | 61-8 |
| 43 20 | 5845 | 9-25 | 3-040628 | 9-56 | 5658 | 9-91 | 1931 | 10-26 | 7 | 70-7 | 71-4 | 72-1 |
| 45 0 | 6770 | 9-25 | 1585 | 9-57 | 6649 | 9-91 | 2957 | 10-27 | 8 | 80-8 | 81-6 | 82-4 |
| 46 40 | 7695 | 9-26 | 2543 | 9-58 | 7640 | 9-93 | 3984 | 10-28 | 9 | 90-9 | 91-8 | 92-7 |
| 48 20 | 8621 | 9-27 | 9-59 | 9-59 | 9-93 | 10-28 | | | | | | |
| | | 9-27 | 3-043502 | 9-59 | 3-078633 | 9-93 | 3-115012 | 10-29 | 1 | 10-4 | 10-5 | 10-6 |
| 50 0 | 3-009548 | 9-28 | 4461 | 9-61 | 3-079626 | 9-94 | 6041 | 10-30 | 2 | 20-8 | 21-0 | 21-2 |
| 51 40 | 3-010476 | 9-29 | 5422 | 9-61 | 3-080620 | 9-95 | 7071 | 10-31 | 3 | 31-2 | 31-5 | 31-8 |
| 53 20 | 1405 | 9-29 | 6383 | 9-63 | 1615 | 9-97 | 8102 | 10-32 | 4 | 41-6 | 42-0 | 42-4 |
| 55 0 | 2334 | 9-31 | 7346 | 9-63 | 2612 | 9-97 | 3-119134 | 10-34 | 5 | 52-0 | 52-5 | 53-0 |
| 56 40 | 3265 | 9-31 | 8309 | 9-64 | 3609 | 9-98 | 3-120168 | 10-34 | 6 | 62-4 | 63-0 | 63-6 |
| 58 20 | 4196 | 9-32 | 9-64 | 9-64 | 9-98 | 10-34 | | 7 | 72-8 | 73-5 | 74-2 | |
| | | 9-32 | 3-049273 | 9-64 | 3-084607 | 3-121202 | | 8 | 83-2 | 84-0 | 84-8 | |
| 60 0 | 3-015128 | | | | | | | 9 | 93-6 | 94-5 | 95-4 | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^2}$

| v | 148° | | 149° | | 150° | | 151° | | Proportionaltheile | | | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|-------|-------|-------|
| | log M | Diff. 1" | log M | Diff. 1" | log M | Diff. 1" | log M | Diff. 1" | | | | |
| 0' 0" | 3.121202 | | 3.159137 | | 3.198498 | | 3.239382 | | | | | |
| 1 40 | 2237 | 10.35 | 3.160210 | 10.73 | 3.199613 | 11.15 | 3.240540 | 11.58 | | 1070 | 1080 | 1090 |
| 3 20 | 3273 | 10.36 | | 1285 | 3.200729 | 11.16 | 1700 | 11.60 | 1 | 10.7 | 10.8 | 10.9 |
| 5 0 | 4311 | 10.38 | | 2361 | 1846 | 11.17 | 2861 | 11.61 | 2 | 21.4 | 21.6 | 21.8 |
| 6 40 | 5349 | 10.38 | | 3438 | 2964 | 11.18 | 4023 | 11.62 | 3 | 32.1 | 32.4 | 32.7 |
| 8 20 | 6389 | 10.40 | | 4516 | 4083 | 11.19 | 5186 | 11.63 | 4 | 42.8 | 43.2 | 43.6 |
| | | 10.40 | | 10.80 | | 11.21 | | 11.65 | 5 | 53.5 | 54.0 | 54.5 |
| 10 0 | 3.127429 | 10.42 | 3.165596 | 10.80 | 3.205204 | 11.22 | 3.246351 | 11.66 | 6 | 64.2 | 64.8 | 65.4 |
| 11 40 | 8471 | 10.42 | | 6676 | 6326 | 11.23 | 7517 | 11.67 | 7 | 74.9 | 75.6 | 76.3 |
| 13 20 | 3.129513 | 10.44 | | 7757 | 7449 | 11.24 | 8684 | 11.69 | 8 | 85.6 | 86.4 | 87.2 |
| 15 0 | 3.130557 | 10.44 | | 8840 | 8573 | 11.25 | 3.249853 | 11.69 | 9 | 96.3 | 97.2 | 98.1 |
| 16 40 | 1601 | 10.46 | 3.169924 | 10.84 | 3.209698 | 11.25 | 3.251023 | 11.70 | | | | |
| 18 20 | 2647 | 10.46 | 3.171008 | 10.84 | 3.210825 | 11.27 | 2194 | 11.71 | | | | |
| | | 10.47 | | 10.86 | | 11.27 | | 11.74 | | 1100 | 1110 | 1120 |
| 20 0 | 3.133694 | 10.48 | 3.172094 | 10.87 | 3.211952 | 11.29 | 3.253368 | 11.71 | 1 | 11.0 | 11.1 | 11.2 |
| 21 40 | 4742 | 10.48 | | 3181 | 3081 | 11.30 | 4539 | 11.75 | 2 | 22.0 | 22.2 | 22.4 |
| 23 20 | 5790 | 10.50 | | 4270 | 4211 | 11.32 | 5714 | 11.77 | 3 | 33.0 | 33.3 | 33.6 |
| 25 0 | 6840 | 10.51 | | 5359 | 5343 | 11.32 | 6891 | 11.77 | 4 | 44.0 | 44.4 | 44.8 |
| 26 40 | 7891 | 10.52 | | 6449 | 6475 | 11.34 | 8068 | 11.79 | 5 | 55.0 | 55.5 | 56.0 |
| 28 20 | 8943 | 10.54 | | 7541 | 7609 | 11.35 | 3.259247 | 11.80 | 6 | 66.0 | 66.6 | 67.2 |
| | | 10.54 | | 10.93 | | 11.35 | | 11.80 | 7 | 77.0 | 77.7 | 78.4 |
| 30 0 | 3.139997 | 10.54 | 3.178634 | 10.93 | 3.218744 | 11.36 | 3.260427 | 11.81 | 8 | 88.0 | 88.8 | 89.6 |
| 31 40 | 3.141051 | 10.55 | 3.179727 | 10.95 | 3.219880 | 11.37 | 1608 | 11.83 | 9 | 99.0 | 99.9 | 100.8 |
| 33 20 | 2106 | 10.56 | 3.180822 | 10.96 | 3.221017 | 11.39 | 2791 | 11.84 | | 1130 | 1140 | 1150 |
| 35 0 | 3162 | 10.58 | | 1918 | 2156 | 11.40 | 3975 | 11.85 | 1 | 11.3 | 11.4 | 11.5 |
| 36 40 | 4220 | 10.58 | | 3016 | 3296 | 11.41 | 5160 | 11.87 | 2 | 22.6 | 22.8 | 23.0 |
| 38 20 | 5278 | 10.60 | | 4114 | 4437 | 11.42 | 6347 | 11.88 | 3 | 33.9 | 34.2 | 34.5 |
| | | 10.60 | | 11.00 | | 11.42 | | 11.88 | 4 | 45.2 | 45.6 | 46.0 |
| 40 0 | 3.146388 | 10.60 | 3.185214 | 11.00 | 3.225579 | 11.43 | 3.267535 | 11.89 | 5 | 56.5 | 57.0 | 57.5 |
| 41 40 | 7398 | 10.62 | | 6314 | 6722 | 11.45 | 8724 | 11.90 | 6 | 67.8 | 68.4 | 69.0 |
| 43 20 | 8460 | 10.63 | | 7416 | 7867 | 11.46 | 3.269914 | 11.92 | 7 | 79.1 | 79.8 | 80.5 |
| 45 0 | 3.149523 | 10.64 | | 8519 | 3.229013 | 11.47 | 3.271106 | 11.93 | 8 | 90.4 | 91.2 | 92.0 |
| 46 40 | 3.150587 | 10.65 | 3.189623 | 11.04 | 3.230160 | 11.48 | 2299 | 11.95 | 9 | 101.7 | 102.6 | 103.5 |
| 48 20 | 1652 | 10.66 | 3.190729 | 11.06 | 1308 | 11.48 | 3494 | 11.95 | | | | |
| | | 10.66 | | 11.06 | | 11.50 | | 11.95 | | 1160 | 1170 | 1180 |
| 50 0 | 3.152718 | 10.67 | 3.191835 | 11.08 | 3.232458 | 11.51 | 3.274689 | 11.98 | 1 | 11.6 | 11.7 | 11.8 |
| 51 40 | 3785 | 10.68 | | 2943 | 3609 | 11.52 | 5887 | 11.98 | 2 | 23.2 | 23.4 | 23.6 |
| 53 20 | 4853 | 10.69 | | 4052 | 4761 | 11.53 | 7085 | 12.00 | 3 | 34.8 | 35.1 | 35.4 |
| 55 0 | 5922 | 10.71 | | 5162 | 5914 | 11.56 | 8285 | 12.01 | 4 | 46.4 | 46.8 | 47.2 |
| 56 40 | 6993 | 10.71 | | 6273 | 7070 | 11.55 | 3.279486 | 12.02 | 5 | 58.0 | 58.5 | 59.0 |
| 58 20 | 8064 | 10.73 | | 7385 | 8225 | 11.57 | 3.280688 | 12.04 | 6 | 69.6 | 70.2 | 70.8 |
| | | 10.73 | | 11.13 | | 11.57 | | 12.04 | 7 | 81.2 | 81.9 | 82.6 |
| 60 0 | 3.159137 | | 3.198498 | | 3.239382 | | 3.281892 | | 8 | 92.8 | 93.6 | 94.4 |
| | | | | | | | | | 9 | 104.4 | 105.3 | 106.2 |

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 \lambda t}{\sqrt{2g^3}}$$

| ν | 152° | | 153° | | 154° | | 155° | |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" |
| 0 0" | 3-281892 | | 3-326145 | | 3-372268 | | 3-420406 | |
| 1 40 | 3097 | 12-05 | 7400 | 12-55 | 3578 | 13-10 | 1774 | 13-68 |
| 3 20 | 4304 | 12-07 | 8657 | 12-57 | 4889 | 13-11 | 3143 | 13-69 |
| 5 0 | 5512 | 12-08 | 3-329915 | 12-58 | 6201 | 13-12 | 4514 | 13-71 |
| 6 40 | 6721 | 12-09 | 3-331175 | 12-60 | 7515 | 13-14 | 5886 | 13-72 |
| 8 20 | 7931 | 12-10 | 2436 | 12-61 | 3-378830 | 13-15 | 7260 | 13-74 |
| | | 12-12 | | 12-62 | | 13-17 | | 13-76 |
| 10 0 | 3-289143 | | 3-333698 | | 3-380147 | | 3-428636 | |
| 11 40 | 3-290357 | 12-14 | 4963 | 12-65 | 1466 | 13-19 | 3-430014 | 13-78 |
| 13 20 | 1571 | 12-14 | 6228 | 12-65 | 2786 | 13-20 | 1393 | 13-79 |
| 15 0 | 2787 | 12-16 | 7495 | 12-67 | 4108 | 13-22 | 2774 | 13-81 |
| 16 40 | 4005 | 12-18 | 3-338763 | 12-68 | 5432 | 13-24 | 4157 | 13-83 |
| 18 20 | 5223 | 12-18 | 3-340033 | 12-70 | 6757 | 13-25 | 5541 | 13-84 |
| | | 12-20 | | 12-72 | | 13-26 | | 13-86 |
| 20 0 | 3-296443 | | 3-341305 | | 3-388083 | | 3-436927 | |
| 21 40 | 7665 | 12-22 | 2578 | 12-73 | 3-389411 | 13-28 | 8315 | 13-88 |
| 23 20 | 3-298888 | 12-23 | 3852 | 12-74 | 3-390741 | 13-30 | 3-439705 | 13-90 |
| 25 0 | 3-300112 | 12-24 | 5128 | 12-76 | 2072 | 13-31 | 3-441096 | 13-91 |
| 26 40 | 1338 | 12-26 | 6405 | 12-77 | 3405 | 13-33 | 2489 | 13-93 |
| 28 20 | 2565 | 12-27 | 7684 | 12-79 | 4740 | 13-35 | 3884 | 13-95 |
| | | 12-28 | | 12-80 | | 13-36 | | 13-96 |
| 30 0 | 3-303793 | | 3-348964 | | 3-396076 | | 3-445280 | |
| 31 40 | 5023 | 12-30 | 3-350246 | 12-82 | 7114 | 13-38 | 6678 | 13-98 |
| 33 20 | 6254 | 12-31 | 1529 | 12-83 | 3-398753 | 13-39 | 8078 | 14-00 |
| 35 0 | 7487 | 12-33 | 2814 | 12-85 | 3-400091 | 13-41 | 3-449480 | 14-02 |
| 36 40 | 8721 | 12-34 | 4100 | 12-86 | 1437 | 13-43 | 3-450884 | 14-04 |
| 38 20 | 3-309556 | 12-35 | 5388 | 12-88 | 2781 | 13-44 | 2289 | 14-05 |
| | | 12-37 | | 12-89 | | 13-46 | | 14-07 |
| 40 0 | 3-311193 | | 3-356677 | | 3-404127 | | 3-453696 | |
| 41 40 | 2431 | 12-38 | 7968 | 12-91 | 5475 | 13-48 | 5105 | 14-09 |
| 43 20 | 3670 | 12-39 | 3-359261 | 12-93 | 6824 | 13-49 | 6515 | 14-10 |
| 45 0 | 4912 | 12-42 | 3-360555 | 12-94 | 8175 | 13-51 | 7928 | 14-13 |
| 46 40 | 6154 | 12-42 | 1850 | 12-95 | 3-409527 | 13-52 | 3-459342 | 14-14 |
| 48 20 | 7398 | 12-44 | 3147 | 12-97 | 3-410881 | 13-54 | 3-460758 | 14-16 |
| | | 12-45 | | 12-98 | | 13-56 | | 14-17 |
| 50 0 | 3-318643 | | 3-364445 | | 3-412237 | | 3-462175 | |
| 51 40 | 3-319890 | 12-47 | 5745 | 13-00 | 3594 | 13-57 | 3595 | 14-20 |
| 53 20 | 3-321138 | 12-48 | 7047 | 13-02 | 4953 | 13-59 | 5016 | 14-21 |
| 55 0 | 2387 | 12-49 | 8350 | 13-03 | 6314 | 13-61 | 6439 | 14-23 |
| 56 40 | 3638 | 12-51 | 3-369655 | 13-05 | 7677 | 13-63 | 7864 | 14-25 |
| 68 20 | 4891 | 12-53 | 3-370961 | 13-06 | 3-419041 | 13-64 | 3-469291 | 14-27 |
| | | 12-54 | | 13-07 | | 13-65 | | 14-28 |
| 60 0 | 3-326145 | | 3-372268 | | 3-420406 | | 3-470719 | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} g^3}$

| v | 156° | | 157° | | 158° | | 159° | |
|-------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" |
| 0' 0" | 3·470719 | | 3·523388 | | 3·578615 | | 3·636635 | |
| 1 40 | 2150 | 14·31 | 4886 | 14·98 | 3·580188 | 15·73 | 8289 | 16·54 |
| 3 20 | 3582 | 14·32 | 6387 | 15·01 | 1763 | 15·75 | 3·639946 | 16·57 |
| 5 0 | 5016 | 14·34 | 7889 | 15·02 | 3340 | 15·77 | 3·641604 | 16·58 |
| 6 40 | 6451 | 14·35 | 3·529394 | 15·05 | 4920 | 15·80 | 3265 | 16·61 |
| 8 20 | 7889 | 14·38 | 3·530900 | 15·06 | 6501 | 15·81 | 4929 | 16·64 |
| | | 14·40 | | 15·09 | | 15·84 | | 16·66 |
| 10 0 | 3·479329 | | 3·532409 | | 3·588085 | | 3·646595 | |
| 11 40 | 3·480770 | 14·41 | 3919 | 15·10 | 3·589671 | 15·86 | 8263 | 16·68 |
| 13 20 | 2213 | 14·43 | 5431 | 15·12 | 3·591259 | 15·88 | 3·649934 | 16·71 |
| 15 0 | 3658 | 14·45 | 6946 | 15·15 | 2849 | 15·90 | 3·651607 | 16·73 |
| 16 40 | 5105 | 14·47 | 8462 | 15·16 | 4441 | 15·92 | 3282 | 16·75 |
| 18 20 | 6554 | 14·49 | 3·539981 | 15·19 | 6036 | 15·95 | 4960 | 16·78 |
| | | 14·50 | | 15·21 | | 15·97 | | 16·80 |
| 20 0 | 3·488004 | | 3·541502 | | 3·597633 | | 3·656640 | |
| 21 40 | 3·489457 | 14·53 | 3024 | 15·22 | 3·599232 | 15·99 | 3·658323 | 16·83 |
| 23 20 | 3·490912 | 14·55 | 4549 | 15·25 | 3·600833 | 16·01 | 3·660008 | 16·85 |
| 25 0 | 2367 | 14·55 | 6075 | 15·26 | 2437 | 16·04 | 1696 | 16·88 |
| 26 40 | 3825 | 14·58 | 7604 | 15·29 | 4042 | 16·05 | 3386 | 16·90 |
| 28 20 | 5285 | 14·60 | 3·549135 | 15·31 | 5650 | 16·08 | 5079 | 16·93 |
| | | 14·62 | | 15·33 | | 16·11 | | 16·95 |
| 30 0 | 3·496747 | | 3·550668 | | 3·607261 | | 3·666774 | |
| 31 40 | 8211 | 14·64 | 2203 | 15·35 | 3·608873 | 16·12 | 3·668471 | 16·97 |
| 33 20 | 3·499676 | 14·65 | 3740 | 15·37 | 3·610488 | 16·15 | 3·670171 | 17·00 |
| 35 0 | 3·501144 | 14·68 | 5279 | 15·39 | 2105 | 16·17 | 1873 | 17·02 |
| 36 40 | 2613 | 14·69 | 6820 | 15·41 | 3724 | 16·19 | 3578 | 17·05 |
| 38 20 | 4084 | 14·71 | 8363 | 15·43 | 5346 | 16·22 | 5286 | 17·08 |
| | | 14·74 | | 15·45 | | 16·23 | | 17·10 |
| 40 0 | 3·505558 | | 3·559908 | | 3·616969 | | 3·676996 | |
| 41 40 | 7033 | 14·75 | 3·561455 | 15·47 | 3·618595 | 16·26 | 3·678708 | 17·12 |
| 43 20 | 8510 | 14·77 | 3005 | 15·50 | 3·620224 | 16·29 | 3·680423 | 17·15 |
| 45 0 | 3·509989 | 14·79 | 4556 | 15·51 | 1855 | 16·31 | 2141 | 17·18 |
| 46 40 | 3·511470 | 14·81 | 6110 | 15·54 | 3488 | 16·33 | 3861 | 17·20 |
| 48 20 | 2953 | 14·83 | 7666 | 15·56 | 5123 | 16·35 | 5583 | 17·22 |
| | | 14·85 | | 15·58 | | 16·37 | | 17·25 |
| 50 0 | 3·514438 | | 3·569224 | | 3·626760 | | 3·687308 | |
| 51 40 | 5924 | 14·86 | 3·570784 | 15·60 | 3·628400 | 16·40 | 3·689036 | 17·28 |
| 53 20 | 7413 | 14·89 | 2346 | 15·62 | 3·630043 | 16·43 | 3·690766 | 17·30 |
| 55 0 | 3·518904 | 14·91 | 3910 | 15·64 | 1687 | 16·44 | 2499 | 17·33 |
| 56 40 | 3·520396 | 14·92 | 5476 | 15·66 | 3334 | 16·47 | 4234 | 17·35 |
| 58 20 | 1891 | 14·95 | 7045 | 15·69 | 4984 | 16·50 | 5972 | 17·38 |
| | | 14·97 | | 15·70 | | 16·51 | | 17·41 |
| 60 0 | 3·523388 | | 3·578615 | | 3·636635 | | 3·697713 | |

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$$

| v | 160° | | 161° | | 162° | | 163° | |
|-------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" |
| 0' 0" | 3·697713 | | 3·762154 | | 3·830315 | | 3·902611 | |
| 1 40 | 3·699456 | 17·43 | 3995 | 18·41 | 2265 | 19·50 | 4683 | 20·72 |
| 3 20 | 3·701201 | 17·45 | 5840 | 18·45 | 4219 | 19·54 | 6758 | 20·75 |
| 5 0 | 2950 | 17·49 | 7687 | 18·47 | 6175 | 19·56 | 3·908837 | 20·79 |
| 6 40 | 4701 | 17·51 | 3·769537 | 18·50 | 3·838135 | 19·60 | 3·910919 | 20·82 |
| 8 20 | 6454 | 17·53 | 3·771390 | 18·53 | 3·840098 | 19·63 | 3006 | 20·87 |
| | | 17·56 | | 18·55 | | 19·67 | | 20·89 |
| 10 0 | 3·708210 | 17·59 | 3·773245 | 18·59 | 3·842065 | 19·69 | 3·915095 | 20·94 |
| 11 40 | 3·709969 | 17·62 | 5104 | 18·62 | 4034 | 19·73 | 7189 | 20·97 |
| 13 20 | 3·711731 | 17·64 | 6966 | 18·64 | 6007 | 19·76 | 3·919286 | 21·01 |
| 15 0 | 3495 | 17·66 | 3·778830 | 18·68 | 7983 | 19·80 | 3·921387 | 21·04 |
| 16 40 | 5261 | 17·70 | 3·780698 | 18·70 | 3·849963 | 19·82 | 3491 | 21·08 |
| 18 20 | 7031 | 17·72 | 2568 | 18·74 | 3·851945 | 19·86 | 5599 | 21·12 |
| | | 17·75 | | 18·76 | | 19·90 | | 21·15 |
| 20 0 | 3·718803 | 17·77 | 3·784442 | 18·80 | 3·853931 | 19·92 | 3·927711 | 21·19 |
| 21 40 | 3·720578 | 17·80 | 6318 | 18·82 | 5921 | 19·96 | 3·929826 | 21·23 |
| 23 20 | 2355 | 17·83 | 3·788198 | 18·85 | 7913 | 20·00 | 3·931945 | 21·27 |
| 25 0 | 4135 | 17·86 | 3·790080 | 18·89 | 3·859909 | 20·02 | 4068 | 21·30 |
| 26 40 | 5918 | 17·88 | 1965 | 18·91 | 3·861909 | 20·06 | 6195 | 21·35 |
| 28 20 | 7704 | 17·91 | 3854 | 18·94 | 3911 | 20·09 | 3·938325 | 21·37 |
| | | 17·94 | | 18·98 | | 20·13 | | 21·42 |
| 30 0 | 3·729492 | 17·96 | 3·795745 | 19·00 | 3·865917 | 20·16 | 3·940460 | 21·46 |
| 31 40 | 3·731283 | 17·99 | 7639 | 19·04 | 7926 | 20·20 | 2597 | 21·49 |
| 33 20 | 3077 | 18·02 | 3·799537 | 19·06 | 3·869939 | 20·23 | 4739 | 21·53 |
| 35 0 | 4873 | 18·05 | 3·801437 | 19·10 | 3·871955 | 20·26 | 6885 | 21·57 |
| 36 40 | 6672 | 18·07 | 3341 | 19·13 | 3975 | 20·30 | 3·949034 | 21·61 |
| 38 20 | 3·738474 | 18·11 | 5247 | 19·15 | 5998 | 20·33 | 3·951187 | 21·65 |
| | | 18·13 | | 19·19 | | 20·37 | | 21·69 |
| 40 0 | 3·740279 | 18·16 | 3·807157 | 19·22 | 3·878024 | 20·40 | 3·959839 | 21·72 |
| 41 40 | 2086 | 18·18 | 3·809070 | 19·25 | 3·880054 | 20·43 | 3·962011 | 21·77 |
| 43 20 | 3897 | 18·22 | 3·810985 | 19·29 | 2087 | 20·47 | 4188 | 21·80 |
| 45 0 | 5710 | 18·24 | 2904 | 19·31 | 3·890254 | 20·51 | 3·966368 | 21·84 |
| 46 40 | 7526 | 18·27 | 4826 | 19·34 | 2305 | 20·54 | 3·968552 | 21·88 |
| 48 20 | 3·749344 | 18·30 | 6751 | 19·38 | 4359 | 20·58 | 3·970740 | 21·93 |
| | | 18·33 | | 19·41 | | 20·61 | | 21·96 |
| 50 0 | 3·751166 | 18·36 | 3·818680 | 19·44 | 3·898478 | 20·65 | 2933 | 21·96 |
| 51 40 | 2990 | 18·38 | 3·820611 | 19·47 | 3·898478 | 20·68 | 5129 | 22·00 |
| 53 20 | 4817 | 18·41 | 2545 | 19·51 | 3·900543 | | 7329 | 22·04 |
| 55 0 | 6647 | 18·45 | 4483 | 19·55 | | | | |
| 56 40 | 3·758480 | 18·49 | 6424 | 19·59 | | | | |
| 58 20 | 3·760316 | 18·53 | 3·828368 | 19·63 | | | | |
| | | 18·57 | | 19·67 | | | | |
| 60 0 | 3·762154 | 18·61 | 3·830315 | 19·71 | 3·902611 | | 3·979533 | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} q^3}$

| ν | 164° | | 165° | | 166° | | 167° | |
|-------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" |
| 0' 0" | 3·979533 | 22·08 | 4·061667 | 23·63 | 4·149720 | 25·38 | 4·244554 | 27·41 |
| 1 40 | 3·981741 | 22·12 | 4090 | 23·67 | 4·152258 | 25·44 | 4·247295 | 27·46 |
| 3 20 | 3953 | 22·17 | 6397 | 23·71 | 4802 | 25·48 | 4·250041 | 27·53 |
| 5 0 | 6170 | 22·20 | 4·068768 | 23·76 | 7350 | 25·55 | 2794 | 27·60 |
| 6 40 | 3·988390 | 22·24 | 4·071144 | 23·81 | 4·159905 | 25·59 | 5554 | 27·65 |
| 8 20 | 3·990614 | | 3525 | | 4·162464 | | 4·258319 | |
| | | 22·29 | | 23·86 | | 25·65 | | 27·71 |
| 10 0 | 3·992843 | 22·32 | 4·075911 | 23·90 | 4·165029 | 25·70 | 4·261090 | 27·78 |
| 11 40 | 5075 | 22·37 | 4·078301 | 23·94 | 4·167599 | 25·75 | 3868 | 27·84 |
| 13 20 | 7312 | 22·41 | 4·080695 | 24·00 | 4·170174 | 25·81 | 6652 | 27·90 |
| 15 0 | 3·999553 | 22·45 | 3095 | 24·04 | 2755 | 25·86 | 4·269442 | 27·96 |
| 16 40 | 4·001798 | 22·49 | 5499 | 24·09 | 5341 | 25·92 | 4·272238 | 28·03 |
| 18 20 | 4047 | | 4·087908 | | 4·177933 | | 5041 | |
| | | 22·53 | | 24·14 | | 25·97 | | 28·09 |
| 20 0 | 4·006300 | 22·57 | 4·090322 | 24·18 | 4·180530 | 26·02 | 4·277850 | 28·15 |
| 21 40 | 4·008557 | 22·62 | 2740 | 24·23 | 3132 | 26·08 | 4·280665 | 28·22 |
| 23 20 | 4·010819 | 22·66 | 5163 | 24·28 | 5740 | 26·14 | 3487 | 28·28 |
| 25 0 | 3085 | 22·70 | 4·097591 | 24·33 | 4·188354 | 26·19 | 6315 | 28·35 |
| 26 40 | 5355 | 22·74 | 4·100024 | 24·38 | 4·190973 | 26·25 | 4·289150 | 28·41 |
| 28 20 | 7629 | | 2462 | | 3598 | | 4·291991 | |
| | | 22·79 | | 24·42 | | 26·30 | | 28·47 |
| 30 0 | 4·019908 | 22·83 | 4·104904 | 24·47 | 4·196228 | 26·36 | 4·294838 | 28·54 |
| 31 40 | 4·022191 | 22·87 | 7351 | 24·53 | 4·198864 | 26·41 | 4·297692 | 28·61 |
| 33 20 | 4478 | 22·91 | 4·109804 | 24·57 | 4·201505 | 26·47 | 4·300553 | 28·67 |
| 35 0 | 6769 | 22·96 | 4·112261 | 24·62 | 4152 | 26·53 | 3420 | 28·74 |
| 36 40 | 4·029065 | 23·00 | 4723 | 24·67 | 6805 | 26·59 | 6294 | 28·80 |
| 38 20 | 4·031365 | | 7190 | | 4·209464 | | 4·309174 | |
| | | 23·04 | | 24·72 | | 26·64 | | 28·88 |
| 40 0 | 4·033669 | 23·09 | 4·119662 | 24·77 | 4·212128 | 26·70 | 4·312062 | 28·93 |
| 41 40 | 5978 | 23·13 | 4·122139 | 24·82 | 4798 | 26·76 | 4955 | 29·01 |
| 43 20 | 4·038291 | 23·18 | 4621 | 24·87 | 4·217474 | 26·81 | 4·317856 | 29·07 |
| 45 0 | 4·040609 | 23·22 | 7108 | 24·92 | 4·220155 | 26·88 | 4·320763 | 29·15 |
| 46 40 | 2931 | 23·26 | 4·129600 | 24·97 | 2843 | 26·93 | 3678 | 29·20 |
| 48 20 | 5257 | | 4·132097 | | 5536 | | 6598 | |
| | | 23·31 | | 25·02 | | 26·99 | | 29·28 |
| 50 0 | 4·047588 | 23·35 | 4·134599 | 25·07 | 4·228235 | 27·05 | 4·329526 | 29·35 |
| 51 40 | 4·049923 | 23·40 | 7106 | 25·13 | 4·230940 | 27·11 | 4·332461 | 29·42 |
| 53 20 | 4·052263 | 23·44 | 4·139619 | 25·17 | 3651 | 27·16 | 5403 | 29·48 |
| 55 0 | 4607 | 23·49 | 4·142136 | 25·23 | 6367 | 27·23 | 4·338351 | 29·56 |
| 56 40 | 6956 | 23·53 | 4659 | 25·28 | 4·239090 | 27·29 | 4·341307 | 29·62 |
| 58 20 | 4·059309 | | 7187 | | 4·241819 | | 4269 | |
| | | 23·58 | | 25·33 | | 27·35 | | 29·70 |
| 60 0 | 4·061667 | | 4·149720 | | 4·244554 | | 4·347239 | |

$$\text{Tafel für } \log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} g^3}$$

| ν | 168° | | 169° | | 170° | |
|-------|----------|-------------|----------|-------------|----------|-------------|
| | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" | $\log M$ | Diff. 1" |
| 0' 0" | 4.347239 | 29.77 | 4.459124 | 32.55 | 4.581945 | 35.88 |
| 1 40 | 4.350216 | 29.83 | 4.462379 | 32.63 | 5533 | 35.98 |
| 3 20 | 3199 | 29.91 | 5642 | 32.72 | 4.589131 | 36.09 |
| 5 0 | 6190 | 29.98 | 4.468914 | 32.81 | 4.592740 | 36.19 |
| 6 40 | 4.359188 | 30.06 | 4.472195 | 32.89 | 6359 | 36.29 |
| 8 20 | 4.362194 | 30.12 | 5484 | 32.97 | 4.599988 | 36.40 |
| 10 0 | 4.365206 | 30.20 | 4.478781 | 33.06 | 4.603628 | 36.50 |
| 11 40 | 4.368226 | 30.27 | 4.482087 | 33.15 | 4.607278 | 36.61 |
| 13 20 | 4.371253 | 30.35 | 5402 | 33.24 | 4.610939 | 36.72 |
| 15 0 | 4288 | 30.41 | 4.488726 | 33.32 | 4611 | 36.82 |
| 16 40 | 4.377329 | 30.49 | 4.492058 | 33.42 | 4.618293 | 36.93 |
| 18 20 | 4.380378 | 30.57 | 5400 | 33.50 | 4.621986 | 37.03 |
| 20 0 | 4.383435 | 30.64 | 4.498750 | 33.59 | 4.625689 | 37.15 |
| 21 40 | 6499 | 30.72 | 4.502109 | 33.68 | 4.629404 | 37.25 |
| 23 20 | 4.389571 | 30.79 | 5477 | 33.77 | 4.633129 | 37.37 |
| 25 0 | 4.392650 | 30.87 | 4.508854 | 33.86 | 4.636866 | 37.47 |
| 26 40 | 5737 | 30.95 | 4.512240 | 33.96 | 4.640613 | 37.59 |
| 28 20 | 4.398832 | 31.02 | 5636 | 34.04 | 4372 | 37.69 |
| 30 0 | 4.401934 | 31.09 | 4.519040 | 34.14 | 4.648141 | 37.81 |
| 31 40 | 5043 | 31.18 | 4.522454 | 34.23 | 4.651922 | 37.93 |
| 33 20 | 4.408161 | 31.25 | 5877 | 34.32 | 5715 | 38.03 |
| 35 0 | 4.411286 | 31.33 | 4.529309 | 34.42 | 4.659518 | 38.15 |
| 36 40 | 4419 | 31.41 | 4.532751 | 34.51 | 4.663333 | 38.27 |
| 38 20 | 4.417560 | 31.49 | 6202 | 34.60 | 4.667160 | 38.38 |
| 40 0 | 4.420709 | 31.57 | 4.539662 | 34.70 | 4.670998 | 38.50 |
| 41 40 | 3866 | 31.65 | 4.543132 | 34.80 | 4848 | 38.61 |
| 43 20 | 4.427031 | 31.72 | 4.546612 | 34.89 | 4.678709 | 38.74 |
| 45 0 | 4.430203 | 31.81 | 1.550101 | 34.99 | 4.682583 | 38.85 |
| 46 40 | 3384 | 31.89 | 3600 | 35.08 | 4.686468 | 38.97 |
| 48 20 | 6573 | 31.97 | 4.557108 | 35.18 | 4.690365 | 39.09 |
| 50 0 | 4.439770 | 32.05 | 4.560626 | 35.29 | 4.694274 | 39.21 |
| 51 40 | 4.442975 | 32.13 | 4155 | 35.38 | 4.698195 | 39.33 |
| 53 20 | 6188 | 32.22 | 4.567693 | 35.48 | 4.702128 | 39.45 |
| 55 0 | 4.449410 | 32.30 | 4.571241 | 35.58 | 4.706073 | 39.58 |
| 56 40 | 4.452640 | 32.38 | 4799 | 35.68 | 4.710031 | 39.70 |
| 58 20 | 5878 | 32.46 | 4.578367 | 35.78 | 4001 | 39.83 |
| 60 0 | 4.459124 | | 4.581945 | | 4.717984 | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kf}{\sqrt{2g^3}}$

| v | | 171° 0' — 15' | 171° 15' — 30' | 171° 30' — 45' | 171° 45' — 60' | | | | | | | |
|-------|------|---------------|----------------|----------------|----------------|--------------|------|----------|--------------|------|----------|--------------|
| v'' | v' | $\log M$ | Diff. 1'' | v' | $\log M$ | Diff. 1'' | v' | $\log M$ | Diff. 1'' | v' | $\log M$ | Diff. 1'' |
| 0'' | 0' | 4.717984 | 39.9 | 15' | 4.754398 | 41.1 | 30' | 4.791885 | 42.3 | 45' | 4.820507 | 43.6 |
| 20 | | 8782 | 39.9 | | 5219 | 41.1 | | 2730 | 42.4 | | 1378 | 43.7 |
| 40 | | 4.719580 | 40.0 | | 6041 | 41.1 | | 3577 | 42.3 | | 2251 | 43.6 |
| 0 | 1 | 4.720379 | 40.0 | 16 | 6863 | 41.2 | 31 | 4423 | 42.4 | 46 | 3123 | 43.7 |
| 20 | | 1179 | 40.0 | | 7686 | 41.2 | | 5270 | 42.5 | | 3997 | 43.7 |
| 40 | | 1979 | 40.0 | | 8509 | 41.2 | | 6119 | 42.4 | | 4871 | 43.8 |
| 0 | 2 | 2779 | 40.1 | 17 | 4.759333 | 41.3 | 32 | 6967 | 42.5 | 47 | 5746 | 43.8 |
| 20 | | 3580 | 40.1 | | 4.760158 | 41.2 | | 7816 | 42.5 | | 6621 | 43.8 |
| 40 | | 4382 | 40.1 | | 0982 | 41.3 | | 8666 | 42.5 | | 7497 | 43.8 |
| 0 | 3 | 4.725184 | 40.1 | 18 | 4.761808 | 41.3 | 33 | 4.799516 | 42.6 | 48 | 4.838373 | 43.9 |
| 20 | | 5986 | 40.2 | | 2634 | 41.3 | | 4.800367 | 42.6 | | 4.839250 | 43.9 |
| 40 | | 6789 | 40.2 | | 3460 | 41.4 | | 1218 | 42.6 | | 4.840128 | 43.9 |
| 0 | 4 | 7593 | 40.2 | 19 | 4.287 | 41.4 | 34 | 2070 | 42.6 | 49 | 1006 | 44.0 |
| 20 | | 8397 | 40.2 | | 5115 | 41.4 | | 2922 | 42.7 | | 1885 | 44.0 |
| 40 | | 4.729201 | 40.3 | | 5943 | 41.5 | | 3776 | 42.7 | | 2765 | 44.0 |
| 0 | 5 | 4.730006 | 40.3 | 20 | 6772 | 41.5 | 35 | 4629 | 42.7 | 50 | 3645 | 44.0 |
| 20 | | 0812 | 40.3 | | 7601 | 41.5 | | 5483 | 42.8 | | 4525 | 44.1 |
| 40 | | 1618 | 40.3 | | 8431 | 41.5 | | 6338 | 42.8 | | 5407 | 44.1 |
| 0 | 6 | 4.732425 | 40.4 | 21 | 4.769261 | 41.6 | 36 | 4.807193 | 42.8 | 51 | 4.846289 | 44.1 |
| 20 | | 3232 | 40.4 | | 4.770092 | 41.6 | | 8049 | 42.8 | | 7171 | 44.2 |
| 40 | | 4039 | 40.4 | | 0923 | 41.6 | | 8905 | 42.9 | | 8054 | 44.2 |
| 0 | 7 | 4847 | 40.4 | 22 | 1755 | 41.6 | 37 | 4.809763 | 42.9 | 52 | 8938 | 44.2 |
| 20 | | 5656 | 40.5 | | 2587 | 41.7 | | 4.810620 | 43.0 | | 4.849822 | 44.3 |
| 40 | | 6465 | 40.5 | | 3420 | 41.7 | | 1479 | 42.9 | | 4.850707 | 44.3 |
| 0 | 8 | 7275 | 40.5 | 23 | 4.254 | 41.7 | 38 | 2337 | 43.0 | 53 | 1593 | 44.3 |
| 20 | | 8085 | 40.6 | | 5088 | 41.7 | | 3196 | 43.0 | | 2479 | 44.4 |
| 40 | | 8896 | 40.6 | | 5922 | 41.8 | | 4056 | 43.1 | | 3366 | 44.4 |
| 0 | 9 | 4.739707 | 40.6 | 24 | 4.776757 | 41.8 | 39 | 4.814917 | 43.1 | 54 | 4.854253 | 44.4 |
| 20 | | 4.740519 | 40.6 | | 7593 | 41.9 | | 5778 | 43.1 | | 5141 | 44.5 |
| 40 | | 1331 | 40.7 | | 8430 | 41.9 | | 6640 | 43.1 | | 6030 | 44.5 |
| 0 | 10 | 2144 | 40.7 | 25 | 4.779267 | 41.9 | 40 | 7502 | 43.2 | 55 | 6919 | 44.5 |
| 20 | | 2957 | 40.7 | | 4.780104 | 41.9 | | 8365 | 43.2 | | 7809 | 44.5 |
| 40 | | 3771 | 40.7 | | 0941 | 42.0 | | 4.819229 | 43.2 | | 8699 | 44.6 |
| 0 | 11 | 4585 | 40.8 | 26 | 1780 | 42.0 | 41 | 4.820093 | 43.2 | 56 | 4.859591 | 44.6 |
| 20 | | 5400 | 40.8 | | 2619 | 42.0 | | 0957 | 43.3 | | 4.860483 | 44.6 |
| 40 | | 6216 | 40.8 | | 3458 | 42.1 | | 1822 | 43.3 | | 1375 | 44.7 |
| 0 | 12 | 4.747032 | 40.8 | 27 | 4.784209 | 42.0 | 42 | 4.822688 | 43.3 | 57 | 4.862268 | 44.7 |
| 20 | | 7848 | 40.9 | | 5139 | 42.1 | | 3554 | 43.4 | | 3161 | 44.8 |
| 40 | | 8665 | 40.9 | | 5980 | 42.1 | | 4421 | 43.4 | | 4056 | 44.8 |
| 0 | 13 | 4.749482 | 40.9 | 28 | 6822 | 42.1 | 43 | 5289 | 43.4 | 58 | 4951 | 44.8 |
| 20 | | 4.750300 | 40.9 | | 7664 | 42.2 | | 6157 | 43.4 | | 5846 | 44.9 |
| 40 | | 1118 | 41.0 | | 8508 | 42.2 | | 7025 | 43.5 | | 6743 | 44.8 |
| 0 | 14 | 1937 | 41.0 | 29 | 4.789351 | 42.2 | 44 | 7895 | 43.5 | 59 | 7639 | 44.9 |
| 20 | | 2757 | 41.1 | | 4.790195 | 42.3 | | 8765 | 43.6 | | 8537 | 44.9 |
| 40 | | 3577 | 41.0 | | 1040 | 42.3 | | 4.829636 | 43.6 | | 4.869434 | 4.50 |
| 0 | 15 | 4.754398 | 41.0 | 30 | 4.791885 | 42.3 | 45 | 4.830507 | 43.6 | 60 | 4.870393 | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} g^3}$

| 172° 0' — 15' | | | | 172° 15' — 30' | | | | 172° 30' — 45' | | | | 172° 45' — 60' | | | |
|---------------|----|----------|-----------|----------------|----------|-----------|-----|----------------|-----------|-----|----------|----------------|----|-------|-----------|
| v'' | v' | log M | Diff. 1'' | v' | log M | Diff. 1'' | v' | log M | Diff. 1'' | v' | log M | Diff. 1'' | v' | log M | Diff. 1'' |
| 0'' | 0 | 4.870333 | | 15' | 4.911441 | | 30' | 4.953913 | | 45' | 4.997842 | | | | |
| 20 | | 1233 | 45.0 | | 2370 | 46.5 | | 4873 | 48.0 | | 8835 | 49.7 | | | |
| 40 | | 2133 | 45.0 | | 3299 | 46.5 | | 5834 | 48.1 | | 4.999839 | 49.8 | | | |
| 0 | 1 | 3033 | 45.0 | 16 | 4.229 | 46.6 | 31 | 6795 | 48.2 | 46 | 5.000824 | 49.8 | | | |
| 20 | | 3934 | 45.1 | | 5160 | 46.6 | | 7758 | 48.2 | | 1820 | 49.9 | | | |
| 40 | | 4836 | 45.1 | | 6091 | 46.6 | | 8721 | 48.2 | | 2817 | 49.9 | | | |
| 0 | 2 | 5739 | 45.2 | 17 | 7023 | 46.6 | 32 | 4.959684 | 48.2 | 47 | 3814 | 50.0 | | | |
| 20 | | 6642 | 45.2 | | 7956 | 46.7 | | 4.960648 | 48.3 | | 4813 | 50.0 | | | |
| 40 | | 4.877546 | 45.2 | | 4.918889 | 46.8 | | 1613 | 48.3 | | 5.005812 | 50.0 | | | |
| 0 | 3 | 4.878450 | 45.3 | 18 | 4.919824 | 46.7 | 33 | 4.962579 | 48.4 | 48 | 5.006811 | 50.1 | | | |
| 20 | | 4.879355 | 45.3 | | 4.920758 | 46.8 | | 3546 | 48.4 | | 7812 | 50.1 | | | |
| 40 | | 4.880261 | 45.3 | | 1694 | 46.8 | | 4513 | 48.4 | | 8813 | 50.1 | | | |
| 0 | 4 | 1167 | 45.4 | 19 | 2630 | 46.9 | 34 | 5481 | 48.5 | 49 | 5.009815 | 50.2 | | | |
| 20 | | 2074 | 45.4 | | 3567 | 46.9 | | 6450 | 48.5 | | 5.010818 | 50.2 | | | |
| 40 | | 2981 | 45.5 | | 4504 | 47.0 | | 7419 | 48.5 | | 1821 | 50.3 | | | |
| 0 | 5 | 3890 | 45.5 | 20 | 5443 | 46.9 | 35 | 8389 | 48.6 | 50 | 2826 | 50.3 | | | |
| 20 | | 4799 | 45.5 | | 6381 | 47.0 | | 4.969360 | 48.6 | | 3831 | 50.3 | | | |
| 40 | | 4.885708 | 45.5 | | 4.927321 | 47.0 | | 4.970332 | 48.6 | | 5.014837 | 50.4 | | | |
| 0 | 6 | 4.886618 | 45.6 | 21 | 4.928261 | 47.1 | 36 | 4.971304 | 48.7 | 51 | 5.015844 | 50.4 | | | |
| 20 | | 7529 | 45.6 | | 4.929202 | 47.1 | | 2277 | 48.7 | | 6851 | 50.5 | | | |
| 40 | | 8441 | 45.6 | | 4.930144 | 47.1 | | 3251 | 48.8 | | 7859 | 50.5 | | | |
| 0 | 7 | 4.889353 | 45.6 | 22 | 1086 | 47.2 | 37 | 4226 | 48.8 | 52 | 8869 | 50.5 | | | |
| 20 | | 4.890265 | 45.7 | | 2029 | 47.2 | | 5201 | 48.9 | | 5.019879 | 50.5 | | | |
| 40 | | 1179 | 45.7 | | 2973 | 47.2 | | 6177 | 48.8 | | 5.020889 | 50.6 | | | |
| 0 | 8 | 2093 | 45.8 | 23 | 3917 | 47.3 | 38 | 7154 | 48.9 | 53 | 1901 | 50.6 | | | |
| 20 | | 3008 | 45.8 | | 4863 | 47.3 | | 8132 | 48.9 | | 2913 | 50.7 | | | |
| 40 | | 4.893923 | 45.8 | | 4.935808 | 47.4 | | 4.979110 | 49.0 | | 5.023326 | 50.7 | | | |
| 0 | 9 | 4.894839 | 45.9 | 24 | 4.936755 | 47.4 | 39 | 4.980089 | 49.0 | 54 | 5.024340 | 50.8 | | | |
| 20 | | 5756 | 45.9 | | 6702 | 47.4 | | 1069 | 49.1 | | 5955 | 50.8 | | | |
| 40 | | 6673 | 45.9 | | 8650 | 47.5 | | 2050 | 49.1 | | 6970 | 50.8 | | | |
| 0 | 10 | 7591 | 45.9 | 25 | 4.939599 | 47.5 | 40 | 3031 | 49.1 | 55 | 7986 | 50.9 | | | |
| 20 | | 8510 | 46.0 | | 1.940548 | 47.5 | | 4013 | 49.2 | | 5.029004 | 50.9 | | | |
| 40 | | 4.899429 | 46.0 | | 1498 | 47.6 | | 4996 | 49.2 | | 5.030022 | 50.9 | | | |
| 0 | 11 | 4.900319 | 46.1 | 26 | 2449 | 47.6 | 41 | 5980 | 49.2 | 56 | 1040 | 51.0 | | | |
| 20 | | 1270 | 46.1 | | 3400 | 47.7 | | 6964 | 49.3 | | 2060 | 51.0 | | | |
| 40 | | 4.902191 | 46.1 | | 4.944353 | 47.6 | | 4.987949 | 49.3 | | 5.033080 | 51.1 | | | |
| 0 | 12 | 4.903113 | 46.2 | 27 | 4.945305 | 47.7 | 42 | 4.988935 | 49.4 | 57 | 5.034101 | 51.1 | | | |
| 20 | | 4036 | 46.2 | | 6259 | 47.7 | | 4.989922 | 49.4 | | 5123 | 51.2 | | | |
| 40 | | 4959 | 46.2 | | 7213 | 47.8 | | 4.990909 | 49.4 | | 6146 | 51.2 | | | |
| 0 | 13 | 5883 | 46.3 | 28 | 8168 | 47.8 | 43 | 1897 | 49.5 | 58 | 7170 | 51.2 | | | |
| 20 | | 6808 | 46.3 | | 4.949124 | 47.8 | | 2886 | 49.5 | | 8194 | 51.3 | | | |
| 40 | | 7733 | 46.3 | | 4.950080 | 47.9 | | 3876 | 49.5 | | 5.039219 | 51.3 | | | |
| 0 | 14 | 8659 | 46.4 | 29 | 1037 | 47.9 | 44 | 4866 | 49.6 | 59 | 5.040245 | 51.4 | | | |
| 20 | | 4.909586 | 46.4 | | 1994 | 48.0 | | 5857 | 49.6 | | 1272 | 51.4 | | | |
| 40 | | 4.910513 | 46.4 | | 4.952953 | 48.0 | | 4.996849 | 49.7 | | 5.042300 | 51.4 | | | |
| 0 | 15 | 4.911441 | | 30 | 4.953913 | | 45 | 4.997842 | | 60 | 5.043329 | | | | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2q^3}}$

| 173° 0' — 15' | | | 173° 15' — 30' | | | 173° 30' — 45' | | | 173° 45' — 60' | | | |
|---------------|------|----------|----------------|------|----------|----------------|------|----------|----------------|------|----------|--------------|
| v'' | v' | $\log M$ | Diff. 1'' | v' | $\log M$ | Diff. 1'' | v' | $\log M$ | Diff. 1'' | v' | $\log M$ | Diff. 1'' |
| 0 | 0 | 5-043329 | 51-5 | 15 | 5-090486 | 53-4 | 30 | 5-139440 | 55-5 | 45 | 5-190331 | 57-7 |
| 20 | | 4358 | 51-5 | | 1554 | 53-5 | | 5-140550 | 55-5 | | 1485 | 57-8 |
| 40 | | 5388 | 51-6 | | 2623 | 53-5 | | 1660 | 55-6 | | 2640 | 57-9 |
| 0 | 1 | 6419 | 51-6 | 16 | 3692 | 53-6 | 31 | 2771 | 55-6 | 46 | 3797 | 57-9 |
| 20 | | 7451 | 51-7 | | 4763 | 53-6 | | 3883 | 55-7 | | 4954 | 57-9 |
| 40 | | 8484 | 51-7 | | 5834 | 53-7 | | 4997 | 55-7 | | 6112 | 58-0 |
| 0 | 2 | 5-049517 | 51-7 | 17 | 6907 | 53-7 | 32 | 6111 | 55-8 | 47 | 7271 | 58-1 |
| 20 | | 5-050551 | 51-8 | | 7980 | 53-7 | | 7226 | 55-8 | | 8432 | 58-1 |
| 40 | | 1587 | 51-8 | | 5-099054 | 53-8 | | 5-148342 | 55-8 | | 5-199593 | 58-1 |
| 0 | 3 | 5-052623 | 51-8 | 18 | 5-100129 | 53-8 | 33 | 5-149459 | 55-9 | 48 | 5-200755 | 58-2 |
| 20 | | 3659 | 51-9 | | 1205 | 53-9 | | 5-150577 | 56-0 | | 1919 | 58-2 |
| 40 | | 4697 | 52-0 | | 2282 | 53-9 | | 1696 | 56-0 | | 3083 | 58-3 |
| 0 | 4 | 5736 | 52-0 | 19 | 3359 | 54-0 | 34 | 2816 | 56-1 | 49 | 4249 | 58-4 |
| 20 | | 6775 | 52-0 | | 4438 | 54-0 | | 3937 | 56-1 | | 5416 | 58-4 |
| 40 | | 7815 | 52-1 | | 5518 | 54-0 | | 5059 | 56-1 | | 6583 | 58-5 |
| 0 | 5 | 8856 | 52-1 | 20 | 6598 | 54-1 | 35 | 6181 | 56-2 | 50 | 7752 | 58-5 |
| 20 | | 5-059898 | 52-2 | | 7679 | 54-2 | | 7305 | 56-3 | | 5-208922 | 58-6 |
| 40 | | 5-060941 | 52-2 | | 5-108762 | 54-2 | | 5-158430 | 56-3 | | 5-210093 | 58-6 |
| 0 | 6 | 5-061984 | 52-3 | 21 | 5-109845 | 54-2 | 36 | 5-159556 | 56-4 | 51 | 5-211265 | 58-7 |
| 20 | | 3029 | 52-3 | | 5-110929 | 54-3 | | 5-160683 | 56-4 | | 2438 | 58-7 |
| 40 | | 4074 | 52-3 | | 2014 | 54-3 | | 1810 | 56-5 | | 3612 | 58-8 |
| 0 | 7 | 5120 | 52-4 | 22 | 3100 | 54-4 | 37 | 2939 | 56-5 | 52 | 4787 | 58-8 |
| 20 | | 6167 | 52-4 | | 4187 | 54-4 | | 4069 | 56-6 | | 5963 | 58-9 |
| 40 | | 7215 | 52-5 | | 5274 | 54-5 | | 5200 | 56-6 | | 7140 | 59-0 |
| 0 | 8 | 8264 | 52-5 | 23 | 6363 | 54-5 | 38 | 6332 | 56-6 | 53 | 8319 | 59-0 |
| 20 | | 5-069313 | 52-6 | | 7453 | 54-5 | | 7464 | 56-7 | | 5-219498 | 59-1 |
| 40 | | 5-070364 | 52-6 | | 5-118543 | 54-6 | | 5-168598 | 56-8 | | 5-220679 | 59-1 |
| 0 | 9 | 5-071415 | 52-6 | 24 | 5-119634 | 54-7 | 39 | 5-169733 | 56-8 | 54 | 5-221860 | 59-2 |
| 20 | | 2467 | 52-7 | | 5-120727 | 54-7 | | 5-170869 | 56-8 | | 3043 | 59-2 |
| 40 | | 3520 | 52-7 | | 1820 | 54-7 | | 2005 | 56-9 | | 4227 | 59-3 |
| 0 | 10 | 4574 | 52-8 | 25 | 2914 | 54-8 | 40 | 3143 | 57-0 | 55 | 5412 | 59-3 |
| 20 | | 5629 | 52-8 | | 4010 | 54-8 | | 4282 | 57-0 | | 6598 | 59-4 |
| 40 | | 6684 | 52-9 | | 5106 | 54-9 | | 5422 | 57-0 | | 7785 | 59-4 |
| 0 | 11 | 7741 | 52-9 | 26 | 2203 | 54-9 | 41 | 6562 | 57-1 | 56 | 5-228973 | 59-5 |
| 20 | | 8798 | 52-9 | | 7301 | 54-9 | | 7704 | 57-2 | | 5-230162 | 59-5 |
| 40 | | 5-079856 | 53-0 | | 5-128399 | 55-0 | | 5-178847 | 57-2 | | 1352 | 59-5 |
| 0 | 12 | 5-080915 | 53-0 | 27 | 5-129499 | 55-1 | 42 | 5-179991 | 57-3 | 57 | 5-232543 | 59-6 |
| 20 | | 1975 | 53-1 | | 5-130600 | 55-1 | | 5-181136 | 57-3 | | 3736 | 59-6 |
| 40 | | 3036 | 53-1 | | 1702 | 55-1 | | 2282 | 57-3 | | 4930 | 59-7 |
| 0 | 13 | 4098 | 53-1 | 28 | 2804 | 55-2 | 43 | 3428 | 57-4 | 58 | 6125 | 59-8 |
| 20 | | 5160 | 53-2 | | 3908 | 55-3 | | 4576 | 57-5 | | 7321 | 59-9 |
| 40 | | 6224 | 53-2 | | 5013 | 55-3 | | 5725 | 57-5 | | 8518 | 59-9 |
| 0 | 14 | 7288 | 53-3 | 29 | 6118 | 55-4 | 44 | 9875 | 57-6 | 59 | 5-239716 | 59-9 |
| 20 | | 8353 | 53-3 | | 7225 | 55-4 | | 8026 | 57-6 | | 5-240915 | 59-9 |
| 40 | | 6-089419 | 53-4 | | 5-138332 | 55-4 | | 5-189178 | 57-7 | | 2115 | 60-0 |
| 0 | 15 | 5-090486 | | 30 | 5-139440 | 55-4 | 45 | 5-190331 | 57-7 | 60 | 5-243317 | 60-1 |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2g^3}}$

| 174° 0' — 15' | | | 174° 15' — 30' | | | 174° 30' — 45' | | | 174° 45' — 60' | | | |
|---------------|------|----------|----------------|------|----------|----------------|------|----------|----------------|------|----------|--------------|
| v'' | v' | $\log M$ | Diff. 1'' | v' | $\log M$ | Diff. 1'' | v' | $\log M$ | Diff. 1'' | v' | $\log M$ | Diff. 1'' |
| 0'' | 0' | 5-243317 | 60-1 | 15' | 5-298574 | 62-8 | 30' | 5-356305 | 65-6 | 45' | 5-416788 | 68-8 |
| 20 | | 4519 | 60-2 | | 5-299829 | 62-9 | | 7617 | 65-7 | | 8114 | 68-9 |
| 40 | | 5723 | 60-2 | | 5-301086 | 62-9 | | 5-358931 | 65-8 | | 5-419491 | 68-9 |
| 0 | 1 | 6927 | 60-4 | 16 | 2343 | 63-0 | 31 | 5-360247 | 65-8 | 46 | 5-420869 | 69-0 |
| 20 | | 8134 | 60-4 | | 3602 | 63-0 | | 1563 | 65-9 | | 2249 | 69-1 |
| 40 | | 5-249341 | 60-4 | | 4862 | 63-1 | | 2881 | 66-0 | | 3631 | 69-2 |
| 0 | 2 | 5-250549 | 60-5 | 17 | 6124 | 63-1 | 32 | 4201 | 66-1 | 47 | 5014 | 69-2 |
| 20 | | 1758 | 60-6 | | 7386 | 63-2 | | 5522 | 66-1 | | 6398 | 69-3 |
| 40 | | 5-252969 | 60-6 | | 5-308650 | 63-3 | | 5-366844 | 66-2 | | 5-427784 | 69-4 |
| 0 | 3 | 5-254180 | 60-7 | 18 | 5-309915 | 63-4 | 33 | 5-368167 | 66-3 | 48 | 5-429171 | 69-5 |
| 20 | | 5393 | 60-7 | | 5-311182 | 63-4 | | 5-369492 | 66-4 | | 5-430560 | 69-6 |
| 40 | | 6607 | 60-8 | | 2449 | 63-5 | | 5-370818 | 66-4 | | 1951 | 69-6 |
| 0 | 4 | 7822 | 60-8 | 19 | 3718 | 63-5 | 34 | 2146 | 66-5 | 49 | 3343 | 69-7 |
| 20 | | 5-259038 | 60-9 | | 4988 | 63-6 | | 3475 | 66-5 | | 4736 | 69-7 |
| 40 | | 5-260255 | 61-0 | | 6259 | 63-6 | | 4805 | 66-6 | | 6131 | 69-8 |
| 0 | 5 | 1474 | 61-0 | 20 | 7532 | 63-7 | 35 | 6136 | 66-7 | 50 | 7527 | 69-9 |
| 20 | | 2693 | 61-1 | | 5-318806 | 63-8 | | 7469 | 66-8 | | 5-438925 | 70-0 |
| 40 | | 5-263914 | 61-1 | | 5-320081 | 63-8 | | 5-378804 | 66-8 | | 5-440325 | 70-1 |
| 0 | 6 | 5-265136 | 61-2 | 21 | 5-321357 | 63-9 | 36 | 5-380140 | 66-9 | 51 | 5-441726 | 70-1 |
| 20 | | 6359 | 61-3 | | 2635 | 64-0 | | 1477 | 66-9 | | 3128 | 70-2 |
| 40 | | 7584 | 61-3 | | 3914 | 64-0 | | 2815 | 67-0 | | 4532 | 70-3 |
| 0 | 7 | 5-268809 | 61-4 | 22 | 5194 | 64-1 | 37 | 4155 | 67-1 | 52 | 5938 | 70-4 |
| 20 | | 5-270036 | 61-4 | | 6475 | 64-2 | | 5497 | 67-1 | | 7345 | 70-4 |
| 40 | | 1263 | 61-5 | | 7758 | 64-2 | | 6839 | 67-2 | | 5-448753 | 70-5 |
| 0 | 8 | 2492 | 61-5 | 23 | 5-329042 | 64-3 | 38 | 8183 | 67-3 | 53 | 5-450163 | 70-6 |
| 20 | | 3722 | 61-6 | | 5-330327 | 64-4 | | 5-389529 | 67-4 | | 1575 | 70-7 |
| 40 | | 5-274954 | 61-6 | | 1614 | 64-4 | | 5-390876 | 67-4 | | 5-452988 | 70-8 |
| 0 | 9 | 5-276186 | 61-7 | 24 | 5-332901 | 64-5 | 39 | 5-392224 | 67-5 | 54 | 5-454403 | 70-9 |
| 20 | | 7420 | 61-7 | | 4191 | 64-5 | | 3574 | 67-6 | | 5820 | 70-9 |
| 40 | | 8654 | 61-8 | | 5481 | 64-6 | | 4925 | 67-7 | | 7237 | 71-0 |
| 0 | 10 | 5-279890 | 61-8 | 25 | 6773 | 64-7 | 40 | 6278 | 67-7 | 55 | 5-458657 | 71-1 |
| 20 | | 5-281128 | 61-8 | | 8066 | 64-7 | | 7632 | 67-8 | | 5-460078 | 71-1 |
| 40 | | 2366 | 62-0 | | 5-339360 | 64-8 | | 5-398987 | 67-9 | | 1500 | 71-2 |
| 0 | 11 | 3606 | 62-0 | 26 | 5-340655 | 64-9 | 41 | 5-400314 | 67-9 | 56 | 2924 | 71-3 |
| 20 | | 4846 | 62-1 | | 1952 | 64-9 | | 1702 | 68-0 | | 4350 | 71-4 |
| 40 | | 5-286088 | 62-2 | | 5-343250 | 65-0 | | 5-403062 | 68-1 | | 5-465777 | 71-5 |
| 0 | 12 | 5-287331 | 62-3 | 27 | 5-344550 | 65-1 | 42 | 5-404423 | 68-2 | 57 | 5-467206 | 71-6 |
| 20 | | 8576 | 62-3 | | 5851 | 65-1 | | 5786 | 68-2 | | 5-468637 | 71-6 |
| 40 | | 5-289821 | 62-4 | | 7153 | 65-2 | | 7150 | 68-3 | | 5-470069 | 71-7 |
| 0 | 13 | 5-291068 | 62-4 | 28 | 8456 | 65-3 | 43 | 8515 | 68-4 | 58 | 1502 | 71-8 |
| 20 | | 2316 | 62-5 | | 5-349761 | 65-3 | | 5-409882 | 68-4 | | 2937 | 71-9 |
| 40 | | 3565 | 62-5 | | 5-351067 | 65-4 | | 5-411250 | 68-5 | | 4374 | 72-0 |
| 0 | 14 | 4815 | 62-6 | 29 | 2374 | 65-5 | 44 | 2620 | 68-6 | 59 | 5813 | 72-1 |
| 20 | | 6067 | 62-7 | | 3683 | 65-5 | | 3991 | 68-7 | | 7253 | 72-2 |
| 40 | | 5-297320 | 62-7 | | 5-354993 | 65-6 | | 5-415361 | 68-7 | | 5-478694 | 72-2 |
| 0 | 15 | 5-298574 | | 30 | 5-356305 | | 45 | 5-416738 | | 60 | 5-480137 | |

Tafel für $\log M = \log \frac{75 kt}{\sqrt{2} g^3}$

| 175° 0' — 15' | | | | 175° 15' — 30' | | | | 175° 30' — 45' | | | | 175° 45' — 60' | | | |
|---------------|----|----------|-----------|----------------|----------|-------|-----------|----------------|------|-------|-----------|----------------|----|-------|-----------|
| v'' | v' | log M | Diff. 1'' | v'' | v' | log M | Diff. 1'' | v'' | v' | log M | Diff. 1'' | v'' | v' | log M | Diff. 1'' |
| 0'' | 0' | 5.480137 | 72.3 | 15' | 5.546806 | 76.1 | 30' | 5.617097 | 80.3 | 45' | 5.691424 | 85.1 | | | |
| 20 | | 1582 | 72.4 | | 8327 | 76.2 | | 5.618703 | 80.4 | | 3125 | 85.2 | | | |
| 40 | | 3029 | 72.4 | | 5.549850 | 76.3 | | 5.620311 | 80.6 | | 4828 | 85.3 | | | |
| 0 | 1 | 4477 | 72.5 | 16 | 5.551375 | 76.4 | 31 | 1922 | 80.6 | 46 | 6534 | 85.4 | | | |
| 20 | | 5926 | 72.6 | | 2902 | 76.4 | | 3534 | 80.7 | | 8242 | 85.5 | | | |
| 40 | | 7377 | 72.7 | | 4430 | 76.6 | | 5148 | 80.8 | | 5.699952 | 85.6 | | | |
| 0 | 2 | 5.488890 | 72.8 | 17 | 5.561 | 76.6 | 32 | 6764 | 81.0 | 47 | 5.701664 | 85.8 | | | |
| 20 | | 5.490285 | 72.8 | | 7493 | 76.7 | | 5.628983 | 81.0 | | 3379 | 85.9 | | | |
| 40 | | 1741 | 72.9 | | 5.559026 | 76.8 | | 5.630003 | 81.1 | | 5.705096 | 86.0 | | | |
| 0 | 3 | 5.493199 | 73.0 | 18 | 5.560562 | 76.9 | 33 | 5.631625 | 81.2 | 48 | 5.706815 | 86.1 | | | |
| 20 | | 4658 | 73.1 | | 2100 | 77.0 | | 3249 | 81.4 | | 5.708526 | 86.2 | | | |
| 40 | | 6119 | 73.1 | | 3639 | 77.1 | | 4876 | 81.4 | | 5.710260 | 86.3 | | | |
| 0 | 4 | 7582 | 73.2 | 19 | 5.180 | 77.2 | 34 | 6504 | 81.6 | 49 | 1986 | 86.4 | | | |
| 20 | | 5.499046 | 73.4 | | 6723 | 77.3 | | 8135 | 81.6 | | 3714 | 86.6 | | | |
| 40 | | 5.500513 | 73.4 | | 8268 | 77.4 | | 5.639767 | 81.8 | | 5445 | 86.7 | | | |
| 0 | 5 | 1981 | 73.5 | 20 | 5.569815 | 77.4 | 35 | 5.641402 | 81.8 | 50 | 7178 | 86.8 | | | |
| 20 | | 3450 | 73.6 | | 5.571363 | 77.6 | | 3038 | 82.0 | | 5.718913 | 86.9 | | | |
| 40 | | 5.504921 | 73.7 | | 2914 | 77.6 | | 5.646777 | 82.1 | | 5.720651 | 87.0 | | | |
| 0 | 6 | 5.506394 | 73.7 | 21 | 5.574466 | 77.7 | 36 | 5.646318 | 82.2 | 51 | 5.722391 | 87.1 | | | |
| 20 | | 7868 | 73.9 | | 6020 | 77.8 | | 7961 | 82.3 | | 4133 | 87.3 | | | |
| 40 | | 5.509345 | 73.9 | | 7576 | 77.9 | | 5.649606 | 82.4 | | 5878 | 87.4 | | | |
| 0 | 7 | 5.510822 | 74.0 | 22 | 5.579134 | 78.0 | 37 | 5.651253 | 82.5 | 52 | 7625 | 87.5 | | | |
| 20 | | 2302 | 74.1 | | 5.580694 | 78.1 | | 2902 | 82.6 | | 5.729374 | 87.6 | | | |
| 40 | | 3783 | 74.2 | | 2256 | 78.2 | | 4553 | 82.7 | | 5.731126 | 87.7 | | | |
| 0 | 8 | 5266 | 74.3 | 23 | 3819 | 78.3 | 38 | 6207 | 82.8 | 53 | 2880 | 87.8 | | | |
| 20 | | 6751 | 74.3 | | 5385 | 78.4 | | 7862 | 82.9 | | 4636 | 88.0 | | | |
| 40 | | 5.518237 | 74.4 | | 5.586952 | 78.5 | | 5.659520 | 83.0 | | 5.736395 | 88.1 | | | |
| 0 | 9 | 5.519725 | 74.5 | 24 | 5.588521 | 78.6 | 39 | 5.661179 | 83.1 | 54 | 5.738156 | 88.2 | | | |
| 20 | | 5.521215 | 74.6 | | 5.590092 | 78.7 | | 2841 | 83.2 | | 5.739920 | 88.3 | | | |
| 40 | | 2706 | 74.7 | | 1665 | 78.8 | | 4505 | 83.3 | | 5.741686 | 88.4 | | | |
| 0 | 10 | 4199 | 74.8 | 25 | 3240 | 78.9 | 40 | 6171 | 83.5 | 55 | 3454 | 88.6 | | | |
| 20 | | 5694 | 74.9 | | 4817 | 79.0 | | 7840 | 83.5 | | 5225 | 88.7 | | | |
| 40 | | 7191 | 74.9 | | 6396 | 79.0 | | 5.669510 | 83.7 | | 6999 | 88.8 | | | |
| 0 | 11 | 5.528689 | 75.0 | 26 | 7976 | 79.2 | 41 | 5.671183 | 83.7 | 56 | 5.748774 | 88.9 | | | |
| 20 | | 5.530189 | 75.1 | | 5.599559 | 79.3 | | 2857 | 83.9 | | 5.750552 | 89.1 | | | |
| 40 | | 1691 | 75.2 | | 5.601144 | 79.3 | | 5.674534 | 84.0 | | 2333 | 89.2 | | | |
| 0 | 12 | 5.533195 | 75.3 | 27 | 5.602730 | 79.5 | 42 | 5.676213 | 84.1 | 57 | 5.754116 | 89.3 | | | |
| 20 | | 4700 | 75.4 | | 4319 | 79.5 | | 7895 | 84.2 | | 5901 | 89.4 | | | |
| 40 | | 6207 | 75.5 | | 5909 | 79.6 | | 5.679578 | 84.3 | | 7689 | 89.6 | | | |
| 0 | 13 | 7716 | 75.5 | 28 | 7502 | 79.8 | 43 | 5.681264 | 84.4 | 58 | 5.759480 | 89.7 | | | |
| 20 | | 5.539226 | 75.7 | | 5.609096 | 79.8 | | 2951 | 84.5 | | 5.761273 | 89.8 | | | |
| 40 | | 5.540739 | 75.7 | | 5.610692 | 79.9 | | 4641 | 84.7 | | 3068 | 89.9 | | | |
| 0 | 14 | 2253 | 75.8 | 29 | 2290 | 80.1 | 44 | 6334 | 84.7 | 59 | 4866 | 90.0 | | | |
| 20 | | 3769 | 75.9 | | 3891 | 80.1 | | 8028 | 84.9 | | 6666 | 90.2 | | | |
| 40 | | 5.545287 | 76.0 | | 5.615493 | 80.2 | | 5.689725 | 85.0 | | 5.768469 | 90.3 | | | |
| 0 | 15 | 5.546806 | | 30 | 5.617097 | | 45 | 5.691424 | | 60 | 5.770275 | | | | |

Tafel zur Berechnung der wahren Anomalie, wenn sie sich 180° nähert.

$$\sin w = \sqrt{\frac{200}{M}}; v = w + \delta$$

| <i>w</i> | δ | Diff. | <i>w</i> | δ | Diff. | <i>w</i> | δ | Diff. | <i>w</i> | δ | Diff. |
|----------|------------|--------|----------|------------|--------|----------|------------|--------|----------|-----------|--------|
| 155° 0' | 3' 23'' 09 | 3'' 35 | 159° 0' | 1' 25'' 10 | 1'' 67 | 163° 0' | 0' 29'' 62 | 0'' 72 | 167° 0' | 0' 7'' 75 | 0'' 48 |
| 5 | 19 74 | 3 31 | 5 | 23 43 | 1 65 | 5 | 28 90 | 0 70 | 10 | 7 27 | 0 46 |
| 10 | 16 43 | 3 26 | 10 | 21 78 | 1 62 | 10 | 28 20 | 0 69 | 20 | 6 81 | 0 44 |
| 15 | 13 17 | 3 22 | 15 | 20 16 | 1 59 | 15 | 27 51 | 0 68 | 30 | 6 37 | 0 41 |
| 20 | 9 95 | 3 18 | 20 | 18 57 | 1 57 | 20 | 26 83 | 0 67 | 40 | 5 96 | 0 39 |
| 25 | 6 77 | 3 14 | 25 | 17 00 | 1 55 | 25 | 26 16 | 0 65 | 50 | 5 57 | 0 37 |
| 30 | 3 63 | 3 09 | 30 | 15 45 | 1 52 | 30 | 25 51 | 0 63 | 168 0 | 0 5 20 | 0 36 |
| 35 | 3 0 54 | 3 05 | 35 | 13 93 | 1 49 | 35 | 24 88 | 0 61 | 10 | 4 84 | 0 33 |
| 40 | 2 57 49 | 3 01 | 40 | 12 44 | 1 47 | 40 | 24 25 | 0 61 | 20 | 4 51 | 0 31 |
| 45 | 54 48 | 2 97 | 45 | 10 97 | 1 44 | 45 | 23 64 | 0 60 | 30 | 4 20 | 0 30 |
| 50 | 51 51 | 2 93 | 50 | 9 53 | 1 43 | 50 | 23 04 | 0 59 | 40 | 3 90 | 0 28 |
| 55 | 48 58 | 2 89 | 55 | 8 10 | 1 40 | 55 | 22 45 | 0 57 | 50 | 3 62 | 0 26 |
| 156 0 | 2 45 69 | 2 85 | 160 0 | 1 6 70 | 1 37 | 164 0 | 0 21 88 | 0 57 | 169 0 | 0 3 36 | 0 25 |
| 5 | 42 84 | 2 81 | 5 | 5 33 | 1 36 | 5 | 21 31 | 0 55 | 10 | 3 11 | 0 23 |
| 10 | 40 03 | 2 77 | 10 | 3 97 | 1 33 | 10 | 20 76 | 0 54 | 20 | 2 88 | 0 22 |
| 15 | 37 26 | 2 73 | 15 | 2 64 | 1 31 | 15 | 20 22 | 0 53 | 30 | 2 66 | 0 20 |
| 20 | 34 53 | 2 70 | 20 | 1 33 | 1 29 | 20 | 19 69 | 0 51 | 40 | 2 46 | 0 19 |
| 25 | 31 83 | 2 66 | 25 | 1 0 04 | 1 26 | 25 | 19 18 | 0 51 | 50 | 2 27 | 0 18 |
| 30 | 29 17 | 2 62 | 30 | 0 58 78 | 1 24 | 30 | 18 67 | 0 50 | 170 0 | 0 2 09 | 0 17 |
| 35 | 26 55 | 2 58 | 35 | 57 54 | 1 23 | 35 | 18 17 | 0 48 | 10 | 1 92 | 0 16 |
| 40 | 23 97 | 2 54 | 40 | 56 31 | 1 20 | 40 | 17 69 | 0 48 | 20 | 1 76 | 0 14 |
| 45 | 21 43 | 2 51 | 45 | 55 11 | 1 18 | 45 | 17 21 | 0 46 | 30 | 1 62 | 0 14 |
| 50 | 18 92 | 2 48 | 50 | 53 93 | 1 16 | 50 | 16 75 | 0 46 | 40 | 1 48 | 0 13 |
| 55 | 16 44 | 2 44 | 55 | 52 77 | 1 14 | 55 | 16 29 | 0 44 | 50 | 1 35 | 0 12 |
| 157 0 | 2 14 00 | 2 41 | 161 0 | 0 51 63 | 1 13 | 165 0 | 0 15 85 | 0 44 | 171 0 | 0 1 23 | 0 11 |
| 5 | 11 59 | 2 37 | 5 | 50 50 | 1 10 | 5 | 15 41 | 0 43 | 10 | 1 12 | 0 10 |
| 10 | 9 22 | 2 33 | 10 | 49 40 | 1 08 | 10 | 14 98 | 0 41 | 20 | 1 02 | 0 09 |
| 15 | 6 89 | 2 31 | 15 | 48 32 | 1 06 | 15 | 14 57 | 0 41 | 30 | 0 93 | 0 09 |
| 20 | 4 58 | 2 27 | 20 | 47 26 | 1 05 | 20 | 14 16 | 0 40 | 40 | 0 84 | 0 08 |
| 25 | 2 31 | 2 23 | 25 | 46 21 | 1 02 | 25 | 13 76 | 0 38 | 50 | 0 76 | 0 08 |
| 30 | 2 0 08 | 2 19 | 30 | 45 19 | 1 01 | 30 | 13 38 | 0 38 | 172 0 | 0 0 68 | 0 07 |
| 35 | 1 57 89 | 2 17 | 35 | 44 18 | 0 99 | 35 | 13 00 | 0 37 | 10 | 0 61 | 0 06 |
| 40 | 55 72 | 2 15 | 40 | 43 19 | 0 97 | 40 | 12 63 | 0 37 | 20 | 0 55 | 0 06 |
| 45 | 53 57 | 2 11 | 45 | 42 22 | 0 96 | 45 | 12 26 | 0 35 | 30 | 0 49 | 0 05 |
| 50 | 51 46 | 2 07 | 50 | 41 26 | 0 93 | 50 | 11 91 | 0 35 | 40 | 0 44 | 0 05 |
| 55 | 49 39 | 2 04 | 55 | 40 33 | 0 92 | 55 | 11 56 | 0 34 | 50 | 0 39 | 0 04 |
| 158 0 | 1 47 35 | 2 01 | 162 0 | 0 39 41 | 0 90 | 166 0 | 0 11 22 | 0 33 | 173 0 | 0 0 35 | 0 04 |
| 5 | 45 34 | 1 99 | 5 | 38 51 | 0 89 | 5 | 10 89 | 0 32 | 10 | 0 31 | 0 04 |
| 10 | 43 35 | 1 96 | 10 | 37 62 | 0 87 | 10 | 10 57 | 0 31 | 20 | 0 27 | 0 03 |
| 15 | 41 39 | 1 92 | 15 | 36 75 | 0 85 | 15 | 10 26 | 0 31 | 30 | 0 24 | 0 03 |
| 20 | 39 47 | 1 90 | 20 | 35 90 | 0 84 | 20 | 9 95 | 0 30 | 40 | 0 21 | 0 02 |
| 25 | 37 57 | 1 87 | 25 | 35 06 | 0 82 | 25 | 9 65 | 0 29 | 50 | 0 19 | 0 03 |
| 30 | 35 70 | 1 83 | 30 | 34 24 | 0 81 | 30 | 9 36 | 0 28 | 174 0 | 0 0 16 | |
| 35 | 33 87 | 1 81 | 35 | 33 43 | 0 79 | 35 | 9 08 | 0 28 | 175 0 | 0 0 07 | |
| 40 | 32 06 | 1 78 | 40 | 32 64 | 0 78 | 40 | 8 80 | 0 27 | 176 0 | 0 0 02 | |
| 45 | 30 28 | 1 76 | 45 | 31 86 | 0 76 | 45 | 8 53 | 0 27 | 177 0 | 0 0 01 | |
| 50 | 28 52 | 1 72 | 50 | 31 10 | 0 75 | 50 | 8 26 | 0 26 | 178 0 | 0 0 00 | |
| 55 | 26 80 | 1 70 | 55 | 30 35 | 0 73 | 55 | 8 00 | 0 25 | 179 0 | 0 0 00 | |
| 159 0 | 1 25 10 | | 163 0 | 0 29 62 | | 167 0 | 0 7 75 | | 180 0 | 0 0 00 | |

Tafel II.

ENCKE's Tafel zur Auflösung der LAMBERT'schen Gleichung.

Vergl. Bd. I, pag. 504, 557.

| η | $\log \mu$ | η | $\log \mu$ | Diff. | η | $\log \mu$ | Diff. | η | $\log \mu$ | Diff. |
|--------|------------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|
| 0-000 | 0 | 0-050 | 453 | 18 | 0-100 | 1815 | 37 | 0-150 | 4099 | 55 |
| 0-001 | 0 | 0-051 | 471 | 19 | 0-101 | 1852 | 37 | 0-151 | 4154 | 55 |
| 0-002 | 1 | 0-052 | 490 | 19 | 0-102 | 1889 | 37 | 0-152 | 4209 | 56 |
| 0-003 | 2 | 0-053 | 509 | 19 | 0-103 | 1926 | 38 | 0-153 | 4265 | 57 |
| 0-004 | 3 | 0-054 | 528 | 20 | 0-104 | 1964 | 38 | 0-154 | 4322 | 56 |
| 0-005 | 4 | 0-055 | 548 | 20 | 0-105 | 2002 | 38 | 0-155 | 4378 | 57 |
| 0-006 | 6 | 0-056 | 568 | 21 | 0-106 | 2040 | 39 | 0-156 | 4435 | 58 |
| 0-007 | 9 | 0-057 | 589 | 21 | 0-107 | 2079 | 39 | 0-157 | 4493 | 58 |
| 0-008 | 12 | 0-058 | 610 | 21 | 0-108 | 2118 | 40 | 0-158 | 4551 | 58 |
| 0-009 | 15 | 0-059 | 631 | 21 | 0-109 | 2158 | 40 | 0-159 | 4609 | 58 |
| 0-010 | 18 | 0-060 | 652 | 22 | 0-110 | 2198 | 40 | 0-160 | 4667 | 59 |
| 0-011 | 22 | 0-061 | 674 | 23 | 0-111 | 2238 | 41 | 0-161 | 4726 | 60 |
| 0-012 | 26 | 0-062 | 697 | 22 | 0-112 | 2279 | 41 | 0-162 | 4786 | 60 |
| 0-013 | 31 | 0-063 | 719 | 23 | 0-113 | 2320 | 41 | 0-163 | 4846 | 60 |
| 0-014 | 35 | 0-064 | 742 | 24 | 0-114 | 2361 | 42 | 0-164 | 4906 | 60 |
| 0-015 | 41 | 0-065 | 766 | 24 | 0-115 | 2403 | 42 | 0-165 | 4966 | 61 |
| 0-016 | 46 | 0-066 | 790 | 24 | 0-116 | 2445 | 42 | 0-166 | 5027 | 61 |
| 0-017 | 52 | 0-067 | 814 | 24 | 0-117 | 2487 | 43 | 0-167 | 5088 | 62 |
| 0-018 | 59 | 0-068 | 838 | 25 | 0-118 | 2530 | 43 | 0-168 | 5150 | 62 |
| 0-019 | 65 | 0-069 | 863 | 25 | 0-119 | 2573 | 44 | 0-169 | 5212 | 62 |
| 0-020 | 72 | 0-070 | 888 | 26 | 0-120 | 2617 | 44 | 0-170 | 5274 | 63 |
| 0-021 | 80 | 0-071 | 914 | 26 | 0-121 | 2661 | 44 | 0-171 | 5337 | 63 |
| 0-022 | 88 | 0-072 | 940 | 26 | 0-122 | 2705 | 45 | 0-172 | 5400 | 64 |
| 0-023 | 96 | 0-073 | 966 | 27 | 0-123 | 2750 | 45 | 0-173 | 5464 | 64 |
| 0-024 | 104 | 0-074 | 993 | 27 | 0-124 | 2795 | 45 | 0-174 | 5528 | 64 |
| 0-025 | 113 | 0-075 | 1020 | 27 | 0-125 | 2840 | 46 | 0-175 | 5592 | 65 |
| 0-026 | 122 | 0-076 | 1047 | 28 | 0-126 | 2886 | 47 | 0-176 | 5657 | 65 |
| 0-027 | 132 | 0-077 | 1075 | 28 | 0-127 | 2933 | 46 | 0-177 | 5722 | 65 |
| 0-028 | 142 | 0-078 | 1103 | 29 | 0-128 | 2979 | 47 | 0-178 | 5787 | 66 |
| 0-029 | 152 | 0-079 | 1132 | 29 | 0-129 | 3026 | 48 | 0-179 | 5853 | 66 |
| 0-030 | 163 | 0-080 | 1161 | 29 | 0-130 | 3074 | 47 | 0-180 | 5919 | 67 |
| 0-031 | 174 | 0-081 | 1190 | 29 | 0-131 | 3121 | 48 | 0-181 | 5986 | 67 |
| 0-032 | 185 | 0-082 | 1219 | 30 | 0-132 | 3169 | 49 | 0-182 | 6053 | 67 |
| 0-033 | 197 | 0-083 | 1249 | 31 | 0-133 | 3218 | 49 | 0-183 | 6120 | 68 |
| 0-034 | 209 | 0-084 | 1280 | 31 | 0-134 | 3267 | 49 | 0-184 | 6188 | 68 |
| 0-035 | 222 | 0-085 | 1311 | 31 | 0-135 | 3316 | 49 | 0-185 | 6256 | 68 |
| 0-036 | 235 | 0-086 | 1342 | 31 | 0-136 | 3365 | 50 | 0-186 | 6324 | 69 |
| 0-037 | 248 | 0-087 | 1373 | 32 | 0-137 | 3415 | 51 | 0-187 | 6393 | 70 |
| 0-038 | 262 | 0-088 | 1405 | 32 | 0-138 | 3466 | 50 | 0-188 | 6463 | 69 |
| 0-039 | 275 | 0-089 | 1437 | 33 | 0-139 | 3516 | 51 | 0-189 | 6532 | 70 |
| 0-040 | 290 | 0-090 | 1470 | 32 | 0-140 | 3567 | 52 | 0-190 | 6602 | 71 |
| 0-041 | 304 | 0-091 | 1502 | 33 | 0-141 | 3619 | 52 | 0-191 | 6673 | 71 |
| 0-042 | 320 | 0-092 | 1535 | 34 | 0-142 | 3671 | 52 | 0-192 | 6744 | 71 |
| 0-043 | 335 | 0-093 | 1569 | 34 | 0-143 | 3723 | 52 | 0-193 | 6815 | 72 |
| 0-044 | 351 | 0-094 | 1603 | 35 | 0-144 | 3775 | 53 | 0-194 | 6887 | 72 |
| 0-045 | 367 | 0-095 | 1638 | 35 | 0-145 | 3828 | 54 | 0-195 | 6959 | 72 |
| 0-046 | 383 | 0-096 | 1673 | 35 | 0-146 | 3882 | 53 | 0-196 | 7031 | 73 |
| 0-047 | 400 | 0-097 | 1708 | 35 | 0-147 | 3935 | 54 | 0-197 | 7104 | 73 |
| 0-048 | 417 | 0-098 | 1743 | 36 | 0-148 | 3989 | 55 | 0-198 | 7177 | 73 |
| 0-049 | 435 | 0-099 | 1779 | 36 | 0-149 | 4044 | 55 | 0-199 | 7250 | 74 |
| 0-050 | 453 | 0-100 | 1815 | 36 | 0-150 | 4099 | 55 | 0-200 | 7324 | 74 |

Tafel zur Auflösung der LAMBERT'schen Gleichung.
 $\log \mu$ in Einheiten der 7. Decimale.

| η | $\log \mu$ | Diff. | η | $\log \mu$ | Diff. | η | $\log \mu$ | Diff. | η | $\log \mu$ | Diff. |
|--------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|
| 0-200 | 7324 | 75 | 0-250 | 11522 | 95 | 0-300 | 16733 | 115 | 0-350 | 23010 | |
| 0-201 | 7399 | 74 | 0-251 | 11617 | 94 | 0-301 | 16848 | 115 | 0-351 | 23147 | 137 |
| 0-202 | 7473 | 75 | 0-252 | 11711 | 95 | 0-302 | 16963 | 116 | 0-352 | 23284 | 137 |
| 0-203 | 7548 | 76 | 0-253 | 11806 | 95 | 0-303 | 17079 | 116 | 0-353 | 23422 | 138 |
| 0-204 | 7624 | 76 | 0-254 | 11901 | 96 | 0-304 | 17195 | 117 | 0-354 | 23560 | 139 |
| 0-205 | 7700 | 76 | 0-255 | 11997 | 96 | 0-305 | 17312 | 117 | 0-355 | 23699 | 139 |
| 0-206 | 7776 | 77 | 0-256 | 12093 | 97 | 0-306 | 17429 | 117 | 0-356 | 23838 | 139 |
| 0-207 | 7853 | 77 | 0-257 | 12190 | 97 | 0-307 | 17546 | 118 | 0-357 | 23977 | 140 |
| 0-208 | 7930 | 77 | 0-258 | 12287 | 97 | 0-308 | 17664 | 119 | 0-358 | 24117 | 141 |
| 0-209 | 8007 | 78 | 0-259 | 12384 | 98 | 0-309 | 17783 | 118 | 0-359 | 24258 | 141 |
| 0-210 | 8085 | 78 | 0-260 | 12482 | 98 | 0-310 | 17901 | 119 | 0-360 | 24399 | 141 |
| 0-211 | 8163 | 79 | 0-261 | 12580 | 99 | 0-311 | 18020 | 120 | 0-361 | 24540 | 142 |
| 0-212 | 8242 | 79 | 0-262 | 12679 | 99 | 0-312 | 18140 | 120 | 0-362 | 24682 | 142 |
| 0-213 | 8321 | 79 | 0-263 | 12778 | 99 | 0-313 | 18260 | 121 | 0-363 | 24824 | 143 |
| 0-214 | 8400 | 80 | 0-264 | 12877 | 100 | 0-314 | 18381 | 121 | 0-364 | 24967 | 143 |
| 0-215 | 8480 | 80 | 0-265 | 12977 | 100 | 0-315 | 18502 | 121 | 0-365 | 25110 | 144 |
| 0-216 | 8560 | 81 | 0-266 | 13077 | 101 | 0-316 | 18623 | 122 | 0-366 | 25254 | 144 |
| 0-217 | 8641 | 81 | 0-267 | 13178 | 101 | 0-317 | 18745 | 122 | 0-367 | 25398 | 145 |
| 0-218 | 8722 | 81 | 0-268 | 13279 | 101 | 0-318 | 18867 | 122 | 0-368 | 25543 | 145 |
| 0-219 | 8803 | 82 | 0-269 | 13380 | 102 | 0-319 | 18989 | 123 | 0-369 | 25688 | 146 |
| 0-220 | 8885 | 82 | 0-270 | 13482 | 103 | 0-320 | 19112 | 124 | 0-370 | 25834 | 146 |
| 0-221 | 8967 | 82 | 0-271 | 13585 | 103 | 0-321 | 19236 | 124 | 0-371 | 25980 | 146 |
| 0-222 | 9049 | 83 | 0-272 | 13688 | 103 | 0-322 | 19360 | 124 | 0-372 | 26126 | 147 |
| 0-223 | 9132 | 84 | 0-273 | 13791 | 103 | 0-323 | 19484 | 125 | 0-373 | 26273 | 148 |
| 0-224 | 9216 | 84 | 0-274 | 13894 | 104 | 0-324 | 19609 | 125 | 0-374 | 26421 | 147 |
| 0-225 | 9300 | 84 | 0-275 | 13998 | 105 | 0-325 | 19734 | 126 | 0-375 | 26568 | 149 |
| 0-226 | 9384 | 84 | 0-276 | 14103 | 104 | 0-326 | 19860 | 126 | 0-376 | 26717 | 149 |
| 0-227 | 9468 | 85 | 0-277 | 14207 | 106 | 0-327 | 19986 | 127 | 0-377 | 26866 | 149 |
| 0-228 | 9553 | 85 | 0-278 | 14313 | 105 | 0-328 | 20113 | 127 | 0-378 | 27015 | 150 |
| 0-229 | 9638 | 86 | 0-279 | 14418 | 106 | 0-329 | 20240 | 127 | 0-379 | 27165 | 150 |
| 0-230 | 9724 | 86 | 0-280 | 14524 | 107 | 0-330 | 20367 | 128 | 0-380 | 27315 | 151 |
| 0-231 | 9810 | 87 | 0-281 | 14631 | 107 | 0-331 | 20495 | 129 | 0-381 | 27466 | 151 |
| 0-232 | 9897 | 87 | 0-282 | 14738 | 107 | 0-332 | 20624 | 128 | 0-382 | 27617 | 151 |
| 0-233 | 9984 | 87 | 0-283 | 14845 | 108 | 0-333 | 20752 | 130 | 0-383 | 27769 | 152 |
| 0-234 | 10071 | 88 | 0-284 | 14953 | 108 | 0-334 | 20882 | 129 | 0-384 | 27921 | 152 |
| 0-235 | 10159 | 88 | 0-285 | 15061 | 108 | 0-335 | 21011 | 130 | 0-385 | 28073 | 152 |
| 0-236 | 10247 | 88 | 0-286 | 15169 | 109 | 0-336 | 21141 | 131 | 0-386 | 28226 | 153 |
| 0-237 | 10335 | 89 | 0-287 | 15278 | 109 | 0-337 | 21272 | 131 | 0-387 | 28380 | 154 |
| 0-238 | 10424 | 89 | 0-288 | 15387 | 110 | 0-338 | 21403 | 131 | 0-388 | 28534 | 154 |
| 0-239 | 10513 | 90 | 0-289 | 15497 | 111 | 0-339 | 21534 | 132 | 0-389 | 28689 | 155 |
| 0-240 | 10603 | 90 | 0-290 | 15608 | 110 | 0-340 | 21666 | 132 | 0-390 | 28844 | 155 |
| 0-241 | 10693 | 91 | 0-291 | 15718 | 111 | 0-341 | 21798 | 133 | 0-391 | 28999 | 155 |
| 0-242 | 10784 | 91 | 0-292 | 15829 | 112 | 0-342 | 21931 | 133 | 0-392 | 29155 | 156 |
| 0-243 | 10875 | 91 | 0-293 | 15941 | 112 | 0-343 | 22064 | 134 | 0-393 | 29311 | 156 |
| 0-244 | 10966 | 92 | 0-294 | 16053 | 112 | 0-344 | 22198 | 135 | 0-394 | 29468 | 157 |
| 0-245 | 11058 | 92 | 0-295 | 16165 | 113 | 0-345 | 22333 | 134 | 0-395 | 29626 | 158 |
| 0-246 | 11150 | 92 | 0-296 | 16278 | 113 | 0-346 | 22467 | 135 | 0-396 | 29784 | 158 |
| 0-247 | 11242 | 93 | 0-297 | 16391 | 114 | 0-347 | 22602 | 136 | 0-397 | 29942 | 158 |
| 0-248 | 11335 | 94 | 0-298 | 16505 | 114 | 0-348 | 22738 | 136 | 0-398 | 30101 | 159 |
| 0-249 | 11429 | 93 | 0-299 | 16619 | 114 | 0-349 | 22874 | 136 | 0-399 | 30260 | 159 |
| 0-250 | 11522 | | 0-300 | 16733 | | 0-350 | 23010 | | 0-400 | 30420 | 160 |

Tafel zur Auflösung der LAMBERT'schen Gleichung.
 $\log \mu$ in Einheiten der 7. Decimale.

| η | $\log \mu$ | Diff. | η | $\log \mu$ | Diff. | η | $\log \mu$ | Diff. | η | $\log \mu$ | Diff. |
|--------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|--------|------------|-------|
| 0.400 | 30420 | 160 | 0.430 | 35445 | 176 | 0.460 | 40932 | 191 | 0.490 | 46906 | 207 |
| 0.401 | 30580 | 161 | 0.431 | 35621 | 176 | 0.461 | 41123 | 192 | 0.491 | 47113 | 209 |
| 0.402 | 30741 | 162 | 0.432 | 35797 | 176 | 0.462 | 41315 | 192 | 0.492 | 47322 | 209 |
| 0.403 | 30903 | 161 | 0.433 | 35973 | 177 | 0.463 | 41507 | 193 | 0.493 | 47531 | 209 |
| 0.404 | 31064 | 162 | 0.434 | 36150 | 177 | 0.464 | 41700 | 193 | 0.494 | 47740 | 210 |
| 0.405 | 31226 | 163 | 0.435 | 36327 | 178 | 0.465 | 41893 | 194 | 0.495 | 47950 | 211 |
| 0.406 | 31389 | 163 | 0.436 | 36505 | 178 | 0.466 | 42087 | 194 | 0.496 | 48161 | 212 |
| 0.407 | 31552 | 164 | 0.437 | 36683 | 179 | 0.467 | 42281 | 195 | 0.497 | 48373 | 212 |
| 0.408 | 31716 | 165 | 0.438 | 36862 | 180 | 0.468 | 42476 | 196 | 0.498 | 48585 | 212 |
| 0.409 | 31881 | 164 | 0.439 | 37042 | 180 | 0.469 | 42672 | 196 | 0.499 | 48797 | 213 |
| 0.410 | 32045 | 165 | 0.440 | 37222 | 180 | 0.470 | 42868 | 196 | 0.50 | 49010 | 2163 |
| 0.411 | 32210 | 166 | 0.441 | 37402 | 181 | 0.471 | 43064 | 197 | 0.51 | 51173 | 2224 |
| 0.412 | 32376 | 166 | 0.442 | 37583 | 182 | 0.472 | 43261 | 198 | 0.52 | 53397 | 2281 |
| 0.413 | 32542 | 167 | 0.443 | 37765 | 182 | 0.473 | 43459 | 198 | 0.53 | 55681 | 2348 |
| 0.414 | 32709 | 168 | 0.444 | 37947 | 183 | 0.474 | 43657 | 199 | 0.54 | 58029 | 2412 |
| 0.415 | 32877 | 168 | 0.445 | 38130 | 183 | 0.475 | 43856 | 199 | 0.55 | 60441 | 2478 |
| 0.416 | 33045 | 168 | 0.446 | 38313 | 183 | 0.476 | 44055 | 200 | 0.56 | 62919 | 2545 |
| 0.417 | 33213 | 168 | 0.447 | 38496 | 184 | 0.477 | 44255 | 201 | 0.57 | 65464 | 2615 |
| 0.418 | 33381 | 169 | 0.448 | 38680 | 185 | 0.478 | 44456 | 201 | 0.58 | 68079 | 2686 |
| 0.419 | 33550 | 170 | 0.449 | 38865 | 185 | 0.479 | 44657 | 201 | 0.59 | 70765 | 2760 |
| 0.420 | 33720 | 170 | 0.450 | 39050 | 186 | 0.480 | 44858 | 202 | 0.60 | 73525 | 2836 |
| 0.421 | 33890 | 171 | 0.451 | 39236 | 186 | 0.481 | 45060 | 203 | 0.61 | 76361 | 2913 |
| 0.422 | 34061 | 171 | 0.452 | 39422 | 187 | 0.482 | 45263 | 204 | 0.62 | 79274 | 2994 |
| 0.423 | 34232 | 172 | 0.453 | 39609 | 188 | 0.483 | 45467 | 204 | 0.63 | 82268 | 3077 |
| 0.424 | 34404 | 172 | 0.454 | 39797 | 188 | 0.484 | 45671 | 204 | 0.64 | 85345 | 3163 |
| 0.425 | 34576 | 173 | 0.455 | 39985 | 188 | 0.485 | 45875 | 205 | 0.65 | 88508 | 3251 |
| 0.426 | 34749 | 174 | 0.456 | 40173 | 189 | 0.486 | 46080 | 205 | 0.66 | 91759 | 3344 |
| 0.427 | 34923 | 174 | 0.457 | 40362 | 189 | 0.487 | 46285 | 206 | 0.67 | 95103 | 3439 |
| 0.428 | 35097 | 174 | 0.458 | 40551 | 190 | 0.488 | 46491 | 207 | 0.68 | 98542 | 3539 |
| 0.429 | 35271 | 174 | 0.459 | 40741 | 191 | 0.489 | 46698 | 208 | 0.69 | 102081 | 3642 |
| 0.430 | 35445 | | 0.460 | 40932 | | 0.490 | 46906 | | 0.70 | 105723 | |

Wenn

$$(r_1 + r_3 + s_2)^{\frac{3}{2}} - (r_1 + r_3 - s_2)^{\frac{3}{2}} = 6k(T_3 - T_1),$$

so wird, indem man setzt

$$\tau_2 = 2k(T_3 - T_1)$$

und berechnet

$$\eta = \frac{\tau_2}{(r_1 + r_3)^{\frac{3}{2}}}$$

und mit diesem Werth von η aus vorstehender Tafel $\log \mu$ entnimmt

$$s_2 = \frac{\mu \cdot \tau_2}{(r_1 + r_3)^{\frac{3}{2}}}.$$

Tafel III.

Tafeln zur Berechnung der Parallaxe für Cometen- und Planeten-
beobachtungen nach HANSEN.

$$p_a = \alpha - \alpha' = \frac{\pi \rho \cos \varphi' \sin t}{\Delta \cos \delta}$$

$$p_b = \delta - \delta' = \frac{1}{\Delta} (-\pi \rho \cos \varphi' \cos t \sin \delta + \pi \rho \sin \varphi' \cos \delta).$$

Die Tafel giebt mit dem Argument Stundenwinkel t für die bekanntesten Sternwarten

$$T_a = \pi \rho \cos \varphi' \sin t$$

$$T_b = -\pi \rho \cos \varphi' \cos t$$

und unter dem Ortsnamen den Logarithmus von

$$T_b' = \pi \rho \sin \varphi'.$$

Dann ist

$$p_a = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta} \quad p_b = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta).$$

Die Sonnenparallaxe π ist zu 8''·80 angenommen.

(Vergl. Bd. I, pag. 466, wo statt der hiesigen Bezeichnungen für

$$\rho, t, \Delta, T_a, T_b, T_b'$$

gesetzt sind

$$[\rho], \theta - \alpha, \rho, A, D_1, D_2.)$$

| Argument für T_2 + | | Albany | Algier | Allegheny | Altenburg | Ann Arbor | Arcetri | Argument für T_3 | |
|----------------------------|-------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|-----------------------|-------|
| | | 0-7733 | 0-7189 | 0-7544 | 0-8328 | 0-7701 | 0-7822 | - | + |
| 0^h | 0^m | 0^s | 0^s | 0^s | 0^s | 0^s | 0^s | 6^h | 6^h |
| 10 | 11 50 | 0-28 28 | 0-31 31 | 0-30 29 | 0-24 24 | 0-29 28 | 0-28 28 | 5 50 | 10 |
| 20 | 40 | 0-57 28 | 0-62 30 | 0-59 28 | 0-48 24 | 0-57 29 | 0-56 27 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 0-85 27 | 0-92 30 | 0-87 29 | 0-72 23 | 0-86 27 | 0-83 27 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 1-12 28 | 1-22 31 | 1-16 29 | 0-95 24 | 1-13 28 | 1-10 28 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 1-40 28 | 1-53 30 | 1-45 29 | 1-19 24 | 1-41 28 | 1-38 27 | 10 | 50 |
| 1 0 | 11 0 | 1-68 27 | 1-83 29 | 1-74 28 | 1-43 23 | 1-69 27 | 1-65 26 | 5 0 | 7 0 |
| 10 | 10 50 | 1-95 27 | 2-12 30 | 2-02 28 | 1-66 23 | 1-96 27 | 1-91 27 | 4 50 | 10 |
| 20 | 40 | 2-22 26 | 2-42 28 | 2-30 27 | 1-89 23 | 2-23 27 | 2-18 26 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 2-48 25 | 2-70 28 | 2-57 26 | 2-12 22 | 2-50 26 | 2-44 25 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 2-73 26 | 2-98 28 | 2-83 26 | 2-34 21 | 2-76 25 | 2-69 25 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 2-99 25 | 3-26 27 | 3-09 26 | 2-55 21 | 3-01 25 | 2-94 24 | 10 | 50 |
| 2 0 | 10 0 | 3-24 24 | 3-53 26 | 3-35 24 | 2-76 20 | 3-26 25 | 3-18 24 | 4 0 | 8 0 |
| 10 | 9 50 | 3-18 24 | 3-79 26 | 3-59 24 | 2-96 21 | 3-51 24 | 3-42 23 | 3 50 | 10 |
| 20 | 40 | 3-72 23 | 4-05 25 | 3-83 24 | 3-17 19 | 3-75 23 | 3-65 23 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 3-95 22 | 4-30 24 | 4-07 23 | 3-36 19 | 3-98 22 | 3-88 22 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 4-17 21 | 4-54 23 | 4-30 22 | 3-55 18 | 4-20 21 | 4-10 21 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 4-38 20 | 4-77 22 | 4-52 22 | 3-73 18 | 4-41 20 | 4-31 19 | 10 | 50 |
| 3 0 | 9 0 | 4-58 19 | 4-99 21 | 4-74 20 | 3-91 16 | 4-61 20 | 4-50 19 | 3 0 | 9 0 |
| 10 | 8 50 | 4-77 19 | 5-20 21 | 4-94 20 | 4-07 16 | 4-81 20 | 4-69 18 | 2 50 | 10 |
| 20 | 40 | 4-96 18 | 5-41 19 | 5-14 18 | 4-23 16 | 4-99 18 | 4-87 18 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 5-14 17 | 5-60 19 | 5-32 17 | 4-39 13 | 5-17 18 | 5-05 16 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 5-31 15 | 5-79 17 | 5-49 16 | 4-52 13 | 5-34 16 | 5-21 16 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 5-46 15 | 5-96 16 | 5-65 16 | 4-65 13 | 5-50 15 | 5-37 14 | 10 | 50 |
| 4 0 | 8 0 | 5-61 14 | 6-12 14 | 5-81 14 | 4-78 12 | 5-65 14 | 5-51 14 | 2 0 | 10 0 |
| 10 | 7 50 | 5-75 12 | 6-26 13 | 5-95 13 | 4-90 10 | 5-79 14 | 5-65 12 | 1 50 | 10 |
| 20 | 40 | 5-87 12 | 6-39 13 | 6-08 11 | 5-00 10 | 5-91 12 | 5-77 11 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 5-99 10 | 6-52 11 | 6-19 11 | 5-10 9 | 6-02 11 | 5-88 10 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 6-09 8 | 6-63 10 | 6-30 9 | 5-19 8 | 6-13 11 | 5-98 9 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 6-17 8 | 6-73 9 | 6-39 8 | 5-27 6 | 6-21 8 | 6-07 8 | 10 | 50 |
| 5 0 | 7 0 | 6-25 7 | 6-82 7 | 6-47 7 | 5-33 6 | 6-29 7 | 6-15 6 | 1 0 | 11 0 |
| 10 | 6 50 | 6-32 6 | 6-89 6 | 6-54 6 | 5-39 5 | 6-36 6 | 6-21 5 | 0 50 | 10 |
| 20 | 40 | 6-38 4 | 6-95 5 | 6-60 5 | 5-44 4 | 6-42 6 | 6-26 5 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 6-42 3 | 7-00 3 | 6-65 3 | 5-48 2 | 6-46 4 | 6-31 3 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 6-45 2 | 7-03 2 | 6-68 1 | 5-50 2 | 6-49 3 | 6-34 1 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 6-47 1 | 7-05 1 | 6-69 1 | 5-52 0 | 6-51 2 | 6-35 1 | 10 | 50 |
| 6 0 | 6 0 | 6-48 | 7-06 | 6-70 | 5-52 | 6-52 | 6-36 | 0 0 | 12 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind T_2 und T_3 mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_2}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_3 \sin \delta + T_2' \cos \delta).$$

| Argument für T_x | | Arequipa | | Armagh | | Athen | | Bamberg | | Berlin | | Besançon | | Argument für T_b | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----------------------|----------------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|-----------------------|----|-------------------------------|-------------------------------|----|---|
| | | + 0:3977 _n | | 0:8525 | | 0:7312 | | 0:8260 | | 0:8420 | | 0:8083 | | - | + | | | | |
| 0 ^h | 0 ^m | 12 ^h | 0 ^m | 0 ^h 00 | 37 | 0 ^h 00 | 23 | 0 ^h 00 | 30 | 0 ^h 00 | 25 | 0 ^h 00 | 24 | 0 ^h 00 | 26 | 6 ^h 0 ^m | 6 ^h 0 ^m | | |
| 10 | 11 | 50 | 0:37 | 36 | 0:23 | 22 | 0:30 | 31 | 0:25 | 25 | 0:24 | 23 | 0:26 | 26 | 5 | 50 | 10 | | |
| 20 | 40 | 0:73 | 37 | 36 | 0:45 | 22 | 0:61 | 30 | 0:50 | 25 | 0:47 | 23 | 0:52 | 26 | 40 | 20 | 20 | | |
| 30 | 30 | 1:10 | 37 | 36 | 0:67 | 22 | 0:91 | 29 | 0:79 | 24 | 0:70 | 23 | 0:78 | 26 | 30 | 30 | 30 | | |
| 40 | 20 | 1:47 | 36 | 36 | 0:89 | 22 | 1:20 | 30 | 0:99 | 24 | 0:93 | 23 | 1:04 | 26 | 20 | 40 | 40 | | |
| 50 | 10 | 1:83 | 36 | 36 | 1:11 | 22 | 1:50 | 30 | 1:22 | 23 | 1:16 | 23 | 1:30 | 26 | 10 | 50 | 50 | | |
| | | | | | 36 | 22 | | 30 | | 24 | | 23 | | 25 | | | | | |
| 1 | 0 | 11 | 0 | 2:19 | 35 | 1:33 | 21 | 1:80 | 29 | 1:46 | 24 | 1:39 | 22 | 1:55 | 25 | 5 | 0 | 7 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | 2:54 | 35 | 1:54 | 22 | 2:09 | 29 | 1:70 | 24 | 1:61 | 23 | 1:80 | 25 | 4 | 50 | 10 | 10 | |
| 20 | 40 | 2:89 | 34 | 34 | 1:76 | 21 | 2:38 | 28 | 1:94 | 23 | 1:84 | 22 | 2:05 | 24 | 40 | 20 | 20 | | |
| 30 | 30 | 3:23 | 34 | 34 | 1:97 | 20 | 2:66 | 27 | 2:17 | 23 | 2:06 | 21 | 2:29 | 24 | 30 | 30 | 30 | | |
| 40 | 20 | 3:57 | 33 | 33 | 2:17 | 20 | 2:93 | 27 | 2:40 | 22 | 2:27 | 21 | 2:53 | 23 | 20 | 40 | 40 | | |
| 50 | 10 | 3:90 | 32 | 32 | 2:37 | 20 | 3:20 | 27 | 2:62 | 21 | 2:48 | 20 | 2:76 | 23 | 10 | 50 | 50 | | |
| | | | | | 32 | 20 | | 27 | | 21 | | 20 | | 23 | | | | | |
| 2 | 0 | 10 | 0 | 4:22 | 32 | 2:57 | 19 | 3:47 | 26 | 2:83 | 22 | 2:68 | 20 | 2:99 | 22 | 4 | 0 | 8 | 0 |
| 10 | 9 | 50 | 4:54 | 30 | 2:76 | 18 | 3:73 | 25 | 3:05 | 21 | 2:88 | 20 | 3:21 | 22 | 3 | 50 | 10 | 10 | |
| 20 | 40 | 4:84 | 30 | 30 | 2:94 | 18 | 3:98 | 25 | 3:26 | 20 | 3:08 | 19 | 3:43 | 21 | 40 | 20 | 20 | | |
| 30 | 30 | 5:14 | 29 | 29 | 3:12 | 18 | 4:23 | 23 | 3:46 | 19 | 3:27 | 18 | 3:64 | 21 | 30 | 30 | 30 | | |
| 40 | 20 | 5:43 | 28 | 28 | 3:30 | 17 | 4:46 | 23 | 3:65 | 19 | 3:45 | 18 | 3:85 | 19 | 20 | 40 | 40 | | |
| 50 | 10 | 5:71 | 26 | 26 | 3:47 | 16 | 4:69 | 22 | 3:84 | 18 | 3:63 | 17 | 4:04 | 19 | 10 | 50 | 50 | | |
| | | | | | 26 | 16 | | 22 | | 18 | | 17 | | 19 | | | | | |
| 3 | 0 | 9 | 0 | 5:97 | 26 | 3:63 | 16 | 4:91 | 21 | 4:02 | 17 | 3:80 | 16 | 4:23 | 18 | 3 | 0 | 9 | 0 |
| 10 | 8 | 50 | 6:23 | 24 | 3:79 | 15 | 5:12 | 20 | 4:19 | 17 | 3:96 | 15 | 4:41 | 17 | 2 | 50 | 10 | 10 | |
| 20 | 40 | 6:47 | 23 | 23 | 3:94 | 14 | 5:32 | 19 | 4:36 | 15 | 4:11 | 15 | 4:58 | 17 | 40 | 20 | 20 | | |
| 30 | 30 | 6:70 | 22 | 22 | 4:08 | 13 | 5:51 | 18 | 4:51 | 14 | 4:26 | 14 | 4:75 | 15 | 30 | 30 | 30 | | |
| 40 | 20 | 6:92 | 21 | 21 | 4:21 | 13 | 5:69 | 17 | 4:65 | 13 | 4:40 | 12 | 4:90 | 15 | 20 | 40 | 40 | | |
| 50 | 10 | 7:13 | 19 | 19 | 4:34 | 11 | 5:86 | 16 | 4:78 | 13 | 4:52 | 12 | 5:05 | 13 | 10 | 50 | 50 | | |
| | | | | | 19 | 11 | | 16 | | 13 | | 12 | | 13 | | | | | |
| 4 | 0 | 8 | 0 | 7:32 | 18 | 4:45 | 10 | 6:02 | 14 | 4:91 | 12 | 4:64 | 12 | 5:18 | 12 | 2 | 0 | 10 | 0 |
| 10 | 7 | 50 | 7:50 | 16 | 4:55 | 10 | 6:16 | 13 | 5:03 | 11 | 4:76 | 10 | 5:30 | 12 | 1 | 50 | 10 | 10 | |
| 20 | 40 | 7:66 | 14 | 14 | 4:65 | 9 | 6:29 | 12 | 5:14 | 10 | 4:86 | 10 | 5:42 | 10 | 40 | 20 | 20 | | |
| 30 | 30 | 7:80 | 14 | 14 | 4:74 | 9 | 6:41 | 11 | 5:24 | 9 | 4:96 | 8 | 5:52 | 10 | 30 | 30 | 30 | | |
| 40 | 20 | 7:94 | 12 | 12 | 4:83 | 7 | 6:52 | 10 | 5:33 | 8 | 5:04 | 8 | 5:62 | 8 | 20 | 40 | 40 | | |
| 50 | 10 | 8:06 | 10 | 10 | 4:90 | 6 | 6:62 | 8 | 5:41 | 8 | 5:12 | 8 | 5:70 | 8 | 10 | 50 | 50 | | |
| | | | | | 10 | 6 | | 8 | | 7 | | 6 | | 8 | | | | | |
| 5 | 0 | 7 | 0 | 8:16 | 9 | 4:96 | 5 | 6:70 | 8 | 5:48 | 6 | 5:18 | 6 | 5:78 | 6 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| 10 | 6 | 50 | 8:25 | 7 | 5:01 | 5 | 6:78 | 6 | 5:54 | 5 | 5:24 | 5 | 5:84 | 6 | 0 | 50 | 10 | 10 | |
| 20 | 40 | 8:32 | 6 | 6 | 5:06 | 3 | 6:84 | 4 | 5:59 | 4 | 5:29 | 3 | 5:90 | 6 | 40 | 20 | 20 | | |
| 30 | 30 | 8:38 | 4 | 4 | 5:09 | 3 | 6:88 | 3 | 5:63 | 3 | 5:32 | 2 | 5:94 | 2 | 30 | 30 | 30 | | |
| 40 | 20 | 8:42 | 2 | 2 | 5:12 | 1 | 6:91 | 2 | 5:66 | 2 | 5:34 | 2 | 5:96 | 2 | 20 | 40 | 40 | | |
| 50 | 10 | 8:41 | 1 | 1 | 5:13 | 1 | 6:93 | 1 | 5:68 | 1 | 5:36 | 1 | 5:98 | 1 | 10 | 50 | 50 | | |
| | | | | | 1 | 1 | | 1 | | 0 | | 1 | | 1 | | | | | |
| 6 | 0 | 6 | 0 | 8:45 | 5:14 | 6:94 | 5:68 | 5:37 | 5:99 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

Wenn $t > 12^h$ sind T_x und T_b mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_x}{\Delta \cos \delta} \quad \text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_x' \cos \delta).$$

| Argument für T_2 | | Bethlehem | | Bonn | | Bordeaux | | Breslau | | Brüssel | | Cambridge E | | Argument für T_3 | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|----------------|------|-----------------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | + | | 0-7557 | | 0-8313 | | 0-7907 | | 0-8337 | | 0-8321 | | 0-8403 | | - + | | | |
| 0 ^k | 0 ^m | 12 ^k | 0 ^m | 0 ^m | 00 | 0 ^m | 00 | 0 ^m | 00 | 0 ^m | 00 | 0 ^m | 00 | 0 ^m | 00 | 6 ^k | 0 ^m | 6 ^k | 0 ^m |
| 10 | 11 | 50 | 0-30 | 30 | 0-24 | 24 | 0-28 | 28 | 0-25 | 25 | 0-25 | 25 | 0-24 | 24 | 5 | 50 | 10 | 10 | 10 |
| | | 20 | 0-59 | 29 | 0-49 | 24 | 0-55 | 27 | 0-49 | 24 | 0-49 | 24 | 0-47 | 23 | | 40 | 20 | 20 | 20 |
| | | 30 | 0-87 | 28 | 0-73 | 23 | 0-82 | 27 | 0-73 | 23 | 0-73 | 23 | 0-70 | 23 | | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | 40 | 1-16 | 29 | 0-96 | 24 | 1-08 | 26 | 0-96 | 24 | 0-96 | 24 | 0-93 | 23 | | 20 | 40 | 40 | 40 |
| | | 50 | 1-45 | 29 | 1-20 | 24 | 1-35 | 27 | 1-20 | 24 | 1-20 | 24 | 1-17 | 23 | | 10 | 50 | 50 | 50 |
| | | | | 28 | | 24 | | 27 | | 23 | | 24 | | 23 | | | | | |
| 1 | 0 | 11 | 1-73 | 28 | 1-44 | 24 | 1-62 | 26 | 1-43 | 23 | 1-44 | 23 | 1-40 | 22 | 5 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| | | 10 | 2-01 | 28 | 1-68 | 23 | 1-88 | 26 | 1-66 | 23 | 1-67 | 23 | 1-62 | 23 | 4 | 50 | 10 | 10 | 10 |
| | | 20 | 2-29 | 27 | 1-91 | 23 | 2-14 | 26 | 1-89 | 23 | 1-90 | 23 | 1-85 | 22 | | 40 | 20 | 20 | 20 |
| | | 30 | 2-56 | 26 | 2-14 | 22 | 2-40 | 24 | 2-12 | 22 | 2-13 | 22 | 2-07 | 22 | | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | 40 | 2-82 | 26 | 2-36 | 22 | 2-64 | 24 | 2-34 | 22 | 2-35 | 22 | 2-29 | 22 | | 20 | 40 | 40 | 40 |
| | | 50 | 3-08 | 26 | 2-58 | 22 | 2-88 | 24 | 2-56 | 22 | 2-57 | 22 | 2-50 | 21 | | 10 | 50 | 50 | 50 |
| | | | | 21 | | 21 | | 24 | | 21 | | 21 | | 20 | | | | | |
| 2 | 0 | 10 | 3-34 | 25 | 2-79 | 20 | 3-12 | 23 | 2-77 | 20 | 2-78 | 21 | 2-70 | 20 | 4 | 0 | 8 | 0 | 0 |
| | | 10 | 3-59 | 25 | 2-99 | 21 | 3-35 | 23 | 2-97 | 20 | 2-99 | 20 | 2-90 | 20 | 3 | 50 | 10 | 10 | 10 |
| | | 20 | 3-84 | 23 | 3-20 | 20 | 3-58 | 22 | 3-17 | 20 | 3-19 | 20 | 3-10 | 19 | | 40 | 20 | 20 | 20 |
| | | 30 | 4-07 | 23 | 3-40 | 19 | 3-80 | 22 | 3-37 | 19 | 3-39 | 19 | 3-29 | 18 | | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | 40 | 4-30 | 22 | 3-59 | 18 | 4-02 | 21 | 3-56 | 18 | 3-58 | 18 | 3-47 | 18 | | 20 | 40 | 40 | 40 |
| | | 50 | 4-52 | 21 | 3-77 | 18 | 4-23 | 21 | 3-74 | 18 | 3-76 | 18 | 3-65 | 18 | | 10 | 50 | 50 | 50 |
| | | | | 18 | | 18 | | 19 | | 18 | | 18 | | 17 | | | | | |
| 3 | 0 | 9 | 4-73 | 20 | 3-95 | 17 | 4-42 | 18 | 3-92 | 16 | 3-94 | 17 | 3-82 | 16 | 3 | 0 | 9 | 0 | 0 |
| | | 10 | 4-93 | 19 | 4-12 | 16 | 4-60 | 18 | 4-08 | 16 | 4-11 | 16 | 3-98 | 16 | 2 | 50 | 10 | 10 | 10 |
| | | 20 | 5-12 | 18 | 4-28 | 14 | 4-78 | 17 | 4-24 | 15 | 4-27 | 15 | 4-14 | 15 | | 40 | 20 | 20 | 20 |
| | | 30 | 5-30 | 18 | 4-42 | 14 | 4-95 | 17 | 4-39 | 14 | 4-42 | 14 | 4-29 | 13 | | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | 40 | 5-48 | 17 | 4-56 | 14 | 5-12 | 15 | 4-53 | 14 | 4-56 | 14 | 4-42 | 13 | | 20 | 40 | 40 | 40 |
| | | 50 | 5-65 | 15 | 4-70 | 13 | 5-27 | 14 | 4-67 | 14 | 4-70 | 14 | 4-55 | 13 | | 10 | 50 | 50 | 50 |
| | | | | 13 | | 13 | | 14 | | 12 | | 12 | | 12 | | | | | |
| 4 | 0 | 8 | 5-80 | 14 | 4-83 | 12 | 5-41 | 13 | 4-79 | 11 | 4-82 | 11 | 4-67 | 12 | 2 | 0 | 10 | 0 | 0 |
| | | 10 | 5-94 | 13 | 4-95 | 10 | 5-54 | 13 | 4-90 | 11 | 4-93 | 11 | 4-79 | 10 | 1 | 50 | 10 | 10 | 10 |
| | | 20 | 6-07 | 11 | 5-05 | 10 | 5-67 | 11 | 5-01 | 10 | 5-04 | 10 | 4-89 | 10 | | 40 | 20 | 20 | 20 |
| | | 30 | 6-18 | 10 | 5-15 | 9 | 5-78 | 10 | 5-11 | 9 | 5-14 | 9 | 4-99 | 8 | | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | 40 | 6-28 | 9 | 5-24 | 8 | 5-88 | 9 | 5-20 | 8 | 5-23 | 8 | 5-07 | 8 | | 20 | 40 | 40 | 40 |
| | | 50 | 6-37 | 9 | 5-32 | 7 | 5-97 | 7 | 5-28 | 8 | 5-31 | 8 | 5-15 | 7 | | 10 | 50 | 50 | 50 |
| | | | | 7 | | 7 | | 7 | | 7 | | 7 | | 7 | | | | | |
| 5 | 0 | 7 | 6-46 | 7 | 5-39 | 6 | 6-04 | 6 | 5-35 | 6 | 5-38 | 6 | 5-22 | 5 | 1 | 0 | 11 | 0 | 0 |
| | | 10 | 6-53 | 6 | 5-45 | 5 | 6-10 | 6 | 5-41 | 4 | 5-44 | 4 | 5-27 | 5 | 0 | 50 | 10 | 10 | 10 |
| | | 20 | 6-59 | 4 | 5-50 | 3 | 6-16 | 4 | 5-45 | 3 | 5-48 | 3 | 5-32 | 4 | | 40 | 20 | 20 | 20 |
| | | 30 | 6-63 | 3 | 5-53 | 3 | 6-20 | 2 | 5-48 | 3 | 5-51 | 3 | 5-36 | 2 | | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | 40 | 6-66 | 2 | 5-56 | 1 | 6-22 | 1 | 5-51 | 1 | 5-54 | 2 | 5-38 | 2 | | 20 | 40 | 40 | 40 |
| | | 50 | 6-68 | 1 | 5-57 | 1 | 6-23 | 1 | 5-52 | 1 | 5-56 | 2 | 5-40 | 2 | | 10 | 50 | 50 | 50 |
| | | | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 0 | | 0 | | | | | |
| 6 | 0 | 6 | 6-69 | | 5-58 | | 6-24 | | 5-53 | | 5-57 | | 5-40 | | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 |

Wenn $t > 12^k$ sind T_2 und T_3 mit dem Argument $t - 12^k$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_2}{\Delta \cos \delta} \quad \text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_3 \sin \delta + T_3' \cos \delta).$$

| Argument für T_a | | Cambridge | Charkow | Charlotteville | Chicago | Christiania | Cincinnati | Argument für T_b | | |
|-----------------------|----------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | Mass. | | | | | | - | | + |
| + | | 0-7709 | 0-8268 | 0-7319 | 0-7664 | 0-8798 | 0-7424 | | | |
| 0 ^h | 0 ^m | 12 ^s | 0 ^h 00 ^m | 0 ^h 00 ^m | 0 ^h 00 ^m | 0 ^h 00 ^m | 0 ^h 00 ^m | 0 ^h 00 ^m | 6 ^h 0 ^m | 6 ^h 0 ^m |
| 10 | 11 | 50 | 0-29 29 | 0-25 25 | 0-31 30 | 0-29 29 | 0-19 19 | 0-30 30 | 5 50 | 10 |
| 20 | 40 | 40 | 0-57 29 | 0-50 25 | 0-61 30 | 0-58 29 | 0-38 20 | 0-60 29 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 0-86 27 | 0-75 24 | 0-91 29 | 0-87 28 | 0-58 19 | 0-89 29 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 20 | 1-13 28 | 0-99 24 | 1-20 30 | 1-15 27 | 0-77 18 | 1-18 30 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 10 | 1-41 27 | 1-22 24 | 1-50 30 | 1-42 28 | 0-95 19 | 1-48 29 | 10 | 50 |
| 1 | 0 | 11 | 1-68 28 | 1-46 24 | 1-80 29 | 1-70 28 | 1-14 19 | 1-77 29 | 5 0 | 7 0 |
| 10 | 10 | 50 | 1-96 27 | 1-70 24 | 2-09 29 | 1-98 27 | 1-33 18 | 2-06 28 | 4 50 | 10 |
| 20 | 40 | 40 | 2-23 26 | 1-94 23 | 2-38 28 | 2-25 27 | 1-51 18 | 2-34 28 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 2-49 26 | 2-17 23 | 2-66 27 | 2-52 26 | 1-69 18 | 2-62 27 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 20 | 2-75 25 | 2-40 22 | 2-93 27 | 2-78 25 | 1-87 17 | 2-89 27 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 10 | 3-00 25 | 2-62 21 | 3-20 27 | 3-03 25 | 2-04 17 | 3-16 26 | 10 | 50 |
| 2 | 0 | 10 | 3-25 25 | 2-83 21 | 3-47 26 | 3-28 25 | 2-21 16 | 3-42 25 | 4 0 | 8 0 |
| 10 | 9 | 50 | 3-50 23 | 3-04 21 | 3-73 25 | 3-53 24 | 2-38 17 | 3-67 25 | 3 50 | 10 |
| 20 | 40 | 40 | 3-73 23 | 3-25 20 | 3-98 25 | 3-77 23 | 2-54 15 | 3-92 24 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 3-96 23 | 3-45 19 | 4-23 23 | 4-00 22 | 2-69 15 | 4-16 24 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 20 | 4-19 21 | 3-64 19 | 4-46 22 | 4-22 21 | 2-84 14 | 4-40 22 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 10 | 4-40 20 | 3-83 18 | 4-68 22 | 4-43 21 | 2-98 14 | 4-62 21 | 10 | 50 |
| 3 | 0 | 9 | 4-60 20 | 4-01 17 | 4-90 21 | 4-64 20 | 3-12 14 | 4-83 21 | 3 0 | 9 0 |
| 10 | 8 | 50 | 4-80 18 | 4-18 17 | 5-11 21 | 4-84 19 | 3-26 13 | 5-04 20 | 2 50 | 10 |
| 20 | 40 | 40 | 4-98 18 | 4-35 15 | 5-32 19 | 5-03 18 | 3-39 12 | 5-24 19 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 5-16 17 | 4-50 14 | 5-51 18 | 5-21 17 | 3-51 11 | 5-43 17 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 20 | 5-33 16 | 4-64 13 | 5-69 17 | 5-38 16 | 3-62 11 | 5-60 16 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 10 | 5-49 15 | 4-77 13 | 5-86 15 | 5-54 15 | 3-73 10 | 5-76 16 | 10 | 50 |
| 4 | 0 | 8 | 5-64 14 | 4-90 12 | 6-01 14 | 5-69 14 | 3-83 9 | 5-92 14 | 2 0 | 10 0 |
| 10 | 7 | 50 | 5-78 12 | 5-02 11 | 6-15 13 | 5-83 12 | 3-92 9 | 6-06 14 | 1 50 | 10 |
| 20 | 40 | 40 | 5-90 12 | 5-13 10 | 6-28 12 | 5-95 11 | 4-01 8 | 6-20 12 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 6-02 10 | 5-23 9 | 6-40 12 | 6-06 11 | 4-09 7 | 6-32 10 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 20 | 6-12 9 | 5-32 8 | 6-52 10 | 6-17 9 | 4-16 6 | 6-42 10 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 10 | 6-21 8 | 5-40 7 | 6-62 8 | 6-26 8 | 4-22 5 | 6-52 8 | 10 | 50 |
| 5 | 0 | 7 | 6-29 6 | 5-47 6 | 6-70 7 | 6-34 7 | 4-27 5 | 6-60 7 | 1 0 | 11 0 |
| 10 | 6 | 50 | 6-35 6 | 5-53 5 | 6-77 6 | 6-41 5 | 4-32 4 | 6-67 6 | 0 50 | 10 |
| 20 | 40 | 40 | 6-41 4 | 5-58 4 | 6-83 6 | 6-46 4 | 4-36 3 | 6-73 5 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 6-45 3 | 5-62 3 | 6-87 4 | 6-50 3 | 4-39 2 | 6-78 3 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 20 | 6-48 2 | 5-65 2 | 6-91 2 | 6-53 2 | 4-41 1 | 6-81 1 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 10 | 6-50 1 | 5-67 0 | 6-93 1 | 6-55 1 | 4-42 0 | 6-82 1 | 10 | 50 |
| 6 | 0 | 6 | 6-51 | 5-67 | 6-94 | 6-56 | 4-42 | 6-83 | 0 0 | 12 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind T_a und T_b mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_a' \cos \delta).$$

| Argument für T_2 | Edinburgh | | Genl | | Georgetown | | Glasgow E | | Glasgow Miss | | Göttingen | | Argument für T_2 | |
|--|--|---|---|---|---|---|---|---|--|---|-----------|--|-----------------------|--|
| | + | | 0-8610 | 0-8008 | 0-7402 | 0-8606 | 0-7432 | 0-8363 | - | | + | | | |
| 0 ^h 0 ^m 12 ^s 0 ^o | 0 ^h 0 ^m 0 ^s | 0 ^h 0 ^m 22 ^s | 0 ^h 0 ^m 27 ^s | 0 ^h 0 ^m 30 ^s | 0 ^h 0 ^m 22 ^s | 0 ^h 0 ^m 30 ^s | 0 ^h 0 ^m 24 ^s | 0 ^h 0 ^m 24 ^s | 6 ^h 0 ^m 6 ^s | 6 ^h 0 ^m 10 ^s | | | | |
| 10 | 11 50 | 0-22 21 | 0-27 26 | 0-30 30 | 0-22 21 | 0-30 30 | 0-24 24 | 0-24 24 | 5 50 | 10 | | | | |
| 20 | 40 | 0-43 22 | 0-53 27 | 0-60 30 | 0-43 22 | 0-60 30 | 0-48 24 | 0-48 24 | 40 | 20 | | | | |
| 30 | 30 | 0-65 21 | 0-80 26 | 0-89 30 | 0-65 21 | 0-89 29 | 0-72 23 | 0-72 23 | 30 | 30 | | | | |
| 40 | 20 | 0-86 20 | 1-06 26 | 1-19 29 | 0-86 21 | 1-18 30 | 0-95 24 | 0-95 24 | 20 | 40 | | | | |
| 50 | 10 | 1-06 21 | 1-32 26 | 1-48 29 | 1-07 21 | 1-48 29 | 1-19 23 | 1-19 23 | 10 | 50 | | | | |
| 1 0 | 11 0 | 1-27 21 | 1-58 25 | 1-77 29 | 1-28 21 | 1-77 29 | 1-42 23 | 1-42 23 | 5 0 | 7 0 | | | | |
| 10 | 10 50 | 1-48 21 | 1-83 26 | 2-06 29 | 1-49 20 | 2-06 28 | 1-65 23 | 1-65 23 | 4 50 | 10 | | | | |
| 20 | 40 | 1-69 20 | 2-09 25 | 2-35 28 | 1-69 20 | 2-34 28 | 1-88 22 | 1-88 22 | 40 | 20 | | | | |
| 30 | 30 | 1-89 20 | 2-34 24 | 2-63 27 | 1-89 20 | 2-62 27 | 2-10 22 | 2-10 22 | 30 | 30 | | | | |
| 40 | 20 | 2-09 19 | 2-58 23 | 2-90 26 | 2-09 20 | 2-89 26 | 2-32 22 | 2-32 22 | 20 | 40 | | | | |
| 50 | 10 | 2-28 19 | 2-81 24 | 3-16 26 | 2-29 20 | 3-15 26 | 2-54 20 | 2-54 20 | 10 | 50 | | | | |
| 2 0 | 10 0 | 2-47 18 | 3-05 23 | 3-42 26 | 2-48 18 | 3-41 25 | 2-74 20 | 2-74 20 | 4 0 | 8 0 | | | | |
| 10 | 9 50 | 2-65 18 | 3-28 22 | 3-68 25 | 2-66 17 | 3-66 25 | 2-94 20 | 2-94 20 | 3 50 | 10 | | | | |
| 20 | 40 | 2-83 17 | 3-50 21 | 3-93 24 | 2-83 18 | 3-91 24 | 3-14 20 | 3-14 20 | 40 | 20 | | | | |
| 30 | 30 | 3-00 17 | 3-71 21 | 4-17 24 | 3-01 17 | 4-15 24 | 3-34 19 | 3-34 19 | 30 | 30 | | | | |
| 40 | 20 | 3-17 16 | 3-92 20 | 4-41 22 | 3-18 16 | 4-39 22 | 3-53 18 | 3-53 18 | 20 | 40 | | | | |
| 50 | 10 | 3-33 16 | 4-12 20 | 4-63 22 | 3-34 16 | 4-61 21 | 3-71 17 | 3-71 17 | 10 | 50 | | | | |
| 3 0 | 9 0 | 3-49 15 | 4-32 18 | 4-85 20 | 3-50 15 | 4-82 21 | 3-88 17 | 3-88 17 | 3 0 | 9 0 | | | | |
| 10 | 8 50 | 3-64 14 | 4-50 17 | 5-05 20 | 3-65 14 | 5-03 20 | 4-05 16 | 4-05 16 | 2 50 | 10 | | | | |
| 20 | 40 | 3-78 14 | 4-67 17 | 5-25 19 | 3-79 14 | 5-23 19 | 4-21 15 | 4-21 15 | 40 | 20 | | | | |
| 30 | 30 | 3-92 13 | 4-84 16 | 5-44 18 | 3-93 13 | 5-42 17 | 4-36 13 | 4-36 13 | 30 | 30 | | | | |
| 40 | 20 | 4-05 12 | 5-00 14 | 5-62 17 | 4-06 12 | 5-59 16 | 4-49 13 | 4-49 13 | 20 | 40 | | | | |
| 50 | 10 | 4-17 11 | 5-14 14 | 5-79 15 | 4-18 11 | 5-75 16 | 4-62 13 | 4-62 13 | 10 | 50 | | | | |
| 4 0 | 8 0 | 4-28 10 | 5-28 13 | 5-94 14 | 4-29 10 | 5-91 14 | 4-75 12 | 4-75 12 | 2 0 | 10 0 | | | | |
| 10 | 7 50 | 4-38 9 | 5-41 12 | 6-08 13 | 4-39 9 | 6-05 13 | 4-87 10 | 4-87 10 | 1 50 | 10 | | | | |
| 20 | 40 | 4-47 9 | 5-53 11 | 6-21 12 | 4-48 9 | 6-18 12 | 4-97 9 | 4-97 9 | 40 | 20 | | | | |
| 30 | 30 | 4-56 8 | 5-64 9 | 6-33 11 | 4-57 8 | 6-30 11 | 5-06 9 | 5-06 9 | 30 | 30 | | | | |
| 40 | 20 | 4-64 7 | 5-73 9 | 6-44 10 | 4-65 7 | 6-41 10 | 5-15 8 | 5-15 8 | 20 | 40 | | | | |
| 50 | 10 | 4-71 6 | 5-82 7 | 6-54 8 | 4-72 5 | 6-51 8 | 5-23 7 | 5-23 7 | 10 | 50 | | | | |
| 5 0 | 7 0 | 4-77 5 | 5-89 7 | 6-62 7 | 4-77 5 | 6-59 7 | 5-30 6 | 5-30 6 | 1 0 | 11 0 | | | | |
| 10 | 6 50 | 4-82 4 | 5-96 5 | 6-69 6 | 4-82 5 | 6-66 6 | 5-36 4 | 5-36 4 | 0 50 | 10 | | | | |
| 20 | 40 | 4-86 3 | 6-01 4 | 6-75 5 | 4-87 4 | 6-72 5 | 5-40 3 | 5-40 3 | 40 | 20 | | | | |
| 30 | 30 | 4-89 2 | 6-05 3 | 6-80 3 | 4-91 2 | 6-77 3 | 5-43 3 | 5-43 3 | 30 | 30 | | | | |
| 40 | 20 | 4-91 1 | 6-08 2 | 6-83 2 | 4-93 1 | 6-80 2 | 5-46 2 | 5-46 2 | 20 | 40 | | | | |
| 50 | 10 | 4-92 1 | 6-10 0 | 6-85 1 | 4-94 0 | 6-81 1 | 5-48 1 | 5-48 1 | 10 | 50 | | | | |
| 6 0 | 6 0 | 4-93 | 6-10 | 6-86 | 4-94 | 6-82 | 5-49 | 5-49 | 0 0 | 12 0 | | | | |

Wenn $t > 12^h$ sind T_2 und T_2' mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_2}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_2 \sin \delta + T_2' \cos \delta).$$

| Argument für T_a | | Greenwich | | Hamburg | | Heidelberg | | Helsingfors | | Jena | | Kaloča | | Argument für T_b | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|----|-------------------|----|-----------------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | + | | 0-8359 | 0-8480 | 0-8229 | 0-8810 | 0-8324 | 0-8032 | - | + | | | | | | | | |
| 0 ^a | 0 ^m | 12 ^a | 0 ^m | 0 ^m 00 | 24 | 0 ^m 00 | 23 | 0 ^m 00 | 25 | 0 ^m 00 | 19 | 0 ^m 00 | 25 | 0 ^m 00 | 27 | 6 ^a | 0 ^m | 6 ^a | 0 ^m |
| | 10 | 11 | 50 | 0-24 | 24 | 0-23 | 23 | 0-25 | 25 | 0-19 | 19 | 0-25 | 24 | 0-27 | 26 | 5 | 50 | | 10 |
| | 20 | | 40 | 0-48 | 24 | 0-46 | 23 | 0-50 | 25 | 0-38 | 20 | 0-49 | 24 | 0-53 | 27 | | 40 | | 20 |
| | 30 | | 30 | 0-72 | 23 | 0-69 | 22 | 0-75 | 24 | 0-58 | 19 | 0-73 | 23 | 0-80 | 26 | | 30 | | 30 |
| | 40 | | 20 | 0-95 | 23 | 0-91 | 22 | 0-99 | 25 | 0-77 | 18 | 0-96 | 24 | 1-06 | 25 | | 20 | | 40 |
| | 50 | | 10 | 1-18 | 23 | 1-13 | 22 | 1-24 | 24 | 0-95 | 18 | 1-20 | 24 | 1-31 | 25 | | 10 | | 50 |
| | | | | | 24 | | 22 | | 24 | | 18 | | 24 | | 26 | | | | |
| 1 | 0 | 11 | 0 | 1-42 | 23 | 1-35 | 22 | 1-48 | 24 | 1-13 | 19 | 1-44 | 23 | 1-57 | 25 | 5 | 0 | 7 | 0 |
| | 10 | 10 | 50 | 1-65 | 23 | 1-57 | 22 | 1-72 | 24 | 1-32 | 18 | 1-67 | 23 | 1-82 | 26 | 4 | 50 | | 10 |
| | 20 | | 40 | 1-88 | 22 | 1-79 | 22 | 1-96 | 24 | 1-50 | 18 | 1-90 | 23 | 2-08 | 25 | | 40 | | 20 |
| | 30 | | 30 | 2-10 | 22 | 2-01 | 21 | 2-20 | 23 | 1-68 | 17 | 2-13 | 22 | 2-33 | 24 | | 30 | | 30 |
| | 40 | | 20 | 2-32 | 22 | 2-22 | 20 | 2-43 | 22 | 1-85 | 18 | 2-35 | 22 | 2-57 | 23 | | 20 | | 40 |
| | 50 | | 10 | 2-54 | 22 | 2-42 | 20 | 2-65 | 22 | 2-03 | 18 | 2-57 | 22 | 2-80 | 23 | | 10 | | 50 |
| | | | | | 21 | | 20 | | 21 | | 17 | | 21 | | 23 | | | | |
| 2 | 0 | 10 | 0 | 2-75 | 20 | 2-62 | 19 | 2-86 | 22 | 2-20 | 16 | 2-78 | 20 | 3-03 | 23 | 4 | 0 | 8 | 0 |
| | 10 | 9 | 50 | 2-95 | 20 | 2-81 | 19 | 3-08 | 21 | 2-36 | 16 | 2-98 | 20 | 3-26 | 22 | 3 | 50 | | 10 |
| | 20 | | 40 | 3-15 | 19 | 3-00 | 19 | 3-29 | 20 | 2-52 | 15 | 3-18 | 20 | 3-48 | 22 | | 40 | | 20 |
| | 30 | | 30 | 3-34 | 19 | 3-19 | 18 | 3-49 | 20 | 2-67 | 15 | 3-38 | 19 | 3-69 | 21 | | 30 | | 30 |
| | 40 | | 20 | 3-53 | 18 | 3-37 | 17 | 3-69 | 19 | 2-82 | 14 | 3-57 | 18 | 3-90 | 20 | | 20 | | 40 |
| | 50 | | 10 | 3-71 | 18 | 3-54 | 17 | 3-88 | 19 | 2-96 | 14 | 3-75 | 18 | 4-10 | 20 | | 10 | | 50 |
| | | | | | 17 | | 17 | | 18 | | 14 | | 18 | | 19 | | | | |
| 3 | 0 | 9 | 0 | 3-88 | 17 | 3-71 | 16 | 4-06 | 17 | 3-10 | 13 | 3-93 | 17 | 4-29 | 18 | 3 | 0 | 9 | 0 |
| | 10 | 8 | 50 | 4-05 | 16 | 3-87 | 15 | 4-23 | 17 | 3-23 | 13 | 4-10 | 16 | 4-47 | 17 | 2 | 50 | | 10 |
| | 20 | | 40 | 4-21 | 15 | 4-02 | 14 | 4-40 | 15 | 3-36 | 12 | 4-26 | 15 | 4-64 | 17 | | 40 | | 20 |
| | 30 | | 30 | 4-36 | 14 | 4-16 | 14 | 4-55 | 15 | 3-48 | 12 | 4-41 | 14 | 4-81 | 16 | | 30 | | 30 |
| | 40 | | 20 | 4-50 | 13 | 4-30 | 12 | 4-70 | 14 | 3-60 | 11 | 4-55 | 14 | 4-97 | 15 | | 20 | | 40 |
| | 50 | | 10 | 4-63 | 13 | 4-42 | 11 | 4-84 | 14 | 3-71 | 11 | 4-69 | 14 | 5-12 | 15 | | 10 | | 50 |
| | | | | | 12 | | 11 | | 13 | | 9 | | 12 | | 13 | | | | |
| 4 | 0 | 8 | 0 | 4-75 | 12 | 4-53 | 11 | 4-97 | 12 | 3-80 | 9 | 4-81 | 11 | 5-25 | 13 | 2 | 0 | 10 | 0 |
| | 10 | 7 | 50 | 4-87 | 10 | 4-64 | 11 | 5-09 | 11 | 3-89 | 9 | 4-92 | 11 | 5-38 | 12 | 1 | 50 | | 10 |
| | 20 | | 40 | 4-97 | 10 | 4-75 | 9 | 5-20 | 10 | 3-98 | 8 | 5-03 | 10 | 5-50 | 11 | | 40 | | 20 |
| | 30 | | 30 | 5-07 | 9 | 4-84 | 8 | 5-30 | 9 | 4-06 | 7 | 5-13 | 9 | 5-61 | 9 | | 30 | | 30 |
| | 40 | | 20 | 5-16 | 8 | 4-92 | 7 | 5-39 | 8 | 4-13 | 6 | 5-22 | 8 | 5-70 | 8 | | 20 | | 40 |
| | 50 | | 10 | 5-24 | 8 | 4-99 | 7 | 5-47 | 7 | 4-19 | 6 | 5-30 | 8 | 5-78 | 8 | | 10 | | 50 |
| | | | | | 6 | | 7 | | 7 | | 5 | | 6 | | 8 | | | | |
| 5 | 0 | 7 | 0 | 5-30 | 6 | 5-06 | 5 | 5-54 | 6 | 4-24 | 5 | 5-36 | 6 | 5-86 | 7 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| | 10 | 6 | 50 | 5-36 | 5 | 5-11 | 5 | 5-60 | 5 | 4-29 | 4 | 5-42 | 5 | 5-93 | 5 | 0 | 50 | | 10 |
| | 20 | | 40 | 5-41 | 3 | 5-16 | 3 | 5-65 | 4 | 4-33 | 3 | 5-47 | 3 | 5-98 | 4 | | 40 | | 20 |
| | 30 | | 30 | 5-44 | 3 | 5-19 | 3 | 5-69 | 3 | 4-36 | 2 | 5-50 | 3 | 6-02 | 2 | | 30 | | 30 |
| | 40 | | 20 | 5-47 | 2 | 5-22 | 1 | 5-72 | 2 | 4-38 | 1 | 5-53 | 2 | 6-04 | 2 | | 20 | | 40 |
| | 50 | | 10 | 5-49 | 2 | 5-23 | 1 | 5-74 | 2 | 4-39 | 1 | 5-55 | 2 | 6-06 | 2 | | 10 | | 50 |
| | | | | | 0 | | 1 | | 0 | | 0 | | 1 | | 1 | | | | |
| 6 | 0 | 6 | 0 | 5-49 | 0 | 5-24 | 0 | 5-74 | 0 | 4-39 | 0 | 5-56 | 0 | 6-07 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 |

Wenn $t > 12^a$ sind T_a und T_b mit dem Argument $t - 12^a$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \Delta \frac{T_a}{\cos \delta} \quad \text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_a' \cos \delta).$$

| Argument für T_α + | | Kapstadt | | Karlsruhe | | Kasan | | Kiel | | Königsberg | | Kopenhagen | | Argument für T_δ | | | | | |
|---------------------------------|----------------|---------------------|----------------|-----------|------|--------|------|--------|------|------------|------|------------|------|----------------------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 0-6889 _a | | 0-8203 | | 0-8601 | | 0-8524 | | 0-8544 | | 0-8596 | | - | + | | | | |
| 0 ^h | 0 ^m | 12 ^h | 0 ^m | 0''-00 | 32 | 0''-00 | 26 | 0''-00 | 22 | 0''-00 | 23 | 0''-00 | 22 | 0''-00 | 22 | 6 ^h | 0 ^m | 6 ^h | 0 ^m |
| 10 | 11 | 50 | 0-32 | 32 | 0-26 | 25 | 0-22 | 22 | 0-23 | 23 | 0-22 | 23 | 0-22 | 22 | 5 | 50 | 10 | 20 | |
| 20 | 20 | 40 | 0-64 | 31 | 0-51 | 25 | 0-44 | 21 | 0-46 | 22 | 0-45 | 22 | 0-44 | 22 | 40 | 20 | 40 | 10 | |
| 30 | 30 | 30 | 0-95 | 32 | 0-76 | 24 | 0-65 | 21 | 0-68 | 21 | 0-67 | 21 | 0-66 | 21 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| 40 | 40 | 20 | 1-27 | 31 | 1-00 | 25 | 0-86 | 21 | 0-89 | 22 | 0-88 | 22 | 0-87 | 20 | 20 | 40 | 40 | 40 | |
| 50 | 50 | 10 | 1-58 | 31 | 1-25 | 24 | 1-07 | 21 | 1-11 | 22 | 1-10 | 22 | 1-07 | 20 | 10 | 50 | 50 | 50 | |
| 1 | 0 | 11 | 0 | 1-89 | 31 | 1-49 | 24 | 1-28 | 21 | 1-33 | 22 | 1-32 | 21 | 1-28 | 21 | 5 | 0 | 7 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | 2-20 | 30 | 1-73 | 25 | 1-49 | 21 | 1-55 | 21 | 1-53 | 21 | 1-49 | 21 | 4 | 50 | 10 | 10 | |
| 20 | 20 | 40 | 2-50 | 29 | 1-98 | 24 | 1-70 | 20 | 1-76 | 21 | 1-74 | 21 | 1-70 | 20 | 40 | 20 | 20 | 20 | |
| 30 | 30 | 30 | 2-79 | 29 | 2-22 | 23 | 1-90 | 20 | 1-97 | 20 | 1-95 | 20 | 1-90 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| 40 | 40 | 20 | 3-08 | 29 | 2-45 | 22 | 2-10 | 19 | 2-17 | 20 | 2-15 | 20 | 2-10 | 20 | 20 | 40 | 40 | 40 | |
| 50 | 50 | 10 | 3-37 | 28 | 2-67 | 22 | 2-29 | 19 | 2-37 | 20 | 2-35 | 20 | 2-30 | 19 | 10 | 50 | 50 | 50 | |
| 2 | 0 | 10 | 0 | 3-65 | 28 | 2-89 | 22 | 2-48 | 18 | 2-57 | 19 | 2-55 | 19 | 2-49 | 18 | 4 | 0 | 8 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | 3-93 | 26 | 3-11 | 21 | 2-66 | 18 | 2-76 | 18 | 2-74 | 18 | 2-67 | 17 | 3 | 50 | 10 | 10 | |
| 20 | 20 | 40 | 4-19 | 25 | 3-32 | 20 | 2-84 | 18 | 2-94 | 18 | 2-92 | 18 | 2-84 | 17 | 40 | 20 | 20 | 20 | |
| 30 | 30 | 30 | 4-44 | 25 | 3-52 | 20 | 3-02 | 17 | 3-12 | 18 | 3-10 | 17 | 3-02 | 17 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| 40 | 40 | 20 | 4-69 | 24 | 3-72 | 19 | 3-19 | 16 | 3-30 | 17 | 3-27 | 17 | 3-19 | 16 | 20 | 40 | 40 | 40 | |
| 50 | 50 | 10 | 4-93 | 23 | 3-91 | 18 | 3-35 | 16 | 3-47 | 17 | 3-44 | 16 | 3-35 | 16 | 10 | 50 | 50 | 50 | |
| 3 | 0 | 9 | 0 | 5-16 | 23 | 4-09 | 17 | 3-51 | 15 | 3-64 | 16 | 3-60 | 16 | 3-51 | 15 | 3 | 0 | 9 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | 5-39 | 21 | 4-26 | 16 | 3-66 | 14 | 3-80 | 14 | 3-76 | 14 | 3-66 | 15 | 2 | 50 | 10 | 10 | |
| 20 | 20 | 40 | 5-60 | 20 | 4-42 | 16 | 3-80 | 13 | 3-94 | 14 | 3-90 | 14 | 3-81 | 14 | 40 | 20 | 20 | 20 | |
| 30 | 30 | 30 | 5-80 | 19 | 4-58 | 15 | 3-93 | 13 | 4-08 | 14 | 4-04 | 14 | 3-95 | 13 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| 40 | 40 | 20 | 5-99 | 18 | 4-73 | 14 | 4-06 | 12 | 4-22 | 12 | 4-18 | 12 | 4-08 | 12 | 20 | 40 | 40 | 40 | |
| 50 | 50 | 10 | 6-17 | 16 | 4-87 | 13 | 4-18 | 12 | 4-34 | 11 | 4-30 | 11 | 4-20 | 11 | 10 | 50 | 50 | 50 | |
| 4 | 0 | 8 | 0 | 6-33 | 15 | 5-00 | 12 | 4-30 | 10 | 4-45 | 11 | 4-41 | 10 | 4-31 | 10 | 2 | 0 | 10 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | 6-48 | 14 | 5-12 | 12 | 4-40 | 9 | 4-56 | 10 | 4-51 | 10 | 4-41 | 9 | 1 | 50 | 10 | 10 | |
| 20 | 20 | 40 | 6-62 | 13 | 5-24 | 10 | 4-49 | 8 | 4-66 | 9 | 4-61 | 9 | 4-50 | 9 | 40 | 20 | 20 | 20 | |
| 30 | 30 | 30 | 6-75 | 11 | 5-34 | 9 | 4-57 | 8 | 4-75 | 8 | 4-70 | 8 | 4-59 | 8 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| 40 | 40 | 20 | 6-86 | 11 | 5-43 | 8 | 4-65 | 7 | 4-83 | 7 | 4-78 | 7 | 4-67 | 7 | 20 | 40 | 40 | 40 | |
| 50 | 50 | 10 | 6-97 | 9 | 5-51 | 8 | 4-72 | 7 | 4-90 | 6 | 4-85 | 6 | 4-74 | 6 | 10 | 50 | 50 | 50 | |
| 5 | 0 | 7 | 0 | 7-06 | 7 | 5-59 | 6 | 4-79 | 5 | 4-96 | 5 | 4-92 | 5 | 4-80 | 5 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | 7-13 | 7 | 5-65 | 5 | 4-84 | 4 | 5-01 | 5 | 4-97 | 4 | 4-85 | 4 | 0 | 50 | 10 | 10 | |
| 20 | 20 | 40 | 7-20 | 5 | 5-70 | 3 | 4-88 | 3 | 5-06 | 3 | 5-01 | 4 | 4-89 | 3 | 40 | 20 | 20 | 20 | |
| 30 | 30 | 30 | 7-25 | 3 | 5-73 | 3 | 4-91 | 3 | 5-09 | 3 | 5-05 | 2 | 4-92 | 3 | 30 | 30 | 30 | 30 | |
| 40 | 40 | 20 | 7-28 | 2 | 5-76 | 1 | 4-94 | 1 | 5-12 | 1 | 5-07 | 2 | 4-95 | 1 | 20 | 40 | 40 | 40 | |
| 50 | 50 | 10 | 7-30 | 1 | 5-77 | 1 | 4-95 | 1 | 5-13 | 1 | 5-09 | 0 | 4-96 | 1 | 10 | 50 | 50 | 50 | |
| 6 | 0 | 6 | 0 | 7-31 | 1 | 5-78 | 1 | 4-96 | 1 | 5-14 | 1 | 5-09 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind T_α und T_δ mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_\alpha}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_\delta \sin \delta + T'_\delta \cos \delta).$$

| Argument für Z_2 | | Kreuzmünster | Landstuhl | La Plata | Leiden | Leipzig | Lissabon | Argument für Z_1 | |
|--------------------|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| + | | 0.8139 | 0.8229 | 0.6997 _a | 0.8400 | 0.8351 | 0.7383 | — — | |
| 0 ^h | 0 ^m | 0 ^h 00 | 0 ^h 00 | 0 ^h 00 | 0 ^h 00 | 0 ^h 00 | 0 ^h 00 | 0 ^h 00 | 0 ^h 00 |
| 10 | 11 50 | 0.26 26 | 0.25 25 | 0.32 32 | 0.24 24 | 0.24 24 | 0.30 30 | 5 50 | 10 |
| 20 | 40 | 0.52 25 | 0.50 25 | 0.64 31 | 0.47 24 | 0.48 24 | 0.60 29 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 0.77 25 | 0.75 24 | 0.95 30 | 0.71 23 | 0.72 23 | 0.89 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 1.02 25 | 0.99 25 | 1.25 31 | 0.94 23 | 0.95 24 | 1.19 30 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 1.27 25 | 1.24 24 | 1.56 31 | 1.17 23 | 1.19 23 | 1.49 29 | 10 | 50 |
| 1 | 0 | 1.52 25 | 1.48 24 | 1.87 31 | 1.40 23 | 1.42 23 | 1.78 29 | 5 0 | 7 0 |
| 10 | 10 50 | 1.77 25 | 1.72 24 | 2.18 29 | 1.63 22 | 1.65 23 | 2.07 29 | 4 50 | 10 |
| 20 | 40 | 2.02 24 | 1.96 24 | 2.47 29 | 1.85 22 | 1.88 22 | 2.36 27 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 2.26 23 | 2.20 23 | 2.76 29 | 2.07 22 | 2.11 23 | 2.63 27 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 2.49 22 | 2.43 22 | 3.05 28 | 2.29 21 | 2.33 22 | 2.90 27 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 2.71 23 | 2.65 21 | 3.33 27 | 2.50 20 | 2.55 20 | 3.17 27 | 10 | 50 |
| 2 | 0 | 2.94 22 | 2.86 22 | 3.60 27 | 2.70 20 | 2.75 21 | 3.44 26 | 4 0 | 8 0 |
| 10 | 9 50 | 3.16 22 | 3.08 21 | 3.87 27 | 2.90 20 | 2.96 20 | 3.70 25 | 3 50 | 10 |
| 20 | 40 | 3.38 21 | 3.29 20 | 4.14 26 | 3.10 19 | 3.16 19 | 3.95 24 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 3.59 20 | 3.49 20 | 4.40 24 | 3.29 19 | 3.35 19 | 4.19 23 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 3.79 19 | 3.69 19 | 4.64 24 | 3.48 18 | 3.54 18 | 4.42 22 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 3.98 19 | 3.88 18 | 4.88 23 | 3.66 17 | 3.72 18 | 4.64 22 | 10 | 50 |
| 3 | 0 | 4.17 18 | 4.06 17 | 5.11 22 | 3.83 16 | 3.90 16 | 4.86 21 | 3 0 | 9 0 |
| 10 | 8 50 | 4.35 16 | 4.23 17 | 5.33 20 | 3.99 16 | 4.06 16 | 5.07 20 | 2 50 | 10 |
| 20 | 40 | 4.51 16 | 4.40 15 | 5.53 20 | 4.15 15 | 4.22 15 | 5.27 19 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 4.67 15 | 4.55 15 | 5.73 19 | 4.30 13 | 4.37 14 | 5.46 17 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 4.82 15 | 4.70 14 | 5.92 17 | 4.43 13 | 4.51 13 | 5.63 17 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 4.97 13 | 4.84 13 | 6.09 16 | 4.56 12 | 4.64 13 | 5.80 16 | 10 | 50 |
| 4 | 0 | 5.10 12 | 4.97 12 | 6.25 15 | 4.68 11 | 4.77 11 | 5.96 15 | 2 0 | 10 0 |
| 10 | 7 50 | 5.22 12 | 5.09 11 | 6.40 15 | 4.79 11 | 4.88 11 | 6.11 12 | 1 50 | 10 |
| 20 | 40 | 5.34 10 | 5.20 10 | 6.55 13 | 4.90 10 | 4.99 10 | 6.23 12 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 5.44 10 | 5.30 9 | 6.68 10 | 5.00 8 | 5.09 9 | 6.35 11 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 5.54 8 | 5.39 8 | 6.78 10 | 5.08 8 | 5.18 7 | 6.46 10 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 5.62 7 | 5.47 7 | 6.88 9 | 5.16 6 | 5.25 7 | 6.56 10 | 10 | 50 |
| 5 | 0 | 5.69 6 | 5.54 6 | 6.97 8 | 5.22 6 | 5.32 6 | 6.64 7 | 1 0 | 11 0 |
| 10 | 6 50 | 5.75 5 | 5.60 5 | 7.05 6 | 5.28 5 | 5.38 5 | 6.71 6 | 0 50 | 10 |
| 20 | 40 | 5.80 4 | 5.65 4 | 7.11 5 | 5.33 3 | 5.43 3 | 6.77 5 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 5.84 3 | 5.69 3 | 7.16 3 | 5.36 3 | 5.46 3 | 6.82 3 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 5.87 2 | 5.72 2 | 7.19 2 | 5.39 1 | 5.49 1 | 6.85 1 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 5.89 1 | 5.74 0 | 7.21 1 | 5.40 1 | 5.50 1 | 6.86 1 | 10 | 50 |
| 6 | 0 | 5.90 | 5.74 | 7.22 | 5.41 | 5.51 | 6.87 | 0 0 | 12 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind Z_2 und Z_1 mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_2}{\Delta \cos \delta} \quad \text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_1 \sin \delta + T_2' \cos \delta).$$

| Argument für T_a | | | Lund | Lussinpiccolo | Lyon | Madison | Madras | Madrid | Argument für T_b | |
|-----------------------|----|---------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------|
| | | | 0-8596 | 0-7883 | 0-7971 | 0-7767 | 0-2961 | 0-7540 | - | + |
| 04 | 00 | 124 00m | 0 ⁰⁰ 00 22 | 0 ⁰⁰ 00 28 | 0 ⁰⁰ 00 27 | 0 ⁰⁰ 00 28 | 0 ⁰⁰ 00 38 | 0 ⁰⁰ 00 30 | 6 ¹ 00 | 6 ¹ 00 |
| 10 | 11 | 50 | 0-22 22 | 0-28 27 | 0-27 27 | 0-28 28 | 0-38 37 | 0-30 29 | 5 50 | 10 |
| 20 | 40 | | 0-44 22 | 0-55 27 | 0-54 27 | 0-56 28 | 0-75 37 | 0-59 28 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | | 0-66 21 | 0-82 27 | 0-81 26 | 0-84 27 | 1-12 37 | 0-87 29 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | | 0-87 20 | 1-09 27 | 1-07 26 | 1-11 28 | 1-49 37 | 1-16 29 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | | 1-07 21 | 1-36 27 | 1-33 26 | 1-39 28 | 1-86 36 | 1-45 29 | 10 | 50 |
| 1 | 0 | 11 0 | 1-28 21 | 1-63 26 | 1-59 26 | 1-67 27 | 2-22 36 | 1-74 28 | 5 0 | 7 0 |
| 10 | 10 | 50 | 1-49 21 | 1-89 26 | 1-85 26 | 1-94 27 | 2-58 35 | 2-02 28 | 4 50 | 10 |
| 20 | 40 | | 1-70 20 | 2-15 26 | 2-11 25 | 2-21 26 | 2-93 35 | 2-30 27 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | | 1-90 20 | 2-41 25 | 2-36 25 | 2-47 25 | 3-28 34 | 2-57 26 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | | 2-10 20 | 2-66 24 | 2-61 21 | 2-72 25 | 3-62 34 | 2-83 26 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | | 2-30 19 | 2-90 24 | 2-85 23 | 2-97 25 | 3-96 33 | 3-09 26 | 10 | 50 |
| 2 | 0 | 10 0 | 2-49 18 | 3-14 24 | 3-08 23 | 3-22 24 | 4-29 31 | 3-35 25 | 4 0 | 8 0 |
| 10 | 9 | 50 | 2-67 17 | 3-38 23 | 3-31 22 | 3-46 23 | 4-60 31 | 3-60 25 | 3 50 | 10 |
| 20 | 40 | | 2-81 18 | 3-61 22 | 3-53 22 | 3-69 23 | 4-91 31 | 3-85 24 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | | 3-02 17 | 3-83 21 | 3-75 21 | 3-92 22 | 5-21 30 | 4-09 23 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | | 3-19 16 | 4-04 21 | 3-96 20 | 4-14 22 | 5-51 30 | 4-32 21 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | | 3-35 16 | 4-25 19 | 4-16 20 | 4-36 19 | 5-80 27 | 4-53 21 | 10 | 50 |
| 3 | 0 | 9 0 | 3-51 15 | 4-44 19 | 4-36 18 | 4-55 19 | 6-07 25 | 4-74 20 | 3 0 | 9 0 |
| 10 | 8 | 50 | 3-66 15 | 4-63 18 | 4-54 17 | 4-74 19 | 6-32 24 | 4-94 20 | 2 50 | 10 |
| 20 | 40 | | 3-81 14 | 4-81 17 | 4-71 17 | 4-93 18 | 6-56 24 | 5-14 19 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | | 3-95 13 | 4-98 17 | 4-88 16 | 5-11 16 | 6-80 24 | 5-33 17 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | | 4-08 12 | 5-15 15 | 5-04 15 | 5-27 16 | 7-02 21 | 5-50 16 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | | 4-20 11 | 5-30 14 | 5-19 14 | 5-43 15 | 7-23 20 | 5-66 15 | 10 | 50 |
| 4 | 0 | 8 0 | 4-31 10 | 5-44 13 | 5-33 13 | 5-58 14 | 7-43 18 | 5-81 14 | 2 0 | 10 0 |
| 10 | 7 | 50 | 4-41 9 | 5-57 13 | 5-46 12 | 5-72 12 | 7-61 16 | 5-95 13 | 1 50 | 10 |
| 20 | 40 | | 4-50 9 | 5-70 11 | 5-58 11 | 5-84 11 | 7-77 15 | 6-08 11 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | | 4-59 8 | 5-81 10 | 5-69 10 | 5-95 10 | 7-92 15 | 6-19 11 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | | 4-67 7 | 5-91 9 | 5-79 9 | 6-05 9 | 8-05 12 | 6-30 10 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | | 4-74 6 | 6-00 8 | 5-88 7 | 6-14 7 | 8-17 11 | 6-40 8 | 10 | 50 |
| 5 | 0 | 7 0 | 4-80 5 | 6-08 7 | 5-95 7 | 6-21 7 | 8-28 9 | 6-48 7 | 1 0 | 11 0 |
| 10 | 6 | 50 | 4-85 4 | 6-15 5 | 6-02 5 | 6-28 6 | 8-37 7 | 6-55 6 | 0 50 | 10 |
| 20 | 40 | | 4-89 3 | 6-20 3 | 6-07 3 | 6-31 4 | 8-44 6 | 6-61 4 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | | 4-92 3 | 6-23 3 | 6-11 3 | 6-38 3 | 8-50 4 | 6-65 3 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | | 4-95 1 | 6-26 1 | 6-14 1 | 6-41 2 | 8-51 2 | 6-68 2 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | | 4-96 1 | 6-27 1 | 6-15 1 | 6-43 0 | 8-56 1 | 6-70 1 | 10 | 50 |
| 6 | 0 | 6 0 | 4-97 1 | 6-28 1 | 6-16 1 | 6-43 0 | 8-57 1 | 6-71 1 | 0 0 | 12 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind T_a und T_b mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_a \cos \delta).$$

| Argument für T_2 | | Mailand | | Marseille | | Melbourne | | Mt. Hamilton | | Moskau | | München | | Argument für T_3 | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|-----------|----|-----------|----|---------------------|----|--------|----|---------|----|-----------------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | + | | 0-7954 | | 0-7786 | | 0-7299 _n | | 0-7250 | | 0-8599 | | 0-8145 | | - + | | | |
| 0 ^h | 0 ^m | 12 ^h | 0 ^m | 0''-00 | 27 | 0''-00 | 28 | 0''-00 | 31 | 0''-00 | 31 | 0''-00 | 21 | 0''-00 | 26 | 6 ^h | 0 ^m | 6 ^h | 0 ^m |
| 10 | 11 | 50 | 0 | 0-27 | 27 | 0-28 | 28 | 0-31 | 31 | 0-31 | 30 | 0-21 | 22 | 0-26 | 26 | 5 | 50 | 10 | 10 |
| 20 | 40 | 0 | 54 | 0-54 | 27 | 0-56 | 28 | 0-62 | 30 | 0-61 | 30 | 0-43 | 22 | 0-52 | 25 | 40 | 40 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 0 | 81 | 0-81 | 27 | 0-84 | 27 | 0-92 | 29 | 0-91 | 30 | 0-65 | 22 | 0-77 | 25 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 1 | 07 | 1-07 | 26 | 1-11 | 28 | 1-21 | 30 | 1-21 | 30 | 0-87 | 21 | 1-02 | 25 | 20 | 40 | 40 | 40 |
| 50 | 10 | 1 | 33 | 1-33 | 26 | 1-39 | 28 | 1-51 | 30 | 1-51 | 30 | 1-08 | 21 | 1-27 | 25 | 10 | 50 | 50 | 50 |
| | | | | | 27 | | 27 | | 29 | | 30 | | 20 | | 25 | | | | |
| 1 | 0 | 11 | 0 | 1-60 | 26 | 1-66 | 27 | 1-80 | 29 | 1-81 | 30 | 1-28 | 21 | 1-52 | 25 | 5 | 0 | 7 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | | 1-86 | 26 | 1-93 | 27 | 2-09 | 29 | 2-11 | 29 | 1-49 | 21 | 1-77 | 24 | 4 | 50 | 10 | 10 |
| 20 | 40 | | | 2-12 | 25 | 2-20 | 26 | 2-38 | 28 | 2-40 | 28 | 1-70 | 20 | 2-01 | 24 | 40 | 20 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | | | 2-37 | 25 | 2-46 | 25 | 2-66 | 28 | 2-68 | 28 | 1-90 | 20 | 2-25 | 24 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | | | 2-62 | 24 | 2-71 | 25 | 2-94 | 27 | 2-96 | 27 | 2-10 | 19 | 2-49 | 23 | 20 | 40 | 40 | 40 |
| 50 | 10 | | | 2-86 | | 2-96 | | 3-21 | | 3-23 | | 2-29 | | 2-72 | | 10 | 50 | 50 | 50 |
| | | | | | 23 | | 25 | | 27 | | 27 | | 19 | | 22 | | | | |
| 2 | 0 | 10 | 0 | 3-09 | 23 | 3-21 | 24 | 3-48 | 26 | 3-50 | 26 | 2-48 | 18 | 2-94 | 22 | 4 | 0 | 8 | 0 |
| 10 | 9 | 50 | | 3-32 | 23 | 3-45 | 23 | 3-74 | 25 | 3-76 | 26 | 2-66 | 18 | 3-16 | 21 | 3 | 50 | 10 | 10 |
| 20 | 40 | | | 3-55 | 22 | 3-68 | 23 | 3-99 | 25 | 4-02 | 25 | 2-84 | 18 | 3-37 | 21 | 40 | 20 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | | | 3-77 | 21 | 3-91 | 22 | 4-24 | 23 | 4-27 | 23 | 3-02 | 17 | 3-58 | 20 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | | | 3-98 | 20 | 4-13 | 21 | 4-47 | 23 | 4-50 | 23 | 3-19 | 16 | 3-78 | 19 | 20 | 40 | 40 | 40 |
| 50 | 10 | | | 4-18 | | 4-34 | | 4-70 | | 4-73 | | 3-35 | | 3-97 | | 10 | 50 | 50 | 50 |
| | | | | | 20 | | 19 | | 22 | | 22 | | 16 | | 19 | | | | |
| 3 | 0 | 9 | 0 | 4-38 | 18 | 4-53 | 19 | 4-92 | 21 | 4-95 | 21 | 3-51 | 15 | 4-16 | 18 | 3 | 0 | 9 | 0 |
| 10 | 8 | 50 | | 4-56 | 17 | 4-72 | 19 | 5-13 | 20 | 5-16 | 20 | 3-66 | 14 | 4-34 | 16 | 2 | 50 | 10 | 10 |
| 20 | 40 | | | 4-73 | 17 | 4-91 | 18 | 5-33 | 19 | 5-36 | 19 | 3-80 | 14 | 4-50 | 16 | 40 | 20 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | | | 4-90 | 16 | 5-09 | 16 | 5-52 | 18 | 5-55 | 19 | 3-94 | 13 | 4-66 | 16 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | | | 5-06 | 15 | 5-25 | 15 | 5-70 | 17 | 5-74 | 17 | 4-07 | 12 | 4-82 | 14 | 20 | 40 | 40 | 40 |
| 50 | 10 | | | 5-21 | | 5-40 | | 5-87 | | 5-91 | | 4-19 | | 4-96 | | 10 | 50 | 50 | 50 |
| | | | | | 14 | | 15 | | 16 | | 16 | | 11 | | 13 | | | | |
| 4 | 0 | 8 | 0 | 5-35 | 13 | 5-55 | 13 | 6-03 | 14 | 6-07 | 14 | 4-30 | 11 | 5-09 | 12 | 2 | 0 | 10 | 0 |
| 10 | 7 | 50 | | 5-48 | 12 | 5-68 | 13 | 6-17 | 14 | 6-21 | 13 | 4-41 | 9 | 5-21 | 12 | 1 | 50 | 10 | 10 |
| 20 | 40 | | | 5-60 | 11 | 5-81 | 11 | 6-31 | 12 | 6-34 | 12 | 4-50 | 8 | 5-33 | 11 | 40 | 20 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | | | 5-71 | 10 | 5-92 | 11 | 6-43 | 11 | 6-46 | 12 | 4-58 | 8 | 5-44 | 9 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | | | 5-81 | 8 | 6-03 | 9 | 6-54 | 10 | 6-58 | 10 | 4-66 | 8 | 5-53 | 8 | 20 | 40 | 40 | 40 |
| 50 | 10 | | | 5-89 | | 6-12 | | 6-64 | | 6-68 | | 4-73 | | 5-61 | | 10 | 50 | 50 | 50 |
| | | | | | 8 | | 7 | | 8 | | 8 | | 6 | | 7 | | | | |
| 5 | 0 | 7 | 0 | 5-97 | 6 | 6-19 | 6 | 6-72 | 7 | 6-76 | 7 | 4-79 | 5 | 5-68 | 6 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| 10 | 6 | 50 | | 6-03 | 6 | 6-25 | 6 | 6-79 | 6 | 6-83 | 7 | 4-84 | 4 | 5-74 | 5 | 0 | 50 | 10 | 10 |
| 20 | 40 | | | 6-09 | 6 | 6-31 | 6 | 6-85 | 5 | 6-90 | 5 | 4-88 | 4 | 5-79 | 4 | 40 | 20 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | | | 6-13 | 4 | 6-35 | 4 | 6-90 | 3 | 6-95 | 3 | 4-92 | 2 | 5-83 | 3 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | | | 6-16 | 2 | 6-38 | 2 | 6-93 | 2 | 6-98 | 2 | 4-94 | 2 | 5-86 | 1 | 20 | 40 | 40 | 40 |
| 50 | 10 | | | 6-18 | | 6-40 | | 6-95 | | 7-00 | | 4-96 | | 5-87 | | 10 | 50 | 50 | 50 |
| | | | | | 0 | | 1 | | 1 | | 0 | | 0 | | 1 | | | | |
| 6 | 0 | 6 | 0 | 6-18 | | 6-41 | | 6-96 | | 7-00 | | 4-96 | | 5-88 | | 0 | 0 | 12 | 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind T_2 und T_3 mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_2}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_3 \sin \delta + T_2' \cos \delta).$$

| Argument für T_a | | Neapel | | Neuchâtel | | NewHaven | | New York | | Nicolajew | | Nizza | | Argument für T_b | | | |
|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|----|-------------------|----|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | | + | | 0-7580 | 0-8065 | 0-7619 | 0-7570 | 0-8063 | 0-7819 | - | | + | | | | | |
| 0 ^h | 0 ^m | 12 ^h | 0 ^m | 0 ^h 00 | 29 | 0 ^h 00 | 27 | 0 ^h 00 | 29 | 0 ^h 00 | 27 | 0 ^h 00 | 28 | 6 ^h | 0 ^m | 6 ^h | 0 ^m |
| | 10 | 11 | 50 | 0-29 | 29 | 0-27 | 26 | 0-29 | 29 | 0-27 | 26 | 0-28 | 28 | 5 | 50 | | 10 |
| | 20 | | 40 | 0-58 | 29 | 0-53 | 26 | 0-58 | 29 | 0-53 | 26 | 0-56 | 28 | 40 | | | 20 |
| | 30 | | 30 | 0-87 | 29 | 0-79 | 25 | 0-87 | 29 | 0-79 | 25 | 0-84 | 27 | 30 | | | 30 |
| | 40 | | 20 | 1-15 | 29 | 1-04 | 25 | 1-15 | 28 | 1-16 | 29 | 1-11 | 27 | 20 | | | 40 |
| | 50 | | 10 | 1-44 | 29 | 1-29 | 25 | 1-43 | 28 | 1-45 | 29 | 1-38 | 27 | 10 | | | 50 |
| | | | | | 28 | | 26 | | 28 | | 26 | | 27 | | | | |
| 1 | 0 | 11 | 0 | 1-72 | 28 | 1-55 | 25 | 1-71 | 28 | 1-73 | 28 | 1-56 | 25 | 5 | 0 | 7 | 0 |
| | 10 | 10 | 50 | 2-00 | 28 | 1-80 | 25 | 1-99 | 28 | 2-01 | 28 | 1-81 | 25 | 4 | 50 | | 10 |
| | 20 | | 40 | 2-28 | 27 | 2-05 | 25 | 2-27 | 27 | 2-29 | 27 | 2-06 | 25 | 40 | | | 20 |
| | 30 | | 30 | 2-55 | 26 | 2-30 | 24 | 2-54 | 26 | 2-56 | 26 | 2-31 | 24 | 30 | | | 30 |
| | 40 | | 20 | 2-81 | 26 | 2-54 | 23 | 2-80 | 25 | 2-82 | 26 | 2-55 | 23 | 20 | | | 40 |
| | 50 | | 10 | 3-07 | 26 | 2-77 | 23 | 3-05 | 25 | 3-08 | 26 | 2-78 | 23 | 10 | | | 50 |
| | | | | | 26 | | 23 | | 26 | | 26 | | 22 | | | | |
| | | | | | 23 | | 23 | | 26 | | 26 | | 24 | | | | |
| 2 | 0 | 10 | 0 | 3-33 | 25 | 3-00 | 22 | 3-31 | 25 | 3-34 | 25 | 3-00 | 23 | 4 | 0 | 8 | 0 |
| | 10 | 9 | 50 | 3-58 | 24 | 3-22 | 22 | 3-56 | 24 | 3-59 | 24 | 3-23 | 22 | 3 | 50 | | 10 |
| | 20 | | 40 | 3-82 | 24 | 3-44 | 21 | 3-80 | 23 | 3-83 | 23 | 3-45 | 21 | 40 | | | 20 |
| | 30 | | 30 | 4-06 | 24 | 3-65 | 21 | 4-03 | 23 | 4-06 | 23 | 3-66 | 21 | 30 | | | 30 |
| | 40 | | 20 | 4-29 | 21 | 3-86 | 20 | 4-26 | 21 | 4-29 | 22 | 3-87 | 20 | 20 | | | 40 |
| | 50 | | 10 | 4-50 | 21 | 4-06 | 19 | 4-47 | 21 | 4-51 | 21 | 4-07 | 19 | 10 | | | 50 |
| | | | | | 21 | | 19 | | 21 | | 21 | | 19 | | | | |
| | | | | | 21 | | 19 | | 21 | | 21 | | 19 | | | | |
| 3 | 0 | 9 | 0 | 4-71 | 20 | 4-25 | 17 | 4-68 | 20 | 4-72 | 20 | 4-26 | 17 | 3 | 0 | 9 | 0 |
| | 10 | 8 | 50 | 4-91 | 19 | 4-42 | 17 | 4-88 | 19 | 4-92 | 19 | 4-43 | 17 | 2 | 50 | | 10 |
| | 20 | | 40 | 5-10 | 18 | 4-59 | 17 | 5-07 | 18 | 5-11 | 18 | 4-60 | 16 | 40 | | | 20 |
| | 30 | | 30 | 5-28 | 18 | 4-76 | 16 | 5-25 | 17 | 5-29 | 18 | 4-76 | 16 | 30 | | | 30 |
| | 40 | | 20 | 5-46 | 16 | 4-92 | 15 | 5-42 | 16 | 5-47 | 16 | 4-92 | 15 | 20 | | | 40 |
| | 50 | | 10 | 5-62 | 15 | 5-07 | 13 | 5-58 | 16 | 5-63 | 16 | 5-07 | 15 | 10 | | | 50 |
| | | | | | 15 | | 13 | | 15 | | 15 | | 14 | | | | |
| | | | | | 15 | | 13 | | 15 | | 15 | | 14 | | | | |
| 4 | 0 | 8 | 0 | 5-77 | 14 | 5-20 | 12 | 5-73 | 14 | 5-78 | 14 | 5-21 | 13 | 2 | 0 | 10 | 0 |
| | 10 | 7 | 50 | 5-91 | 13 | 5-32 | 12 | 5-87 | 13 | 5-92 | 13 | 5-34 | 11 | 1 | 50 | | 10 |
| | 20 | | 40 | 6-04 | 12 | 5-44 | 10 | 6-00 | 12 | 6-05 | 12 | 5-45 | 10 | 40 | | | 20 |
| | 30 | | 30 | 6-16 | 10 | 5-54 | 10 | 6-12 | 10 | 6-17 | 10 | 5-55 | 10 | 30 | | | 30 |
| | 40 | | 20 | 6-26 | 9 | 5-64 | 9 | 6-22 | 9 | 6-27 | 9 | 5-65 | 9 | 20 | | | 40 |
| | 50 | | 10 | 6-35 | 9 | 5-73 | 9 | 6-31 | 9 | 6-36 | 9 | 5-73 | 8 | 10 | | | 50 |
| | | | | | 8 | | 7 | | 8 | | 8 | | 7 | | | | |
| | | | | | 8 | | 7 | | 8 | | 8 | | 7 | | | | |
| 5 | 0 | 7 | 0 | 6-43 | 7 | 5-80 | 6 | 6-39 | 7 | 6-44 | 7 | 5-81 | 6 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| | 10 | 6 | 50 | 6-50 | 6 | 5-86 | 6 | 6-46 | 6 | 6-51 | 6 | 5-87 | 6 | 0 | 50 | | 10 |
| | 20 | | 40 | 6-56 | 6 | 5-92 | 4 | 6-52 | 4 | 6-57 | 5 | 5-93 | 4 | 40 | | | 20 |
| | 30 | | 30 | 6-61 | 3 | 5-96 | 2 | 6-56 | 3 | 6-62 | 3 | 5-97 | 3 | 30 | | | 30 |
| | 40 | | 20 | 6-64 | 1 | 5-98 | 2 | 6-59 | 2 | 6-65 | 1 | 6-00 | 1 | 20 | | | 40 |
| | 50 | | 10 | 6-65 | 1 | 6-00 | 1 | 6-61 | 1 | 6-66 | 1 | 6-01 | 1 | 10 | | | 50 |
| | | | | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 0 | | | | |
| | | | | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 0 | | | | |
| 6 | 0 | 6 | 0 | 6-66 | | 6-01 | | 6-62 | | 6-67 | | 6-02 | | 0 | 0 | 12 | 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind T_a und T_b mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } a = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta).$$

| Argument für T_a + | | | Northfield | Odessa | O Gyalla | Oxford E | Oxford Miss | Paris | Argument für T_b | |
|----------------------------|----------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | | 0-7877 | 0-8028 | 0-8126 | 0-8376 | 0-6938 | 0-8191 | - | + |
| 0 ^h | 0 ^m | 12 ^s 0 ^{ms} | 0 ^h 00' 28 | 0 ^h 00' 27 | 0 ^h 00' 26 | 0 ^h 00' 24 | 0 ^h 00' 32 | 0 ^h 00' 25 | 6 ^h 0 ^m | 6 ^h 0 ^m |
| 10 | 11 | 50 | 0-28 27 | 0-27 26 | 0-26 26 | 0-24 24 | 0-32 32 | 0-25 26 | 5 50 | 10 |
| 20 | 20 | 40 | 0-55 27 | 0-53 27 | 0-52 26 | 0-48 24 | 0-64 31 | 0-51 25 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 0-82 27 | 0-80 26 | 0-78 25 | 0-72 23 | 0-95 31 | 0-76 24 | 30 | 30 |
| 40 | 40 | 20 | 1-09 27 | 1-06 25 | 1-03 25 | 0-95 23 | 1-26 31 | 1-00 25 | 20 | 40 |
| 50 | 50 | 10 | 1-36 27 | 1-31 26 | 1-28 25 | 1-18 23 | 1-57 31 | 1-25 25 | 10 | 50 |
| 1 | 0 | 11 0 | 1-63 26 | 1-57 26 | 1-53 25 | 1-41 23 | 1-88 31 | 1-50 24 | 5 0 | 7 0 |
| 10 | 10 | 50 | 1-89 26 | 1-83 25 | 1-78 24 | 1-64 23 | 2-19 30 | 1-74 25 | 4 50 | 10 |
| 20 | 20 | 40 | 2-15 26 | 2-08 25 | 2-02 24 | 1-87 22 | 2-49 29 | 1-99 24 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 2-41 25 | 2-33 24 | 2-26 24 | 2-09 22 | 2-78 29 | 2-23 23 | 30 | 30 |
| 40 | 40 | 20 | 2-66 24 | 2-57 23 | 2-50 23 | 2-31 21 | 3-07 28 | 2-46 22 | 20 | 40 |
| 50 | 50 | 10 | 2-90 24 | 2-80 23 | 2-73 22 | 2-52 20 | 3-35 28 | 2-68 22 | 10 | 50 |
| 2 | 0 | 10 0 | 3-14 24 | 3-03 23 | 2-95 22 | 2-72 21 | 3-63 27 | 2-90 22 | 4 0 | 8 0 |
| 10 | 10 | 50 | 3-38 23 | 3-26 22 | 3-17 22 | 2-93 20 | 3-90 27 | 3-12 21 | 3 50 | 10 |
| 20 | 20 | 40 | 3-61 22 | 3-48 21 | 3-39 21 | 3-13 19 | 4-17 25 | 3-33 20 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 3-83 21 | 3-69 21 | 3-60 20 | 3-32 19 | 4-42 25 | 3-53 20 | 30 | 30 |
| 40 | 40 | 20 | 4-04 21 | 3-90 20 | 3-80 20 | 3-51 18 | 4-67 24 | 3-73 19 | 20 | 40 |
| 50 | 50 | 10 | 4-25 19 | 4-10 19 | 4-00 18 | 3-69 17 | 4-91 23 | 3-92 18 | 10 | 50 |
| 3 | 0 | 9 0 | 4-44 19 | 4-29 18 | 4-18 18 | 3-86 16 | 5-14 22 | 4-10 18 | 3 0 | 9 0 |
| 10 | 10 | 50 | 4-63 18 | 4-47 18 | 4-36 17 | 4-02 16 | 5-36 21 | 4-28 16 | 2 50 | 10 |
| 20 | 20 | 40 | 4-81 17 | 4-65 17 | 4-53 16 | 4-18 15 | 5-57 20 | 4-44 16 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 4-98 17 | 4-82 15 | 4-69 15 | 4-33 14 | 5-77 19 | 4-60 15 | 30 | 30 |
| 40 | 40 | 20 | 5-15 15 | 4-97 15 | 4-84 14 | 4-47 13 | 5-96 18 | 4-75 14 | 20 | 40 |
| 50 | 50 | 10 | 5-30 14 | 5-12 14 | 4-98 14 | 4-60 12 | 6-14 15 | 4-89 13 | 10 | 50 |
| 4 | 0 | 8 0 | 5-44 13 | 5-26 13 | 5-12 12 | 4-72 12 | 6-29 15 | 5-02 13 | 2 0 | 10 0 |
| 10 | 10 | 50 | 5-57 13 | 5-39 12 | 5-24 12 | 4-84 10 | 6-44 15 | 5-15 11 | 1 50 | 10 |
| 20 | 20 | 40 | 5-70 11 | 5-51 11 | 5-36 10 | 4-94 10 | 6-59 13 | 5-26 10 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 5-81 10 | 5-62 9 | 5-46 10 | 5-04 9 | 6-72 11 | 5-36 9 | 30 | 30 |
| 40 | 40 | 20 | 5-91 9 | 5-71 8 | 5-56 8 | 5-13 7 | 6-83 10 | 5-45 8 | 20 | 40 |
| 50 | 50 | 10 | 6-00 8 | 5-79 8 | 5-64 7 | 5-20 7 | 6-93 9 | 5-53 7 | 10 | 50 |
| 5 | 0 | 7 0 | 6-08 7 | 5-87 6 | 5-71 6 | 5-27 6 | 7-02 8 | 5-60 7 | 1 0 | 11 0 |
| 10 | 10 | 50 | 6-15 5 | 5-93 5 | 5-77 5 | 5-33 4 | 7-10 6 | 5-67 5 | 0 50 | 10 |
| 20 | 20 | 40 | 6-20 3 | 5-98 4 | 5-82 4 | 5-37 4 | 7-16 5 | 5-72 3 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 6-23 3 | 6-02 3 | 5-86 3 | 5-41 3 | 7-21 3 | 5-75 3 | 30 | 30 |
| 40 | 40 | 20 | 6-26 1 | 6-05 1 | 5-89 2 | 5-44 1 | 7-24 2 | 5-78 2 | 20 | 40 |
| 50 | 50 | 10 | 6-27 1 | 6-06 1 | 5-91 0 | 5-45 1 | 7-26 1 | 5-80 0 | 10 | 50 |
| 6 | 0 | 6 0 | 6-28 | 6-07 | 5-91 | 5-46 | 7-27 | 5-80 | 0 0 | 12 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind T_a und T_b mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_a' \cos \delta).$$

| Argument für T_a | | Philadelphia | | Pola | | Potsdam | | Poughkeepsie | | Prag | | Princeton | | Argument für T_b | | | | | |
|-----------------------|----|--------------|----|--------|----|---------|----|--------------|----|---------|----|-----------|----|-----------------------|----|-----|----|----|----|
| | | + | | 0-7498 | | 0-7908 | | 0-8412 | | 0-76508 | | 0-8273 | | 0-7534 | | - + | | | |
| 04 | 0m | 12h | 0m | 0''-00 | 30 | 0''-00 | 28 | 0''-00 | 24 | 0''-00 | 29 | 0''-00 | 25 | 0''-00 | 30 | 6h | 0m | 6h | 0m |
| 10 | 11 | 50 | | 0-30 | 29 | 0-28 | 27 | 0-24 | 23 | 0-29 | 29 | 0-25 | 25 | 0-30 | 29 | 5 | 50 | 10 | |
| 20 | 20 | 40 | | 0-59 | 29 | 0-55 | 27 | 0-47 | 24 | 0-58 | 29 | 0-50 | 24 | 0-59 | 29 | 40 | 20 | | |
| 30 | 30 | 30 | | 0-88 | 29 | 0-82 | 26 | 0-71 | 23 | 0-87 | 28 | 0-74 | 24 | 0-88 | 28 | 30 | 30 | | |
| 40 | 40 | 20 | | 1-17 | 29 | 1-08 | 27 | 0-94 | 22 | 1-15 | 27 | 0-98 | 24 | 1-16 | 29 | 20 | 40 | | |
| 50 | 50 | 10 | | 1-46 | 29 | 1-35 | 27 | 1-16 | 23 | 1-42 | 28 | 1-22 | 24 | 1-45 | 29 | 10 | 50 | | |
| | | | | | 29 | | 27 | | 23 | | 28 | | 24 | | 29 | | | | |
| 1 | 0 | 11 | 0 | 1-75 | 28 | 1-62 | 26 | 1-39 | 23 | 1-70 | 28 | 1-46 | 24 | 1-74 | 28 | 5 | 0 | 7 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | | 2-03 | 28 | 1-88 | 26 | 1-62 | 22 | 1-98 | 27 | 1-70 | 24 | 2-02 | 28 | 4 | 50 | 10 | |
| 20 | 20 | 40 | | 2-31 | 28 | 2-14 | 26 | 1-84 | 22 | 2-25 | 27 | 1-94 | 23 | 2-30 | 27 | 40 | 20 | | |
| 30 | 30 | 30 | | 2-59 | 27 | 2-40 | 24 | 2-06 | 22 | 2-52 | 26 | 2-17 | 22 | 2-57 | 26 | 30 | 30 | | |
| 40 | 40 | 20 | | 2-86 | 26 | 2-64 | 24 | 2-28 | 21 | 2-78 | 26 | 2-39 | 22 | 2-83 | 27 | 20 | 40 | | |
| 50 | 50 | 10 | | 3-12 | 26 | 2-88 | 24 | 2-49 | 21 | 3-04 | 26 | 2-61 | 22 | 3-10 | 27 | 10 | 50 | | |
| | | | | | 26 | | 24 | | 20 | | 25 | | 21 | | 26 | | | | |
| 2 | 0 | 10 | 0 | 3-38 | 25 | 3-12 | 23 | 2-69 | 20 | 3-29 | 25 | 2-82 | 21 | 3-36 | 25 | 4 | 0 | 8 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | | 3-63 | 25 | 3-35 | 23 | 2-89 | 19 | 3-54 | 24 | 3-03 | 21 | 3-61 | 24 | 3 | 50 | 10 | |
| 20 | 20 | 40 | | 3-88 | 24 | 3-58 | 22 | 3-08 | 19 | 3-78 | 23 | 3-24 | 20 | 3-85 | 24 | 40 | 20 | | |
| 30 | 30 | 30 | | 4-12 | 23 | 3-80 | 22 | 3-27 | 19 | 4-01 | 22 | 3-44 | 20 | 4-09 | 23 | 30 | 30 | | |
| 40 | 40 | 20 | | 4-35 | 21 | 4-02 | 21 | 3-46 | 18 | 4-23 | 21 | 3-64 | 19 | 4-32 | 21 | 20 | 40 | | |
| 50 | 50 | 10 | | 4-56 | 21 | 4-23 | 19 | 3-64 | 17 | 4-44 | 21 | 3-83 | 19 | 4-53 | 21 | 10 | 50 | | |
| | | | | | 21 | | 19 | | 17 | | 21 | | 18 | | 21 | | | | |
| 3 | 0 | 9 | 0 | 4-77 | 20 | 4-42 | 18 | 3-81 | 16 | 4-65 | 20 | 4-01 | 17 | 4-74 | 20 | 3 | 0 | 9 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | | 4-97 | 20 | 4-60 | 18 | 3-97 | 16 | 4-85 | 19 | 4-18 | 16 | 4-94 | 20 | 2 | 50 | 10 | |
| 20 | 20 | 40 | | 5-17 | 19 | 4-78 | 17 | 4-13 | 14 | 5-04 | 18 | 4-34 | 15 | 5-14 | 19 | 40 | 20 | | |
| 30 | 30 | 30 | | 5-36 | 17 | 4-95 | 17 | 4-27 | 14 | 5-22 | 17 | 4-49 | 14 | 5-33 | 17 | 30 | 30 | | |
| 40 | 40 | 20 | | 5-53 | 16 | 5-12 | 15 | 4-41 | 13 | 5-39 | 16 | 4-63 | 14 | 5-50 | 16 | 20 | 40 | | |
| 50 | 50 | 10 | | 5-69 | 16 | 5-27 | 14 | 4-54 | 12 | 5-55 | 15 | 4-77 | 14 | 5-66 | 16 | 10 | 50 | | |
| | | | | | 16 | | 14 | | 12 | | 15 | | 13 | | 16 | | | | |
| 4 | 0 | 8 | 0 | 5-85 | 15 | 5-41 | 13 | 4-66 | 12 | 5-70 | 14 | 4-90 | 12 | 5-82 | 14 | 2 | 0 | 10 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | | 6-00 | 13 | 5-54 | 13 | 4-78 | 10 | 5-84 | 13 | 5-02 | 10 | 5-96 | 13 | 1 | 50 | 10 | |
| 20 | 20 | 40 | | 6-13 | 11 | 5-67 | 11 | 4-88 | 9 | 5-97 | 12 | 5-12 | 10 | 6-09 | 11 | 40 | 20 | | |
| 30 | 30 | 30 | | 6-24 | 10 | 5-78 | 10 | 4-97 | 9 | 6-09 | 10 | 5-22 | 9 | 6-20 | 10 | 30 | 30 | | |
| 40 | 40 | 20 | | 6-34 | 10 | 5-88 | 9 | 5-06 | 8 | 6-19 | 8 | 5-31 | 8 | 6-30 | 9 | 20 | 40 | | |
| 50 | 50 | 10 | | 6-44 | 8 | 5-97 | 7 | 5-14 | 6 | 6-27 | 8 | 5-39 | 7 | 6-39 | 9 | 10 | 50 | | |
| | | | | | 8 | | 7 | | 6 | | 8 | | 7 | | 9 | | | | |
| 5 | 0 | 7 | 0 | 6-52 | 7 | 6-04 | 6 | 5-20 | 5 | 6-35 | 7 | 5-46 | 6 | 6-48 | 7 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | | 6-59 | 6 | 6-10 | 6 | 5-25 | 5 | 6-42 | 6 | 5-52 | 5 | 6-55 | 6 | 0 | 50 | 10 | |
| 20 | 20 | 40 | | 6-65 | 5 | 6-16 | 4 | 5-30 | 4 | 6-48 | 4 | 5-57 | 4 | 6-61 | 5 | 40 | 20 | | |
| 30 | 30 | 30 | | 6-70 | 3 | 6-20 | 2 | 5-34 | 2 | 6-52 | 3 | 5-61 | 2 | 6-66 | 3 | 30 | 30 | | |
| 40 | 40 | 20 | | 6-73 | 1 | 6-22 | 1 | 5-36 | 1 | 6-55 | 2 | 5-63 | 2 | 6-69 | 2 | 20 | 40 | | |
| 50 | 50 | 10 | | 6-74 | 0 | 6-23 | 1 | 5-37 | 1 | 6-57 | 1 | 5-65 | 1 | 6-71 | 0 | 10 | 50 | | |
| | | | | | 0 | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 0 | | | | |
| 6 | 0 | 6 | 0 | 6-75 | | 6-24 | | 5-38 | | 6-58 | | 5-66 | | 6-71 | | 0 | 0 | 12 | 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind T_a und T_b mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_b' \cos \delta).$$

| Argument für T_2 + | | Pulkowa | Rio d. J. | Rochester | Rom | S. Francisco | Santiago | Argument für T_2 | | | | | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|-----------|-------------------|--------------|---------------------|-----------------------|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|----|-------------------------------|-------------------------------|
| | | 0-8792 | 0-5320 _n | 0-7772 | 0-7668 | 0-7294 | 0-6833 _n | -- | + | | | | | | | |
| 0 ^h | 0 ^m | 12 ^s 0 ^m | 0 ^m 00 | 19 | 0 ^m 00 | 36 | 0 ^m 00 | 28 | 0 ^m 00 | 29 | 0 ^m 00 | 31 | 0 ^m 00 | 32 | 6 ^h 0 ^m | 6 ^h 0 ^m |
| 10 | 11 | 50 | 0-19 | 19 | 0-36 | 35 | 0-28 | 28 | 0-29 | 28 | 0-31 | 30 | 0-32 | 32 | 5 50 | 10 |
| 20 | 40 | 0-38 | 20 | 0-71 | 34 | 0-56 | 28 | 0-57 | 29 | 0-61 | 30 | 0-64 | 31 | 40 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 0-58 | 20 | 1-05 | 35 | 0-84 | 27 | 0-86 | 28 | 0-91 | 30 | 0-95 | 32 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 0-78 | 19 | 1-40 | 35 | 1-11 | 28 | 1-14 | 28 | 1-21 | 30 | 1-27 | 32 | 20 | 40 | 40 |
| 50 | 10 | 0-97 | 18 | 1-75 | 35 | 1-39 | 27 | 1-42 | 28 | 1-51 | 30 | 1-59 | 31 | 10 | 50 | 50 |
| 1 | 0 | 11 0 | 1-15 | 18 | 2-10 | 34 | 1-66 | 27 | 1-70 | 27 | 1-80 | 30 | 1-90 | 31 | 5 0 | 7 0 |
| 10 | 10 | 50 | 1-33 | 19 | 2-44 | 33 | 1-93 | 27 | 1-97 | 28 | 2-10 | 29 | 2-21 | 31 | 4 50 | 10 |
| 20 | 40 | 1-52 | 18 | 2-77 | 33 | 2-20 | 26 | 2-25 | 26 | 2-39 | 28 | 2-52 | 29 | 40 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 1-70 | 18 | 3-10 | 33 | 2-46 | 25 | 2-51 | 26 | 2-67 | 27 | 2-81 | 29 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 1-88 | 17 | 3-43 | 32 | 2-71 | 25 | 2-77 | 26 | 2-94 | 27 | 3-10 | 29 | 20 | 40 | 40 |
| 50 | 10 | 2-05 | 17 | 3-75 | 31 | 2-96 | 25 | 3-03 | 26 | 3-21 | 27 | 3-39 | 29 | 10 | 50 | 50 |
| 2 | 0 | 10 0 | 2-22 | 17 | 4-06 | 30 | 3-21 | 24 | 3-28 | 24 | 3-48 | 26 | 3-68 | 27 | 4 0 | 8 0 |
| 10 | 9 | 50 | 2-39 | 16 | 4-36 | 29 | 3-45 | 24 | 3-52 | 24 | 3-74 | 26 | 3-95 | 27 | 3 50 | 10 |
| 20 | 40 | 2-55 | 15 | 4-65 | 28 | 3-69 | 23 | 3-76 | 23 | 4-00 | 25 | 4-22 | 25 | 40 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 2-70 | 15 | 4-93 | 28 | 3-92 | 22 | 3-99 | 23 | 4-25 | 23 | 4-47 | 25 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 2-85 | 15 | 5-21 | 27 | 4-14 | 21 | 4-22 | 21 | 4-48 | 22 | 4-72 | 24 | 20 | 40 | 40 |
| 50 | 10 | 3-00 | 14 | 5-48 | 26 | 4-35 | 19 | 4-43 | 20 | 4-70 | 22 | 4-96 | 23 | 10 | 50 | 50 |
| 3 | 0 | 9 0 | 3-14 | 13 | 5-74 | 24 | 4-54 | 19 | 4-63 | 20 | 4-92 | 21 | 5-19 | 22 | 3 0 | 9 0 |
| 10 | 8 | 50 | 3-27 | 13 | 5-98 | 23 | 4-73 | 19 | 4-83 | 19 | 5-13 | 20 | 5-41 | 22 | 2 50 | 10 |
| 20 | 40 | 3-40 | 12 | 6-21 | 22 | 4-92 | 18 | 5-02 | 18 | 5-33 | 19 | 5-63 | 20 | 40 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 3-52 | 12 | 6-43 | 21 | 5-10 | 17 | 5-20 | 17 | 5-52 | 19 | 5-83 | 19 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 3-64 | 11 | 6-64 | 20 | 5-27 | 16 | 5-37 | 16 | 5-71 | 17 | 6-02 | 17 | 20 | 40 | 40 |
| 50 | 10 | 3-75 | 10 | 6-84 | 18 | 5-43 | 14 | 5-53 | 15 | 5-88 | 15 | 6-19 | 17 | 10 | 50 | 50 |
| 4 | 0 | 8 0 | 3-85 | 9 | 7-02 | 17 | 5-57 | 13 | 5-68 | 14 | 6-03 | 15 | 6-36 | 16 | 2 0 | 10 0 |
| 10 | 7 | 50 | 3-94 | 9 | 7-19 | 16 | 5-70 | 13 | 5-82 | 13 | 6-18 | 13 | 6-52 | 14 | 1 50 | 10 |
| 20 | 40 | 4-03 | 8 | 7-35 | 14 | 5-83 | 12 | 5-95 | 11 | 6-31 | 12 | 6-66 | 13 | 40 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 4-11 | 7 | 7-49 | 13 | 5-95 | 10 | 6-06 | 11 | 6-43 | 11 | 6-79 | 11 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 4-18 | 6 | 7-62 | 12 | 6-05 | 9 | 6-17 | 8 | 6-54 | 10 | 6-90 | 10 | 20 | 40 | 40 |
| 50 | 10 | 4-24 | 5 | 7-74 | 10 | 6-14 | 7 | 6-25 | 8 | 6-64 | 8 | 7-00 | 10 | 10 | 50 | 50 |
| 5 | 0 | 7 0 | 4-29 | 5 | 7-84 | 8 | 6-21 | 6 | 6-33 | 7 | 6-72 | 8 | 7-10 | 8 | 1 0 | 11 0 |
| 10 | 6 | 50 | 4-34 | 4 | 7-92 | 6 | 6-27 | 6 | 6-40 | 6 | 6-80 | 6 | 7-18 | 6 | 0 50 | 10 |
| 20 | 40 | 4-38 | 3 | 7-98 | 6 | 6-33 | 4 | 6-46 | 4 | 6-86 | 4 | 7-24 | 5 | 40 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 4-41 | 1 | 8-04 | 3 | 6-37 | 3 | 6-50 | 3 | 6-90 | 3 | 7-29 | 3 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 4-42 | 1 | 8-07 | 2 | 6-40 | 2 | 6-53 | 2 | 6-93 | 2 | 7-32 | 2 | 20 | 40 | 40 |
| 50 | 10 | 4-43 | 1 | 8-09 | 1 | 6-42 | 1 | 6-55 | 1 | 6-95 | 1 | 7-34 | 1 | 10 | 50 | 50 |
| 6 | 0 | 6 0 | 4-44 | 1 | 8-10 | 1 | 6-43 | 1 | 6-56 | 1 | 6-96 | 1 | 7-35 | 1 | 0 0 | 12 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind T_2 und T_2' mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_2}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_2 \sin \delta + T_2' \cos \delta).$$

| Argument für T_x | | Stockholm | | Strassburg | | Sydney | | Tacubaya | | Taschkent | | Teramo | | Argument für T_z | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|--------------------|---------------------|----------------------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|-----------------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | + | | 0 ^h 773 | 0 ^h 8174 | 0 ^h 6880 _n | | 0 ^h 4632 | | 0 ^h 7619 | | 0 ^h 7732 | | - | + | | | | |
| 0 ^h | 0 ^m | 12 ^h | 0 ^m | 0 ^h 00 | 20 | 0 ^h 00 | 26 | 0 ^h 00 | 32 | 0 ^h 00 | 37 | 0 ^h 00 | 29 | 0 ^h 00 | 29 | 6 ^h | 0 ^m | 6 ^h | 0 ^m |
| 10 | 11 | 50 | 0 | 0:20 | 19 | 0:26 | 26 | 0:32 | 32 | 0:37 | 36 | 0:29 | 29 | 0:29 | 29 | 5 ^h | 50 | 10 | 10 |
| | | | | 0:39 | 20 | 0:51 | 26 | 0:64 | 31 | 0:73 | 36 | 0:58 | 29 | 0:57 | 27 | | 40 | 20 | 20 |
| | | | | 0:59 | 20 | 0:77 | 24 | 0:95 | 32 | 1:09 | 35 | 0:87 | 29 | 0:84 | 28 | | 30 | 30 | 30 |
| | | | | 0:79 | 19 | 1:01 | 25 | 1:27 | 31 | 1:44 | 36 | 1:15 | 28 | 1:12 | 28 | | 20 | 40 | 40 |
| | | | | 0:98 | 18 | 1:26 | 25 | 1:58 | 31 | 1:80 | 35 | 1:43 | 28 | 1:40 | 28 | | 10 | 50 | 50 |
| 1 | 0 | 11 | 0 | 1:16 | 19 | 1:51 | 25 | 1:89 | 31 | 2:15 | 35 | 1:71 | 28 | 1:68 | 27 | 5 | 0 | 7 | 0 |
| | | | | 1:35 | 19 | 1:76 | 24 | 2:20 | 30 | 2:50 | 34 | 1:99 | 28 | 1:95 | 27 | 4 | 50 | 10 | 10 |
| | | | | 1:54 | 18 | 2:00 | 24 | 2:50 | 29 | 2:84 | 34 | 2:27 | 27 | 2:22 | 26 | | 40 | 20 | 20 |
| | | | | 1:72 | 18 | 2:24 | 23 | 2:79 | 30 | 3:18 | 33 | 2:54 | 26 | 2:48 | 25 | | 30 | 30 | 30 |
| | | | | 1:90 | 18 | 2:47 | 22 | 3:09 | 29 | 3:51 | 32 | 2:80 | 25 | 2:73 | 24 | | 20 | 40 | 40 |
| | | | | 2:08 | 17 | 2:69 | 22 | 3:38 | 28 | 3:83 | 32 | 3:05 | 25 | 2:99 | 24 | | 10 | 50 | 50 |
| 2 | 0 | 10 | 0 | 2:25 | 17 | 2:91 | 22 | 3:66 | 27 | 4:15 | 31 | 3:31 | 25 | 3:24 | 24 | 4 | 0 | 8 | 0 |
| | | | | 2:42 | 16 | 3:13 | 21 | 3:93 | 27 | 4:46 | 30 | 3:56 | 24 | 3:48 | 23 | 3 | 50 | 10 | 10 |
| | | | | 2:58 | 15 | 3:34 | 21 | 4:20 | 25 | 4:76 | 30 | 3:80 | 23 | 3:71 | 23 | | 40 | 20 | 20 |
| | | | | 2:73 | 16 | 3:55 | 20 | 4:45 | 25 | 5:06 | 28 | 4:03 | 23 | 3:94 | 22 | | 30 | 30 | 30 |
| | | | | 2:89 | 15 | 3:75 | 19 | 4:70 | 24 | 5:34 | 27 | 4:26 | 21 | 4:16 | 21 | | 20 | 40 | 40 |
| | | | | 3:04 | 14 | 3:94 | 19 | 4:94 | 23 | 5:61 | 26 | 4:47 | 21 | 4:37 | 20 | | 10 | 50 | 50 |
| 3 | 0 | 9 | 0 | 3:18 | 13 | 4:13 | 18 | 5:17 | 22 | 5:87 | 25 | 4:68 | 20 | 4:57 | 20 | 3 | 0 | 9 | 0 |
| | | | | 3:31 | 13 | 4:31 | 16 | 5:39 | 21 | 6:12 | 23 | 4:88 | 19 | 4:77 | 19 | 2 | 50 | 10 | 10 |
| | | | | 3:44 | 12 | 4:47 | 15 | 5:60 | 20 | 6:35 | 23 | 5:07 | 18 | 4:96 | 17 | | 40 | 20 | 20 |
| | | | | 3:56 | 12 | 4:62 | 15 | 5:80 | 19 | 6:58 | 22 | 5:25 | 17 | 5:13 | 17 | | 30 | 30 | 30 |
| | | | | 3:68 | 11 | 4:77 | 14 | 5:99 | 18 | 6:80 | 20 | 5:42 | 16 | 5:30 | 16 | | 20 | 40 | 40 |
| | | | | 3:79 | 11 | 4:91 | 14 | 6:17 | 16 | 7:00 | 19 | 5:58 | 15 | 5:46 | 15 | | 10 | 50 | 50 |
| 4 | 0 | 8 | 0 | 3:90 | 10 | 5:05 | 13 | 6:33 | 15 | 7:19 | 18 | 5:73 | 14 | 5:61 | 14 | 2 | 0 | 10 | 0 |
| | | | | 4:00 | 8 | 5:18 | 11 | 6:48 | 14 | 7:37 | 16 | 5:87 | 13 | 5:75 | 12 | 1 | 50 | 10 | 10 |
| | | | | 4:08 | 8 | 5:29 | 10 | 6:62 | 13 | 7:53 | 15 | 6:00 | 12 | 5:87 | 11 | | 40 | 20 | 20 |
| | | | | 4:16 | 6 | 5:39 | 9 | 6:75 | 12 | 7:68 | 13 | 6:12 | 10 | 5:98 | 11 | | 30 | 30 | 30 |
| | | | | 4:22 | 6 | 5:48 | 8 | 6:87 | 10 | 7:81 | 11 | 6:22 | 9 | 6:09 | 9 | | 20 | 40 | 40 |
| | | | | 4:28 | 6 | 5:56 | 7 | 6:97 | 9 | 7:92 | 9 | 6:31 | 8 | 6:18 | 7 | | 10 | 50 | 50 |
| 5 | 0 | 7 | 0 | 4:34 | 5 | 5:63 | 7 | 7:06 | 8 | 8:01 | 9 | 6:39 | 7 | 6:25 | 7 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| | | | | 4:39 | 3 | 5:70 | 5 | 7:14 | 6 | 8:10 | 7 | 6:46 | 5 | 6:32 | 5 | 0 | 50 | 10 | 10 |
| | | | | 4:42 | 3 | 5:75 | 4 | 7:20 | 5 | 8:17 | 6 | 6:51 | 5 | 6:37 | 4 | | 40 | 20 | 20 |
| | | | | 4:45 | 2 | 5:79 | 2 | 7:25 | 3 | 8:23 | 4 | 6:56 | 3 | 6:41 | 3 | | 30 | 30 | 30 |
| | | | | 4:47 | 1 | 5:81 | 1 | 7:28 | 2 | 8:27 | 2 | 6:59 | 1 | 6:44 | 2 | | 20 | 40 | 40 |
| | | | | 4:48 | 1 | 5:82 | 1 | 7:30 | 1 | 8:29 | 1 | 6:60 | 1 | 6:46 | 1 | | 10 | 50 | 50 |
| 6 | 0 | 6 | 0 | 4:49 | | 5:83 | | 7:31 | | 8:30 | | 6:61 | | 6:47 | | 0 | 0 | 12 | 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind T_x und T_z mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_x}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_z \sin \delta + T_x' \cos \delta).$$

| Argument für T_2 | | Tokio | | Toulouse | | Triest | | Turin | | Upsala | | Utrecht | | Argument für T_3 | | | | | |
|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|----|-------------------|----|-----------------------|----|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | + | | 0-7076 | 0-7810 | 0-7966 | 0-7923 | 0-8795 | 0-8395 | - | + | | | | | | | | |
| 0 ^h | 0 ^m | 12 ^h | 0 ^m | 0 ^h 00 | 32 | 0 ^h 00 | 28 | 0 ^h 00 | 27 | 0 ^h 00 | 28 | 0 ^h 00 | 19 | 0 ^h 00 | 24 | 6 ^h | 0 ^m | 6 ^h | 0 ^m |
| 10 | 11 | 50 | 0 | 0-32 | 31 | 0-28 | 28 | 0-27 | 27 | 0-28 | 27 | 0-19 | 19 | 0-24 | 23 | 5 | 50 | 10 | 10 |
| 20 | 20 | 40 | 0 | 0-63 | 30 | 0-56 | 27 | 0-54 | 27 | 0-55 | 27 | 0-38 | 20 | 0-47 | 24 | 40 | 40 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 0 | 0-93 | 31 | 0-83 | 27 | 0-81 | 26 | 0-82 | 26 | 0-58 | 19 | 0-71 | 23 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 40 | 20 | 0 | 1-24 | 31 | 1-10 | 28 | 1-07 | 26 | 1-08 | 26 | 0-77 | 18 | 0-94 | 23 | 20 | 20 | 40 | 40 |
| 50 | 50 | 10 | 0 | 1-55 | 30 | 1-38 | 27 | 1-33 | 26 | 1-35 | 26 | 0-95 | 19 | 1-17 | 23 | 10 | 10 | 50 | 50 |
| 1 | 0 | 11 | 0 | 1-85 | 31 | 1-65 | 27 | 1-59 | 26 | 1-61 | 26 | 1-14 | 19 | 1-40 | 23 | 5 | 0 | 7 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | 0 | 2-16 | 30 | 1-92 | 27 | 1-85 | 26 | 1-87 | 26 | 1-33 | 18 | 1-63 | 22 | 4 | 50 | 10 | 10 |
| 20 | 20 | 40 | 0 | 2-46 | 28 | 2-19 | 26 | 2-11 | 25 | 2-13 | 25 | 1-51 | 18 | 1-85 | 22 | 40 | 20 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 0 | 2-74 | 28 | 2-45 | 25 | 2-36 | 25 | 2-38 | 25 | 1-69 | 18 | 2-07 | 22 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 40 | 20 | 0 | 3-02 | 28 | 2-70 | 24 | 2-61 | 24 | 2-63 | 24 | 1-87 | 17 | 2-29 | 21 | 20 | 20 | 40 | 40 |
| 50 | 50 | 10 | 0 | 3-30 | 28 | 2-94 | 25 | 2-85 | 23 | 2-87 | 24 | 2-04 | 17 | 2-50 | 20 | 10 | 10 | 50 | 50 |
| 2 | 0 | 10 | 0 | 3-58 | 27 | 3-19 | 24 | 3-08 | 23 | 3-11 | 23 | 2-21 | 17 | 2-70 | 21 | 4 | 0 | 8 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | 0 | 3-85 | 26 | 3-43 | 23 | 3-31 | 23 | 3-34 | 23 | 2-38 | 16 | 2-91 | 20 | 3 | 50 | 10 | 10 |
| 20 | 20 | 40 | 0 | 4-11 | 25 | 3-66 | 22 | 3-54 | 21 | 3-57 | 22 | 2-54 | 15 | 3-11 | 19 | 40 | 40 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 0 | 4-36 | 24 | 3-88 | 22 | 3-75 | 21 | 3-79 | 21 | 2-69 | 15 | 3-30 | 18 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 40 | 20 | 0 | 4-60 | 23 | 4-10 | 21 | 3-96 | 20 | 4-00 | 21 | 2-84 | 14 | 3-48 | 18 | 20 | 20 | 40 | 40 |
| 50 | 50 | 10 | 0 | 4-83 | 23 | 4-31 | 20 | 4-16 | 20 | 4-21 | 20 | 2-98 | 14 | 3-66 | 17 | 10 | 10 | 50 | 50 |
| 3 | 0 | 9 | 0 | 5-06 | 21 | 4-51 | 19 | 4-36 | 19 | 4-41 | 18 | 3-12 | 14 | 3-83 | 16 | 3 | 0 | 9 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | 0 | 5-27 | 21 | 4-70 | 19 | 4-55 | 17 | 4-59 | 18 | 3-26 | 13 | 3-99 | 16 | 2 | 50 | 10 | 10 |
| 20 | 20 | 40 | 0 | 5-48 | 21 | 4-89 | 17 | 4-72 | 17 | 4-77 | 17 | 3-39 | 12 | 4-15 | 15 | 40 | 40 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 0 | 5-69 | 18 | 5-06 | 17 | 4-89 | 16 | 4-94 | 16 | 3-51 | 11 | 4-30 | 14 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 40 | 20 | 0 | 5-87 | 17 | 5-23 | 15 | 5-05 | 15 | 5-10 | 15 | 3-62 | 11 | 4-44 | 13 | 20 | 20 | 40 | 40 |
| 50 | 50 | 10 | 0 | 6-04 | 16 | 5-38 | 15 | 5-20 | 14 | 5-25 | 14 | 3-73 | 10 | 4-57 | 12 | 10 | 10 | 50 | 50 |
| 4 | 0 | 8 | 0 | 6-20 | 15 | 5-53 | 13 | 5-34 | 13 | 5-39 | 13 | 3-83 | 9 | 4-69 | 12 | 2 | 0 | 10 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | 0 | 6-35 | 14 | 5-66 | 13 | 5-47 | 12 | 5-52 | 12 | 3-92 | 9 | 4-81 | 10 | 1 | 50 | 10 | 10 |
| 20 | 20 | 40 | 0 | 6-49 | 12 | 5-79 | 11 | 5-59 | 11 | 5-64 | 11 | 4-01 | 8 | 4-91 | 9 | 40 | 40 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 0 | 6-61 | 11 | 5-90 | 10 | 5-70 | 9 | 5-75 | 10 | 4-09 | 7 | 5-00 | 9 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 40 | 20 | 0 | 6-72 | 10 | 6-00 | 9 | 5-79 | 9 | 5-85 | 9 | 4-16 | 6 | 5-09 | 8 | 20 | 20 | 40 | 40 |
| 50 | 50 | 10 | 0 | 6-82 | 9 | 6-09 | 8 | 5-88 | 7 | 5-94 | 7 | 4-22 | 5 | 5-17 | 6 | 10 | 10 | 50 | 50 |
| 5 | 0 | 7 | 0 | 6-91 | 8 | 6-17 | 6 | 5-95 | 7 | 6-01 | 6 | 4-27 | 5 | 5-23 | 6 | 1 | 0 | 11 | 0 |
| 10 | 10 | 50 | 0 | 6-99 | 6 | 6-23 | 5 | 6-02 | 5 | 6-07 | 6 | 4-32 | 4 | 5-29 | 5 | 0 | 50 | 10 | 10 |
| 20 | 20 | 40 | 0 | 7-05 | 5 | 6-28 | 4 | 6-07 | 4 | 6-13 | 4 | 4-36 | 3 | 5-34 | 4 | 40 | 40 | 20 | 20 |
| 30 | 30 | 30 | 0 | 7-10 | 3 | 6-32 | 3 | 6-11 | 3 | 6-17 | 3 | 4-39 | 2 | 5-38 | 2 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 40 | 40 | 20 | 0 | 7-13 | 2 | 6-35 | 2 | 6-14 | 2 | 6-20 | 2 | 4-41 | 1 | 5-40 | 1 | 20 | 20 | 40 | 40 |
| 50 | 50 | 10 | 0 | 7-15 | 1 | 6-37 | 1 | 6-16 | 1 | 6-22 | 1 | 4-42 | 0 | 5-41 | 1 | 10 | 10 | 50 | 50 |
| 6 | 0 | 6 | 0 | 7-16 | | 6-38 | | 6-17 | | 6-23 | | 4-42 | | 5-42 | | 0 | 0 | 12 | 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind T_2 und T_3 mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetztem Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_2}{\Delta \cos \delta} \quad \text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_3 \sin \delta + T_3' \cos \delta).$$

| Argument für T_2 | | Washington | | Wien | | Williamsbay | | Williamstown | | Windsor | | Zürich | | Argument für T_2 | |
|-------------------------------|--------------------------------|-------------------|----|-------------------|----|-------------------|----|-------------------|----|---------------------|----|-------------------|----|-------------------------------|-------------------------------|
| | | 0-7402 | | 0-8150 | | 0-7725 | | 0-7736 | | 0-6851 _n | | 0-8091 | | - | + |
| 0 ^h 0 ^m | 12 ^h 0 ^m | 0 ^h 00 | 30 | 0 ^h 00 | 26 | 0 ^h 00 | 29 | 0 ^h 00 | 29 | 0 ^h 00 | 33 | 0 ^h 00 | 26 | 6 ^h 0 ^m | 6 ^h 0 ^m |
| 10 | 11 50 | 0-30 | 30 | 0-26 | 25 | 0-29 | 28 | 0-29 | 28 | 0-33 | 32 | 0-26 | 26 | 5 50 | 10 |
| 20 | 40 | 0-60 | 29 | 0-51 | 26 | 0-57 | 27 | 0-57 | 27 | 0-65 | 31 | 0-52 | 26 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 0-89 | 30 | 0-77 | 25 | 0-84 | 28 | 0-84 | 28 | 0-96 | 31 | 0-78 | 26 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 1-19 | 29 | 1-02 | 25 | 1-12 | 28 | 1-12 | 28 | 1-27 | 31 | 1-03 | 25 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 1-48 | 29 | 1-27 | 25 | 1-40 | 28 | 1-40 | 28 | 1-58 | 31 | 1-29 | 26 | 10 | 50 |
| | | | 29 | | 25 | | 28 | | 28 | | 31 | | 25 | | |
| 1 | 0 | 1-77 | 29 | 1-52 | 25 | 1-68 | 27 | 1-68 | 27 | 1-89 | 31 | 1-54 | 25 | 5 0 | 7 0 |
| 10 | 10 50 | 2-06 | 29 | 1-77 | 24 | 1-95 | 27 | 1-95 | 27 | 2-20 | 31 | 1-79 | 25 | 4 50 | 10 |
| 20 | 40 | 2-35 | 28 | 2-01 | 24 | 2-22 | 26 | 2-22 | 26 | 2-51 | 30 | 2-04 | 25 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 2-63 | 27 | 2-25 | 24 | 2-48 | 25 | 2-48 | 25 | 2-81 | 29 | 2-29 | 24 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 2-90 | 26 | 2-49 | 22 | 2-73 | 26 | 2-73 | 26 | 3-10 | 29 | 2-53 | 23 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 3-16 | 27 | 2-71 | 22 | 2-99 | 25 | 2-99 | 25 | 3-39 | 28 | 2-76 | 22 | 10 | 50 |
| | | | 27 | | 22 | | 25 | | 25 | | 28 | | 22 | | |
| 2 | 0 | 3-43 | 26 | 2-93 | 22 | 3-24 | 25 | 3-24 | 24 | 3-67 | 27 | 2-98 | 22 | 4 0 | 8 0 |
| 10 | 9 50 | 3-69 | 25 | 3-15 | 22 | 3-49 | 23 | 3-48 | 23 | 3-94 | 27 | 3-20 | 22 | 3 50 | 10 |
| 20 | 40 | 3-94 | 24 | 3-37 | 21 | 3-72 | 23 | 3-71 | 23 | 4-21 | 25 | 3-42 | 21 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 4-18 | 23 | 3-58 | 20 | 3-95 | 22 | 3-94 | 22 | 4-46 | 25 | 3-63 | 21 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 4-41 | 22 | 3-78 | 19 | 4-17 | 21 | 4-16 | 21 | 4-71 | 25 | 3-84 | 19 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 4-63 | 22 | 3-97 | 19 | 4-38 | 20 | 4-37 | 20 | 4-96 | 23 | 4-03 | 19 | 10 | 50 |
| | | | 22 | | 19 | | 20 | | 20 | | 23 | | 19 | | |
| 3 | 0 | 4-85 | 20 | 4-16 | 17 | 4-58 | 20 | 4-57 | 20 | 5-19 | 22 | 4-22 | 18 | 3 0 | 9 0 |
| 10 | 8 50 | 5-05 | 20 | 4-33 | 16 | 4-78 | 19 | 4-77 | 19 | 5-41 | 21 | 4-40 | 17 | 2 50 | 10 |
| 20 | 40 | 5-25 | 19 | 4-49 | 17 | 4-97 | 17 | 4-96 | 17 | 5-62 | 20 | 4-57 | 17 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 5-44 | 18 | 4-66 | 15 | 5-14 | 17 | 5-13 | 17 | 5-82 | 19 | 4-74 | 15 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 5-62 | 17 | 4-81 | 14 | 5-31 | 16 | 5-30 | 16 | 6-01 | 17 | 4-89 | 14 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 5-79 | 15 | 4-95 | 13 | 5-47 | 15 | 5-46 | 15 | 6-18 | 17 | 5-03 | 14 | 10 | 50 |
| | | | 15 | | 13 | | 15 | | 15 | | 17 | | 14 | | |
| 4 | 0 | 5-94 | 14 | 5-08 | 13 | 5-62 | 14 | 5-61 | 14 | 6-35 | 16 | 5-17 | 12 | 2 0 | 10 0 |
| 10 | 7 50 | 6-08 | 13 | 5-21 | 11 | 5-76 | 12 | 5-75 | 12 | 6-51 | 14 | 5-29 | 12 | 1 50 | 10 |
| 20 | 40 | 6-21 | 12 | 5-32 | 11 | 5-88 | 11 | 5-87 | 11 | 6-65 | 13 | 5-41 | 10 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 6-33 | 11 | 5-43 | 9 | 5-99 | 11 | 5-98 | 11 | 6-78 | 11 | 5-51 | 10 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 6-44 | 10 | 5-52 | 8 | 6-10 | 9 | 6-09 | 9 | 6-89 | 10 | 5-61 | 9 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 6-54 | 8 | 5-60 | 7 | 6-19 | 7 | 6-18 | 7 | 6-99 | 9 | 5-70 | 7 | 10 | 50 |
| | | | 8 | | 7 | | 7 | | 7 | | 9 | | 7 | | |
| 5 | 0 | 6-62 | 7 | 5-67 | 7 | 6-26 | 7 | 6-25 | 7 | 7-08 | 8 | 5-77 | 6 | 1 0 | 11 0 |
| 10 | 6 50 | 6-69 | 6 | 5-74 | 5 | 6-33 | 5 | 6-32 | 5 | 7-16 | 6 | 5-83 | 5 | 0 50 | 10 |
| 20 | 40 | 6-75 | 5 | 5-79 | 4 | 6-38 | 4 | 6-37 | 4 | 7-22 | 5 | 5-88 | 4 | 40 | 20 |
| 30 | 30 | 6-80 | 3 | 5-83 | 2 | 6-42 | 3 | 6-41 | 3 | 7-27 | 4 | 5-92 | 3 | 30 | 30 |
| 40 | 20 | 6-83 | 2 | 5-85 | 2 | 6-45 | 2 | 6-44 | 2 | 7-31 | 2 | 5-95 | 2 | 20 | 40 |
| 50 | 10 | 6-85 | 1 | 5-87 | 1 | 6-47 | 1 | 6-46 | 1 | 7-33 | 2 | 5-97 | 0 | 10 | 50 |
| | | | 1 | | 1 | | 1 | | 1 | | 2 | | 0 | | |
| 6 | 0 | 6-86 | | 5-88 | | 6-48 | | 6-47 | | 7-34 | | 5-97 | | 0 0 | 12 0 |

Wenn $t > 12^h$ sind T_a und T_b mit dem Argument $t - 12^h$ und in beiden Fällen mit entgegengesetzten Vorzeichen zu nehmen.

$$\text{Par. in } \alpha = \frac{T_a}{\Delta \cos \delta}$$

$$\text{Par. in } \delta = \frac{1}{\Delta} (T_b \sin \delta + T_a' \cos \delta).$$

Tafel IV.

- 1) Anzahl der Tage vom Anfang des Jahres.
- 2) Verwandlung der Decimaltheile des Tages in Stunden, Minuten, Secunden und umgekehrt.
- 3) Verwandlung der mittleren Zeit in Sternzeit.
- 4) Verwandlung der Sternzeit in mittlere Zeit.

1) Anzahl der Tage vom Anfang des Jahres.

| | | Gemeinjahr | Schaltjahr |
|-----------|---|------------|------------|
| Januar | 0 | 0 | 0 |
| Februar | 0 | 31 | 31 |
| März | 0 | 59 | 60 |
| April | 0 | 90 | 91 |
| Mai | 0 | 120 | 121 |
| Juni | 0 | 151 | 152 |
| Juli | 0 | 181 | 182 |
| August | 0 | 212 | 213 |
| September | 0 | 243 | 244 |
| October | 0 | 273 | 274 |
| November | 0 | 304 | 305 |
| December | 0 | 334 | 335 |

2) Tafel zur Verwandlung der Decimaltheile des Tages in Stunden, Minuten, Sekunden und umgekehrt.

| | | | 0r-00 | | | 0-00 | | |
|-------|----------|-------|-----------|----|----------|------|-----------|-----------|
| 0r-00 | 0h 0m 0s | 0r-50 | 12h 0m 0s | 00 | 0m 0r-00 | 50 | 7m 12r-00 | |
| 0-01 | 0 14 24 | 0-51 | 12 14 24 | 01 | 0 8-64 | 51 | 7 20-64 | |
| 0-02 | 0 28 48 | 0-52 | 12 28 48 | 02 | 0 17-28 | 52 | 7 29-28 | |
| 0-03 | 0 43 12 | 0-53 | 12 43 12 | 03 | 0 25-92 | 53 | 7 37-92 | |
| 0-04 | 0 57 36 | 0-54 | 12 57 36 | 04 | 0 34-56 | 54 | 7 46-56 | |
| 0-05 | 1 12 0 | 0-55 | 13 12 0 | 05 | 0 43-20 | 55 | 7 55-20 | |
| 0-06 | 1 26 24 | 0-56 | 13 26 24 | 06 | 0 51-84 | 56 | 8 3-84 | |
| 0-07 | 1 40 48 | 0-57 | 13 40 48 | 07 | 1 0-48 | 57 | 8 12-48 | |
| 0-08 | 1 55 12 | 0-58 | 13 55 12 | 08 | 1 9-12 | 58 | 8 21-12 | |
| 0-09 | 2 9 36 | 0-59 | 14 9 36 | 09 | 1 17-76 | 59 | 8 29-76 | |
| 0-10 | 2 24 0 | 0-60 | 14 24 0 | 10 | 1 26-40 | 60 | 8 38-40 | 0r-0000 |
| 0-11 | 2 38 24 | 0-61 | 14 38 24 | 11 | 1 35-04 | 61 | 8 47-04 | 0 0r-0064 |
| 0-12 | 2 52 48 | 0-62 | 14 52 48 | 12 | 1 43-68 | 62 | 8 55-68 | 1 1-728 |
| 0-13 | 3 7 12 | 0-63 | 15 7 12 | 13 | 1 52-32 | 63 | 9 4-32 | 2 2-592 |
| 0-14 | 3 21 36 | 0-64 | 15 21 36 | 14 | 2 0-96 | 64 | 9 12-96 | 3 3-456 |
| 0-15 | 3 36 0 | 0-65 | 15 36 0 | 15 | 2 9-60 | 65 | 9 21-60 | 4 4-320 |
| 0-16 | 3 50 24 | 0-66 | 15 50 24 | 16 | 2 18-24 | 66 | 9 30-24 | 5 5-184 |
| 0-17 | 4 4 48 | 0-67 | 16 4 48 | 17 | 2 26-88 | 67 | 9 38-88 | 6 6-048 |
| 0-18 | 4 19 12 | 0-68 | 16 19 12 | 18 | 2 35-52 | 68 | 9 47-52 | 7 6-912 |
| 0-19 | 4 33 36 | 0-69 | 16 33 36 | 19 | 2 44-16 | 69 | 9 56-16 | 8 7-776 |
| 0-20 | 4 48 0 | 0-70 | 16 48 0 | 20 | 2 52-80 | 70 | 10 4-80 | |
| 0-21 | 5 2 24 | 0-71 | 17 2 24 | 21 | 3 1-44 | 71 | 10 13-44 | |
| 0-22 | 5 16 48 | 0-72 | 17 16 48 | 22 | 3 10-08 | 72 | 10 22-08 | |
| 0-23 | 5 31 12 | 0-73 | 17 31 12 | 23 | 3 18-72 | 73 | 10 30-72 | |
| 0-24 | 5 45 36 | 0-74 | 17 45 36 | 24 | 3 27-36 | 74 | 10 39-36 | |
| 0-25 | 6 0 0 | 0-75 | 18 0 0 | 25 | 3 36-00 | 75 | 10 48-00 | |
| 0-26 | 6 14 24 | 0-76 | 18 14 24 | 26 | 3 44-64 | 76 | 10 56-64 | |
| 0-27 | 6 28 48 | 0-77 | 18 28 48 | 27 | 3 53-28 | 77 | 11 5-28 | |
| 0-28 | 6 43 12 | 0-78 | 18 43 12 | 28 | 4 1-92 | 78 | 11 13-92 | |
| 0-29 | 6 57 36 | 0-79 | 18 57 36 | 29 | 4 10-56 | 79 | 11 22-56 | |
| 0-30 | 7 12 0 | 0-80 | 19 12 0 | 30 | 4 19-20 | 80 | 11 31-20 | 0r-0000 |
| 0-31 | 7 26 24 | 0-81 | 19 26 24 | 31 | 4 27-84 | 81 | 11 39-84 | 0 0r-0064 |
| 0-32 | 7 40 48 | 0-82 | 19 40 48 | 32 | 4 36-48 | 82 | 11 48-48 | 1 0-1728 |
| 0-33 | 7 55 12 | 0-83 | 19 55 12 | 33 | 4 45-12 | 83 | 11 57-12 | 2 0-2592 |
| 0-34 | 8 9 36 | 0-84 | 20 9 36 | 34 | 4 53-76 | 84 | 12 5-76 | 3 0-3456 |
| 0-35 | 8 24 0 | 0-85 | 20 24 0 | 35 | 5 2-40 | 85 | 12 14-40 | 4 0-4320 |
| 0-36 | 8 38 24 | 0-86 | 20 38 24 | 36 | 5 11-04 | 86 | 12 23-04 | 5 0-5184 |
| 0-37 | 8 52 48 | 0-87 | 20 52 48 | 37 | 5 19-68 | 87 | 12 31-68 | 6 0-6048 |
| 0-38 | 9 7 12 | 0-88 | 21 7 12 | 38 | 5 28-32 | 88 | 12 40-32 | 7 0-6912 |
| 0-39 | 9 21 36 | 0-89 | 21 21 36 | 39 | 5 36-96 | 89 | 12 48-96 | 8 0-7776 |
| 0-40 | 9 36 0 | 0-90 | 21 36 0 | 40 | 5 45-60 | 90 | 12 57-60 | |
| 0-41 | 9 50 24 | 0-91 | 21 50 24 | 41 | 5 54-24 | 91 | 13 6-24 | |
| 0-42 | 10 4 48 | 0-92 | 22 4 48 | 42 | 6 2-88 | 92 | 13 14-88 | |
| 0-43 | 10 19 12 | 0-93 | 22 19 12 | 43 | 6 11-52 | 93 | 13 23-52 | |
| 0-44 | 10 33 36 | 0-94 | 22 33 36 | 44 | 6 20-16 | 94 | 13 32-16 | |
| 0-45 | 10 48 0 | 0-95 | 22 48 0 | 45 | 6 28-80 | 95 | 13 40-80 | |
| 0-46 | 11 2 24 | 0-96 | 23 2 24 | 46 | 6 37-44 | 96 | 13 49-44 | |
| 0-47 | 11 16 48 | 0-97 | 23 16 48 | 47 | 6 46-08 | 97 | 13 58-08 | |
| 0-48 | 11 31 12 | 0-98 | 23 31 12 | 48 | 6 54-72 | 98 | 14 6-72 | |
| 0-49 | 11 45 36 | 0-99 | 23 45 36 | 49 | 7 3-36 | 99 | 14 15-36 | |

3) Tafel zur Verwandlung der mittleren Zeit in Sternzeit.

| Tafel 1 | | Tafel 2 | | | | | | Tafel 3 | |
|-------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|
| Red. auf Sternzt. | Mittl. Zeit | Red. auf Sternzt. | Mittl. Zeit | Red. auf Sternzt. | Mittl. Zeit | Red. auf Sternzt. | Mittl. Zeit | Red. auf Sternzeit | M. Zt. |
| +0m 0 | 0 ^s 0m 0 ^s | +0 ^s 0 | 0m 0 ^s | +4 ^s 0 | 24m 21 ^s | +8 ^s 0 | 48m 42 ^s | +0 ^s 01 | 0m 4 ^s |
| 0 10 | 1 0 52 | 0 1 | 0 37 | 4 1 | 24 58 | 8 1 | 49 19 | 0 02 | 0 7 |
| 0 20 | 2 1 45 | 0 2 | 1 13 | 4 2 | 25 34 | 8 2 | 49 55 | 0 03 | 0 11 |
| 0 30 | 3 2 37 | 0 3 | 1 50 | 4 3 | 26 11 | 8 3 | 50 32 | 0 04 | 0 15 |
| 0 40 | 4 3 30 | 0 4 | 2 26 | 4 4 | 26 47 | 8 4 | 51 8 | 0 05 | 0 18 |
| 0 50 | 5 4 22 | 0 5 | 3 3 | 4 5 | 27 24 | 8 5 | 51 45 | 0 06 | 0 22 |
| | | 0 6 | 3 39 | 4 6 | 28 0 | 8 6 | 52 21 | 0 07 | 0 26 |
| +1 0 | 6 5 15 | 0 7 | 4 16 | 4 7 | 28 37 | 8 7 | 52 58 | 0 08 | 0 29 |
| 1 10 | 7 6 7 | 0 8 | 4 52 | 4 8 | 29 13 | 8 8 | 53 34 | 0 09 | 0 33 |
| 1 20 | 8 6 59 | 0 9 | 5 29 | 4 9 | 29 50 | 8 9 | 54 11 | 0 10 | 0 37 |
| 1 30 | 9 7 52 | | | | | | | | |
| 1 40 | 10 8 44 | +1 0 | 6 5 | +5 0 | 30 26 | +9 0 | 54 47 | | |
| 1 50 | 11 9 37 | 1 1 | 6 42 | 5 1 | 31 3 | 9 1 | 55 24 | | |
| | | 1 2 | 7 18 | 5 2 | 31 39 | 9 2 | 56 0 | | |
| +2 0 | 12 10 29 | 1 3 | 7 55 | 5 3 | 32 16 | 9 3 | 56 37 | | |
| 2 10 | 13 11 21 | 1 4 | 8 31 | 5 4 | 32 52 | 9 4 | 57 13 | | |
| 2 20 | 14 12 14 | 1 5 | 9 8 | 5 5 | 33 29 | 9 5 | 57 50 | | |
| 2 30 | 15 13 6 | 1 6 | 9 44 | 5 6 | 34 5 | 9 6 | 58 26 | | |
| 2 40 | 16 13 59 | 1 7 | 10 21 | 5 7 | 34 42 | 9 7 | 59 3 | | |
| 2 50 | 17 14 51 | 1 8 | 10 57 | 5 8 | 35 18 | 9 8 | 59 39 | | |
| | | 1 9 | 11 34 | 5 9 | 35 55 | 9 9 | 60 16 | | |
| +3 0 | 18 15 44 | | | | | | | | |
| 3 10 | 19 16 36 | +2 0 | 12 10 | +6 0 | 36 31 | | | | |
| 3 20 | 20 17 28 | 2 1 | 12 47 | 6 1 | 37 8 | | | | |
| 3 30 | 21 18 21 | 2 2 | 13 23 | 6 2 | 37 44 | | | | |
| 3 40 | 22 19 13 | 2 3 | 14 0 | 6 3 | 38 21 | | | | |
| 3 50 | 23 20 6 | 2 4 | 14 36 | 6 4 | 38 57 | | | | |
| | | 2 5 | 15 13 | 6 5 | 39 34 | | | | |
| +4 0 | 24 20 58 | 2 6 | 15 49 | 6 6 | 40 10 | | | | |
| | | 2 7 | 16 26 | 6 7 | 40 47 | | | | |
| | | 2 8 | 17 2 | 6 8 | 41 23 | | | | |
| | | 2 9 | 17 39 | 6 9 | 42 0 | | | | |
| | | +3 0 | 18 16 | +7 0 | 42 37 | | | | |
| | | 3 1 | 18 53 | 7 1 | 43 14 | | | | |
| | | 3 2 | 19 29 | 7 2 | 43 50 | | | | |
| | | 3 3 | 20 6 | 7 3 | 44 27 | | | | |
| | | 3 4 | 20 42 | 7 4 | 45 3 | | | | |
| | | 3 5 | 21 19 | 7 5 | 45 40 | | | | |
| | | 3 6 | 21 55 | 7 6 | 46 16 | | | | |
| | | 3 7 | 22 32 | 7 7 | 46 53 | | | | |
| | | 3 8 | 23 8 | 7 8 | 47 29 | | | | |
| | | 3 9 | 23 45 | 7 9 | 48 6 | | | | |

4) Tafel zur Verwandlung der Sternzeit in mittlere Zeit.

| Tafel 1 | | | Tafel 2 | | | | | | Tafel 3 | | | |
|--------------------------------|--|--|--------------------|-------------------------------|--|--------------------|---------------------------------|--|--------------------|---------------------------------|--------------------|-------------------------------|
| Red. auf M. Zt. | Sternzeit | | Red. auf M. Zt. | Sternzeit | | Red. auf M. Zt. | Sternzeit | | Red. auf M. Zt. | Sternz. | | |
| -0 ^m 0 ^s | 0 ^h 0 ^m 0 ^s | | -0 ^r 0 | 0 ^m 0 ^s | | -4 ^r 0 | 24 ^m 25 ^s | | -8 ^r 0 | 48 ^m 50 ^s | -0 ^r 01 | 0 ^m 4 ^s |
| 0 10 | 1 1 2 | | 0 1 | 0 37 | | 4 1 | 25 2 | | 8 1 | 49 27 | 0 02 | 0 7 |
| 0 20 | 2 2 5 | | 0 2 | 1 13 | | 4 2 | 25 38 | | 8 2 | 50 3 | 0 03 | 0 11 |
| 0 30 | 3 3 7 | | 0 3 | 1 50 | | 4 3 | 26 15 | | 8 3 | 50 40 | 0 04 | 0 15 |
| 0 40 | 4 4 10 | | 0 4 | 2 26 | | 4 4 | 26 51 | | 8 4 | 51 16 | 0 05 | 0 18 |
| 0 50 | 5 5 12 | | 0 5 | 3 3 | | 4 5 | 27 28 | | 8 5 | 51 53 | 0 06 | 0 22 |
| | | | 0 6 | 3 40 | | 4 6 | 28 5 | | 8 6 | 52 30 | 0 07 | 0 26 |
| -1 0 | 6 6 15 | | 0 7 | 4 16 | | 4 7 | 28 41 | | 8 7 | 53 6 | 0 08 | 0 29 |
| 1 10 | 7 7 17 | | 0 8 | 4 53 | | 4 8 | 29 18 | | 8 8 | 53 43 | 0 09 | 0 33 |
| 1 20 | 8 8 19 | | 0 9 | 5 30 | | 4 9 | 29 55 | | 8 9 | 54 20 | 0 10 | 0 37 |
| 1 30 | 9 9 22 | | | | | | | | | | | |
| 1 40 | 10 10 24 | | -1 0 | 6 6 | | -5 0 | 30 31 | | -9 0 | 54 56 | | |
| 1 50 | 11 11 27 | | 1 1 | 6 43 | | 5 1 | 31 8 | | 9 1 | 55 33 | | |
| | | | 1 2 | 7 19 | | 5 2 | 31 44 | | 9 2 | 56 9 | | |
| -2 0 | 12 12 29 | | 1 3 | 7 56 | | 5 3 | 32 21 | | 9 3 | 56 46 | | |
| 2 10 | 13 13 31 | | 1 4 | 8 32 | | 5 4 | 32 57 | | 9 4 | 57 22 | | |
| 2 20 | 14 14 34 | | 1 5 | 9 9 | | 5 5 | 33 34 | | 9 5 | 57 59 | | |
| 2 30 | 15 15 36 | | 1 6 | 9 46 | | 5 6 | 34 11 | | 9 6 | 58 36 | | |
| 2 40 | 16 16 39 | | 1 7 | 10 22 | | 5 7 | 34 47 | | 9 7 | 59 12 | | |
| 2 50 | 17 17 41 | | 1 8 | 10 59 | | 5 8 | 35 24 | | 9 8 | 59 49 | | |
| | | | 1 9 | 11 36 | | 5 9 | 36 1 | | 9 9 | 60 26 | | |
| -3 0 | 18 18 44 | | -2 0 | 12 12 | | -6 0 | 36 37 | | | | | |
| 3 10 | 19 19 46 | | 2 1 | 12 49 | | 6 1 | 37 14 | | | | | |
| 3 20 | 20 20 48 | | 2 2 | 13 25 | | 6 2 | 37 50 | | | | | |
| 3 30 | 21 21 51 | | 2 3 | 14 2 | | 6 3 | 38 27 | | | | | |
| 3 40 | 22 22 53 | | 2 4 | 14 38 | | 6 4 | 39 3 | | | | | |
| 3 50 | 23 23 56 | | 2 5 | 15 15 | | 6 5 | 39 40 | | | | | |
| -4 0 | 24 24 58 | | 2 6 | 15 52 | | 6 6 | 40 17 | | | | | |
| | | | 2 7 | 16 28 | | 6 7 | 40 53 | | | | | |
| | | | 2 8 | 17 5 | | 6 8 | 41 30 | | | | | |
| | | | 2 9 | 17 42 | | 6 9 | 42 7 | | | | | |
| | | | -3 0 | 18 19 | | -7 0 | 42 44 | | | | | |
| | | | 3 1 | 18 56 | | 7 1 | 43 21 | | | | | |
| | | | 3 2 | 19 32 | | 7 2 | 43 57 | | | | | |
| | | | 3 3 | 20 9 | | 7 3 | 44 34 | | | | | |
| | | | 3 4 | 20 45 | | 7 4 | 45 10 | | | | | |
| | | | 3 5 | 21 22 | | 7 5 | 45 47 | | | | | |
| | | | 3 6 | 21 59 | | 7 6 | 46 24 | | | | | |
| | | | 3 7 | 22 35 | | 7 7 | 47 0 | | | | | |
| | | | 3 8 | 23 12 | | 7 8 | 47 37 | | | | | |
| | | | 3 9 | 23 49 | | 7 9 | 48 14 | | | | | |

Tafel V.

Tafeln zur Reduction der Circummeridianhöhen.

a: von $t = 0^m$ bis $t = 20^m$

$$m = 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$n = 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

b: von $t = 0^m$ bis $t = 60^m$

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$m = 2R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 0^m | 1^m | 2^m | 3^m | 4^m | 5^m | 6^m |
|-----|-----------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 0 | 0 ⁰⁰ | 1 ⁰⁶ 7 | 7 ⁰⁸ 13 | 17 ⁰⁶ 20 | 31 ⁰⁴ 26 | 49 ⁰⁹ 32 | 70 ⁰⁸ 39 |
| 1 | 0 ⁰⁰ | 2 ⁰³ 7 | 7 ⁹⁸ 14 | 17 ⁸⁷ 20 | 31 ⁶⁸ 26 | 49 ⁴¹ 33 | 71 ⁰⁷ 40 |
| 2 | 0 ⁰⁰ | 2 ¹⁰ 6 | 8 ¹² 13 | 18 ⁰⁷ 20 | 31 ⁹⁴ 26 | 49 ⁷⁴ 33 | 71 ⁴⁷ 39 |
| 3 | 0 ⁰⁰ | 2 ¹⁶ 7 | 8 ²⁵ 14 | 18 ²⁷ 20 | 32 ²⁰ 27 | 50 ⁰⁷ 33 | 71 ⁸⁶ 40 |
| 4 | 0 ⁰¹ | 2 ²³ 8 | 8 ³⁹ 13 | 18 ⁴⁷ 20 | 32 ⁴⁷ 27 | 50 ⁴⁰ 33 | 72 ²⁶ 40 |
| 5 | 0 ⁰¹ | 2 ³¹ 7 | 8 ⁵² 14 | 18 ⁶⁷ 20 | 32 ⁷⁴ 27 | 50 ⁷³ 34 | 72 ⁶⁶ 40 |
| 6 | 0 ⁰² | 2 ³⁸ 7 | 8 ⁶⁶ 14 | 18 ⁸⁷ 20 | 33 ⁰¹ 26 | 51 ⁰⁷ 33 | 73 ⁰⁶ 40 |
| 7 | 0 ⁰² | 2 ⁴⁵ 7 | 8 ⁸⁰ 14 | 19 ⁰⁷ 21 | 33 ²⁷ 27 | 51 ⁴⁰ 34 | 73 ⁴⁶ 40 |
| 8 | 0 ⁰³ | 2 ⁵² 8 | 8 ⁹⁴ 14 | 19 ²⁸ 20 | 33 ⁵⁴ 27 | 51 ⁷⁴ 33 | 73 ⁸⁶ 40 |
| 9 | 0 ⁰⁴ | 2 ⁶⁰ 7 | 9 ⁰⁸ 14 | 19 ⁴⁸ 21 | 33 ⁸¹ 28 | 52 ⁰⁷ 34 | 74 ²⁶ 40 |
| 10 | 0 ⁰⁵ | 2 ⁶⁷ 8 | 9 ²² 14 | 19 ⁶⁹ 21 | 34 ⁰⁹ 27 | 52 ⁴¹ 34 | 74 ⁶⁶ 40 |
| 11 | 0 ⁰⁶ | 2 ⁷⁵ 8 | 9 ³⁶ 14 | 19 ⁹⁰ 21 | 34 ³⁶ 28 | 52 ⁷⁵ 34 | 75 ⁰⁶ 41 |
| 12 | 0 ⁰⁸ | 2 ⁸³ 8 | 9 ⁵⁰ 14 | 20 ¹¹ 21 | 34 ⁶⁴ 27 | 53 ⁰⁹ 34 | 75 ⁴⁷ 41 |
| 13 | 0 ⁰⁹ | 2 ⁹¹ 8 | 9 ⁶⁴ 15 | 20 ³² 21 | 34 ⁹¹ 28 | 53 ⁴³ 34 | 75 ⁸⁸ 41 |
| 14 | 0 ¹¹ | 2 ⁹⁹ 8 | 9 ⁷⁹ 15 | 20 ⁵³ 21 | 35 ¹⁹ 27 | 53 ⁷⁷ 34 | 76 ²⁹ 40 |
| 15 | 0 ¹² | 3 ⁰⁷ 8 | 9 ⁹⁴ 15 | 20 ⁷⁴ 21 | 35 ⁴⁶ 28 | 54 ¹¹ 35 | 76 ⁶⁹ 41 |
| 16 | 0 ¹⁴ | 3 ¹⁵ 8 | 10 ⁰⁹ 15 | 20 ⁹⁵ 21 | 35 ⁷⁴ 28 | 54 ⁴⁶ 34 | 77 ¹⁰ 41 |
| 17 | 0 ¹⁶ | 3 ²³ 9 | 10 ²⁴ 15 | 21 ¹⁶ 22 | 36 ⁰² 28 | 54 ⁸⁰ 35 | 77 ⁵¹ 42 |
| 18 | 0 ¹⁸ | 3 ³² 8 | 10 ³⁹ 15 | 21 ³⁸ 22 | 36 ³⁰ 28 | 55 ¹⁵ 35 | 77 ⁹³ 41 |
| 19 | 0 ²⁰ | 3 ⁴⁰ 9 | 10 ⁵⁴ 15 | 21 ⁶⁰ 22 | 36 ⁵⁸ 29 | 55 ⁵⁰ 34 | 78 ³⁴ 41 |
| 20 | 0 ²² | 3 ⁴⁹ 9 | 10 ⁶⁹ 15 | 21 ⁸² 21 | 36 ⁸⁷ 28 | 55 ⁸⁴ 35 | 78 ⁷⁵ 41 |
| 21 | 0 ²⁴ | 3 ⁵⁸ 9 | 10 ⁸⁴ 16 | 22 ⁰³ 22 | 37 ¹⁵ 29 | 56 ¹⁹ 36 | 79 ¹⁶ 42 |
| 22 | 0 ²⁶ | 3 ⁶⁷ 9 | 11 ⁰⁰ 15 | 22 ²⁵ 22 | 37 ⁴⁴ 28 | 56 ⁵⁵ 35 | 79 ⁵⁸ 42 |
| 23 | 0 ²⁸ | 3 ⁷⁶ 9 | 11 ¹⁵ 16 | 22 ⁴⁷ 23 | 37 ⁷² 29 | 56 ⁹⁰ 35 | 80 ⁰⁰ 42 |
| 24 | 0 ³¹ | 3 ⁸⁵ 9 | 11 ³¹ 16 | 22 ⁷⁰ 22 | 38 ⁰¹ 29 | 57 ²⁵ 35 | 80 ⁴² 42 |
| 25 | 0 ³⁴ | 3 ⁹⁴ 9 | 11 ⁴⁷ 16 | 22 ⁹² 22 | 38 ³⁰ 29 | 57 ⁶⁰ 36 | 80 ⁸⁴ 42 |
| 26 | 0 ³⁷ | 4 ⁰³ 9 | 11 ⁶³ 16 | 23 ¹⁴ 23 | 38 ⁵⁹ 29 | 57 ⁹⁶ 36 | 81 ²⁶ 42 |
| 27 | 0 ⁴⁰ | 4 ¹² 10 | 11 ⁷⁹ 16 | 23 ³⁷ 23 | 38 ⁸⁸ 29 | 58 ³² 36 | 81 ⁶⁸ 42 |
| 28 | 0 ⁴³ | 4 ²² 10 | 11 ⁹⁵ 16 | 23 ⁶⁰ 22 | 39 ¹⁷ 29 | 58 ⁶⁸ 35 | 82 ¹⁰ 42 |
| 29 | 0 ⁴⁶ | 4 ³² 10 | 12 ¹¹ 16 | 23 ⁸² 23 | 39 ⁴⁶ 30 | 59 ⁰³ 36 | 82 ⁵² 43 |
| 30 | 0 ⁴⁹ | 4 ⁴² 10 | 12 ²⁷ 16 | 24 ⁰⁵ 23 | 39 ⁷⁶ 30 | 59 ³⁹ 36 | 82 ⁹⁵ 43 |

$$n = 2R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | | |
|----|--|--|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 0 | | | | 0 ⁰⁰⁰¹ | 0 ⁰⁰⁰² | 0 ⁰⁰⁰⁷ | 0 ⁰⁰¹² |
| 10 | | | | 0 ⁰⁰⁰¹ | 0 ⁰⁰⁰³ | 0 ⁰⁰⁰⁸ | 0 ⁰⁰¹³ |
| 20 | | | | 0 ⁰⁰⁰² | 0 ⁰⁰⁰³ | 0 ⁰⁰⁰⁹ | 0 ⁰⁰¹⁵ |
| 30 | | | | 0 ⁰⁰⁰² | 0 ⁰⁰⁰⁴ | 0 ⁰⁰¹⁰ | 0 ⁰⁰¹⁶ |

Proportionaltheile

| | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 2.7 | 2.8 | 2.9 | 3.0 | 3.1 | 3.2 | 3.3 | 3.4 | 3.5 | 3.6 |
| 2 | 5.4 | 5.6 | 5.8 | 6.0 | 6.2 | 6.4 | 6.6 | 6.8 | 7.0 | 7.2 |
| 3 | 8.1 | 8.4 | 8.7 | 9.0 | 9.3 | 9.6 | 9.9 | 10.2 | 10.5 | 10.8 |
| 4 | 10.8 | 11.2 | 11.6 | 12.0 | 12.4 | 12.8 | 13.2 | 13.6 | 14.0 | 14.4 |
| 5 | 13.5 | 14.0 | 14.5 | 15.0 | 15.5 | 16.0 | 16.5 | 17.0 | 17.5 | 18.0 |
| 6 | 16.2 | 16.8 | 17.4 | 18.0 | 18.6 | 19.2 | 19.8 | 20.4 | 21.0 | 21.6 |
| 7 | 18.9 | 19.6 | 20.3 | 21.0 | 21.7 | 22.4 | 23.1 | 23.8 | 24.5 | 25.2 |
| 8 | 21.6 | 22.4 | 23.2 | 24.0 | 24.8 | 25.6 | 26.4 | 27.2 | 28.0 | 28.8 |
| 9 | 24.3 | 25.2 | 26.1 | 27.0 | 27.9 | 28.8 | 29.7 | 30.6 | 31.5 | 32.4 |

$$m = 2R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 0^m | 1^m | 2^m | 3^m | 4^m | 5^m | 6^m |
|-----------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 30 ^r | 0 ^u .49 | 4 ^u .42 | 12 ^u .27 | 24 ^u .05 | 39 ^u .76 | 59 ^u .39 | 82 ^u .95 |
| 31 | 0.52 | 4.52 | 12.43 | 24.28 | 40.05 | 59.75 | 83.38 |
| 32 | 0.56 | 4.62 | 12.60 | 24.51 | 40.35 | 60.11 | 83.81 |
| 33 | 0.59 | 4.72 | 12.76 | 24.74 | 40.65 | 60.47 | 84.23 |
| 34 | 0.63 | 4.82 | 12.93 | 24.98 | 40.95 | 60.84 | 84.66 |
| 35 | 0.67 | 4.92 | 13.10 | 25.21 | 41.25 | 61.20 | 85.09 |
| 36 | 0.71 | 5.03 | 13.27 | 25.45 | 41.55 | 61.57 | 85.52 |
| 37 | 0.75 | 5.13 | 13.44 | 25.68 | 41.85 | 61.94 | 85.95 |
| 38 | 0.79 | 5.24 | 13.62 | 25.92 | 42.15 | 62.31 | 86.39 |
| 39 | 0.83 | 5.34 | 13.79 | 26.16 | 42.45 | 62.68 | 86.82 |
| 40 | 0.87 | 5.45 | 13.96 | 26.40 | 42.76 | 63.05 | 87.26 |
| 41 | 0.91 | 5.56 | 14.13 | 26.64 | 43.06 | 63.42 | 87.70 |
| 42 | 0.96 | 5.67 | 14.31 | 26.88 | 43.37 | 63.79 | 88.14 |
| 43 | 1.01 | 5.78 | 14.49 | 27.12 | 43.68 | 64.16 | 88.57 |
| 44 | 1.06 | 5.90 | 14.67 | 27.37 | 43.99 | 64.54 | 89.01 |
| 45 | 1.10 | 6.01 | 14.85 | 27.61 | 44.30 | 64.91 | 89.45 |
| 46 | 1.15 | 6.13 | 15.03 | 27.86 | 44.61 | 65.29 | 89.89 |
| 47 | 1.20 | 6.24 | 15.21 | 28.10 | 44.92 | 65.67 | 90.33 |
| 48 | 1.26 | 6.36 | 15.39 | 28.35 | 45.24 | 66.05 | 90.78 |
| 49 | 1.31 | 6.48 | 15.57 | 28.60 | 45.55 | 66.43 | 91.23 |
| 50 | 1.36 | 6.60 | 15.76 | 28.85 | 45.87 | 66.81 | 91.68 |
| 51 | 1.42 | 6.72 | 15.95 | 29.10 | 46.18 | 67.19 | 92.12 |
| 52 | 1.48 | 6.84 | 16.14 | 29.36 | 46.50 | 67.58 | 92.57 |
| 53 | 1.53 | 6.96 | 16.32 | 29.61 | 46.82 | 67.96 | 93.02 |
| 54 | 1.59 | 7.09 | 16.51 | 29.86 | 47.14 | 68.35 | 93.47 |
| 55 | 1.65 | 7.21 | 16.70 | 30.12 | 47.46 | 68.73 | 93.92 |
| 56 | 1.71 | 7.34 | 16.89 | 30.38 | 47.79 | 69.12 | 94.38 |
| 57 | 1.77 | 7.47 | 17.08 | 30.64 | 48.11 | 69.51 | 94.83 |
| 58 | 1.83 | 7.60 | 17.28 | 30.90 | 48.43 | 69.90 | 95.29 |
| 59 | 1.89 | 7.72 | 17.47 | 31.16 | 48.76 | 70.29 | 95.74 |
| 60 | 1.96 | 7.85 | 17.67 | 31.42 | 49.09 | 70.68 | 96.20 |

$$n = 2R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 30 ^r | 0 ^u .000 | 0 ^u .002 | 0 ^u .004 | 0 ^u .010 | 0 ^u .016 |
| 40 | 0.001 | 0.002 | 0.005 | 0.011 | 0.018 |
| 50 | 0.001 | 0.002 | 0.006 | 0.012 | 0.020 |
| 60 | 0.001 | 0.002 | 0.007 | 0.012 | 0.022 |

Proportionaltheile

| | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 3.7 | 3.8 | 3.9 | 4.0 | 4.1 | 4.2 | 4.3 | 4.4 | 4.5 | 4.6 |
| 2 | 7.4 | 7.6 | 7.8 | 8.0 | 8.2 | 8.4 | 8.6 | 8.8 | 9.0 | 9.2 |
| 3 | 11.1 | 11.4 | 11.7 | 12.0 | 12.3 | 12.6 | 12.9 | 13.2 | 13.5 | 13.8 |
| 4 | 14.8 | 15.2 | 15.6 | 16.0 | 16.4 | 16.8 | 17.2 | 17.6 | 18.0 | 18.4 |
| 5 | 18.5 | 19.0 | 19.5 | 20.0 | 20.5 | 21.0 | 21.5 | 22.0 | 22.5 | 23.0 |
| 6 | 22.2 | 22.8 | 23.4 | 24.0 | 24.6 | 25.2 | 25.8 | 26.4 | 27.0 | 27.6 |
| 7 | 25.9 | 26.6 | 27.3 | 28.0 | 28.7 | 29.4 | 30.1 | 30.8 | 31.5 | 32.2 |
| 8 | 29.6 | 30.4 | 31.2 | 32.0 | 32.8 | 33.6 | 34.4 | 35.2 | 36.0 | 36.8 |
| 9 | 33.3 | 34.2 | 35.1 | 36.0 | 36.9 | 37.8 | 38.7 | 39.6 | 40.5 | 41.4 |

$$m = 2R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 2062648$$

| t | $7m$ | $8m$ | $9m$ | $10m$ | $11m$ | $12m$ | $13m$ |
|-----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 0 | 96 ^o 20 | 125 ^o 46 | 159 ^o 02 | 196 ^o 32 | 237 ^o 54 | 282 ^o 68 | 331 ^o 74 |
| 1 | 96 ^o 46 | 126 ^o 17 | 159 ^o 61 | 196 ^o 97 | 238 ^o 26 | 283 ^o 47 | 332 ^o 59 |
| 2 | 97 ^o 12 | 126 ^o 50 | 160 ^o 20 | 197 ^o 63 | 238 ^o 98 | 284 ^o 26 | 333 ^o 44 |
| 3 | 97 ^o 38 | 127 ^o 22 | 160 ^o 80 | 198 ^o 28 | 239 ^o 70 | 285 ^o 04 | 334 ^o 29 |
| 4 | 98 ^o 04 | 127 ^o 55 | 161 ^o 39 | 198 ^o 94 | 240 ^o 42 | 285 ^o 83 | 335 ^o 15 |
| 5 | 98 ^o 30 | 128 ^o 28 | 161 ^o 98 | 199 ^o 60 | 241 ^o 14 | 286 ^o 62 | 336 ^o 00 |
| 6 | 98 ^o 57 | 128 ^o 58 | 162 ^o 58 | 200 ^o 26 | 241 ^o 87 | 287 ^o 41 | 336 ^o 86 |
| 7 | 99 ^o 43 | 129 ^o 34 | 163 ^o 17 | 200 ^o 92 | 242 ^o 60 | 288 ^o 20 | 337 ^o 72 |
| 8 | 99 ^o 50 | 129 ^o 57 | 163 ^o 77 | 201 ^o 59 | 243 ^o 33 | 289 ^o 00 | 338 ^o 58 |
| 9 | 100 ^o 37 | 130 ^o 40 | 164 ^o 37 | 202 ^o 25 | 244 ^o 06 | 289 ^o 79 | 339 ^o 44 |
| 10 | 100 ^o 84 | 130 ^o 94 | 164 ^o 97 | 202 ^o 92 | 244 ^o 79 | 290 ^o 58 | 340 ^o 30 |
| 11 | 101 ^o 31 | 131 ^o 47 | 165 ^o 57 | 203 ^o 58 | 245 ^o 52 | 291 ^o 38 | 341 ^o 16 |
| 12 | 101 ^o 78 | 132 ^o 01 | 166 ^o 17 | 204 ^o 25 | 246 ^o 25 | 292 ^o 18 | 342 ^o 02 |
| 13 | 102 ^o 25 | 132 ^o 55 | 166 ^o 77 | 204 ^o 92 | 246 ^o 98 | 292 ^o 98 | 342 ^o 88 |
| 14 | 102 ^o 72 | 133 ^o 09 | 167 ^o 37 | 205 ^o 59 | 247 ^o 72 | 293 ^o 78 | 343 ^o 75 |
| 15 | 103 ^o 20 | 133 ^o 63 | 167 ^o 97 | 206 ^o 26 | 248 ^o 45 | 294 ^o 58 | 344 ^o 62 |
| 16 | 103 ^o 67 | 134 ^o 17 | 168 ^o 58 | 206 ^o 93 | 249 ^o 19 | 295 ^o 38 | 345 ^o 49 |
| 17 | 104 ^o 15 | 134 ^o 71 | 169 ^o 19 | 207 ^o 60 | 249 ^o 93 | 296 ^o 18 | 346 ^o 36 |
| 18 | 104 ^o 63 | 135 ^o 25 | 169 ^o 80 | 208 ^o 27 | 250 ^o 67 | 296 ^o 99 | 347 ^o 23 |
| 19 | 105 ^o 10 | 135 ^o 80 | 170 ^o 41 | 208 ^o 94 | 251 ^o 41 | 297 ^o 79 | 348 ^o 10 |
| 20 | 105 ^o 58 | 136 ^o 34 | 171 ^o 02 | 209 ^o 62 | 252 ^o 15 | 298 ^o 60 | 348 ^o 97 |
| 21 | 106 ^o 06 | 136 ^o 88 | 171 ^o 63 | 210 ^o 30 | 252 ^o 89 | 299 ^o 40 | 349 ^o 84 |
| 22 | 106 ^o 55 | 137 ^o 43 | 172 ^o 24 | 210 ^o 98 | 253 ^o 63 | 300 ^o 21 | 350 ^o 71 |
| 23 | 107 ^o 03 | 137 ^o 98 | 172 ^o 85 | 211 ^o 66 | 254 ^o 37 | 301 ^o 02 | 351 ^o 58 |
| 24 | 107 ^o 51 | 138 ^o 53 | 173 ^o 47 | 212 ^o 34 | 255 ^o 12 | 301 ^o 83 | 352 ^o 46 |
| 25 | 107 ^o 99 | 139 ^o 08 | 174 ^o 08 | 213 ^o 02 | 255 ^o 87 | 302 ^o 64 | 353 ^o 34 |
| 26 | 108 ^o 48 | 139 ^o 63 | 174 ^o 70 | 213 ^o 70 | 256 ^o 62 | 303 ^o 46 | 354 ^o 22 |
| 27 | 108 ^o 97 | 140 ^o 18 | 175 ^o 32 | 214 ^o 38 | 257 ^o 37 | 304 ^o 27 | 355 ^o 10 |
| 28 | 109 ^o 46 | 140 ^o 74 | 175 ^o 94 | 215 ^o 07 | 258 ^o 12 | 305 ^o 09 | 355 ^o 98 |
| 29 | 109 ^o 55 | 141 ^o 29 | 176 ^o 56 | 215 ^o 75 | 258 ^o 87 | 305 ^o 90 | 356 ^o 86 |
| 30 | 110 ^o 44 | 141 ^o 85 | 177 ^o 18 | 216 ^o 44 | 259 ^o 62 | 306 ^o 72 | 357 ^o 74 |

$$n = 2R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 2062648$$

| | | | | | | | |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0 | 0 ^o 022 | 0 ^o 038 | 0 ^o 061 | 0 ^o 093 | 0 ^o 137 | 0 ^o 194 | 0 ^o 267 |
| 10 | 0024 | 0041 | 0066 | 0099 | 0146 | 0205 | 0281 |
| 20 | 0026 | 0045 | 0071 | 0106 | 0155 | 0217 | 0296 |
| 30 | 0029 | 0049 | 0076 | 0113 | 0164 | 0229 | 0311 |

Proportionaltheile

| | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 58 | 60 | 62 | 64 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 4.6 | 4.7 | 4.8 | 4.9 | 5.0 | 5.1 | 5.2 | 5.3 | 5.4 | 5.5 | 5.6 | 5.8 | 6.0 | 6.2 | 6.4 |
| 2 | 9.2 | 9.4 | 9.6 | 9.8 | 10.0 | 10.2 | 10.4 | 10.6 | 10.8 | 11.0 | 11.2 | 11.6 | 12.0 | 12.4 | 12.8 |
| 3 | 13.8 | 14.1 | 14.4 | 14.7 | 15.0 | 15.3 | 15.6 | 15.9 | 16.2 | 16.5 | 16.8 | 17.4 | 18.0 | 18.6 | 19.2 |
| 4 | 18.4 | 18.8 | 19.2 | 19.6 | 20.0 | 20.4 | 20.8 | 21.2 | 21.6 | 22.0 | 22.4 | 23.2 | 24.0 | 24.8 | 25.6 |
| 5 | 23.0 | 23.5 | 24.0 | 24.5 | 25.0 | 25.5 | 26.0 | 26.5 | 27.0 | 27.5 | 28.0 | 29.0 | 30.0 | 31.0 | 32.0 |
| 6 | 27.6 | 28.2 | 28.8 | 29.4 | 30.0 | 30.6 | 31.2 | 31.8 | 32.4 | 33.0 | 33.6 | 34.8 | 36.0 | 37.2 | 38.4 |
| 7 | 32.2 | 32.9 | 33.6 | 34.3 | 35.0 | 35.7 | 36.1 | 37.1 | 37.8 | 38.5 | 39.2 | 40.6 | 42.0 | 43.4 | 44.8 |
| 8 | 36.8 | 37.6 | 38.4 | 39.2 | 40.0 | 40.8 | 41.6 | 42.4 | 43.2 | 44.0 | 44.8 | 46.4 | 48.0 | 49.6 | 51.2 |
| 9 | 41.4 | 42.3 | 43.2 | 44.1 | 45.0 | 45.9 | 46.8 | 47.7 | 48.6 | 49.5 | 50.4 | 52.2 | 54.0 | 55.8 | 57.6 |

$$m = 2R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | $7m$ | $8m$ | $9m$ | $10m$ | $11m$ | $12m$ | $13m$ |
|-----|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 30 | 110 ^{''} 44 | 141 ^{''} 48 | 177 ^{''} 18 | 216 ^{''} 44 | 259 ^{''} 62 | 306 ^{''} 72 | 357 ^{''} 74 |
| 31 | 110-3 | 142-0 | 177-80 | 217-12 | 260-37 | 307-54 | 358-62 |
| 32 | 111-43 | 142-36 | 178-43 | 217-81 | 261-12 | 308-36 | 359-51 |
| 33 | 111-92 | 143-52 | 179-05 | 218-50 | 261-88 | 309-18 | 360-39 |
| 34 | 112-41 | 144-08 | 179-68 | 219-19 | 262-64 | 310-00 | 361-28 |
| 35 | 112-90 | 144-64 | 180-30 | 219-88 | 263-39 | 310-82 | 362-17 |
| 36 | 113-40 | 145-20 | 180-93 | 220-58 | 264-15 | 311-65 | 363-07 |
| 37 | 113-90 | 145-76 | 181-56 | 221-27 | 264-91 | 312-47 | 363-96 |
| 38 | 114-40 | 146-33 | 182-19 | 221-97 | 265-68 | 313-30 | 364-85 |
| 39 | 114-90 | 146-89 | 182-82 | 222-66 | 266-44 | 314-12 | 365-75 |
| 40 | 115-40 | 147-46 | 183-46 | 223-36 | 267-20 | 314-95 | 366-64 |
| 41 | 115-90 | 148-03 | 184-09 | 224-06 | 267-96 | 315-78 | 367-53 |
| 42 | 116-40 | 148-60 | 184-72 | 224-76 | 268-73 | 316-61 | 368-42 |
| 43 | 116-90 | 149-17 | 185-35 | 225-46 | 269-49 | 317-44 | 369-31 |
| 44 | 117-41 | 149-74 | 185-99 | 226-16 | 270-26 | 318-27 | 370-21 |
| 45 | 117-92 | 150-31 | 186-63 | 226-86 | 271-02 | 319-10 | 371-11 |
| 46 | 118-43 | 150-88 | 187-27 | 227-57 | 271-79 | 319-94 | 372-01 |
| 47 | 118-94 | 151-45 | 187-91 | 228-27 | 272-56 | 320-78 | 372-91 |
| 48 | 119-45 | 152-03 | 188-55 | 228-98 | 273-34 | 321-62 | 373-82 |
| 49 | 119-96 | 152-61 | 189-19 | 229-68 | 274-11 | 322-45 | 374-72 |
| 50 | 120-47 | 153-19 | 189-83 | 230-39 | 274-88 | 323-29 | 375-62 |
| 51 | 120-98 | 153-77 | 190-47 | 231-10 | 275-65 | 324-13 | 376-52 |
| 52 | 121-49 | 154-35 | 191-12 | 231-81 | 276-43 | 324-97 | 377-43 |
| 53 | 122-01 | 154-93 | 191-76 | 232-52 | 277-20 | 325-81 | 378-34 |
| 54 | 122-53 | 155-51 | 192-41 | 233-24 | 277-98 | 326-66 | 379-26 |
| 55 | 123-05 | 156-09 | 193-06 | 233-95 | 278-76 | 327-50 | 380-17 |
| 56 | 123-57 | 156-67 | 193-71 | 234-67 | 279-55 | 328-35 | 381-08 |
| 57 | 124-09 | 157-25 | 194-36 | 235-38 | 280-33 | 329-19 | 381-99 |
| 58 | 124-61 | 157-84 | 195-01 | 236-10 | 281-12 | 330-04 | 382-90 |
| 59 | 125-13 | 158-43 | 195-66 | 236-82 | 281-90 | 330-89 | 383-82 |
| 60 | 125-65 | 159-02 | 196-32 | 237-54 | 282-68 | 331-74 | 384-74 |

$$n = 2R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | | |
|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 30 | 0 ^{''} 029 | 0 ^{''} 049 | 0 ^{''} 076 | 0 ^{''} 113 | 0 ^{''} 164 | 0 ^{''} 229 | 0 ^{''} 311 |
| 40 | 0-032 | 0-053 | 0-081 | 0-121 | 0-174 | 0-241 | 0-327 |
| 50 | 0-035 | 0-057 | 0-087 | 0-129 | 0-184 | 0-254 | 0-343 |
| 60 | 0-038 | 0-061 | 0-093 | 0-137 | 0-194 | 0-267 | 0-359 |

Proportionaltheile

| | 66 | 68 | 70 | 72 | 74 | 76 | 78 | 80 | 82 | 84 | 86 | 88 | 90 | 92 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 6-6 | 6-8 | 7-0 | 7-2 | 7-4 | 7-6 | 7-8 | 8-0 | 8-2 | 8-4 | 8-6 | 8-8 | 9-0 | 9-2 |
| 2 | 13-2 | 13-6 | 14-0 | 14-4 | 14-8 | 15-2 | 15-6 | 16-0 | 16-4 | 16-8 | 17-2 | 17-6 | 18-0 | 18-4 |
| 3 | 19-8 | 20-4 | 21-0 | 21-6 | 22-2 | 22-8 | 23-4 | 24-0 | 24-6 | 25-2 | 25-8 | 26-4 | 27-0 | 27-6 |
| 4 | 26-4 | 27-2 | 28-0 | 28-8 | 29-6 | 30-4 | 31-2 | 32-0 | 32-8 | 33-6 | 34-4 | 35-2 | 36-0 | 36-8 |
| 5 | 33-0 | 34-0 | 35-0 | 36-0 | 37-0 | 38-0 | 39-0 | 40-0 | 41-0 | 42-0 | 43-0 | 44-0 | 45-0 | 46-0 |
| 6 | 39-6 | 40-8 | 42-0 | 43-2 | 44-4 | 45-6 | 46-8 | 48-0 | 49-2 | 50-4 | 51-6 | 52-8 | 54-0 | 55-2 |
| 7 | 46-2 | 47-6 | 49-0 | 50-4 | 51-8 | 53-2 | 54-6 | 56-0 | 57-4 | 58-8 | 60-2 | 61-6 | 63-0 | 64-4 |
| 8 | 52-8 | 54-4 | 56-0 | 57-6 | 59-2 | 60-8 | 62-4 | 64-0 | 65-6 | 67-2 | 68-8 | 70-4 | 72-0 | 73-6 |
| 9 | 59-4 | 61-2 | 63-0 | 64-8 | 66-6 | 68-4 | 70-2 | 72-0 | 73-8 | 75-6 | 77-4 | 79-2 | 81-0 | 82-8 |

$$m = 2R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 14 ^m | 15 ^m | 16 ^m | 17 ^m | 18 ^m | 19 ^m | | | | | | |
|-----|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----------------|---------------------|-----|---------------------|-----|---------------------|-----|
| 0r | 384 ^o 74 | 91 | 441 ^o 63 | 99 | 502 ^o 46 | 104 | 567 ^o 19 | 111 | 635 ^o 85 | 117 | 708 ^o 42 | 124 |
| 1 | 385 ^o 65 | 91 | 442 ^o 62 | 98 | 503 ^o 50 | 105 | 568 ^o 30 | 112 | 637 ^o 02 | 118 | 709 ^o 66 | 124 |
| 2 | 386 ^o 56 | 92 | 443 ^o 60 | 98 | 504 ^o 55 | 105 | 569 ^o 42 | 111 | 638 ^o 20 | 118 | 710 ^o 90 | 125 |
| 3 | 387 ^o 48 | 92 | 444 ^o 58 | 98 | 505 ^o 60 | 105 | 570 ^o 53 | 112 | 639 ^o 38 | 118 | 712 ^o 15 | 124 |
| 4 | 388 ^o 40 | 92 | 445 ^o 56 | 99 | 506 ^o 65 | 105 | 571 ^o 65 | 111 | 640 ^o 56 | 118 | 713 ^o 39 | 125 |
| 5 | 389 ^o 32 | 92 | 446 ^o 55 | 99 | 507 ^o 70 | 106 | 572 ^o 76 | 112 | 641 ^o 74 | 119 | 714 ^o 64 | 125 |
| 6 | 390 ^o 24 | 92 | 447 ^o 54 | 99 | 508 ^o 76 | 105 | 573 ^o 88 | 112 | 642 ^o 93 | 118 | 715 ^o 89 | 125 |
| 7 | 391 ^o 16 | 93 | 448 ^o 53 | 98 | 509 ^o 81 | 105 | 575 ^o 00 | 112 | 644 ^o 11 | 119 | 717 ^o 14 | 125 |
| 8 | 392 ^o 09 | 92 | 449 ^o 51 | 99 | 510 ^o 86 | 106 | 576 ^o 12 | 112 | 645 ^o 30 | 118 | 718 ^o 39 | 125 |
| 9 | 393 ^o 01 | 93 | 450 ^o 50 | 100 | 511 ^o 92 | 106 | 577 ^o 24 | 112 | 646 ^o 48 | 119 | 719 ^o 64 | 125 |
| 10 | 393 ^o 94 | 92 | 451 ^o 50 | 99 | 512 ^o 98 | 105 | 578 ^o 36 | 112 | 647 ^o 67 | 119 | 720 ^o 89 | 126 |
| 11 | 394 ^o 86 | 93 | 452 ^o 49 | 99 | 514 ^o 03 | 106 | 579 ^o 48 | 113 | 648 ^o 86 | 119 | 722 ^o 15 | 125 |
| 12 | 395 ^o 79 | 93 | 453 ^o 48 | 100 | 515 ^o 09 | 106 | 580 ^o 61 | 112 | 650 ^o 05 | 119 | 723 ^o 40 | 126 |
| 13 | 396 ^o 72 | 93 | 454 ^o 48 | 99 | 516 ^o 15 | 106 | 581 ^o 73 | 113 | 651 ^o 24 | 119 | 724 ^o 66 | 125 |
| 14 | 397 ^o 65 | 93 | 455 ^o 47 | 100 | 517 ^o 21 | 106 | 582 ^o 86 | 113 | 652 ^o 43 | 119 | 725 ^o 91 | 126 |
| 15 | 398 ^o 58 | 94 | 456 ^o 47 | 100 | 518 ^o 27 | 107 | 583 ^o 99 | 113 | 653 ^o 62 | 120 | 727 ^o 17 | 126 |
| 16 | 399 ^o 52 | 93 | 457 ^o 47 | 100 | 519 ^o 34 | 106 | 585 ^o 12 | 113 | 654 ^o 82 | 120 | 728 ^o 43 | 126 |
| 17 | 400 ^o 45 | 93 | 458 ^o 47 | 100 | 520 ^o 40 | 107 | 586 ^o 25 | 113 | 656 ^o 01 | 120 | 729 ^o 30 | 128 |
| 18 | 401 ^o 38 | 94 | 459 ^o 47 | 100 | 521 ^o 47 | 106 | 587 ^o 38 | 113 | 657 ^o 21 | 119 | 730 ^o 95 | 126 |
| 19 | 402 ^o 32 | 94 | 460 ^o 47 | 100 | 522 ^o 53 | 107 | 588 ^o 51 | 113 | 658 ^o 40 | 120 | 732 ^o 21 | 127 |
| 20 | 403 ^o 26 | 94 | 461 ^o 47 | 101 | 523 ^o 60 | 107 | 589 ^o 64 | 113 | 659 ^o 60 | 120 | 733 ^o 48 | 126 |
| 21 | 404 ^o 20 | 94 | 462 ^o 48 | 100 | 524 ^o 67 | 107 | 590 ^o 77 | 114 | 660 ^o 80 | 120 | 734 ^o 74 | 127 |
| 22 | 405 ^o 14 | 94 | 463 ^o 48 | 100 | 525 ^o 74 | 107 | 591 ^o 91 | 114 | 662 ^o 00 | 120 | 736 ^o 01 | 126 |
| 23 | 406 ^o 08 | 94 | 464 ^o 48 | 101 | 526 ^o 81 | 108 | 593 ^o 05 | 113 | 663 ^o 20 | 120 | 737 ^o 27 | 127 |
| 24 | 407 ^o 02 | 94 | 465 ^o 49 | 101 | 527 ^o 89 | 107 | 594 ^o 18 | 114 | 664 ^o 40 | 121 | 738 ^o 54 | 127 |
| 25 | 407 ^o 96 | 94 | 466 ^o 50 | 101 | 528 ^o 96 | 107 | 595 ^o 32 | 114 | 665 ^o 61 | 120 | 739 ^o 81 | 127 |
| 26 | 408 ^o 90 | 94 | 467 ^o 51 | 101 | 530 ^o 03 | 108 | 596 ^o 46 | 114 | 666 ^o 81 | 121 | 741 ^o 08 | 127 |
| 27 | 409 ^o 84 | 95 | 468 ^o 52 | 101 | 531 ^o 11 | 107 | 597 ^o 60 | 114 | 668 ^o 02 | 120 | 742 ^o 35 | 127 |
| 28 | 410 ^o 79 | 94 | 469 ^o 53 | 101 | 532 ^o 18 | 108 | 598 ^o 74 | 114 | 669 ^o 22 | 121 | 743 ^o 62 | 127 |
| 29 | 411 ^o 73 | 95 | 470 ^o 54 | 101 | 533 ^o 26 | 107 | 599 ^o 88 | 115 | 670 ^o 43 | 121 | 744 ^o 89 | 128 |
| 30 | 412 ^o 68 | 94 | 471 ^o 55 | 101 | 534 ^o 33 | 107 | 601 ^o 03 | 115 | 671 ^o 64 | 121 | 746 ^o 17 | 128 |

$$n = 2R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | |
|----|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| 0r | 0 ^o 359 | 0 ^o 473 | 0 ^o 612 | 0 ^o 780 | 0 ^o 980 | 1 ^o 216 |
| 10 | 0 ^o 376 | 0 ^o 495 | 0 ^o 638 | 0 ^o 811 | 1 ^o 016 | 1 ^o 259 |
| 20 | 0 ^o 394 | 0 ^o 517 | 0 ^o 665 | 0 ^o 843 | 1 ^o 054 | 1 ^o 304 |
| 30 | 0 ^o 413 | 0 ^o 540 | 0 ^o 693 | 0 ^o 876 | 1 ^o 093 | 1 ^o 350 |

Proportionaltheile

| | 92 | 94 | 96 | 98 | 100 | 102 | 104 | 106 | 108 | 110 | 112 | 114 | 116 | 118 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 9.2 | 9.4 | 9.6 | 9.8 | 10.0 | 10.2 | 10.4 | 10.6 | 10.8 | 11.0 | 11.2 | 11.4 | 11.6 | 11.8 |
| 2 | 18.4 | 18.8 | 19.2 | 19.6 | 20.0 | 20.4 | 20.8 | 21.2 | 21.6 | 22.0 | 22.4 | 22.8 | 23.2 | 23.6 |
| 3 | 27.6 | 28.2 | 28.8 | 29.4 | 30.0 | 30.6 | 31.2 | 31.8 | 32.4 | 33.0 | 33.6 | 34.2 | 34.8 | 35.4 |
| 4 | 36.8 | 37.6 | 38.4 | 39.2 | 40.0 | 40.8 | 41.6 | 42.4 | 43.2 | 44.0 | 44.8 | 45.6 | 46.4 | 47.2 |
| 5 | 46.0 | 47.0 | 48.0 | 49.0 | 50.0 | 51.0 | 52.0 | 53.0 | 54.0 | 55.0 | 56.0 | 57.0 | 58.0 | 59.0 |
| 6 | 55.2 | 56.4 | 57.6 | 58.8 | 60.0 | 61.2 | 62.4 | 63.6 | 64.8 | 66.0 | 67.2 | 68.4 | 69.6 | 70.8 |
| 7 | 64.4 | 65.8 | 67.2 | 68.6 | 70.0 | 71.4 | 72.8 | 74.2 | 75.6 | 77.0 | 78.4 | 79.8 | 81.2 | 82.6 |
| 8 | 73.6 | 75.2 | 76.8 | 78.4 | 80.0 | 81.6 | 83.2 | 84.8 | 86.4 | 88.0 | 89.6 | 91.2 | 92.8 | 94.4 |
| 9 | 82.8 | 84.6 | 86.4 | 88.2 | 90.0 | 91.8 | 93.6 | 95.4 | 97.2 | 99.0 | 100.8 | 102.6 | 104.4 | 106.2 |

$$m = 2R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 14 ^m | 15 ^m | 16 ^m | 17 ^m | 18 ^m | 19 ^m |
|-----------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 30 ^r | 412 ^{''} .68 | 471 ^{''} .55 | 534 ^{''} .33 | 601 ^{''} .02 | 671 ^{''} .64 | 746 ^{''} .17 |
| 31 | 413.63 | 472.57 | 535.41 | 602.17 | 672.85 | 747.44 |
| 32 | 414.59 | 473.58 | 536.50 | 603.32 | 674.06 | 748.72 |
| 33 | 415.54 | 474.60 | 537.58 | 604.47 | 675.28 | 750.00 |
| 34 | 416.49 | 475.62 | 538.67 | 605.61 | 676.49 | 751.28 |
| 35 | 417.44 | 476.64 | 539.75 | 606.76 | 677.70 | 752.56 |
| 36 | 418.40 | 477.65 | 540.83 | 607.91 | 678.92 | 753.84 |
| 37 | 419.35 | 478.67 | 541.91 | 609.06 | 680.13 | 755.12 |
| 38 | 420.31 | 479.70 | 543.00 | 610.22 | 681.35 | 756.40 |
| 39 | 421.27 | 480.72 | 544.09 | 611.37 | 682.57 | 757.68 |
| | | 96 | 102 | 109 | 116 | 122 |
| 40 | 422.23 | 481.74 | 545.18 | 612.53 | 683.79 | 758.97 |
| 41 | 423.19 | 482.77 | 546.27 | 613.68 | 685.01 | 760.26 |
| 42 | 424.15 | 483.79 | 547.36 | 614.84 | 686.23 | 761.54 |
| 43 | 425.11 | 484.82 | 548.45 | 616.00 | 687.46 | 762.83 |
| 44 | 426.07 | 485.85 | 549.55 | 617.15 | 688.68 | 764.12 |
| 45 | 427.04 | 486.88 | 550.64 | 618.31 | 689.91 | 765.41 |
| 46 | 428.01 | 487.91 | 551.73 | 619.48 | 691.13 | 766.70 |
| 47 | 428.97 | 488.94 | 552.83 | 620.64 | 692.36 | 768.00 |
| 48 | 429.93 | 489.97 | 553.93 | 621.80 | 693.59 | 769.29 |
| 49 | 430.90 | 491.01 | 555.03 | 622.97 | 694.82 | 770.58 |
| | | 97 | 104 | 110 | 116 | 123 |
| 50 | 431.87 | 492.05 | 556.13 | 624.13 | 696.05 | 771.88 |
| 51 | 432.84 | 493.08 | 557.24 | 625.30 | 697.28 | 773.18 |
| 52 | 433.82 | 494.12 | 558.34 | 626.47 | 698.51 | 774.48 |
| 53 | 434.79 | 495.15 | 559.44 | 627.63 | 699.75 | 775.78 |
| 54 | 435.76 | 496.19 | 560.55 | 628.80 | 700.98 | 777.08 |
| 55 | 436.73 | 497.23 | 561.65 | 629.98 | 702.22 | 778.38 |
| 56 | 437.71 | 498.28 | 562.76 | 631.15 | 703.46 | 779.68 |
| 57 | 438.69 | 499.32 | 563.87 | 632.32 | 704.69 | 780.98 |
| 58 | 439.67 | 500.37 | 564.98 | 633.49 | 705.93 | 782.29 |
| 59 | 440.65 | 501.41 | 566.08 | 634.67 | 707.17 | 783.59 |
| | | 98 | 105 | 111 | 118 | 125 |
| 60 | 441.63 | 502.46 | 567.19 | 635.85 | 708.42 | 784.90 |

$$n = 2R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | |
|-----------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| 30 ^r | 0 ^{''} .413 | 0 ^{''} .540 | 0 ^{''} .693 | 0 ^{''} .876 | 1 ^{''} .093 | 1 ^{''} .350 |
| 40 | 0.432 | 0.563 | 0.721 | 0.910 | 1.133 | 1.397 |
| 50 | 0.452 | 0.587 | 0.750 | 0.945 | 1.174 | 1.445 |
| 60 | 0.473 | 0.612 | 0.780 | 0.980 | 1.216 | 1.493 |

Proportionaltheile

| | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 12.0 | 12.1 | 12.2 | 12.3 | 12.4 | 12.5 | 12.6 | 12.7 | 12.8 | 12.9 | 13.0 | 13.1 |
| 2 | 24.0 | 24.2 | 24.4 | 24.6 | 24.8 | 25.0 | 25.2 | 25.4 | 25.6 | 25.8 | 26.0 | 26.2 |
| 3 | 36.0 | 36.3 | 36.6 | 36.9 | 37.2 | 37.5 | 37.8 | 38.1 | 38.4 | 38.7 | 39.0 | 39.3 |
| 4 | 48.0 | 48.4 | 48.8 | 49.2 | 49.6 | 50.0 | 50.4 | 50.8 | 51.2 | 51.6 | 52.0 | 52.4 |
| 5 | 60.0 | 60.5 | 61.0 | 61.5 | 62.0 | 62.5 | 63.0 | 63.5 | 64.0 | 64.5 | 65.0 | 65.5 |
| 6 | 72.0 | 72.6 | 73.2 | 73.8 | 74.4 | 75.0 | 75.6 | 76.2 | 76.8 | 77.4 | 78.0 | 78.6 |
| 7 | 84.0 | 84.7 | 85.4 | 86.1 | 86.8 | 87.5 | 88.2 | 88.9 | 89.6 | 90.3 | 91.0 | 91.7 |
| 8 | 96.0 | 96.8 | 97.6 | 98.4 | 99.2 | 100.0 | 100.8 | 101.6 | 102.4 | 103.2 | 104.0 | 104.8 |
| 9 | 108.0 | 108.9 | 109.8 | 110.7 | 111.6 | 112.5 | 113.4 | 114.3 | 115.2 | 116.1 | 117.0 | 117.9 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| <i>t</i> | 0 ^m | 1 ^m | 2 ^m | 3 ^m | 4 ^m | 5 ^m | | | | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|-----|
| 0 ^r | — ∞ | 0.29202 | 1.436 | 0.85500 | 721 | 1.24727 | 481 | 1.49714 | 362 | 1.69096 | 289 | |
| 1 | 6.72673 | 60206 | 0.20739 | 1.412 | 0.90230 | 715 | 1.25208 | 479 | 1.50078 | 359 | 1.69385 | 288 |
| 2 | 7.33879 | 35218 | 0.32151 | 1.390 | 0.90945 | 709 | 1.25687 | 476 | 1.50435 | 358 | 1.69673 | 287 |
| 3 | 7.69097 | 24988 | 0.33541 | 1.368 | 0.91654 | 703 | 1.26163 | 473 | 1.50793 | 357 | 1.69960 | 286 |
| 4 | 7.94085 | 19382 | 0.34909 | 1.346 | 0.92357 | 698 | 1.26636 | 471 | 1.51150 | 356 | 1.70246 | 285 |
| 5 | 8.13467 | 15826 | 0.36255 | 1.326 | 0.93055 | 692 | 1.27107 | 468 | 1.51505 | 355 | 1.70531 | 284 |
| 6 | 8.29303 | 13389 | 0.37581 | 1.307 | 0.93747 | 687 | 1.27575 | 466 | 1.51859 | 354 | 1.70815 | 284 |
| 7 | 8.42692 | 11599 | 0.38888 | 1.286 | 0.94434 | 681 | 1.28041 | 463 | 1.52211 | 351 | 1.71099 | 283 |
| 8 | 8.54291 | 10230 | 0.40174 | 1.268 | 0.95115 | 676 | 1.28504 | 461 | 1.52562 | 350 | 1.71382 | 281 |
| 9 | 8.64521 | 9152 | 0.41442 | 1.250 | 0.95791 | 671 | 1.28965 | 458 | 1.52912 | 348 | 1.71663 | 281 |
| 10 | 8.73673 | 8278 | 0.42692 | 1.233 | 0.96462 | 665 | 1.29423 | 456 | 1.53260 | 346 | 1.71944 | 279 |
| 11 | 8.81951 | 7558 | 0.43925 | 1.215 | 0.97127 | 661 | 1.29879 | 453 | 1.53606 | 346 | 1.72223 | 279 |
| 12 | 8.89509 | 6952 | 0.45140 | 1.198 | 0.97788 | 655 | 1.30332 | 451 | 1.53952 | 344 | 1.72502 | 278 |
| 13 | 8.96461 | 6437 | 0.46338 | 1.181 | 0.98443 | 651 | 1.30783 | 449 | 1.54296 | 343 | 1.72780 | 277 |
| 14 | 9.02828 | 5993 | 0.47519 | 1.166 | 0.99094 | 646 | 1.31232 | 447 | 1.54639 | 341 | 1.73057 | 276 |
| 15 | 9.08891 | 5606 | 0.48685 | 1.151 | 0.99740 | 641 | 1.31679 | 444 | 1.54980 | 340 | 1.73333 | 275 |
| 16 | 9.14497 | 5266 | 0.49836 | 1.135 | 1.00381 | 636 | 1.32123 | 443 | 1.55320 | 339 | 1.73608 | 275 |
| 17 | 9.19763 | 4964 | 0.50971 | 1.121 | 1.01017 | 632 | 1.32566 | 440 | 1.55659 | 337 | 1.73883 | 274 |
| 18 | 9.24727 | 4696 | 0.52092 | 1.106 | 1.01649 | 627 | 1.33006 | 437 | 1.55996 | 336 | 1.74157 | 272 |
| 19 | 9.29423 | 4456 | 0.53198 | 1.093 | 1.02276 | 622 | 1.33443 | 435 | 1.56332 | 335 | 1.74429 | 272 |
| 20 | 9.33879 | 4238 | 0.54291 | 1.079 | 1.02898 | 619 | 1.33878 | 433 | 1.56667 | 333 | 1.74701 | 271 |
| 21 | 9.38117 | 4040 | 0.55370 | 1.066 | 1.03517 | 614 | 1.34311 | 432 | 1.57000 | 332 | 1.74972 | 270 |
| 22 | 9.42157 | 3861 | 0.56436 | 1.053 | 1.04131 | 609 | 1.34743 | 429 | 1.57332 | 331 | 1.75242 | 269 |
| 23 | 9.46018 | 3697 | 0.57489 | 1.040 | 1.04740 | 605 | 1.35172 | 426 | 1.57663 | 330 | 1.75511 | 269 |
| 24 | 9.49715 | 3546 | 0.58529 | 1.028 | 1.05345 | 601 | 1.35598 | 424 | 1.57993 | 328 | 1.75780 | 268 |
| 25 | 9.53261 | 3406 | 0.59557 | 1.016 | 1.05946 | 597 | 1.36022 | 423 | 1.58321 | 327 | 1.76048 | 266 |
| 26 | 9.56667 | 3278 | 0.60573 | 1.004 | 1.06543 | 593 | 1.36445 | 421 | 1.58648 | 326 | 1.76314 | 266 |
| 27 | 9.59945 | 3159 | 0.61577 | 993 | 1.07136 | 589 | 1.36866 | 419 | 1.58974 | 325 | 1.76580 | 266 |
| 28 | 9.63104 | 3048 | 0.62570 | 981 | 1.07725 | 585 | 1.37285 | 417 | 1.59299 | 323 | 1.76846 | 264 |
| 29 | 9.66152 | 2945 | 0.63551 | 970 | 1.08310 | 581 | 1.37702 | 414 | 1.59622 | 323 | 1.77110 | 263 |
| 30 | 9.69097 | | 0.64521 | | 1.08891 | | 1.38116 | | 1.59945 | | 1.77373 | |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| 0 ^r | 10 | 20 | 30 | 7.3788 | 7.7664 |
|----------------|----|----|----|--------|--------|
| | | | | 7.5834 | 7.9320 |

Proportionaltheile

| | 530 | 520 | 510 | 500 | 490 | 480 | 470 | 460 | 450 | 440 | 430 | 420 | 410 | 400 | 390 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 53.0 | 52.0 | 51.0 | 50.0 | 49.0 | 48.0 | 47.0 | 46.0 | 45.0 | 44.0 | 43.0 | 42.0 | 41.0 | 40.0 | 39.0 |
| 2 | 106.0 | 104.0 | 102.0 | 100.0 | 98.0 | 96.0 | 94.0 | 92.0 | 90.0 | 88.0 | 86.0 | 84.0 | 82.0 | 80.0 | 78.0 |
| 3 | 159.0 | 156.0 | 153.0 | 150.0 | 147.0 | 144.0 | 141.0 | 138.0 | 135.0 | 132.0 | 129.0 | 126.0 | 123.0 | 120.0 | 117.0 |
| 4 | 212.0 | 208.0 | 204.0 | 200.0 | 196.0 | 192.0 | 188.0 | 184.0 | 180.0 | 176.0 | 172.0 | 168.0 | 164.0 | 160.0 | 156.0 |
| 5 | 265.0 | 260.0 | 255.0 | 250.0 | 245.0 | 240.0 | 235.0 | 230.0 | 225.0 | 220.0 | 215.0 | 210.0 | 205.0 | 200.0 | 195.0 |
| 6 | 318.0 | 312.0 | 306.0 | 300.0 | 294.0 | 288.0 | 282.0 | 276.0 | 270.0 | 264.0 | 258.0 | 252.0 | 246.0 | 240.0 | 234.0 |
| 7 | 371.0 | 364.0 | 357.0 | 350.0 | 343.0 | 336.0 | 329.0 | 322.0 | 315.0 | 308.0 | 301.0 | 294.0 | 287.0 | 280.0 | 273.0 |
| 8 | 424.0 | 416.0 | 408.0 | 400.0 | 392.0 | 384.0 | 376.0 | 368.0 | 360.0 | 352.0 | 344.0 | 336.0 | 328.0 | 320.0 | 312.0 |
| 9 | 477.0 | 468.0 | 459.0 | 450.0 | 441.0 | 432.0 | 423.0 | 414.0 | 405.0 | 396.0 | 387.0 | 378.0 | 369.0 | 360.0 | 351.0 |

$$\log^* m = \log 2R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| <i>t</i> | 0 ^m | 1 ^m | 2 ^m | 3 ^m | 4 ^m | 5 ^m | | | | | | |
|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
| 30 ^r | 9.69097 | 2848 | 0.64521 | 960 | 1.08891 | 577 | 1.38116 | 413 | 1.59945 | 321 | 1.77373 | 263 |
| 31 | 9.71945 | 2758 | 0.65481 | 950 | 1.09468 | 574 | 1.38529 | 411 | 1.60266 | 320 | 1.77636 | 262 |
| 32 | 9.74703 | 2673 | 0.66431 | 939 | 1.10042 | 569 | 1.38940 | 408 | 1.60586 | 318 | 1.77898 | 262 |
| 33 | 9.77376 | 2592 | 0.67370 | 929 | 1.10611 | 566 | 1.39348 | 407 | 1.60904 | 318 | 1.78160 | 260 |
| 34 | 9.79968 | 2518 | 0.68299 | 919 | 1.11177 | 562 | 1.39755 | 405 | 1.61222 | 316 | 1.78420 | 260 |
| 35 | 9.82486 | 2447 | 0.69218 | 909 | 1.11739 | 559 | 1.40160 | 403 | 1.61538 | 316 | 1.78680 | 258 |
| 36 | 9.84933 | 2380 | 0.70127 | 900 | 1.12298 | 555 | 1.40563 | 401 | 1.61854 | 314 | 1.78938 | 259 |
| 37 | 9.87313 | 2316 | 0.71027 | 891 | 1.12853 | 551 | 1.40964 | 400 | 1.62168 | 313 | 1.79197 | 257 |
| 38 | 9.89629 | 2257 | 0.71918 | 882 | 1.13404 | 548 | 1.41364 | 397 | 1.62481 | 312 | 1.79454 | 256 |
| 39 | 9.91886 | 2199 | 0.72800 | 873 | 1.13952 | 545 | 1.41761 | 396 | 1.62793 | 310 | 1.79710 | 256 |
| 40 | 9.94085 | 2144 | 0.73673 | 864 | 1.14497 | 541 | 1.42157 | 394 | 1.63103 | 310 | 1.79966 | 255 |
| 41 | 9.96229 | 2094 | 0.74537 | 856 | 1.15038 | 538 | 1.42551 | 392 | 1.63413 | 309 | 1.80221 | 255 |
| 42 | 9.98323 | 2043 | 0.75393 | 847 | 1.15576 | 534 | 1.42943 | 390 | 1.63722 | 307 | 1.80476 | 253 |
| 43 | 0.00366 | 1997 | 0.76240 | 840 | 1.16110 | 531 | 1.43333 | 389 | 1.64029 | 306 | 1.80729 | 253 |
| 44 | 0.02363 | 1952 | 0.77080 | 831 | 1.16641 | 528 | 1.43722 | 387 | 1.64335 | 306 | 1.80982 | 252 |
| 45 | 0.04315 | 1909 | 0.77911 | 823 | 1.17169 | 525 | 1.44109 | 385 | 1.64641 | 304 | 1.81234 | 252 |
| 46 | 0.06224 | 1868 | 0.78734 | 816 | 1.17694 | 522 | 1.44494 | 383 | 1.64945 | 303 | 1.81486 | 250 |
| 47 | 0.08092 | 1829 | 0.79550 | 808 | 1.18216 | 519 | 1.44877 | 382 | 1.65248 | 302 | 1.81736 | 250 |
| 48 | 0.09921 | 1791 | 0.80358 | 800 | 1.18735 | 515 | 1.45259 | 380 | 1.65550 | 301 | 1.81986 | 250 |
| 49 | 0.11712 | 1755 | 0.81158 | 794 | 1.19250 | 512 | 1.45639 | 379 | 1.65851 | 300 | 1.82236 | 248 |
| 50 | 0.13467 | 1720 | 0.81952 | 786 | 1.19762 | 509 | 1.46018 | 377 | 1.66151 | 299 | 1.82484 | 248 |
| 51 | 0.15187 | 1686 | 0.82738 | 779 | 1.20271 | 507 | 1.46395 | 375 | 1.66450 | 298 | 1.82732 | 247 |
| 52 | 0.16873 | 1655 | 0.83517 | 771 | 1.20778 | 503 | 1.46770 | 373 | 1.66748 | 297 | 1.82979 | 246 |
| 53 | 0.18528 | 1623 | 0.84288 | 765 | 1.21281 | 501 | 1.47143 | 372 | 1.67045 | 296 | 1.83225 | 245 |
| 54 | 0.20151 | 1594 | 0.85053 | 759 | 1.21782 | 498 | 1.47515 | 371 | 1.67341 | 295 | 1.83471 | 245 |
| 55 | 0.21745 | 1565 | 0.85812 | 752 | 1.22280 | 495 | 1.47886 | 369 | 1.67636 | 294 | 1.83716 | 244 |
| 56 | 0.23310 | 1538 | 0.86564 | 746 | 1.22775 | 492 | 1.48255 | 367 | 1.67930 | 293 | 1.83960 | 244 |
| 57 | 0.24848 | 1510 | 0.87310 | 739 | 1.23267 | 489 | 1.48622 | 366 | 1.68223 | 292 | 1.84204 | 243 |
| 58 | 0.26358 | 1485 | 0.88049 | 733 | 1.23756 | 487 | 1.48988 | 364 | 1.68515 | 291 | 1.84447 | 243 |
| 59 | 0.27843 | 1460 | 0.88782 | 727 | 1.24243 | 484 | 1.49352 | 362 | 1.68806 | 290 | 1.84690 | 241 |
| 60 | 0.29303 | | 0.89509 | | 1.24727 | | 1.49714 | | 1.69096 | | 1.84931 | |

$$\log n = \log 2R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--------|--------|
| 30 ^r | | | | | | | | | | 7.5834 | 7.9320 |
| 40 | | | | | | | | | | | |
| 50 | | | | | | | | | | | |
| 60 | | | | | | | | | | 7.7664 | 8.0832 |

Proportionaltheile

| | 380 | 370 | 360 | 350 | 340 | 330 | 320 | 310 | 300 | 290 | 280 | 270 | 260 | 250 | 240 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 38.0 | 37.0 | 36.0 | 35.0 | 34.0 | 33.0 | 32.0 | 31.0 | 30.0 | 29.0 | 28.0 | 27.0 | 26.0 | 25.0 | 24.0 |
| 2 | 76.0 | 74.0 | 72.0 | 70.0 | 68.0 | 66.0 | 64.0 | 62.0 | 60.0 | 58.0 | 56.0 | 54.0 | 52.0 | 50.0 | 48.0 |
| 3 | 114.0 | 111.0 | 108.0 | 105.0 | 102.0 | 99.0 | 96.0 | 93.0 | 90.0 | 87.0 | 84.0 | 81.0 | 78.0 | 75.0 | 72.0 |
| 4 | 152.0 | 148.0 | 144.0 | 140.0 | 136.0 | 132.0 | 128.0 | 124.0 | 120.0 | 116.0 | 112.0 | 108.0 | 104.0 | 100.0 | 96.0 |
| 5 | 190.0 | 185.0 | 180.0 | 175.0 | 170.0 | 165.0 | 160.0 | 155.0 | 150.0 | 145.0 | 140.0 | 135.0 | 130.0 | 125.0 | 120.0 |
| 6 | 228.0 | 222.0 | 216.0 | 210.0 | 204.0 | 198.0 | 192.0 | 186.0 | 180.0 | 174.0 | 168.0 | 162.0 | 156.0 | 150.0 | 144.0 |
| 7 | 266.0 | 259.0 | 252.0 | 245.0 | 238.0 | 231.0 | 224.0 | 217.0 | 210.0 | 203.0 | 196.0 | 189.0 | 182.0 | 175.0 | 168.0 |
| 8 | 304.0 | 296.0 | 288.0 | 280.0 | 272.0 | 264.0 | 256.0 | 248.0 | 240.0 | 232.0 | 224.0 | 216.0 | 208.0 | 200.0 | 192.0 |
| 9 | 342.0 | 333.0 | 324.0 | 315.0 | 306.0 | 297.0 | 288.0 | 279.0 | 270.0 | 261.0 | 252.0 | 243.0 | 234.0 | 225.0 | 236.0 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 6^m | | 7^m | | 8^m | | 9^m | | 10^m | | 11^m | |
|----------------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
| 0 ^r | 1.84931 | 241 | 1.98320 | 206 | 2.09917 | 181 | 2.20146 | 161 | 2.29296 | 145 | 2.37574 | 131 |
| 1 | 1.85172 | 240 | 1.98526 | 206 | 2.10098 | 180 | 2.20307 | 160 | 2.29441 | 145 | 2.37705 | 131 |
| 2 | 1.85412 | 239 | 1.98732 | 205 | 2.10278 | 180 | 2.20467 | 160 | 2.29586 | 144 | 2.37836 | 131 |
| 3 | 1.85651 | 239 | 1.98937 | 205 | 2.10458 | 179 | 2.20627 | 160 | 2.29730 | 144 | 2.37967 | 131 |
| 4 | 1.85890 | 239 | 1.99142 | 205 | 2.10637 | 180 | 2.20787 | 159 | 2.29874 | 143 | 2.38098 | 131 |
| 5 | 1.86129 | 237 | 1.99347 | 204 | 2.10817 | 178 | 2.20946 | 160 | 2.30017 | 144 | 2.38229 | 131 |
| 6 | 1.86366 | 237 | 1.99551 | 204 | 2.10995 | 179 | 2.21106 | 158 | 2.30161 | 143 | 2.38360 | 130 |
| 7 | 1.86603 | 237 | 1.99755 | 203 | 2.11174 | 178 | 2.21264 | 159 | 2.30304 | 143 | 2.38490 | 129 |
| 8 | 1.86840 | 235 | 1.99958 | 203 | 2.11352 | 178 | 2.21423 | 158 | 2.30447 | 143 | 2.38619 | 129 |
| 9 | 1.87075 | 235 | 2.00161 | 202 | 2.11530 | 177 | 2.21581 | 158 | 2.30590 | 142 | 2.38749 | 130 |
| 10 | 1.87310 | 235 | 2.00363 | 202 | 2.11707 | 177 | 2.21739 | 158 | 2.30732 | 142 | 2.38879 | 130 |
| 11 | 1.87545 | 234 | 2.00565 | 201 | 2.11884 | 177 | 2.21897 | 158 | 2.30874 | 142 | 2.39009 | 129 |
| 12 | 1.87779 | 233 | 2.00766 | 201 | 2.12061 | 176 | 2.22055 | 157 | 2.31016 | 142 | 2.39138 | 129 |
| 13 | 1.88012 | 232 | 2.00967 | 200 | 2.12237 | 176 | 2.22212 | 157 | 2.31158 | 142 | 2.39267 | 129 |
| 14 | 1.88244 | 232 | 2.01167 | 200 | 2.12413 | 176 | 2.22369 | 156 | 2.31300 | 141 | 2.39396 | 129 |
| 15 | 1.88476 | 232 | 2.01367 | 199 | 2.12589 | 175 | 2.22525 | 157 | 2.31441 | 141 | 2.39525 | 129 |
| 16 | 1.88708 | 230 | 2.01566 | 199 | 2.12764 | 175 | 2.22682 | 156 | 2.31582 | 141 | 2.39654 | 128 |
| 17 | 1.88938 | 230 | 2.01765 | 199 | 2.12939 | 175 | 2.22838 | 156 | 2.31723 | 141 | 2.39782 | 128 |
| 18 | 1.89168 | 230 | 2.01964 | 198 | 2.13114 | 174 | 2.22994 | 155 | 2.31864 | 140 | 2.39910 | 128 |
| 19 | 1.89398 | 229 | 2.02162 | 198 | 2.13288 | 174 | 2.23149 | 155 | 2.32004 | 140 | 2.40038 | 128 |
| 20 | 1.89627 | 228 | 2.02360 | 197 | 2.13462 | 173 | 2.23304 | 155 | 2.32144 | 140 | 2.40166 | 128 |
| 21 | 1.89855 | 228 | 2.02557 | 196 | 2.13635 | 174 | 2.23459 | 155 | 2.32284 | 140 | 2.40294 | 127 |
| 22 | 1.90083 | 227 | 2.02753 | 197 | 2.13809 | 173 | 2.23614 | 154 | 2.32424 | 139 | 2.40421 | 127 |
| 23 | 1.90310 | 226 | 2.02950 | 196 | 2.13982 | 172 | 2.23768 | 154 | 2.32563 | 140 | 2.40548 | 127 |
| 24 | 1.90536 | 226 | 2.03146 | 195 | 2.14154 | 172 | 2.23922 | 154 | 2.32703 | 139 | 2.40675 | 127 |
| 25 | 1.90762 | 225 | 2.03341 | 195 | 2.14326 | 172 | 2.24076 | 154 | 2.32842 | 138 | 2.40802 | 127 |
| 26 | 1.90987 | 225 | 2.03536 | 194 | 2.14498 | 172 | 2.24230 | 153 | 2.32980 | 139 | 2.40929 | 126 |
| 27 | 1.91212 | 224 | 2.03730 | 194 | 2.14670 | 171 | 2.24383 | 153 | 2.33119 | 139 | 2.41055 | 126 |
| 28 | 1.91436 | 224 | 2.03924 | 194 | 2.14841 | 170 | 2.24536 | 153 | 2.33258 | 138 | 2.41181 | 126 |
| 29 | 1.91660 | 223 | 2.04118 | 193 | 2.15011 | 171 | 2.24689 | 153 | 2.33396 | 138 | 2.41307 | 127 |
| 30 | 1.91883 | 223 | 2.04311 | 193 | 2.15182 | 171 | 2.24842 | 153 | 2.33534 | 138 | 2.41434 | 127 |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| 0^r | 8.0832 | 8.3509 | 8.5829 | 8.7875 | 8.9705 | 9.1360 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10 | | | | | 8.9991 | 9.1621 |
| 20 | | | | | 8.0274 | 9.1879 |
| 30 | 8.2222 | 8.4708 | 8.6882 | 8.9814 | 9.0552 | 9.2132 |

Proportionaltheile

| | 240 | 235 | 230 | 225 | 220 | 215 | 210 | 205 | 200 | 195 | 190 | 185 | 180 | 175 | 170 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 24.0 | 23.5 | 23.0 | 22.5 | 22.0 | 21.5 | 21.0 | 20.5 | 20.0 | 19.5 | 19.0 | 18.5 | 18.0 | 17.5 | 17.0 |
| 2 | 48.0 | 47.0 | 46.0 | 45.0 | 44.0 | 43.0 | 42.0 | 41.0 | 40.0 | 39.0 | 38.0 | 37.0 | 36.0 | 35.0 | 34.0 |
| 3 | 72.0 | 70.5 | 69.0 | 67.5 | 66.0 | 64.5 | 63.0 | 61.5 | 60.0 | 58.5 | 57.0 | 55.5 | 54.0 | 52.5 | 51.0 |
| 4 | 96.0 | 94.0 | 92.0 | 90.0 | 88.0 | 86.0 | 84.0 | 82.0 | 80.0 | 78.0 | 76.0 | 74.0 | 72.0 | 70.0 | 68.0 |
| 5 | 120.0 | 117.5 | 115.0 | 112.5 | 110.0 | 107.5 | 105.0 | 102.5 | 100.0 | 97.5 | 95.0 | 92.5 | 90.0 | 87.5 | 85.0 |
| 6 | 144.0 | 141.0 | 138.0 | 135.0 | 132.0 | 129.0 | 126.0 | 123.0 | 120.0 | 117.0 | 114.0 | 111.0 | 108.0 | 105.0 | 102.0 |
| 7 | 168.0 | 164.5 | 161.0 | 157.5 | 154.0 | 150.5 | 147.0 | 143.5 | 140.0 | 136.5 | 133.0 | 129.5 | 126.0 | 122.5 | 119.0 |
| 8 | 192.0 | 188.0 | 184.0 | 180.0 | 176.0 | 172.0 | 168.0 | 164.0 | 160.0 | 156.0 | 152.0 | 148.0 | 144.0 | 140.0 | 136.0 |
| 9 | 216.0 | 211.5 | 207.0 | 202.5 | 198.0 | 193.5 | 189.0 | 184.5 | 180.0 | 175.5 | 171.0 | 166.5 | 162.0 | 157.5 | 153.0 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 6^m | | 7^m | | 8^m | | 9^m | | 10^m | | 11^m | |
|-----------------|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|---------|-----|
| 30 ^a | 1.91883 | 222 | 2.04311 | 193 | 2.15182 | 170 | 2.24842 | 152 | 2.33534 | 137 | 2.41434 | 126 |
| 31 | 1.92105 | 222 | 2.04504 | 193 | 2.15352 | 170 | 2.24994 | 152 | 2.33671 | 138 | 2.41560 | 125 |
| 32 | 1.92327 | 221 | 2.04697 | 191 | 2.15522 | 169 | 2.25146 | 151 | 2.33809 | 137 | 2.41685 | 126 |
| 33 | 1.92548 | 221 | 2.04888 | 192 | 2.15691 | 169 | 2.25297 | 152 | 2.33946 | 137 | 2.41811 | 125 |
| 34 | 1.92769 | 221 | 2.05080 | 191 | 2.15860 | 169 | 2.25449 | 151 | 2.34083 | 137 | 2.41936 | 125 |
| 35 | 1.92990 | 219 | 2.05271 | 191 | 2.16029 | 169 | 2.25600 | 151 | 2.34220 | 137 | 2.42061 | 125 |
| 36 | 1.93209 | 219 | 2.05462 | 190 | 2.16198 | 168 | 3.25751 | 151 | 2.34357 | 136 | 2.42186 | 124 |
| 37 | 1.93428 | 218 | 2.05652 | 190 | 2.16366 | 168 | 2.25902 | 150 | 2.34493 | 137 | 2.42310 | 125 |
| 38 | 1.93646 | 218 | 2.05842 | 189 | 2.16534 | 167 | 2.26052 | 150 | 2.34630 | 136 | 2.42435 | 124 |
| 39 | 1.93864 | 218 | 2.06031 | 189 | 2.16701 | 167 | 2.26202 | 150 | 2.34766 | 135 | 2.42559 | 124 |
| 40 | 1.94082 | 217 | 2.06220 | 189 | 2.16868 | 167 | 2.26352 | 149 | 2.34901 | 136 | 2.42683 | 124 |
| 41 | 1.94299 | 216 | 2.06409 | 188 | 2.17035 | 167 | 2.26501 | 150 | 2.35037 | 135 | 2.42807 | 124 |
| 42 | 1.94515 | 216 | 2.06597 | 188 | 2.17202 | 166 | 2.26651 | 149 | 2.35172 | 135 | 2.42931 | 124 |
| 43 | 1.94731 | 215 | 2.06785 | 187 | 2.17368 | 166 | 2.26800 | 149 | 2.35307 | 135 | 2.43055 | 123 |
| 44 | 1.94946 | 215 | 2.06972 | 187 | 2.17534 | 166 | 2.26949 | 148 | 2.35442 | 135 | 2.43178 | 124 |
| 45 | 1.95161 | 214 | 2.07159 | 187 | 2.17700 | 165 | 2.27097 | 149 | 2.35577 | 135 | 2.43302 | 123 |
| 46 | 1.95375 | 214 | 2.07346 | 186 | 2.17865 | 165 | 2.27246 | 148 | 2.35712 | 134 | 2.43425 | 123 |
| 47 | 1.95589 | 213 | 2.07532 | 186 | 2.18030 | 164 | 2.27394 | 148 | 2.35846 | 134 | 2.43548 | 122 |
| 48 | 1.95802 | 212 | 2.07718 | 185 | 2.18194 | 165 | 2.27542 | 147 | 2.35980 | 134 | 2.43670 | 123 |
| 49 | 1.96014 | 212 | 2.07903 | 185 | 2.18359 | 164 | 2.27689 | 147 | 2.36114 | 134 | 2.43793 | 122 |
| 50 | 1.96226 | 212 | 2.08088 | 185 | 2.18523 | 164 | 2.27836 | 148 | 2.36248 | 133 | 2.43915 | 122 |
| 51 | 1.96438 | 211 | 2.08273 | 184 | 2.18687 | 163 | 2.27984 | 146 | 2.36381 | 134 | 2.44037 | 122 |
| 52 | 1.96649 | 211 | 2.08457 | 184 | 2.18850 | 163 | 2.28130 | 147 | 2.36515 | 133 | 2.44159 | 122 |
| 53 | 1.96860 | 210 | 2.08641 | 183 | 2.19013 | 163 | 2.28277 | 146 | 2.36648 | 133 | 2.44281 | 122 |
| 54 | 1.97070 | 209 | 2.08824 | 183 | 2.19176 | 162 | 2.28423 | 146 | 2.36781 | 132 | 2.44403 | 122 |
| 55 | 1.97279 | 209 | 2.09007 | 183 | 2.19338 | 162 | 2.28569 | 146 | 2.36913 | 133 | 2.44525 | 121 |
| 56 | 1.97488 | 209 | 2.09190 | 182 | 2.19500 | 162 | 2.28715 | 146 | 2.37046 | 132 | 2.44646 | 121 |
| 57 | 1.97697 | 208 | 2.09372 | 182 | 2.19662 | 162 | 2.28861 | 145 | 2.37178 | 132 | 2.44767 | 121 |
| 58 | 1.97905 | 207 | 2.09554 | 181 | 2.19824 | 161 | 2.29006 | 145 | 2.37310 | 132 | 2.44888 | 121 |
| 59 | 1.98112 | 208 | 2.09735 | 182 | 2.19985 | 161 | 2.29151 | 145 | 2.37442 | 132 | 2.45009 | 121 |
| 60 | 1.98320 | | 2.09917 | | 2.20146 | | 2.29296 | | 2.37574 | | 2.45130 | |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 506264.8$$

| | | | | | | | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|--------|-----|
| 30 ^a | 8.2222 | 8.4708 | 8.6882 | 8.8814 | 9.0552 | 273 | 9.2132 | 249 |
| 40 | | | | | 9.0825 | 270 | 9.2381 | 247 |
| 50 | | | | | 9.1095 | 265 | 9.2628 | 243 |
| 60 | 8.3509 | 8.5829 | 8.7875 | 8.9705 | 9.1360 | | 9.2871 | |

Proportionaltheile

| | 170 | 166 | 162 | 158 | 154 | 150 | 146 | 142 | 138 | 134 | 130 | 126 | 122 | 118 | 114 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 17.0 | 16.6 | 16.2 | 15.8 | 15.4 | 15.0 | 14.6 | 14.2 | 13.8 | 13.4 | 13.0 | 12.6 | 12.2 | 11.8 | 11.4 |
| 2 | 34.0 | 33.2 | 32.4 | 31.6 | 30.8 | 30.0 | 29.2 | 28.4 | 27.6 | 26.8 | 26.0 | 25.2 | 24.4 | 23.6 | 22.8 |
| 3 | 51.0 | 49.8 | 48.6 | 47.4 | 46.2 | 45.0 | 43.8 | 42.6 | 41.4 | 40.2 | 39.0 | 37.8 | 36.6 | 35.4 | 34.2 |
| 4 | 68.0 | 66.4 | 64.8 | 63.2 | 61.6 | 60.0 | 58.4 | 56.8 | 55.2 | 53.6 | 52.0 | 50.4 | 48.8 | 47.2 | 45.6 |
| 5 | 85.0 | 83.0 | 81.0 | 79.0 | 77.0 | 75.0 | 73.0 | 71.0 | 69.0 | 67.0 | 65.0 | 63.0 | 61.0 | 59.0 | 57.0 |
| 6 | 102.0 | 99.6 | 97.2 | 94.8 | 92.4 | 90.0 | 87.6 | 85.2 | 82.8 | 80.4 | 78.0 | 75.6 | 73.2 | 70.8 | 68.4 |
| 7 | 119.0 | 116.2 | 113.4 | 110.6 | 107.8 | 105.0 | 102.2 | 99.4 | 96.6 | 93.8 | 91.0 | 88.2 | 85.4 | 82.6 | 79.8 |
| 8 | 136.0 | 132.8 | 129.6 | 126.4 | 123.2 | 120.0 | 116.8 | 113.6 | 110.4 | 107.2 | 104.0 | 100.8 | 97.6 | 94.4 | 91.2 |
| 9 | 153.0 | 149.4 | 145.8 | 142.2 | 138.6 | 135.0 | 131.4 | 127.8 | 124.2 | 120.6 | 117.0 | 113.4 | 109.8 | 106.2 | 102.6 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| <i>t</i> | 12 ^m | 13 ^m | 14 ^m | 15 ^m | 16 ^m | 17 ^m |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0 ^r | 2.45130 | 2.52081 | 2.58516 | 2.64506 | 2.70109 | 2.75373 |
| 1 | 2.45250 | 2.52192 | 2.58619 | 2.64603 | 2.70200 | 2.75458 |
| 2 | 2.45371 | 2.52303 | 2.58722 | 2.64699 | 2.70291 | 2.75543 |
| 3 | 2.45491 | 2.52414 | 2.58825 | 2.64795 | 2.70381 | 2.75628 |
| 4 | 2.45611 | 2.52525 | 2.58928 | 2.64891 | 2.70471 | 2.75713 |
| 5 | 2.45731 | 2.52635 | 2.59031 | 2.64987 | 2.70561 | 2.75798 |
| 6 | 2.45850 | 2.52746 | 2.59134 | 2.65083 | 2.70651 | 2.75883 |
| 7 | 2.45970 | 2.52856 | 2.59236 | 2.65179 | 2.70741 | 2.75967 |
| 8 | 2.46089 | 2.52967 | 2.59339 | 2.65274 | 2.70830 | 2.76052 |
| 9 | 2.46209 | 2.53077 | 2.59441 | 2.65370 | 2.70920 | 2.76136 |
| 10 | 2.46328 | 2.53187 | 2.59543 | 2.65466 | 2.71010 | 2.76220 |
| 11 | 2.46446 | 2.53297 | 2.59645 | 2.65561 | 2.71099 | 2.76304 |
| 12 | 2.46565 | 2.53406 | 2.59747 | 2.65656 | 2.71188 | 2.76388 |
| 13 | 2.46684 | 2.53516 | 2.59849 | 2.65751 | 2.71278 | 2.76472 |
| 14 | 2.46802 | 2.53625 | 2.59951 | 2.65846 | 2.71367 | 2.76556 |
| 15 | 2.46920 | 2.53735 | 2.60052 | 2.65941 | 2.71456 | 2.76640 |
| 16 | 2.47038 | 2.53844 | 2.60154 | 2.66036 | 2.71545 | 2.76724 |
| 17 | 2.47156 | 2.53953 | 2.60255 | 2.66131 | 2.71634 | 2.76808 |
| 18 | 2.47274 | 2.54062 | 2.60357 | 2.66225 | 2.71723 | 2.76892 |
| 19 | 2.47392 | 2.54170 | 2.60458 | 2.66320 | 2.71811 | 2.76976 |
| 20 | 2.47509 | 2.54279 | 2.60559 | 2.66414 | 2.71900 | 2.77059 |
| 21 | 2.47626 | 2.54387 | 2.60660 | 2.66509 | 2.71989 | 2.77143 |
| 22 | 2.47743 | 2.54496 | 2.60760 | 2.66603 | 2.72077 | 2.77226 |
| 23 | 2.47860 | 2.54604 | 2.60861 | 2.66697 | 2.72165 | 2.77309 |
| 24 | 2.47977 | 2.54712 | 2.60961 | 2.66791 | 2.72254 | 2.77392 |
| 25 | 2.48094 | 2.54820 | 2.61062 | 2.66885 | 2.72342 | 2.77476 |
| 26 | 2.48210 | 2.54928 | 2.61162 | 2.66979 | 2.72430 | 2.77559 |
| 27 | 2.48327 | 2.55035 | 2.61263 | 2.67073 | 2.72518 | 2.77642 |
| 28 | 2.48443 | 2.55143 | 2.61363 | 2.67166 | 2.72606 | 2.77724 |
| 29 | 2.48559 | 2.55250 | 2.61463 | 2.67260 | 2.72694 | 2.77807 |
| 30 | 2.48675 | 2.55358 | 2.61563 | 2.67353 | 2.72781 | 2.77890 |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 0 ^r | 9.2871 | 9.4261 | 9.5549 | 9.6747 | 9.7867 | 9.8920 |
| 10 | 9.3111 | 9.4482 | 9.5754 | 9.6938 | 9.8047 | 9.9089 |
| 20 | 9.3348 | 9.4700 | 9.5957 | 9.7128 | 9.8226 | 9.9257 |
| 30 | 9.3580 | 9.4917 | 9.6158 | 9.7316 | 9.8402 | 9.9423 |

Proportionaltheile

| | 122 | 120 | 118 | 116 | 114 | 112 | 110 | 108 | 106 | 104 | 102 | 100 | 98 | 96 | 94 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 12.2 | 12.0 | 11.8 | 11.6 | 11.4 | 11.2 | 11.0 | 10.8 | 10.6 | 10.4 | 10.2 | 10.0 | 9.8 | 9.6 | 9.4 |
| 2 | 24.4 | 24.0 | 23.6 | 23.2 | 22.8 | 22.4 | 22.0 | 21.6 | 21.2 | 20.8 | 20.4 | 20.0 | 19.6 | 19.2 | 18.8 |
| 3 | 36.6 | 36.0 | 35.4 | 34.8 | 34.2 | 33.6 | 33.0 | 32.4 | 31.8 | 31.2 | 30.6 | 30.0 | 29.4 | 28.8 | 28.2 |
| 4 | 48.8 | 48.0 | 47.2 | 46.4 | 45.6 | 44.8 | 44.0 | 43.2 | 42.4 | 41.6 | 40.8 | 40.0 | 39.2 | 38.4 | 37.6 |
| 5 | 61.0 | 60.0 | 59.0 | 58.0 | 57.0 | 56.0 | 55.0 | 54.0 | 53.0 | 52.0 | 51.0 | 50.0 | 49.0 | 48.0 | 47.0 |
| 6 | 73.2 | 72.0 | 70.8 | 69.6 | 68.4 | 67.2 | 66.0 | 64.8 | 63.6 | 62.4 | 61.2 | 60.0 | 58.8 | 57.6 | 56.4 |
| 7 | 85.4 | 84.0 | 82.6 | 81.2 | 79.8 | 78.4 | 77.0 | 75.6 | 74.2 | 72.8 | 71.4 | 70.0 | 68.6 | 67.2 | 65.8 |
| 8 | 97.6 | 96.0 | 94.4 | 92.8 | 91.2 | 89.6 | 88.0 | 86.4 | 84.8 | 83.2 | 81.6 | 80.0 | 78.4 | 76.8 | 75.2 |
| 9 | 109.8 | 108.0 | 106.2 | 104.4 | 102.6 | 100.8 | 99.0 | 97.2 | 95.4 | 93.6 | 91.8 | 90.0 | 88.2 | 86.4 | 84.6 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 12 ^m | 13 ^m | 14 ^m | 15 ^m | 16 ^m | 17 ^m | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|----|---------|----|---------|----|
| 30 ^a | 2-48675 | 115 | 2-55358 | 107 | 2-61563 | 99 | 2-67353 | 93 | 2-72781 | 88 | 2-77890 | 83 |
| 31 | 2-48790 | 116 | 2-55465 | 107 | 2-61662 | 100 | 2-67446 | 93 | 2-72869 | 88 | 2-77973 | 83 |
| 32 | 2-48906 | 115 | 2-55572 | 107 | 2-61762 | 99 | 2-67539 | 94 | 2-72957 | 87 | 2-78056 | 82 |
| 33 | 2-49021 | 115 | 2-55679 | 106 | 2-61861 | 100 | 2-67633 | 93 | 2-73044 | 88 | 2-78138 | 82 |
| 34 | 2-49136 | 115 | 2-55785 | 107 | 2-61961 | 99 | 2-67726 | 92 | 2-73132 | 87 | 2-78220 | 82 |
| 35 | 2-49251 | 115 | 2-55892 | 107 | 2-62060 | 99 | 2-67818 | 93 | 2-73219 | 87 | 2-78302 | 83 |
| 36 | 2-49366 | 115 | 2-55999 | 106 | 2-62159 | 99 | 2-67911 | 93 | 2-73306 | 87 | 2-78385 | 82 |
| 37 | 2-49481 | 115 | 2-56105 | 106 | 2-62258 | 99 | 2-68004 | 93 | 2-73393 | 87 | 2-78467 | 82 |
| 38 | 2-49596 | 115 | 2-56211 | 106 | 2-62357 | 99 | 2-68097 | 92 | 2-73480 | 87 | 2-78549 | 82 |
| 39 | 2-49711 | 114 | 2-56317 | 106 | 2-62456 | 99 | 2-68189 | 92 | 2-73567 | 87 | 2-78631 | 82 |
| 40 | 2-49825 | 114 | 2-56423 | 106 | 2-62555 | 99 | 2-68281 | 93 | 2-73654 | 87 | 2-78713 | 82 |
| 41 | 2-49939 | 114 | 2-56529 | 106 | 2-62654 | 98 | 2-68374 | 92 | 2-73741 | 86 | 2-78795 | 82 |
| 42 | 2-50053 | 114 | 2-56635 | 105 | 2-62752 | 98 | 2-68466 | 92 | 2-73827 | 87 | 2-78877 | 81 |
| 43 | 2-50167 | 114 | 2-56740 | 106 | 2-62850 | 99 | 2-68558 | 92 | 2-73914 | 87 | 2-78958 | 82 |
| 44 | 2-50281 | 113 | 2-56846 | 105 | 2-62949 | 98 | 2-68650 | 92 | 2-74001 | 86 | 2-79040 | 81 |
| 45 | 2-50394 | 114 | 2-56951 | 105 | 2-63047 | 98 | 2-68742 | 92 | 2-74087 | 86 | 2-79121 | 82 |
| 46 | 2-50508 | 113 | 2-57056 | 105 | 2-63145 | 98 | 2-68834 | 92 | 2-74173 | 86 | 2-79203 | 81 |
| 47 | 2-50621 | 113 | 2-57161 | 105 | 2-63243 | 98 | 2-68926 | 91 | 2-74259 | 87 | 2-79284 | 82 |
| 48 | 2-50734 | 113 | 2-57266 | 105 | 2-63341 | 97 | 2-69017 | 92 | 2-74346 | 86 | 2-79366 | 81 |
| 49 | 2-50847 | 113 | 2-57371 | 105 | 2-63438 | 98 | 2-69109 | 92 | 2-74432 | 86 | 2-79447 | 81 |
| 50 | 2-50960 | 113 | 2-57476 | 104 | 2-63536 | 98 | 2-69201 | 91 | 2-74518 | 86 | 2-79528 | 81 |
| 51 | 2-51073 | 112 | 2-57580 | 105 | 2-63634 | 97 | 2-69292 | 91 | 2-74604 | 86 | 2-79609 | 81 |
| 52 | 2-51185 | 113 | 2-57685 | 104 | 2-63731 | 97 | 2-69383 | 91 | 2-74690 | 85 | 2-79690 | 81 |
| 53 | 2-51298 | 112 | 2-57789 | 104 | 2-63828 | 97 | 2-69474 | 91 | 2-74775 | 86 | 2-79771 | 81 |
| 54 | 2-51410 | 112 | 2-57893 | 104 | 2-63925 | 97 | 2-69565 | 91 | 2-74861 | 86 | 2-79852 | 81 |
| 55 | 2-51522 | 112 | 2-57997 | 104 | 2-64022 | 97 | 2-69656 | 91 | 2-74947 | 85 | 2-79933 | 81 |
| 56 | 2-51634 | 112 | 2-58101 | 104 | 2-64119 | 97 | 2-69747 | 91 | 2-75032 | 86 | 2-80014 | 80 |
| 57 | 2-51746 | 112 | 2-58205 | 104 | 2-64216 | 97 | 2-69838 | 91 | 2-75118 | 85 | 2-80094 | 81 |
| 58 | 2-51858 | 111 | 2-58309 | 103 | 2-64313 | 97 | 2-69929 | 90 | 2-75203 | 85 | 2-80175 | 80 |
| 59 | 2-51969 | 112 | 2-58412 | 104 | 2-64410 | 96 | 2-70019 | 90 | 2-75288 | 85 | 2-80255 | 81 |
| 60 | 2-52081 | | 2-58516 | | 2-64506 | | 2-70109 | | 2-75373 | | 2-80336 | |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | 94 | 93 | 92 | 91 | 90 | 89 | 88 | 87 | 86 | 85 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 |
|-----------------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|----|----|----|
| 30 ^a | 9-3580 | 230 | 9-4917 | 213 | 9-6158 | 198 | 9-7316 | 186 | 9-8402 | 174 | 9-9423 | 164 | | | |
| 40 | 9-3810 | 228 | 9-5130 | 211 | 9-6356 | 197 | 9-7502 | 184 | 9-8576 | 173 | 9-9587 | 164 | | | |
| 50 | 9-4038 | 223 | 9-5341 | 208 | 9-6553 | 194 | 9-7686 | 181 | 9-8749 | 171 | 9-9751 | 162 | | | |
| 60 | 9-4261 | | 9-5549 | | 9-6747 | | 9-7867 | | 9-8920 | | 9-9913 | | | | |

Proportionaltheile

| | 94 | 93 | 92 | 91 | 90 | 89 | 88 | 87 | 86 | 85 | 84 | 83 | 82 | 81 | 80 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 9-4 | 9-3 | 9-2 | 9-1 | 9-0 | 8-9 | 8-8 | 8-7 | 8-6 | 8-5 | 8-4 | 8-3 | 8-2 | 8-1 | 8-0 |
| 2 | 18-8 | 18-6 | 18-4 | 18-2 | 18-0 | 17-8 | 17-6 | 17-4 | 17-2 | 17-0 | 16-8 | 16-6 | 16-4 | 16-2 | 16-0 |
| 3 | 28-2 | 27-9 | 27-6 | 27-3 | 27-0 | 26-7 | 26-4 | 26-1 | 25-8 | 25-5 | 25-2 | 24-9 | 24-6 | 24-3 | 24-0 |
| 4 | 37-6 | 37-2 | 36-8 | 36-4 | 36-0 | 35-6 | 35-2 | 34-8 | 34-4 | 34-0 | 33-6 | 33-2 | 32-8 | 32-4 | 32-0 |
| 5 | 47-0 | 46-5 | 46-0 | 45-5 | 45-0 | 44-5 | 44-0 | 43-5 | 43-0 | 42-5 | 42-0 | 41-5 | 41-0 | 40-5 | 40-0 |
| 6 | 56-4 | 55-8 | 55-2 | 54-6 | 54-0 | 53-4 | 52-8 | 52-2 | 51-6 | 51-0 | 50-4 | 49-8 | 49-2 | 48-6 | 48-0 |
| 7 | 65-8 | 65-1 | 64-4 | 63-7 | 63-0 | 62-3 | 61-6 | 60-9 | 60-2 | 59-5 | 58-8 | 58-1 | 57-4 | 56-7 | 56-0 |
| 8 | 75-2 | 74-4 | 73-6 | 72-8 | 72-0 | 71-2 | 70-4 | 69-6 | 68-8 | 68-0 | 67-2 | 66-4 | 65-6 | 64-8 | 64-0 |
| 9 | 84-6 | 83-7 | 82-8 | 81-9 | 81-0 | 80-1 | 79-2 | 78-3 | 77-4 | 76-5 | 75-6 | 74-7 | 73-8 | 72-9 | 72-0 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 18 ^m | 19 ^m | 20 ^m | 21 ^m | 22 ^m | 23 ^m | | | | | | |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------|----|---------|----|---------|----|
| 0 ^r | 2.80336 | 80 | 2.85029 | 76 | 2.89481 | 73 | 2.93717 | 69 | 2.97755 | 65 | 3.01613 | 62 |
| 1 | 2.80416 | 80 | 2.85105 | 76 | 2.89554 | 72 | 2.93786 | 69 | 2.97820 | 66 | 3.01675 | 63 |
| 2 | 2.80496 | 80 | 2.85181 | 76 | 2.89626 | 72 | 2.93855 | 68 | 2.97886 | 66 | 3.01738 | 63 |
| 3 | 2.80576 | 80 | 2.85257 | 76 | 2.89698 | 72 | 2.93923 | 69 | 2.97952 | 65 | 3.01801 | 63 |
| 4 | 2.80656 | 80 | 2.85333 | 76 | 2.89770 | 72 | 2.93992 | 69 | 2.98017 | 66 | 3.01864 | 63 |
| 5 | 2.80736 | 80 | 2.85409 | 76 | 2.89842 | 72 | 2.94061 | 68 | 2.98083 | 65 | 3.01926 | 63 |
| 6 | 2.80816 | 80 | 2.85485 | 76 | 2.89914 | 72 | 2.94129 | 69 | 2.98148 | 66 | 3.01989 | 63 |
| 7 | 2.80896 | 80 | 2.85561 | 75 | 2.89986 | 72 | 2.94198 | 68 | 2.98214 | 65 | 3.02052 | 62 |
| 8 | 2.80976 | 80 | 2.85636 | 76 | 2.90058 | 72 | 2.94266 | 69 | 2.98279 | 65 | 3.02114 | 63 |
| 9 | 2.81056 | 79 | 2.85712 | 75 | 2.90130 | 72 | 2.94335 | 68 | 2.98344 | 66 | 3.02177 | 62 |
| 10 | 2.81135 | 80 | 2.85787 | 76 | 2.90202 | 72 | 2.94403 | 69 | 2.98410 | 65 | 3.02239 | 63 |
| 11 | 2.81215 | 80 | 2.85863 | 75 | 2.90274 | 72 | 2.94471 | 68 | 2.98475 | 65 | 3.02302 | 62 |
| 12 | 2.81295 | 80 | 2.85938 | 76 | 2.90346 | 71 | 2.94540 | 68 | 2.98540 | 65 | 3.02364 | 62 |
| 13 | 2.81375 | 79 | 2.86014 | 75 | 2.90417 | 72 | 2.94608 | 68 | 2.98605 | 65 | 3.02426 | 63 |
| 14 | 2.81454 | 79 | 2.86089 | 75 | 2.90489 | 71 | 2.94676 | 68 | 2.98670 | 65 | 3.02489 | 62 |
| 15 | 2.81533 | 79 | 2.86164 | 75 | 2.90560 | 72 | 2.94744 | 68 | 2.98735 | 65 | 3.02551 | 62 |
| 16 | 2.81612 | 79 | 2.86239 | 75 | 2.90632 | 71 | 2.94812 | 68 | 2.98800 | 65 | 3.02613 | 62 |
| 17 | 2.81691 | 79 | 2.86314 | 75 | 2.90703 | 71 | 2.94880 | 68 | 2.98865 | 65 | 3.02675 | 62 |
| 18 | 2.81770 | 79 | 2.86389 | 75 | 2.90774 | 71 | 2.94948 | 68 | 2.98930 | 65 | 3.02737 | 62 |
| 19 | 2.81849 | 79 | 2.86464 | 75 | 2.90845 | 72 | 2.95016 | 68 | 2.98995 | 65 | 3.02799 | 62 |
| 20 | 2.81928 | 79 | 2.86539 | 75 | 2.90917 | 71 | 2.95084 | 68 | 2.99060 | 65 | 3.02861 | 62 |
| 21 | 2.82007 | 79 | 2.86614 | 75 | 2.90988 | 70 | 2.95152 | 67 | 2.99125 | 64 | 3.02923 | 62 |
| 22 | 2.82086 | 79 | 2.86689 | 74 | 2.91058 | 71 | 2.95219 | 68 | 2.99189 | 65 | 3.02985 | 62 |
| 23 | 2.82165 | 79 | 2.86763 | 75 | 2.91129 | 71 | 2.95287 | 68 | 2.99254 | 65 | 3.03047 | 62 |
| 24 | 2.82244 | 78 | 2.86838 | 75 | 2.91200 | 71 | 2.95355 | 67 | 2.99319 | 64 | 3.03109 | 62 |
| 25 | 2.82322 | 79 | 2.86912 | 75 | 2.91271 | 71 | 2.95422 | 68 | 2.99383 | 65 | 3.03171 | 61 |
| 26 | 2.82401 | 78 | 2.86987 | 74 | 2.91342 | 71 | 2.95490 | 67 | 2.99448 | 64 | 3.03232 | 62 |
| 27 | 2.82479 | 79 | 2.87061 | 75 | 2.91413 | 71 | 2.95557 | 68 | 2.99512 | 64 | 3.03294 | 62 |
| 28 | 2.82558 | 78 | 2.87136 | 74 | 2.91484 | 71 | 2.95625 | 67 | 2.99576 | 65 | 3.03356 | 61 |
| 29 | 2.82636 | 78 | 2.87210 | 74 | 2.91555 | 70 | 2.95692 | 67 | 2.99641 | 64 | 3.03417 | 62 |
| 30 | 2.82714 | | 2.87284 | | 2.91625 | | 2.95759 | | 2.99705 | | 3.03479 | |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|
| 0 ^r | 9.9913 | 159 | 0.0851 | 152 | 0.1742 | 144 | 0.2589 | 137 | 0.3396 | 131 | 0.4168 | 125 |
| 10 | 0.0072 | 159 | 0.1003 | 150 | 0.1886 | 144 | 0.2726 | 136 | 0.3527 | 130 | 0.4293 | 125 |
| 20 | 0.0231 | 157 | 0.1153 | 149 | 0.2029 | 141 | 0.2862 | 135 | 0.3657 | 129 | 0.4418 | 123 |
| 30 | 0.0388 | | 0.1302 | | 0.2170 | | 0.2997 | | 0.3786 | | 0.4541 | |

Proportionaltheile

| | 80 | 79 | 78 | 77 | 76 | 75 | 74 | 73 | 72 | 71 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 8.0 | 7.9 | 7.8 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | 7.4 | 7.3 | 7.2 | 7.1 |
| 2 | 16.0 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15.0 | 14.8 | 14.6 | 14.4 | 14.2 |
| 3 | 24.0 | 23.7 | 23.4 | 23.1 | 22.8 | 22.5 | 22.2 | 21.9 | 21.6 | 21.3 |
| 4 | 32.0 | 31.6 | 31.2 | 30.8 | 30.4 | 30.0 | 29.6 | 29.2 | 28.8 | 28.4 |
| 5 | 40.0 | 39.5 | 39.0 | 38.5 | 38.0 | 37.5 | 37.0 | 36.5 | 36.0 | 35.5 |
| 6 | 48.0 | 47.4 | 46.8 | 46.2 | 45.6 | 45.0 | 44.4 | 43.8 | 43.2 | 42.6 |
| 7 | 56.0 | 55.3 | 54.6 | 53.9 | 53.2 | 52.5 | 51.8 | 51.1 | 50.4 | 49.7 |
| 8 | 64.0 | 63.2 | 62.4 | 61.6 | 60.8 | 60.0 | 59.2 | 58.4 | 57.6 | 56.8 |
| 9 | 72.0 | 71.1 | 70.2 | 69.3 | 68.4 | 67.5 | 66.6 | 65.7 | 64.8 | 63.9 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206254.8$$

| t | 18 ^m | 19 ^m | 20 ^m | 21 ^m | 22 ^m | 23 ^m |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 30 ^s | 2-82714 78 | 2-87284 74 | 2-91625 71 | 2-95759 68 | 2-99705 64 | 3-03479 61 |
| 31 | 2-82792 78 | 2-87358 74 | 2-91696 70 | 2-95827 67 | 2-99769 65 | 3-03540 62 |
| 32 | 2-82870 78 | 2-87432 74 | 2-91766 71 | 2-95894 67 | 2-99834 64 | 3-03602 61 |
| 33 | 2-82948 78 | 2-87506 74 | 2-91837 70 | 2-95961 67 | 2-99898 64 | 3-03663 62 |
| 34 | 2-83026 78 | 2-87580 74 | 2-91907 70 | 2-96028 67 | 2-99962 64 | 3-03725 62 |
| 35 | 2-83104 78 | 2-87654 74 | 2-91977 71 | 2-96095 67 | 3-00026 64 | 3-03787 61 |
| 36 | 2-83182 78 | 2-87728 74 | 2-92048 70 | 2-96162 67 | 3-00090 64 | 3-03848 61 |
| 37 | 2-83260 77 | 2-87802 74 | 2-92118 70 | 2-96229 67 | 3-00154 64 | 3-03909 61 |
| 38 | 2-83337 77 | 2-87876 73 | 2-92188 70 | 2-96296 66 | 3-00218 64 | 3-03970 61 |
| 39 | 2-83414 78 | 2-87949 74 | 2-92258 70 | 2-96362 67 | 3-00282 64 | 3-04031 61 |
| 40 | 2-83492 78 | 2-88023 73 | 2-92328 70 | 2-96429 67 | 3-00346 63 | 3-04092 61 |
| 41 | 2-83570 78 | 2-88096 74 | 2-92398 70 | 2-96496 67 | 3-00409 64 | 3-04153 61 |
| 42 | 2-83648 77 | 2-88170 73 | 2-92468 70 | 2-96563 67 | 3-00473 64 | 3-04214 61 |
| 43 | 2-83725 77 | 2-88243 74 | 2-92538 70 | 2-96630 66 | 3-00537 63 | 3-04275 61 |
| 44 | 2-83802 77 | 2-88317 73 | 2-92608 69 | 2-96696 67 | 3-00600 64 | 3-04336 61 |
| 45 | 2-83879 78 | 2-88390 73 | 2-92677 70 | 2-96763 66 | 3-00664 64 | 3-04397 61 |
| 46 | 2-83957 77 | 2-88463 73 | 2-92747 70 | 2-96829 67 | 3-00728 63 | 3-04458 61 |
| 47 | 2-84034 77 | 2-88536 74 | 2-92817 69 | 2-96896 67 | 3-00791 64 | 3-04519 61 |
| 48 | 2-84111 77 | 2-88610 73 | 2-92886 70 | 2-96962 66 | 3-00855 63 | 3-04580 61 |
| 49 | 2-84188 76 | 2-88683 73 | 2-92956 69 | 2-97028 67 | 3-00918 63 | 3-04641 60 |
| 50 | 2-84264 77 | 2-88756 72 | 2-93025 69 | 2-97095 66 | 3-00981 64 | 3-04701 61 |
| 51 | 2-84341 77 | 2-88828 73 | 2-93094 70 | 2-97161 66 | 3-01045 63 | 3-04762 61 |
| 52 | 2-84418 77 | 2-88901 73 | 2-93164 69 | 2-97227 66 | 3-01108 63 | 3-04823 60 |
| 53 | 2-84495 76 | 2-88974 73 | 2-93233 70 | 2-97293 66 | 3-01171 64 | 3-04883 61 |
| 54 | 2-84571 77 | 2-89047 72 | 2-93303 69 | 2-97359 66 | 3-01234 63 | 3-04944 60 |
| 55 | 2-84648 76 | 2-89119 73 | 2-93372 69 | 2-97425 66 | 3-01298 63 | 3-05004 61 |
| 56 | 2-84724 77 | 2-89192 73 | 2-93441 69 | 2-97491 66 | 3-01361 63 | 3-05065 60 |
| 57 | 2-84801 76 | 2-89265 72 | 2-93510 69 | 2-97557 66 | 3-01424 63 | 3-05125 60 |
| 58 | 2-84877 76 | 2-89337 72 | 2-93579 69 | 2-97623 66 | 3-01487 63 | 3-05185 61 |
| 59 | 2-84953 76 | 2-89409 72 | 2-93648 69 | 2-97689 66 | 3-01550 63 | 3-05246 60 |
| 60 | 2-85029 76 | 2-89481 73 | 2-93717 69 | 2-97755 66 | 3-01613 63 | 3-05306 60 |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 30 ^s | 0-0388 156 | 0-1302 148 | 0-2170 141 | 0-2997 134 | 0-3786 128 | 0-4541 123 |
| 40 | 0-0544 154 | 0-1450 147 | 0-2311 139 | 0-3131 133 | 0-3914 128 | 0-4664 122 |
| 50 | 0-0698 153 | 0-1597 145 | 0-2450 139 | 0-3264 132 | 0-4042 126 | 0-4786 121 |
| 60 | 0-0851 153 | 0-1742 145 | 0-2589 139 | 0-3396 132 | 0-4168 126 | 0-4907 121 |

Proportionaltheile

| | 70 | 69 | 68 | 67 | 66 | 65 | 64 | 63 | 62 | 61 |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1 | 7-0 | 6-9 | 6-8 | 6-7 | 6-6 | 6-5 | 6-4 | 6-3 | 6-2 | 6-1 |
| 2 | 14-0 | 13-8 | 13-6 | 13-4 | 13-2 | 13-0 | 12-8 | 12-6 | 12-4 | 12-2 |
| 3 | 21-0 | 20-7 | 20-4 | 20-1 | 19-8 | 19-5 | 19-2 | 18-9 | 18-6 | 18-3 |
| 4 | 28-0 | 27-6 | 27-2 | 26-8 | 26-4 | 26-0 | 25-6 | 25-2 | 24-8 | 24-4 |
| 5 | 35-0 | 34-5 | 34-0 | 33-5 | 33-0 | 32-5 | 32-0 | 31-5 | 31-0 | 30-5 |
| 6 | 42-0 | 41-4 | 40-8 | 40-2 | 39-6 | 39-0 | 38-4 | 37-8 | 37-2 | 36-6 |
| 7 | 49-0 | 48-3 | 47-6 | 46-9 | 46-2 | 45-5 | 44-8 | 44-1 | 43-4 | 42-7 |
| 8 | 56-0 | 55-2 | 54-4 | 53-6 | 52-8 | 52-0 | 51-2 | 50-4 | 49-6 | 48-8 |
| 9 | 63-0 | 62-1 | 61-2 | 60-3 | 59-4 | 58-5 | 57-6 | 56-7 | 55-8 | 54-9 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| <i>t</i> | 24 ^m | 25 ^m | 26 ^m | 27 ^m | 28 ^m | 29 ^m | |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----|
| 0 ^s | 3-053056 | 602 3-088479 | 579 3-122511 | 556 3-155255 | 535 3-186806 | 516 3-217246 | 499 |
| 1 | 3-053658 | 602 3-089058 | 577 3-123067 | 555 3-155790 | 536 3-187322 | 516 3-217745 | 498 |
| 2 | 3-054260 | 601 3-089635 | 578 3-123622 | 556 3-156326 | 534 3-187838 | 515 3-218243 | 498 |
| 3 | 3-054861 | 602 3-090213 | 578 3-124178 | 556 3-156860 | 535 3-188353 | 516 3-218741 | 497 |
| 4 | 3-055463 | 602 3-090790 | 577 3-124733 | 554 3-157395 | 534 3-188869 | 515 3-219238 | 497 |
| 5 | 3-056063 | 601 3-091367 | 576 3-125287 | 555 3-157929 | 533 3-189384 | 514 3-219735 | 497 |
| 6 | 3-056664 | 600 3-091943 | 576 3-125842 | 553 3-158462 | 534 3-189898 | 515 3-220232 | 497 |
| 7 | 3-057264 | 599 3-092519 | 576 3-126395 | 554 3-158996 | 533 3-190413 | 514 3-220729 | 496 |
| 8 | 3-057863 | 599 3-093095 | 575 3-126949 | 553 3-159529 | 533 3-190927 | 514 3-221225 | 496 |
| 9 | 3-058462 | 599 3-093670 | 575 3-127502 | 553 3-160062 | 532 3-191441 | 513 3-221721 | 496 |
| 10 | 3-059061 | 598 3-094245 | 574 3-128055 | 553 3-160594 | 532 3-191954 | 513 3-222217 | 496 |
| 11 | 3-059659 | 598 3-094819 | 574 3-128608 | 552 3-161126 | 531 3-192467 | 513 3-222713 | 495 |
| 12 | 3-060257 | 598 3-095393 | 574 3-129160 | 551 3-161658 | 531 3-192980 | 513 3-223208 | 495 |
| 13 | 3-060855 | 598 3-095967 | 573 3-129711 | 552 3-162189 | 531 3-193493 | 512 3-223703 | 494 |
| 14 | 3-061453 | 595 3-096540 | 573 3-130263 | 551 3-162720 | 531 3-194005 | 512 3-224197 | 495 |
| 15 | 3-062048 | 596 3-097113 | 573 3-130814 | 550 3-163251 | 531 3-194517 | 512 3-224692 | 494 |
| 16 | 3-062644 | 596 3-097686 | 572 3-131364 | 551 3-163782 | 530 3-195029 | 511 3-225186 | 494 |
| 17 | 3-063240 | 596 3-098258 | 572 3-131915 | 550 3-164312 | 530 3-195540 | 511 3-225680 | 494 |
| 18 | 3-063836 | 595 3-098830 | 571 3-132465 | 549 3-164842 | 529 3-196051 | 511 3-226174 | 493 |
| 19 | 3-064431 | 594 3-099401 | 571 3-133014 | 550 3-165371 | 529 3-196562 | 510 3-226667 | 493 |
| 20 | 3-065025 | 594 3-099972 | 571 3-133564 | 549 3-165900 | 529 3-197072 | 510 3-227160 | 493 |
| 21 | 3-065619 | 594 3-100543 | 570 3-134113 | 548 3-166429 | 529 3-197582 | 510 3-227653 | 492 |
| 22 | 3-066213 | 593 3-101113 | 570 3-134661 | 548 3-166958 | 528 3-198092 | 510 3-228145 | 492 |
| 23 | 3-066806 | 593 3-101683 | 570 3-135209 | 549 3-167486 | 528 3-198602 | 509 3-228637 | 492 |
| 24 | 3-067399 | 593 3-102253 | 569 3-135758 | 547 3-168014 | 527 3-199111 | 509 3-229129 | 492 |
| 25 | 3-067992 | 592 3-102822 | 569 3-136305 | 547 3-168541 | 528 3-199620 | 508 3-229621 | 491 |
| 26 | 3-068584 | 592 3-103391 | 568 3-136852 | 547 3-169069 | 526 3-200128 | 508 3-230112 | 491 |
| 27 | 3-069176 | 591 3-103959 | 568 3-137399 | 547 3-169595 | 527 3-200636 | 509 3-230603 | 491 |
| 28 | 3-069767 | 591 3-104527 | 568 3-137946 | 546 3-170122 | 526 3-201145 | 507 3-231094 | 490 |
| 29 | 3-070358 | 591 3-105095 | 567 3-138492 | 546 3-170648 | 524 3-201652 | 508 3-231584 | 490 |
| 30 | 3-070949 | 591 3-105662 | 567 3-139038 | 546 3-171174 | 524 3-202160 | 508 3-232074 | 490 |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|
| 0 ^s | 0-4907 | 120 | 0-5615 | 115 | 0-6296 | 111 | 0-6951 | 106 | 0-7582 | 103 | 0-8190 | 100 |
| 10 | 0-5027 | 119 | 0-5730 | 115 | 0-6407 | 110 | 0-7057 | 106 | 0-7685 | 102 | 0-8290 | 99 |
| 20 | 0-5146 | 118 | 0-5845 | 114 | 0-6517 | 109 | 0-7163 | 106 | 0-7787 | 102 | 0-8389 | 98 |
| 30 | 0-5264 | | 0-5959 | | 0-6626 | | 0-7269 | | 0-7889 | | 0-8187 | |

Proportionaltheile

| | 600 | 596 | 592 | 588 | 584 | 580 | 576 | 572 | 568 | 564 | 560 | 556 | 552 | 548 | 544 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 60-0 | 59-6 | 59-2 | 58-8 | 58-4 | 58-0 | 57-6 | 57-2 | 56-8 | 56-4 | 56-0 | 55-6 | 55-2 | 54-8 | 54-4 |
| 2 | 120-0 | 119-2 | 118-4 | 117-6 | 116-8 | 116-0 | 115-2 | 114-4 | 113-6 | 112-8 | 112-0 | 111-2 | 110-4 | 109-6 | 108-8 |
| 3 | 180-0 | 178-8 | 177-6 | 176-4 | 175-2 | 174-0 | 172-8 | 171-6 | 170-4 | 169-2 | 168-0 | 166-8 | 165-6 | 164-4 | 163-2 |
| 4 | 240-0 | 238-4 | 236-8 | 235-2 | 233-6 | 232-0 | 230-4 | 228-8 | 227-2 | 225-6 | 224-0 | 222-4 | 220-8 | 219-2 | 217-6 |
| 5 | 300-0 | 298-0 | 296-0 | 294-0 | 292-0 | 290-0 | 288-0 | 286-0 | 284-0 | 282-0 | 280-0 | 278-0 | 276-0 | 274-0 | 272-0 |
| 6 | 360-0 | 357-6 | 355-2 | 352-8 | 350-4 | 348-0 | 345-6 | 343-2 | 340-8 | 338-4 | 336-0 | 333-6 | 331-2 | 328-8 | 326-4 |
| 7 | 420-0 | 417-2 | 414-4 | 411-6 | 408-8 | 406-0 | 403-2 | 400-4 | 397-6 | 394-8 | 392-0 | 389-2 | 386-4 | 383-6 | 380-8 |
| 8 | 480-0 | 476-8 | 473-6 | 470-4 | 467-2 | 464-0 | 460-8 | 457-6 | 454-4 | 451-2 | 448-0 | 444-8 | 441-6 | 438-4 | 435-2 |
| 9 | 540-0 | 536-4 | 532-8 | 529-2 | 525-6 | 522-0 | 518-4 | 514-8 | 511-2 | 507-6 | 504-0 | 500-4 | 496-8 | 493-2 | 489-6 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 24 ^m | 25 ^m | 26 ^m | 27 ^m | 28 ^m | 29 ^m | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| 30 ^r | 3-070949 | 590 | 3-105662 | 567 | 3-139038 | 545 | 3-171174 | 526 | 3-202160 | 507 | 3-232074 | 490 |
| 31 | 3-071539 | 589 | 3-106229 | 567 | 3-139583 | 545 | 3-171700 | 526 | 3-202667 | 507 | 3-232564 | 490 |
| 32 | 3-072128 | 590 | 3-106796 | 567 | 3-140128 | 545 | 3-172225 | 525 | 3-203174 | 506 | 3-233054 | 489 |
| 33 | 3-072718 | 589 | 3-107362 | 566 | 3-140673 | 545 | 3-172750 | 525 | 3-203680 | 507 | 3-233543 | 489 |
| 34 | 3-073307 | 588 | 3-107928 | 565 | 3-141218 | 544 | 3-173275 | 524 | 3-204187 | 506 | 3-234032 | 489 |
| 35 | 3-073895 | 588 | 3-108493 | 565 | 3-141762 | 544 | 3-173799 | 524 | 3-204693 | 505 | 3-234521 | 489 |
| 36 | 3-074483 | 588 | 3-109058 | 564 | 3-142306 | 543 | 3-174323 | 524 | 3-205198 | 505 | 3-235010 | 488 |
| 37 | 3-075071 | 587 | 3-109623 | 563 | 3-142849 | 543 | 3-174847 | 523 | 3-205704 | 505 | 3-235498 | 488 |
| 38 | 3-075658 | 587 | 3-110187 | 564 | 3-143392 | 543 | 3-175370 | 523 | 3-206209 | 505 | 3-235986 | 487 |
| 39 | 3-076245 | 587 | 3-110751 | 564 | 3-143935 | 542 | 3-175893 | 523 | 3-206714 | 504 | 3-236473 | 488 |
| 40 | 3-076832 | 586 | 3-111315 | 563 | 3-144477 | 542 | 3-176416 | 523 | 3-207218 | 504 | 3-236961 | 487 |
| 41 | 3-077418 | 585 | 3-111878 | 563 | 3-145019 | 542 | 3-176939 | 522 | 3-207722 | 504 | 3-237478 | 487 |
| 42 | 3-078003 | 586 | 3-112441 | 562 | 3-145561 | 542 | 3-177461 | 522 | 3-208226 | 504 | 3-237935 | 487 |
| 43 | 3-078589 | 585 | 3-113003 | 563 | 3-146103 | 541 | 3-177983 | 521 | 3-208730 | 503 | 3-238422 | 486 |
| 44 | 3-079174 | 584 | 3-113566 | 563 | 3-146644 | 540 | 3-178504 | 521 | 3-209233 | 503 | 3-238908 | 486 |
| 45 | 3-080758 | 584 | 3-114127 | 562 | 3-147184 | 541 | 3-179025 | 521 | 3-209736 | 503 | 3-239394 | 486 |
| 46 | 3-080342 | 584 | 3-114689 | 561 | 3-147725 | 540 | 3-179546 | 521 | 3-210239 | 502 | 3-239880 | 485 |
| 47 | 3-080926 | 584 | 3-115250 | 561 | 3-148265 | 540 | 3-180067 | 520 | 3-210741 | 502 | 3-240365 | 486 |
| 48 | 3-081510 | 582 | 3-115811 | 560 | 3-148805 | 539 | 3-180587 | 520 | 3-211243 | 502 | 3-240851 | 484 |
| 49 | 3-082092 | 583 | 3-116371 | 560 | 3-149344 | 539 | 3-181107 | 520 | 3-211745 | 502 | 3-241335 | 485 |
| 50 | 3-082675 | 582 | 3-116931 | 559 | 3-149883 | 539 | 3-181627 | 519 | 3-212247 | 501 | 3-241820 | 485 |
| 51 | 3-083257 | 582 | 3-117490 | 560 | 3-150422 | 538 | 3-182146 | 519 | 3-212748 | 501 | 3-242305 | 484 |
| 52 | 3-083839 | 581 | 3-118050 | 560 | 3-150960 | 538 | 3-182665 | 519 | 3-213249 | 501 | 3-242789 | 484 |
| 53 | 3-084420 | 581 | 3-118609 | 558 | 3-151498 | 538 | 3-183184 | 518 | 3-213750 | 500 | 3-243273 | 483 |
| 54 | 3-085001 | 581 | 3-119167 | 558 | 3-152036 | 537 | 3-183702 | 518 | 3-214250 | 500 | 3-243756 | 484 |
| 55 | 3-085582 | 580 | 3-119725 | 558 | 3-152573 | 537 | 3-184220 | 518 | 3-214750 | 500 | 3-244240 | 483 |
| 56 | 3-086162 | 580 | 3-120283 | 558 | 3-153110 | 537 | 3-184738 | 517 | 3-215250 | 499 | 3-244723 | 482 |
| 57 | 3-086742 | 580 | 3-120841 | 557 | 3-153647 | 536 | 3-185255 | 517 | 3-215749 | 500 | 3-245205 | 483 |
| 58 | 3-087322 | 579 | 3-121398 | 556 | 3-154183 | 536 | 3-185772 | 517 | 3-216249 | 499 | 3-245688 | 482 |
| 59 | 3-087901 | 578 | 3-121954 | 557 | 3-154719 | 536 | 3-186289 | 517 | 3-216748 | 498 | 3-246170 | 482 |
| 60 | 3-088479 | | 3-122511 | | 3-155255 | | 3-186806 | | 3-217246 | | 3-246652 | |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|-----|--------|----|
| 30 ^r | 0.5264 | 118 | 0.5959 | 113 | 0.6626 | 109 | 0.7269 | 105 | 0.7889 | 101 | 0.8487 | 98 |
| 40 | 0.5382 | 117 | 0.6072 | 112 | 0.6735 | 108 | 0.7374 | 104 | 0.7990 | 100 | 0.8585 | 97 |
| 50 | 0.5499 | 116 | 0.6184 | 112 | 0.6843 | 108 | 0.7478 | 104 | 0.8090 | 100 | 0.8682 | 96 |
| 60 | 0.5615 | | 0.6296 | | 0.6951 | | 0.7582 | | 0.8190 | | 0.8778 | |

Proportionaltheile

| | 540 | 536 | 532 | 528 | 524 | 520 | 516 | 512 | 508 | 504 | 500 | 496 | 492 | 488 | 484 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 54.0 | 53.6 | 53.2 | 52.8 | 52.4 | 52.0 | 51.6 | 51.2 | 50.8 | 50.4 | 50.0 | 49.6 | 49.2 | 48.8 | 48.4 |
| 2 | 108.0 | 107.2 | 106.4 | 105.6 | 104.8 | 104.0 | 103.2 | 102.4 | 101.6 | 100.8 | 100.0 | 99.2 | 98.4 | 97.6 | 96.8 |
| 3 | 162.0 | 160.8 | 159.6 | 158.4 | 157.2 | 156.0 | 154.8 | 153.6 | 152.4 | 151.2 | 150.0 | 148.8 | 147.6 | 146.4 | 145.2 |
| 4 | 216.0 | 214.4 | 212.8 | 211.2 | 209.6 | 208.0 | 206.4 | 204.8 | 203.2 | 201.6 | 200.0 | 198.4 | 196.8 | 195.2 | 193.6 |
| 5 | 270.0 | 268.0 | 266.0 | 264.0 | 262.0 | 260.0 | 258.0 | 256.0 | 254.0 | 252.0 | 250.0 | 248.0 | 246.0 | 244.0 | 242.0 |
| 6 | 324.0 | 321.6 | 319.2 | 316.8 | 314.4 | 312.0 | 309.6 | 307.2 | 304.8 | 302.4 | 300.0 | 297.6 | 295.2 | 292.8 | 290.4 |
| 7 | 378.0 | 375.2 | 372.4 | 369.6 | 366.8 | 364.0 | 361.2 | 358.4 | 355.6 | 352.8 | 350.0 | 347.2 | 344.4 | 341.6 | 338.8 |
| 8 | 432.0 | 428.8 | 425.6 | 422.4 | 419.2 | 416.0 | 412.8 | 409.6 | 406.4 | 403.2 | 400.0 | 396.8 | 393.6 | 390.4 | 387.2 |
| 9 | 486.0 | 482.4 | 478.8 | 475.2 | 471.6 | 468.0 | 464.4 | 460.8 | 457.2 | 453.6 | 450.0 | 446.4 | 442.8 | 439.2 | 435.6 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | $30''$ | $31''$ | $32''$ | $33''$ | $34''$ | $35''$ | | | | | | |
|----------------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| 0 ^r | 3-246652 | 482 | 3-275091 | 466 | 3-302624 | 452 | 3-329307 | 438 | 3-355191 | 425 | 3-380322 | 412 |
| 1 | 3-247134 | 481 | 3-275557 | 466 | 3-303076 | 451 | 3-329745 | 438 | 3-355616 | 425 | 3-380734 | 413 |
| 2 | 3-247615 | 481 | 3-276023 | 466 | 3-303527 | 451 | 3-330183 | 437 | 3-356041 | 424 | 3-381147 | 412 |
| 3 | 3-248096 | 481 | 3-276489 | 465 | 3-303978 | 451 | 3-330620 | 437 | 3-356465 | 424 | 3-381559 | 412 |
| 4 | 3-248577 | 481 | 3-276954 | 465 | 3-304429 | 450 | 3-331057 | 437 | 3-356889 | 424 | 3-381971 | 412 |
| 5 | 3-249058 | 480 | 3-277419 | 465 | 3-304879 | 451 | 3-331494 | 437 | 3-357313 | 424 | 3-382383 | 412 |
| 6 | 3-249538 | 481 | 3-277884 | 465 | 3-305330 | 450 | 3-331931 | 436 | 3-357737 | 424 | 3-382795 | 411 |
| 7 | 3-250019 | 479 | 3-278349 | 464 | 3-305780 | 450 | 3-332367 | 437 | 3-358161 | 423 | 3-383206 | 412 |
| 8 | 3-250498 | 480 | 3-278813 | 464 | 3-306230 | 449 | 3-332804 | 436 | 3-358584 | 424 | 3-383618 | 411 |
| 9 | 3-250978 | 479 | 3-279277 | 464 | 3-306679 | 450 | 3-333240 | 435 | 3-359008 | 423 | 3-384029 | 411 |
| 10 | 3-251457 | 479 | 3-279741 | 464 | 3-307129 | 449 | 3-333675 | 435 | 3-359431 | 422 | 3-384440 | 411 |
| 11 | 3-251936 | 479 | 3-280205 | 463 | 3-307578 | 449 | 3-334111 | 435 | 3-359853 | 422 | 3-384851 | 410 |
| 12 | 3-252415 | 479 | 3-280668 | 463 | 3-308027 | 449 | 3-334546 | 435 | 3-360276 | 422 | 3-385261 | 411 |
| 13 | 3-252894 | 478 | 3-281131 | 463 | 3-308476 | 448 | 3-334981 | 435 | 3-360698 | 423 | 3-385672 | 410 |
| 14 | 3-253372 | 478 | 3-281594 | 463 | 3-308924 | 449 | 3-335416 | 435 | 3-361121 | 422 | 3-386082 | 410 |
| 15 | 3-253850 | 478 | 3-282057 | 462 | 3-309373 | 448 | 3-335851 | 435 | 3-361543 | 421 | 3-386492 | 409 |
| 16 | 3-254328 | 477 | 3-282519 | 462 | 3-309821 | 447 | 3-336286 | 434 | 3-361964 | 421 | 3-386901 | 410 |
| 17 | 3-254805 | 477 | 3-282981 | 462 | 3-310268 | 448 | 3-336720 | 434 | 3-362386 | 421 | 3-387311 | 409 |
| 18 | 3-255282 | 477 | 3-283443 | 462 | 3-310716 | 447 | 3-337154 | 434 | 3-362807 | 421 | 3-387720 | 410 |
| 19 | 3-255759 | 477 | 3-283905 | 461 | 3-311163 | 447 | 3-337588 | 434 | 3-363228 | 421 | 3-388130 | 409 |
| 20 | 3-256236 | 476 | 3-284366 | 462 | 3-311610 | 447 | 3-338022 | 433 | 3-363649 | 421 | 3-388539 | 408 |
| 21 | 3-256712 | 477 | 3-284828 | 461 | 3-312057 | 447 | 3-338455 | 433 | 3-364070 | 421 | 3-388947 | 409 |
| 22 | 3-257189 | 476 | 3-285289 | 460 | 3-312504 | 446 | 3-338888 | 433 | 3-364491 | 420 | 3-389356 | 408 |
| 23 | 3-257665 | 475 | 3-285749 | 461 | 3-312950 | 446 | 3-339321 | 433 | 3-364911 | 420 | 3-389764 | 409 |
| 24 | 3-258140 | 476 | 3-286210 | 460 | 3-313396 | 446 | 3-339754 | 433 | 3-365331 | 420 | 3-390173 | 408 |
| 25 | 3-258616 | 475 | 3-286670 | 460 | 3-313842 | 446 | 3-340187 | 432 | 3-365751 | 420 | 3-390581 | 408 |
| 26 | 3-259091 | 474 | 3-287130 | 459 | 3-314288 | 446 | 3-340619 | 432 | 3-366171 | 419 | 3-390989 | 407 |
| 27 | 3-259565 | 475 | 3-287589 | 460 | 3-314734 | 445 | 3-341051 | 432 | 3-366590 | 420 | 3-391396 | 408 |
| 28 | 3-260040 | 474 | 3-288049 | 459 | 3-315179 | 445 | 3-341483 | 432 | 3-367010 | 419 | 3-391804 | 407 |
| 29 | 3-260514 | 474 | 3-288508 | 459 | 3-315624 | 445 | 3-341915 | 431 | 3-367429 | 419 | 3-392211 | 407 |
| 30 | 3-260988 | | 3-288967 | | 3-316069 | | 3-342346 | | 3-367848 | | 3-392618 | |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| 0^r | 97 | 93 | 90 | 87 | 85 | 82 |
|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10 | 0-8875 | 0-9440 | 0-9988 | 1-0519 | 1-1034 | 1-1534 |
| 20 | 0-8970 | 0-9533 | 1-0078 | 1-0606 | 1-1118 | 1-1616 |
| 30 | 0-9065 | 0-9625 | 1-0167 | 1-0692 | 1-1202 | 1-1698 |

Proportionaltheile

| | 482 | 479 | 476 | 473 | 470 | 467 | 464 | 461 | 458 | 455 | 452 | 449 | 446 | 443 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 48-2 | 47-9 | 47-6 | 47-3 | 47-0 | 46-7 | 46-4 | 46-1 | 45-8 | 45-5 | 45-2 | 44-9 | 44-6 | 44-3 |
| 2 | 96-4 | 95-8 | 95-2 | 94-6 | 94-0 | 93-4 | 92-8 | 92-2 | 91-6 | 91-0 | 90-4 | 89-8 | 89-2 | 88-6 |
| 3 | 144-6 | 143-7 | 142-8 | 141-9 | 141-0 | 140-1 | 139-2 | 138-3 | 137-4 | 136-5 | 135-6 | 134-7 | 133-8 | 132-9 |
| 4 | 192-8 | 191-6 | 190-4 | 189-2 | 188-0 | 186-8 | 185-6 | 184-4 | 183-2 | 182-0 | 180-8 | 179-6 | 178-4 | 177-2 |
| 5 | 241-0 | 239-5 | 238-0 | 236-5 | 235-0 | 233-5 | 232-0 | 230-5 | 229-0 | 227-5 | 226-0 | 224-5 | 223-0 | 221-5 |
| 6 | 289-2 | 287-4 | 285-6 | 283-8 | 282-0 | 280-2 | 278-4 | 276-6 | 274-8 | 273-0 | 271-2 | 269-4 | 267-6 | 265-8 |
| 7 | 337-4 | 335-3 | 333-2 | 331-1 | 329-0 | 326-9 | 324-8 | 322-7 | 320-6 | 318-5 | 316-4 | 314-3 | 312-2 | 310-1 |
| 8 | 385-6 | 383-2 | 380-8 | 378-4 | 376-0 | 373-6 | 371-2 | 368-8 | 366-4 | 364-0 | 361-6 | 359-2 | 356-8 | 354-4 |
| 9 | 433-8 | 431-1 | 428-4 | 425-7 | 423-0 | 420-3 | 417-6 | 414-9 | 412-2 | 409-5 | 406-8 | 404-1 | 401-4 | 398-7 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 30 ^m | 31 ^m | 32 ^m | 33 ^m | 34 ^m | 35 ^m | | | | | | |
|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| 30 | 3-260988 | 474 | 3-288967 | 459 | 3-310069 | 444 | 3-342346 | 431 | 3-367848 | 418 | 3-392618 | 407 |
| 31 | 3-261462 | 474 | 3-289426 | 458 | 3-316513 | 445 | 3-342777 | 431 | 3-368266 | 418 | 3-393025 | 407 |
| 32 | 3-261936 | 473 | 3-289884 | 458 | 3-316958 | 444 | 3-343208 | 431 | 3-368685 | 419 | 3-393432 | 406 |
| 33 | 3-262409 | 473 | 3-290343 | 458 | 3-317402 | 444 | 3-343639 | 431 | 3-369103 | 418 | 3-393838 | 406 |
| 34 | 3-262882 | 473 | 3-290801 | 457 | 3-317846 | 443 | 3-344070 | 430 | 3-369521 | 418 | 3-394244 | 406 |
| 35 | 3-263355 | 472 | 3-291258 | 458 | 3-318289 | 444 | 3-344500 | 430 | 3-369939 | 418 | 3-394650 | 406 |
| 36 | 3-263827 | 473 | 3-291716 | 457 | 3-318733 | 443 | 3-344930 | 430 | 3-370357 | 417 | 3-395056 | 406 |
| 37 | 3-264300 | 472 | 3-292173 | 457 | 3-319176 | 443 | 3-345360 | 430 | 3-370774 | 418 | 3-395462 | 406 |
| 38 | 3-264772 | 471 | 3-292630 | 457 | 3-319619 | 443 | 3-345790 | 430 | 3-371192 | 417 | 3-395868 | 405 |
| 39 | 3-265243 | 472 | 3-293087 | 456 | 3-320062 | 442 | 3-346220 | 429 | 3-371609 | 417 | 3-396273 | 405 |
| 40 | 3-265715 | 471 | 3-293543 | 457 | 3-320504 | 442 | 3-346649 | 429 | 3-372026 | 416 | 3-396678 | 405 |
| 41 | 3-266186 | 471 | 3-294000 | 456 | 3-320946 | 442 | 3-347078 | 429 | 3-372442 | 417 | 3-397083 | 405 |
| 42 | 3-266657 | 471 | 3-294456 | 456 | 3-321388 | 442 | 3-347507 | 429 | 3-372859 | 416 | 3-397488 | 404 |
| 43 | 3-267128 | 470 | 3-294912 | 455 | 3-321830 | 442 | 3-347936 | 428 | 3-373275 | 416 | 3-397892 | 405 |
| 44 | 3-267598 | 470 | 3-295367 | 456 | 3-322272 | 441 | 3-348364 | 428 | 3-373691 | 416 | 3-398297 | 404 |
| 45 | 3-268068 | 470 | 3-295823 | 455 | 3-322713 | 441 | 3-348792 | 428 | 3-374107 | 416 | 3-398701 | 404 |
| 46 | 3-268538 | 470 | 3-296278 | 455 | 3-323154 | 441 | 3-349220 | 428 | 3-374523 | 415 | 3-399105 | 404 |
| 47 | 3-269008 | 470 | 3-296733 | 454 | 3-323595 | 441 | 3-349648 | 428 | 3-374938 | 416 | 3-399509 | 404 |
| 48 | 3-269478 | 469 | 3-297187 | 455 | 3-324036 | 441 | 3-350076 | 427 | 3-375354 | 415 | 3-399913 | 403 |
| 49 | 3-269947 | 469 | 3-297642 | 454 | 3-324477 | 440 | 3-350503 | 427 | 3-375769 | 415 | 3-400316 | 403 |
| 50 | 3-270416 | 468 | 3-298096 | 454 | 3-324917 | 440 | 3-350930 | 427 | 3-376184 | 414 | 3-400719 | 403 |
| 51 | 3-270884 | 469 | 3-298550 | 453 | 3-325357 | 440 | 3-351357 | 427 | 3-376598 | 415 | 3-401122 | 403 |
| 52 | 3-271353 | 468 | 3-299003 | 453 | 3-325797 | 439 | 3-351784 | 427 | 3-377013 | 414 | 3-401525 | 403 |
| 53 | 3-271821 | 468 | 3-299457 | 453 | 3-326236 | 440 | 3-352211 | 426 | 3-377427 | 414 | 3-401928 | 402 |
| 54 | 3-272289 | 467 | 3-299910 | 453 | 3-326676 | 439 | 3-352637 | 426 | 3-377841 | 414 | 3-402330 | 403 |
| 55 | 3-272756 | 468 | 3-300363 | 453 | 3-327115 | 439 | 3-353063 | 426 | 3-378255 | 414 | 3-402733 | 402 |
| 56 | 3-273224 | 467 | 3-300816 | 452 | 3-327554 | 438 | 3-353489 | 426 | 3-378669 | 413 | 3-403135 | 402 |
| 57 | 3-273691 | 467 | 3-301268 | 452 | 3-327992 | 439 | 3-353915 | 426 | 3-379082 | 414 | 3-403537 | 402 |
| 58 | 3-274158 | 467 | 3-301720 | 452 | 3-328431 | 438 | 3-354341 | 425 | 3-379496 | 413 | 3-403939 | 401 |
| 59 | 3-274625 | 466 | 3-302172 | 452 | 3-328869 | 438 | 3-354766 | 425 | 3-379909 | 413 | 3-404340 | 402 |
| 60 | 3-275091 | 466 | 3-302624 | 452 | 3-329307 | 438 | 3-355191 | 425 | 3-380322 | 413 | 3-404742 | 402 |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|
| 30 ^r | 0-9065 | 95 | 0-9625 | 91 | 1-0167 | 89 | 1-0692 | 86 | 1-1202 | 84 | 1-1698 | 81 |
| 40 | 0-9160 | 94 | 0-9716 | 91 | 1-0256 | 88 | 1-0778 | 86 | 1-1286 | 83 | 1-1779 | 81 |
| 50 | 0-9254 | 93 | 0-9807 | 91 | 1-0344 | 88 | 1-0864 | 85 | 1-1369 | 83 | 1-1860 | 80 |
| 60 | 0-9347 | | 0-9898 | | 1-0432 | | 1-0949 | | 1-1452 | | 1-1940 | |

Proportionaltheile

| | 440 | 437 | 434 | 431 | 428 | 425 | 422 | 419 | 416 | 413 | 410 | 407 | 404 | 401 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 44.0 | 43.7 | 43.4 | 43.1 | 42.8 | 42.5 | 42.2 | 41.9 | 41.6 | 41.3 | 41.0 | 40.7 | 40.4 | 40.1 |
| 2 | 88.0 | 87.4 | 86.8 | 86.2 | 85.6 | 85.0 | 84.4 | 83.8 | 83.2 | 82.6 | 82.0 | 81.4 | 80.8 | 80.2 |
| 3 | 132.0 | 131.1 | 130.2 | 129.3 | 128.4 | 127.5 | 126.6 | 125.7 | 124.8 | 123.9 | 123.0 | 122.1 | 121.2 | 120.3 |
| 4 | 176.0 | 174.8 | 173.6 | 172.4 | 171.2 | 170.0 | 168.8 | 167.6 | 166.4 | 165.2 | 164.0 | 162.8 | 161.6 | 160.4 |
| 5 | 220.0 | 218.5 | 217.0 | 215.5 | 214.0 | 212.5 | 211.0 | 209.5 | 208.0 | 206.5 | 205.0 | 203.5 | 202.0 | 200.5 |
| 6 | 264.0 | 262.2 | 260.4 | 258.6 | 256.8 | 255.0 | 253.2 | 251.4 | 249.6 | 247.8 | 246.0 | 244.2 | 242.4 | 240.6 |
| 7 | 308.0 | 305.9 | 303.8 | 301.7 | 299.6 | 297.5 | 295.4 | 293.3 | 291.2 | 289.1 | 287.0 | 284.9 | 282.8 | 280.7 |
| 8 | 352.0 | 349.6 | 347.2 | 344.8 | 342.4 | 340.0 | 337.6 | 335.2 | 332.8 | 330.4 | 328.0 | 325.6 | 323.2 | 320.8 |
| 9 | 396.0 | 393.3 | 390.6 | 387.9 | 385.2 | 382.5 | 379.8 | 377.1 | 374.4 | 371.7 | 369.0 | 366.3 | 363.6 | 360.9 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| <i>t</i> | 36 ^m | | 37 ^m | | 38 ^m | | 39 ^m | | 40 ^m | | 41 ^m | |
|----------------|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|-----|-----------------|-----|
| 0 ^s | 3-404742 | 401 | 3-428490 | 390 | 3-451602 | 380 | 3-474111 | 370 | 3-496047 | 361 | 3-517439 | 352 |
| 1 | 3-405143 | 401 | 3-428880 | 390 | 3-451982 | 380 | 3-474481 | 370 | 3-496408 | 361 | 3-517791 | 352 |
| 2 | 3-405544 | 401 | 3-429270 | 390 | 3-452362 | 379 | 3-474851 | 370 | 3-496769 | 361 | 3-518143 | 352 |
| 3 | 3-405945 | 401 | 3-429660 | 390 | 3-452741 | 380 | 3-475221 | 370 | 3-497129 | 361 | 3-518495 | 351 |
| 4 | 3-406345 | 401 | 3-430050 | 390 | 3-453121 | 379 | 3-475591 | 369 | 3-497490 | 360 | 3-518846 | 352 |
| 5 | 3-406746 | 400 | 3-430440 | 389 | 3-453500 | 379 | 3-475960 | 370 | 3-497850 | 360 | 3-519198 | 351 |
| 6 | 3-407146 | 400 | 3-430829 | 389 | 3-453879 | 379 | 3-476330 | 369 | 3-498210 | 360 | 3-519549 | 351 |
| 7 | 3-407546 | 400 | 3-431218 | 389 | 3-454258 | 379 | 3-476699 | 369 | 3-498570 | 360 | 3-519900 | 351 |
| 8 | 3-407946 | 400 | 3-431607 | 389 | 3-454637 | 379 | 3-477068 | 369 | 3-498930 | 360 | 3-520251 | 351 |
| 9 | 3-408346 | 399 | 3-431996 | 389 | 3-455016 | 378 | 3-477437 | 369 | 3-499290 | 360 | 3-520602 | 351 |
| 10 | 3-408745 | 400 | 3-432385 | 389 | 3-455394 | 379 | 3-477806 | 368 | 3-499649 | 360 | 3-520953 | 351 |
| 11 | 3-409145 | 399 | 3-432774 | 388 | 3-455773 | 378 | 3-478174 | 369 | 3-500009 | 359 | 3-521304 | 350 |
| 12 | 3-409544 | 399 | 3-433162 | 388 | 3-456151 | 378 | 3-478543 | 368 | 3-500368 | 359 | 3-521654 | 351 |
| 13 | 3-409943 | 399 | 3-433550 | 388 | 3-456529 | 378 | 3-478911 | 368 | 3-500727 | 359 | 3-522005 | 350 |
| 14 | 3-410342 | 398 | 3-433938 | 388 | 3-456907 | 377 | 3-479279 | 368 | 3-501086 | 359 | 3-522355 | 350 |
| 15 | 3-410740 | 398 | 3-434326 | 388 | 3-457284 | 378 | 3-479647 | 368 | 3-501445 | 359 | 3-522705 | 350 |
| 16 | 3-411139 | 398 | 3-434714 | 387 | 3-457662 | 378 | 3-480015 | 368 | 3-501804 | 358 | 3-523055 | 350 |
| 17 | 3-411537 | 398 | 3-435101 | 388 | 3-458039 | 377 | 3-480383 | 367 | 3-502162 | 359 | 3-523405 | 349 |
| 18 | 3-411935 | 398 | 3-435489 | 387 | 3-458416 | 377 | 3-480750 | 368 | 3-502521 | 358 | 3-523754 | 350 |
| 19 | 3-412333 | 398 | 3-435876 | 387 | 3-458793 | 377 | 3-481118 | 368 | 3-502879 | 358 | 3-524104 | 349 |
| 20 | 3-412731 | 397 | 3-436263 | 387 | 3-459170 | 377 | 3-481485 | 367 | 3-503237 | 358 | 3-524453 | 349 |
| 21 | 3-413128 | 397 | 3-436650 | 386 | 3-459547 | 376 | 3-481852 | 367 | 3-503595 | 358 | 3-524802 | 349 |
| 22 | 3-413525 | 397 | 3-437036 | 386 | 3-459923 | 377 | 3-482219 | 367 | 3-503953 | 357 | 3-525151 | 349 |
| 23 | 3-413922 | 397 | 3-437423 | 385 | 3-460300 | 376 | 3-482586 | 366 | 3-504310 | 358 | 3-525500 | 349 |
| 24 | 3-414319 | 397 | 3-437809 | 386 | 3-460676 | 376 | 3-482952 | 367 | 3-504668 | 357 | 3-525849 | 349 |
| 25 | 3-414716 | 397 | 3-438195 | 386 | 3-461052 | 376 | 3-483319 | 366 | 3-505025 | 357 | 3-526198 | 348 |
| 26 | 3-415113 | 396 | 3-438581 | 386 | 3-461428 | 376 | 3-483685 | 366 | 3-505382 | 357 | 3-526546 | 349 |
| 27 | 3-415509 | 396 | 3-438967 | 385 | 3-461804 | 376 | 3-484051 | 366 | 3-505739 | 357 | 3-526895 | 348 |
| 28 | 3-415905 | 396 | 3-439352 | 385 | 3-462179 | 375 | 3-484417 | 366 | 3-506096 | 357 | 3-527243 | 348 |
| 29 | 3-416301 | 396 | 3-439738 | 385 | 3-462555 | 375 | 3-484783 | 366 | 3-506453 | 356 | 3-527591 | 348 |
| 30 | 3-416697 | 396 | 3-440123 | 385 | 3-462930 | 375 | 3-485149 | 366 | 3-506809 | 356 | 3-527939 | 348 |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| <i>t</i> | 36 ^m | | 37 ^m | | 38 ^m | | 39 ^m | | 40 ^m | | 41 ^m | |
|----------------|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|
| 0 ^s | 1-1940 | 80 | 1-2415 | 78 | 1-2877 | 76 | 1-3328 | 74 | 1-3766 | 72 | 1-4194 | 71 |
| 10 | 1-2020 | 80 | 1-2493 | 78 | 1-2953 | 76 | 1-3402 | 73 | 1-3838 | 72 | 1-4265 | 70 |
| 20 | 1-2100 | 79 | 1-2571 | 77 | 1-3029 | 75 | 1-3475 | 73 | 1-3910 | 72 | 1-4335 | 69 |
| 30 | 1-2179 | | 1-2648 | | 1-3104 | | 1-3548 | | 1-3982 | | 1-4404 | |

Proportionaltheile

| | 400 | 398 | 396 | 394 | 392 | 390 | 388 | 386 | 384 | 382 | 380 | 378 | 376 | 374 | 372 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 40-0 | 39-8 | 39-6 | 39-4 | 39-2 | 39-0 | 38-8 | 38-6 | 38-4 | 38-2 | 38-0 | 37-8 | 37-6 | 37-4 | 37-2 |
| 2 | 80-0 | 79-6 | 79-2 | 78-8 | 78-4 | 78-0 | 77-6 | 77-2 | 76-8 | 76-4 | 76-0 | 75-6 | 75-2 | 74-8 | 74-4 |
| 3 | 120-0 | 119-4 | 118-8 | 118-2 | 117-6 | 117-0 | 116-4 | 115-8 | 115-2 | 114-6 | 114-0 | 113-4 | 112-8 | 112-2 | 111-6 |
| 4 | 160-0 | 159-2 | 158-4 | 157-6 | 156-8 | 156-0 | 155-2 | 154-4 | 153-6 | 152-8 | 152-0 | 151-2 | 150-4 | 149-6 | 148-8 |
| 5 | 200-0 | 199-0 | 198-0 | 197-0 | 196-0 | 195-0 | 194-0 | 193-0 | 192-0 | 191-0 | 190-0 | 189-0 | 188-0 | 187-0 | 186-0 |
| 6 | 240-0 | 238-8 | 237-6 | 236-4 | 235-2 | 234-0 | 232-8 | 231-6 | 230-4 | 229-2 | 228-0 | 226-8 | 225-6 | 224-4 | 223-2 |
| 7 | 280-0 | 278-6 | 277-2 | 275-8 | 274-4 | 273-0 | 271-6 | 270-2 | 268-8 | 267-4 | 266-0 | 264-6 | 263-2 | 261-8 | 260-4 |
| 8 | 320-0 | 318-4 | 316-8 | 315-2 | 313-6 | 312-0 | 310-4 | 308-8 | 307-2 | 305-6 | 304-0 | 302-4 | 300-8 | 299-2 | 297-6 |
| 9 | 360-0 | 358-2 | 356-4 | 354-6 | 352-8 | 351-0 | 349-2 | 347-4 | 345-6 | 343-8 | 342-0 | 340-2 | 338-4 | 336-6 | 334-8 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| <i>t</i> | 36 ^m | 37 ^m | 38 ^m | 39 ^m | 40 ^m | 41 ^m |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 30 ^r | 3-416697 | 3-440123 | 3-462930 | 3-485149 | 3-506809 | 3-527939 |
| 31 | 3-417093 | 3-440508 | 3-463305 | 3-485514 | 3-507166 | 3-528287 |
| 32 | 3-417489 | 3-440893 | 3-463680 | 3-485880 | 3-507522 | 3-528634 |
| 33 | 3-417884 | 3-441278 | 3-464054 | 3-486245 | 3-507878 | 3-528982 |
| 34 | 3-418279 | 3-441662 | 3-464429 | 3-486610 | 3-508234 | 3-529329 |
| 35 | 3-418674 | 3-442047 | 3-464803 | 3-486975 | 3-508590 | 3-529677 |
| 36 | 3-419069 | 3-442431 | 3-465178 | 3-487339 | 3-508946 | 3-530024 |
| 37 | 3-419463 | 3-442815 | 3-465552 | 3-487704 | 3-509301 | 3-530371 |
| 38 | 3-419858 | 3-443199 | 3-465925 | 3-488068 | 3-509657 | 3-530718 |
| 39 | 3-420252 | 3-443583 | 3-466299 | 3-488433 | 3-510012 | 3-531064 |
| 40 | 3-420646 | 3-443966 | 3-466673 | 3-488797 | 3-510367 | 3-531411 |
| 41 | 3-421040 | 3-444350 | 3-467046 | 3-489161 | 3-510722 | 3-531757 |
| 42 | 3-421434 | 3-444733 | 3-467420 | 3-489525 | 3-511077 | 3-532103 |
| 43 | 3-421827 | 3-445116 | 3-467793 | 3-489888 | 3-511432 | 3-532450 |
| 44 | 3-422221 | 3-445499 | 3-468166 | 3-490252 | 3-511786 | 3-532796 |
| 45 | 3-422614 | 3-445882 | 3-468538 | 3-490615 | 3-512141 | 3-533141 |
| 46 | 3-423007 | 3-446264 | 3-468911 | 3-490978 | 3-512495 | 3-533487 |
| 47 | 3-423400 | 3-446646 | 3-469283 | 3-491341 | 3-512849 | 3-533833 |
| 48 | 3-423792 | 3-447029 | 3-469656 | 3-491704 | 3-513203 | 3-534178 |
| 49 | 3-424185 | 3-447411 | 3-470028 | 3-492067 | 3-513557 | 3-534523 |
| 50 | 3-424577 | 3-447793 | 3-470400 | 3-492430 | 3-513910 | 3-534869 |
| 51 | 3-424969 | 3-448174 | 3-470772 | 3-492792 | 3-514264 | 3-535214 |
| 52 | 3-425361 | 3-448556 | 3-471143 | 3-493154 | 3-514617 | 3-535558 |
| 53 | 3-425753 | 3-448937 | 3-471515 | 3-493516 | 3-514970 | 3-535903 |
| 54 | 3-426144 | 3-449318 | 3-471886 | 3-493878 | 3-515323 | 3-536248 |
| 55 | 3-426536 | 3-449699 | 3-472257 | 3-494240 | 3-515676 | 3-536592 |
| 56 | 3-426927 | 3-450080 | 3-472628 | 3-494602 | 3-516029 | 3-536937 |
| 57 | 3-427318 | 3-450461 | 3-472999 | 3-494963 | 3-516382 | 3-537281 |
| 58 | 3-427709 | 3-450841 | 3-473370 | 3-495325 | 3-516734 | 3-537625 |
| 59 | 3-428099 | 3-451222 | 3-473740 | 3-495686 | 3-517087 | 3-537969 |
| 60 | 3-428490 | 3-451602 | 3-474111 | 3-496047 | 3-517439 | 3-538313 |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|
| 30 ^r | 1-2179 | 79 | 1-2648 | 77 | 1-3104 | 75 | 1-3548 | 73 | 1-3982 | 71 | 1-4404 | 70 |
| 40 | 1-2258 | 79 | 1-2725 | 76 | 1-3179 | 74 | 1-3621 | 73 | 1-4053 | 71 | 1-4474 | 69 |
| 50 | 1-2337 | 78 | 1-2801 | 76 | 1-3253 | 75 | 1-3694 | 72 | 1-4124 | 70 | 1-4543 | 69 |
| 60 | 1-2415 | | 1-2877 | | 1-3328 | | 1-3766 | | 1-4194 | | 1-4612 | |

Proportionaltheile

| | 370 | 368 | 366 | 364 | 362 | 360 | 358 | 356 | 354 | 352 | 350 | 348 | 346 | 344 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 37-0 | 36-8 | 36-6 | 36-4 | 36-2 | 36-0 | 35-8 | 35-6 | 35-4 | 35-2 | 35-0 | 34-8 | 34-6 | 34-4 |
| 2 | 74-0 | 73-6 | 73-2 | 72-8 | 72-4 | 72-0 | 71-6 | 71-2 | 70-8 | 70-4 | 70-0 | 69-6 | 69-2 | 68-8 |
| 3 | 111-0 | 110-4 | 109-8 | 109-2 | 108-6 | 108-0 | 107-4 | 106-8 | 106-2 | 105-6 | 105-0 | 104-4 | 103-8 | 103-2 |
| 4 | 148-0 | 147-2 | 146-4 | 145-6 | 144-8 | 144-0 | 143-2 | 142-4 | 141-6 | 140-8 | 140-0 | 139-2 | 138-4 | 137-6 |
| 5 | 185-0 | 184-0 | 183-0 | 182-0 | 181-0 | 180-0 | 179-0 | 178-0 | 177-0 | 176-0 | 175-0 | 174-0 | 173-0 | 172-0 |
| 6 | 222-0 | 220-8 | 219-6 | 218-4 | 217-2 | 216-0 | 214-8 | 213-6 | 212-4 | 211-2 | 210-0 | 208-8 | 207-6 | 206-4 |
| 7 | 259-0 | 257-6 | 256-2 | 254-8 | 253-4 | 252-0 | 250-6 | 249-2 | 247-8 | 246-4 | 245-0 | 243-6 | 242-2 | 240-8 |
| 8 | 296-0 | 294-4 | 292-8 | 291-2 | 289-6 | 288-0 | 286-4 | 284-8 | 283-2 | 281-6 | 280-0 | 278-4 | 276-8 | 275-2 |
| 9 | 333-0 | 331-2 | 329-4 | 327-6 | 325-8 | 324-0 | 322-2 | 320-4 | 318-6 | 316-8 | 315-0 | 313-2 | 311-4 | 309-6 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206204.8$$

| <i>t</i> | 42 ^m | 43 ^m | 44 ^m | 45 ^m | 46 ^m | 47 ^m | | | | | | |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| 0 ^r | 3-538313 | 343 | 3-558692 | 336 | 3-578601 | 328 | 3-598059 | 321 | 3-617087 | 314 | 3-635703 | 307 |
| 1 | 3-538656 | 344 | 3-559028 | 335 | 3-578929 | 327 | 3-598380 | 320 | 3-617401 | 313 | 3-636010 | 306 |
| 2 | 3-539000 | 343 | 3-559363 | 336 | 3-579256 | 328 | 3-598700 | 321 | 3-617714 | 313 | 3-636317 | 306 |
| 3 | 3-539343 | 343 | 3-559699 | 335 | 3-579584 | 328 | 3-599021 | 320 | 3-618027 | 314 | 3-636623 | 307 |
| 4 | 3-539686 | 343 | 3-560034 | 335 | 3-579912 | 327 | 3-599341 | 320 | 3-618341 | 313 | 3-636930 | 306 |
| 5 | 3-540029 | 343 | 3-560369 | 335 | 3-580239 | 327 | 3-599661 | 320 | 3-618654 | 313 | 3-637236 | 307 |
| 6 | 3-540372 | 343 | 3-560704 | 335 | 3-580566 | 328 | 3-599981 | 320 | 3-618967 | 313 | 3-637543 | 306 |
| 7 | 3-540715 | 343 | 3-561039 | 335 | 3-580894 | 327 | 3-600301 | 320 | 3-619280 | 313 | 3-637849 | 306 |
| 8 | 3-541058 | 343 | 3-561374 | 334 | 3-581221 | 327 | 3-600621 | 319 | 3-619593 | 312 | 3-638155 | 306 |
| 9 | 3-541401 | 342 | 3-561708 | 335 | 3-581548 | 327 | 3-600940 | 320 | 3-619905 | 313 | 3-638461 | 306 |
| 10 | 3-541743 | 342 | 3-562043 | 334 | 3-581875 | 326 | 3-601260 | 319 | 3-620218 | 312 | 3-638767 | 306 |
| 11 | 3-542085 | 342 | 3-562377 | 334 | 3-582201 | 327 | 3-601579 | 320 | 3-620530 | 313 | 3-639073 | 305 |
| 12 | 3-542427 | 342 | 3-562711 | 334 | 3-582528 | 326 | 3-601899 | 319 | 3-620843 | 312 | 3-639378 | 306 |
| 13 | 3-542769 | 342 | 3-563045 | 334 | 3-582854 | 327 | 3-602218 | 319 | 3-621155 | 312 | 3-639684 | 305 |
| 14 | 3-543111 | 342 | 3-563379 | 334 | 3-583181 | 326 | 3-602537 | 319 | 3-621467 | 312 | 3-639989 | 306 |
| 15 | 3-543453 | 342 | 3-563713 | 333 | 3-583507 | 326 | 3-602856 | 319 | 3-621779 | 312 | 3-640295 | 305 |
| 16 | 3-543795 | 341 | 3-564046 | 334 | 3-583833 | 326 | 3-603175 | 318 | 3-622091 | 312 | 3-640600 | 305 |
| 17 | 3-544136 | 341 | 3-564380 | 333 | 3-584159 | 326 | 3-603493 | 319 | 3-622403 | 311 | 3-640905 | 305 |
| 18 | 3-544477 | 342 | 3-564713 | 334 | 3-584485 | 325 | 3-603812 | 318 | 3-622714 | 312 | 3-641210 | 305 |
| 19 | 3-544819 | 341 | 3-565047 | 333 | 3-584810 | 326 | 3-604130 | 319 | 3-623026 | 311 | 3-641515 | 305 |
| 20 | 3-545160 | 340 | 3-565380 | 333 | 3-585136 | 325 | 3-604449 | 318 | 3-623337 | 312 | 3-641820 | 304 |
| 21 | 3-545500 | 341 | 3-565713 | 333 | 3-585461 | 326 | 3-604767 | 318 | 3-623649 | 311 | 3-642124 | 305 |
| 22 | 3-545841 | 341 | 3-566046 | 332 | 3-585787 | 325 | 3-605085 | 318 | 3-623960 | 311 | 3-642429 | 305 |
| 23 | 3-546182 | 340 | 3-566378 | 333 | 3-586112 | 325 | 3-605403 | 318 | 3-624271 | 311 | 3-642734 | 304 |
| 24 | 3-546522 | 341 | 3-566711 | 333 | 3-586437 | 325 | 3-605721 | 318 | 3-624582 | 311 | 3-643038 | 304 |
| 25 | 3-546863 | 340 | 3-567044 | 332 | 3-586762 | 325 | 3-606039 | 317 | 3-624893 | 310 | 3-643342 | 304 |
| 26 | 3-547203 | 340 | 3-567376 | 332 | 3-587087 | 325 | 3-606356 | 317 | 3-625203 | 311 | 3-643646 | 304 |
| 27 | 3-547543 | 340 | 3-567708 | 332 | 3-587412 | 324 | 3-606674 | 318 | 3-625514 | 311 | 3-643950 | 304 |
| 28 | 3-547883 | 340 | 3-568040 | 332 | 3-587736 | 325 | 3-606991 | 317 | 3-625825 | 310 | 3-644254 | 304 |
| 29 | 3-548223 | 340 | 3-568372 | 332 | 3-588061 | 324 | 3-607308 | 318 | 3-626135 | 310 | 3-644558 | 304 |
| 30 | 3-548563 | 340 | 3-568704 | 332 | 3-588385 | 324 | 3-607626 | 318 | 3-626445 | 310 | 3-644862 | 304 |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | | | | | | | |
|----------------|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|
| 0 ^r | 1.4612 | 68 | 1.5019 | 67 | 1.5417 | 66 | 1.5807 | 64 | 1.6187 | 63 | 1.6560 | 61 |
| 10 | 1.4680 | 69 | 1.5086 | 67 | 1.5483 | 65 | 1.5871 | 63 | 1.6250 | 62 | 1.6621 | 61 |
| 20 | 1.4749 | 68 | 1.5153 | 67 | 1.5548 | 65 | 1.5934 | 64 | 1.6312 | 62 | 1.6682 | 61 |
| 30 | 1.4817 | | 1.5220 | | 1.5613 | | 1.5998 | | 1.6374 | | 1.6743 | |

Proportionaltheile

| | 344 | 342 | 340 | 338 | 336 | 334 | 332 | 330 | 328 | 326 | 324 | 322 | 320 | 318 | 316 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 34.4 | 34.2 | 34.0 | 33.8 | 33.6 | 33.4 | 33.2 | 33.0 | 32.8 | 32.6 | 32.4 | 32.2 | 32.0 | 31.8 | 31.6 |
| 2 | 68.8 | 68.4 | 68.0 | 67.6 | 67.2 | 66.8 | 66.4 | 66.0 | 65.6 | 65.2 | 64.8 | 64.4 | 64.0 | 63.6 | 63.2 |
| 3 | 103.2 | 102.6 | 102.0 | 101.4 | 100.8 | 100.2 | 99.6 | 99.0 | 98.4 | 97.8 | 97.2 | 96.6 | 96.0 | 95.4 | 94.8 |
| 4 | 137.6 | 136.8 | 136.0 | 135.2 | 134.4 | 133.6 | 132.8 | 132.0 | 131.2 | 130.4 | 129.6 | 128.8 | 128.0 | 127.2 | 126.4 |
| 5 | 172.0 | 171.0 | 170.0 | 169.0 | 168.0 | 167.0 | 166.0 | 165.0 | 164.0 | 163.0 | 162.0 | 161.0 | 160.0 | 159.0 | 158.0 |
| 6 | 206.4 | 205.2 | 204.0 | 202.8 | 201.6 | 200.4 | 199.2 | 198.0 | 196.8 | 195.6 | 194.4 | 193.2 | 192.0 | 190.8 | 189.6 |
| 7 | 240.8 | 239.4 | 238.0 | 236.6 | 235.2 | 233.8 | 232.4 | 231.0 | 229.6 | 228.2 | 226.8 | 225.4 | 224.0 | 222.6 | 221.2 |
| 8 | 275.2 | 273.6 | 272.0 | 270.4 | 268.8 | 267.2 | 265.6 | 264.0 | 262.4 | 260.8 | 259.2 | 257.6 | 256.0 | 254.4 | 252.8 |
| 9 | 309.6 | 307.8 | 306.0 | 304.2 | 302.4 | 300.6 | 298.8 | 297.0 | 295.2 | 293.4 | 291.6 | 289.8 | 288.0 | 286.2 | 284.4 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| <i>t</i> | 42 ^m | 43 ^m | 44 ^m | 45 ^m | 46 ^m | 47 ^m | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| 30 ^r | 3-548563 | 339 | 3-568704 | 332 | 3-588385 | 324 | 3-607626 | 317 | 3-626445 | 311 | 3-644862 | 303 |
| 31 | 3-548902 | 340 | 3-569086 | 331 | 3-588709 | 324 | 3-607943 | 317 | 3-626756 | 310 | 3-645165 | 304 |
| 32 | 3-549242 | 339 | 3-569367 | 332 | 3-589033 | 324 | 3-608260 | 316 | 3-627066 | 310 | 3-645469 | 303 |
| 33 | 3-549581 | 339 | 3-569699 | 331 | 3-589357 | 324 | 3-608576 | 317 | 3-627376 | 309 | 3-645772 | 304 |
| 34 | 3-549920 | 339 | 3-570030 | 331 | 3-589681 | 324 | 3-608893 | 317 | 3-627685 | 310 | 3-646076 | 303 |
| 35 | 3-550259 | 339 | 3-570361 | 332 | 3-590005 | 324 | 3-609210 | 316 | 3-627995 | 310 | 3-646379 | 303 |
| 36 | 3-550598 | 339 | 3-570693 | 331 | 3-590329 | 323 | 3-609526 | 317 | 3-628305 | 309 | 3-646682 | 303 |
| 37 | 3-550937 | 339 | 3-571024 | 330 | 3-590652 | 323 | 3-609843 | 316 | 3-628614 | 310 | 3-646985 | 303 |
| 38 | 3-551276 | 338 | 3-571354 | 331 | 3-590975 | 324 | 3-610159 | 316 | 3-628924 | 309 | 3-647288 | 303 |
| 39 | 3-551614 | 339 | 3-571685 | 331 | 3-591299 | 323 | 3-610475 | 316 | 3-629233 | 309 | 3-647591 | 302 |
| 40 | 3-551953 | 338 | 3-572016 | 330 | 3-591622 | 323 | 3-610791 | 316 | 3-629542 | 309 | 3-647893 | 303 |
| 41 | 3-552291 | 338 | 3-572346 | 330 | 3-591945 | 323 | 3-611107 | 316 | 3-629851 | 309 | 3-648196 | 302 |
| 42 | 3-552629 | 338 | 3-572676 | 331 | 3-592268 | 322 | 3-611423 | 315 | 3-630160 | 309 | 3-648498 | 303 |
| 43 | 3-552967 | 338 | 3-573007 | 330 | 3-592590 | 323 | 3-611738 | 316 | 3-630469 | 309 | 3-648801 | 302 |
| 44 | 3-553305 | 337 | 3-573337 | 330 | 3-592913 | 323 | 3-612054 | 315 | 3-630778 | 309 | 3-649103 | 302 |
| 45 | 3-553642 | 338 | 3-573667 | 330 | 3-593236 | 322 | 3-612369 | 316 | 3-631087 | 308 | 3-649405 | 302 |
| 46 | 3-553980 | 337 | 3-573997 | 329 | 3-593558 | 322 | 3-612685 | 315 | 3-631395 | 309 | 3-649707 | 302 |
| 47 | 3-554317 | 338 | 3-574326 | 330 | 3-593880 | 322 | 3-613000 | 315 | 3-631704 | 308 | 3-650009 | 302 |
| 48 | 3-554655 | 337 | 3-574656 | 329 | 3-594202 | 322 | 3-613315 | 315 | 3-632012 | 308 | 3-650311 | 301 |
| 49 | 3-554992 | 337 | 3-574985 | 330 | 3-594524 | 322 | 3-613630 | 315 | 3-632320 | 308 | 3-650612 | 302 |
| 50 | 3-555329 | 337 | 3-575315 | 329 | 3-594846 | 322 | 3-613945 | 315 | 3-632628 | 308 | 3-650914 | 302 |
| 51 | 3-555666 | 337 | 3-575644 | 329 | 3-595168 | 322 | 3-614260 | 314 | 3-632936 | 308 | 3-651216 | 301 |
| 52 | 3-556003 | 336 | 3-575973 | 329 | 3-595490 | 322 | 3-614574 | 315 | 3-633244 | 308 | 3-651517 | 301 |
| 53 | 3-556339 | 337 | 3-576302 | 329 | 3-595812 | 321 | 3-614889 | 314 | 3-633552 | 307 | 3-651818 | 301 |
| 54 | 3-556676 | 336 | 3-576631 | 329 | 3-596133 | 321 | 3-615203 | 314 | 3-633859 | 307 | 3-652119 | 301 |
| 55 | 3-557012 | 337 | 3-576959 | 328 | 3-596454 | 321 | 3-615517 | 314 | 3-634167 | 307 | 3-652420 | 301 |
| 56 | 3-557349 | 336 | 3-577288 | 328 | 3-596775 | 322 | 3-615831 | 315 | 3-634474 | 308 | 3-652721 | 301 |
| 57 | 3-557685 | 336 | 3-577616 | 329 | 3-597097 | 321 | 3-616146 | 313 | 3-634782 | 307 | 3-653022 | 301 |
| 58 | 3-558021 | 336 | 3-577945 | 328 | 3-597418 | 320 | 3-616459 | 314 | 3-635089 | 307 | 3-653323 | 301 |
| 59 | 3-558357 | 335 | 3-578273 | 328 | 3-597738 | 321 | 3-616773 | 314 | 3-635396 | 307 | 3-653624 | 301 |
| 60 | 3-558692 | 335 | 3-578601 | 328 | 3-598059 | 321 | 3-617087 | 314 | 3-635703 | 307 | 3-653924 | 300 |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|
| 30 ^r | 1-4817 | 67 | 1-5220 | 66 | 1-5613 | 65 | 1-5998 | 63 | 1-6374 | 62 | 1-6743 | 60 |
| 40 | 1-4884 | 68 | 1-5286 | 66 | 1-5678 | 64 | 1-6061 | 63 | 1-6436 | 62 | 1-6808 | 61 |
| 50 | 1-4952 | 67 | 1-5352 | 65 | 1-5742 | 65 | 1-6124 | 63 | 1-6498 | 62 | 1-6864 | 60 |
| 60 | 1-5019 | | 1-5417 | | 1-5807 | | 1-6187 | | 1-6560 | | 1-6924 | |

Proportionaltheile

| | 315 | 314 | 313 | 312 | 311 | 310 | 309 | 308 | 307 | 306 | 305 | 304 | 303 | 302 | 301 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 31.5 | 31.4 | 31.3 | 31.2 | 31.1 | 31.0 | 30.9 | 30.8 | 30.7 | 30.6 | 30.5 | 30.4 | 30.3 | 30.2 | 30.1 |
| 2 | 63.0 | 62.8 | 62.6 | 62.4 | 62.2 | 62.0 | 61.8 | 61.6 | 61.4 | 61.2 | 61.0 | 60.8 | 60.6 | 60.4 | 60.2 |
| 3 | 94.5 | 94.2 | 93.9 | 93.6 | 93.3 | 93.0 | 92.7 | 92.4 | 92.1 | 91.8 | 91.5 | 91.2 | 90.9 | 90.6 | 90.3 |
| 4 | 126.0 | 125.6 | 125.2 | 124.8 | 124.4 | 124.0 | 123.6 | 123.2 | 122.8 | 122.4 | 122.0 | 121.6 | 121.2 | 120.8 | 120.4 |
| 5 | 157.5 | 157.0 | 156.5 | 156.0 | 155.5 | 155.0 | 154.5 | 154.0 | 153.5 | 153.0 | 152.5 | 152.0 | 151.5 | 151.0 | 150.5 |
| 6 | 189.0 | 188.4 | 187.8 | 187.2 | 186.6 | 186.0 | 185.4 | 184.8 | 184.2 | 183.6 | 183.0 | 182.4 | 181.8 | 181.2 | 180.6 |
| 7 | 220.5 | 219.8 | 219.1 | 218.4 | 217.7 | 217.0 | 216.3 | 215.6 | 214.9 | 214.2 | 213.5 | 212.8 | 212.1 | 211.4 | 210.7 |
| 8 | 252.0 | 251.2 | 250.4 | 249.6 | 248.8 | 248.0 | 247.2 | 246.4 | 245.6 | 244.8 | 244.0 | 243.2 | 242.4 | 241.6 | 240.8 |
| 9 | 283.5 | 282.6 | 281.7 | 280.8 | 279.9 | 279.0 | 278.1 | 277.2 | 276.3 | 275.4 | 274.5 | 273.6 | 272.7 | 271.8 | 270.9 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 48 ^m | 49 ^m | 50 ^m | 51 ^m | 52 ^m | 53 ^m |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 0 ^r | 3-653924 | 3-671767 | 3-689247 | 3-706377 | 3-723173 | 3-739645 |
| 1 | 3-654225 | 3-672061 | 3-689535 | 3-706660 | 3-723450 | 3-739917 |
| 2 | 3-654525 | 3-672355 | 3-689823 | 3-706942 | 3-723727 | 3-740189 |
| 3 | 3-654825 | 3-672649 | 3-690111 | 3-707225 | 3-724004 | 3-740461 |
| 4 | 3-655125 | 3-672943 | 3-690399 | 3-707507 | 3-724281 | 3-740732 |
| 5 | 3-655425 | 3-673237 | 3-690687 | 3-707790 | 3-724557 | 3-741004 |
| 6 | 3-655725 | 3-673531 | 3-690975 | 3-708072 | 3-724834 | 3-741275 |
| 7 | 3-656025 | 3-673825 | 3-691263 | 3-708354 | 3-725111 | 3-741547 |
| 8 | 3-656325 | 3-674118 | 3-691550 | 3-708636 | 3-725387 | 3-741818 |
| 9 | 3-656624 | 3-674412 | 3-691838 | 3-708918 | 3-725664 | 3-742089 |
| 10 | 3-656924 | 3-674705 | 3-692126 | 3-709199 | 3-725940 | 3-742360 |
| 11 | 3-657223 | 3-674998 | 3-692413 | 3-709481 | 3-726216 | 3-742631 |
| 12 | 3-657523 | 3-675291 | 3-692700 | 3-709763 | 3-726492 | 3-742902 |
| 13 | 3-657822 | 3-675585 | 3-692987 | 3-710044 | 3-726769 | 3-743173 |
| 14 | 3-658121 | 3-675878 | 3-693274 | 3-710326 | 3-727045 | 3-743444 |
| 15 | 3-658420 | 3-676170 | 3-693561 | 3-710607 | 3-727320 | 3-743714 |
| 16 | 3-658719 | 3-676463 | 3-693848 | 3-710888 | 3-727596 | 3-743985 |
| 17 | 3-659017 | 3-676756 | 3-694135 | 3-711169 | 3-727872 | 3-744256 |
| 18 | 3-659316 | 3-677048 | 3-694422 | 3-711450 | 3-728148 | 3-744526 |
| 19 | 3-659615 | 3-677341 | 3-694708 | 3-711731 | 3-728425 | 3-744796 |
| 20 | 3-659913 | 3-677633 | 3-694995 | 3-712012 | 3-728699 | 3-745066 |
| 21 | 3-660211 | 3-677925 | 3-695281 | 3-712293 | 3-728974 | 3-745337 |
| 22 | 3-660510 | 3-678218 | 3-695568 | 3-712574 | 3-729249 | 3-745607 |
| 23 | 3-660808 | 3-678510 | 3-695854 | 3-712854 | 3-729525 | 3-745877 |
| 24 | 3-661106 | 3-678802 | 3-696140 | 3-713135 | 3-729800 | 3-746147 |
| 25 | 3-661404 | 3-679093 | 3-696426 | 3-713415 | 3-730075 | 3-746416 |
| 26 | 3-661702 | 3-679385 | 3-696712 | 3-713696 | 3-730350 | 3-746686 |
| 27 | 3-661999 | 3-679677 | 3-696998 | 3-713976 | 3-730625 | 3-746956 |
| 28 | 3-662297 | 3-679968 | 3-697283 | 3-714256 | 3-730899 | 3-747225 |
| 29 | 3-662595 | 3-680260 | 3-697569 | 3-714536 | 3-731174 | 3-747495 |
| 30 | 3-662892 | 3-680551 | 3-697855 | 3-714816 | 3-731448 | 3-747764 |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| 0 ^r | 1-6924 | 1-7281 | 1-7630 | 1-7973 | 1-8309 | 1-8638 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 10 | 1-6984 | 1-7340 | 1-7688 | 1-8029 | 1-8364 | 1-8693 |
| 20 | 1-7044 | 1-7398 | 1-7745 | 1-8086 | 1-8419 | 1-8747 |
| 30 | 1-7103 | 1-7456 | 1-7803 | 1-8142 | 1-8474 | 1-8801 |

Proportionaltheile

| | 299 | 298 | 297 | 296 | 295 | 294 | 293 | 292 | 291 | 290 | 289 | 288 | 287 | 286 | 285 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 29-9 | 29-8 | 29-7 | 29-6 | 29-5 | 29-4 | 29-3 | 29-2 | 29-1 | 29-0 | 28-9 | 28-8 | 28-7 | 28-6 | 28-5 |
| 2 | 59-8 | 59-6 | 59-4 | 59-2 | 59-0 | 58-8 | 58-6 | 58-4 | 58-2 | 58-0 | 57-8 | 57-6 | 57-4 | 57-2 | 57-0 |
| 3 | 89-7 | 89-4 | 89-1 | 88-8 | 88-5 | 88-2 | 87-9 | 87-6 | 87-3 | 87-0 | 86-7 | 86-4 | 86-1 | 85-8 | 85-5 |
| 4 | 119-6 | 119-2 | 118-8 | 118-4 | 118-0 | 117-6 | 117-2 | 116-8 | 116-4 | 116-0 | 115-6 | 115-2 | 114-8 | 114-4 | 114-0 |
| 5 | 149-5 | 149-0 | 148-5 | 148-0 | 147-5 | 147-0 | 146-5 | 146-0 | 145-5 | 145-0 | 144-5 | 144-0 | 143-5 | 143-0 | 142-5 |
| 6 | 179-4 | 178-8 | 178-2 | 177-6 | 177-0 | 176-4 | 175-8 | 175-2 | 174-6 | 174-0 | 173-4 | 172-8 | 172-2 | 171-6 | 171-0 |
| 7 | 209-3 | 208-6 | 207-9 | 207-2 | 206-5 | 205-8 | 205-1 | 204-4 | 203-7 | 203-0 | 202-3 | 201-6 | 200-9 | 200-2 | 199-5 |
| 8 | 239-2 | 238-4 | 237-6 | 236-8 | 236-0 | 235-2 | 234-4 | 233-6 | 232-8 | 232-0 | 231-2 | 230-4 | 229-6 | 228-8 | 228-0 |
| 9 | 269-1 | 268-2 | 267-3 | 266-4 | 265-5 | 264-6 | 263-7 | 262-8 | 261-9 | 261-0 | 260-1 | 259-2 | 258-3 | 257-4 | 256-5 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 48 ^m | 49 ^m | 50 ^m | 51 ^m | 52 ^m | 53 ^m | | | | | | |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| 30 ^r | 3-662892 | 297 | 3-680551 | 292 | 3-697855 | 285 | 3-714816 | 280 | 3-731448 | 275 | 3-747764 | 270 |
| 31 | 3-663189 | 297 | 3-680843 | 291 | 3-698140 | 285 | 3-715096 | 280 | 3-731723 | 274 | 3-748034 | 269 |
| 32 | 3-663486 | 298 | 3-681134 | 291 | 3-698425 | 286 | 3-715376 | 279 | 3-731997 | 275 | 3-748303 | 269 |
| 33 | 3-663784 | 297 | 3-681425 | 291 | 3-698711 | 285 | 3-715655 | 280 | 3-732272 | 274 | 3-748572 | 269 |
| 34 | 3-664081 | 296 | 3-681716 | 291 | 3-698996 | 285 | 3-715935 | 279 | 3-732546 | 274 | 3-748841 | 269 |
| 35 | 3-664377 | 297 | 3-682007 | 290 | 3-699281 | 285 | 3-716214 | 280 | 3-732820 | 274 | 3-749110 | 269 |
| 36 | 3-664674 | 297 | 3-682297 | 291 | 3-699566 | 285 | 3-716496 | 279 | 3-733094 | 274 | 3-749379 | 269 |
| 37 | 3-664971 | 297 | 3-682588 | 291 | 3-699851 | 285 | 3-716773 | 279 | 3-733368 | 274 | 3-749648 | 268 |
| 38 | 3-665268 | 296 | 3-682879 | 290 | 3-700136 | 284 | 3-717052 | 280 | 3-733642 | 274 | 3-749916 | 269 |
| 39 | 3-665564 | 296 | 3-683169 | 290 | 3-700420 | 285 | 3-717332 | 279 | 3-733916 | 273 | 3-750185 | 269 |
| 40 | 3-665860 | 297 | 3-683459 | 291 | 3-700705 | 284 | 3-717611 | 279 | 3-734189 | 274 | 3-750454 | 268 |
| 41 | 3-666157 | 296 | 3-683750 | 290 | 3-700989 | 285 | 3-717890 | 278 | 3-734463 | 274 | 3-750722 | 269 |
| 42 | 3-666453 | 296 | 3-684040 | 290 | 3-701274 | 284 | 3-718168 | 279 | 3-734737 | 273 | 3-750991 | 268 |
| 43 | 3-666749 | 296 | 3-684330 | 290 | 3-701558 | 284 | 3-718447 | 279 | 3-735010 | 273 | 3-751259 | 268 |
| 44 | 3-667045 | 296 | 3-684620 | 290 | 3-701842 | 285 | 3-718726 | 278 | 3-735283 | 274 | 3-751527 | 268 |
| 45 | 3-667341 | 295 | 3-684910 | 290 | 3-702127 | 284 | 3-719004 | 279 | 3-735557 | 273 | 3-751795 | 268 |
| 46 | 3-667637 | 296 | 3-685200 | 289 | 3-702411 | 284 | 3-719283 | 278 | 3-735830 | 273 | 3-752063 | 268 |
| 47 | 3-667932 | 296 | 3-685489 | 290 | 3-702695 | 283 | 3-719561 | 279 | 3-736103 | 273 | 3-752331 | 268 |
| 48 | 3-668228 | 295 | 3-685779 | 289 | 3-702978 | 284 | 3-719840 | 278 | 3-736376 | 273 | 3-752599 | 268 |
| 49 | 3-668523 | 296 | 3-686068 | 290 | 3-703262 | 284 | 3-720118 | 278 | 3-736649 | 273 | 3-752867 | 268 |
| 50 | 3-668819 | 295 | 3-686358 | 289 | 3-703546 | 283 | 3-720396 | 278 | 3-736922 | 272 | 3-753135 | 267 |
| 51 | 3-669114 | 295 | 3-686647 | 289 | 3-703829 | 284 | 3-720674 | 278 | 3-737194 | 273 | 3-753402 | 268 |
| 52 | 3-669409 | 295 | 3-686936 | 289 | 3-704113 | 283 | 3-720952 | 278 | 3-737467 | 273 | 3-753670 | 267 |
| 53 | 3-669704 | 295 | 3-687226 | 290 | 3-704396 | 284 | 3-721230 | 278 | 3-737740 | 272 | 3-753937 | 268 |
| 54 | 3-669999 | 295 | 3-687515 | 288 | 3-704680 | 283 | 3-721508 | 277 | 3-738012 | 273 | 3-754205 | 267 |
| 55 | 3-670294 | 295 | 3-687803 | 289 | 3-704963 | 283 | 3-721785 | 278 | 3-738285 | 272 | 3-754472 | 267 |
| 56 | 3-670589 | 295 | 3-688092 | 289 | 3-705246 | 283 | 3-722063 | 278 | 3-738557 | 272 | 3-754739 | 267 |
| 57 | 3-670884 | 294 | 3-688381 | 289 | 3-705529 | 283 | 3-722341 | 277 | 3-738829 | 272 | 3-755006 | 267 |
| 58 | 3-671178 | 395 | 3-688670 | 288 | 3-705812 | 283 | 3-722618 | 277 | 3-739101 | 272 | 3-755273 | 267 |
| 59 | 3-671473 | 294 | 3-688958 | 289 | 3-706095 | 282 | 3-722895 | 278 | 3-739373 | 272 | 3-755540 | 267 |
| 60 | 3-671767 | | 3-689247 | | 3-706377 | | 3-723173 | | 3-739645 | | 3-755807 | |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|
| 30 ^r | 1-7103 | 60 | 1-7456 | 59 | 1-7803 | 57 | 1-8142 | 56 | 1-8474 | 55 | 1-8801 | 54 |
| 40 | 1-7163 | 59 | 1-7515 | 58 | 1-7860 | 56 | 1-8198 | 55 | 1-8529 | 55 | 1-8855 | 53 |
| 50 | 1-7222 | 59 | 1-7573 | 57 | 1-7916 | 57 | 1-8253 | 56 | 1-8584 | 54 | 1-8908 | 54 |
| 60 | 1-7281 | | 1-7630 | | 1-7973 | | 1-8309 | | 1-8638 | | 1-8962 | |

Proportionaltheile

| | 284 | 283 | 282 | 281 | 280 | 279 | 278 | 277 | 276 | 275 | 274 | 273 | 272 | 271 | 270 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 28.4 | 28.3 | 28.2 | 28.1 | 28.0 | 27.9 | 27.8 | 27.7 | 27.6 | 27.5 | 27.4 | 27.3 | 27.2 | 27.1 | 27.0 |
| 2 | 56.8 | 56.6 | 56.4 | 56.2 | 56.0 | 55.8 | 55.6 | 55.4 | 55.2 | 55.0 | 54.8 | 54.6 | 54.4 | 54.2 | 54.0 |
| 3 | 85.2 | 84.9 | 84.6 | 84.3 | 84.0 | 83.7 | 83.4 | 83.1 | 82.8 | 82.5 | 82.2 | 81.9 | 81.6 | 81.3 | 81.0 |
| 4 | 113.6 | 113.2 | 112.8 | 112.4 | 112.0 | 111.6 | 111.2 | 110.8 | 110.4 | 110.0 | 109.6 | 109.2 | 108.8 | 108.4 | 108.0 |
| 5 | 142.0 | 141.5 | 141.0 | 140.5 | 140.0 | 139.5 | 139.0 | 138.5 | 138.0 | 137.5 | 137.0 | 136.5 | 136.0 | 135.5 | 135.0 |
| 6 | 170.4 | 169.8 | 169.2 | 168.6 | 168.0 | 167.4 | 166.8 | 166.2 | 165.6 | 165.0 | 164.4 | 163.8 | 163.2 | 162.6 | 162.0 |
| 7 | 198.8 | 198.1 | 197.4 | 196.7 | 196.0 | 195.3 | 194.6 | 193.9 | 193.2 | 192.5 | 191.8 | 191.1 | 190.4 | 189.7 | 189.0 |
| 8 | 227.2 | 226.4 | 225.6 | 224.8 | 224.0 | 223.2 | 222.4 | 221.6 | 220.8 | 220.0 | 219.2 | 218.4 | 217.6 | 216.8 | 216.0 |
| 9 | 255.6 | 254.7 | 253.8 | 252.9 | 252.0 | 251.1 | 250.2 | 249.3 | 248.4 | 247.5 | 246.6 | 245.7 | 244.8 | 243.9 | 243.0 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| <i>t</i> | 54 ^m | 55 ^m | 56 ^m | 57 ^m | 58 ^m | 59 ^m | | | | | | |
|----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| 0 ^r | 3-755807 | 267 | 3-771670 | 262 | 3-787244 | 257 | 3-802540 | 252 | 3-817567 | 248 | 3-832334 | 244 |
| 1 | 3-756074 | 267 | 3-771932 | 262 | 3-787501 | 257 | 3-802792 | 253 | 3-817815 | 248 | 3-832578 | 244 |
| 2 | 3-756341 | 266 | 3-772194 | 261 | 3-787758 | 257 | 3-803045 | 252 | 3-818063 | 248 | 3-832822 | 244 |
| 3 | 3-756607 | 267 | 3-772455 | 262 | 3-788015 | 257 | 3-803297 | 253 | 3-818311 | 248 | 3-833066 | 243 |
| 4 | 3-756874 | 266 | 3-772717 | 262 | 3-788272 | 257 | 3-803550 | 252 | 3-818559 | 248 | 3-833309 | 244 |
| 5 | 3-757140 | 267 | 3-772979 | 261 | 3-788529 | 257 | 3-803802 | 252 | 3-818807 | 248 | 3-833553 | 244 |
| 6 | 3-757407 | 266 | 3-773240 | 262 | 3-788786 | 257 | 3-804054 | 253 | 3-819055 | 248 | 3-833797 | 243 |
| 7 | 3-757673 | 266 | 3-773502 | 261 | 3-789043 | 256 | 3-804307 | 252 | 3-819303 | 248 | 3-834040 | 244 |
| 8 | 3-757939 | 266 | 3-773763 | 261 | 3-789299 | 257 | 3-804559 | 252 | 3-819551 | 247 | 3-834284 | 243 |
| 9 | 3-758205 | 266 | 3-774024 | 261 | 3-789556 | 256 | 3-804811 | 252 | 3-819798 | 248 | 3-834527 | 244 |
| 10 | 3-758471 | 266 | 3-774285 | 261 | 3-789812 | 257 | 3-805063 | 251 | 3-820046 | 247 | 3-834771 | 243 |
| 11 | 3-758737 | 266 | 3-774546 | 261 | 3-790069 | 256 | 3-805314 | 252 | 3-820293 | 248 | 3-835014 | 243 |
| 12 | 3-759003 | 266 | 3-774807 | 261 | 3-790325 | 256 | 3-805566 | 252 | 3-820541 | 247 | 3-835257 | 243 |
| 13 | 3-759269 | 266 | 3-775068 | 261 | 3-790581 | 257 | 3-805818 | 252 | 3-820788 | 247 | 3-835500 | 243 |
| 14 | 3-759535 | 265 | 3-775329 | 261 | 3-790838 | 256 | 3-806070 | 251 | 3-821035 | 248 | 3-835743 | 243 |
| 15 | 3-759800 | 266 | 3-775590 | 261 | 3-791094 | 256 | 3-806321 | 251 | 3-821283 | 247 | 3-835986 | 243 |
| 16 | 3-760066 | 266 | 3-775851 | 260 | 3-791350 | 256 | 3-806573 | 252 | 3-821530 | 247 | 3-836229 | 243 |
| 17 | 3-760332 | 265 | 3-776111 | 261 | 3-791606 | 256 | 3-806824 | 252 | 3-821777 | 247 | 3-836472 | 243 |
| 18 | 3-760597 | 265 | 3-776372 | 261 | 3-791862 | 255 | 3-807076 | 251 | 3-822024 | 247 | 3-836715 | 243 |
| 19 | 3-760862 | 265 | 3-776633 | 260 | 3-792117 | 256 | 3-807327 | 251 | 3-822271 | 246 | 3-836958 | 242 |
| 20 | 3-761127 | 266 | 3-776893 | 260 | 3-792373 | 256 | 3-807578 | 251 | 3-822517 | 247 | 3-837200 | 243 |
| 21 | 3-761393 | 265 | 3-777153 | 260 | 3-792629 | 255 | 3-807829 | 251 | 3-822764 | 247 | 3-837443 | 242 |
| 22 | 3-761658 | 265 | 3-777413 | 261 | 3-792884 | 256 | 3-808080 | 251 | 3-823011 | 247 | 3-837685 | 243 |
| 23 | 3-761923 | 265 | 3-777674 | 260 | 3-793140 | 255 | 3-808331 | 251 | 3-823258 | 246 | 3-837928 | 242 |
| 24 | 3-762188 | 265 | 3-777934 | 260 | 3-793395 | 255 | 3-808582 | 251 | 3-823504 | 247 | 3-838170 | 243 |
| 25 | 3-762453 | 264 | 3-778194 | 260 | 3-793650 | 256 | 3-808833 | 251 | 3-823751 | 246 | 3-838413 | 242 |
| 26 | 3-762717 | 265 | 3-778454 | 259 | 3-793906 | 255 | 3-809084 | 251 | 3-823997 | 247 | 3-838655 | 242 |
| 27 | 3-762982 | 264 | 3-778713 | 260 | 3-794161 | 255 | 3-809335 | 250 | 3-824244 | 246 | 3-838897 | 242 |
| 28 | 3-763246 | 265 | 3-778973 | 260 | 3-794416 | 255 | 3-809585 | 251 | 3-824490 | 246 | 3-839139 | 242 |
| 29 | 3-763511 | 264 | 3-779233 | 259 | 3-794671 | 255 | 3-809836 | 250 | 3-824736 | 246 | 3-839381 | 242 |
| 30 | 3-763775 | | 3-779492 | | 3-794926 | | 3-810086 | | 3-824982 | | 3-839623 | |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| 0 ^r | 1-8962 | 53 | 1-9279 | 52 | 1-9590 | 52 | 1-9896 | 51 | 2-0197 | 49 | 2-0492 | 49 |
|----------------|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|
| 10 | 1-9015 | 53 | 1-9331 | 52 | 1-9642 | 51 | 1-9947 | 50 | 2-0246 | 50 | 2-0541 | 48 |
| 20 | 1-9068 | 53 | 1-9383 | 52 | 1-9693 | 51 | 1-9997 | 50 | 2-0296 | 49 | 2-0589 | 49 |
| 30 | 1-9121 | | 1-9435 | | 1-9744 | | 2-0047 | | 2-0345 | | 2-0638 | |

Proportionaltheile

| | 269 | 268 | 267 | 266 | 265 | 264 | 263 | 262 | 261 | 260 | 259 | 258 | 257 | 256 | 255 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 26-9 | 26-8 | 26-7 | 26-6 | 26-5 | 26-4 | 26-3 | 26-2 | 26-1 | 26-0 | 25-9 | 25-8 | 25-7 | 25-6 | 25-5 |
| 2 | 53-8 | 53-6 | 53-4 | 53-2 | 53-0 | 52-8 | 52-6 | 52-4 | 52-2 | 52-0 | 51-8 | 51-6 | 51-4 | 51-2 | 51-0 |
| 3 | 80-7 | 80-4 | 80-1 | 79-8 | 79-5 | 79-2 | 78-9 | 78-6 | 78-3 | 78-0 | 77-7 | 77-4 | 77-1 | 76-8 | 76-5 |
| 4 | 107-6 | 107-2 | 106-8 | 106-4 | 106-0 | 105-6 | 105-2 | 104-8 | 104-4 | 104-0 | 103-6 | 103-2 | 102-8 | 102-4 | 102-0 |
| 5 | 134-5 | 134-0 | 133-5 | 133-0 | 132-5 | 132-0 | 131-5 | 131-0 | 130-5 | 130-0 | 129-5 | 129-0 | 128-5 | 128-0 | 127-5 |
| 6 | 161-4 | 160-8 | 160-2 | 159-6 | 159-0 | 158-4 | 157-8 | 157-2 | 156-6 | 156-0 | 155-4 | 154-8 | 154-2 | 153-6 | 153-0 |
| 7 | 188-3 | 187-6 | 186-9 | 186-2 | 185-5 | 184-8 | 184-1 | 183-4 | 182-7 | 182-0 | 181-3 | 180-6 | 179-9 | 179-2 | 178-5 |
| 8 | 215-2 | 214-4 | 213-6 | 212-8 | 212-0 | 211-2 | 210-4 | 209-6 | 208-8 | 208-0 | 207-2 | 206-4 | 205-6 | 204-8 | 204-0 |
| 9 | 242-1 | 241-2 | 240-3 | 239-4 | 238-5 | 237-6 | 236-7 | 235-8 | 234-9 | 234-0 | 233-1 | 232-2 | 231-3 | 230-4 | 229-5 |

$$\log m = \log 2 R \sin^2 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| t | 54 ^m | 55 ^m | 56 ^m | 57 ^m | 58 ^m | 59 ^m |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 30 ^r | 3-763775 | 3-779492 | 3-794926 | 3-810086 | 3-824982 | 3-839623 |
| 31 | 3-764040 | 3-779752 | 3-795181 | 3-810337 | 3-825228 | 3-839865 |
| 32 | 3-764304 | 3-780011 | 3-795436 | 3-810587 | 3-825474 | 3-840107 |
| 33 | 3-764568 | 3-780271 | 3-795690 | 3-810837 | 3-825720 | 3-840349 |
| 34 | 3-764832 | 3-780530 | 3-795945 | 3-811087 | 3-825966 | 3-840590 |
| 35 | 3-765096 | 3-780789 | 3-796200 | 3-811337 | 3-826212 | 3-840832 |
| 36 | 3-765360 | 3-781048 | 3-796454 | 3-811587 | 3-826458 | 3-841074 |
| 37 | 3-765624 | 3-781307 | 3-796709 | 3-811837 | 3-826703 | 3-841315 |
| 38 | 3-765888 | 3-781566 | 3-796963 | 3-812087 | 3-826949 | 3-841556 |
| 39 | 3-766151 | 3-781825 | 3-797217 | 3-812337 | 3-827194 | 3-841798 |
| 40 | 3-766415 | 3-782084 | 3-797471 | 3-812587 | 3-827440 | 3-842039 |
| 41 | 3-766678 | 3-782343 | 3-797726 | 3-812837 | 3-827685 | 3-842280 |
| 42 | 3-766942 | 3-782601 | 3-797980 | 3-813086 | 3-827931 | 3-842521 |
| 43 | 3-767205 | 3-782860 | 3-798234 | 3-813336 | 3-828176 | 3-842763 |
| 44 | 3-767468 | 3-783118 | 3-798487 | 3-813585 | 3-828421 | 3-843004 |
| 45 | 3-767732 | 3-783377 | 3-798741 | 3-813835 | 3-828666 | 3-843244 |
| 46 | 3-767995 | 3-783635 | 3-798995 | 3-814084 | 3-828911 | 3-843485 |
| 47 | 3-768258 | 3-783894 | 3-799249 | 3-814333 | 3-829156 | 3-843726 |
| 48 | 3-768521 | 3-784152 | 3-799502 | 3-814582 | 3-829401 | 3-843967 |
| 49 | 3-768784 | 3-784410 | 3-799756 | 3-814831 | 3-829646 | 3-844208 |
| 50 | 3-769047 | 3-784668 | 3-800009 | 3-815080 | 3-829890 | 3-844448 |
| 51 | 3-769309 | 3-784926 | 3-800263 | 3-815329 | 3-830135 | 3-844689 |
| 52 | 3-769572 | 3-785184 | 3-800516 | 3-815578 | 3-830380 | 3-844929 |
| 53 | 3-769834 | 3-785441 | 3-800769 | 3-815827 | 3-830624 | 3-845170 |
| 54 | 3-770097 | 3-785699 | 3-801022 | 3-816076 | 3-830869 | 3-845410 |
| 55 | 3-770359 | 3-785957 | 3-801275 | 3-816325 | 3-831113 | 3-845650 |
| 56 | 3-770621 | 3-786214 | 3-801528 | 3-816573 | 3-831358 | 3-845890 |
| 57 | 3-770884 | 3-786472 | 3-801781 | 3-816822 | 3-831602 | 3-846130 |
| 58 | 3-771146 | 3-786729 | 3-802034 | 3-817070 | 3-831846 | 3-846371 |
| 59 | 3-771408 | 3-786987 | 3-802287 | 3-817318 | 3-832090 | 3-846611 |
| 60 | 3-771670 | 3-787244 | 3-802540 | 3-817567 | 3-832334 | 3-846851 |

$$\log n = \log 2 R \sin^4 \frac{1}{2} t$$

$$R = 206264.8$$

| | | | | | | | | | | | | |
|-----------------|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|--------|----|
| 30 ^r | 1-9121 | 53 | 1-9435 | 52 | 1-9744 | 51 | 2-0047 | 50 | 2-0845 | 49 | 2-0638 | 48 |
| 40 | 1-9174 | 52 | 1-9487 | 52 | 1-9795 | 51 | 2-0097 | 50 | 2-0394 | 49 | 2-0686 | 48 |
| 50 | 1-9226 | 53 | 1-9539 | 51 | 1-9846 | 50 | 2-0147 | 50 | 2-0443 | 49 | 2-0734 | 48 |
| 60 | 1-9279 | | 1-9590 | | 1-9896 | | 2-0197 | | 2-0492 | | 2-0782 | |

Proportionaltheile

| | 254 | 253 | 252 | 251 | 250 | 249 | 248 | 247 | 246 | 245 | 244 | 243 | 242 | 241 | 240 |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 25-4 | 25-3 | 25-2 | 25-1 | 25-0 | 24-9 | 24-8 | 24-7 | 24-6 | 24-5 | 24-4 | 24-3 | 24-2 | 24-1 | 24-0 |
| 2 | 50-8 | 50-6 | 50-4 | 50-2 | 50-0 | 49-8 | 49-6 | 49-4 | 49-2 | 49-0 | 48-8 | 48-6 | 48-4 | 48-2 | 48-0 |
| 3 | 76-2 | 75-9 | 75-6 | 75-3 | 75-0 | 74-7 | 74-4 | 74-1 | 73-8 | 73-5 | 73-2 | 72-9 | 72-6 | 72-3 | 72-0 |
| 4 | 101-6 | 101-2 | 100-8 | 100-4 | 100-0 | 99-6 | 99-2 | 98-8 | 98-4 | 98-0 | 97-6 | 97-2 | 96-8 | 96-4 | 96-0 |
| 5 | 127-0 | 126-5 | 126-0 | 125-5 | 125-0 | 124-5 | 124-0 | 123-5 | 123-0 | 122-5 | 122-0 | 121-5 | 121-0 | 120-5 | 120-0 |
| 6 | 152-4 | 151-8 | 151-2 | 150-6 | 150-0 | 149-4 | 148-8 | 148-2 | 147-6 | 147-0 | 146-4 | 145-8 | 145-2 | 144-6 | 144-0 |
| 7 | 177-8 | 177-1 | 176-4 | 175-7 | 175-0 | 174-3 | 173-6 | 172-9 | 172-2 | 171-5 | 170-8 | 170-1 | 169-4 | 168-7 | 168-0 |
| 8 | 203-2 | 202-4 | 201-6 | 200-8 | 200-0 | 199-2 | 198-4 | 197-6 | 196-8 | 196-0 | 195-2 | 194-4 | 193-6 | 192-8 | 192-0 |
| 9 | 228-6 | 227-7 | 226-8 | 225-9 | 225-0 | 224-1 | 223-2 | 222-3 | 221-4 | 220-5 | 219-6 | 218-7 | 217-8 | 216-9 | 216-0 |

Tafel VI.

Verzeichniss der Bahnelemente der Kometen.

Ueber die Bezeichnung (Col. 1) vergl. Bd. 2, pag. 52.

In der Columne »Name des Entdeckers« sind für die erste Zeit die Quellen angegeben, wo der betreffende Komet erwähnt worden ist; bei auffallenden Erscheinungen späterer Zeit, welche an verschiedenen Orten zugleich gesehen wurden, ist nur der eine oder andere Name des ersten Beobachters angeführt.

In der letzten Columne bedeutet:

- A. N. Astronomische Nachrichten.
- A. J. Astronomical Journal.
- B. A. Bulletin Astronomique.
- B. J. Berliner Astronomisches Jahrbuch.
- C. R. Comptes Rendus de l'Acad. Française.
- C. d. T. Connaissance des Temps.
- M. N. Monthly Notices of the R. Astron. Society.
- M. C. ZACHS' Monatliche Correspondenz.
- Nat. »Nature« (London).
- Obs. »Observatory« ed. Greenwich.
- V. J. S. Vierteljahrsschrift der Astron. Gesellschaft.

Die übrigen Abkürzungen bedürfen keiner Erläuterung.

| Bezeichnung | No. nach GALLE II. | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|--------------------|-------------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| 1 | 1 | v. Chr. 372 | Alter Stil Winter | 120° | 270° bis 330° | unter 150° |
| 2 | 2 | 137 | April 29 | 350 | 220 | 160 |
| 3 | 3 | 69 | Juli | 150 | 165 | 70 |
| (19) | 4 | 12 | Octob. 8·80 | 108 | 28 | 170 |
| | | n. Chr. | | | | |
| (19) | 5 | 66 | Januar 14·2 | 67° 40' | 32° 40' | 139° 30' |
| (19) | 6 | 141 | März 29·1 | 120 55 | 12 50 | 163 0 |
| [a] | 7 | 240 | Novemb. 10·0 | 82 | 189 | 44 |
| [b] | 8 | 539 | Octob. 20·62 | 255·5 od. 75·5 | 58 od. 238 | 10 |
| [c] | 9 | 565 | Juli 14·5 | 79 30 | 159 30 | 121 |
| 4 | 10 | 568 | August 29·33 | 24 20 | 294 15 | 4 8 |
| 5 | 11 | 574 | April 7·29 | 15 22 | 128 17 | 46 31 |
| 6 | 12 | 770 | Juli 6·65 | 86 46 | 88 54 | 129 29 |
| (19) | 13 | 837 | März 1·00 | 277 30 | 206 33 | 170 od. 168 |
| 7 | 14 | 961 | Decemb. 30·17 | 82 32 | 350 35 | 100 27 |
| (19) | 15 | 989 | Septemb. 12·0 | 180 | 84 | 163 |
| [d] | 16 | 1006 | März 22 | 94 bis 93 | 38 | 162 30 |
| (19) | 17 | 1066 | April 1·0 | 120 55 | 25 50 | 163 0 |
| 8 | 18 | 1092 | Febr. 15·0 | 30 40 | 125 40 | 28 55 |
| 9 | 19 | 1097 | Septemb. 21·9 | 125 0 | 207 30 | 73 30 |
| 10 | 20 | 1231 | Januar 30·307 | 121 18 | 13 30 | 6 5 |
| 11 | 21 | 1264 | Juli 19·80 | 159 34 | 140 55 | 16 29 |
| 12 | 22 | 1299 | März 31·318 | 103 48 | 107 8 | 111 3 |
| (19) | 23 | 1301 | Octob. 24·0 | 186 | 138 | 167 |
| 13 | 24 | 1337 | Juni 15·08 | 90 41 | 93 1 | 139 32 |
| [e] | 25 | 1351 | Novemb. 26·5 | unbestimmt | unbestimmt | unbestimmt |
| 14 | 26 | 1362 | März 2·33 | 10 | 237 | 148 |
| 15 | 27 | 1366 | Octob. 21·461 | 169 21 | 217 25 | 152 23 |
| (19) | 28 H | 1378 | Novemb. 8·77 | 107 46 | 47 17 | 162 4 |
| 16 | 29 | 1385 | Octob. 16·27 | 166 44 | 268 31 | 127 45 |
| (f) | 30 | 1402 | März 21 | 91 | 117 | 55 |
| 17 | 31 | 1433 | Novemb. 7·7766 | 189 19·2 | 96 20·3 | 104 0·1 |
| 18 | 32 | 1449 | Decemb. 9·3747 | 356 52·0 | 261 17·8 | 155 40·5 |
| 19 | 33 H | 1456 | Juni 8·20875 | 104 49 17 | 43 46 4 | 162 22 33 |
| 20 | 34 | 14571 | Januar 17·9859 | 194 54·2 | 249 39·3 | 13 15·7 |

| Bezeichnung | Log. der Perihelldist. $\log q$ | Excentricität e | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|---------------------------------|-------------------|-------------------------|------------|--------------------------------|----------------------------|
| | | | Entdeckers | Berechners | | |
| 1 | sehr klein | | VON ARISTOTELES erwähnt | PINGRÉ | | PINGRÉ I, 262, 63 |
| 2 | 0.0043 | | Chines. Beob. | PEIRCE | | Americ. Alm. 1847 |
| 3 | 9.90 | | Chines. Beob. | PEIRCE | | Americ. Alm. 1847 |
| (19) | 9.76 | | | HIND | | HIND, Kometen, pag. 142. |
| (19) | 9.6480 | | Chines. Beob. | HIND | | A. N. XXVII, 157 |
| (19) | 9.857 | | | HIND | | M. N. X, 57 |
| [a] | 9.570 | | Chines. Beob. | BURCKHARDT | | M. C. X, 167 |
| [b] | 9.53307 | | Chines. Beob. | BURCKHARDT | | M. C. II, 415. XVI, 498 |
| [c] | 9.92000 | | Chines. Beob. | BURCKHARDT | | M. C. X, 162 |
| 4 | 9.95779 | | Chines. Beob. | LAUGIER | | C. R. XXII, 156 |
| 5 | 9.9836 | | Chines. Beob. | HIND | | A. N. XXI, 279. XXIII, 377 |
| 6 | 9.7801 | | Chines. Beob. | HIND | | A. N. XXIII, 377 |
| (19) | 9.763428 | | Chines. Beob. | PINGRÉ | | PINGRÉ I, 340 |
| 7 | 9.7418 | | Chines. Beob. | HIND | | A. N. XXIII, 377 |
| (19) | 9.7546 | | Chines. Beob. | BURCKHARDT | | M. C. X, 167 |
| [d] | 9.76604 | | | PINGRÉ | | PINGRÉ I, 364 |
| (19) | 9.857 | | | HIND | | M. N. X, 54 |
| 8 | 9.9676 | | Chines. Beob. | HIND | | A. N. XXVII, 157 |
| 9 | 9.86832 | | Chines. Beob. | BURCKHARDT | Octob. 6—17 | M. C. II, 417. XVI, 501 |
| 10 | 9.9767 | | Chines. Beob. | PINGRÉ | | PINGRÉ I, 401 |
| 11 | 9.9164 | | | HÖEK | 3 Monate | HÖEK, De Kometen, pag. 55 |
| 12 | 9.502330 | | | PINGRÉ | | PINGRÉ I, 419 |
| (19) | 9.806 | | | LAUGIER | | C. d. T. 1846, 97 |
| 13 | 9.91815 | | | LAUGIER | | C. R. XXII, 153. |
| [e] | 0.00 | | Chines. Beob. | BURCKHARDT | Nov. 24—30 | M. C. II, 418. XVI, 503 |
| 14 | 9.67214 | | Chines. Beob. | BURCKHARDT | | M. C. X, 166 |
| 15 | 9.99114 | | | HIND | | Obs. IX, 283 |
| (19) | 9.76604 | | Chines. Beob. | LAUGIER | | C. R. XVI, 1005 |
| 16 | 9.8886 | | Chines. Beob. | HIND | | A. N. XXI, 279. XXIII, 377 |
| [f] | 9.58 | | | HIND | | Nat. XVI, 50 |
| 17 | 9.69264 | | TOSCANELLI | CELORIA | Oct. 5—31 | A. N. CIX, 110 |
| 18 | 9.51510 | | TOSCANELLI | CELORIA | 1449 Dec. 26 bis 1450 Febr. 13 | A. N. CIX, 269 |
| 19 | 9.76363 | 0.96783 | TOSCANELLI | CELORIA | Juni 8—Juli 8 | A. N. CXI, 70 |
| 20 | 9.84718 | | TOSCANELLI | CELORIA | Jan. 23—27 | A. N. CX, 174 |

| Bezeichnung | No. nach GALLE II | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|-------------------|---------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| 21 | 35 | 1457 II | August 8-0071 | 185° 8' 1 | 184° 24' 2 | 9° 51' 7 |
| 22 | 36 | 1468 | Octob. 7-433 | 69 43 | 71 5 | 141 59 |
| 23 | 37 | 1472 | Febr. 29-94555 | 246 6 58'' | 285 53 25'' | 170 50 6'' |
| 24 | 38 | 1490 | Decemb. 24-48 | 129 55 | 288 45 | 51 87 |
| [g] | 39 | 1499 | Septemb. 6-19 | 83 80 | 326 80 | 21 |
| [h] | 40 | 1500 | Mai 17 | 20 | 310 | 105 |
| 25 | 41 | 1506 | Septemb. 3-668 | 242 13 | 132 50 | 134 59 |
| (19) | 42 H | 1531 | August 25-799 | 104 18 | 45 80 | 163 0 |
| 26 | 43 | 1532 | Octob. 19-3389 | 24 25 | 87 23 | 32 86 |
| [i] | 44 | 1533 | Juni 14-889 | 278 21 | 299 19 | 28 14 |
| 27 | 45 | 1556 | April 22-1911 | 100 52-6 | 175 13-9 | 82 25-7 |
| 28 | 46 | 1558 | Septemb. 13-55 | 119 37 | 335 3 | 110 53 |
| 29 | 47 | 1577 | Octob. 26-9541 | 225 38 24 | 25 20 24 | 104 50 18 |
| 30 | 48 | 1580 | Novemb. 28-49961 | 89 20 14 | 19 6 42 | 64 33 49 |
| 31 | 49 | 1582 | Mai 6-4197 Neuer Stil | 331 56 50 | 227 13 33 | 118 34 9 |
| 32 | 50 | 1585 | Octob. 8-0327 | 331 24 10 | 37 44 15 | 6 5 52 |
| 33 | 51 | 1590 | Febr. 8-03363 | 307 39 44 | 165 36 56 | 150 80 16 |
| 34 | 52 | 1593 | Juli 18-575 | 12 4 | 164 15 | 87 58 |
| 35 | 53 | 1596 | Juli 25-2208 | 59 26 14 | 330 20 49 | 128 1 50 |
| (19) | 54 H | 1607 | Octob. 27-0148 | 107 27 10 | 48 14 9 | 162 58 43 |
| 36 | 55 | 1618 I | Aug. 17-133 | 24 55 | 293 25 | 21 28 |
| 37 | 56 | 1618 II | Novemb. 8-3572 | 287 21 11 | 75 44 10 | 37 11 31 |
| 38 | 57 | 1652 | Novemb. 12-6593 | 300 8 40 | 88 10 0 | 79 28 0 |
| 39 | 58 | 1661 | Januar 26-8875 | 33 22 8 | 81 54 0 | 33 0 55 |
| 40 | 59 | 1664 | Decemb. 4-4898 | 310 33 15 | 81 15 52 | 158 41 48 |
| 41 | 60 | 1665 | April 24-2253 | 156 7 30 | 228 2 0 | 103 55 0 |
| 42 | 61 | 1668 | Febr. 28-8 | 80 15 | 357 17 | 144 2 |
| 43 | 62 | 1672 | März 1-45319 | 109 33 32 | 298 6 80 | 82 56 45 |
| 44 | 63 | 1677 | Mai 6-0322 | 99 12 5 | 236 49 10 | 100 56 45 |
| 45 | 64 | 1678 | August 18-3213 | 159 27 37 | 163 20 | 2 52 |
| 46 | 65 | 1680 | Decemb. 17-99409 | 350 39 86 | 272 9 29 | 60 40 16 |
| (19) | 66 H | 1682 | Septemb. 14-80155 | 109 15 41 | 51 11 18 | 162 15 15 |
| 47 | 67 | 1683 | Juli 13-09717 | 87 48 40 | 173 24 40 | 96 46 45 |
| 48 | 68 | 1684 | Juni 8-269 | 330 20 41 | 268 10 32 | 65 25 8 |
| 49 | 69 | 1686 | Septemb. 15-8314 | 81 54-6 | 354 3-8 | 34 55-7 |

| Bezeichnung | Log. der Perihelidist. $\log q$ | Excentricität e | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------------|
| | | | Entdeckers | Berechners | | |
| 21 | 9-88106 | 0-967391 | TOSCANELLI | CELORIA | Juli 6—Aug. 4 | A. N. CX, 173 |
| 22 | 9-91893 | | | VALZ | | C. R. XXII, 425 |
| 23 | 9-68654 | | | CELORIA | | A. N. CXII, 53 |
| 24 | 9-8678 | | Chines. Beob. | HIND | A. N. XXIII, 377 | Par. Bull. 1861. 8.9 |
| [g] | 9-9795 | | Chines. Beob. | HIND | | |
| [h] | 0-146 | | Chines. Beob. | HIND | Par. Bull. 1861. 8.9 | |
| 25 | 9-58657 | | Chines. Beob. | LAUGIER | Juli 31—Aug. 14 | C. R. XXII, 154 |
| (19) | 9-76338 | | APIAN | HALLEY | | HALLEY, Tab. astr. |
| 26 | 9-71535 | | | OLBERS | | HINDENB. Mag. 1787, 44 ^o |
| (i) | 9-514362 | | | OLBERS | | B. J. 1800, 126 |
| 27 | 9-69092 | | | | März 4—April 25 | A. N. LV, 216 |
| 28 | 9-4480 | | FABRICIUS | HOEK | | A. N. LXVIII, 96 |
| 29 | 9-24920 | | TYCHO BRAHE | WOLDSTEDT | | A. N. XXIV, 7 |
| 30 | 9-77986 | | TYCHO BRAHE | SCHJELLERUP | | A. N. XLII, 173 |
| 31 | 9-22716 | | TYCHO BRAHE | MARTH | Mai 12—18 | Nat. XIX, 123 |
| 32 | 0-0893531 | | TYCHO BRAHE | C. A. F. PETERS und SAWITSCH | Octob. 19 bis Nov. 17 | A. N. XXIX, 269 |
| 33 | 9-7541886 | | TYCHO BRAHE | HIND | März 5—16 | A. N. XXV, 131 |
| 34 | 8-94994 | | RIPENSIS | LA CAILLE | | M. d. Paris 1747, 562 |
| 35 | 9-7537024 | | TYCHO BRAHE | HIND | | A. N. XXIII, 232 |
| (19) | 9-766543 | 0-9674544 | HARRIOT, LONGOMONTAN | | A. N. XII, 391 | |
| 36 | 9-710100 | | KEPLER | Aug. 25—Sept. 25 | PINGRÉ II, 4. 100 | |
| 37 | 9-590556 | | BESSEL | | 1618 Nov. bis 1619 Jan. 21 | B. J. 1808, 119 |
| 38 | 9-928140 | | HEVEL | HALLEY | 1652 Dec. 20 bis 1653 Jan. 8 | HALLEY, Tab. astr. |
| 39 | 9-646131 | | HEV., WELPER | MÉCHAIN | Jan. 29—März 28 | Mém. X, 395 |
| 40 | 0-010949 | | HEVEL | LINDELÖF | 1664 Nov. bis 1665 März | Diss. Helsingf. 1854 |
| 41 | 9-027809 | | HEVEL | HALLEY | März—April 20 | HALLEY, Tab. astr. |
| 42 | 7-68000 | | | HENDERSON | | A. N. XX. 335 |
| 43 | 9-842271 | | HEVEL, CASSINI | BERBERICH | | A. N. CXVIII, 70 |
| 44 | 9-448072 | | HEVEL, FLAMSTEED | HALLEY | April 29—Mai 8 | HALLEY, Tab. astr. |
| 45 | 0-0589182 | 0-626970 | LA HIRE | LEVERRIER | | A. N. XXVI, 383 |
| 46 | 7-7939551 | 0-99998542 | G. KIRCH | ENCKE | 1680 Nov. 13 bis 1681 März | Z. f. Astr. VI, 157 |
| (19) | 9-7655898 | 0-96792019 | FLAMSTEED, HEVEL | ROSENBERGER | Aug. 25 bis Sept. 19 | A. N. XII, 190 |
| 47 | 9-7478656 | | BIANCHINI | PLUMMER | Juli 20—Sept. 5 | M. N. XXX, 157 |
| 48 | 9-98149 | | BIANCHINI | NEUGEBAUER | Juli 1—17 | A. N. LXXXIV, 144 |
| 49 | 9-52636 | | | HIND | Aug. 17—Sept. 15 | Nat. XIV, 257 |

| Bezeichnung | No. nach GALILEI. | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|-------------------|----------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| 50 | 70 | 1689 | Novemb. 30-1654 | 78° 10' 39" | 279° 24' 28" | 63° 11' 30" |
| 51 | 71 | 1695 | Novemb. 9-71 | 204 | 216 | 22 |
| 52 | 72 | 1698 | Octob. 17-0214 | 151 11 | 65 53 | 169 5 |
| 53 | 73 | 1699 | Jan. 13-4063 | 109 32-7 | 321 41-5 | 109 23-4 |
| 54 | 74 | 1701 | Octob. 17-417 | 165 0 | 298 41 | 138 21 |
| 55 | 75 | 1702 | März 13-613 | 309 47 24 | 188 59 10 | 4 24 44 |
| 56 | 76 | 1706 | Januar 30-2120 | 59 25 2 | 13 11 23 | 55 14 5 |
| 57 | 77 | 1707 | Decemb. 11-9948 | 27 7 40 | 52 50 29 | 88 37 40 |
| 58 | 78 | 1718 | Januar 14-91223 | 6 15 34 | 127 55 29 | 148 51 54 |
| 59 | 79 | 1723 | Septemb. 27-63438 | 331 21 42 | 14 14 17 | 129 59 42 |
| 60 | 80 | 1729 | Juni 16-15422 | 10 25 38 | 310 37 8 | 77 4 6 |
| 61 | 81 | 1737 I | Januar 30-3537 | 99 33 0 | 226 22 0 | 18 20 45 |
| 62 | 82 | 1737 II | Juni 2-2369 | 159 52-1 | 132 5-4 | 61 51-6 |
| 63 | 83 | 1739 | Juni 17-4229 | 104 46 34 | 207 25 14 | 124 17 16 |
| 64 | 84 | 1742 | Februar 8-6252 | 328 30 10 | 185 9 30 | 112 28 20 |
| 65 | 85 | 1743 I | Januar 8-20053 | 6 25 6 | 86 54 29 | 1 53 43 |
| 66 | 86 | 1743 II | Septemb. 20-65340 | 119 2 8 | 6 2 14 | 134 22 55 |
| 67 | 87 | 1744 | März 1-34628 | 151 26 55 | 45 44 53 | 47 7 19 |
| 68 | 88 | 1747 | März 3-3056 | 230 16 50 | 147 18 50 | 100 53 40 |
| 69 | 89 | 1748 I | April 28-78715 | 17 28 21 | 232 51 50 | 94 31 37 |
| 70 | 90 | 1748 II | Juni 18-89401 | 245 38 41 | 33 8 29 | 67 3 28 |
| 71 | 91 | | Octob. 21-33611 | 268 45 10 | 214 12 50 | 12 50 20 |
| 72 | 92 | 1757 | | | | |
| 72 | 92 | 1758 | Juni 11-14375 | 36 48 0 | 230 50 0 | 68 19 0 |
| (19) | 93 II | 1759 I | März 12-55827 | 110 39 59 | 53 50 27 | 162 23 8 |
| 73 | 94 | 1759 II | Novemb. 27-00830 | 273 54 38 | 139 39 41 | 79 6 38 |
| 74 | 95 | 1759 III | Decemb. 16-84757 | 301 21 29 | 79 50 4 | 175 7 29 |
| 75 | 96 | 1762 | Mai 28-3410 | 115 28 55 | 348 33 5 | 85 38 13 |
| 76 | 97 | 1763 | Novemb. 1-8679 | 88 34 54 | 356 24 4 | 72 31 52 |
| 77 | 98 | 1764 | Februar 12-57750 | 104 49 41 | 120 4 33 | 127 6 29 |
| 78 | 99 | 1766 I | Februar 17-36806 | 100 55 25 | 244 10 50 | 139 9 40 |
| 79 | 100 | 1766 II | April 26-99533 | 177 2 0 | 74 11 0 | 8 1 45 |
| 80 | 101 | 1769 | Octob. 7-62689 | 329 7 29 | 175 3 59 | 40 45 50 |
| 81 | 102 | 1770 I | August 13-54735 | 224 17 55 | 131 58 56 | 1 34 28 |
| 82 | 103 | 1770 II | Novemb. 22-24167 | 260 19 26 | 108 42 10 | 148 34 5 |
| 83 | 104 | 1771 | April 19-14144 | 76 8 10 | 27 53 12 | 11 15 53 |

| Bezeichnung | Log. der Perihelidist. $\log q$ | Excentricität e | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|---------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------------------------|----------------------------|
| | | | Entdeckers | Berechners | | |
| 50 | 8-90909 | | | HOLETSCHECK | 1689 Dec. bis 1690 Jan. | A. N. CXXIX, 325 |
| 51 | 9-9261 | | DELISLE | BURCKHARDT | Oct. 28—Nov. 17 | C. d. T. 1817, 278 |
| 52 | 9-86252 | | LA HIRE, CASSINI | HIND | Sept. 2—28 | Nat. XIV, 152 |
| 53 | 9-87426 | | FONTENAY, CASSINI | HIND | Febr. 17—März 2 | Nat. XX, 482 |
| 54 | 9-77278 | | PALLU, THOMAS | BURCKHARDT | | C. d. T. 1811, 485 |
| 55 | 9-810790 | | | BURCKHARDT | Apr. 20—Mai 5 | M. C. XVI, 511 |
| 56 | 9-630291 | | CASSINI, MARALDI | STRUYCK | März 18—Apr. 16 | STRUYCK 1753, 53 |
| 57 | 9-934013 | | MANFREDI | STRUYCK | 1707 Nov. 25 bis 1708 Jan. 23 | STRUYCK 1753, 54 |
| 58 | 0-010908 | | KIRCH | ARGELANDER | | A. N. VII, 495 |
| 59 | 9-9994743 | | | SPOERER | Oct. 11—Dec. 18 | Diss. Berol. 1843 |
| 60 | 0-607513 | | SARABAT | HIND | 1729 Juli 31 bis 1730 Jan. 18 | Nat. XXX, 519 |
| 61 | 9-347960 | | BRADLEY | BRADLEY | Febr. 26—Apr. 2 | Ph. Trans. XL, 111 |
| 62 | 9-92155 | | Chines. Beob. | HIND | | Par. Bull. 1874 Sept. 17 |
| 63 | 9-828388 | | ZANOTTI | LA CAILLE | Mai 28—Aug. 18 | Leq. d'Astr. |
| 64 | 9-886523 | | GRANT, CASSINI | BARKER | Febr. 5—Mai 6 | Account p. 29 |
| 65 | 9-9352858 | 0-7213085 | GRISCHOW | CLAUSEN | Febr. 12—28 | A. N. X, 345 |
| 66 | 9-718496 | | KLINKENBERG | D'ARREST | Aug. 18—Sept. 13 | A. N. XXXVII, 363 |
| 67 | 9-3467607 | | KLINKENBERG | PLUMMER | 1743 Dec. 9 | M. N. XXXIV, 85 |
| 68 | 0-342128 | | CHÉSEAUX | LA CAILLE | Aug. 13—Dec. 5 | Leq. d'Astr. |
| 69 | 9-924486 | | MARALDI | LEMONNIER | | STRUYCK 1753, 95 |
| 70 | 9-7961280 | | KLINKENBERG | BESSEL | Mai 19—22 | B. J. 1809, 99 |
| 71 | 9-528328 | | BRADLEY | BRADLEY | Sept. 13 bis Octob. 18 | Ph. Trans. L. 1, 408. 13 |
| 72 | 9-333148 | | DE LA NUX | PINGRÉ | Mai—Nov. 2 | PINGRÉ II, 104 |
| (19) | 9-7667989 | 0-96768436 | PALITZSCH | ROSENBERGER | 1758 Dec. 25 bis 1759 Juni 22 | A. N. XII, 190 |
| 73 | 9-903844 | | | PINGRÉ | Jan. 25—März 18 | PINGRÉ II, 104 |
| 74 | 9-9848692 | | CASSINI DE THURY | HIND | 1760 Jan. 8 bis Febr. 8 | Nat. XX, 226 |
| 75 | 0-003912 | | KLINKENBERG | BURCKHARDT | Mai 17—Juli 5 | Mém. de l'Inst. VII, 228 |
| 76 | 9-6974784 | 0-99868 | MESSIER | BURCKHARDT | Sept. 30—Nov. 25 | M. C. XXVI, 477 |
| 77 | 9-744462 | | MESSIER | PINGRÉ | Jan. 3—Febr. 11 | Mém. d. P. 1771, 513 |
| 78 | 9-703570 | | MESSIER | PINGRÉ | März 8—15 | PINGRÉ II, 106 |
| 79 | 9-6009521 | | HELFENZRIEDER | BURCKHARDT | April 1—Mai 13 | C. d. T. 1821, 293 |
| 80 | 9-0890392 | 0-99924901 | MESSIER | BESSEL | Aug. 8—Dec. 1 | B. J. 1810, 123; 1811, 197 |
| 81 | 9-8289491 | 0-786119 | MESSIER | LEVERRIER | Juni 14—Octob. 2 | C. R. XXVI, 468 |
| 82 | 9-722833 | | | PINGRÉ | 1771 Jan. 9—20 | PINGRÉ II, 106 |
| 83 | 9-955127 | | MESSIER | KREUTZ | April 1—Juli 17 | A. N. CIII, 336 |

| Bezeichnung | No. nach GALLELL. | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|-------------------|----------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| 84 | 105 B | 1772 | Februar 16:66180 | 213° 2' 57" | 257° 15' 38" | 17° 3' 8" |
| 85 | 106 | 1773 | Septemb. 5:61330 | 314 5 28 | 121 5 30 | 61 14 17 |
| 86 | 107 | 1774 | August 15:8366 | 136 43 6 | 180 44 34 | 83 20 26 |
| 87 | 108 | 1779 | Januar 4:11157 | 62 12 22 | 24 57 18 | 32 31 7 |
| 88 | 109 | 1780 I | Septemb. 30:93280 | 237 5 19 | 123 41 18 | 125 36 48 |
| 89 | 110 | 1780 II | Novemb. 28:8514 | 254 9 0 | 141 1 0 | 107 56 30 |
| 90 | 111 | 1781 I | Juli 7:19537 | 156 10 47 | 83 0 38 | 81 43 26 |
| 91 | 112 | 1781 II | Novemb. 29:5297 | 61 19 48 | 77 22 55 | 152 47 56 |
| 92 | 113 | 1783 | Novemb. 19:93685 | 354 36 55 | 55 40 30 | 45 6 54 |
| 93 | 114 | 1784 | Januar 21:2061 | 336 4 57 | 56 49 21 | 128 50 48 |
| 94 | 115 | 1785 I | Januar 27:33199 | 205 39 41 | 264 12 15 | 70 14 12 |
| 95 | 116 | 1785 II | April 8:420486 | 127 10 34 | 64 41 5 | 92 37 48 |
| 96 | 117 E | 1786 I | Januar 30:88 | 182 30 | 334 8 | 13 36 |
| 97 | 118 | 1786 II | Juli 8:57397 | 323 14 58 | 195 23 32 | 50 58 33 |
| 98 | 119 | 1787 | Mai 10:83194 | 99 7 26 | 106 51 35 | 131 44 9 |
| 99 | 120 | 1788 I | Novemb. 10:31582 | 57 48 36 | 156 56 43 | 167 32 20 |
| 100 | 121 | 1788 II | Novemb. 20:30903 | 30 25 28 | 352 24 26 | 64 30 24 |
| 101 | 122 | 1790 I | Januar 16:79688 | 114 25 17 | 172 50 2 | 150 15 53 |
| 102 | 123 Tu | 1790 II | Januar 30:87628 | 207 5 26 | 268 36 34 | 54 6 26 |
| 103 | 124 | 1790 III | Mai 21:24740 | 119 27 35 | 33 11 2 | 116 7 33 |
| 104 | 125 | 1792 I | Jan. 13:57240 | 154 16 33 | 190 46 15 | 140 13 5 |
| 105 | 126 | 1792 II | Decemb. 27:26009 | 147 15 53 | 283 15 17 | 130 58 15 |
| 106 | 127 | 1793 I | Novemb. 4:8479 | 239 47 | 108 29 | 119 39 |
| 107 | 128 | 1793 II | Novemb. 20:33405 | 69 58 10 | 1 59 34 | 51 30 29 |
| (96) | 129 E | 1795 | Decemb. 21:44748 | 182 1 58 | 334 39 22 | 13 42 30 |
| 108 | 130 | 1796 | April 2:83128 | 184 18 3 | 17 2 16 | 115 5 27 |
| 109 | 131 | 1797 | Juli 9:11147 | 279 48 29 | 329 15 37 | 129 19 26 |
| 110 | 132 | 1798 I | April 4:51482 | 342 58 21 | 122 7 22 | 43 48 1 |
| 111 | 133 | 1798 II | Decemb. 31:5474 | 215 0 56 | 249 30 44 | 137 36 35 |
| 112 | 134 | 1799 I | Septemb. 7:19743 | 95 47 45 | 99 29 59 | 129 4 9 |
| 113 | 135 | 1799 II | Decemb. 25:90289 | 136 28 59 | 326 49 11 | 102 58 22 |
| 114 | 136 | 1801 | August 8:5630 | 219 47 2 | 42 28 54 | 159 15 0 |
| 115 | 137 | 1802 | Septemb. 9:89752 | 21 53 25 | 310 15 39 | 57 0 47 |
| 116 | 138 | 1804 | Februar 13:59463 | 331 56 53 | 176 47 58 | 56 28 40 |
| (96) | 139 | 1805 | Novemb. 21:50638 | 182 27 14 | 334 20 10 | 13 33 30 |

| Bezeichnung | Log. der Perihelidist. $\log q$ | Excentricität e | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|---------------------------------|-------------------|----------------------|-----------------|--------------------------------|----------------------------|
| | | | Entdeckers | Berechners | | |
| 84 | 9-99389 | 0-72451 | MONTAIGNE | HUBBARD | März 8—April 1 | A. J. VI, 114 |
| 85 | 0-051880 | | MESSIER | BURCKHARDT | 1773 Oct. 12 bis 1774 April 14 | M. C. X, 512 |
| 86 | 0-1562065 | 0-9999460 | MONTAIGNE | BURCKHARDT | Aug. 11—Oct. 25 | C. d. T. 1821, 295 |
| 87 | 9-853160 | | BODE | PACASSI | Jan. 6—Mai 17 | EULER Theor. mot. 228 |
| 88 | 8-9836418 | | MESSIER | CLÜVER | Oct. 26—Nov. 28 | A. N. VI, 147 |
| 89 | 9-712041 | 0-5524560 | MONTAIGNE | OLBERS | Oct. 18—Oct. 26 | Allg. G. Eph. IV, 49 |
| 90 | 9-889784 | | MÉCHAIN | MÉCHAIN | Juni 28—Juli 16 | M. d. P. 1782, 583 |
| 91 | 9-982721 | | MÉCHAIN | MÉCHAIN | Oct. 9—Dec. 26 | M. d. P. 1780, 71 |
| 92 | 0-1641413 | | PICOTT | C. H. F. PETERS | Nov. 19—Dec. 21 | Astr. Not. 19 |
| 93 | 0-849946 | | DE LA NUX | MÉCHAIN | 1783 Dec. 15 bis 1784 Mai 26 | M. d. P. 1784, 363 |
| 94 | 0-0581975 | 0-99646076 | MESSIER | MÉCHAIN | Jan. 7—Febr. 8 | B. J. 1788, 166 |
| 95 | 9-6306715 | | MÉCHAIN | KRURGER | März 11—Apr. 16 | Act. Soc. Fenn. IX, I, 367 |
| 96 | 9-52482 | 0-84836 | MÉCHAIN | ENCKE | Jan. 17—19 | B. J. 1822, 196 |
| 97 | 9-595763 | | C. HERSCHEL | REGGIO | Aug. 1—Oct. 26 | Eph. Mediol. 1789, 147 |
| 98 | 9-5427145 | | MÉCHAIN | DE SARON | April 10—Mai 26 | B. J. 1791, 155 |
| 99 | 0-0265381 | 0-8193300 | MESSIER | MÉCHAIN | Nov. 25—Dec. 30 | B. J. 1793, 118 |
| 100 | 9-8792757 | | C. HERSCHEL | MÉCHAIN | Dec. 21—1789 Jan. 18 | M. d. P. 1789, 684 |
| 101 | 9-873516 | | C. HERSCHEL | DE SARON | Jan. 7—21 | M. d. P. 1790, 312 |
| 102 | 0-0188593 | | MÉCHAIN | TISCHLER | Jan. 9—Febr. 1 | Diss. pag. 32 |
| 103 | 9-9019814 | | C. HERSCHEL | MÉCHAIN | Apr. 17—Juni 29 | M. d. P. 1790, 336 |
| 104 | 0-111605 | | C. HERSCHEL | MÉCHAIN | 1791 Dec. 15 bis 1792 Jan. 25 | C. d. T. 1793, 374 |
| 105 | 9-985106 | | GREGORY | PROSPERIN | 1793 Jan. 8 bis Febr. 19 | B. J. 1799, 192 |
| 106 | 9-60574 | | MESSIER | DE SARON | Sept. 27—1794 Jan. 7 | B. J. 1798, 243 |
| 107 | 0-1744003 | 0-8488828 | PERNY | C. H. F. PETERS | Sept. 24—Dec. 8 | Astr. Not. 19 |
| (96) | 9-5243046 | | C. HERSCHEL | ENCKE | Nov. 7—27 | B. J. 1822, 186 |
| 108 | 0-198151 | 0-721489 | OLBERS | OLBERS | März 31—Apr. 14 | B. J. 1799, 106 |
| 109 | 9-721489 | | BONVARD, C. HERSCHEL | OLBERS | Aug. 14—Aug. 31 | Allg. G. Eph. I, 366 |
| 110 | 9-685769 | | MESSIER | HIND | Apr. 12—Mai 24 | Nat. XXIX, 135 |
| 111 | 9-891917 | | BOUVARD | BURCKHARDT | Dec. 6—12 | Allg. G. Eph. III, 398 |
| 112 | 9-9242084 | | MÉCHAIN | TALLOUIST | Aug. 6—Oct. 25 | Diss. Aboac 1825, 18 |
| 113 | 9-796437 | | MÉCHAIN | MÉCHAIN | Dec. 26—1800 Jan. 5 | C. d. T. XII, 376 |
| 114 | 9-40894 | 0-84617529 | PONS, MESSIER | DOBERCK | Juli 12—23 | A. N. LXXXI, 324 |
| 115 | 0-039061 | | PONS | OLBERS | Aug. 26—Oct. 3 | M. C. VI, 507 |
| 116 | 0-0298575 | | PONS | GAUSS | März 7—April 1 | M. C. IX, 433 |
| (96) | 9-5320168 | | PONS | ENCKE | Oct. 19—Nov. 19 | B. J. 1822, 190 |

| Bezeichnung | No. nach GALLE II | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|-------------------|----------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| (84) | 140 B | 1806 I | Januar 1-92396 | 218° 12' 6" | 251° 16' 19" | 13° 36' 34" |
| 117 | 141 | 1806 II | Decemb. 28-92943 | 225 19 52 | 322 23 16 | 144 57 27 |
| 118 | 142 | 1807 | Septemb. 18-74537 | 4 7 30 | 266 47 11 | 63 10 28 |
| 119 | 143 | 1808 I | Mai 12-959 | 253 45 39 | 322 58 36 | 134 16 53 |
| 120 | 144 | 1808 II | Juli 12-17418 | 131 32 24 | 24 11 14 | 140 41 1 |
| 121 | 145 | 1810 | Octob. 6-24442 | 114 56 13 | 308 50 31 | 62 55 39 |
| 122 | 146 | 1811 I | Septemb. 12-26278 | 65 23 46 | 140 25 15 | 106 57 18 |
| 123 | 147 | 1811 II | Novemb. 10-99698 | 314 25 35 | 93 1 52 | 31 17 11 |
| 124 | 148 P. Bs | 1812 | Septemb. 15-33210 | 199 19 4 | 253 0 44 | 73 57 36 |
| 125 | 149 | 1813 I | März 4-53300 | 350 52 16 | 60 48 24 | 158 46 27 |
| 126 | 150 | 1813 II | Mai 19-51720 | 205 3 23 | 42 40 12 | 98 52 32 |
| 127 | 151 O | 1815 | April 25-99943 | 65 33 16 | 83 28 47 | 44 29 51 |
| [k] | 152 | 1816 | März 1-3521 | 304 20 37 | 323 14 56 | 43 5 26 |
| [l] | 153 | 1818 I | Februar 3-2245 | 180 17 | 256 1 | 34 11 |
| 128 | 154 | 1818 II | Februar 25-96539 | 112 19 11 | 70 26 11 | 89 43 48 |
| 129 | 155 | 1818 III | Decemb. 5-03902 | 348 13 20 | 90 0 50 | 116 59 36 |
| (96) | 156 E | 1819 I | Januar 27-95958 | 182 26 29 | 334 33 18 | 13 36 56 |
| 130 | 157 | 1819 II | Juni 27-72197 | 13 26 14 | 273 41 57 | 80 44 38 |
| 131 | 158 W | 1819 III | Juli 18-90670 | 161 30 5 | 113 10 46 | 10 42 48 |
| 132 | 159 | 1819 IV | Novemb. 20-25203 | 350 4 51 | 77 13 57 | 9 1 16 |
| 133 | 160 | 1821 | März 21-54305 | 169 11 31 | 48 40 56 | 106 26 53 |
| 134 | 161 | 1822 I | Mai 5-61250 | 344 43 5 | 177 26 56 | 126 22 36 |
| (96) | 162 E | 1822 II | Mai 23-969940 | 182 47 10 | 334 25 9 | 13 20 21 |
| 135 | 163 | 1822 III | Juli 15-85069 | 237 44 54 | 97 44 18 | 143 42 30 |
| 136 | 164 | 1822 IV | Octob. 23-772734 | 181 4 38 | 92 44 23 | 127 20 48 |
| 137 | 165 | 1823 | Decemb. 9-45058 | 28 28 31 | 303 3 0 | 103 48 3 |
| 138 | 166 | 1824 I | Juli 11-51423 | 334 2 37 | 234 20 41 | 125 23 15 |
| 139 | 167 | 1824 II | Septemb. 29-07294 | 85 15 22 | 279 16 44 | 54 35 32 |
| 140 | 168 | 1825 I | Mai 30-55278 | 106 11 7 | 20 6 8 | 123 18 54 |
| 141 | 169 | 1825 II | August 18-71754 | 177 18 15 | 192 56 10 | 89 41 47 |
| (96) | 170 E | 1825 III | Septemb. 16-28190 | 182 47 36 | 334 27 30 | 13 21 28 |
| 142 | 171 | 1825 IV | Decemb. 10-69134 | 256 56 43 | 215 43 22 | 146 27 7 |
| (84) | 172 B | 1826 I | März 18-45311 | 281 21 28 | 251 27 19 | 13 33 54 |
| 143 | 173 | 1826 II | April 21-92451 | 279 22 54 | 197 36 34 | 40 0 26 |
| 144 | 174 | 1826 III | April 29-04553 | 4 41 0 | 40 29 13 | 174 42 58 |

| Bezeichnung | Log. der Perihelidist. $\log q$ | Excentricität e | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|---------------------------------|-------------------|----------------|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | | | Entdeckers | Berechners | | |
| (84) | 9-9576440 | 0-7457068 | PONS | HUBBARD | 1805 Nov. 9 bis Dec. 9 | Astr. J. VI, 117 |
| 117 | 0-0341884 | 1-0101820 | PONS | HENSEL | Nov. 10—1807 Febr. 12 | A. N. LVIII, 92 |
| 118 | 9-8103158 | 0-99548781 | | BESSEL | Sept. 9—1808 März 27 | B. A. J. 1813, 188 |
| 119 | 9-59091 | | PONS | ENCKE | März 25—29 | A. N. V, 7 |
| 120 | 9-783870 | | PONS | BESSEL | Juni 24—Juli 3 | M. C. XVIII, 359 |
| 121 | 9-986603 | | PONS | THRAEN | Aug. 22—Sept. 21 | A. N. XCIX, 348 |
| 122 | 0-0151133 | 0-9951240 | FLAUGERGUES | N. HERZ | März 25—1812 Jan. 11 | Kuff. St. II, 241 |
| 123 | 0-1992359 | 0-98271088 | PONS | NICOLAI | Nov. 16—1812 Febr. 16 | M. C. XXVII, 215 |
| 124 | 9-8904903 | 0-9550842 | PONS | SCHULHOF, BOSSEST | Juli 20—Sept. 27 | A. N. CIII, 291 |
| 125 | 9-8445579 | | PONS | NICOLLET | Febr. 4—März 11 | C. d. T. 1820, 419 |
| 126 | 0-0846799 | | PONS | FERRER | April 2—Mai 17 | M. R. A. S. III, 8 |
| 127 | 0-0837998 | 0-93114958 | OLBERS | GINZEL | März 6—Aug. 25 | V. J. S. XVII, 111 |
| [k] | 8-68577 | | PONS | BURCKHARDT | Jan. 22—Febr. 1 | OLB. BESSEL Briefe II, 32, 434 |
| [l] | 9-84255 | | PONS | HIND | Febr. 23—27 | M. N. XXXIII, 50 |
| 128 | 0-0783711 | | PONS | ENCKE | 1817 Dec. 26 bis 1808 Mai 1 | Z. f. Astr. V, 254 |
| 129 | 9-9319574 | 1-011617 | PONS | ROSENBERGER, SCHERK | Nov. 29—1819 Jan. 30 | B. A. J. 1824, 145 |
| (96) | 9-5252819 | 0-8486190 | PONS | V. ASTEN | 1818 Nov. 26 bis 1819 Jan. 12 | M. d. Petersb. 1877 |
| 130 | 9-5332327 | | TRALLES | HIND | Juli 1 bis Octob. | M. N. XXXVI, 309 |
| 131 | 9-8885382 | 0-75519035 | PONS | ENGKE | Juni 12—19 | Corr. Astr. III, 293 |
| 132 | 9-9506368 | 0-6867458 | BLANPAIN | ENCKE | Nov. 27 bis 1820 Jan. 24 | B. A. J. 1824, 220 |
| 133 | 8-9629523 | | NICOLLET, PONS | ROSENBERGER | Jan. 21—Mai 3 | A. N. I, 425 |
| 134 | 9-7027863 | | GAMBART | NICOLLET | Mai 12—End. Juni | C. d. T. 1826, 278 |
| (96) | 9-5389209 | 0-8445061 | DUNLOP | V. ASTEN | Juni 2—23 | M. d. Petersb. 1877 |
| 135 | 9-92797 | | PONS | HIND | Mai 30—Juni 24 | Nat XXII, 205 |
| 136 | 0-0588426 | 0-9963021 | PONS | STICHTENOTH | Juli 13—Nov. 11 | Abh. Leipzig 1897 |
| 137 | 9-3550726 | | | ENCKE | Dec. 30—1824 März 31 | A. N. III, 113 |
| 138 | 9-771850 | | RÜMKER | DOBERCK | Juli 15—Aug. 11 | M. N. XXXIV, 426 |
| 139 | 0-0211211 | | SCHREITHAUER | ENCKE | Juli 23—Dec. 25 | A. N. IV, 123 |
| 140 | 9-9489616 | | GAMBART | CLAUSEN | Mai 18—Juli 15 | B. A. J. 1828, 152 |
| 141 | 9-9461924 | | PONS | CLAUSEN | Aug. 9—26 | A. N. IV, 327 |
| (96) | 9-5375192 | 0-8449296 | VALZ | V. ASTEN | Juli 13—Sept. 7 | M. d. Petersb. 1877 |
| 142 | 0-0937180 | 0-9954285 | PONS | HUBBARD | Juli 15—1826 Juli 8 | B. A. J. VI, 37 |
| (84) | 9-9554083 | 0-7466012 | BIELA | HUBBARD | Febr. 27—Mai 9 | B. A. J. VI, 124 |
| 143 | 0-3027426 | | PONS | NICOLAI | 1825 Nov. 7 bis 1826 April 11 | A. N. IV, 531 |
| 144 | 9-2744275 | | FLAUGERGUES | CLÜVER | März 29—April 6 | A. N. XII, 281 |

| Bezeichnung | No. nach GALLE II | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|-------------------|-----------|--|--------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| 145 | 175 | 1826 IV | Octob. 8-95873 | 13° 41' 56'' | 44° 6' 28'' | 25° 57' 18'' |
| 146 | 176 | 1826 V | Novemb. 18-41477 | 279 36 32 | 235 6 11 | 90 37 51 |
| 147 | 177 | 1827 I | Februar 4-92808 | 150 57 33 | 184 27 49 | 102 24 25 |
| 148 | 178 | 1827 II | Juni 7-84766 | 20 38 46 | 318 10 28 | 136 21 15 |
| 149 | 179 | 1827 III | Septemb. 11-69936 | 258 41 59 | 149 39 11 | 125 55 18 |
| (96) | 180 E | 1829 | Januar 9-74981 | 182 48 56 | 334 29 32 | 13 20 38 |
| 150 | 181 | 1830 I | April 9-30158 | 5 49 47 | 206 21 33 | 21 16 32 |
| 151 | 182 | 1830 II | Decemb. 27-6669 | 26 53 48 | 337 53 7 | 135 14 30 |
| (96) | 183 E | 1832 I | Mai 3-99229 | 182 49 26 | 334 32 10 | 13 22 12 |
| 152 | 184 | 1832 II | Septemb. 25-58003 | 204 36 10 | 72 27 30 | 136 40 7 |
| (84) | 185 B | 1832 III | Novemb. 26-12337 | 221 45 7 | 248 15 18 | 13 13 31 |
| 153 | 186 | 1833 | Septemb. 10-40198 | 260 53 6 | 323 28 17 | 7 18 17 |
| 154 | 187 | 1834 | April 2-79907 | 50 9 18 | 226 33 12 | 5 59 20 |
| 155 | 188 | 1835 I | März 27-211663 | 210 26 22 | 58 20 32 | 170 52 32 |
| (96) | 189 E | 1835 II | August 26-36831 | 182 49 4 | 334 35 0 | 13 21 19 |
| (19) | 190 H | 1835 III | Novemb. 15-94539 | 110 38 27 | 55 9 59 | 162 14 55 |
| (96) | 191 E | 1838 | Decemb. 19-01616 | 182 50 57 | 334 36 42 | 13 21 32 |
| 156 | 192 | 1840 I | Januar 4-47816 | 72 14 19 | 119 57 38 | 53 5 33 |
| 157 | 193 | 1840 II | März 13-08212 | 156 35 58 | 236 50 10 | 120 47 1 |
| 158 | 194 | 1840 III | April 2-44431 | 138 2 55 | 186 2 12 | 79 52 18 |
| 159 | 195 | 1840 IV | Novemb. 13-67060 | 133 36 1 | 248 55 48 | 57 58 6 |
| (96) | 196 E | 1842 I | April 12-02583 | 182 50 50 | 334 39 11 | 13 20 30 |
| 160 | 197 | 1842 II | Decemb. 15-96305 | 240 32 19 | 207 48 45 | 106 25 57 |
| 161 | 198 | 1843 I | Februar 27-41702 | 82 34 38 | 1 14 55 | 144 19 21 |
| 162 | 199 | 1843 II | Mai 6-06242 | 124 14 49 | 157 14 54 | 52 44 46 |
| 163 | 200 F | 1843 III | Octob. 17-13671 | 200 3 56 | 209 29 26 | 11 22 32 |
| 164 | 201 d. V. | 1844 I | Septemb. 2-48438 | 248 41 10 | 63 49 38 | 2 54 46 |
| 165 | 202 | 1844 II | Octob. 27-35041 | 211 15 3 | 31 39 6 | 131 23 59 |
| 166 | 203 | 1844 III | Decemb. 13-68127 | 177 42 56 | 118 19 22 | 45 38 47 |
| 167 | 204 | 1845 I | Januar 8-16784 | 114 35 30 | 336 44 26 | 46 51 1 |
| 168 | 205 | 1845 II | April 21-03748 | 205 26 33 | 347 6 45 | 56 23 36 |
| 169 | 206 | 1845 III | Juni 5-67992 | 75 46 0 | 337 48 56 | 131 18 1 |
| (96) | 207 E | 1845 IV | August 9-60750 | 183 25 18 | 334 19 37 | 13 7 39 |
| 170 | 208 | 1846 I | Januar 22-16659 | 338 0 22 | 115 5 38 | 47 28 6 |
| (84) | 209 B | 1846 II a | Februar 10-99966 | 223 8 38 | 245 54 15 | 12 34 53 |

| Bezeichnung | Log. der Perihelidist. <i>log q</i> | Excentricität <i>e</i> | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|--|---------------------------|----------------|-------------------|------------------------------------|--------------------------|
| | | | Entdeckers | Berechners | | |
| 145 | 9-930852 | | PONS | ARGELANDER | Aug. 7—Dec. 11 | A. N. V, 358 |
| 146 | 8-4295811 | | PONS | GAMBART | Octob. 22—1827 Jan. 5 | M. R. A. S. III, 86 |
| 147 | 9-70460 | | PONS | v. HEILIGEN-STEIN | 1826 Dec. 26 bis Ende Jan. 1827 | A. N. V, 435 |
| 148 | 9-907494 | | PONS | v. HEILIGENST. | Juni 20—Juli 21 | A. N. VI, 305 |
| 149 | 9-1393857 | 0-99927305 | PONS | CLÜVER | Aug. 2—Oct. 16 | A. N. VII, 62 |
| (96) | 9-5383865 | 0-8446656 | | v. ASTEN | 1828 Sept. 16 bis Dec. 27 | M.d.Petersb. XXVI |
| 150 | 9-9644594 | | | SCHULZE | März 17—Aug. 17 | A. N. LXXXII, 101 |
| 151 | 9-0999822 | | HERAPATH | WOLFERS | 1831 Jan. 7 bis März 8 | A. N. X, 68 |
| (96) | 9-5357772 | 0-8454533 | MOSCOTTI | v. ASTEN | Juni 1—Aug. 21 | M.d.Petersb. XXVI |
| 152 | 0-0729866 | | GAMBART | SCHULZE | Juli 19—Aug. 27 | A. N. LXXXII, 110 |
| (84) | 9-9440315 | 0-7514480 | | BARANOWSKI | Oct.—1833 Jan. 3 | A. N. XIV, 177 |
| 153 | 9-666836 | | DUNLOP | HARTWIG | Octob. 1—16 | A. N. XLVII, 37 |
| 154 | 9-710207 | | GAMBART | SCHULHOF | März 7—April 14 | B. A. VI, 115 |
| 155 | 0-3096627 | | v. BOGUSLAWSKI | RECHENBERG | April 20—Mai 27 | A. N. CILIII, 13 |
| (96) | 9-5369938 | 0-8450754 | KRRIL | v. ASTEN | Juli 22—Aug. 6 | M.d.Petersb. XXVI |
| (19) | 9-7683194 | 0-96739091 | DUMOUCHEL | WESTHALEN | Aug. 5—1836 Mai 19 | A. N. XXV, 189 |
| (96) | 9-5364926 | 0-8452181 | | v. ASTEN | Sept. 16—Dec. 16 | M.d.Petersb. XXVI |
| 156 | 9-7912921 | 0-9999128 | GALLE | RECHENBERG | 1839 Dec. 2 bis 1840 Febr. 9 | A. N. CXXXI, 258 |
| 157 | 0-0866406 | 0-9949769 | GALLE | KOWALCZYK | Jan. 25—April 1 | A. N. LXXXVII, 231 |
| 158 | 9-8741944 | | GALLE | KOWALCZYK | März 6—27 | A. N. LXXXI, 133 |
| 159 | 0-1705856 | 0-9711151 | BREMIKER | SCHULZ-STEINHEIL | Oct. 26—1841 Febr. 16 | Schw. Akad. XXIII, 14 |
| (96) | 9-5377181 | 0-8448313 | | v. ASTEN | Febr. 8—Mai 22 | M.d.Petersb. XXVI |
| 160 | 9-7027671 | | LAUGIER | SCHWARZ-SCHILD | Oct. 28—Nov. 27 | A. N. CXXXVII, 177 |
| 161 | 7-7433765 | 0-99991572 | RAY | HUBBARD | Febr. 27—Apr. 19 | A. J. II, 155 |
| 162 | 0-2085315 | 1-0001798 | MAUVAIS | GOETZE | Mai 3—Oct. 1 | A. N. XXIII, 71 |
| 163 | 0-2284599 | 0-5558297 | FAYE | A. MÖLLER | Nov. 22—1844 April 10 | A. N. LXXIX, 121 |
| 164 | 0-0742006 | 0-6173720 | DE VICO | BRÜNNOW | Aug. 22—Dec. 31 | Astr. Not. 1859, 3-4 |
| 165 | 9-9321644 | 0-9996083 | MAUVAIS | PLANTAMOUR | Juli 7—1845 März 10 | M. d. Genève XI, 574 |
| 166 | 9-4009126 | 1-00035303 | | BOND | Dec. 16—1845 März 12 | A. J. I, 103 |
| 167 | 9-9567491 | 1-0002467 | D'ARREST | DOBERCK | 1844 Dec. 28 bis 1845 März 30 | M. N. XXXV, 104 |
| 168 | 0-0985330 | | DE VICO | FAYE | Febr. 25—Mai 1 | C. R. XX, 1115 |
| 169 | 9-603815 | 0-9898744 | COLLA | D'ARREST | Juni 2—27 | A. N. XXIII, 352 |
| (96) | 9-5289969 | 0-8474717 | | v. ASTEN | Juli 4—14 | M. d. Petersb. XXVI |
| 170 | 0-1709043 | | DE VICO | JELINEK | Jan. 24—Mai 1 | C. R. XXVI, 281 |
| (84) | 9-9326998 | 0-7566625 | | HUBBARD | 1845 Nov. 26 bis April 27 | A. J. VI, 131 |

| Bezeichnung | No. nach GALLE II | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|-------------------|-----------------------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| (84) | 209 B | 1846 II ^b | Februar 11-08264 | 223° 8' 37" | 245° 54' 17" | 12° 31' 55" |
| 171 | 210 Br. | 1846 III | Februar 25-375 | 13 46 36 | 102 41 41 | 30 55 17 |
| 172 | 211 | 1846 IV | März 5-55237 | 12 53 27 | 77 33 16 | 85 6 27 |
| 173 | 212 | 1846 V | Mai 27-90234 | 78 44 48 | 161 18 40 | 122 23 48 |
| 174 | 213 | 1846 VI | Juni 1-14025 | 339 37 44 | 260 23 53 | 30 40 10 |
| 175 | 214 | 1846 VII | Juni 5-48571 | 99 47 10 | 261 52 51 | 150 41 13 |
| 176 | 215 | 1846 VIII | Octob. 29-78372 | 93 58 16 | 4 41 24 | 49 42 0 |
| 177 | 216 | 1847 I | März 30-29086 | 254 20 38 | 21 41 46 | 48 38 46 |
| 178 | 217 | 1847 II | Juni 4-69903 | 32 20 34 | 173 57 7 | 100 26 11 |
| 179 | 218 | 1847 III | August 9-34434 | 91 31 46 | 338 16 57 | 96 33 45 |
| 180 | 219 | 1847 IV | August 9-35158 | 55 26 6 | 76 42 58 | 147 21 10 |
| 181 | 220 | 1847 V | Septemb. 9-52209 | 129 18 5 | 309 50 23 | 19 9 0 |
| 182 | 221 | 1847 VI | Novemb. 14-40637 | 276 36 56 | 190 49 56 | 108 9 6 |
| 183 | 222 | 1848 I | Septemb. 8-05177 | 260 57 36 | 211 31 43 | 95 36 34 |
| (96) | 223 | 1848 II | Novemb. 26-08795 | 183 25 30 | 334 22 18 | 13 8 41 |
| 184 | 224 | 1849 I | Januar 19-35431 | 208 1 22 | 215 12 54 | 85 2 54 |
| 185 | 225 | 1849 II | Mai 26-49906 | 33 10 17 | 202 32 45 | 67 9 55 |
| 186 | 226 | 1849 III | Juni 8-21014 | 236 34 8 | 30 32 0 | 66 55 19 |
| 187 | 227 | 1850 I | Juli 23-53445 | 180 31 37 | 92 53 28 | 68 11 24 |
| 188 | 228 | 1850 II | Octob. 19-34564 | 243 13 14 | 206 0 5 | 40 5 3 |
| (163) | 229 F | 1851 I | April 1-94318 | 200 11 2 | 209 31 5 | 11 21 38 |
| 189 | 230 d.A. | 1851 II | Juli 8-68045 | 174 31 0 | 148 23 18 | 13 55 12 |
| 190 | 231 | 1851 III | August 26-24113 | 87 18 16 | 223 40 33 | 38 9 2 |
| 191 | 232 | 1851 IV | Septemb. 30-80309 | 294 25 0 | 44 21 31 | 73 58 37 |
| (96) | 233 | 1852 I | März 14-71443 | 183 27 23 | 334 23 42 | 13 7 50 |
| 192 | 234 | 1852 II | April 19-59380 | 37 13 17 | 317 12 52 | 131 6 31 |
| (84) | 235 | 1852 III ^a | Septemb. 23-73388 | 223 16 51 | 245 51 26 | 12 33 16 |
| (84) | 235 | 1853 III ^b | Septemb. 23-06316 | 223 16 48 | 245 51 28 | 12 33 19 |
| 193 | 236 | 1852 IV | Octob. 12-75724 | 57 3 42 | 346 10 0 | 40 55 0 |
| 194 | 237 | 1853 I | Februar 24-01115 | 275 50 44 | 69 34 4 | 159 44 52 |
| 195 | 238 | 1853 II | Mai 9-83277 | 199 13 0 | 40 57 37 | 122 10 57 |
| 196 | 239 | 1853 III | Septemb. 1-71319 | 170 25 47 | 140 31 12 | 61 31 0 |
| 197 | 240 | 1853 IV | Octob. 16-61186 | 277 50 59 | 220 5 52 | 119 0 16 |
| 198 | 241 | 1854 I | Januar 3-94163 | 170 56 13 | 227 2 48 | 113 53 13 |
| 199 | 242 | 1854 II | März 24-01972 | 101 38 15 | 315 27 32 | 97 28 18 |

| Bezeichnung | Log. der Perihelldist. <i>log q</i> | Excentricität <i>e</i> | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|--|---------------------------|-----------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------|
| | | | Entdeckers | Berechners | | |
| (84) | 9-9327097 | 0-7566060 | | HUBBARD | 1845 Nov. 28 bis 1846 März 21 | A. J. VI, 131 |
| 171 | 9-813000 | 0-793068 | BRORSEN | BRUHNS | Febr. 26—Apr. 22 | A. N. LXXI, 39 |
| 172 | 9-8220359 | 0-96291017 | DE VICO | v. HETTERGER | Febr. 20—Mai 19 | A. N. CXVII, 245 |
| 173 | 0-1386159 | | DE VICO | VOGEL | Juli 29—Oct. 18 | A. N. LXXI, 102 |
| 174 | 0-184487 | 0-7286044 | C. H. F. PETERS | BERBERICH | Juni 26—Juli 21 | A. N. CXVII, 251 |
| 175 | 9-8018857 | 0-9899389 | BRORSEN | OUDEMANS | April 30—Juni 15 | A. N. XXIV, 298 |
| 176 | 9-919428 | | DE VICO | S. OFFENHEIM | Sept. 23—Ende Oct. | A. N. CXXV, 31 |
| 177 | 8-6293410 | 0-99990955 | HIND | HORNSTEIN | Febr. 6—April 24 | A. N. LXXVII, 303 |
| 178 | 0-3253494 | | COLLA | ENGSTRÖM | Mai 7—Dec. 30 | V. J. S. XVII, 296 |
| 179 | 0-2470052 | 0-9985879 | MAUVAIS | E. GAUTHIER | Juli 4—1848 April 21 | A. N. XXXVI, 80 |
| 180 | 0-1716750 | | SCHWEIZER | SCHUR | Aug. 30—Nov. 28 | A. N. LXXXVIII, 218 |
| 181 | 9-6886618 | 0-9739298 | BRORSEN | GOULD | Juli 20—Sept. 12 | A. J. I, 145 |
| 182 | 9-5172278 | 1-0001727 | Miss MITCHELL | PALMER | Oct. 1—Dec. 19 | Trans. Yale Obs., 4 |
| 183 | 9-5050777 | | PETERSEN | BIRSCHOF | Aug. 7—25 | A. N. CXVII, 248 |
| (96) | 9-5275748 | 0-8478652 | BOND | v. ASTEN | Aug. 27—Nov. 25 | M. d. Petersb. XXVI, 2 |
| 184 | 9-9821497 | | PETERSEN | PETERSEN, SONNTAG | 1848 Oct. 26—49 Jan. 26 | A. N. XXIX, 320 |
| 185 | 0-0642320 | 1-0007079 | GOUJON | WEYER | Apr. 15—Sept. 22 | A. N. XXXV, 212 |
| 186 | 9-951525 | 0-997830 | SCHWEIZER | D'ARREST | April 11—Aug. 26 | A. N. XXX, 116 |
| 187 | 0-0340060 | 0-9988519 | PETERSEN | CARRINGTON | Mai 1—Oct. 16 | A. N. XXXVII, 46 |
| 188 | 9-7525112 | | BOND | QUIRLING, GÖTZE | Aug. 29—Nov. 13 | A. N. XLI, 241 |
| (163) | 0-2304179 | 0-5548945 | CHALLIS | A. MÖLLER | 1850 Nov. 28 bis 1851 März 4 | V. J. S. VII, 96 |
| 189 | 0-0694120 | 0-6592823 | D'ARREST | LEVFAU | Juni 27—Oct. 6 | Ann. d. Par. XIV, 21 |
| 190 | 9-9931272 | 0-9968576 | BRORSEN | BRORSEN | Aug. 1—Sept. 30 | A. N. XXXIII, 242 |
| 191 | 9-1520995 | | BRORSEN | ANDRIES | Oct. 22—Nov. 21 | A. N. LXXXI, 57 |
| (96) | 9-5283414 | 0-8476025 | VOGEL | v. ASTEN | Jan. 9—März 10 | M. d. Petersb. XXVI, 2 |
| 192 | 9-9568433 | | CHACORNAC | v. ASTEN | Mai 15—Juni 14 | A. N. XXXI, 43 |
| (84) | 9-9348021 | 0-7559217 | SECCHI | HUBBARD | Aug. 25—Sept. 28 | A. J. VI, 140 |
| (84) | 9-9348106 | 0-7558660 | SECCHI | HUBBARD | Sept. 15—Sept. 28 | A. J. VI, 140 |
| 193 | 0-0968964 | 0-91903397 | WESTPHAL | WESTPHAL | Juli 24—1853 Febr. 9 | A. N. L, 49 |
| 194 | 0-0382717 | | SECCHI | HORNSTEIN | März 6—April 11 | A. N. XXXVIII, 160 |
| 195 | 9-9584172 | 0-9892973 | SCHWEIZER | G. RÜMCKER | April 4—Juni 11 | A. N. XLV, 284 |
| 196 | 9-4869140 | 1-00026085 | KLINKERFUES | KRAHL | Juni 10—1854 Jan. 9 | A. N. LXX, 24 |
| 197 | 9-2372363 | 1-0012289 | BRUHNS | D'ARREST | Sept. 11—Dec. 11 | A. N. XXXVIII, 190 |
| 198 | 0-310618 | | ARSDALE | RZEPECKI | 1853 Nov. 25 bis 1854 März 1 | A. N. XLVII, 178 |
| 199 | 9-4425800 | | DE MENCIAUX | H. OFFENHEIM | März 23—Apr. 28 | Diss. Königsb. 1870 |

| Bezeichnung | No. nach GALLE II | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|-------------------|-----------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| 200 | 243 | 1854 III | Juni 22-00356 | 74° 34' 20" | 347° 39' 43" | 108° 41' 1" |
| 201 | 244 | 1854 IV | Octob. 27-581706 | 129 55 39 | 324 27 12 | 40 53 44 |
| 202 | 245 | 1854 V | Decemb. 15-72473 | 287 1 41 | 238 7 35 | 14 9 15 |
| 203 | 246 | 1855 I | Februar 5-05384 | 323 5 59 | 189 43 33 | 128 35 41 |
| 204 | 247 | 1855 II | Mai 30-15396 | 22 36 28 | 260 18 53 | 156 53 10 |
| (96) | 248 E | 1855 III | Juli 1-04121 | 183 26 56 | 334 26 16 | 13 8 5 |
| 205 | 249 | 1855 IV | Novemb. 25-39914 | 325 31 41 | 51 33 38 | 169 48 49 |
| 206 | 250 | 1857 I | März 21-37557 | 121 34 42 | 313 9 19 | 87 56 1 |
| (171) | 251 Br. | 1857 II | März 29-2522 | 13 59 48 | 101 46 27 | 29 48 16 |
| 207 | 252 | 1857 III | Juli 17-98076 | 134 3 17 | 23 41 31 | 121 1 1 |
| 208 | 253 | 1857 IV | August 24-00300 | 180 57 35 | 200 49 16 | 32 46 24 |
| 209 | 254 | 1857 V | Septemb. 30-88641 | 124 50 10 | 14 57 48 | 123 56 39 |
| 210 | 255 | 1857 VI | Novemb. 19-07778 | 95 5 26 | 139 18 42 | 142 11 5 |
| (189) | 256 d'A | 1857 VII | Novemb. 28-19438 | 174 35 58 | 148 27 16 | 13 56 6 |
| (102) | 257 Tu | 1858 I | Februar 23-52586 | 206 48 9 | 269 3 3 | 54 24 21 |
| (131) | 258 W | 1858 II | Mai 2-04566 | 162 6 31 | 113 32 33 | 10 48 11 |
| 211 | 259 | 1858 III | Mai 2-97368 | 25 42 19 | 175 4 8 | 19 30 2 |
| 212 | 260 | 1858 IV | Juni 5-30209 | 98 52 3 | 324 58 8 | 99 57 18 |
| (163) | 261 F | 1858 V | Septemb. 12-87919 | 200 10 24 | 209 39 48 | 11 22 11 |
| 213 | 262 | 1858 VI | Septemb. 29-97097 | 129 6 41 | 165 19 13 | 116 58 11 |
| 214 | 263 | 1858 VII | Octob. 12-83988 | 155 34 2 | 159 46 27 | 158 42 55 |
| (96) | 264 E | 1858 VIII | Octob. 18-37209 | 183 29 0 | 334 28 1 | 13 4 17 |
| 215 | 265 | 1859 | Mai 29-23263 | 282 0 13 | 357 20 44 | 95 28 16 |
| 216 | 266 | 1860 Ia | Februar 16-63141 | 209 46 8 | 324 3 40 | 79 39 57 |
| 216 | 266 | 1860 Ib | Februar 16-67621 | 209 41 50 | 324 3 19 | 79 36 12 |
| 217 | 267 | 1860 II | März 5-57201 | 41 12 38 | 8 52 32 | 48 13 6 |
| 218 | 268 | 1860 III | Juni 16-06750 | 76 51 56 | 84 40 32 | 79 19 25 |
| 219 | 269 | 1860 IV | Septemb. 22-3184 | 311 57-0 | 44 51-2 | 32 11-9 |
| 220 | 270 | 1861 I | Juni 3-39641 | 213 26 19 | 29 55 42 | 79 45 31 |
| 221 | 271 | 1861 II | Juni 11-51323 | 330 6 5 | 278 58 53 | 85 26 15 |
| 222 | 272 | 1861 III | Decemb. 7-18092 | 331 35 4 | 145 6 2 | 138 1 4 |
| (96) | 273 E | 1862 I | Februar 6-25426 | 183 30 9 | 334 30 58 | 13 4 57 |
| 223 | 274 | 1862 II | Juni 22-03609 | 27 13 33 | 326 34 8 | 172 5 35 |
| 224 | 275 | 1862 III | August 22-91537 | 152 45 29 | 137 27 14 | 113 34 9 |
| 225 | 276 | 1862 IV | Decemb. 28-18060 | 230 34 31 | 355 46 2 | 137 31 23 |

| Bezeichnung | Log. der Perihelidist. $\log q$ | Excentricität e | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|------------------------------------|----------------------|-----------------|-----------------------|---------------------------------|------------------------------|
| | | | Entdeckers | Berechners | | |
| 200 | 9:811650 | | KLINKERFUES | WINNECKE, PAPE | Juni 4—Juli 30 | A. N. XLII, 119 |
| 201 | 9:9023089 | 0:9924546 | KLINKERFUES | BUSCHBAUM, STEINER | Sept. 11—Dec. 2 | A. N. CILIX, 321 |
| 202 | 0:1327326 | 0:9863728 | WINNECKE | ELKIN | 1855 Jan. 14 bis April 22 | A. N. XCIV, 78 |
| 203 | 0:3411427 | 0:965185 | SCHWEIZER | TIELE | April 11—Juni 5 | A. N. LII, 38 |
| 204 | 9:753396 | | DONATI | SCHULZE | Juni 3—Juni 30 | A. N. XLII, 200 |
| (96) | 9:5279347 | 0:8477306 | MACLEAR | v. ASTEN | Juli 12—Aug. 16 | M. d. Petersb. XXVI, 2 |
| 205 | 0:0902561 | | BRUHNS | SCHULZE | Nov. 12—1856 Jan. 3 | A. N. XLIV, 85 |
| 206 | 9:8878947 | | D'ARREST | LOEWY | Febr. 22—Mai 2 | Wien. Ak. S. B. XXXV, 409 |
| (171) | 9:7927509 | 0:8017572 | BRUHNS | BRUHNS | März 18—Juni 22 | A. N. LXXI, 40 |
| 207 | 9:5652983 | | KLINKERFUES | KÖNIG | Juni 22—Juli 19 | A. N. CXXVIII, 391 |
| 208 | 9:873228 | 0:9803714 | C. H. F. PETERS | MÖLLER | Juli 25—Oct. 21 | A. N. XLIX, 363 |
| 209 | 9:750428 | 0:9969135 | KLINKERFUES | LINSER | Aug. 20—Oct. 3 | A. N. LII, 105 |
| 210 | 0:003889 | 0:9969918 | DONATI | AUWERS | Nov. 10—Dec. 19 | A. N. L, 119 |
| (189) | 0:0681871 | 0:6598645 | VILLARCEAU | SCHULZE | Dec. 5—1858 Jan. 18 | A. N. LXV, 168 |
| (102) | 0:0109566 | 0:8212094 | TUTTLE | RAHTS | Jan. 4—März 23 | A. N. CXIII, 194 |
| (131) | 9:8858985 | 0:7548575 | WINNECKE | v. HAERDTL | März 8—Juni 22 | Wien. Ak. LVI, 162 |
| 211 | 0:060401 | 0:673676 | TUTTLE | SCHULHOF | Mai 2—Juni 1 | B. A. I, 175 |
| 212 | 9:7358072 | | BRUHNS | AUWERS | Mai 21—Juli 15 | A. N. LI, 124 |
| (163) | 0:2289334 | 0:5557886 | BRUHNS | MÖLLER | Sept. 7—Oct. 16 | V. J. S. VII, 96 |
| 213 | 9:7622804 | 0:9962933 | DONATI | HILL | Juni 2—1859 März 4 | A. N. LXIV, 185 |
| 214 | 0:154330 | 0:99568 | TUTTLE | WEISS | Sept. 5—Nov. 10 | Wunder d. H. p. 1234 |
| (96) | 9:5324191 | 0:8463942 | FOERSTER | v. ASTEN | Aug. 7—Oct. 7 | M. d. Petersb. XXVI, 2 |
| 215 | 9:303265 | | TEMPEL | HERTZSPRUNG | April 2—Juni 30 | A. N. LIII, 152 |
| 216 | 0:078774 | | LIAIS | PECHÜLE | Febr. 26—Mrz. 13 | A. N. LXXII, 236 |
| 216 | 0:078520 | | LIAIS | PECHÜLE | Febr. 26—Mrz. 13 | A. N. LXXXII, 237 |
| 217 | 0:116164 | | RÜMCKER | GYLDÉN | April 17—Juni 11 | B. d. Petersb. VI, 363 |
| 218 | 9:4666978 | | | AUWERS | Juni 18—Oct. 18 | Berl. Ak. 1867 |
| 219 | 9:83420 | | TEMPEL | KOWALCZYK | Oct. 23—Nov. 25 | A. N. LXXV, 165 |
| 220 | 9:9641181 | 0:98346314 | THATCHER | v. OPOLZER | April 4—Sept. 6 | A. N. LXII, 187 |
| 221 | 9:9150745 | 0:9850773 | TEBBUTT | KREUTZ | Mai 13—1862 Mai 1 | Diss. Bonn 1880, 146 |
| 222 | 9:9237761 | | TUTTLE | NORTHER | Dec. 28—1862 Febr. 2 | A. N. LXIX, 106 |
| (96) | 9:5314223 | 0:8467033 | FOERSTER | v. ASTEN | 1861 Oct. 4 bis 1862 März 12 | M. d. Petersb. XXVI, 106 |
| 223 | 9:991814 | | SCHMIDT | CERULLI | Juli 2—Juli 30 | A. N. CXVIII, 203 |
| 224 | 9:9834626 | 0:9603525 | TUTTLE | HAYN | Juli 18—Oct. 27 | A. N. CXXIII, 112 |
| 225 | 9:904844 | | RESPIGHI | KRAHL | Nov. 27—1863 Febr. 20 | A. N. LXV, 61 |

| Bezeichnung | No. nach GALLE II | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|-----------------------|----------|--|--------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| 226 | 277 | 1863 I | Februar 3-49765 | 71° 27' 12'' | 116° 55' 33'' | 85° 21' 56'' |
| 227 | 278 | 1863 II | April 4-91081 | 4 0 0 | 251 15 35 | 112 37 47 |
| 228 | 279 | 1863 III | April 20-87116 | 55 36 36 | 250 10 5 | 85 30 1 |
| 229 | 280 | 1863 IV | Novemb. 9-48589 | 357 12 50 | 97 28 36 | 78 4 48 |
| 230 | 281 | 1863 V | Decemb. 27-76915 | 115 41 2 | 304 43 23 | 64 28 44 |
| 231 | 282 | 1863 VI | Decemb. 29-17306 | 78 5 55 | 105 1 24 | 83 19 17 |
| 232 | 283 | 1864 I | Juli 27-81825 | 346 5 44 | 174 58 56 | 135 0 0 |
| 233 | 284 | 1864 II | August 15-58310 | 151 2 50 | 95 14 32 | 178 7 50 |
| 234 | 285 | 1864 III | Octob. 11-41150 | 232 27 26 | 31 45 24 | 109 41 58 |
| 235 | 286 | 1864 IV | Decemb. 22-45755 | 118 27 50 | 203 13 11 | 48 52 39 |
| 236 | 287 | 1864 V | Decemb. 27-72616 | 178 30 46 | 340 54 22 | 162 52 37 |
| 237 | 288 | 1865 I | Januar 14-33180 | 111 44 6 | 252 56 27 | 92 29 52 |
| (96) | 289 E | 1865 II | Mai 27-93101 | 183 31 10 | 334 32 39 | 13 3 51 |
| 238 | 290 | 1866 I | Januar 11-14037 | 170 57 58 | 231 26 3 | 162 41 55 |
| (163) | 291 | 1866 II | Februar 13-97996 | 200 14 19 | 209 41 55 | 11 22 9 |
| 239 | 292 | 1867 I | Januar 20-21367 | 357 31 15 | 78 27 35 | 18 12 34 |
| 240 | 293 T ₁ | 1867 II | Mai 23-93097 | 135 0 36 | 101 9 6 | 6 24 39 |
| 241 | 294 | 1867 III | Novemb. 6-96729 | 148 37 27 | 64 58 57 | 96 34 5 |
| (171) | 295 Br | 1868 I | April 17-42866 | 14 48 6 | 101 14 3 | 29 22 26 |
| 242 | 296 | 1868 II | Juni 26-48275 | 126 37 24 | 52 15 22 | 131 32 57 |
| (96) | 297 E | 1868 III | Septemb. 14-62045 | 183 39 45 | 334 31 34 | 13 6 41 |
| (131) | 298 W | 1869 I | Juni 29-94976 | 162 22 9 | 113 33 9 | 10 48 20 |
| 243 | 299 | 1869 II | Octob. 9-86014 | 188 12 38 | 311 30 7 | 111 40 7 |
| 244 | 300 T ₃ -S | 1869 III | Novemb. 18-81503 | 106 12 40 | 296 46 2 | 5 23 55 |
| 245 | 301 | 1870 I | Juli 14-08868 | 198 13 2 | 141 44 47 | 121 47 52 |
| 246 | 302 | 1870 II | Septemb. 2-2011072 | 354 56 57 | 12 56 19 | 99 21 4 |
| (189) | 303 d'A | 1870 III | Septemb. 22-68595 | 172 16 10 | 146 25 24 | 15 39 30 |
| 247 | 304 | 1870 IV | Decemb. 19-88258 | 90 35 47 | 94 44 43 | 147 16 25 |
| 248 | 305 | 1871 I | Juni 10-60635 | 222 31 23 | 279 18 36 | 87 35 56 |
| 249 | 306 | 1871 II | Juli 27-04094 | 96 19 58 | 211 54 14 | 101 59 29 |
| (102) | 307 Tu | 1871 III | Decemb. 1-80221 | 206 47 41 | 269 17 11 | 54 16 50 |
| 250 | 308 | 1871 IV | Decemb. 20-38754 | 242 53 17 | 147 6 12 | 98 19 32 |
| (96) | 309 E | 1871 V | Decemb. 28-81359 | 183 38 49 | 334 34 25 | 13 7 24 |
| 240) | 310 T ₁ | 1873 I | Mai 9-80024 | 159 19 5 | 78 43 48 | 9 45 59 |
| (251) | 311 T ₂ | 1873 II | Juni 25-21431 | 185 9 10 | 120 56 39 | 12 45 24 |

| Bezeichnung | Log. der Perihelidist. $\log q$ | Excentricität e | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|---------------------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | | Entdeckers | Berechners | | |
| 226 | 9-9002349 | 0-9999470 | BRUINS | ENGELMANN | 1862 Nov. 30 bis 1863 März 12 | A. N. LX, 151 |
| 227 | 0-0286067 | | KLINKERHUPS | FRISCHAUF | April 11—Nov 15 | A. N. LXII, 343 |
| 228 | 9-7981991 | 0-9990756 | | RESPIGH | ERICSSON | April 12—Juni 1 |
| 229 | 9-8191662 | 0-998985 | TEMPEL | SVEDSTRUP | Nov. 4—1864 Febr. 9 | A. N. CXVII, 242 |
| 230 | 9-8873314 | | RESPIGH | VALENTINER | Dec. 28—1864 März 1 | Diss. Berlin 1869 |
| 231 | 0-1182045 | 1-0006499 | BAEKER | ROSÉN | Oct. 9—1864 April 13 | A. N. LXXVIII, 159 |
| 232 | 0-7966480 | | DONATI | KOWALCZYK | Sept. 9—Oct. 10 | A. N. LXXIII, 84 |
| 233 | 9-9587029 | | TEMPEL | KOWALCZYK | Juli 4—Sept. 22 | A. N. LXXV, 164 |
| 234 | 9-9690425 | | DONATI | v. ASTEN | Juli 23—Dec. 23 | A. N. LXVI, 123 |
| 235 | 9-8869027 | | BAEKER | KOWALCZYK | Dec. 15—1865 Febr. 25 | A. N. LXXIII, 90 |
| 236 | 0-0471352 | | BRUINS | VALENTINER | Dec. 30—1865 Jan. 29 | A. N. LXXVIII, 119 |
| 237 | 8-4123528 | | ABBOTT | KOEBER | Jan. 17—Mai 2 | Diss. Breslau 1887 |
| (96) | 9-5326964 | 0-8463018 | BRUINS | v. ASTEN | Febr. 13—Juli 23 | M. d. Petersb. XXVI, 106 |
| 238 | 9-9896813 | 0-9054198 | TEMPEL | v. OPTOIZER | 1865 Dec. 19 bis 1866 Febr. 9 | A. N. LXXVIII, 249 |
| (163) | 0-2258618 | 0-5575456 | TIDPLE | MOLLER | 1865 Aug. 22 bis 1866 Jan. 12 | V. J. S. VII, 97 |
| 239 | 0-1978953 | 0-8653324 | STEPHAN | L. BECKER | Jan. 22—April 3 | M. N. LI, 489 |
| 240 | 0-1941111 | 0-509742 | TEMPEL | R. GAUTIER | April 3—Aug. 21 | M. d. Genève XXIX, 12 |
| 241 | 9-5189867 | | BAEKER | BROCH | Sept. 26—Oct. 31 | A. N. CXXI, 356 |
| (171) | 9-7759989 | 0-8079728 | TEMPEL | SCHULZE | März 22—Juni 23 | A. N. XCIII, 183 |
| 242 | 9-7623606 | | WINNECKE | KARLINSKI | Juni 13—Juli 17 | Annuaire 1885, 214 |
| (96) | 9-5232576 | 0-8491280 | WINNECKE | v. ASTEN | Juli 17—Sept. 3 | M. d. Petersb. XXVI, 106 |
| (131) | 9-8929388 | 0-7519281 | WINNECKE | v. HAERDTL | April 9—Oct. 12 | Wien. Ak. LVI, 162 |
| 243 | 0-090174 | | TEMPEL | KOWALCZYK | Oct. 11—Nov. 12 | A. N. LXXXI, 143 |
| 244 | 0-0265909 | 0-6580921 | TEMPEL | BOSSERT | Nov. 27—Dec. 31 | B. A. III, 72 |
| 245 | 0-0037585 | | TEMPEL | SEYDLER | Mai 29—Juli 9 | Wien. Ak. S. LXIV |
| 246 | 0-2592768 | | | SCHOBLOCH | Aug. 28—Dec. 23 | A. N. CILI, 402 |
| (189) | 0-1072090 | 0-6350207 | WINNECKE | LEVEAU | Aug. 31—Dec. 20 | A. N. CV, 21 |
| 247 | 9-590242 | | WINNECKE | SCHULHOF | Nov. 23—Nov. 30 | A. N. LXXXV, 323 |
| 248 | 9-815777 | 0-997814 | WINNECKE | HOLETSCHIK | April 7—Aug. 5 | A. N. LXXXIV, 330 |
| 249 | 0-0347741 | | WINNECKE | N. CRAMER | Juni 14—Sept. 20 | Diss. Leiden 1875 |
| (102) | 0-0128807 | 0-8211096 | BORELLY | RAHTS | Oct. 12—1872 Jan. 30 | A. N. CXIII, 194 |
| 250 | 9-8396727 | 0-9964266 | TEMPEL | LINDHAGEN | Nov. 3—1872 Febr. 20 | A. N. CXI, 112 |
| (96) | 9-5224697 | 0-8493318 | STEPHAN | BACKLUND | Sept. 18—Dec. 10 | M. d. Petersb. XXXIV, 8 |
| (210) | 0-2482605 | 0-4626205 | STEPHAN | R. GAUTIER | April 3—Aug. 1 | M. d. Genève XXIX, 12 |
| 251 | 0-128440 | 0-552604 | | SCHULHOF | Juli 3—Oct. 20 | Annuaire 1884, 229 |

| Bezeichnung | No. nach GALLE II | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|-----------------------|----------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| (163) | 312 F | 1873 III | Juli 18-49315 | 200° 23' 56" | 209° 38' 57" | 11° 21' 50" |
| 252 | 313 | 1873 IV | Septemb. 10-79020 | 193 47 12 | 230 35 24 | 95 58 31 |
| 253 | 314 | 1873 V | Octob. 1-76950 | 233 45 4 | 176 43 14 | 121 28 59 |
| (171) | 315 Br | 1873 VI | Octob. 10-48509 | 14 49 37 | 101 12 31 | 29 24 30 |
| 254 | 316 | 1873 VII | Decemb. 1-39643 | 195 38 50 | 250 27 2 | 29 54 54 |
| 255 | 317 | 1874 I | März 9-94113 | 269 29 54 | 30 18 2 | 58 52 48 |
| 256 | 318 | 1874 II | März 13-94210 | 331 44 44 | 274 6 54 | 148 24 31 |
| 257 | 319 | 1874 III | Juli 8-86482 | 152 21 56 | 118 44 29 | 66 21 12 |
| 258 | 320 | 1874 IV | Juli 17-76598 | 149 36 12 | 215 51 5 | 34 8 20 |
| 259 | 321 | 1874 V | August 26-85007 | 92 38 11 | 251 30 8 | 41 49 48 |
| 260 | 322 | 1874 VI | Octob. 18-94934 | 16 17 3 | 281 57 34 | 99 12 55 |
| (131) | 323 W | 1875 I | März 12-10695 | 165 8 15 | 111 33 39 | 11 17 6 |
| (96) | 324 E | 1875 II | April 12-99118 | 183 40 13 | 334 37 0 | 13 7 20 |
| 261 | 325 | 1877 I | Januar 19-18514 | 347 10 10 | 187 15 2 | 152 54 38 |
| 262 | 326 | 1877 II | April 17-66268 | 63 7 54 | 316 27 20 | 121 8 31 |
| 263 | 327 | 1877 III | April 26-81233 | 116 46 28 | 346 4 49 | 77 10 32 |
| (189) | 328 d'A | 1877 IV | Mai 10-48640 | 173 0 30 | 146 9 16 | 15 43 13 |
| 264 | 329 | 1877 V | Juni 27-07676 | 103 14 49 | 184 16 55 | 115 44 31 |
| 265 | 330 | 1877 VI | Septemb. 11-22471 | 143 13 16 | 259 59 47 | 102 13 51 |
| 266 | 331 | 1878 I | Juli 20-69724 | 177 34 28 | 192 15 50 | 78 10 52 |
| (96) | 332 E | 1878 II | Juli 26-17398 | 183 40 18 | 334 39 13 | 13 6 37 |
| (251) | 333 T ₂ | 1878 III | Septemb. 7-26730 | 185 7 10 | 121 0 48 | 12 46 6 |
| (171) | 334 Br | 1879 I | März 30-54133 | 14 55 4 | 101 19 2 | 29 23 10 |
| 267 | 335 | 1879 II | April 27-42900 | 3 44 23 | 45 45 40 | 107 2 3 |
| (240) | 336 T ₁ | 1879 III | Mai 7-12421 | 159 29 35 | 78 45 56 | 9 46 3 |
| 268 | 337 | 1879 IV | August 29-28524 | 84 15 11 | 32 25 33 | 107 45 2 |
| 269 | 338 | 1879 V | Octob. 4-63624 | 115 26 39 | 87 11 10 | 77 7 50 |
| 270 | 339 | 1880 I | Januar 27-62502 | 86 18 7 | 6 10 29 | 144 39 42 |
| 271 | 340 | 1880 II | Juli 1-74612 | 145 11 57 | 257 15 3 | 123 3 42 |
| 272 | 341 | 1880 III | Septemb. 6-94156 | 323 6 32 | 45 18 54 | 141 54 8 |
| (244) | 342 T ₂ -S | 1880 IV | Novemb. 8-00260 | 106 12 11 | 296 51 57 | 5 23 46 |
| 273 | 343 | 1880 V | Novemb. 9-42137 | 11 41 26 | 249 22 32 | 60 42 14 |
| (163) | 344 F | 1881 I | Januar 22-67174 | 201 13 22 | 209 35 25 | 11 19 40 |
| 274 | 345 | 1881 II | Mai 20-44307 | 173 47 33 | 126 24 13 | 77 78 19 |
| 275 | 346 | 1881 III | Juni 16-44847 | 354 15 16 | 270 57 43 | 63 25 52 |

| Bezeichnung | Log. der Periheldist. $\log q$ | Excentricität e | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|--------------------------------|-------------------|------------|--------------|-------------------------|----------------------------|
| | | | Entdeckers | Brechners | | |
| (163) | 0-2259693 | 0-5573833 | STEPHAN | MÖLLER | Sept. 3—Nov. 30 | A. N. LXXX, 337 |
| 252 | 9-8998540 | 0-996471 | BORELLY | R. GAUTIER | Aug. 20—Sept. 20 | A. N. XCII, 72 |
| 253 | 9-585297 | | R. HENRY | WEISS | Aug. 23—Dec. 17 | A. N. LXXXIII, 50 |
| (171) | 9-7736231 | 0-8088591 | STEPHAN | E. LAMP | Aug. 31—Oct. 26 | Kiel, Publ. VII, 56 |
| 254 | 9-8649197 | | COGGIA | SCHULHOF | Nov. 10—16 | B. A. III, 131 |
| 255 | 8-649025 | | WINNECKE | WITSTSTEIN | Febr. 20—25 | A. N. XCIV, 200 |
| 256 | 9-9473096 | | WINNECKE | WENZEL | April 11—Juni 17 | Wien, Ak. S. LXXXVII |
| 257 | 9-8298069 | 0-99882015 | COGGIA | v. HEPPERGER | Apr. 17—Oct. 18 | Wien, Ak. S. LXXXVI |
| 258 | 0-2273669 | 0-9628312 | COGGIA | HOLETSCHEK | Aug. 19—Nov. 14 | Wien, Ak. S. LXXXVI |
| 259 | 9-9923984 | 0-9988309 | BORELLY | GRUSS | Juli 25—Oct. 20 | Wien, Ak. S. LXXXVIII |
| 260 | 9-706057 | | BORELLY | HOLETSCHEK | Dec. 6—1875 Jan. 7 | A. N. XCIV, 190 |
| (131) | 9-9185773 | 0-7409983 | BORELLY | v. HAERDTL | Febr. 1—16 | Wien, Ak. D. LVI, 162 |
| (96) | 9-5223870 | 0-8494024 | HOLDEN | BACKLUND | Jan. 26—Mai 17 | M. d. Petersb. XXXIV, 8 |
| 261 | 9-907111 | | BORELLY | THRÄN | Febr. 8—April 3 | A. N. CI, 93 |
| 262 | 9-9777145 | 0-9987005 | WINNECKE | PLATH | April 5—Juli 13 | Abh. pag. 45 |
| 263 | 0-0039137 | 0-9979243 | SWIFT | POENISCH | April 11—Juni 4 | A. N. CXV, 187 |
| (189) | 9-1199556 | 0-6278091 | TEMPEL | LEFVRAU | Juli 9—Sept. 10 | A. N. CV, 22 |
| 264 | 0-0295666 | | TEMPEL | GRUSS | Oct. 2—14 | Wien, Ak. S. LXXXV |
| 265 | 0-1975297 | | COGGIA | LARSSÉN | Sept. 13—Dec. 10 | A. N. CXVI, 25 |
| 266 | 0-1436288 | | SWIFT | BÜTTNER | Juli 7—23 | A. N. XCVII, 278 |
| (96) | 9-5230694 | 0-8491543 | TEBUTT | BACKLUND | Aug. 3—Sept. 6 | M. d. Petersb. XXXIV, 8 |
| (251) | 0-126998 | 0-553691 | TEMPEL | SCHULHOF | Juli 19—Dec. 21 | Annuaire 1884, 229 |
| (171) | 9-7707355 | 0-8098415 | TEMPEL | E. LAMP | Jan. 14—Mai 23 | Kiel, Publ. VII, 56 |
| 267 | 9-952573 | | SWIFT | KREMSER | Juni 16—Aug. 23 | A. N. CVIII, 102 |
| (240) | 0-2482463 | 0-4625512 | TEMPEL | R. GAUTIER | April 24—Juli 8 | M. d. Genève XXIX, 12 |
| 268 | 9-996284 | | HARTWIG | MILLOSEWICH | Aug. 24—Sept. 18 | Mem. Spett. Ital. XVII, 55 |
| 269 | 9-9954612 | | A. PALISA | A. PALISA | Aug. 21—Oct. 22 | Wien, Ak. S. LXXXI |
| 270 | 7-739478 | | GOULD | KREUTZ | Febr. 4—19 | A. N. CXIV, 73 |
| 271 | 0-2586566 | | SCHAEBERLE | J. MEYER | April 6—Oct. 11 | Wien, Ak. S. LXXXIV |
| 272 | 9-5497806 | | HARTWIG | MOLIEN | Sept. 29—Nov. 30 | A. N. CVI, 121 |
| (244) | 0-0282447 | 0-6571935 | SWIFT | BOSSERT | Oct. 10—1881 Jan. 20 | B. A. III, 72 |
| 273 | 9-819274 | | PECHÜLE | BIGOURDAN | Dec. 16—1881 März 31 | C. R. XCII, 172 |
| (163) | 0-2400848 | 0-5490171 | COMMON | MÖLLER | Aug. 2—1882 März 30 | B. A. J. 1882 [138] |
| 274 | 9-7716696 | | SWIFT | GRUSS | April 30—Mai 11 | A. N. CV, 315 |
| 275 | 9-8659875 | 0-9964327 | TEBUTT | BOSSERT | Mai 22—1882 Febr. 14 | C. R. XCIII, 660 |

| Bezeichnung | No. nach GALLE II | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|-------------------|-----------|--|--------------------------------|-----------------------------------|--------------|
| 276 | 317 | 1881 IV | August 22-31218 | 122° 7' 19" | 97° 2' 37" | 140° 13' 54" |
| 277 | 348 | 1881 V | Septemb. 13-3192 | 312 30 52 | 65 56 56 | 6 51 4 |
| 278 | 349 | 1881 VI | Septemb. 14-37183 | 6 18 10 | 274 9 51 | 112 48 47 |
| (96) | 350 E | 1881 VII | Novemb. 15-30270 | 183 55 12 | 334 31 28 | 12 53 7 |
| 279 | 351 | 1881 VIII | Novemb. 19-77791 | 118 0 37 | 181 25 19 | 144 50 16 |
| 280 | 352 | 1882 I | Juni 10-53612 | 208 59 38 | 204 56 27 | 73 48 39 |
| 281 | 353 | 1882 II | Septemb. 17-23051 | 69 34 35 | 316 0 43 | 141 59 45 |
| 282 | 354 | 1882 III | Novemb. 12-99363 | 254 18 45 | 249 7 11 | 96 9 2 |
| 283 | 355 | 1883 I | Februar 18-94856 | 110 53 22 | 278 8 36 | 78 4 5 |
| 284 | 356 | 1883 II | Decemb. 25-3092 | 138 39 2 | 264 25 14 | 114 59 9 |
| (124) | 357 P-Bs. | 1884 I | Januar 25-72388 | 199 11 33 | 254 5 42 | 74 2 36 |
| 285 | 358 | 1884 II | August 16-48583 | 301 1 59 | 5 8 59 | 5 27 38 |
| 286 | 359 Wo | 1884 III | Novemb. 17-79370 | 172 12 31 | 206 18 31 | 25 15 41 |
| (96) | 360 E | 1885 I | März 7-64113 | 183 55 49 | 331 36 56 | 12 54 1 |
| 287 | 361 | 1885 II | August 5-54394 | 178 27 1 | 92 17 10 | 80 39 26 |
| 288 | 362 | 1885 III | August 10-44430 | 43 25 52 | 204 29 7 | 59 20 19 |
| (102) | 363 Tu | 1885 IV | Septemb. 11-14915 | 206 46 57 | 269 42 1 | 54 19 45 |
| 289 | 364 | 1885 V | Novemb. 25-53442 | 35 38 42 | 262 13 21 | 42 26 32 |
| 290 | 365 | 1886 I | April 5-96890 | 126 35 26 | 36 22 39 | 82 37 17 |
| 291 | 366 | 1886 II | Mai 3-29332 | 119 36 29 | 68 19 10 | 84 26 5 |
| 292 | 367 | 1886 III | Mai 4-45145 | 38 33 33 | 287 45 33 | 100 12 7 |
| 293 | 368 | 1886 IV | Juni 6-69108 | 176 47 55 | 53 28 57 | 12 43 26 |
| 294 | 369 | 1886 V | Juni 7-39549 | 201 13 21 | 192 42 6 | 87 44 23 |
| (131) | 370 W | 1886 VI | Septemb. 4-39181 | 172 2 7 | 104 7 30 | 14 31 40 |
| 295 | 371 Fi | 1886 VII | Novemb. 22-39461 | 315 5 35 | 52 28 54 | 3 1 41 |
| 296 | 372 | 1886 VIII | Novemb. 28-38161 | 31 53 16 | 258 11 58 | 85 35 18 |
| 297 | 373 | 1886 IX | Decemb. 16-50319 | 86 20 18 | 137 22 34 | 101 37 34 |
| 298 | 374 | 1887 I | Januar 11-34421 | 65 22-2 | 339 38-1 | 137 37-3 |
| 299 | 375 | 1887 II | März 17-37426 | 159 25 19 | 279 55 56 | 104 16 18 |
| 300 | 376 | 1887 III | März 28-43115 | 36 31 36 | 135 27 4 | 139 47 26 |
| 301 | 377 | 1887 IV | Juni 16-66988 | 15 8 3 | 245 13 22 | 17 33 9 |
| (127) | 378 O | 1887 V | Octob. 8-48531 | 65 20 11 | 84 32 20 | 44 34 16 |
| 302 | 379 | 1888 I | März 17-00832 | 359 55 31 | 245 22 56 | 42 15 10 |
| (96) | 380 E | 1888 II | Juni 27-99670 | 183 57 5 | 334 38 51 | 12 53 6 |
| 303 | 381 | 1888 III | Juli 31-14287 | 59 12 8 | 101 29 51 | 74 11 41 |

| Bezeichnung | Log. der Perihelidist. <i>log q</i> | Excentricität <i>e</i> | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|--|---------------------------|------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------|
| | | | Entdeckers | Berechners | | |
| 276 | 9-8017757 | | SCHAEBERLE | STECHERT | Juli 14—Oct. 21 | A. N. CVIII, 437 |
| 277 | 9-860503 | 0-828377 | DENNING | MATTHIESSEN | Oct. 4—Nov. 24 | Karlsruhe, Publ. III, 179 |
| 278 | 9-6524399 | | BARNARD | MILLOSEWICH | Sept. 17—Oct. 27 | A. N. CII, 269 |
| (96) | 9-5357273 | 0-8453998 | WINNECKE | BACKLUND | Aug. 20—Nov. 11 | M. d. Petersb. XXXIV, 8 |
| 279 | 0-2839578 | 0-973331 | SWIFT | OLSSON | Nov. 16—1882 Jan. 12 | A. N. CXIV, 205 |
| 280 | 8-7836376 | 0-99999454 | WELLS | V. REBEUR-PASCHWITZ | März 17—Aug. 16 | Karlsruhe, Publ. III |
| 281 | 7-8889895 | 0-9999330 | | KREUTZ | Sept. 1—1883 Juni 1 | Kiel, Publ. VI, 51 |
| 282 | 9-9802257 | 0-9992287 | BARNARD | WOLYNCEWICZ | Sept. 13—Dec. 8 | A. N. CIV, 219 |
| 283 | 9-8807707 | 0-9990853 | BROOKS | WINDELL | Febr. 23—April 24 | Sid. Mess. V, 92 |
| 284 | 9-49094 | | ROSS | (I. OPPENHEIM) | 1884 Jan 7—Febr. 19 | A. N. XVII, 276 |
| (124) | 9-8897099 | 0-9549960 | BROOKS | SCHULHOF, BOSSERT | 1883 Sept. 1 bis 1884 Jan. 2 | A. N. CVIII, 16 |
| 285 | 0-1071271 | 0-5842139 | BARNARD | BERBERICH | Juli 16—Nov. 20 | A. N. CXXIII, 189 |
| 286 | 0-1964455 | 0-5609166 | WOLF | THRÄN | Sept. 17—1885 April 6 | A. N. CXXVIII, 421 |
| (96) | 9-5344196 | 0-8457761 | TEMPEL | BACKLUND | 1884 Dec. 13 bis 1885 April 22 | M. d. Petersb. XXXIV, 8 |
| 287 | 0-3992904 | 1-0028519 | BARNARD | BEKBERICH | Juli 7—Sept. 3 | A. N. CXXIII, 405 |
| 288 | 9-877815 | | BROOKS | GALLENMÜLLER | Aug. 31—Oct. 5 | A. N. CXXX, 364 |
| (102) | 0-0106087 | 0-8215436 | PERROTIN | RAHFS | Aug. 8—Sept. 16 | A. N. CXIII, 206 |
| 289 | 0-0334633 | | BROOKS | HACKENBERG | Dec. 26—1886 Mrz. 1 | A. N. CXXI, 366 |
| 290 | 9-807767 | | FABRY | SVEDSTRUP | 1885 Dec. 1 bis 1886 Juli 30 | A. N. CXIV, 157 |
| 291 | 9-6805802 | 1-00022860 | BARNARD | THRÄN | 1885 Dec. 3 bis 1886 Juli 26 | A. N. CXXXII, 283 |
| 292 | 9-925294 | | BROOKS | CELORIA | April 30—Juni 3 | A. N. CXVII, 10 |
| 293 | 0-123107 | 0-5787392 | BROOKS | S. OPPENHEIM | Mai 22—Juli 3 | A. N. CXXVIII, 302 |
| 294 | 9-431999 | | BROOKS | KRÜGER | April 27—Juli 30 | A. N. CXIV, 332 |
| (131) | 9-9471854 | 0-7261780 | FINLAY | V. HAERDTL. | Aug. 19—Nov. 29 | Wien, Ak. D. LVI, 162 |
| 295 | 9-9989350 | 0-7178652 | FINLAY | SCHULHOF | Sept. 26—1887 Apr. | A. N. CXXXIII, 51 |
| 296 | 0-170274 | | BARNARD | EGBERT | 1887 Jan. 23 bis Mai 22 | A. J. VII, 87 |
| 297 | 9-8217257 | 1-0003824 | BARNARD | BUSCHBAUM | Oct. 4—1887 Juni 16 | Diss. Göttingen 1889, 43 |
| 298 | 7-73914 | | THOME | H. OPPENHEIM | Jan. 18—Jan. 29 | A. N. CXXI, 341 |
| 299 | 0-212202 | 0-9846095 | BROOKS | STECHERT | Jan. 22—April 23 | A. C. CXIX, 334 |
| 300 | 0-0028251 | 1-0004192 | BARNARD | HEINRICIUS | Febr. 16—April 10 | A. N. CXXVIII, 167 |
| 301 | 0-1442046 | 0-9960879 | BARNARD | F. MÜLLER | Mai 12—Aug. 11 | A. J. VIII, 56 |
| (127) | 0-0788620 | 9-9311297 | BROOKS | GINZEL | Aug. 24—1888 Juli 5 | Berl. R. J. Publ. 3, 33 |
| 302 | 9-8443367 | 0-9958467 | SAWERTHAL | TENNANT | Febr. 18—Sept. 7 | M. N. XLIX, 285 |
| (96) | 9-5354100 | 0-8454694 | TEBUTT | BACKLUND | Juli 8—Aug. 25 | A. N. CXIX, 173 |
| 303 | 9-9553154 | 0-9999079 | BROOKS | MILLOSEWICH | Aug. 7—Oct. 30 | A. N. CXXIII, 111 |

| Bezeichnung | No. nach GALLE II | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|-----------------------|----------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| (163) | 382 F | 1888 IV | August 19:94 | 201° 13' 22" | 209° 35' 25" | 11° 19' 40" |
| 304 | 383 | 1888 V | Septemb. 12:7776 | 290 46 57 | 137 31 48 | 56 20 51 |
| 305 | 384 | 1889 I | Januar 31:17837 | 340 27 40 | 357 25 15 | 166 22 13 |
| 306 | 385 | 1889 II | Juni 10:77911 | 236 5 5 | 310 42 36 | 163 50 31 |
| 307 | 386 | 1889 III | Juni 20:75088 | 60 8 5 | 270 58 4 | 31 12 50 |
| 308 | 387 | 1889 IV | Juli 19:28009 | 345 51 58 | 286 9 47 | 65 58 41 |
| 309 | 388 | 1889 V | Septemb. 30:33971 | 343 35 51 | 17 59 4 | 6 4 7 |
| 310 | 389 | 1889 VI | Novemb. 29:54151 | 69 39 0 | 330 36 2 | 10 14 54 |
| 311 | 390 | 1890 I | Januar 26:487076 | 199 51 40 | 8 28 6 | 56 44 15 |
| 312 | 391 | 1890 II | Juni 1:54801 | 68 56 14 | 320 20 44 | 120 33 23 |
| 313 | 392 | 1890 III | Juli 8:54656 | 85 39 37 | 14 18 25 | 63 20 4 |
| 314 | 393 | 1890 IV | August 6:88918 | 331 15 4 | 85 22 5 | 154 18 27 |
| (189) | 394 d'A | 1890 V | Septemb. 17:49316 | 172 58 2 | 146 16 32 | 15 42 41 |
| 315 | 395 | 1890 VI | Septemb. 24:51453 | 163 2 18 | 100 7 13 | 98 56 30 |
| 316 | 396 | 1890 VII | Octob. 26:12523 | 13 5 42 | 45 8 8 | 12 51 30 |
| 317 | 397 | 1891 I | April 27:5435 | 178 55 44 | 193 55 10 | 120 31 23 |
| (286) | 398 W ₀ | 1891 II | Septemb. 3:43865 | 172 48 26 | 206 22 17 | 25 14 34 |
| (96) | 399 E | 1891 III | Octob. 17:98599 | 183 57 20 | 334 41 27 | 12 54 58 |
| 318 | 400 | 1891 IV | Novemb. 12:9120 | 268 33 1 | 217 38 58 | 77 42 34 |
| (244) | 401 T ₂ -S | 1891 V | Novemb. 14:95835 | 106 43 1 | 296 31 15 | 5 23 14 |
| 319 | 402 | 1892 I | April 6:65953 | 24 31 11 | 240 54 15 | 38 42 21 |
| 320 | 403 | 1892 II | Mai 11:231219 | 129 19 51 | 253 25 51 | 89 41 54 |
| 321 | 404 | 1892 III | Juni 13:485534 | 14 22 24 | 331 38 17 | 20 47 16 |
| (131) | 405 W | 1892 IV | Juni 30:89430 | 172 6 27 | 104 4 37 | 14 31 34 |
| 322 | 406 | 1892 V | Decemb. 11:13512 | 170 19 6 | 206 42 29 | 31 10 36 |
| 323 | 407 | 1892 VI | Decemb. 28:1044 | 252 42 35 | 264 29 32 | 24 47 47 |
| 324 | 408 | 1893 I | Januar 6:50236 | 85 13 19 | 185 38 28 | 143 51 49 |
| 325 | 409 | 1893 II | Juli 7:27794 | 47 7 46 | 337 21 24 | 159 58 2 |
| (295) | 410 Fi | 1893 III | Juli 12:18195 | 315 31 51 | 52 27 43 | 3 2 2 |
| 326 | 411 | 1893 IV | Septemb. 19:2288 | 347 27 7 | 174 55 12 | 129 50 14 |
| 327 | 412 | 1894 I | Februar 9:53072 | 46 15 54 | 84 21 51 | 5 31 47 |
| 328 | 413 | 1894 II | April 13:5210 | 324 17 17 | 206 20 59 | 87 3 52 |
| (251) | 414 T ₂ | 1894 III | April 23:2493 | 185 4 55 | 121 10 5 | 12 44 22 |
| 329 | 415 | 1894 IV | Octob. 12:19466 | 296 34 35 | 48 44 37 | 2 57 54 |
| (96) | 416 | 1895 I | Februar 4:7393 | 183 57 28 | 334 44 51 | 12 54 24 |

| Bezeichnung | Log. der Perihelidist. $\log q$ | Excentricität e | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|---------------------------------|-------------------|------------|-------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| | | | Entdeckers | Berechners | | |
| (163) | 0-2400848 | 0-5490171 | PERROTIN | MÖLLER | Aug. 9-1889 | A. N. CXX, 77 |
| 304 | 0-183996 | 0-991113 | BARNARD | SEARLE | Oct. 30-1889 | A. J. VIII, 181 |
| 305 | 0-2588515 | 1-0010863 | BARNARD | BERBERICH | 1888 Sept. 2 bis 1891 Mai 1 | A. N. CXXIII, 280 |
| 306 | 0-3532083 | 0-9995208 | BARNARD | MILLOSEWICH | März 31-1890 Aug. 24 | A. N. CXXV, 319 |
| 307 | 0-042338 | 0-956665 | BARNARD | BERBERICH | Juni 23-Aug. 6 | A. N. CXXIII, 77 |
| 308 | 0-016890 | 0-996504 | DAVIDSON | BERBERICH | Juli 19-Nov. 21 | A. N. CXXIV, 147 |
| 309 | 0-2899980 | 0-4707799 | BROOKS | BAUSCHINGER | Juli 6-1891 | Münch. Ann. III, 38 |
| 310 | 0-1315170 | 0-6758467 | SWIFT | HIND | Nov. 16-1890 Jan. 12 | C. R. CXIII, 184 |
| 311 | 9-4309823 | | BORELLY | RADELFINGER | 1889 Dec. 21 bis 1890 Jan. 16 | A. N. CILII, 65 |
| 312 | 0-280471 | 1-00037259 | BROOKS | BIDSCHOF | Mrz. 19-1892 | A. N. CXXVIII, 201 |
| 313 | 9-8831669 | | COGGIA | EBERT | Juli 18-Aug. 13 | A. N. CXXXII, 105 |
| 314 | 0-311053 | 0-995872 | ZONA | VENTURI | Nov. 15-1891 Jan. 13 | A. N. CIL, 239 |
| (189) | 0-1219017 | 0-6271251 | BARNARD | LEVEAU | Oct. 6-Dec. 13 | A. N. CXXXIV, 115 |
| 315 | 0-100448 | 0-9991542 | DENNING | ROBRINSKOY | Juli 23-Nov. 7 | A. N. CXXXIV, 245 |
| 316 | 0-2595701 | 0-4727455 | SITTALER | TENNANT | Nov. 16-1891 | M. N. LII, 30 |
| 317 | 9-598826 | | BARNARD | BELLAMY | März 29-Juli 9 | A. J. X, 191 |
| (286) | 0-2021579 | 0-5571859 | SPITALER | THRÄN | Mai 1-1892 | A. N. CXXVIII, 422 |
| (96) | 9-5320821 | 0-8464737 | BARNARD | BACKLUND | Aug. 1-1892 | A. N. CXXVII, 428 |
| 318 | 9-989838 | | BARNARD | FROEBE | Octob. 2-Dec. 6 | A. N. CXXVIII, 439 |
| (244) | 0-036071 | 0-6527024 | BARNARD | BOSSERT | Sept. 27-1892 Jan. 21 | A. N. CXXVII, 271 |
| 319 | 0-011499 | 0-998613 | SWIFT | BERBERICH | Mrz. 6-1893 | A. N. CXXX, 215 |
| 320 | 0-2946197 | 1-000345 | DENNING | STEINER | März 18-1893 Jan. 20 | A. N. CILV, 247 |
| 321 | 0-3307680 | 0-4091581 | HOLMES | KOHL- SCHÜTTER | Nov. 6-1893 April 6 | Diss. Kiel 1896, A. N. CIL, 241 |
| (131) | 9-9477053 | 0-7259908 | SPITALER | v. HAERDTL | März 18-Oct. 20 | A. N. CXXXIX, 169 |
| 322 | 0-1546264 | 0-5781439 | BARNARD | PORTER | Oct. 12-Nov. 22 | A. J. XIII, 186 |
| 323 | 9-989320 | | BROOKS | H. OPPENHEIM | Aug. 28-1893 Juli 18 | A. N. CXXXI, 175 |
| 324 | 0-0774075 | | BROOKS | ISHAM, PORTER | 1892 Nov. 19 bis 1893 Juni | A. J. XIII, 55 |
| 325 | 9-829013 | 0-9994621 | SIERRA | KROMM | Juni 19-Dec. 20 | V. J. S. XXX, 130 |
| (295) | 9-9952568 | 0-7195062 | FINLAY | SCHULHOF | Mai 17-Sept. 21 | B. A. XVI, 402 |
| 326 | 9-909558 | 0-996489 | BROOKS | PEYRA | Oct. 16-1894 Jan. 26 | A. N. CXXXVII, 273 |
| 327 | 0-059676 | 0-6983456 | DENNING | SCHULHOF | März 26-Juni 5 | A. N. CXXXVII, 191 |
| 328 | 9-992741 | | GALE | KOHL- SCHÜTTER | April 1-Juli 31 | A. N. CXXXV, 263 |
| (251) | 0-130530 | 0-5510772 | FINLAY | SCHULHOF | Mai 8-Ende Juli | B. A. XI, 254 |
| 329 | 0-145042 | 0-5684393 | SWIFT | CHANDLER | Nov. 20-1895 Jan. 29 | A. J. XV, 10 |
| (96) | 9-532870 | 0-8462206 | PERROTIN | BACKLUND | 1894 Oct. 31 bis 1895 Jan. 25 | A. N. CXXXVI, 379 |

| Bezeichnung | No. nach GALLE II | Jahr | Durchgang durch das Perihel M. Zt. Paris | Argument des Perihels ω | Länge des aufst. Knotens Ω | Neigung i |
|-------------|--------------------|-----------|--|--------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| 330 | 417 | 1895 II | August 20-85408 | 167° 47' 8" | 170° 16' 17" | 2° 59' 25" |
| 331 | 418 | 1895 III | Octob. 4-059166 | 298 46 8 | 83 5 1 | 76 14 45 |
| 332 | 419 | 1895 IV | Decemb. 18-33319 | 272 40 23 | 320 30 48 | 141 36 39 |
| 333 | 420 | 1896 I | Januar 31-78360 | 358 20 15 | 208 50 25 | 155 44 49 |
| (163) | 421 F | 1896 II | März 19-27 | 201 13 22 | 209 35 25 | 11 19 40 |
| 334 | 422 | 1896 III | April 17-6538079 | 1 44 24 | 178 14 51 | 55 34 25 |
| 335 | 423 | 1896 IV | Juli 10-95068 | 41 2 8 | 151 2 1 | 88 25 36 |
| 336 | 424 | 1896 V | Octob. 27-78528 | 140 23 17 | 193 16 10 | 11 23 7 |
| (309) | 425 Bs | 1896 VI | Novemb. 4-15328 | 343 47 35 | 18 1 8 | 6 3 34 |
| 337 | 426 | 1896 VII | Novemb. 24-63499 | 63 54 2 | 246 37 12 | 13 40 17 |
| 338 | 427 | 1897 I | Februar 8-08808 | 172 17 39 | 86 28 31 | 146 8 44 |
| (189) | 428 d'A | 1897 II | Mai 21-70528 | 173 4 12 | 146 21 19 | 15 43 30 |
| 339 | 429 | 1897 III | Decemb. 8-649077 | 65 53 58 | 32 3 9 | 69 35 58 |
| 340 | 430 | 1898 I | März 17-12544 | 47 18 20 | 262 26 4 | 72 31 56 |
| (131) | 431 W | 1898 II | März 20-39849 | 173 21 10 | 100 51 46 | 16 59 34 |
| (96) | 432 E | 1898 III | Mai 26-80928 | 183 58 57 | 334 46 43 | 12 54 37 |
| (286) | 433 Wo | 1898 IV | Juli 4-56928 | 172 52 35 | 206 29 4 | 25 12 16 |
| 341 | 434 | 1898 V | Juli 25-51974 | 22 24 35 | 278 17 10 | 166 51 1 |
| 342 | 435 | 1898 VI | August 16-20628 | 205 36 24 | 259 6 12 | 70 1 37 |
| 343 | 436 | 1898 VII | Septemb. 14-050699 | 233 15 19 | 74 0 58 | 69 56 0 |
| 344 | 437 | 1898 VIII | Septemb. 20-08029 | 4 35 32 | 95 51 25 | 22 30 27 |
| 345 | 438 | 1898 IX | Octob. 20-54714 | 162 20 25 | 34 53 52 | 28 51 1 |
| 346 | 439 | 1898 X | Novemb. 23-15918 | 123 32 0 | 96 18 23 | 140 20 54 |
| 347 | 440 | 1899 I | April 12-984212 | 8 41 56 | 24 59 18 | 146 15 28 |
| (321) | 441 Ho | 1899 II | April 28-06138 | 14 4 21 | 331 43 32 | 20 48 10 |
| (102) | 442 Tu | 1899 III | Mai 4-47438 | 206 39 9 | 269 49 54 | 54 29 16 |
| (251) | 443 T _y | 1899 IV | Juli 28-51428 | 185 36 20 | 120 57 56 | 12 38 53 |

| Bezeichnung | Log. der Perihelidist. <i>log q</i> | Excentricität <i>e</i> | Name des | | Dauer der Sichtbarkeit | Nachweis der Berechnung |
|-------------|--|---------------------------|------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| | | | Entdeckers | Berechners | | |
| 330 | 0-112686 | 0-647742 | SWIFT | BERBERICH | Aug. 20—1896 Febr. 5 | A. N. CXXXVIII, 367 |
| 331 | 9-9258452 | | BROOKS | WASSILIEF | Nov. 21—Dec. 20 | A. N. CILIII, 229 |
| 332 | 9-283259 | | PERRINE | AITKEN | Nov. 16—1896 Aug. 9 | A. J. XVI, 111 |
| 333 | 9-768889 | | PERRINE | BUCHHOLZ | Febr. 14—Apr. 16 | A. N. CII, 335 |
| (163) | 0-2400848 | 0-5490171 | JAVELLE | MÜLLER | 1895 Sept. 26 bis 1896 Jan. 15 | B. A. J. 1882 |
| 334 | 9-7530356 | 1-0004757 | SWIFT | AITKEN | Apr. 13—Juni 20 | A. N. CILVIII, 337 |
| 335 | 0-057853 | | SPERRA | LAMP | Aug. 31—Oct. 8 | A. N. CILI, 357 |
| 336 | 0-163746 | 0-5962162 | GIACOBINI | GIACOBINI | Sept. 4—1897 Jan. 4 | V. J. S. XXXII, 62 |
| (309) | 0-292102 | 0-4694344 | BROOKS | JAVELLE | Juni 20—1897 Febr. 25 | Ver. Berl. R. I. 8 |
| 337 | 0-045414 | 0-6792812 | PERRINE | OSTEN | Dec. 8 bis 1897 März 3 | A. N. CILV, 349 |
| 338 | 0-026336 | | PERRINE | MÜLLER | 1896 Nov. 2 bis 1897 Mai 5 | Astr. Abh. A. N. No. 2 |
| (189) | 0-120979 | 0-6273078 | PERRINE | LEVEAU | Juni 28—Oct. 3 | B. A. XIV, 30 |
| 339 | 0-132477 | | PERRINE | WESSELL | Oct. 16—Nov. 27 | A. N. CLI, 209 |
| 340 | 0-039459 | 0-954818 | PERRINE | CURTIS | März 19—Nov. 15 | A. J. XIX, 195 |
| (131) | 9-965727 | 0-714763 | PERRINE | CHANDLER | Jan. 1—Febr. 28 | A. J. XVIII, 127 |
| (96) | 9-532354 | 0-8463863 | TEBUTT | IWANOW | Juni 11—Juli 10 | A. N. CILVI, 159 |
| (286) | 0-204943 | 0-5553371 | HUSSEY | THIRÄN | Juni 16—1899 März 10 | A. N. CILVI, 11 |
| 341 | 0-176460 | | GIACOBINI | STICHTENOTH | Juni 18—Aug. 16 | A. N. CILVII, 123 |
| 342 | 9-796950 | | PERRINE | PERRINE | Juni 14—Aug. 10 | A. J. XIX, 95 |
| 343 | 0-230859 | 1-0010336 | CODDINGTON | MERFIKLD | Juni 11—1899 Dec. 7 | A. N. CLIV, 229 |
| 344 | 0-358758 | | CHASE | SPRAGEN | Nov. 14—1899 Juni 26 | A. J. XX, 98 |
| 345 | 9-623749 | | PERRINE | BERBERICH | Sept. 12—Oct. 9 | A. N. CILVII, 333 |
| 346 | 9-878535 | | BROOKS | POKROWSKI, SCHARBE | Oct. 20—Nov. 26 | A. N. CILIX, 127 |
| 347 | 9-513974 | 1-0003945 | SWIFT | MERFIELD | März 3—Aug. 10 | A. N. CLI, 23 |
| (321) | 0-327992 | 0-4113460 | PERRINE | ZWIERS | Juni 10—Nov. 6 | A. N. CL, 341 |
| (102) | 0-008230 | 0-8217125 | WOLF | RAHTS | März 5—Juli 10 | A. N. CILVIII, 389 |
| (251) | 0-142555 | 0-5421104 | PERRINE | SCHULHOF | Mai 6—Nov. 22 | A. N. CILIX, 375 |

Tafel VII.

Bahnelemente der Planeten.

Bei den Elementen der kleinen Planeten pag. 324—347 bedürfen nur die Columnen 2, 3 (m_0, g) der Erklärung, da die übrigen nach dem Text und den einschlägigen Artikeln nicht misszuverstehen sind.

Es bedeutet m_0 die mittlere Grösse, d. h. die, welche der Planet in seiner mittleren Entfernung a von der Sonne und der gleichzeitigen Entfernung $a - 1$ von der Erde haben würde; ferner ist g eine Grösse, welche aus m_0 nach der Formel

$$g = m_0 - 5 \log a (a - 1)$$

berechnet ist und die dazu dient, für einen beliebigen geocentrischen Ort des Planeten seine Grössenklasse M zu berechnen. Ist dann Δ die Entfernung des Planeten von der Erde, r seine Entfernung von der Sonne, so ist seine Grösse

$$M = g + 5 (\log \Delta + \log r).$$

Die Elemente sind dem Berliner Astron. Jahrbuch für 1903 bzw. den Veröffentlichungen des Berliner Recheninstituts entnommen. Diejenigen kleinen Planeten, deren Beobachtungen nur zur Berechnung einer Kreisbahn ausreichen, — etwa 20 — sind nicht berücksichtigt worden. Das Zeichen < in der letzten Columnne bedeutet, dass der Planet in mehr als 10 Oppositionen beobachtet worden ist.

| Nummer und Name | m_0 | ξ | Epöche und Osculation | Mittl. Aeq. | M | ω | Ω |
|---------------------|-------|-------|-----------------------|-------------|---------------|--------------|---------------|
| 1 Ceres . . . | 7.4 | 4.0 | 1901 Nov. 4.0 | d. Ep. | 253° 10' 8" 0 | 70° 3' 55" 6 | 80° 40' 14" 7 |
| 2 Pallas . . . | 8.0 | 4.5 | 1901 Aug. 24.0 | d. Ep. | 238 38 13.1 | 309 14 44.8 | 172 49 47.5 |
| 3 Juno . . . | 8.7 | 5.5 | 1900 Octob. 4.0 | d. Ep. | 330 58 54.7 | 244 44 12.5 | 170 44 28.0 |
| 4 Vesta . . . | 6.5 | 4.0 | 1901 Jan. 20.0 | d. Ep. | 246 32 47.4 | 148 31 47.7 | 103 31 50.8 |
| 5 Astraea . . . | 9.9 | 6.9 | 1898 Sept. 11.0 | 1900.0 | 224 4 1.2 | 353 27 42.1 | 141 31 29.0 |
| 6 Hebe . . . | 8.5 | 5.8 | 1900 Juli 3.0 | 1900.0 | 284 20 20.1 | 236 56 20.0 | 138 39 42.4 |
| 7 Iris . . . | 8.4 | 5.8 | 1900 Jan. 0.0 | 1900.0 | 9 5 20.1 | 141 31 26.9 | 260 33 44.3 |
| 8 Flora . . . | 8.9 | 6.8 | 1848 Jan. 1.0 | d. Ep. | 35 52 49.3 | 282 38 15.6 | 110 17 16.7 |
| 9 Metis . . . | 8.9 | 6.8 | 1858 Juni 30.0 | d. Ep. | 57 4 34.7 | 2 32 16.9 | 68 31 35.2 |
| 10 Hygiea . . . | 9.5 | 5.4 | 1898 Dec. 20.0 | 1900.0 | 291 20 17.9 | 308 58 5.7 | 285 48 45.5 |
| 11 Parthenope | 9.3 | 6.5 | 1901 Octob. 26.0 | 1901.0 | 65 58 42.7 | 193 25 15.7 | 125 16 38.9 |
| 12 Victoria . . . | 9.7 | 7.2 | 1851 Jan. 0.0 | d. Ep. | 66 2 39.9 | 66 4 43.3 | 235 34 41.7 |
| 13 Egeria . . . | 9.7 | 6.7 | 1850 Jan. 0.0 | d. Ep. | 210 46 34.3 | 76 58 23.7 | 43 11 34.5 |
| 14 Irene . . . | 9.7 | 6.6 | 1898 Octob. 1.0 | 1900.0 | 180 47 34.9 | 92 3 15.9 | 86 57 12.9 |
| 15 Eunomia . . . | 8.6 | 5.4 | 1854 Jan. 0.0 | d. Ep. | 122 5 31.5 | 93 59 46.0 | 293 52 14.5 |
| 16 Psyche . . . | 9.6 | 5.9 | 1899 Juli 27.0 | 1900.0 | 301 1 33.0 | 226 3 22.5 | 150 31 37.1 |
| 17 Thetis . . . | 10.1 | 7.3 | 1902 Jan. 14.0 | 1900.0 | 224 16 11.8 | 187 46 46.4 | 125 11 23.9 |
| 18 Melpomene | 9.3 | 6.9 | 1854 Jan. 0.0 | d. Ep. | 80 4 37.0 | 225 1 41.3 | 150 3 49.7 |
| 19 Fortuna . . . | 9.8 | 7.1 | 1901 Juni 8.0 | 1900.0 | 239 23 5.6 | 179 35 37.5 | 211 14 52.1 |
| 20 Massalia . . . | 9.2 | 6.5 | 1899 März 29.0 | 1900.0 | 76 24 22.5 | 253 50 39.9 | 206 37 45.2 |
| 21 Lutetia . . . | 10.1 | 7.4 | 1853 Jan. 2.0 | d. Ep. | 74 20 5.1 | 246 36 10.2 | 80 27 48.5 |
| 22 Kalliope . . . | 9.8 | 6.1 | 1898 Octob. 1.0 | 1900.0 | 96 34 37.0 | 351 56 41.4 | 66 33 27.0 |
| 23 Thalia . . . | 10.5 | 7.3 | 1900 Jan. 3.0 | 1900.0 | 337 2 2.1 | 55 59 46.7 | 67 50 20.9 |
| 24 Themis . . . | 10.8 | 6.7 | 1897 Dec. 25.0 | 1900.0 | 40 55 3.7 | 106 58 44.6 | 35 39 6.4 |
| 25 Phocaea . . . | 10.5 | 7.9 | 1898 Aug. 2.0 | 1900.0 | 7 21 33.6 | 88 49 31.0 | 214 13 50.6 |
| 26 Proserpina . . . | 10.5 | 7.3 | 1853 Juni 11.0 | d. Ep. | 351 5 55.6 | 190 30 15.7 | 45 54 59.3 |
| 27 Euterpe . . . | 9.7 | 7.2 | 1873 Jan. 5.0 | 1870.0 | 90 32 27.0 | 354 8 6.0 | 93 51 20.1 |
| 28 Bellona . . . | 10.1 | 6.6 | 1898 Sept. 11.0 | 1900.0 | 258 21 43.7 | 338 30 59.1 | 144 43 16.1 |
| 29 Amphitrite . . . | 9.0 | 6.1 | 1855 Jan. 0.0 | 1870.0 | 198 1 40.2 | 59 42 14.8 | 356 40 46.5 |
| 30 Urania . . . | 9.9 | 7.4 | 1890 Juni 5.0 | 1900.0 | 239 51 48.5 | 83 43 10.7 | 308 15 7.4 |
| 31 Euphrosyne | 11.0 | 6.8 | 1899 Octob 15.0 | 1900.0 | 327 7 12.3 | 60 23 37.9 | 81 45 6.4 |
| 32 Pomona . . . | 10.6 | 7.5 | 1855 Jan. 0.0 | d. Ep. | 223 54 39.3 | 332 38 53.4 | 220 42 55.2 |
| 33 Polyhymnia | 11.8 | 8.2 | 1900 Jan. 0.0 | 1900.0 | 137 40 57.3 | 334 10 42.4 | 9 7 49.5 |
| 34 Circe . . . | 11.5 | 8.2 | 1897 Dec. 5.0 | 1900.0 | 288 24 37.6 | 326 54 59.7 | 184 49 41.0 |
| 35 Leucothea . . . | 12.2 | 8.3 | 1898 Sept. 11.0 | 1900.0 | 127 21 38.2 | 205 22 19.6 | 355 47 23.7 |
| 36 Atalante . . . | 12.0 | 8.6 | 1899 Mai 8.0 | 1900.0 | 179 27 12.1 | 44 26 45.4 | 359 6 46.3 |
| 37 Fides . . . | 10.4 | 7.2 | 1900 März 5.0 | 1900.0 | 78 37 55.9 | 58 50 12.4 | 8 7 10.9 |
| 38 Leda . . . | 11.4 | 8.0 | 1897 Febr. 8.0 | 1900.0 | 31 52 32.7 | 166 10 52.1 | 296 29 4.4 |
| 39 Lactitia . . . | 9.5 | 6.0 | 1897 Jan. 19.0 | 1900.0 | 111 43 50.9 | 205 28 8.2 | 157 24 53.4 |
| 40 Harmonia . . . | 9.2 | 6.9 | 1863 Jan. 0.0 | d. Ep. | 186 48 19.4 | 267 19 12.8 | 93 34 54.2 |

| No. | <i>i</i> | φ | μ | <i>log a</i> | Berechner | Jahr d. Entd. | Zahl der beob. Opp. |
|-----|----------------|---------------|------------|--------------|---------------|---------------|---------------------|
| 1 | 10° 37' 20''·7 | 4° 30' 18''·5 | 771''·1336 | 0·4419180 | GODWARD | 1801 | < 10 |
| 2 | 34 41 24·6 | 13 45 49·5 | 769·0198 | 0·4427127 | FARLEY | 1802 | < 10 |
| 3 | 13 1 35·7 | 14 54 14·4 | 813·8326 | 0·4263143 | HIND | 1804 | < 10 |
| 4 | 7 8 18·6 | 5 7 11·3 | 977·7686 | 0·3731803 | FARLEY | 1807 | < 10 |
| 5 | 5 20 7·2 | 11 1 8·5 | 858·1895 | 0·4109489 | FARLEY | 1845 | < 10 |
| 6 | 14 48 3·2 | 11 35 3·1 | 939·1860 | 0·3848366 | R. LUTHER | 1847 | < 10 |
| 7 | 5 28 1·2 | 13 20 50·2 | 962·5828 | 0·3777123 | RIEM | 1847 | < 10 |
| 8 | 5 53 7·3 | 9 0 54·4 | 1086·3382 | 0·3426943 | DOWNING | 1847 | < 10 |
| 9 | 5 36 0·3 | 7 5 2·4 | 962·3390 | 0·3777857 | LESSER | 1848 | < 10 |
| 10 | 3 48 49·8 | 6 53 27·8 | 639·1669 | 0·4962621 | E. BECKER | 1849 | < 10 |
| 11 | 4 37 54·2 | 5 44 1·0 | 923·9058 | 0·3895859 | R. LUTHER | 1850 | < 10 |
| 12 | 8 23 17·7 | 12 38 44·9 | 994·8347 | 0·3681389 | BRÜNNOW | 1850 | < 10 |
| 13 | 16 32 24·6 | 4 59 47·3 | 857·9451 | 0·4110315 | HANSEN | 1850 | < 10 |
| 14 | 9 7 32·2 | 9 20 51·3 | 851·4287 | 0·4132389 | MAYWALD | 1851 | < 10 |
| 15 | 11 44 17·4 | 10 47 32·2 | 825·4550 | 0·4222090 | SCHUBERT | 1851 | < 10 |
| 16 | 3 4 30·2 | 7 50 18·3 | 710·5554 | 0·4656058 | SCHUBERT | 1852 | < 10 |
| 17 | 5 36 38·9 | 7 33 40·2 | 912·6523 | 0·3931342 | MAYWALD | 1852 | < 10 |
| 18 | 10 9 16·9 | 12 34 20·2 | 1020·1198 | 0·3609032 | SCHUBERT | 1852 | < 10 |
| 19 | 1 33 1·6 | 9 6 40·0 | 929·1534 | 0·3879461 | BERBERICH | 1852 | < 10 |
| 20 | 0 41 11·9 | 8 17 46·2 | 949·0005 | 0·3818268 | KÜSTNER | 1852 | < 10 |
| 21 | 3 5 9·5 | 9 19 44·6 | 933·5544 | 0·3865780 | LESSER | 1852 | < 10 |
| 22 | 13 43 36·7 | 5 38 34·5 | 714·4288 | 0·4640317 | BERBERICH | 1852 | < 10 |
| 23 | 10 13 2·0 | 13 32 59·4 | 833·5369 | 0·4193879 | SCHUBERT | 1852 | < 10 |
| 24 | 0 48 8·1 | 7 50 15·3 | 640·5990 | 0·4956138 | KRUEGER | 1853 | < 10 |
| 25 | 21 36 44·5 | 14 39 21·4 | 954·0992 | 0·3802754 | BERBERICH | 1853 | < 10 |
| 26 | 3 35 47·7 | 5 0 37·3 | 819·6847 | 0·4243399 | HOEK | 1853 | < 10 |
| 27 | 1 35 30·4 | 10 0 56·0 | 986·6944 | 0·3705493 | HOPPE | 1853 | < 10 |
| 28 | 9 21 37·4 | 8 38 54·6 | 765·9782 | 0·4438601 | V. D. GROEBEN | 1854 | < 10 |
| 29 | 6 7 4·6 | 4 15 25·3 | 869·0352 | 0·4073128 | E. BECKER | 1854 | < 10 |
| 30 | 2 5 59·5 | 7 21 5·1 | 975·3144 | 0·3739080 | GÜNTHER | 1854 | < 10 |
| 31 | 26 28 3·3 | 12 52 34·7 | 635·0803 | 0·4981187 | SCHUBERT | 1854 | < 10 |
| 32 | 5 28 49·9 | 4 45 43·1 | 852·5880 | 0·4128449 | LESSER | 1854 | < 10 |
| 33 | 1 55 15·8 | 19 41 13·8 | 731·7057 | 0·4571134 | NEWCOMB | 1854 | < 10 |
| 34 | 5 27 26·3 | 6 4 35·9 | 805·6011 | 0·4292575 | AUWERS | 1855 | < 10 |
| 35 | 8 11 44·8 | 12 42 36·2 | 683·6866 | 0·4767663 | TJETJEN | 1855 | < 10 |
| 36 | 18 39 39·3 | 17 26 19·0 | 777·3458 | 0·4395950 | SCHUBERT | 1855 | < 10 |
| 37 | 3 6 14·1 | 10 15 7·8 | 826·9450 | 0·4216867 | R. LUTHER | 1855 | < 10 |
| 38 | 6 57 52·6 | 8 53 45·4 | 781·8518 | 0·4379215 | BERBERICH | 1856 | 9 |
| 39 | 10 22 11·4 | 6 23 16·8 | 769·6407 | 0·4424791 | TJETJEN | 1856 | < 10 |
| 40 | 4 15 48·4 | 2 40 13·6 | 1039·3353 | 0·3555000 | SCHUBERT | 1856 | < 10 |

| Nummer und Name | m_0 | ξ | Epoche und Oculation | Mittl. Aeq. | M | ω | Ω |
|-----------------|-------|-------|----------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|
| 41 Daphne . | 10·5 | 7·0 | 1896 Dec. 30·0 | 1900·0 | 278° 7' 19"·3 | 41° 56' 43"·2 | 178° 54' 57"·1 |
| 42 Isis . . . | 10·4 | 7·7 | 1901 März 20·0 | 1900·0 | 220 37 25·4 | 234 12 19·6 | 84 21 28·4 |
| 43 Ariadne . | 10·0 | 7·9 | 1897 Octob. 6·0 | 1900·0 | 80 15 48·4 | 13 59 41·2 | 264 44 16·3 |
| 44 Nysa . . . | 9·8 | 7·1 | 1891 April 1·0 | 1900·0 | 101 29 32·1 | 340 32 15·8 | 131 15 10·2 |
| 45 Eugenia . | 10·7 | 7·3 | 1890 Nov. 12·0 | 1900·0 | 180 7 31·7 | 82 42 47·8 | 148 7 49·1 |
| 46 Hestia . . | 10·6 | 7·7 | 1901 Juni 28·0 | 1900·0 | 303 49 9·3 | 172 38 50·4 | 181 22 41·9 |
| 47 Aglaja . . | 11·2 | 7·5 | 1898 Dec. 20·0 | 1900·0 | 193 12 16·1 | 310 0 51·6 | 4 3 41·5 |
| 48 Doris . . . | 10·9 | 6·8 | 1890 Sept. 13·0 | 1900·0 | 277 3 7·4 | 251 36 35·0 | 184 42 28·7 |
| 49 Pales . . . | 11·0 | 7·0 | 1898 März 15·0 | 1900·0 | 133 1 8·6 | 104 18 44·6 | 289 40 40·8 |
| 50 Virginia . | 11·7 | 8·5 | 1890 April 6·0 | 1900·0 | 193 9 42·2 | 196 47 34·5 | 173 47 19·2 |
| 51 Nemausa . | 9·8 | 7·3 | 1889 Nov. 17·0 | 1900·0 | 254 26 43·1 | 358 30 23·3 | 175 52 45·4 |
| 52 Europa . . | 10·3 | 6·2 | 1891 April 1·0 | 1900·0 | 65 39 33·0 | 335 58 38·7 | 129 49 21·9 |
| 53 Kalypto . | 11·5 | 8·4 | 1898 Sept. 11·0 | 1900·0 | 262 39 8·8 | 309 50 4·2 | 143 54 57·8 |
| 54 Alexandra . | 10·9 | 7·6 | 1884 Aug. 15·0 | 1900·0 | 316 55 13·5 | 341 53 51·5 | 313 53 45·7 |
| 55 Pandora . . | 10·8 | 7·4 | 1885 Jan. 22·0 | 1900·0 | 263 33 12·6 | 0 46 45·4 | 11 5 29·9 |
| 56 Melete . . | 11·3 | 8·2 | 1900 Dec. 30·0 | 1901·0 | 157 16 2·5 | 101 6 10·5 | 194 3 16·4 |
| 57 Mnemosyne | 10·7 | 6·5 | 1897 Juni 28·0 | 1900·0 | 231 1 17·6 | 210 8 12·7 | 200 1 43·4 |
| 58 Concordia . | 11·6 | 8·3 | 1865 Jan. 7·0 | d. Ep. | 21 24 4·2 | 27 50 14·7 | 161 19 50·3 |
| 59 Elpis . . . | 10·9 | 7·6 | 1865 Jan. 7·0 | 1900·0 | 334 18 57·1 | 207 58 22·3 | 170 49 39·2 |
| 60 Echo . . . | 11·1 | 8·5 | 1897 Octob. 6·0 | 1900·0 | 272 15 22·3 | 267 58 4·0 | 191 53 22·7 |
| 61 Danaë . . . | 11·0 | 7·1 | 1900 April 14·0 | 1900·0 | 244 20 50·4 | 8 27 33·5 | 334 15 0·8 |
| 62 Erato . . . | 12·3 | 8·2 | 1877 Sept. 21·0 | 1900·0 | 358 43 44·3 | 273 16 41·1 | 125 59 38·4 |
| 63 Ausonia . . | 9·9 | 7·3 | 1898 Febr. 3·0 | 1900·0 | 250 44 8·5 | 292 55 25·5 | 337 58 3·7 |
| 64 Angelina . | 10·5 | 7·2 | 1898 Octob. 1·0 | 1900·0 | 239 38 51·2 | 173 37 28·8 | 310 50 59·6 |
| 65 Cybele . . | 11·0 | 6·4 | 1901 Aug. 27·0 | 1900·0 | 69 23 49·7 | 97 12 13·4 | 158 44 4·0 |
| 66 Maja . . . | 12·2 | 9·0 | 1897 Juli 18·0 | 1900·0 | 277 50 28·5 | 40 10 9·2 | 8 17 30·6 |
| 67 Asia . . . | 11·2 | 8·5 | 1897 Dec. 5·0 | 1900·0 | 201 20 50·1 | 103 20 37·7 | 202 55 26·2 |
| 68 Leto . . . | 10·5 | 7·0 | 1898 April 24·0 | 1900·0 | 236 41 25·3 | 301 43 40·3 | 44 42 44·5 |
| 69 Hesperia . | 10·7 | 6·8 | 1889 Jan. 1·0 | 1900·0 | 182 52 57·9 | 284 43 39·6 | 186 40 56·4 |
| 70 Panopaea . | 10·9 | 7·8 | 1890 Dec. 22·0 | 1900·0 | 305 21 16·5 | 252 49 22·9 | 48 15 50·9 |
| 71 Niobe . . . | 10·7 | 7·3 | 1898 Octob. 1·0 | 1900·0 | 134 2 10·3 | 265 39 20·2 | 316 22 37·2 |
| 72 Feronia . . | 11·2 | 8·9 | 1897 Dec. 25·0 | 1900·0 | 166 4 16·3 | 100 27 36·6 | 207 54 6·8 |
| 73 Klytia . . . | 12·0 | 8·8 | 1898 Aug. 2·0 | 1900·0 | 244 29 53·1 | 52 42 12·0 | 7 35 28·1 |
| 74 Galatea . . | 11·8 | 8·3 | 1897 Febr. 28·0 | 1900·0 | 148 4 45·2 | 171 0 3·8 | 197 44 15·2 |
| 75 Eurydike . | 11·6 | 8·4 | 1897 Octob. 26·0 | 1900·0 | 32 23 13·9 | 335 34 2·0 | 359 58 28·1 |
| 76 Freia . . . | 12·0 | 7·4 | 1902 Febr. 3·0 | 1900·0 | 42 28 47·7 | 236 29 56·1 | 212 10 7·0 |
| 77 Frigga . . . | 11·1 | 7·9 | 1897 Octob. 6·0 | 1900·0 | 331 13 52·7 | 56 51 27·7 | 2 4 10·7 |
| 78 Diana . . . | 10·6 | 7·5 | 1899 Sept. 6·0 | 1900·0 | 253 25 1·6 | 148 55 27·0 | 333 51 33·1 |
| 79 Eurynome . | 10·5 | 7·8 | 1901 Aug. 7·0 | 1900·0 | 301 43 28·9 | 198 40 20·8 | 206 33 9·9 |
| 80 Sappho . . | 10·6 | 8·2 | 1896 Octob. 11·0 | 1900·0 | 19 11 20·1 | 136 54 29·1 | 218 40 52·1 |

| No. | <i>i</i> | φ | μ | $\log a$ | Berechner | Jahr d. Entd. | Zahl der beob. Opp. |
|-----|---------------|---------------|-----------|-----------|-----------------|---------------|---------------------|
| 41 | 15° 55' 27"·6 | 15° 27' 11"·7 | 770"·8841 | 0·4420117 | BERBERICH | 1856 | < 10 |
| 42 | 8 34 30 | 12 50 33·9 | 930·2275 | 0·3876117 | L. BRCKER | 1856 | < 10 |
| 43 | 3 27 42·6 | 9 38 32·6 | 1084·7577 | 0·3431159 | PREY | 1857 | < 10 |
| 44 | 3 42 4·2 | 8 48 10·9 | 941·7363 | 0·3840515 | POWALKY | 1857 | < 10 |
| 45 | 6 35 22·7 | 4 44 11·6 | 791·0695 | 0·4345280 | RICHTER | 1857 | < 10 |
| 46 | 2 17 29·6 | 9 32 44·5 | 883·5543 | 0·4025156 | KARLINSKY | 1857 | < 10 |
| 47 | 5 0 34·6 | 7 42 46·5 | 726·7211 | 0·4590926 | POWALKY | 1857 | < 10 |
| 48 | 6 30 28·0 | 3 30 16·7 | 645·5014 | 0·4934063 | POWALKY | 1857 | < 10 |
| 49 | 3 8 26·3 | 12 52 28·4 | 648·4530 | 0·4920854 | POWALKY | 1857 | < 10 |
| 50 | 2 48 31·7 | 16 45 58·0 | 823·5561 | 0·4228757 | POWALKY | 1857 | < 10 |
| 51 | 9 57 16·2 | 3 51 23·3 | 975·1593 | 0·3739540 | BERBERICH | 1858 | < 10 |
| 52 | 7 26 18·3 | 6 31 44·8 | 651·8134 | 0·4905889 | MURMANN | 1858 | < 10 |
| 53 | 5 7 29·0 | 11 56 45·7 | 837·9945 | 0·4178437 | TIETJEN | 1858 | < 10 |
| 54 | 11 47 33·9 | 11 31 49·2 | 795·5362 | 0·4328971 | SCHULTZ | 1858 | < 10 |
| 55 | 7 13 21·5 | 8 18 56·3 | 774·4612 | 0·4406713 | A. MOELLER | 1858 | < 10 |
| 56 | 8 3 13·4 | 13 24 5·5 | 846·1114 | 0·4150527 | R. LUTHER | 1857 | < 10 |
| 57 | 15 11 43·8 | 6 49 36·3 | 635·2903 | 0·4980229 | ADOLPH | 1859 | < 10 |
| 58 | 5 1 50·5 | 2 26 21·8 | 799·5964 | 0·4314238 | OPPOLZER | 1860 | < 10 |
| 59 | 8 36 57·8 | 6 44 2·7 | 793·9788 | 0·4334651 | OPPOLZER | 1860 | < 10 |
| 60 | 3 35 6·7 | 10 34 22·7 | 958·2244 | 0·3790263 | C. H. F. PETERS | 1860 | < 10 |
| 61 | 18 14 58·7 | 9 29 23·8 | 688·3554 | 0·4747959 | R. LUTHER | 1860 | < 10 |
| 62 | 2 12 18·6 | 10 6 47·4 | 642·5659 | 0·4947260 | OPPOLZER | 1860 | < 10 |
| 63 | 5 47 11·4 | 7 17 58·7 | 957·1671 | 0·3793459 | TIETJEN | 1861 | < 10 |
| 64 | 1 19 34·2 | 7 17 59·7 | 807·9036 | 0·4284314 | OPPOLZER | 1861 | < 10 |
| 65 | 3 28 54·7 | 5 46 30·1 | 557·9795 | 0·5355923 | FRITSCHKE | 1861 | < 10 |
| 66 | 3 4 58·6 | 10 3 43·4 | 824·7740 | 0·4224477 | MAYWALD | 1861 | 8 |
| 67 | 5 59 14·6 | 10 47 54·5 | 942·3560 | 0·3838611 | FRISCHAUF | 1861 | < 10 |
| 68 | 7 58 21·8 | 10 39 16·0 | 763·4868 | 0·4448033 | TH. WOLFF | 1861 | < 10 |
| 69 | 8 29 52·2 | 9 39 2·0 | 689·6731 | 0·4742422 | KOWALCZYK | 1861 | < 10 |
| 70 | 11 38 20·8 | 10 22 15·9 | 838·9960 | 0·4174978 | RICHTER | 1861 | < 10 |
| 71 | 23 16 53·8 | 9 57 51·8 | 775·1865 | 0·4404003 | E. BECKER | 1861 | < 10 |
| 72 | 5 23 56·2 | 6 56 42·6 | 1040·3544 | 0·3552169 | C. H. F. PETERS | 1861 | < 10 |
| 73 | 2 24 13·1 | 2 34 3·9 | 816·0117 | 0·4255401 | POWALKY | 1862 | 9 |
| 74 | 4 0 26·4 | 13 43 0·6 | 764·6230 | 0·4443728 | MAYWALD | 1862 | < 10 |
| 75 | 4 59 51·2 | 17 45 42·2 | 812·4299 | 0·4268137 | STOCKWELL | 1862 | < 10 |
| 76 | 2 2 45·0 | 9 44 30·3 | 562·3429 | 0·5333369 | MURMANN | 1862 | < 10 |
| 77 | 2 27 29·8 | 7 38 43·5 | 813·8298 | 0·4263153 | PLATH | 1862 | 10 |
| 78 | 8 41 18·7 | 12 5 4·7 | 837·1977 | 0·4181191 | DUBJAGO | 1863 | < 10 |
| 79 | 4 35 57·9 | 10 58 36·8 | 928·0790 | 0·3882811 | LACHMANN | 1863 | < 10 |
| 80 | 8 37 21·0 | 11 34 29·9 | 1020·1090 | 0·3609067 | V. D. GROEBEN | 1864 | < 10 |

| Nummer und Name | m_0 | ξ | Epöche und Osculation | Mittl. Äeq. | M | ω | Ω |
|-----------------|-------|-------|-----------------------|-------------|---------------|---------------|-------------|
| 81 Terpsichore | 11.8 | 8.2 | 1897 Juli 18.0 | 1900.0 | 260° 37' 9".1 | 46° 14' 45".4 | 2° 26' 3".2 |
| 82 Alkmene | 11.2 | 7.8 | 1901 Dec. 25.0 | 1900.0 | 337 58 9.6 | 107 1 28.4 | 26 30 38.7 |
| 83 Beatrix | 11.3 | 8.6 | 1891 Jan. 11.0 | 1900.0 | 295 16 6.4 | 163 24 10.4 | 27 39 29.7 |
| 84 Klio | 11.3 | 8.8 | 1897 April 29.0 | 1900.0 | 252 50 4.7 | 12 50 33.4 | 327 31 22.2 |
| 85 Jo | 10.9 | 7.7 | 1889 Febr. 10.0 | 1900.0 | 180 9 35.1 | 120 16 29.3 | 203 46 47.4 |
| 86 Semele | 12.4 | 8.3 | 1896 Mai 4.0 | 1900.0 | 203 38 24.5 | 300 25 0.9 | 87 54 38.5 |
| 87 Sylvia | 11.9 | 7.2 | 1898 April 24.0 | 1900.0 | 236 42 47.7 | 265 34 8.9 | 75 7 59.2 |
| 88 Thisbe | 10.8 | 7.4 | 1889 Dec. 27.0 | 1900.0 | 25 33 30.8 | 30 51 35.1 | 277 42 47.1 |
| 89 Julia | 10.1 | 7.1 | 1889 Dec. 27.0 | 1900.0 | 237 15 2.3 | 42 50 30.0 | 311 52 22.1 |
| 90 Antiope | 11.6 | 7.5 | 1898 April 4.0 | 1900.0 | 277 45 51.5 | 231 43 15.5 | 71 13 4.8 |
| 91 Aegina | 11.3 | 8.2 | 1895 Octob. 17.0 | 1900.0 | 301 7 37.1 | 71 47 2.1 | 10 57 44.3 |
| 92 Undina | 10.9 | 6.7 | 1896 Sept. 1.0 | 1900.0 | 30 19 59.7 | 222 11 3.2 | 102 55 42.7 |
| 93 Minerva | 10.8 | 7.4 | 1897 Jan. 19.0 | 1900.0 | 213 22 8.2 | 270 51 58.5 | 4 56 14.6 |
| 94 Aurora | 11.3 | 7.1 | 1883 Juli 12.0 | 1900.0 | 256 3 4.3 | 45 22 31.8 | 4 25 0.9 |
| 95 Arethusa | 11.3 | 7.3 | 1897 April 29.0 | 1900.0 | 187 44 18.9 | 150 12 20.9 | 244 1 45.9 |
| 96 Aegle | 11.4 | 7.4 | 1897 Sept. 16.0 | 1900.0 | 182 59 36.0 | 200 34 38.9 | 322 38 39.2 |
| 97 Klotho | 10.6 | 7.4 | 1898 Jan. 14.0 | 1900.0 | 21 4 31.9 | 264 36 3.6 | 160 48 52.0 |
| 98 Janthe | 11.6 | 8.3 | 1897 Nov. 15.0 | 1900.0 | 283 55 20.7 | 155 6 36.5 | 354 17 48.6 |
| 99 Dike | 14 | 10.5 | 1868 Juni 5.0 | 1900.0 | 350 36 11 | 198 52 26 | 42 1 35 |
| 100 Hekate | 11.9 | 7.8 | 1898 Jan. 14.0 | 1900.0 | 156 19 38.0 | 176 49 22.9 | 128 18 46.9 |
| 101 Helena | 10.7 | 7.6 | 1897 Aug. 27.0 | 1900.0 | 8 56 38.1 | 343 58 29.0 | 343 34 25.3 |
| 102 Miriam | 12.6 | 9.4 | 1898 Juli 13.0 | 1900.0 | 319 11 42.8 | 143 39 2.3 | 211 30 18.2 |
| 103 Hera | 10.2 | 6.9 | 1897 Febr. 8.0 | 1900.0 | 173 11 18.9 | 185 58 23.1 | 136 18 9.4 |
| 104 Klymene | 12.2 | 8.0 | 1897 Dec. 25.0 | 1900.0 | 35 9 54.6 | 19 59 38.3 | 43 6 17.3 |
| 105 Artemis | 11.1 | 8.5 | 1897 Aug. 27.0 | 1900.0 | 69 55 41.8 | 54 43 29.2 | 188 6 29.5 |
| 106 Dione | 11.3 | 7.2 | 1901 Juni 28.0 | 1900.0 | 281 5 36.9 | 323 34 1.8 | 63 10 14.8 |
| 107 Camilla | 11.2 | 6.5 | 1891 April 21.0 | 1900.0 | 97 7 57.4 | 293 58 0.6 | 176 5 37.5 |
| 108 Hecuba | 11.7 | 7.4 | 1901 Nov. 15.0 | 1900.0 | 259 37 15.0 | 174 52 32.5 | 352 23 14.1 |
| 109 Felecitys | 12.0 | 8.7 | 1898 Jan. 14.0 | 1900.0 | 115 33 32.5 | 52 23 0.4 | 4 34 5.3 |
| 110 Lydia | 10.5 | 7.1 | 1888 Febr. 16.0 | 1900.0 | 197 35 50.6 | 279 6 17.0 | 57 21 12.6 |
| 111 Ate | 11.3 | 8.2 | 1890 Jan. 16.0 | 1900.0 | 91 26 4.4 | 163 35 29.2 | 306 30 48.3 |
| 112 Iphigenia | 11.5 | 8.8 | 1897 Dec. 25.0 | 1900.0 | 88 12 11.4 | 14 8 43.2 | 324 4 8.9 |
| 113 Amalthea | 11.0 | 8.4 | 1901 Juli 8.0 | 1900.0 | 78 35 2.8 | 77 5 51.1 | 123 13 26.8 |
| 114 Cassandra | 11.1 | 7.8 | 1889 Sept. 18.0 | 1900.0 | 211 30 3.4 | 348 48 21.0 | 164 32 42.0 |
| 115 Thyra | 10.4 | 7.8 | 1897 Octob. 6.0 | 1900.0 | 340 57 26.1 | 94 2 54.5 | 309 11 11.8 |
| 116 Sirona | 10.7 | 7.3 | 1889 Juni 10.0 | 1900.0 | 158 3 13.7 | 89 5 27.1 | 64 34 59.8 |
| 117 Lomia | 11.4 | 7.5 | 1897 Octob. 6.0 | 1900.0 | 332 35 55.4 | 48 38 21.5 | 349 32 55.0 |
| 118 Peitho | 10.8 | 8.1 | 1901 Dec. 25.0 | 1900.0 | 14 42 47.6 | 31 22 50.2 | 47 35 0.7 |
| 119 Althaea | 10.6 | 7.5 | 1898 Aug. 2.0 | 1900.0 | 314 33 34.0 | 168 35 13.5 | 203 49 19.0 |
| 120 Lachesis | 11.7 | 7.6 | 1897 Nov. 15.0 | 1900.0 | 202 19 20.3 | 238 31 18.5 | 342 37 18.6 |

| No. | <i>i</i> | φ | μ | <i>log a</i> | Berechner | Jahr d. Entd. | Zahl der beob. Opp. |
|-----|--------------------------|----------------------------|------------------------|--------------|------------------|---------------|---------------------|
| 81 | 7° 55' 0 ^u .8 | 12° 11' 52 ^u .3 | 736 ^u .4126 | 0.4552583 | MAYWALD | 1864 | 10 |
| 82 | 2 51 13.5 | 12 51 40.6 | 772.9356 | 0.4412422 | W. LUTHER | 1864 | < 10 |
| 83 | 4 59 45.5 | 4 51 24.3 | 935.9122 | 0.3858476 | E. BECKER | 1865 | < 10 |
| 84 | 9 21 24.6 | 13 40 0.3 | 977.4411 | 0.3732774 | P. NEUGEBAUER | 1865 | < 10 |
| 85 | 11 53 51.6 | 11 10 33.7 | 821.0524 | 0.4237571 | v. d. GROEBEN | 1865 | < 10 |
| 86 | 4 47 37.3 | 12 46 54.2 | 650.4530 | 0.4911938 | v. d. GROEBEN | 1866 | < 10 |
| 87 | 10 53 1.0 | 5 26 44.5 | 545.3288 | 0.5422321 | v. d. GROEBEN | 1866 | < 10 |
| 88 | 5 14 53.7 | 9 26 6.4 | 771.1774 | 0.4419015 | KOWALCZYK | 1866 | < 10 |
| 89 | 16 12 28.5 | 10 33 29.3 | 871.5645 | 0.4064714 | TH. WOLFF | 1866 | < 10 |
| 90 | 2 16 17.0 | 8 53 22.1 | 632.5389 | 0.4992796 | MAYWALD | 1866 | < 10 |
| 91 | 2 8 21.7 | 6 5 9.2 | 851.5394 | 0.4132012 | v. d. GROEBEN | 1866 | < 10 |
| 92 | 9 55 52.0 | 5 35 51.8 | 622.7897 | 0.5037768 | ANDERSON | 1867 | < 10 |
| 93 | 8 35 23.4 | 8 1 55.7 | 775.6316 | 0.4402341 | P. LEHMANN | 1867 | < 10 |
| 94 | 8 4 14.0 | 4 44 18.3 | 630.6584 | 0.5001416 | LEPPIG | 1867 | < 10 |
| 95 | 12 55 10.2 | 8 49 13.9 | 661.2229 | 0.4864391 | SCHUR | 1867 | < 10 |
| 96 | 16 2 20.5 | 7 39 35.3 | 663.1502 | 0.4855965 | SCHULHOF | 1868 | 9 |
| 97 | 11 45 33.9 | 14 51 9.7 | 813.5778 | 0.4264050 | MAYWALD | 1868 | < 10 |
| 98 | 15 33 54.4 | 10 50 24.7 | 805.3408 | 0.4293513 | v. d. GROEBEN | 1868 | 8 |
| 99 | 13 53 24 | 13 47 30 | 758.662 | 0.44664 | LOEWY, TISSERAND | 1868 | 1 |
| 100 | 6 23 10.8 | 9 31 58.5 | 653.5823 | 0.4898043 | STARK | 1868 | < 10 |
| 101 | 10 10 28.2 | 8 1 10.2 | 854.8620 | 0.4120737 | v. d. GROEBEN | 1868 | < 10 |
| 102 | 5 5 28.2 | 14 44 31.2 | 817.8380 | 0.4248929 | C. H. F. PETERS | 1868 | 8 |
| 103 | 5 24 36.7 | 4 30 21.3 | 798.0990 | 0.4319669 | LEVEAU | 1868 | < 10 |
| 104 | 2 52 51.5 | 8 32 48.6 | 632.5948 | 0.4992527 | BERBERICH | 1868 | < 10 |
| 105 | 21 30 59.6 | 10 6 59.0 | 970.4600 | 0.3753527 | A. LEMAN | 1868 | 10 |
| 106 | 4 36 7.8 | 9 22 29.1 | 628.6504 | 0.5010650 | BERBERICH | 1868 | < 10 |
| 107 | 9 51 44.3 | 3 56 39.0 | 544.1827 | 0.5428412 | MATTHIESSEN | 1868 | < 10 |
| 108 | 4 23 28.5 | 6 1 26.4 | 617.4171 | 0.5062849 | SCHULHOF | 1869 | < 10 |
| 109 | 8 0 56.7 | 17 12 53.0 | 799.9088 | 0.4313108 | v. d. GROEBEN | 1869 | 9 |
| 110 | 5 59 43.0 | 4 37 36.1 | 785.9425 | 0.4364105 | H. OPPENHEIM | 1870 | 9 |
| 111 | 4 56 17.0 | 5 58 35.2 | 849.9712 | 0.4137349 | HOLETSCHEK | 1870 | 8 |
| 112 | 2 37 5.2 | 7 25 29.0 | 934.8048 | 0.3861905 | TIETJEN | 1870 | 8 |
| 113 | 5 2 8.7 | 5 3 24.3 | 968.4850 | 0.3759425 | W. LUTHER | 1871 | < 10 |
| 114 | 4 53 58.4 | 7 55 32.6 | 810.5220 | 0.4274945 | ANTON | 1871 | < 10 |
| 115 | 11 35 33.0 | 11 5 7.8 | 966.3219 | 0.3765898 | WATSON | 1871 | < 10 |
| 116 | 3 35 8.7 | 8 3 59.9 | 770.3736 | 0.442203 | H. OPPENHEIM | 1871 | < 10 |
| 117 | 14 56 16.5 | 1 31 51.9 | 685.2178 | 0.4761187 | TIETJEN | 1871 | 8 |
| 118 | 7 46 26.8 | 9 24 47.1 | 932.4602 | 0.3869176 | HOLETSCHEK | 1872 | < 10 |
| 119 | 5 44 19.9 | 4 42 49.9 | 855.7364 | 0.4117777 | BERBERICH | 1872 | < 10 |
| 120 | 7 0 12.0 | 3 30 1.0 | 645.4399 | 0.4934339 | PLATH | 1872 | < 10 |

| Nummer und Name | m_0 | ξ | Epoche und Osculation | Mitt. Acq. | M | ω | Ω |
|----------------------|-------|-------|-----------------------|------------|----------------|----------------|---------------|
| 121 Hermione | 11·2 | 6·6 | 1902 Febr. 3·0 | 1900·0 | 125° 16' 52"·4 | 280° 14' 16"·2 | 76° 41' 56"·7 |
| 122 Gerda . . . | 11·5 | 7·2 | 1901 Aug. 7·0 | 1900·0 | 133 9 10·4 | 13 54 2·9 | 178 39 50·1 |
| 123 Brunhild . . | 11·8 | 8·5 | 1898 Juni 23·0 | 1900·0 | 210 35 25·0 | 122 14 47·2 | 308 29 36·1 |
| 124 Alkeste . . . | 10·3 | 7·1 | 1890 Dec. 2·0 | 1900·0 | 180 26 7·9 | 58 14 55·4 | 188 28 29·7 |
| 125 Liberatrix | 11·2 | 7·8 | 1897 Jan. 19·0 | 1900·0 | 202 46 5·6 | 104 32 50·8 | 169 28 0·9 |
| 126 Velleda . . . | 11·5 | 8·8 | 1899 Dec. 15·0 | 1900·0 | 81 59 24·9 | 325 45 47·1 | 23 19 47·4 |
| 127 Johanna . . . | 10·5 | 7·1 | 1890 Octob. 3·0 | 1900·0 | 251 23 46·9 | 90 26 1·5 | 31 45 41·1 |
| 128 Nemesis . . . | 10·6 | 7·2 | 1897 Jan. 19·0 | 1900·0 | 144 20 2·3 | 300 33 17·2 | 76 37 27·9 |
| 129 Antigone . . | 10·3 | 6·6 | 1897 Jan. 19·0 | 1900·0 | 253 10 0·2 | 103 42 13·1 | 137 50 3·1 |
| 130 Elektra . . . | 10·6 | 6·5 | 1898 Aug. 22·0 | 1900·0 | 337 5 55·3 | 233 45 56·0 | 146 8 24·2 |
| 131 Vala | 12·2 | 9·5 | 1898 Dec. 20·0 | 1900·0 | 288 37 28·9 | 155 55 32·5 | 65 29 50·6 |
| 132 Aethra | 11·1 | 8·0 | 1895 Nov. 30·5 | 1900·0 | 330 47 37·2 | 252 15 8·1 | 260 2 56·6 |
| 133 Cyrene | 11·3 | 7·3 | 1898 Jan. 14·0 | 1900·0 | 280 4 53·4 | 283 57 53·9 | 321 17 10·0 |
| 134 Sophrosyne | 11·1 | 8·1 | 1897 Juli 18·0 | 1900·0 | 235 51 37·8 | 81 26 4·1 | 346 19 4·3 |
| 135 Hertha | 10·5 | 7·8 | 1898 Octob. 1·0 | 1900·0 | 33 3 56·2 | 337 8 16·8 | 344 4 53·8 |
| 136 Austria | 11·2 | 8·9 | 1898 März 15·0 | 1900·0 | 211 14 20·2 | 130 29 0·4 | 186 12 30·0 |
| 137 Meliboea . . . | 11·8 | 7·7 | 1898 Nov. 10·0 | 1900·0 | 80 12 0·8 | 105 36 1·8 | 203 39 7·8 |
| 138 Tolosa | 11·8 | 9·1 | 1896 Febr. 14·0 | 1900·0 | 190 23 49·0 | 258 2 25·2 | 54 46 47·0 |
| 139 Jucwa | 10·9 | 7·4 | 1898 Nov. 30·0 | 1900·0 | 299 0 11·9 | 162 8 46·4 | 2 24 42·8 |
| 140 Siwa | 11·4 | 8·0 | 1898 Octob. 1·0 | 1900·0 | 173 35 23·3 | 193 10 59·4 | 107 7 8·1 |
| 141 Lumen | 11·4 | 8·2 | 1890 Aug. 24·0 | 1900·0 | 321 2 54·7 | 54 13 48·3 | 319 19 51·6 |
| 142 Polana | 12·2 | 9·5 | 1896 Dec. 10·0 | 1900·0 | 211 12 47·7 | 290 0 26·5 | 291 51 30·9 |
| 143 Adria | 12·4 | 9·0 | 1891 Octob. 18·0 | 1900·0 | 160 45 41·3 | 248 47 54·2 | 333 46 15·4 |
| 144 Vibilia | 10·7 | 7·5 | 1888 Juli 18·0 | 1900·0 | 289 54 28·9 | 290 44 14·9 | 76 53 48·3 |
| 145 Adeona | 11·3 | 8·1 | 1898 Aug. 22·0 | 1900·0 | 240 12 41·7 | 40 32 42·2 | 77 47 51·1 |
| 146 Lucina | 11·1 | 7·7 | 1898 Aug. 2·0 | 1900·0 | 89 1 10·2 | 140 57 15·8 | 84 18 41·5 |
| 147 Protogencia | 12·5 | 8·4 | 1898 Sept. 11·0 | 1900·0 | 348 52 28·8 | 122 48 3·8 | 251 10 53·0 |
| 148 Gallia | 11·0 | 7·5 | 1901 April 9·0 | 1900·0 | 154 35 46·7 | 250 52 40·1 | 145 10 53·4 |
| 149 Medusa | 12·9 | 11·0 | 1901 Dec. 5·0 | 1900·0 | 11 46 25·7 | 250 11 32·2 | 158 39 35·4 |
| 150 Nuwa | 11·6 | 7·7 | 1893 März 1·0 | 1900·0 | 155 36 25·8 | 146 42 52·7 | 207 40 28·0 |
| 151 Abundantia | 11·7 | 8·6 | 1896 Nov. 20·0 | 1900·0 | 255 13 12·2 | 131 0 0·9 | 38 54 32·6 |
| 152 Atala | 12·2 | 8·1 | 1899 Jan. 29·0 | 1900·0 | 27 31 7·9 | 42 36 44·3 | 41 16 53·9 |
| 153 Hilda | 12·6 | 7·3 | 1902 Febr. 23·0 | 1900·0 | 228 21 28·8 | 54 56 50·7 | 228 19 57·3 |
| 154 Bertha | 12·2 | 7·0 | 1901 April 29·0 | 1900·0 | 13 39 23·2 | 161 31 39·1 | 37 21 21·0 |
| 155 Scylla | 13·5 | 9·8 | 1875 Nov. 8·5 | 1890·0 | 339 4 47 | 39 9 28 | 43 4 14 |
| 156 Xanthippe | 11·9 | 7·9 | 1875 Nov. 27·5 | 1900·0 | 286 31 33·6 | 269 45 21·1 | 246 32 22·5 |
| 157 Dejanira . . . | 14·7 | 11·6 | 1875 Dec. 27·5 | 1900·0 | 340 48 39·7 | 43 53 50·3 | 62 46 20·9 |
| 158 Koronis | 12·3 | 8·7 | 1898 Aug. 22·0 | 1900·0 | 278 50 53·8 | 138 47 33·9 | 280 59 33·3 |
| 159 Acemilia . . . | 12·3 | 8·2 | 1897 Dec. 5·0 | 1900·0 | 324 40 17·3 | 331 52 26·4 | 135 4 8·9 |
| 160 Una | 11·8 | 8·4 | 1897 Dec. 25·0 | 1900·0 | 33 30 8·8 | 46 47 11·5 | 9 16 50·3 |

| No. | <i>i</i> | φ | μ | <i>log a</i> | Berechner | Jahr d. Entd. | Zahl des beob. Opp. |
|-----|--------------|-------------|-----------|--------------|---------------|------------------|------------------------|
| 121 | 7° 34' 48"·1 | 8° 0' 12"·3 | 554-6578 | 0-5373210 | BERBERICH | 1872 | < 10 |
| 122 | 1 36 33·4 | 2 59 56·1 | 615-7958 | 0-5070466 | LANGE | 1872 | < 10 |
| 123 | 6 25 24·3 | 7 1 21·7 | 802-5894 | 0-4303421 | BERBERICH | 1872 | 8 |
| 124 | 2 55 33·8 | 4 27 41·2 | 832-2976 | 0-4198186 | HALL sen. | 1872 | < 10 |
| 125 | 4 38 1·7 | 4 29 45·0 | 780-9349 | 0-4382611 | LANGE | 1872 | 7 |
| 126 | 2 56 23·6 | 6 3 49·4 | 931-5174 | 0-3872104 | V. D. GROEBEN | 1872 | < 10 |
| 127 | 8 15 39·0 | 3 47 29·9 | 775-8987 | 0-4401344 | MAYWALD | 1872 | 10 |
| 128 | 6 15 7·7 | 7 13 52·8 | 778-9624 | 0-4389934 | DE BALL | 1872 | < 10 |
| 129 | 12 10 5·6 | 12 15 18·0 | 730-5585 | 0-4575677 | AUSTIN | 1873 | < 10 |
| 130 | 22 58 6·0 | 12 29 21·9 | 646-4298 | 0-4929901 | POWALKY | 1873 | < 10 |
| 131 | 4 57 45·6 | 3 51 52·5 | 935-8550 | 0-3858654 | BERBERICH | 1873 | 6 |
| 132 | 23 32 20·3 | 19 21 13·8 | 903-6882 | 0-3959920 | W. LUTHER | 1873 | 1 |
| 133 | 7 13 46·2 | 8 2 47·1 | 662-6045 | 0-4858348 | V. D. GROEBEN | 1873 | < 10 |
| 134 | 11 36 9·5 | 6 43 11·6 | 864-4642 | 0-4088397 | MAYWALD | 1873 | < 10 |
| 135 | 2 18 29·8 | 11 45 17·6 | 937-0637 | 0-3854917 | MAYWALD | 1874 | < 10 |
| 136 | 9 33 16·6 | 4 52 0·8 | 1025-7532 | 0-3593092 | H. OPPENHEIM | 1874 | 7 |
| 137 | 13 21 11·9 | 12 46 22·0 | 645-4607 | 0-4934245 | LANGE | 1874 | < 10 |
| 138 | 3 13 19·7 | 9 16 35·8 | 924-9117 | 0-3892709 | V. D. GROEBEN | 1874 | < 10 |
| 139 | 10 55 14·3 | 9 57 48·4 | 764-0768 | 0-4445797 | BERBERICH | 1874 | 8 |
| 140 | 3 11 31·2 | 12 31 19·9 | 786-6737 | 0-4361413 | V. D. GROEBEN | 1874 | < 10 |
| 141 | 11 58 35·4 | 12 16 57·4 | 814-6615 | 0-4260196 | BERBERICH | 1875 | 7 |
| 142 | 2 14 26·9 | 7 44 10·6 | 943-5246 | 0-3835023 | L. BECKER | 1875 | 10 |
| 143 | 11 30 8·9 | 4 8 20·2 | 773-3958 | 0-4410699 | V. HAERDTL | 1875 | 10 |
| 144 | 4 48 16·3 | 13 28 14·3 | 819-4849 | 0-4243104 | POWALKY | 1875 | 9 |
| 145 | 12 41 9·8 | 8 24 20·6 | 812-2212 | 0-4268915 | TJETJEN | 1875 | 7 |
| 146 | 13 5 8·8 | 3 39 14·6 | 791-4186 | 0-4344003 | BERBERICH | 1875 | 6 |
| 147 | 1 54 16·5 | 2 2 8·6 | 638-8069 | 0-4964247 | L. BECKER | 1875 | 10 |
| 148 | 25 20 52·7 | 10 42 20·0 | 769-9569 | 0-4426942 | L. BECKER | 1875 | 10 |
| 149 | 0 55 44·7 | 3 50 56·7 | 1106-4306 | 0-3373883 | LANGE | 1875 | 3 |
| 150 | 2 8 22·3 | 7 20 7·3 | 689-2534 | 0-474418 | H. OPPENHEIM | 1875 | 7 |
| 151 | 6 28 11·9 | 2 9 0·7 | 850-8980 | 0-4134194 | V. D. GROEBEN | 1875 | 9 |
| 152 | 12 13 18·0 | 4 12 12·4 | 637-2942 | 0-4971111 | LANGE | 1875 | 7 |
| 153 | 7 51 41·0 | 9 31 43·7 | 450-1177 | 0-5977869 | KÜHNERT | 1875 | < 10 |
| 154 | 20 54 28·5 | 4 39 4·3 | 622-6360 | 0-5038483 | ANTON | 1875 | < 10 |
| 155 | 14 4 25 | 14 49 28 | 713-7875 | 0-464292 | SCHULHOF | 1875 | 1 |
| 156 | 7 28 34·7 | 15 17 23·2 | 670-230 | 0-482522 | SCHMIDT | 1875 | 1 |
| 157 | 12 2 7·9 | 12 8 59·6 | 854-8040 | 0-4120934 | A. LEMAN | 1875 | 1 |
| 158 | 0 59 59·3 | 3 17 38·9 | 730-4848 | 0-4575969 | MAYWALD | 1876 | 9 |
| 159 | 6 4 58·6 | 5 37 45·9 | 647-4107 | 0-492551 | BERBERICH | 1876 | 10 |
| 160 | 3 51 17·9 | 3 45 8·1 | 787-7290 | 0-435753 | NEUGERBAUER | 1876 | 10 |

| Nummer und Name | #o | κ | Epoche und Osculation | Mittl. Aeq. | M | ω | Ω |
|-----------------------|------|----------|-----------------------|-------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| 161 Athor . . | 11-0 | 8-4 | 1896 Dec. 30-0 | 1900-0 | 142° 39' 1 ^m .6 | 291° 48' 21 ^m .8 | 18° 40' 42 ^m .3 |
| 162 Laurentia . | 12-3 | 8-4 | 1899 Sept. 6-0 | 1900-0 | 215 30 54.3 | 106 2 12.0 | 38 8 9.9 |
| 163 Erigone . . | 12-0 | 9-5 | 1901 Febr. 28-0 | 1900-0 | 35 14 52.7 | 295 2 27.8 | 160 9 31.2 |
| 164 Eva . . . | 11-5 | 8-3 | 1901 April 29-0 | 1900-0 | 229 38 33.8 | 281 47 25.2 | 77 36 11.2 |
| 165 Loreley . . | 11-1 | 7-0 | 1897 April 9-0 | 1900-0 | 290 21 20.7 | 342 30 31.3 | 304 2 38.3 |
| 166 Rhodope . . | 12-5 | 9-2 | 1897 Juni 8-0 | 1900-0 | 213 52 27.9 | 261 28 34.0 | 129 31 20.8 |
| 167 Urda . . . | 13-0 | 9-4 | 1898 Jan. 14-0 | 1900-0 | 197 17 5.7 | 121 7 27.8 | 166 30 4.3 |
| 168 Sibylla . . | 11-6 | 7-1 | 1899 Mai 29-0 | 1900-0 | 218 22 50.2 | 174 27 5.8 | 209 14 59.7 |
| 169 Zelia . . . | 11-3 | 8-8 | 1890 Aug. 4-0 | 1900-0 | 328 1 8.3 | 332 10 48.0 | 354 49 46.7 |
| 170 Maria . . . | 11-7 | 8-7 | 1902 März 15-0 | 1900-0 | 81 35 51.4 | 155 41 38.1 | 301 23 23.6 |
| 171 Ophelia . . | 12-1 | 8-0 | 1897 Octob. 6-0 | 1900-0 | 236 0 17.5 | 50 25 52.0 | 100 57 12.2 |
| 172 Baucis . . . | 10-4 | 7-8 | 1889 Juni 30-0 | 1900-0 | 316 43 41.4 | 356 48 38.4 | 332 3 2.5 |
| 173 Ino | 11-0 | 7-6 | 1897 Jan. 19-0 | 1900-0 | 71 13 19.6 | 224 39 33.8 | 148 44 52.2 |
| 174 Phaedra . . | 11-6 | 8-0 | 1897 Octob. 6-0 | 1900-0 | 129 24 10.1 | 286 21 28.5 | 328 40 0.4 |
| 175 Andromache . . | 12-3 | 8-0 | 1900 Sept. 1-0 | 1900-0 | 16 10 41.5 | 301 33 8.5 | 25 23 37.7 |
| 176 Iduna . . . | 12-1 | 7-9 | 1902 Febr. 3-0 | 1900-0 | 94 59 7.9 | 182 36 38.8 | 201 0 5.4 |
| 177 Irma | 12-4 | 9-0 | 1897 Jan. 19-0 | 1900-0 | 71 42 48.0 | 33 16 24.6 | 349 25 24.5 |
| 178 Belisana . . | 12-0 | 9-2 | 1902 Febr. 3-0 | 1900-0 | 237 15 36.7 | 212 31 7.4 | 50 55 56.0 |
| 179 Klytaemnestra . . | 11-5 | 7-7 | 1897 Octob. 6-0 | 1900-0 | 14 32 37.3 | 100 30 36.1 | 253 11 54.0 |
| 180 Garamna . . | 13-3 | 9-9 | 1899 Nov. 5-0 | 1900-0 | 308 53 34.6 | 169 15 49.3 | 314 38 27.4 |
| 181 Eucharis . . | 11-5 | 7-4 | 1887 Octob. 19-0 | 1900-0 | 305 49 36.6 | 310 26 13.3 | 144 59 6.3 |
| 182 Elsa | 11-0 | 8-3 | 1897 März 20-0 | 1900-0 | 102 51 45.1 | 308 14 46.6 | 106 40 11.0 |
| 183 Istria . . . | 12-6 | 9-1 | 1900 Dec. 10-0 | 1900-0 | 15 39 20.2 | 262 21 88.7 | 142 46 26.6 |
| 184 Dejopicia . . | 12-4 | 8-2 | 1901 März 20-0 | 1900-0 | 1 33 52.9 | 204 47 47.4 | 334 35 3.6 |
| 185 Eunike . . . | 10-4 | 7-0 | 1889 Aug. 29-0 | 1900-0 | 328 8 9.8 | 221 35 39.2 | 153 54 58.7 |
| 186 Celuta . . . | 11-4 | 8-9 | 1897 Aug. 27-0 | 1900-0 | 2 39 38.6 | 313 36 19.9 | 14 35 38.0 |
| 187 Lamberta . . | 11-4 | 8-0 | 1897 Aug. 27-0 | 1900-0 | 94 42 30.1 | 192 2 34.6 | 22 14 21.7 |
| 188 Menippe . . | 13-0 | 9-6 | 1897 Sept. 1-0 | 1897-0 | 23 1 52.2 | 66 37 4.1 | 241 45 5.2 |
| 189 Phthia . . . | 11-5 | 8-8 | 1900 Mai 24-0 | 1900-0 | 234 17 27.2 | 166 0 35.8 | 203 23 22.8 |
| 190 Ismene . . . | 12-0 | 6-7 | 1901 Aug. 27-0 | 1900-0 | 263 5 50.5 | 286 16 4.1 | 176 56 8.4 |
| 191 Kolga | 12-0 | 8-3 | 1897 Juli 18-0 | 1900-0 | 271 52 28.4 | 224 21 6.3 | 159 50 50.8 |
| 192 Nausikaa . . | 9-3 | 6-7 | 1888 Juli 25-0 | 1900-0 | 324 20 18.4 | 27 40 31.7 | 343 24 55.7 |
| 193 Ambrosia . . | 12-2 | 9-2 | 1879 März 25.5 | 1890-0 | 68 48 35.8 | 79 36 57.9 | 551 23 45.9 |
| 194 Prokne . . . | 10-5 | 7-4 | 1899 Jan. 29-0 | 1900-0 | 130 9 24.2 | 160 37 14.6 | 159 20 49.2 |
| 195 Eurykleia . . | 12-3 | 8-6 | 1896 Nov. 20-0 | 1900-0 | 289 6 35.6 | 118 6 40.4 | 7 44 8.9 |
| 196 Philomela . . | 10-3 | 6-3 | 1898 Nov. 10-0 | 1900-0 | 81 59 4.9 | 237 53 16.3 | 73 20 8.1 |
| 197 Arete | 12-7 | 9-3 | 1900 Jan. 24-0 | 1900-0 | 134 40 9.5 | 243 28 16.7 | 82 2 18.3 |
| 198 Ampella . . | 11-1 | 8-3 | 1901 Jan. 19-0 | 1900-0 | 145 38 12.0 | 87 26 9.6 | 268 30 0.7 |
| 199 Byblis . . . | 12-4 | 8-2 | 1901 März 20-0 | 1900-0 | 304 17 40.0 | 172 9 38.0 | 89 43 20.3 |
| 200 Dynamene . . | 11-0 | 7-6 | 1889 Dec. 27-0 | 1900-0 | 30 58 9.6 | 82 42 28.9 | 325 26 20.0 |

| No. | <i>i</i> | φ | μ | <i>log a</i> | Berechner | Jahr d. Entd. | Zahl der beob. Opp. |
|-----|-------------|--------------|-----------|--------------|---------------|---------------|---------------------|
| 161 | 9° 3' 13"·4 | 7° 57' 23"·4 | 967"·0645 | 0·3763675 | TIETJEN | 1876 | < 10 |
| 162 | 6 5 2·6 | 10 31 5·3 | 676·5719 | 0·4797951 | TIETJEN | 1876 | 9 |
| 163 | 4 46 1·5 | 11 10 56·7 | 974·7193 | 0·3740846 | BERBERICH | 1876 | 4 |
| 164 | 24 24 25·5 | 20 19 21·4 | 831·1808 | 0·4202074 | RICHTER | 1876 | 10 |
| 165 | 11 12 2·0 | 3 54 10·6 | 641·1299 | 0·4953737 | SAMTER | 1876 | 9 |
| 166 | 12 1 58·2 | 12 13 13·9 | 806·7683 | 0·4288385 | RICHTER | 1876 | 6 |
| 167 | 2 10 50·3 | 1 59 3·7 | 736·5954 | 0·4551851 | LANGE | 1876 | 8 |
| 168 | 4 36 10·3 | 4 21 54·0 | 571·6864 | 0·5285658 | V. D. GROEBEN | 1876 | < 10 |
| 169 | 5 30 46·5 | 7 31 33·7 | 979·6462 | 0·3726249 | RICHTER | 1876 | 8 |
| 170 | 14 22 3·9 | 3 44 13·9 | 869·4892 | 0·4071616 | LANGE | 1877 | 6 |
| 171 | 2 33 13·5 | 6 38 28·6 | 636·3859 | 0·4975241 | BERBERICH | 1877 | 10 |
| 172 | 10 2 6·0 | 6 32 18·8 | 965·9899 | 0·3766893 | BERBERICH | 1877 | 9 |
| 173 | 14 15 41·1 | 11 51 44·6 | 780·8006 | 0·4383110 | BEČKA | 1877 | < 10 |
| 174 | 12 6 28·6 | 8 23 43·8 | 734·0156 | 0·456201 | H. OPPENHEIM | 1877 | 9 |
| 175 | 3 10 38·9 | 11 7 42·9 | 612·2868 | 0·508701 | BERBERICH | 1877 | 9 |
| 176 | 22 41 10·4 | 10 2 21·3 | 626·2160 | 0·5021883 | P. NEUGEBAUER | 1877 | < 10 |
| 177 | 1 26 50·6 | 13 32 58·0 | 768·8406 | 0·4427802 | RICHTER | 1877 | 7 |
| 178 | 1 54 29·1 | 2 28 7·5 | 918·3646 | 0·3913276 | BERBERICH | 1877 | 8 |
| 179 | 7 47 53·7 | 6 37 0·0 | 692·8578 | 0·472908 | H. OPPENHEIM | 1877 | 8 |
| 180 | 0 53 37·2 | 9 46 17·7 | 790·4612 | 0·4347501 | V. D. GROEBEN | 1878 | 5 |
| 181 | 18 35 27·7 | 12 40 26·5 | 643·5438 | 0·4942856 | DE BAILL | 1878 | < 10 |
| 182 | 2 10 10·9 | 10 50 51·9 | 944·5132 | 0·3831990 | SAMTER | 1878 | 9 |
| 183 | 26 26 3·5 | 20 27 8·2 | 760·4634 | 0·4459522 | PETRELIUS | 1878 | 5 |
| 184 | 1 11 19·6 | 3 23 9·9 | 622·6844 | 0·5038304 | THRAEN | 1878 | < 10 |
| 185 | 23 14 23·2 | 7 11 6·0 | 782·8646 | 0·4375466 | V. D. GROEBEN | 1878 | 9 |
| 186 | 13 11 7·2 | 8 41 21·3 | 977·5884 | 0·3732337 | TIETJEN | 1878 | 6 |
| 187 | 10 41 20·6 | 13 36 43·5 | 785·6152 | 0·4365311 | A. LEMAN | 1878 | 7 |
| 188 | 11 44 38·6 | 10 15 28·9 | 792·712 | 0·441326 | CONIEL | 1878 | 2 |
| 189 | 5 8 58·3 | 2 4 18·4 | 924·2246 | 0·3894861 | H. OPPENHEIM | 1878 | < 10 |
| 190 | 6 8 23·2 | 9 35 35·0 | 455·1910 | 0·5945419 | KÜSTNER | 1878 | < 10 |
| 191 | 11 29 30·2 | 5 13 5·0 | 720·0541 | 0·4617609 | L. BECKER | 1878 | 7 |
| 192 | 6 51 36·0 | 14 9 22·7 | 952·4502 | 0·3807762 | LANGE | 1879 | < 10 |
| 193 | 11 38 37·1 | 16 34 52·0 | 858·2960 | 0·410913 | A. LEMAN | 1879 | 1 |
| 194 | 18 25 9·5 | 13 50 55·7 | 839·1447 | 0·4174465 | TIETJEN | 1879 | 7 |
| 195 | 7 0 5·6 | 2 23 31·5 | 727·0472 | 0·4589627 | V. D. GROEBEN | 1879 | 8 |
| 196 | 7 16 57·8 | 1 10 59·6 | 645·2604 | 0·4935145 | TIETJEN | 1879 | < 10 |
| 197 | 8 49 20·6 | 9 22 12·5 | 782·6498 | 0·4376327 | V. D. GROEBEN | 1879 | 6 |
| 198 | 9 18 55·2 | 13 6 24·6 | 920·1134 | 0·3907768 | V. D. GROEBEN | 1879 | 9 |
| 199 | 15 25 6·0 | 10 18 14·4 | 629·8661 | 0·5005057 | TIETJEN | 1879 | 7 |
| 200 | 6 54 42·4 | 7 42 34·1 | 783·2093 | 0·4374192 | V. D. GROEBEN | 1879 | 8 |

| Nummer und Name | m_0 | ξ | Epoche und Osculation | Mittl. Aeq. | M | ω | Ω |
|-----------------|-------|-------|-----------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|
| 201 Penelope . | 11·9 | 8·6 | 1897 Nov. 15·0 | 1900·0 | 53° 1' 14"·6 | 177° 43' 7"·9 | 157° 9' 13"·8 |
| 202 Chryseis . | 10·7 | 6·7 | 1896 Nov. 20·0 | 1900·0 | 296 12 57·2 | 355 17 6·8 | 137 46 20·6 |
| 203 Pompeja . | 11·7 | 8·3 | 1899 Jan. 9·0 | 1900·0 | 65 39 8·5 | 53 45 40·9 | 348 38 9·2 |
| 204 Kallisto . | 12·0 | 8·7 | 1888 Nov. 2·0 | 1900·0 | 140 55 19·4 | 51 16 43·4 | 205 53 55·1 |
| 205 Martha . | 12·7 | 9·2 | 1886 Febr. 26·0 | 1900·0 | 139 40 10·2 | 172 8 57·2 | 212 26 1·6 |
| 206 Hersilia . | 12·0 | 8·6 | 1887 Juni 21·0 | 1900·0 | 184 57 36·2 | 300 24 1·3 | 145 25 45·0 |
| 207 Hedda . | 11·8 | 9·5 | 1898 Febr. 3·0 | 1900·0 | 280 15 16·2 | 190 38 9·4 | 28 58 10·3 |
| 208 Lacrimosa . | 12·1 | 8·4 | 1899 Nov. 25·0 | 1900·0 | 315 23 43·1 | 105 47 29·6 | 5 17 34·0 |
| 209 Dido . | 11·6 | 7·5 | 1897 Dec. 25·0 | 1900·0 | 222 33 8·9 | 249 37 7·2 | 2 0 10·2 |
| 210 Isabella . | 12·5 | 9·1 | 1897 Octob.26·0 | 1900·0 | 358 48 23·3 | 10 17 7·0 | 33 3 14·5 |
| 211 Isolda . | 11·5 | 7·5 | 1895 Nov. 26·0 | 1900·0 | 1 10 4·0 | 170 42 54·3 | 265 19 9·6 |
| 212 Medea . | 12·2 | 8·1 | 1899 Juli 28·0 | 1900·0 | 276 2 57·4 | 101 16 47·5 | 315 6 54·5 |
| 213 Lilaea . | 11·7 | 8·3 | 1898 Febr. 23·0 | 1900·0 | 229 20 37·9 | 158 34 56·7 | 122 28 12·8 |
| 214 Aschera . | 12·1 | 9·0 | 1897 April 9·0 | 1900·0 | 71 25 59·3 | 128 5 59·2 | 342 32 52·4 |
| 215 Oenone . | 12·8 | 9·4 | 1891 Nov. 7·0 | 1890·0 | 55 44 10·3 | 314 3 11·3 | 25 14 14·4 |
| 216 Kleopatra | 10·1 | 6·6 | 1886 Juni 26·0 | 1900·0 | 277 9 56·8 | 176 12 8·3 | 216 0 17·8 |
| 217 Eudora . | 13·1 | 9·5 | 1900 Dec. 10·0 | 1900·0 | 75 4 1·8 | 150 32 40·3 | 164 1 10·0 |
| 218 Bianca . | 11·3 | 8·1 | 1889 Octob. 8·0 | 1900·0 | 134 31 18·9 | 59 2 8·1 | 171 2 56·0 |
| 219 Thusnelda | 11·2 | 8·8 | 1889 Jan. 21·0 | 1900·0 | 130 33 20·7 | 140 3 56·2 | 200 56 29·1 |
| 220 Stephania | 13·6 | 11·0 | 1887 Jan. 0·5 | 1881·0 | 131 12 41·6 | 75 9 17·1 | 258 26 26·6 |
| 221 Eos . | 11·2 | 7·3 | 1889 Juni 30·0 | 1900·0 | 322 54 24·2 | 187 21 38·9 | 142 39 44·8 |
| 222 Lucia . | 12·9 | 8·8 | 1898 Jan. 14·0 | 1900·0 | 225 34 56·4 | 175 50 37·7 | 80 22 0·5 |
| 223 Rosa . | 13·3 | 9·2 | 1891 Dec. 17·0 | 1900·0 | 333 11 14·5 | 58 36 24·6 | 48 42 6·0 |
| 224 Oceana . | 11·7 | 8·5 | 1890 Febr. 5·0 | 1900·0 | 225 24 48·8 | 276 55 27·3 | 353 31 34·5 |
| 225 Henrietta . | 12·7 | 8·2 | 1897 Dec. 5·0 | 1900·0 | 107 58 34·0 | 97 59 44·8 | 200 48 28·8 |
| 226 Weringia . | 13·0 | 9·7 | 1891 Aug. 19·0 | 1900·0 | 30 52 14·2 | 150 8 35·2 | 135 30 54·5 |
| 227 Philosophia | 12·9 | 8·7 | 1896 Dec. 10·0 | 1900·0 | 283 51 33·6 | 254 29 54·3 | 331 1 10·1 |
| 228 Agathe . | 14·5 | 12·4 | 1892 Nov. 21·5 | 1900·0 | 49 45 10·8 | 16 3 45·6 | 313 35 24·5 |
| 229 Adelinde . | 13·5 | 8·9 | 1900 Juni 13·0 | 1900·0 | 295 35 57·4 | 302 32 27·5 | 30 51 0·6 |
| 230 Athamantis | 10·3 | 7·7 | 1897 Octob.26·0 | 1900·0 | 11 22 17·7 | 137 13 14·1 | 239 44 27·5 |
| 231 Vindobona | 12·4 | 8·6 | 1898 Nov. 10·0 | 1900·0 | 164 53 38·2 | 263 38 47·9 | 352 16 1·4 |
| 232 Russia . | 13·4 | 10·4 | 1898 Dec. 20·0 | 1900·0 | 278 44 40·1 | 48 16 14·3 | 152 27 53·4 |
| 233 Asterope . | 11·3 | 8·1 | 1897 Aug. 27·0 | 1900·0 | 353 18 46·2 | 122 36 1·0 | 222 31 21·5 |
| 234 Barbara . | 11·7 | 9·1 | 1898 Octob.21·0 | 1900·0 | 33 57 10·0 | 190 6 49·6 | 144 16 54·2 |
| 235 Carolina . | 12·2 | 8·5 | 1897 Sept. 16·0 | 1900·0 | 73 32 29·3 | 207 24 1·2 | 66 34 7·6 |
| 236 Honoria . | 11·4 | 7·9 | 1890 Aug. 20·5 | 1900·0 | 341 11 56·1 | 170 30 28·5 | 186 40 30·6 |
| 237 Coelestina | 12·8 | 9·4 | 1897 März 20·0 | 1900·0 | 258 3 0·9 | 196 24 10·8 | 84 36 28·9 |
| 238 Hypatia . | 11·7 | 8·0 | 1900 Dec. 10·0 | 1900·0 | 54 48 11·3 | 206 58 38·6 | 184 21 40·0 |
| 239 Adrastea . | 14·2 | 10·4 | 1900 Dec. 10·0 | 1900·0 | 26 23 7·3 | 206 1 5·4 | 181 31 27·9 |
| 240 Vanadis . | 12·5 | 9·3 | 1901 Juli 18·0 | 1900·0 | 262 20 44·1 | 298 15 16·1 | 114 49 1·0 |

| No. | <i>i</i> | φ | μ | <i>log a</i> | Berechner | Jahr d. Entd. | Zahl der beob. OPF. |
|-----|--------------|---------------|-----------|--------------|---------------|---------------|---------------------|
| 201 | 5° 43' 19".3 | 10° 25' 29".0 | 809"-8341 | 0.4277403 | RICHTER | 1879 | 9 |
| 202 | 8 49 30.7 | 5 51 45.4 | 659.4551 | 0.4872142 | BERBERICH | 1879 | 9 |
| 203 | 3 12 15.3 | 3 28 22.6 | 783.8637 | 0.4371774 | BERBERICH | 1879 | 7 |
| 204 | 8 17 7.5 | 9 51 34.4 | 812.2343 | 0.4268835 | PALISA | 1879 | 9 |
| 205 | 10 39 57.5 | 1 54 54.4 | 765.9190 | 0.4438825 | KÜSTNER | 1879 | 6 |
| 206 | 3 45 29.5 | 2 19 59.5 | 782.3554 | 0.437735 | STECHERT | 1879 | 6 |
| 207 | 3 48 59.9 | 1 39 3.3 | 1027.9888 | 0.3586788 | RICHTER | 1879 | 8 |
| 208 | 1 47 10.4 | 0 54 11.9 | 721.0639 | 0.4613553 | BERBERICH | 1879 | 7 |
| 209 | 7 14 28.1 | 3 46 48.0 | 636.9545 | 0.4972654 | V. D. GROEBEN | 1879 | 8 |
| 210 | 5 18 7.1 | 7 6 30.8 | 790.0977 | 0.4348838 | BERBERICH | 1879 | 7 |
| 211 | 3 52 0.4 | 9 15 38.7 | 668.6041 | 0.4832250 | V. D. GROEBEN | 1879 | 8 |
| 212 | 4 16 51.0 | 6 40 42.2 | 647.3973 | 0.4925571 | L. BECKER | 1880 | 9 |
| 213 | 6 46 30.6 | 8 19 49.1 | 777.0010 | 0.4397237 | A. LEMANN | 1880 | 6 |
| 214 | 3 27 33.7 | 1 55 49.3 | 840.5265 | 0.4169701 | TJETTJEN | 1880 | 7 |
| 215 | 1 43 15.1 | 2 1 15.8 | 771.4078 | 0.4418151 | V. D. GROEBEN | 1880 | 9 |
| 216 | 13 2 25.9 | 14 31 20.7 | 759.7703 | 0.4462182 | KNOFF | 1880 | 9 |
| 217 | 10 15 35.6 | 17 38 25.1 | 727.0438 | 0.4589640 | RICHTER | 1880 | 3 |
| 218 | 15 12 16.9 | 6 40 5.1 | 815.0438 | 0.4258837 | V. D. GROEBEN | 1880 | 8 |
| 219 | 10 47 21.0 | 12 54 38.9 | 982.2924 | 0.3718439 | DARMER | 1880 | 7 |
| 220 | 7 34 15.0 | 14 53 43.7 | 984.634 | 0.371154 | BIISCHOF | 1881 | 1 |
| 221 | 10 51 15.2 | 5 50 34.9 | 678.2597 | 0.4790737 | V. D. GROEBEN | 1882 | 6 |
| 222 | 2 10 46.6 | 8 27 39.8 | 641.7676 | 0.4950859 | BERBERICH | 1882 | 6 |
| 223 | 1 58 42.6 | 6 57 1.2 | 652.9374 | 0.4900900 | V. D. GROEBEN | 1882 | 6 |
| 224 | 5 52 23.2 | 2 25 51.0 | 824.6755 | 0.4224824 | S. OFFENHEIM | 1882 | 10 |
| 225 | 20 41 16.4 | 15 14 24.6 | 566.6635 | 0.531121 | CERULLI | 1882 | 9 |
| 226 | 15 49 34.2 | 11 43 4.3 | 793.2109 | 0.433745 | KREUTZ | 1882 | < 10 |
| 227 | 9 14 55.8 | 12 2 39.9 | 637.0300 | 0.4972911 | LANGE | 1882 | 5 |
| 228 | 2 33 18.0 | 13 55 0.2 | 1086.2400 | 0.3427205 | KREUTZ | 1882 | 3 |
| 229 | 2 9 20.9 | 8 16 3.0 | 560.7202 | 0.5341736 | BERBERICH | 1882 | 7 |
| 230 | 9 25 13.5 | 3 32 52.8 | 964.9093 | 0.3770134 | RICHTER | 1882 | 7 |
| 231 | 5 8 13.8 | 8 56 36.2 | 711.1049 | 0.4653820 | LANGE | 1882 | 7 |
| 232 | 6 4 17.7 | 9 52 51.0 | 869.2983 | 0.4072251 | V. D. GROEBEN | 1883 | 4 |
| 233 | 7 39 7.6 | 5 49 43.8 | 817.9445 | 0.4248552 | KNOFF | 1883 | 6 |
| 234 | 15 21 18.3 | 14 7 1.5 | 962.6609 | 0.3776889 | TJETTJEN | 1883 | 8 |
| 235 | 9 4 1.8 | 3 31 18.9 | 725.2712 | 0.4596708 | TJETTJEN | 1883 | 8 |
| 236 | 7 36 53.0 | 10 54 45.4 | 758.1024 | 0.446853 | BIISCHOF | 1884 | 6 |
| 237 | 9 45 48.8 | 4 1 30.3 | 771.8775 | 0.4416388 | SCHWARZ | 1884 | 7 |
| 238 | 12 23 26.4 | 5 10 16.7 | 715.8679 | 0.4634491 | BERBERICH | 1884 | 8 |
| 239 | 6 9 5.6 | 13 26 23.1 | 693.1194 | 0.4727991 | BERBERICH | 1884 | 5 |
| 240 | 2 5 54.9 | 11 54 37.5 | 814.7558 | 0.4259861 | BERBERICH | 1884 | 7 |

| Nummer und Name | m_0 | g | Epoche und Osculation | Mittl. Aeq. | M | ω | Ω |
|-----------------------|-------|------|-----------------------|-------------|---------------|---------------|----------------|
| 241 Germania . . . | 11·2 | 7·2 | 1901 Dec. 25·0 | 1900·0 | 99° 10' 12"·0 | 73° 20' 31"·7 | 271° 58' 55"·6 |
| 242 Kriemhild . . . | 12·6 | 9·0 | 1889 Dec. 27·0 | 1900·0 | 307 49 54·4 | 274 28 30·0 | 208 7 41·0 |
| 243 Ida . . . | 13·3 | 9·7 | 1901 März 20·0 | 1900·0 | 104 49 36·5 | 104 16 32·3 | 326 2 18·0 |
| 244 Sita . . . | 13·7 | 11·7 | 1900 Octob. 11·0 | 1900·0 | 6 53 37·6 | 164 28 34·6 | 208 39 16·0 |
| 245 Vera . . . | 12·5 | 8·5 | 1897 März 20·0 | 1900·0 | 141 1 15·6 | 326 19 24·6 | 62 1 46·7 |
| 246 Asporina . . . | 11·7 | 8·4 | 1890 Jan. 16·0 | 1900·0 | 316 40 26·7 | 94 5 3·7 | 162 45 44·0 |
| 247 Eukrate . . . | 11·0 | 7·6 | 1901 Sept. 26·0 | 1900·0 | 326 29 40·8 | 53 46 21·9 | 0 13 59·1 |
| 248 Lameia . . . | 13·0 | 10·2 | 1901 Aug. 27·0 | 1900·0 | 65 40 25·3 | 1 34 55·9 | 246 37 48·6 |
| 249 Ilse . . . | 13·6 | 11·1 | 1900 Octob. 31·0 | 1900·0 | 20 18 47·9 | 39 53 36·2 | 334 41 56·1 |
| 250 Bettina . . . | 11·7 | 7·6 | 1897 Nov. 15·0 | 1900·0 | 332 5 23·0 | 65 59 32·9 | 25 37 2·6 |
| 251 Sophia . . . | 13·6 | 9·6 | 1900 Juni 13·0 | 1900·0 | 177 35 1·4 | 287 26 13·7 | 156 54 32·8 |
| 252 Clementina . . . | 13·0 | 8·8 | 1899 Febr. 18·0 | 1900·0 | 162 38 19·3 | 149 8 56·6 | 203 14 23·2 |
| 253 Mathilde . . . | 13·4 | 10·2 | 1901 April 9·0 | 1900·0 | 256 52 2·1 | 153 38 22·3 | 180 0 57·3 |
| 254 Augusta . . . | 13·4 | 11·3 | 1887 Juli 31·0 | 1900·0 | 101 27 54·0 | 230 48 36·7 | 28 20 51·6 |
| 255 Oppavia . . . | 13·8 | 10·4 | 1889 März 2·0 | 1900·0 | 267 18 9·8 | 149 8 2·5 | 14 13 57·4 |
| 256 Walburga . . . | 13·2 | 9·3 | 1901 Jan. 19·0 | 1900·0 | 270 52 48·2 | 43 29 43·1 | 183 37 31·9 |
| 257 Sillesia . . . | 12·8 | 8·7 | 1900 Dec. 10·0 | 1900·0 | 20 15 5·9 | 25 40 8·1 | 35 25 59·6 |
| 258 Tyche . . . | 11·1 | 8·0 | 1899 Mai 29·0 | 1899·0 | 267 50 31·4 | 152 40 29·2 | 207 44 4·1 |
| 259 Aletheia . . . | 12·1 | 8·0 | 1899 Nov. 25·0 | 1900·0 | 162 11 23·4 | 156 52 8·4 | 88 29 6·3 |
| 260 Huberta . . . | 13·9 | 9·2 | 1900 Dec. 10·0 | 1900·0 | 92 3 1·9 | 163 58 1·2 | 167 55 34·1 |
| 261 Prymno . . . | 11·9 | 9·4 | 1897 Nov. 15·0 | 1900·0 | 275 46 18·1 | 63 6 35·9 | 96 20 56·7 |
| 262 Valda . . . | 14·1 | 11·1 | 1901 Mai 19·0 | 1900·0 | 189 4 51·8 | 22 36 32·0 | 38 36 44·8 |
| 263 Dresda . . . | 13·3 | 9·6 | 1900 Aug. 12·0 | 1900·0 | 309 25 24·3 | 157 46 54·0 | 217 38 21·7 |
| 264 Libussa . . . | 12·1 | 8·6 | 1894 Juni 4·0 | 1900·0 | 224 30 49·9 | 336 35 29·0 | 50 4 47·6 |
| 265 Anna . . . | 13·8 | 11·1 | 1900 Octob. 31·0 | 1900·0 | 182 22 25·0 | 251 8 21·0 | 335 24 12·9 |
| 266 Aline . . . | 11·7 | 8·2 | 1901 Mai 19·0 | 1900·0 | 224 19 6·2 | 147 51 38·3 | 236 26 24·2 |
| 267 Tirza . . . | 14·0 | 10·5 | 1901 Juni 28·0 | 1900·0 | 4 14 46·5 | 193 22 8·4 | 74 3 41·2 |
| 268 Adorea . . . | 12·5 | 8·5 | 1900 Nov. 20·0 | 1900·0 | 234 28 3·6 | 58 52 53·9 | 121 46 12·8 |
| 269 Justitia . . . | 12·7 | 9·6 | 1900 Octob. 31·0 | 1900·0 | 91 35 3·3 | 115 30 59·1 | 157 29 1·3 |
| 270 Anahita . . . | 11·0 | 8·9 | 1900 Sept. 21·0 | 1900·0 | 25 13 57·0 | 78 4 44·7 | 254 30 21·7 |
| 271 Penthesilea . . . | 12·8 | 8·9 | 1900 Febr. 13·0 | 1900·0 | 128 29 24·5 | 50 13 36·7 | 337 5 18·0 |
| 272 Antonia . . . | 13·6 | 10·1 | 1899 Juli 28·0 | 1900·0 | 208 59 58·9 | 65 31 30·6 | 37 43 34·9 |
| 273 Atropos . . . | 11·6 | 9·0 | 1888 März 9·5 | 1900·0 | 261 20 1·8 | 118 28 18·0 | 158 58 44·0 |
| 274 Philargoria . . . | 13·6 | 9·6 | 1900 Aug. 12·0 | 1900·0 | 106 45 53·9 | 114 45 34·4 | 93 42 3·2 |
| 275 Sapientia . . . | 12·0 | 8·5 | 1900 Nov. 20·0 | 1900·0 | 285 15 54·4 | 31 7 17·7 | 134 47 37·7 |
| 276 Adelheid . . . | 11·2 | 7·7 | 1899 Mai 9·0 | 1900·0 | 82 21 36·0 | 273 54 6·3 | 211 31 43·1 |
| 277 Elvira . . . | 13·1 | 9·4 | 1900 Dec. 10·0 | 1900·0 | 57 10 41·0 | 132 53 56·6 | 233 10 17·3 |
| 278 Paulina . . . | 12·7 | 9·3 | 1901 Febr. 28·0 | 1900·0 | 321 2 31·5 | 135 45 13·7 | 62 31 2·5 |
| 279 Thule . . . | 13·8 | 8·1 | 1891 Febr. 20·0 | 1900·0 | 155 36 48·8 | 233 20 26·5 | 75 32 38·2 |
| 280 Philia . . . | 14·4 | 10·6 | 1900 Febr. 13·0 | 1900·0 | 39 45 20·2 | 80 58 14·5 | 11 17 5·6 |

| No. | <i>i</i> | φ | μ | $\log a$ | Berechner | Jahr d. Entd. | Zahl der beob. Opp. |
|-----|--------------|--------------|-----------|-----------|-------------------|------------------|------------------------|
| 241 | 5° 30' 43"·3 | 5° 27' 52"·6 | 665"·2697 | 0·4846726 | W. LUTHER | 1884 | < 10 |
| 242 | 11 16 55·9 | 7 5 15·3 | 732·9031 | 0·4566401 | HERZ | 1884 | 7 |
| 243 | 1 9 19·8 | 2 41 52·1 | 733·5335 | 0·4563911 | BERBERICH | 1884 | 6 |
| 244 | 2 49 41·0 | 7 52 37·8 | 1106·6376 | 0·3373341 | BERBERICH | 1884 | 5 |
| 245 | 5 11 18·2 | 11 37 34·2 | 651·4943 | 0·4907307 | TILTJEN | 1885 | 6 |
| 246 | 15 37 40·4 | 6 2 43·0 | 802·267 | 0·4304584 | SEYDLER | 1885 | 7 |
| 247 | 25 4 17·8 | 13 55 3·6 | 781·7726 | 0·4379507 | W. LUTHER | 1885 | 8 |
| 248 | 4 0 56·5 | 3 43 58·7 | 913·6905 | 0·3928050 | BERBERICH | 1885 | 7 |
| 249 | 9 40 8·4 | 12 26 51·9 | 967·7510 | 0·3761620 | BERBERICH | 1885 | 4 |
| 250 | 12 56 21·1 | 7 1 48·1 | 633·7875 | 0·4987086 | MÖNNICH- MEYER | 1885 | 7 |
| 251 | 10 28 30·6 | 5 31 47·2 | 648·5081 | 0·4920608 | KNOPF | 1885 | 4 |
| 252 | 10 1 12·8 | 4 27 58·2 | 633·3155 | 0·4989244 | CHARLOIS | 1885 | 5 |
| 253 | 6 38 21·2 | 15 28 16·9 | 824·9747 | 0·4223773 | KNOPF | 1885 | 6 |
| 254 | 4 31 59·3 | 6 58 7·6 | 1091·0836 | 0·3414323 | SCHWARZ | 1886 | 4 |
| 255 | 9 30 38·6 | 4 40 24·1 | 780·0705 | 0·4385818 | LAVES | 1886 | 3 |
| 256 | 13 18 0·1 | 3 29 47·3 | 682·4413 | 0·4772942 | BERBERICH | 1886 | 5 |
| 257 | 3 40 5·4 | 7 17 44·6 | 646·2769 | 0·4930586 | BERBERICH | 1886 | 4 |
| 258 | 14 14 46·5 | 11 48 8·5 | 838·4573 | 0·4176838 | STECHELT | 1886 | < 10 |
| 259 | 10 42 44·1 | 6 20 43·1 | 635·21397 | 0·4980577 | ERNST | 1886 | 6 |
| 260 | 6 17 58·0 | 7 7 16·5 | 554·7196 | 0·5372887 | V. D. GROEBEN | 1886 | 3 |
| 261 | 3 38 28·8 | 5 9 55·6 | 996·7804 | 0·367605 | V. D. GROEBEN | 1886 | 7 |
| 262 | 7 44 1·3 | 12 14 5·8 | 869·5200 | 0·4071513 | BERBERICH | 1886 | 5 |
| 263 | 1 16 57·4 | 4 19 24·9 | 723·1695 | 0·4605110 | V. D. GROEBEN | 1886 | 5 |
| 264 | 10 26 47·9 | 7 45 36·5 | 757·4897 | 0·447087 | CARULLI | 1886 | 9 |
| 265 | 25 42 41·6 | 15 12 6·3 | 941·0582 | 0·384260 | BERBERICH | 1887 | 3 |
| 266 | 13 21 57·3 | 9 7 37·1 | 755·7966 | 0·4477344 | BERBERICH | 1887 | 5 |
| 267 | 6 1 25·4 | 5 46 49·5 | 767·3626 | 0·4433373 | V. D. GROEBEN | 1887 | 4 |
| 268 | 2 25 21·8 | 7 47 52·2 | 651·9940 | 0·4905087 | BERBERICH | 1887 | 5 |
| 269 | 5 25 53·7 | 12 18 39·7 | 838·9442 | 0·4175157 | BERBERICH | 1887 | 5 |
| 270 | 2 21 42·1 | 8 36 56·8 | 1088·6797 | 0·3420710 | BERBERICH | 1887 | 5 |
| 271 | 3 34 39·1 | 5 56 35·1 | 681·3226 | 0·4777693 | KNOPF | 1887 | 3 |
| 272 | 4 28 27·5 | 1 46 56·3 | 767·2554 | 0·4433777 | CHARLOIS | 1888 | 3 |
| 273 | 20 24 5·4 | 9 19 0·4 | 955·4037 | 0·379880 | LANGE | 1888 | 4 |
| 274 | 3 40 49·2 | 7 10 39·3 | 669·5636 | 0·482810 | BERBERICH | 1888 | 3 |
| 275 | 4 44 45·9 | 9 26 50·3 | 769·4942 | 0·4425342 | LANGE | 1888 | 5 |
| 276 | 21 36 23·1 | 3 55 49·0 | 644·0120 | 0·4940751 | HACKENBERG | 1888 | 6 |
| 277 | 1 7 49·6 | 5 8 14·7 | 723·5294 | 0·4603670 | BERBERICH | 1888 | 5 |
| 278 | 7 49 9·6 | 7 34 10·1 | 775·6355 | 0·4402326 | BERBERICH | 1888 | 5 |
| 279 | 2 22 34·9 | 4 43 14·2 | 403·1860 | 0·629667 | BIDSCHOPF | 1888 | 8 |
| 280 | 7 27 26·0 | 6 19 13·9 | 703·8816 | 0·4683380 | BERBERICH | 1888 | 2 |

| Nummer und Name | m_0 | g | Epoche und Osculation | Mittel. Acq. | M | ω | Ω |
|-----------------|-------|------|-----------------------|--------------|----------------|---------------|--------------|
| 281 Lucretia . | 13·6 | 11·5 | 1888 Nov. 2·5 | 1900·0 | 353° 48' 12"·3 | 14° 13' 10"·2 | 31° 10' 9"·0 |
| 282 Clorinde . | 13·3 | 10·8 | 1901 Juni 28·0 | 1900·0 | 218 52 39·5 | 294 15 35·9 | 144 39 58·5 |
| 283 Emma . | 11·8 | 7·8 | 1901 Mai 19·0 | 1900·0 | 249 24 18·8 | 49 52 48·5 | 305 42 27·8 |
| 284 Amalia . | 12·9 | 10·4 | 1901 Dec. 5·0 | 1900·0 | 126 5 38·5 | 55 32 55·5 | 233 55 36·9 |
| 285 Regina . | 14·9 | 10·9 | 1889 Aug. 19·5 | 1900·0 | 357 36 27·2 | 12 29 9·3 | 312 10 29·6 |
| 286 Iclea . | 13·2 | 9·0 | 1901 Octob. 6·0 | 1900·0 | 345 37 47·4 | 238 28 45·5 | 149 31 55·4 |
| 287 Nephthys . | 10·7 | 8·2 | 1899 April 19·0 | 1900·0 | 311 52 37·9 | 117 32 24·7 | 142 5 45·7 |
| 288 Glauke . | 12·5 | 9·1 | 1901 Octob. 6·0 | 1901·0 | 158 10 11·0 | 80 32 34·7 | 120 59 8·1 |
| 289 Nenetta . | 12·5 | 8·8 | 1900 März 5·0 | 1900·0 | 146 2 33·0 | 185 33 23·0 | 182 36 11·3 |
| 290 Bruna . | 13·9 | 11·5 | 1890 Mai 7·5 | 1900·0 | 56 49 22·1 | 103 32 37·8 | 10 27 0·1 |
| 291 Alice . | 13·6 | 11·4 | 1901 Sept. 16·0 | 1900·0 | 232 29 2·6 | 330 3 51·4 | 161 0 55·7 |
| 292 Ludovica . | 12·5 | 9·5 | 1900 Dec. 10·0 | 1900·0 | 117 34 23·4 | 287 59 22·2 | 43 5 34·6 |
| 293 Brasilia . | 12·9 | 9·2 | 1890 Juni 17·5 | 1900·0 | 92 28 41·4 | 82 22 8·5 | 62 12 47·0 |
| 294 Felicia . | 14·3 | 10·2 | 1901 Aug. 7·0 | 1900·0 | 353 3 17·9 | 179 27 47·6 | 136 55 41·7 |
| 295 Theresia . | 13·5 | 10·0 | 1900 Dec. 10·0 | 1900·0 | 8 35 38·2 | 143 50 29·2 | 277 24 13·4 |
| 296 Phaëtusa . | 13·3 | 11·1 | 1890 Aug. 22·0 | 1900·0 | 330 33 11·7 | 250 2 1·2 | 120 55 34·0 |
| 297 Caecilia . | 13·3 | 9·1 | 1901 Juni 28·0 | 1900·0 | 345 29 27·8 | 346 17 57·3 | 333 27 24·4 |
| 298 Baptistina | 13·5 | 11·3 | 1900 Sept. 1·0 | 1900·0 | 202 6 1·5 | 132 23 30·7 | 8 0 22·3 |
| 299 Thora . | 14·5 | 11·7 | 1892 März 6·0 | 1900·0 | 131 22 30·1 | 148 18 8·5 | 241 49 46·6 |
| 300 Geraldina | 13·9 | 9·6 | 1895 Juli 9·0 | 1900·0 | 336 44 54·3 | 282 58 45·2 | 42 17 25·3 |
| 301 Bavaria . | 12·7 | 9·3 | 1901 Jan. 19·0 | 1900·0 | 236 40 21·8 | 121 0 54·1 | 142 37 50·9 |
| 302 Clarissa . | 13·9 | 11·2 | 1897 Febr. 8·0 | 1900·0 | 208 29 34·2 | 52 13 39·2 | 7 53 16·2 |
| 303 Josephina | 11·9 | 7·7 | 1900 Octob. 11·5 | 1900·0 | 349 33 16·3 | 72 31 33·5 | 345 15 4·3 |
| 304 Olga . | 12·4 | 9·7 | 1900 Sept. 21·0 | 1900·0 | 34 56 26·5 | 169 48 6·2 | 158 47 27·9 |
| 305 Gordonia . | 12·5 | 8·4 | 1900 Octob. 11·0 | 1900·0 | 310 27 46·5 | 251 2 32·9 | 211 2 22·8 |
| 306 Unitas . | 10·7 | 8·2 | 1900 Dec. 30·5 | 1900·0 | 120 41 54·6 | 165 26 22·7 | 141 35 45·6 |
| 307 Nike . | 13·1 | 9·4 | 1891 März 8·5 | 1900·0 | 74 34 39·6 | 320 15 5·6 | 101 39 16·0 |
| 308 Polyxo . | 11·0 | 7·6 | 1901 Juli 18·0 | 1900·0 | 353 17 28·5 | 109 32 8·5 | 182 3 23·7 |
| 309 Fraternitas | 12·7 | 9·5 | 1891 Mai 11·5 | 1900·0 | 239 5 58·0 | 332 8 11·1 | 357 59 42·1 |
| 310 Margarita . | 13·5 | 10·1 | 1891 Juni 17·5 | 1900·0 | 48 49 25·4 | 320 42 21·0 | 230 33 51·3 |
| 311 Claudia . | 13·0 | 9·3 | 1895 März 11·0 | 1900·0 | 37 0 15·1 | 54 55 29·3 | 81 7 5·7 |
| 312 Pierretta . | 12·5 | 9·0 | 1901 Nov. 15·0 | 1900·0 | 149 15 57·6 | 256 32 39·2 | 7 32 24·1 |
| 313 Chaldaea . | 10·3 | 7·7 | 1901 Juni 8·0 | 1900·0 | 105 8 31·9 | 313 17 33·8 | 176 40 32·2 |
| 314 Rosalia . | 14·0 | 9·9 | 1891 Dec. 3·5 | 1900·0 | 17 47 52·5 | 185 35 52·8 | 171 21 31·7 |
| 315 Constantia | 14·0 | 11·8 | 1891 Sept. 4·5 | 1900·0 | 9 27 44·6 | 171 22 17·8 | 161 14 14·6 |
| 316 Goberta . | 13·3 | 9·1 | 1893 Jan. 0·0 | 1900·0 | 11 29 4·9 | 307 28 10·6 | 124 32 14·0 |
| 317 Roxane . | 12·2 | 9·8 | 1901 Juni 28·0 | 1900·0 | 299 4 56·8 | 184 57 28·0 | 150 44 14·2 |
| 318 Magdalena | 13·2 | 9·0 | 1899 Jan. 9·0 | 1900·0 | 0 5 58·5 | 273 32 45·8 | 162 52 3·9 |
| 319 Leona . | 14·2 | 9·7 | 1900 März 25·0 | 1900·0 | 101 27 1·7 | 218 17 42·0 | 189 2 49·7 |
| 320 Katharina | 14·2 | 10·3 | 1891 Dec. 2·5 | 1900·0 | 23 36 28·6 | 142 54 36·1 | 221 3 52·6 |

| No. | <i>i</i> | φ | μ | $\log a$ | Berechner | Jahr d Entd. | Zahl der beob. Off. |
|-----|--------------|--------------|-------------------------|-----------|-----------------------|-----------------|------------------------|
| 281 | 5° 19' 33"·9 | 7° 34' 24"·3 | 1098 ^o ·5312 | 0·3394628 | BERBERICH | 1888 | 2 |
| 282 | 9 1 15·2 | 4 37 8·4 | 991·1276 | 0·3692514 | BERBERICH | 1889 | 5 |
| 283 | 8 2 26·7 | 8 46 12·1 | 668·5906 | 0·483231 | BERBERICH | 1889 | 6 |
| 284 | 8 3 56·4 | 12 47 16·8 | 979·2819 | 0·3727325 | BERBERICH | 1889 | 4 |
| 285 | 17 16 54·4 | 11 55 35·4 | 661·4827 | 0·4863254 | CHARLOIS | 1889 | 1 |
| 286 | 17 53 53·9 | 0 43 16·5 | 621·4852 | 0·5043838 | BERBERICH | 1889 | 4 |
| 287 | 10 1 24·1 | 1 19 35·4 | 982·6631 | 9·371735 | CERULLI | 1889 | 9 |
| 288 | 4 19 58·7 | 11 56 38·7 | 774·7296 | 0·4405709 | R. LUTHER | 1890 | 9 |
| 289 | 6 39 25·5 | 11 54 3·1 | 729·0809 | 0·4581539 | BERBERICH | 1890 | 2 |
| 290 | 22 13 23·6 | 15 4 22·7 | 995·1925 | 0·3680666 | S. OPPENHEIM | 1890 | 1 |
| 291 | 1 50 37·0 | 5 21 59·6 | 1071·5861 | 0·3466530 | BERBERICH | 1890 | 4 |
| 292 | 14 52 9·0 | 1 37 40·9 | 881·0986 | 0·4033213 | BERBERICH | 1890 | 4 |
| 293 | 15 45 19·2 | 6 48 2·9 | 730·8370 | 0·4574574 | CHARLOIS | 1890 | 1 |
| 294 | 6 15 1·5 | 14 21 59·6 | 638·4006 | 0·496609 | P. V. NEUGE- BAUER | 1890 | 2 |
| 295 | 2 40 22·2 | 9 49 31·5 | 758·6107 | 0·4466584 | BERBERICH | 1890 | 6 |
| 296 | 1 44 50·1 | 9 6 25·9 | 1068·122 | 0·3475906 | CONIEL | 1890 | 1 |
| 297 | 7 34 45·1 | 8 4 51·7 | 629·7089 | 0·5005779 | BERBERICH | 1890 | 3 |
| 298 | 6 17 46·6 | 5 33 40·8 | 1042·0276 | 0·3547517 | BERBERICH | 1890 | 3 |
| 299 | 1 35 18·9 | 3 29 56·6 | 934·3006 | 0·386346 | BERBERICH | 1890 | 2 |
| 300 | 0 47 2·3 | 2 26 41·4 | 617·2655 | 0·5063564 | RODIN | 1890 | 3 |
| 301 | 4 52 41·1 | 3 36 1·4 | 788·4820 | 0·4354765 | BERBERICH | 1890 | 5 |
| 302 | 3 26 12·4 | 6 26 28·4 | 950·0992 | 0·3814918 | BERBERICH | 1890 | 2 |
| 303 | 6 54 49·2 | 3 54 24·0 | 643·4679 | 0·4943198 | MILLOSEVICH | 1891 | 7 |
| 304 | 15 47 19·6 | 12 47 10·7 | 952·3591 | 0·3808039 | BERBERICH | 1891 | 4 |
| 305 | 4 25 0·1 | 11 31 26·6 | 654·1090 | 0·4895710 | BERBERICH | 1891 | 3 |
| 306 | 7 15 13·1 | 8 39 47·4 | 979·7942 | 0·3725813 | MILLOSEVICH | 1891 | 7 |
| 307 | 6 6 55·5 | 8 22 32·2 | 716·1102 | 0·4633512 | CAPON | 1891 | 2 |
| 308 | 4 19 38·1 | 2 16 10·2 | 777·3977 | 0·4395756 | BERBERICH | 1891 | 6 |
| 309 | 3 56 13·6 | 5 1 56·0 | 831·679 | 0·420034 | BERBERICH | 1891 | 1 |
| 310 | 3 5 57·8 | 6 31 55·2 | 775·6563 | 0·440225 | BERBERICH | 1891 | 1 |
| 311 | 3 15 57·0 | 0 43 21·9 | 720·425 | 0·461612 | BERBERICH | 1891 | 3 |
| 312 | 9 4 58·6 | 9 13 39·5 | 765·2695 | 0·444128 | P. V. NEUGE- BAUER | 1891 | 3 |
| 313 | 11 35 4·4 | 10 21 11·1 | 968·1432 | 0·3760447 | BERBERICH | 1891 | 8 |
| 314 | 12 33 36·4 | 10 48 58·3 | 635·8075 | 0·497787 | BERBERICH | 1891 | 2 |
| 315 | 2 24 35·4 | 9 40 17·9 | 1057·2646 | 0·3505486 | BOHLIN | 1891 | 1 |
| 316 | 2 18 36·5 | 7 57 58·6 | 627·7382 | 0·501585 | BERBERICH | 1891 | 1 |
| 317 | 1 45 19·0 | 4 53 7·5 | 1025·8164 | 0·3592913 | BERBERICH | 1891 | 5 |
| 318 | 10 31 43·4 | 3 58 52·5 | 618·1074 | 0·505962 | MADER | 1891 | 4 |
| 319 | 10 43 18·7 | 12 37 2·6 | 563·3336 | 0·5328273 | BERBERICH | 1891 | 1 |
| 320 | 9 19 19·2 | 6 41 30·5 | 678·726 | 0·478875 | BERBERICH | 1891 | 1 |

| Nummer und Name | m_0 | ζ | Epoche und Osculation | Mittl. Acq. | M | ω | Ω |
|--------------------------|-------|---------|-----------------------|-------------|----------------|---------------|---------------|
| 321 Florentina | 13·2 | 9·5 | 1900 Aug. 12·0 | 1900·0 | 248° 16' 46"·3 | 33° 19' 27"·1 | 40° 41' 17"·9 |
| 322 Phaeo . . | 12·3 | 8·8 | 1900 Octob 31·0 | 1900·0 | 8 26 52·5 | 111 23 11·7 | 253 41 17·8 |
| 323 Bruca . . | 13·0 | 11·0 | 1892 Jan. 1·5 | 1891·0 | 43 0 42 | 292 17 48 | 97 2 30 |
| 324 Bamberga | 9·9 | 6·6 | 1901 März 20·0 | 1900·0 | 142 0 59·7 | 40 21 19·9 | 329 0 4·8 |
| 325 Heidelberga | 12·4 | 8·1 | 1900 Juli 23·0 | 1900·0 | 253 58 50·1 | 74 13 0·2 | 345 16 17·6 |
| 326 Tamara . . | 11·1 | 8·7 | 1892 März 20·0 | 1900·0 | 298 49 14·0 | 236 57 27·0 | 32 0 53·7 |
| 327 Columbia. | 13·0 | 9·5 | 1892 Juni 17·5 | 1900·0 | 277 51 46·7 | 301 24 49·3 | 355 31 43·7 |
| 328 Gudrun . . | 12·3 | 8·2 | 1901 Nov. 15·0 | 1900·0 | 344 17 58·7 | 102 39 49·7 | 353 8 36·5 |
| 329 Svea . . . | 12·1 | 9·3 | 1900 April 14·0 | 1900·0 | 351 50 59·3 | 39 59 14·8 | 178 23 29·0 |
| 330 Adalberta. | 13·5 | 11·7 | 1892 März 20·5 | 1892·0 | 181 3 42 | — — — | 358 46 36 |
| 331 Etheridgea | 12·5 | 8·5 | 1901 Jan. 19·0 | 1900·0 | 101 7 9·5 | 334 54 6·1 | 22 51 51·8 |
| 332 Siri . . . | 12·6 | 9·1 | 1901 Febr. 28·0 | 1900·0 | 188 54 13·4 | 295 41 6·6 | 31 57 11·9 |
| 333 Badenia . . | 12·7 | 8·6 | 1901 April 9·0 | 1900·0 | 180 13 39·0 | 15 11 39·7 | 355 16 19·6 |
| 334 Chicago . . | 12·0 | 6·8 | 1897 März 11·5 | 1900·0 | 185 10 37·3 | 234 36 57·3 | 134 18 23·6 |
| 335 Roberta . . | 11·6 | 8·8 | 1900 Octob. 31·0 | 1900·0 | 79 15 59·4 | 140 34 48·0 | 147 53 19·4 |
| 336 Lacadiera | 11·8 | 9·6 | 1901 Jan. 19·0 | 1900·0 | 258 11 11·0 | 28 54 27·8 | 234 53 42·8 |
| 337 Devosa . . | 11·4 | 8·8 | 1901 Jan. 19·0 | 1900·0 | 27 7 6·0 | 95 40 15·9 | 355 32 57·4 |
| 338 Budrosa . . | 12·1 | 8·4 | 1899 Jan. 9·0 | 1900·0 | 72 15 37·1 | 106 31 43·7 | 288 30 53·0 |
| 339 Dorothea . | 12·8 | 8·8 | 1901 Mai 19·0 | 1900·0 | 266 11 53·1 | 156 31 3·2 | 174 24 4·4 |
| 340 Eduarda . . | 12·9 | 9·5 | 1901 Sept. 16·0 | 1900·0 | 300 11 16·0 | 39 29 28·7 | 27 28 12·1 |
| 341 California | 13·1 | 11·0 | 1893 Juni 29·0 | 1900·0 | 113 13 39·3 | 291 46 52·3 | 29 0 31·4 |
| 342 Endymion | 12·8 | 9·8 | 1900 Sept. 21·0 | 1900·0 | 282 53 43·6 | 222 38 16·9 | 232 54 20·8 |
| 343 Ostara . . . | 13·5 | 10·9 | 1901 Febr. 28·0 | 1900·0 | 84 38 7·2 | 7 11 1·1 | 38 37 0·3 |
| 344 Desiderata | 11·7 | 8·5 | 1900 Sept. 21·0 | 1900·0 | 40 22 44·1 | 233 23 40·5 | 49 1 18·1 |
| 345 Tercidina. | 11·2 | 8·8 | 1901 März 28·0 | 1900·0 | 101 18 45·5 | 227 38 16·1 | 212 29 25·7 |
| 346 Hermentaria . . . | 11·5 | 8·0 | 1899 März 1·0 | 1900·0 | 156 0 38·3 | 287 6 20·3 | 92 24 14·7 |
| 347 Pariana . . | 12·0 | 8·8 | 1899 Juli 8·5 | 1900·0 | 114 13 11·1 | 83 20 9·8 | 85 57 52·6 |
| 348 May | 12·9 | 9·1 | 1895 Mai 10·0 | 1900·0 | 143 13 20·2 | 4 55 49·6 | 90 37 54·3 |
| 349 Dembowska | 9·8 | 6·0 | 1895 Mai 10·0 | 1900·0 | 229 5 49·2 | 340 37 27·8 | 33 3 23·2 |
| 350 Ornamenta | 12·7 | 8·6 | 1901 Juni 28·0 | 1900·0 | 208 26 58·6 | 330 39 50·4 | 90 39 7·8 |
| 351 Yrsa | 12·2 | 8·8 | 1892 Dec. 20·5 | 1900·0 | 330 42 48·8 | 28 8 55·8 | 99 40 8·4 |
| 352 Gisela . . . | 12·1 | 10·0 | 1901 Aug. 7·0 | 1900·0 | 300 15 35·5 | 142 16 22·1 | 247 10 41·4 |
| 353 Ruperta-Carola . | 14·2 | 10·9 | 1893 Febr. 22·5 | 1900·0 | 44 0 13·0 | 317 40 18·8 | 103 15 37·9 |
| 354 Eleonora . . | 10·0 | 6·5 | 1894 Mai 14·5 | 1900·0 | 81 5 20·5 | 4 47 2·1 | 140 42 25·8 |
| 355 Gabriella . . | 13·1 | 10·1 | 1893 Febr. 23·5 | 1900·0 | 37 15 11·6 | 94 32 57·3 | 352 11 27·9 |
| 356 Liguria . . . | 11·9 | 8·5 | 1900 Aug. 12·0 | 1900·0 | 271 36 54·7 | 74 39 1·9 | 356 9 12·1 |
| 357 (1893 <i>I</i>) . . | 12·2 | 8·0 | 1893 Febr. 15·5 | 1900·0 | 138 27 1·7 | 231 51 54·9 | 138 15 44·7 |
| 358 Apollonia . . | 12·5 | 8·8 | 1893 März 3·5 | 1893·0 | 86 52 43·5 | 248 18 54·5 | 172 54 2·8 |
| 359 (1893 <i>M</i>) . . | 13 | 9·5 | 1893 März 17·5 | 1893·0 | 163 43 16 | — — — | 10 27 16 |
| 360 (1893 <i>N</i>) . . | 11·9 | 8·0 | 1893 März 12·5 | 1900·0 | 92 54 10·8 | 284 2 41·3 | 133 42 48·4 |

| No. | <i>i</i> | φ | μ | $\log a$ | Berechner | Jahr d. Entd. | Zahl der Beob. Opp. |
|-----|--------------|--------------|-----------|-----------|-----------------------|---------------|---------------------|
| 321 | 2° 37' 35"-1 | 2° 39' 26"-5 | 723"-7382 | 0.460283 | BERBERICH | 1891 | 4 |
| 322 | 7 58 53.4 | 14 9 38.4 | 763-9815 | 0.444616 | BERBERICH | 1891 | 3 |
| 323 | 19 20 54 | 15 57 36 | 1119-60 | 0.333960 | BERBERICH | 1891 | 1 |
| 324 | 11 18 26.0 | 19 46 43.8 | 808-2070 | 0.4283227 | BERBERICH | 1892 | 5 |
| 325 | 8 33 32.5 | 9 3 0.6 | 616-8237 | 0.5065637 | BERBERICH | 1892 | 3 |
| 326 | 23 47 18.7 | 10 48 17.5 | 1005-7638 | 0.365007 | BIDSCHOF | 1892 | 6 |
| 327 | 7 9 8.5 | 3 41 7.4 | 765-613 | 0.443998 | BERBERICH | 1892 | 1 |
| 328 | 16 6 40.8 | 6 57 29.1 | 648-9169 | 0.491878 | BERBERICH | 1892 | 3 |
| 329 | 16 0 42.9 | 1 34 24.1 | 911-3780 | 0.3935387 | PANNEKOEK | 1892 | 6 |
| 330 | 19 58 36 | -- -- -- | 1174.9 | 0.32000 | BERBERICH | 1892 | 1 |
| 331 | 6 4 55.2 | 5 46 18.6 | 674-4334 | 0.480712 | BERBERICH | 1892 | 3 |
| 332 | 2 52 32.4 | 5 11 8.7 | 768-6500 | 0.4428520 | BERBERICH | 1892 | 2 |
| 333 | 3 50 33.2 | 10 9 36.1 | 645-3615 | 0.4934691 | BERBERICH | 1892 | 2 |
| 334 | 4 38 4.5 | 0 50 24.0 | 459-742 | 0.591661 | BERBERICH | 1892 | 7 |
| 335 | 5 5 53.8 | 10 15 32.7 | 911-5556 | 0.3934823 | BERBERICH | 1892 | 4 |
| 336 | 5 38 39.4 | 5 27 10.8 | 1050-2797 | 0.3524677 | BERBERICH | 1892 | 4 |
| 337 | 7 51 51.7 | 7 57 52.0 | 964-4421 | 0.3771536 | CONIEL | 1892 | 4 |
| 338 | 6 2 39.2 | 1 12 38.1 | 713-531 | 0.464396 | CONIEL | 1892 | 3 |
| 339 | 9 53 33.9 | 5 57 21.0 | 680-3877 | 0.478167 | BERBERICH | 1892 | 2 |
| 340 | 4 42 21.0 | 6 37 28.1 | 780-3405 | 0.438481 | BERBERICH | 1892 | 3 |
| 341 | 5 40 11.8 | 11 8 58.9 | 1088-2433 | 0.3421871 | BERBERICH | 1892 | 1 |
| 342 | 7 20 30.9 | 7 26 1.0 | 862-1261 | 0.4096239 | BERBERICH | 1892 | 3 |
| 343 | 3 18 11.9 | 13 26 31.0 | 948-2008 | 0.382071 | BERBERICH | 1892 | 3 |
| 344 | 18 38 44.6 | 18 8 53.1 | 847-9673 | 0.4144183 | BERBERICH | 1892 | 3 |
| 345 | 9 44 18.0 | 3 32 33.7 | 1000-9327 | 0.3664012 | VIARO | 1892 | 7 |
| 346 | 8 45 21.8 | 5 47 46.6 | 758-5325 | 0.446688 | EHRENFRUCHT | 1892 | 5 |
| 347 | 11 42 20.2 | 9 34 55.9 | 840-8521 | 0.416858 | BOCCARDI | 1892 | 4 |
| 348 | 9 45 31.2 | 3 49 55.7 | 693-5928 | 0.472601 | P. V. NEUGE- BAUER | 1892 | 3 |
| 349 | 8 16 38.5 | 5 9 33.0 | 709-497 | 0.466038 | RISTENPART | 1892 | 6 |
| 350 | 24 48 42.0 | 8 55 29.8 | 643-0431 | 0.4945110 | BERBERICH | 1892 | 3 |
| 351 | 9 13 3.4 | 8 45 46.5 | 771-582 | 0.441750 | BERBERICH | 1892 | 2 |
| 352 | 3 22 0.1 | 8 34 55.0 | 1091-5751 | 0.341302 | BERBERICH | 1893 | 3 |
| 353 | 5 34 38.0 | 19 15 26.7 | 787-080 | 0.435992 | BERBERICH | 1893 | 1 |
| 354 | 18 22 13.8 | 6 31 10.4 | 757-5785 | 0.4470526 | CISCATO | 1893 | 7 |
| 355 | 4 21 1.7 | 6 12 55.9 | 876-580 | 0.404810 | BERBERICH | 1893 | 1 |
| 356 | 8 16 0.3 | 13 57 5.4 | 775-7399 | 0.4401937 | BERBERICH | 1893 | 3 |
| 357 | 14 5 32.7 | 1 31 16.0 | 632-836 | 0.499142 | CONIEL | 1893 | 1 |
| 358 | 3 31 52.7 | 8 26 24.1 | 725-563 | 0.459554 | CONIEL | 1893 | 4 |
| 359 | 4 59 38 | -- -- -- | 760-70 | 0.44586 | BERBERICH | 1893 | 1 |
| 360 | 11 38 10.1 | 9 43 35.9 | 681-803 | 0.477565 | CONIEL | 1893 | 1 |

| Nummer und Name | η_0 | ξ | Epoche und Osculation | Mittl. Aeq. | M | ω | Ω |
|-----------------|----------|-------|-----------------------|-------------|----------------|---------------|----------------|
| 361 Bononia . | 13.3 | 8.0 | 1893 März 12.5 | 1900.0 | 53° 40' 44''-9 | 75° 12' 0''-9 | 19° 32' 14''-5 |
| 362 Havnia . | 11.1 | 8.0 | 1901 Febr. 28.0 | 1900.0 | 89 4 30.3 | 30 0 14.9 | 27 20 8.9 |
| 363 Pi dua . | 11.6 | 8.2 | 1900 Octob 31.0 | 1900.0 | 46 22 15.8 | 293 16 2.4 | 65 0 57.4 |
| 364 Isara . . | 11.7 | 9.5 | 1901 Sept. 16.0 | 1900.0 | 307 54 2.1 | 311 16 40.3 | 105 10 47.4 |
| 365 Corduba . | 12.2 | 8.7 | 1900 Octob.31.0 | 1900.0 | 0 28 36.9 | 209 42 37.8 | 185 46 27.3 |
| 366 Vincentina | 12.3 | 8.2 | 1900 Aug. 12.5 | 1900.0 | 8 41 49.0 | 314 5 23.6 | 347 51 40.7 |
| 367 Amicitia . | 12.5 | 10.3 | 1897 Aug 27.0 | 1900.0 | 198 37 34.8 | 53 14 54.2 | 83 1 45.5 |
| 368 (1893 AB) | 13.5 | 9.5 | 1893 Juli 17.5 | 1900.0 | 317 18 49.4 | 85 7 25.1 | 229 58 56.3 |
| 369 Aëria . . | 12.9 | 9.5 | 1901 April 9.0 | 1900.0 | 208 21 34.5 | 266 46 13.4 | 94 26 6.9 |
| 370 Modestia . | 12.8 | 10.4 | 1893 Juli 14.5 | 1900.0 | 312 26 36.5 | 66 22 41.0 | 290 59 45.3 |
| 371 Bohemia . | 11.8 | 8.4 | 1899 Dec. 15.0 | 1900.0 | 182 59 26.0 | 339 42 9.7 | 284 8 25.4 |
| 372 Palma . . | 10.5 | 6.4 | 1901 Febr. 28.0 | 1900.0 | 54 1 11.3 | 113 38 18.2 | 328 19 32.1 |
| 373 Melusina . | 12.8 | 8.7 | 1900 Octoc 31.0 | 1900.0 | 108 39 43.7 | 348 33 35.1 | 4 25 45.5 |
| 374 Burgundia | 11.7 | 8.2 | 1901 Mai 19.0 | 1900.0 | 347 41 28.3 | 23 32 16.3 | 219 35 47.8 |
| 375 Ursula . . | 11.0 | 6.9 | 1901 Jan. 19.0 | 1900.0 | 155 15 7.8 | 344 31 30.4 | 337 19 6.0 |
| 376 Geometria | 11.8 | 9.4 | 1902 Jan. 14.0 | 1900.0 | 235 50 26.1 | 314 4 32.0 | 302 10 52.5 |
| 377 Campania | 11.5 | 8.2 | 1893 Octob. 7.5 | 1900.0 | 338 6 43.1 | 192 39 58.3 | 210 36 8.4 |
| 378 Holmia . . | 12.6 | 9.1 | 1900 April 14.0 | 1900.0 | 168 50 19.7 | 152 58 17.3 | 233 13 27.8 |
| 379 Huenna . . | 12.6 | 8.5 | 1901 April 9.0 | 1900.0 | 210 5 22.9 | 177 18 12.5 | 172 43 39.2 |
| 380 Fiducia . . | 12.6 | 9.3 | 1894 Jan. 11.0 | 1900.0 | 129 58 51.0 | 237 2 49.6 | 95 15 11.7 |
| 381 Myrrha . . | 12.4 | 8.1 | 1901 April 9.0 | 1900.0 | 314 38 29.9 | 144 52 9.3 | 125 19 25.5 |
| 382 Dodona . . | 12.1 | 8.1 | 1901 Juli 18.0 | 1900.0 | 52 45 38.5 | 268 1 56.3 | 315 41 0.3 |
| 383 (1894 AU) | 13.3 | 9.2 | 1900 März 25.0 | 1900.0 | 103 4 8.0 | 314 15 4.4 | 93 25 26.2 |
| 384 Burdigala | 11.7 | 8.5 | 1899 April 9.5 | 1900.0 | 119 46 59.6 | 30 33 4.5 | 48 13 27.0 |
| 385 Ilmatar . . | 10.3 | 6.7 | 1897 Dec. 25.0 | 1900.0 | 280 40 33.7 | 115 6 38.3 | 345 44 42.1 |
| 386 Siegena . . | 10.5 | 6.8 | 1901 Aug. 27.0 | 1900.0 | 314 56 50.4 | 217 4 2.2 | 167 0 59.3 |
| 387 Aquitania | 9.8 | 6.4 | 1895 Juli 3.5 | 1900.0 | 353 6 10.2 | 153 33 24.0 | 128 37 56.0 |
| 388 Charybdis | 11.7 | 7.8 | 1901 Aug. 7.0 | 1900.0 | 354 17 55.5 | 326 13 50.0 | 355 19 11.5 |
| 389 Industria . | 11.1 | 8.0 | 1899 Juni 18.0 | 1900.0 | 63 27 27.4 | 262 50 47.8 | 282 37 51.2 |
| 390 Alma . . . | 13.5 | 10.0 | 1899 Mai 17.0 | 1900.0 | 88 15 19.6 | 188 31 26.0 | 305 25 32.1 |
| 391 Ingeborg . | 13.4 | 11.0 | 1894 Nov. 6.0 | 1900.0 | 23 31 40.5 | 145 19 2.0 | 212 40 47.3 |
| 392 Wilhelmina | 12.2 | 8.3 | 1894 Nov. 4.5 | 1900.0 | 42 10 20.6 | 134 52 8.1 | 212 8 0.9 |
| 393 Lampetia . | 11.0 | 7.6 | 1894 Nov. 4.5 | 1900.0 | 67 32 29.0 | 85 38 13.6 | 215 1 40.2 |
| 394 (1894 BH) | 13.0 | 9.6 | 1894 Nov. 23.5 | 1900.0 | 55 25 12.3 | 265 37 56.0 | 68 13 29.4 |
| 395 (1894 BA) | 13.0 | 9.5 | 1894 Dec. 3.5 | 1900.0 | 136 43 41.3 | 20 40 2.1 | 259 52 27.5 |
| 396 (1894 BL) | 13.2 | 9.7 | 1894 Dec. 2.5 | 1900.0 | 156 42 32.8 | 18 38 52.5 | 251 17 22.6 |
| 397 Vienna . . | 12.6 | 9.4 | 1899 Jan. 9.0 | 1900.0 | 34 37 25.4 | 136 32 3.0 | 228 34 34.8 |
| 398 (1894 BV) | 12.0 | 8.1 | 1895 Jan. 22.5 | 1895.0 | 187 25 12 | — — — | 284 14 19 |
| 399 Persephone | 13.0 | 9.0 | 1895 März 1.5 | 1900.0 | 353 57 41.1 | 180 49 13.1 | 347 22 58.7 |
| 400 (1895 BU) | 14.5 | 10.4 | 1895 März 18.5 | 1900.0 | 337 44 19.1 | 229 27 23.7 | 328 41 7.6 |

| No. | <i>i</i> | φ | μ | <i>log a</i> | Berechner | Jahr d. Entd. | Zahl der beob. Opp. |
|-----|---------------|---------------|-----------|--------------|------------------|---------------|---------------------|
| 361 | 12° 36' 54"-9 | 11° 47' 42"-4 | 449"-924 | 0-597911 | CONIEL | 1893 | 2 |
| 362 | 8 4 20-0 | 2 38 24-1 | 857-0906 | 0-4113199 | BERBERICH | 1893 | 4 |
| 363 | 5 58 2-5 | 4 2 24-6 | 778-924 | 0-439008 | ANTONIAZZI | 1893 | 7 |
| 364 | 6 0 12-3 | 8 40 15-6 | 1072-5557 | 0-346391 | BERBERICH | 1893 | 4 |
| 365 | 12 43 27-0 | 8 20 45-5 | 755-7728 | 0-4477436 | BERBERICH | 1893 | 2 |
| 366 | 10 35 27-6 | 3 29 37-9 | 637-1196 | 0-497191 | BOCCARDI | 1893 | 4 |
| 367 | 2 56 49-2 | 5 24 23-5 | 1073-2216 | 0-346211 | BERBERICH | 1893 | 2 |
| 368 | 7 48 15-5 | 11 8 13-1 | 663-984 | 0-485231 | BERBERICH | 1893 | 1 |
| 369 | 12 43 49-3 | 5 37 44-4 | 824-5149 | 0-4225387 | BERBERICH | 1893 | 3 |
| 370 | 7 51 37-9 | 5 10 55-7 | 1001-5535 | 0-366222 | BERBERICH | 1893 | 2 |
| 371 | 7 23 6-7 | 3 28 34-2 | 787-7337 | 0-435752 | MADER | 1893 | 5 |
| 372 | 23 40 50-7 | 15 37 43-4 | 636-7006 | 0-4973809 | BERBERICH | 1893 | 4 |
| 373 | 15 27 36-4 | 8 24 4-4 | 645-0450 | 0-493611 | BERBERICH | 1893 | 2 |
| 374 | 8 57 58-5 | 4 30 52-0 | 765-3309 | 0-4441049 | BERBERICH | 1893 | 4 |
| 375 | 15 57 13-5 | 5 41 17-0 | 640-8169 | 0-4955151 | HEUER | 1893 | 5 |
| 376 | 5 25 29-2 | 9 50 37-9 | 1024-4381 | 0-359681 | BERBERICH | 1893 | 5 |
| 377 | 6 39 41-6 | 4 26 14-5 | 804-920 | 0-429503 | CONIEL | 1893 | 6 |
| 378 | 6 58 38-7 | 7 30 14-0 | 767-2482 | 0-4433805 | BERBERICH | 1893 | 4 |
| 379 | 1 36 35-3 | 11 5 26-6 | 641-8494 | 0-4950490 | CONIEL | 1894 | 6 |
| 380 | 6 10 17-6 | 6 33 30-2 | 809-7820 | 0-427760 | P. V. NEUGEBAUER | 1894 | 3 |
| 381 | 12 34 57-3 | 7 7 21-7 | 619-7394 | 0-5051983 | BERBERICH | 1894 | 5 |
| 382 | 7 25 52-9 | 10 5 38-1 | 643-9085 | 0-494122 | BERBERICH | 1894 | 3 |
| 383 | 2 39 30-9 | 10 19 59-5 | 642-0203 | 0-4949719 | BERBERICH | 1894 | 1 |
| 384 | 5 38 54-5 | 8 22 34-3 | 820-6462 | 0-423900 | KROMM | 1894 | 4 |
| 385 | 13 41 17-8 | 7 27 39-3 | 740-2412 | 0-453756 | WITT | 1894 | 5 |
| 386 | 20 15 37-0 | 9 34 26-7 | 719-2832 | 0-462071 | BERBERICH | 1894 | 6 |
| 387 | 17 57 55-2 | 13 47 16-3 | 782-6076 | 0-4376414 | OGBURN | 1894 | 6 |
| 388 | 6 30 19-1 | 3 33 38-0 | 681-8161 | 0-477560 | BERBERICH | 1894 | 3 |
| 389 | 8 7 7-3 | 3 53 14-7 | 842-4772 | 0-416299 | PEYRA | 1894 | 5 |
| 390 | 12 8 52-8 | 7 28 40-3 | 821-022 | 0-423768 | CONIEL | 1894 | 2 |
| 391 | 23 3 3-0 | 17 57 30-4 | 1003-286 | 0-365721 | CONIEL | 1894 | 2 |
| 392 | 16 11 33-5 | 11 12 8-1 | 683-267 | 0-476944 | BERBERICH | 1894 | 1 |
| 393 | 14 52 29-3 | 19 13 37-7 | 768-335 | 0-442971 | BERBERICH | 1894 | 1 |
| 394 | 6 15 38-1 | 13 11 32-3 | 771-095 | 0-441933 | CONIEL | 1894 | 1 |
| 395 | 3 31 42-3 | 7 16 9-6 | 764-391 | 0-444461 | CAPON | 1894 | 1 |
| 396 | 2 37 51-3 | 10 18 30-4 | 782-986 | 0-437501 | CONIEL | 1894 | 1 |
| 397 | 12 43 58-2 | 14 23 37-9 | 829-8698 | 0-420664 | MADER | 1894 | 3 |
| 398 | 20 9 57 | — — — | 684-68 | 0-47634 | CHARLOIS | 1894 | 1 |
| 399 | 13 8 20-1 | 3 51 5-6 | 664-6683 | 0-484935 | BERBERICH | 1895 | 1 |
| 400 | 10 36 51-4 | 5 15 50-9 | 641-871 | 0-495039 | BERBERICH | 1895 | 1 |

| Nummer und Name | m_0 | ξ | Epoche und Osculation | Mittl. Aeq. | M | ω | Ω |
|-----------------|-------|-------|-----------------------|-------------|----------------|---------------|--------------|
| 401 Otilia . . | 12.6 | 8.2 | 1895 April 20.0 | 1900.0 | 324° 31' 46".8 | 181° 20' 19.6 | 39° 7' 57".5 |
| 402 Chloe . . | 10.7 | 7.7 | 1895 März 27.5 | 1895.0 | 28 44 8.7 | 12 26 1.5 | 129 29 53.1 |
| 403 Cyane . . | 12.0 | 8.5 | 1900 Juli 3.0 | 1900.0 | 127 14 7.2 | 248 33 33.2 | 245 42 28.6 |
| 404 Arsinoë . | 13.0 | 10.0 | 1900 Sept. 21.0 | 1900.0 | 131 15 43.9 | 117 40 9.2 | 92 49 16.2 |
| 405 Thia . . | 11.0 | 8.0 | 1895 Juli 27.0 | 1895.0 | 73 36 35.0 | 305 12 42.1 | 255 55 27.9 |
| 406 (1895 B). | 13.5 | 9.8 | 1895 Aug. 23.5 | 1900.0 | 350 1 59.3 | 33 31 31.4 | 317 15 49.5 |
| 407 Arachne . | 11.9 | 8.7 | 1895 Nov. 10.5 | 1900.0 | 17 44 21.6 | 79 37 50.6 | 295 9 45.6 |
| 408 Fama . . | 13.4 | 9.2 | 1895 Octob. 15.5 | 1900.0 | 354 28 32.9 | 100 36 57.2 | 299 29 5.2 |
| 409 Aspasia . | 10.7 | 7.6 | 1899 Nov. 19.0 | 1900.0 | 183 45 6.5 | 351 8 30.1 | 242 35 48.1 |
| 410 (1896 CH) | 11.9 | 8.3 | 1896 Jan. 8.5 | 1900.0 | 245 34 9.5 | 143 52 48.7 | 96 24 55.9 |
| 411 (1896 CI) | 12.5 | 8.5 | 1896 Jan. 8.5 | 1900.0 | 158 42 57.5 | 194 5 56.8 | 108 7 51.8 |
| 412 Elisabetha | 12.1 | 8.5 | 1901 Jan. 19.0 | 1900.0 | 308 17 42.7 | 88 34 52.2 | 106 43 40.0 |
| 413 Edburga . | 12.2 | 9.2 | 1896 Jan. 10.5 | 1900.0 | 72 21 21.0 | 248 52 28.4 | 105 4 28.9 |
| 414 (1896 CN) | 13.4 | 8.6 | 1898 April 24.0 | 1900.0 | 184 57 33.5 | 299 53 38.6 | 113 21 46.1 |
| 415 Palatia . | 11.6 | 8.1 | 1900 Jan. 0.0 | 1900.0 | 351 8 15.5 | 293 38 51.0 | 128 12 26.4 |
| 416 Vaticana . | 11.5 | 8.0 | 1900 Jan. 24.5 | 1900.0 | 262 34 31.7 | 195 38 14.1 | 58 32 36.8 |
| 417 Suevia . . | 12.7 | 9.2 | 1896 Mai 11.5 | 1900.0 | 30 48 55.3 | 344 23 18.1 | 200 1 24.1 |
| 418 Alemannia | 12.6 | 9.5 | 1896 Sept. 3.5 | 1900.0 | 337 51 7.9 | 123 50 40.4 | 249 6 42.0 |
| 419 Aurelia . | 11.1 | 8.0 | 1901 Dec. 5.0 | 1900.0 | 143 1 35.5 | 39 10 52.4 | 230 13 59.8 |
| 420 Bertholda | 12.3 | 7.7 | 1901 Juni 28.0 | 1900.0 | 171 2 12.8 | 205 32 51.6 | 247 0 39.0 |
| 421 Zähringia. | 14.2 | 11.2 | 1896 Sept. 3.5 | 1900.0 | 333 0 19.7 | 205 13 58.6 | 187 59 15.4 |
| 422 Berolina . | 13.4 | 11.2 | 1896 Dec. 4.5 | 1900.0 | 43 3 30.9 | 333 4 9.3 | 8 52 34.1 |
| 423 Diotima . | 11.2 | 7.2 | 1896 Dec. 8.5 | 1900.0 | 144 40 21.6 | 199 14 29.5 | 70 19 35.0 |
| 424 Gratia . . | 12.8 | 9.3 | 1900 Nov. 20.0 | 1900.0 | 337 10 36.9 | 330 4 3.9 | 99 26 22.9 |
| 425 Cornelia . | 13.1 | 9.4 | 1897 Jan. 20.5 | 1900.0 | 295 5 56.3 | 118 47 55.3 | 61 36 47.8 |
| 426 (1897 DH) | 11.5 | 7.8 | 1897 Sept. 30.0 | 1900.0 | 172 10 55.2 | 221 45 54.7 | 311 58 22.1 |
| 427 (1897 DI) | 13.1 | 9.3 | 1897 Sept. 2.5 | 1897.0 | 26 0 44.7 | 5 56 12.6 | 298 45 30.8 |
| 428 Monachia. | 13.5 | 11.1 | 1900 Aug. 7.5 | 1900.0 | 300 39 10.6 | 13 51 27.9 | 17 21 32.2 |
| 429 (1897 DL) | 11.5 | 9.4 | 1897 Nov. 24.5 | 1900.0 | 39 2 43.0 | 144 21 33.6 | 220 39 12.8 |
| 430 (1897 DM) | 13.2 | 9.6 | 1898 Jan. 21.5 | 1898.0 | 15 12 12.0 | 174 56 47.0 | 249 49 46.5 |
| 431 (1897 DN) | 12.6 | 8.5 | 1898 Jan. 18.5 | 1898.0 | 97 29 58.4 | 209 20 51.4 | 117 6 55.6 |
| 432 Pythia . . | 11.3 | 8.7 | 1902 Jan. 14.0 | 1900.0 | 219 21 45.8 | 172 1 12.2 | 88 35 33.1 |
| 433 Eros . . | 9.7 | 10.6 | 1900 Octob. 31.5 | 1900.0 | 304 24 44.7 | 177 39 6.2 | 303 30 45.6 |
| 434 Hungaria . | 11.8 | 10.4 | 1901 Octob. 26.0 | 1900.0 | 103 11 32.3 | 122 39 44.7 | 174 38 15.2 |
| 435 Ella . . | 12.1 | 9.3 | 1901 Mai 19.0 | 1900.0 | 250 33 56.4 | 330 53 45.9 | 28 5 58.1 |
| 436 Patricia . | 12.4 | 8.2 | 1898 Sept. 20.5 | 1898.0 | 342 35 23.5 | 26 40 36.8 | 352 0 49.6 |
| 437 (1898 DP) | 12.7 | 10.1 | 1901 April 9.0 | 1900.0 | 252 46 13.6 | 58 25 25.4 | 263 41 2.5 |
| 438 (1898 DU) | 12.3 | 10.3 | 1898 Nov. 12.5 | 1900.0 | 294 43 28.7 | 80 9 25.2 | 49 39 23.3 |
| 439 Ohio . . | 12.7 | 8.6 | 1900 Jan. 0.0 | 1900.0 | 30 57 55.5 | 231 8 34.8 | 202 27 52.9 |
| 440 Theodora . | 13.1 | 10.9 | 1898 Octob. 18.5 | 1900.0 | 284 37 41.8 | 176 8 34.9 | 292 20 32.1 |

| No. | <i>i</i> | φ | μ | $\log a$ | Berechner | Jahr d. Entd. | Zahl der beob. OPP. |
|-----|-------------|--------------|-----------|-----------|--------------------|---------------|---------------------|
| 401 | 6° 5' 36" 0 | 2° 18' 50" 3 | 584" 254 | 0.522270 | BERBERICH | 1895 | 2 |
| 402 | 11 50 10.2 | 6 24 49.0 | 868-759 | 0.407405 | CONIEL | 1895 | 3 |
| 403 | 9 8 11.3 | 5 42 4.0 | 752-5126 | 0.448995 | BERBERICH | 1895 | 4 |
| 404 | 14 4 2.5 | 11 58 51.3 | 851-8097 | 0.413109 | BERBERICH | 1895 | 2 |
| 405 | 11 48 18.6 | 14 32 24.7 | 856-814 | 0.411412 | CONIEL | 1895 | 5 |
| 406 | 4 12 31.9 | 10 31 6.1 | 714-568 | 0.463975 | CAPON | 1895 | 1 |
| 407 | 7 32 25.8 | 3 55 13.1 | 834-430 | 0.419078 | BERBERICH | 1895 | 3 |
| 408 | 9 6 11.5 | 7 54 31.1 | 627-210 | 0.501729 | BERBERICH | 1895 | 1 |
| 409 | 11 12 46.1 | 3 53 20.9 | 858-5857 | 0.410815 | KROMM | 1895 | 3 |
| 410 | 9 32 56.1 | 12 30 4.9 | 746-590 | 0.451283 | BERBERICH | 1896 | 1 |
| 411 | 19 26 26.9 | 13 36 34.4 | 720-585 | 0.461548 | BERBERICH | 1896 | 1 |
| 412 | 13 46 38.4 | 2 21 20.1 | 772-4798 | 0.4414130 | BERBERICH | 1896 | 4 |
| 413 | 18 52 26.6 | 19 43 23.0 | 856-555 | 0.411501 | BERBERICH | 1896 | 1 |
| 414 | 9 38 25.1 | 5 29 23.8 | 540-7539 | 0.544671 | BERBERICH | 1896 | 1 |
| 415 | 8 5 41.7 | 17 36 27.4 | 762-3720 | 0.445227 | CODDINGTON | 1896 | 3 |
| 416 | 12 55 48.4 | 12 34 55.2 | 761-1473 | 0.445692 | BOCCARDI | 1896 | 4 |
| 417 | 6 34 34.4 | 7 43 44.5 | 757-116 | 0.447229 | BERBERICH | 1896 | 1 |
| 418 | 6 48 16.6 | 6 57 51.8 | 847-266 | 0.414658 | BERBERICH | 1896 | 1 |
| 419 | 3 57 35.4 | 14 46 59.8 | 850-3821 | 0.413595 | BERBERICH | 1896 | 4 |
| 420 | 6 39 28.1 | 2 39 15.5 | 560-3324 | 0.5343739 | BERBERICH | 1896 | 3 |
| 421 | 7 51 37.5 | 16 53 29.6 | 876-838 | 0.404725 | BERBERICH | 1896 | 1 |
| 422 | 5 0 12.9 | 12 22 39.2 | 1066-4426 | 0.348046 | WITT | 1896 | 1 |
| 423 | 11 13 35.1 | 2 17 42.4 | 663-033 | 0.485647 | BERBERICH | 1896 | 2 |
| 424 | 8 12 20.8 | 6 20 33.9 | 767-6515 | 0.4432283 | V. NEUGE- BAUER | 1896 | 2 |
| 425 | 4 4 22.5 | 3 26 47.8 | 724-2913 | 0.460062 | POURTEAU | 1896 | 2 |
| 426 | 19 37 39.4 | 5 53 54.4 | 722-4562 | 0.460797 | POURTEAU | 1897 | 1 |
| 427 | 5 8 11.1 | 6 53 23.4 | 692-493 | 0.473061 | CONIEL | 1897 | 1 |
| 428 | 6 13 28.4 | 10 15 44.4 | 1009-005 | 0.364076 | VILLIGER | 1897 | 1 |
| 429 | 9 48 20.1 | 8 24 13.0 | 846-714 | 0.414845 | CONIEL | 1897 | 1 |
| 430 | 14 33 22.3 | 14 55 51.9 | 743-475 | 0.452494 | BERBERICH | 1897 | 1 |
| 431 | 1 49 1.4 | 9 43 27.5 | 642-4286 | 0.494788 | POKROWSKY | 1897 | 1 |
| 432 | 12 7 3.9 | 8 17 23.8 | 972-6761 | 0.374692 | BERBERICH | 1897 | 2 |
| 433 | 10 49 39.0 | 12 52 47.3 | 2015-2372 | 0.1637869 | MILLOSEVICH | 1898 | 4 |
| 434 | 22 29 59.5 | 4 14 44.0 | 1309-4115 | 0.2886203 | BERBERICH | 1898 | 2 |
| 435 | 1 50 18.2 | 8 57 53.9 | 925-9449 | 0.3889477 | BERBERICH | 1898 | 2 |
| 436 | 18 37 46.7 | 4 41 35.9 | 622-111 | 0.504093 | BERBERICH | 1898 | 1 |
| 437 | 7 23 38.8 | 14 15 14.9 | 964-3819 | 0.377172 | BERBERICH | 1898 | 1 |
| 438 | 6 25 43.8 | 9 22 43.2 | 792-554 | 0.433985 | CONIEL | 1898 | 1 |
| 439 | 19 7 11.6 | 4 11 33.9 | 640-6167 | 0.495606 | CODDINGTON | 1898 | 9 |
| 440 | 1 35 46.4 | 6 11 19.0 | 1079-355 | 0.344562 | CODDINGTON | 1898 | 2 |

| Nummer und Name | m_0 | ξ | Epoche und Osculation | Mittl. Aeq. | M | ω | Ω |
|-----------------------|-------|-------|-----------------------|-------------|-----------------|----------------|-----------------|
| 441 (1898 <i>ED</i>) | — | — | 1898 Dec. 9-5 | 1899-0 | 339° 42' 50''-8 | 204° 5' 44''-2 | 254° 10' 36''-1 |
| 442 Eichsfeldia | 12-1 | 9-6 | 1901 Dec. 5-0 | 1900-0 | 218 2 30-0 | 81 43 34-4 | 134 39 40-8 |
| 443 Photographica . . | 12-5 | 10-2 | 1899 März 3-5 | 1900-0 | 355 48 33-5 | 345 34 16-4 | 175 8 36-4 |
| 444 Gypsis . . | 11-2 | 7-7 | 1899 Mai 30-5 | 1899-0 | 229 22 50-7 | 151 48 57-8 | 196 12 20-8 |
| 445 Edna . . | 13-1 | 8-9 | 1900 Jan. 0-0 | 1900-0 | 19 1 55-0 | 77 37 49-6 | 293 23 8-4 |
| 446 Aeternitas | 11-6 | 8-1 | 1899 Octob.30-0 | 1900-0 | 55 8 27-0 | 278 2 13-8 | 42 32 40-7 |
| 447 Valentine. | 12-1 | 8-2 | 1901 Febr. 8-0 | 1900-0 | 86 59 26-6 | 318 57 42-9 | 72 20 34-2 |
| 448 Natalie . | 13-7 | 9-3 | 1899 Nov. 29-5 | 1900-0 | 47 48 18-5 | 292 16 57-1 | 38 44 10-1 |
| 449 Hamburga | 11-6 | 8-6 | 1901 März 20-0 | 1900-0 | 36 3 58-8 | 45 48 34-6 | 85 56 38-2 |
| 450 Brigitta . | 12-2 | 8-3 | 1899 Nov. 9-5 | 1900-0 | 19 17 44-8 | 358 38 48-4 | 15 29 41-4 |
| 451 Patientia . | 10-7 | 6-7 | 1900 Jan. 0-0 | 1900-0 | 9 31 9-7 | 334 51 14-9 | 89 55 34-5 |
| 452 (1899 <i>FD</i>) | 16-7 | 13-1 | 1899 Dec. 31-0 | 1900-0 | 296 42 7-9 | 46 39 31-5 | 92 44 39-0 |
| 453 (1900 <i>FA</i>) | — | — | 1900 März 22-5 | 1900-0 | 296 57 8-8 | 217 38 48-2 | 11 29 24-8 |
| 454 Mathesis . | 11-6 | 8-5 | 1900 April 28-5 | 1900-0 | 353 6 49-7 | 174 20 14-5 | 32 33 28-4 |
| 455 Bruchsalia | 11-6 | 8-3 | 1900 Juni 16-5 | 1900-0 | 296 11 7-0 | 265 40 36-3 | 77 42 6-2 |
| 456 (1900 <i>FI</i>) | 12-4 | 8-9 | 1900 Juni 30-5 | 1900-0 | 18 21 9-8 | 7 54 52-1 | 229 27 0-6 |
| 457 Alleghenia | 15-5 | 11-4 | 1900 Octob.28-5 | 1900-0 | 351 0 33-8 | 129 8 30-3 | 250 37 59-4 |
| 458 (1900 <i>FA</i>) | 14-2 | 10-3 | 1900 Octob.28-5 | 1900-0 | 337 54 29-8 | 272 45 25-4 | 135 55 33-5 |
| 459 (1894 <i>BD</i>) | 13-3 | 11-3 | 1894 Nov. 1-5 | 1900-0 | 337 18 8-4 | 356 39 18-9 | 72 35 44-3 |

Bahnelemente der

| | Epoche und mittl. Aequin. | L | M | ω |
|-------------------|---------------------------|----------------|----------------|---------------|
| Mercur | 1850 Januar 1-0 | 327° 7' 47''-8 | 252° 0' 33''-9 | 28° 34' 5''-2 |
| Venus | 1850 Januar 1-0 | 245 30 17-5 | 116 3 3-0 | 54 7 22-2 |
| Erde | 1850 Januar 1-0 | 100 45 14-9 | 0 23 33-0 | 100 21 41-9 |
| Mars | 1850 Januar 1-0 | 83 39 33-4 | 110 21 39-7 | 284 54 0-6 |
| Jupiter | 1850 Januar 1-0 | 160 1 1-1 | 148 6 2-7 | 272 58 41-4 |
| Saturn | 1850 Januar 1-0 | 14 52 24-6 | 284 45 27-9 | 337 46 3-7 |
| Uranus | 1850 Januar 0-0 | 29 12 42-1 | 218 33 53-4 | 97 24 11-1 |
| Neptun | 1850 Januar 0-0 | 335 5 38-1 | 291 48 7-8 | 273 9 58-8 |

| No. | <i>i</i> | φ | μ | $\log a$ | Berechner | Jahr d. Entd. | Zahl der beob. Opp. |
|-----|-------------|-------------|-----------|-----------|----------------------|---------------|---------------------|
| 441 | 8° 2' 33"·9 | 5° 4' 14"·4 | 751"·537 | 0·449370 | CONIEL | 1898 | 1 |
| 442 | 6 3 52·0 | 4 2 51·9 | 987·8288 | 0·370217 | THAREN | 1899 | 4 |
| 443 | 4 13 16·2 | 2 16 39·4 | 1077·6050 | 0·345031 | THAREN | 1899 | 1 |
| 444 | 10 13 43·5 | 9 59 24·0 | 769·234 | 0·442632 | FABRY | 1899 | 2 |
| 445 | 21 23 32·6 | 11 57 45·5 | 624·2829 | 0·503084 | CODDINGTON | 1899 | 2 |
| 446 | 10 39 5·1 | 7 2 27·0 | 761·399 | 0·445596 | PAULY | 1899 | 2 |
| 447 | 4 49 23·1 | 2 36 20·3 | 687·3499 | 0·475219 | KREUTZ | 1899 | 2 |
| 448 | 12 41 49·2 | 9 54 2·5 | 636·068 | 0·497668 | BERBERICH | 1899 | 1 |
| 449 | 3 5 54·7 | 9 44 8·0 | 877·2944 | 0·404571 | MÖLLER | 1899 | 2 |
| 450 | 10 23 5·0 | 5 21 56·4 | 677·749 | 0·479292 | PAETSCH | 1899 | 1 |
| 451 | 15 14 8·6 | 4 29 58·9 | 662·7246 | 0·4857823 | ROEDIGER | 1899 | 2 |
| 452 | 3 13 15·8 | 1 13 23·3 | 736·622 | 0·455174 | PALMER | 1899 | 1 |
| 453 | 5 34 12·7 | 6 21 32·3 | 1098·58 | 0·339450 | CHARLOIS | 1900 | 2 |
| 454 | 6 19 15·0 | 6 18 51·5 | 833·1458 | 0·419523 | E. BECKER, MILHAM | 1900 | 2 |
| 455 | 11 47 15·6 | 17 56 49·4 | 797·919 | 0·432032 | BERBERICH | 1900 | 1 |
| 456 | 14 21 42·4 | 10 18 21·1 | 763·100 | 0·444950 | BERBERICH | 1900 | 2 |
| 457 | 12 52 30·6 | 10 20 2·3 | 651·8517 | 0·490572 | PAETSCH | 1900 | 1 |
| 458 | 12 36 38·0 | 14 11 27·8 | 684·198 | 0·476550 | RIEM | 1900 | 1 |
| 459 | 3 27 48·4 | 8 33 50·4 | 1104·735 | 0·337832 | BERBERICH | 1894 | 1 |

grossen Planeten.

| | δ | <i>i</i> | φ | μ | $\log a$ | Autorität |
|--------------|--------------|------------|---------------|--------------|-----------|-----------|
| Mercur . . | 46° 33' 8"·7 | 7° 0' 7"·7 | 11° 51' 53"·7 | 14732"·41967 | 9·5878214 | LEVERRIER |
| Venus . . . | 75 19 52·3 | 3 23 34·8 | 0 23 31·5 | 5767·66982 | 9·8593366 | LEVERRIER |
| Erde | 0 0 0·0 | 0 0 0·0 | 0 57 39·4 | 3548·19286 | 0·0000006 | LEVERRIER |
| Mars | 48 23 53·1 | 1 51 2·3 | 5 21 4·5 | 1886·51831 | 0·1828932 | LEVERRIER |
| Jupiter . . | 98 56 17·0 | 1 18 41·4 | 2 45 56·5 | 299·12836 | 0·7162168 | LEVERRIER |
| Saturn . . . | 112 20 53·0 | 2 29 39·8 | 3 12 51·7 | 120·45465 | 0·9802194 | LEVERRIER |
| Uranus . . . | 73 14 37·6 | 0 46 20·9 | 2 39 25·7 | 42·23079 | 1·2837100 | NEWCOMB |
| Neptun . . . | 130 7 31·8 | 1 47 1·7 | 0 29 12·5 | 21·53302 | 1·4787334 | NEWCOMB |

Namen-Register.

Namen-Register.

(Die römischen Ziffern geben die Bände, die arabischen die Seiten an.)

A

- D'ABBADIE, Horizontalpendel II 40.
ABBE, CLEVELAND, Sonne III b 75; Universum IV 112 113 116.
ABBE, E., Fernrohr I 706 707 708 721 731 732 739; Mikrometer IIIa 91 132.
ABNEY, Astrospektroskopie I 397 428.
ABRAHAM, Chronologie I 614.
ABUL WEFA, Einleitung I 49 52.
ADAMS, JOHN COUCH, Einleitung I 139 159 160; Finsternisse I 813; Kometen und Meteore II 210; Mechanik des Himmels II 454 455 456; Planeten IIIa 399 413 431; Sterncataloge und Sternkarten III b 463.
AEPINUS, Einleitung I 118.
AGATHOKLES, Mechanik des Himmels II 455.
D'AGELET, JOSEPH LEPAUTE, Sterncataloge und Sternkarten III b. 478 479; Universum IV 111.
D'AILLY, PIERRE, Chronologie I 615.
AIRY, GEORGE BIDDELL, Einleitung I 108 132 159; Altazimuth I 204 205; Bahnbestimmungen I 570; Bahnsucher I 574; Chronometer I 625; Finsternisse I 813; Mechanik des Himmels II 451 452 454 455; Mikrometer IIIa 166 200 203 204 205 206 207 209 212 213 214; Parallaxe IIIa 321; Persönliche Gleichung IIIa 376 382; Planeten III a 394 414 415 430 431; Eigenbewegung des Sonnensystems III b. 96 103 107 108 109; Sterncataloge und Sternkarten III b. 458 463 475 480; Uhr IV 25.
AITKEN, Kosmogonie II 247.
ALBATEGNIUS(MOHAMMED BEN GEBER ALBATANI), Einleitung I 49 50 51 61.
ALBÈRI, Fernrohr I 701; Uhr IV 4.
ALBRECHT, THEODOR, Abendweite I 164; Altazimuth 208; Azimuthbestimmung I 439; Längenbestimmung II 257 258 259; Mikrometer IIIa 191; Polhöhe IIIa 450 452 493; Strahlenbrechung III b 596; Zeitbestimmung IV 144 146 157.
D'ALEMBERT, JEAN LE ROND, Einleitung I 117 121 122 130 141 142 145 146; Mechanik des Himmels II 413 615.
ALEXANDER D. GR., Einleitung I 16; Chronologie I 609 610 611 612.
ALFONS X. VON CASTILIEN, Einleitung I 54 66.
ALFRAGANUS, ACHMED MOHAMMED EBN KOTHAIR, Einleitung I 49 51 61.
ALHAZEN, ABU ALI HASSAN, Einleitung I 52.
ALMAMON, Einleitung I 49.
ALMELOVREN, Chronologie I 614.
ALPETRAGIUS, Einleitung I 49 52 53.
AL-SÜFI, ABD-AL-RAHMAN, Astrophotometrie I 343 346 347; Sterncataloge und Sternkarten III b 455; Sternhaufen III b 524.
ALTOBELLI, HIERONYMUS, Planeten IIIa 428.
AMBRONN, L., Heliometer II 13 20 21 22 23; Sternhaufen und Nebelflecke III b 527; Sternwarten III b 539; Universalinstrument IV 42 44 45; Universaltransit IV 55; Vertikalkreis IV 127 128.
AMEKE, Universum IV 118.
AMICI, GIOVANNI BATTISTA, Aequatorale I 195; Astrophotographie I 246; Astrospektroskopie I 387 388; Mikrometer IIIa 199 200 201.
ANAXAGORAS, Kometen und Meteore II 50.
ANAXIMANDER, Einleitung I 6 17.
VON ANDERKO, Astrophotographie I 219.
ANDERLINI, F., Sonne III b 79.
ANDERSON, Astrophotometrie I 358.
ANDING, Uhr IV 16 20.
ANDRÉ, Sterncataloge und Sternkarten III b 517.
ANDRIES, Sterncataloge und Sternkarten III b 497.
ANGELITTI, Sterncataloge und Sternkarten III b 500.
D'ANGOS, Planeten IIIa 432.
ÄNGSTRÖM, Astrospektroskopie I 394 395 396 397 398 399 405 428; Sonne III b 79; Strahlenbrechung III b 590.
ANIANUS, Chronologie I 610.
ANTHELME, Astrophotometrie I 357 358.
ANTOINETTE, Einleitung I 134.
ANTONIADI, Planeten IIIa 423.

- ANTONIAZZI, Sterncataloge und Sternhaufen III b 510.
- APELLES, Einleitung I 76.
- AMIANUS, PETRUS, Einleitung I 71; Kometen und Meteore II 55 68.
- APOLLONIUS, Einleitung I 17 24 25 43; Kometen und Meteore II 50.
- APPEL, D., Uhr IV 28 29.
- ARAGO, Doppelsterne I 676; Kometen und Meteore II 104 116 162 180; Mikrometer III a 220 221 222 223; Mond III a 276; Planeten III a 431 434, Registrierapparate III b 33; Scintillation III b 51 55 56; Strahlenbrechung III b 553.
- ARATUS, Sterncataloge und Sternkarten III b 455; Sternhaufen und Nebelflecke III b 524.
- ARCHIMEDES, Einleitung I 18.
- D'ARCY, Kosmogonie II 234.
- ARGELANDER, F. G. W., Einleitung I 162; Astrophotographie I 237 238; Astrophotometrie I 323 324 338 343 347 348 351 353 363; Kometen und Meteore II 119 120 122; Mikrometer III a 70; Persönliche Gleichung III a 369 381 382 383; Planeten III a 438; Eigenbewegung des Sonnensystems III b 93 94 98 99 103 107 108 109; Sternbilder III b 112 113 114 115; Sterncataloge und Sternkarten III b 458 464 470 472 475 476 484 486 490 491 496 497 502 514 519 520 521; Universum IV 62 63 65 66 69 72 119.
- ARISTARCH, Einleitung I 18 30 58; Mond III a 250; Parallaxe III a 319 320.
- ARISTOTELES, Einleitung I 15 16 17 72 76 77; Kometen und Meteore II 49 52 59; Mond III a 246; Scintillation III b 54.
- ARISTYLL, Einleitung I 19 76; Aequatoral I 179; Sterncataloge und Sternkarten III b 455.
- ARNOLD, Chronometer I 625.
- D'ARREST, Kometen und Meteore II 60 73 76 211 223; Mikrometer III a 244; Mond III a 280; Planeten III a 413 428 434 435; Sternhaufen und Nebelflecke III b 525; Sternwarten III b 530; Universum IV 115.
- ARZACHEL (AL ZEKALI), Einleitung I 52 53.
- VON ASTEN, Einleitung I 160; Kometen und Meteore II 74 101; Mechanik des Himmels II 485; Planeten III a 389 390; Sterncataloge und Sternkarten III a 470 480.
- ÅSTRAND, Azimuthbestimmung I 438 439.
- AUERBACH, Persönliche Gleichung III a 378.
- AUGUSTUS, Chronologie I 610 614.
- AUSFELD, Astrophotometrie I 313 315 316.
- AUSTIN, Sterncataloge und Sternkarten III 496.
- AUWERS, ARTHUR, Einleitung I 162; Astrophotometrie I 342 357 358; Doppelsterne I 688 689; Finsternisse I 750 763 804 823; Heliometer II 11 12 13 16 21; Längenbestimmung II 272; Meridiankreis III a 17; Mond III a 276; Parallaxe III a 346; Planeten III a 418; Präcession III b 17; Registrierapparate III b 44; Sonne III b 77; Eigenbewegung des Sonnensystems III b 100 108; Sterncataloge und Sternkarten III b 459 460 462 464 465 471 472 473 474 477 478 480 481; Sternhaufen und Nebelflecke III b 525.
- AUZOUT, Einleitung I 98; Fernrohr I 703 720; Mikrometer III a 110 111 112 113; Planeten III a 393.

B

- BABINET, Planeten III a 434 435.
- BACKLUND, O., Einleitung I 160; Heliometer II 17; Kometen und Meteore II 74 101; Mechanik des Himmels II 413 492; Planeten III a 389 390.
- BACON, ROGER, Chronologie I 615.
- BADEN-POWELL, Mikrometer III a 219.
- BAILEY, Universum IV 78.
- BAILLAUD, Sterncataloge und Sternkarten III b 517.
- BAILLY, Einleitung I 5.
- BAHLY, Sterncataloge und Sternkarten III b 455 475 478 480 485.
- BAIN, Uhr IV 39.
- BAKHUYZEN, E. F. VAN DE SANDE, Polhöhe III a 493; Sterncataloge und Sternkarten III b 496.
- BAKHUYZEN, G. H. VAN DE SANDE, Astrophotographie I 279 282 283; Biegung I 591; Mikrometer III a 207; Persönliche Gleichung III a 374 375 381; Polhöhe III a 491; Strahlenbrechung III b 582 583 584 586; Universum IV 68.
- DE BALL, L., Kosmogonie II 229; Eigenbewegung des Sonnensystems III b 108; Sterncataloge und Sternkarten III b 501 505.
- BALL, WILLIAM, Planeten III a 422.
- BALMAIN, Astrophotographie I 237.
- BAMBERG, C., Aequatoral I 184; Fernrohr I 738; Mikrometer III a 115 118 119; Polhöhe III a 465; Universaltransit IV 54.
- BARBER, Kometen und Meteore II 73.
- BARBIER, Theilfehler III b 608 611.
- BARKER, Bahnbestimmungen I 502 508 509 536 537 538 539 560 566 569; Mechanik des Himmels II 304 312 314.
- BARKLEY, Doppelsterne I 674.
- BARKOWSKY, Astrophotographie I 302.
- BARLOW, Astrophotographie I 223 224.
- BARNARD, Bahnbestimmungen I 555; Finsternisse I 834 835; Kometen und Meteore II 52 56 62 63 74 76 77 94; Mikrometer III a 166; Planeten III a 418 427; Sternhaufen und Nebelflecke III b 525; Universum IV 70 71 76; Zodiakallicht IV 184 186.
- BARRAL, Mikrometer III a 222.
- BARRY, R., Sterncataloge und Sternkarten III b 480.
- BARTOLUS, DANIEL, Planeten III a 399.
- BARTSCH, Sternbilder III b 168 218 235 248 277 297 299 333 338 356 374 415 416 444.
- BATTERMANN, H., Aberration I 169; Finsternisse I 811; Heliometer II 24; Parallaxe III a 322; Sterncataloge und Sternkarten III b 460 509; Strahlenbrechung III b 601.
- BAUMGARTNER, Fernrohr I 707.
- BAUSCHINGER, JULIUS, Biegung I 587 589 590

- 592; **Kometen und Meteore II** 77; **Mechanik des Himmels II** 336 396; **Planeten IIIa** 439; **Sterncataloge und Sternkarten IIIb** 461 462 502 508; **Strahlenbrechung IIIb** 562 583 585 587 588 591 598 599 601; **Universum IV** 113 114.
- BAYER, JOH.,** Einleitung I 76; **Sternbilder IIIb** 109 111 112 124 218 221 235 248 277 297 299 374 415 416 444; **Sterncataloge und Sternkarten IIIb** 513.
- BECKER, ERNST,** **Mikrometer IIIa** 98 157; **Persönliche Gleichung IIIa** 376; **Sterncataloge und Sternkarten IIIb** 498 504 505; **Sternwarten IIIb** 540; **Uhr IV** 20.
- BEQUEREL, E.,** **Astrospektroskopie I** 428.
- BEQUEREL, HENRY,** **Astrospektroskopie I** 397 429; **Registrierapparate IIIb** 53.
- BEDA,** **Chronologie I** 615.
- BEER,** **Astrophotographie I** 301; **Mond IIIa** 247 250 256 281; **Planeten IIIa** 398 402 415.
- BEHRMANN,** **Astrophotometrie I** 343 347; **Sternbilder IIIb** 112; **Sterncataloge und Sternkarten IIIb** 514; **Universum IV** 97.
- BEKKER, ED.,** **Scintillation IIIb** 54.
- BELLAMY,** **Planeten IIIa** 414.
- BELOPOLSKY,** **Astrophotometrie I** 360; **Astrospektroskopie I** 422; **Sonne IIIb** 66 71; **Sterncataloge und Sternkarten IIIb** 502.
- v. BENKO JEROLIM,** **Zeitbestimmung IV** 134.
- BENOFF,** **Strahlenbrechung IIIb** 553.
- BENTHLEY,** **Einleitung I** 5.
- BENZENBERG,** **Kometen und Meteore II** 110 112 113 115 154.
- BÉRARD,** **Kometen und Meteore II** 178.
- BERBERICH,** **Kosmogonie II** 235; **Planeten IIIa** 440.
- BERGIUS,** **Bahnbestimmung I** 570.
- BERGQUIST,** **Persönliche Gleichung III** 378.
- BERNARD,** **Astrospektroskopie I** 396.
- DE BERNARDIÈRES,** **Kometen und Meteore II** 61.
- BERNOULLI, DANIEL,** **Einleitung I** 117 145; **Fernrohr I** 705; **Kosmogonie II** 234; **Sterncataloge und Sternkarten IIIb** 475.
- BERNOULLI, JOH.,** **Einleitung I** 121.
- BEROSUS,** **Zeitbestimmung IV** 181.
- BERTHOLON,** **Kometen und Meteore II** 106.
- BERTHOUD, LOUIS,** **Chronometer I** 648; **Uhr IV** 3.
- BERTRAND,** **Doppelsterne I** 676; **Mechanik d. Himmels II** 456.
- BESSARION,** **Einleitung I** 55.
- BESSEL, F. W.,** **Einleitung I** 92 158 159 162; **Abendweite I** 164; **Aberration I** 70; **Almucantar I** 200 202; **Astrophotographie I** 288 291; **Astrophotometrie I** 326; **Bahnbestimmung I** 464 528 535 566 567 568 569 570 573; **Biegung I** 580 581; **Doppelsterne I** 677 687 688 689; **Fernrohr I** 705 706 707; **Finsternisse I** 760 762 764 765 766 789 793 800 807 811 812 814 822 839; **Heliometer II** 6 8 9 10 11 13 14 15 16 24; **Kometen und Meteore II** 57 58 69 87 88 101 118 136 137 139; **Tafel III** 146; **Mechanik des Himmels II** 308 311 312 374 381 592; **Meridiankreis IIIa** 7; **Methode d. kleinsten Quadrate IIIa** 30 32; **Mikrometer IIIa** 67 71 78 83 86 87 147 167 175 176 179 180 181 187 188 193 215 237 238 239 242 244; **Mond IIIa** 281; **Multiplikationskreis IIIa** 289; **Nutation IIIa** 303; **Ortsbestimmung IIIa** 310 312; **Parallaxe IIIa** 325 346 347 349 351 352; **Passageninstrument IIIa** 355; **Persönliche Gleichung IIIa** 368 369 370 376 380; **Planeten IIIa** 391 394 399 414 415 418 421 424 428 431; **Polhöhe IIIa** 472; **Präcession IIIb** 16 17; **Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb** 96 99 100 103 107 108 109; **Sterncataloge und Sternkarten IIIb** 457 458 459 462 463 470 475 481 482 485 487 493 515 516; **Sternhaufen und Nebelflecke IIIb** 527; **Sternwarten IIIb** 531; **Strahlenbrechung IIIb** 551 556 557 558 559 564 566 567 571 576 577 582 594 597 598 600; **Theilfehler IIIb** 602 604 605 606 611 **Uhr IV** 18; **Universum IV** 62 63 64 65 66 78.
- BESSEL, W.,** **Bahnbestimmung I** 528 570.
- VON BEZOLD,** **Strahlenbrechung IIIb** 579.
- BIANCHI,** **Sonne IIIb** 65; **Sterncataloge und Sternkarten IIIb** 483 486.
- BIANCHINI,** **Planeten IIIa** 394.
- BIDDER, G. P.,** **Mikrometer IIIa** 138.
- BIDSCHOF,** **Sterncataloge und Sternkarten IIIb** 493 507.
- BIEDERMANN,** **Fernrohr I** 701; **Uhr IV** 5.
- BIELA,** **Kometen und Meteore II** 60 73 90 94 101 209 211 212 218 223 224; **Mikrometer IIIa** 158.
- BIGELOW,** **Registrierapparate IIIb** 81.
- BIGOURDAN, G.,** **Mikrometer IIIa** 71 126 156 157 158 165 236; **Uhr IV** 41.
- BINET, J. PH. M.,** **Bahnbestimmung I** 570 571.
- BIOT,** **Fernrohr I** 731 732; **Kometen und Meteore II** 51 104 106; **Strahlenbrechung IIIb** 553.
- BIRD,** **Doppelsterne I** 671; **Mond IIIa** 278; **Sterncataloge und Sternkarten IIIb** 480.
- BIRKMAYER, L.,** **Doppelsterne I** 696.
- BIRMINGHAM,** **Astrophotometrie I** 357 358.
- BIRT,** **Mond IIIa** 247.
- BISCHOF,** **Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb** 108 109.
- BISHOP,** **Doppelsterne I** 674; **Sterncataloge und Sternkarten IIIb** 516 518.
- BLAIR,** **Fernrohr I** 724.
- BLANPAIN,** **Kometen und Meteore II** 75.
- BLOCK, E.,** **Azimuthbestimmung I** 439.
- BOGAM,** **Uhr IV** 27; **Zeitbestimmung IV** 177.
- BOAS,** **Fernrohr I** 749.
- BODE, J. E.,** **Doppelsterne I** 671; **Mikrometer IIIa** 114; **Planeten IIIa** 385 428 429 435; **Sternbilder IIIb** 109; **Sterncataloge und Sternkarten IIIb** 461 475 513; **Universum IV** 66.
- BOECKH, A.,** **Chronologie I** 624.
- BOEDDICKER,** **Universum IV** 68 118.
- BOGUSLAWSKI,** **Kometen und Meteore II** 54; **Mikrometer IIIa** 92; **Mond IIIa** 280.
- BOHLIN,** **Mechanik des Himmels II** 453.
- BOHNENBERGER,** **Finsternisse I** 760.

- BOLTE, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107.
- BOMFAS, Kometen und Meteore II 163.
- BOND, Astrophotographie I 300 303 304; Astrophotometrie I 332 341 342 363; Kometen und Meteore II 74; Mechanik des Himmels II 330; Planeten IIIa 423 424 425 426 427 428 431 432; Registrierapparate IIIb 33 34; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525.
- BONIFACIUS IV., Chronologie I 614.
- BONPLAND, Kometen und Meteore II 114.
- BONTEMPS, Fernrohr I 706 707.
- BORASTON, Univesum IV 103 110.
- BORDA, Längenbestimmung II 275; Multiplikationskreis IIIa 288.
- BORKLUS, PETRUS, Fernrohr I 700.
- BORELLY, Kometen und Meteore II 75; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 517.
- BÖRGEN, Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 499.
- BOSCOVICH, R. J., Einleitung I 97 118 151 153; Bahnbestimmung I 568; Fernrohr I 705; Mikrometer IIIa 71 217.
- BOSS, LEWIS, Kometen und Meteore II 71; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 473 474; Univesum IV 105.
- BOSSKETT, M. J., Kometen und Meteore II 69 76; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 472 480.
- BOUGUER, Einleitung I 118 163; Astrophotometrie I 326 331 332 362; Heliometer II 4 5; Mikrometer IIIa 198.
- BOUQUET, Persönliche Gleichung IIIa 382.
- BOURDIN, Uhr IV 14.
- BOUVARD, Kometen und Meteore II 74; Planeten IIIa 429 430 431.
- BRADLEY, JAMES, Einleitung I 98 117 118 158 162; Aberration I 170; Altazimuth I 204; Doppelsterne I 671; Methode der kleinsten Quadrate IIIa 40; Mikrometer IIIa 67; Nutation IIIa 306; Parallaxe IIIa 346; Planeten IIIa 427 429; Präcession IIIb 16; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 100 107 108; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 457 458 459 460 462 473 475 478 487 498 504 515.
- BRAHE, CHRISTINE, Einleitung I 67.
- BRAHE, TYCHO s. TYCHO.
- BRANDER, Mikrometer IIIa 65.
- BRANDES, Fernrohr I 722; Heliometer II 5; Kometen und Meteore II 110 112 113 115 116 126 133 135 136 146 160 162 163.
- BRASHEAR, Astrophotographie I 222; Fernrohr I 748; Sternwarten IIIb 546.
- BRAUN, C., Astrophotographie I 222; Kosmogonie II 229; Persönliche Gleichung IIIa 376; Theilfehler IIIb 611.
- BREDICHIN, TH., Kometen und Meteore II 66 87 88 222; Planeten IIIa 417; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 491 502.
- BREEN, Planeten IIIa 429.
- BREGUET, Chronometer I 630 634.
- BREITHAUPT, Astrophotographie I 267.
- BREMIKER, Einleitung I 160; Längenbestimmung II 275; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 516.
- BRENDEL, M., Mikrometer IIIa 224 225 227 229 230 231 233 234 235.
- BRETTNER, Kometen und Meteore II 116.
- BREWSTER, Mikrometer IIIa 112.
- BRIGGS, H., Einleitung I 94.
- BRINKLEY, Bahnbestimmung I 569; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 480 481 482.
- BRINKMEIER, E., Chronologie I 624.
- BRIOSCHI, Polhöhe IIIa 491; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 482.
- BRISBANE, Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 475 483.
- BROOKS, Bahnbestimmung I 561; Kometen und Meteore II 52 62 69 77 94; Mechanik des Himmels II 336 343 351 358.
- BROKSEN, Kometen und Meteore II 70 75 94 95 218; Zodiakallicht IV 185.
- BROWNING, JOHN, Astrophotographie I 221 230 246 251; Astrospektroskopie I 375 379 380 386; Mikrometer IIIa 138 201; Planeten IIIa 417.
- BRUHNS, CARL, Kometen und Meteore II 74 75; Registrierapparate IIIb 43; Strahlenbrechung IIIb 557.
- BRULOFF, Sternwarten IIIb 531.
- BRUNNER, Aequatoral I 194 195.
- BRÜNNOW, Bahnbestimmung I 535 572 573; Kometen und Meteore II 71; Mechanik d. Himmels II 312; Methode d. kleinsten Quadrate IIIa 29 39; Mikrometer IIIa 186.
- BRUNO, GIORDANO, Einleitung I 72 78.
- BRUNOWSKI, JOHANN, Astrophotometrie I 356 358.
- BRUNS, H., Einleitung I 151; Methode der kleinsten Quadrate IIIa 32; Strahlenbrechung IIIb 549 552 571; Theilfehler IIIb 610 611.
- BRYGIUS, Astrophotometrie I 357.
- HUCHHOLZ, Finsternisse I 839; Planeten IIIa 433.
- BUCKINGHAM, Aequatoral I 194; Kometen u. Meteore II 73.
- BUFFON, Einleitung I 121; Kosmogonie II 246.
- BUGGE, Altazimuth I 204.
- BULLIALDUS, Einleitung I 96; Kometen und Meteore II 60.
- BURATINI, Planeten IIIa 393.
- BURCHELL, Astrophotometrie I 353.
- BURCKHARDT, J. C., Bahnbestimmung I 569 570; Finsternisse I 813; Kometen und Meteore II 72; Mechanik des Himmels II 459; Mikrometer IIIa 68 104; Planeten IIIa 429; Präcession IIIb 17.
- BÜRG, Finsternisse I 813; Mechanik des Himmels II 459.
- BÜRGI, J., Einleitung I 72 94; Uhr IV 4.
- BURNHAM, Doppelsterne I 674 675 690; Mikrometer IIIa 128 132; Planeten IIIa 418; Sternbilder IIIb 112 113.
- BURTON, CH. E., Mikrometer IIIa 136.

BUSAEUS, Einleitung I 76.
 BUSCH, Heliometer II 10; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 485.

C

CACCIATORE, Astrospektroskopie I 405; Stern-
 cataloge und Sternkarten IIIb 480.
 CAESAR, JULIUS, Einleitung I 31; Chronologie
 I 613 614.
 CAGNOLI, Mikrometer IIIa 243; Sterncataloge
 und Sternkarten IIIb 479 480.
 CALANDRELLI, Sterncataloge und Sternkarten
 IIIb 492.
 CALANDRIN, Einleitung I 122.
 CALIPPUS, Einleitung I 15 16 17.
 CALLANDREAU, Kometen und Meteore II 93 219.
 CAMPANI, GIUSEPPE, Fernrohr I 702 719.
 CAMPANI, MATTEO, Fernrohr I 702.
 CAMPANUS, JOHANNES, Einleitung I 53.
 CAMPBELL, Astrospektroskopie I 380 406 409;
 Kometen und Meteore II 56; Universum
 IV 110.
 CAMPHAUSEN, L., Astrophotographie I 258;
 Astrospektroskopie I 370 389 428.
 CAPELLA, MARTIANUS, Einleitung I 48 58.
 CAPELLI, Sterncataloge und Sternkarten IIIb
 494.
 CAPOCCI, Kometen und Meteore II 211; Plan-
 eten IIIa 433.
 CARDANUS, Chronometer I 634; Kometen und
 Meteore II 208.
 CARL, PH., Fernrohr I 721 736; Mikrometer
 III a 126; Uhr IV 19.
 CARLINI, Bahnbestimmung I 509; Sterncata-
 loge und Sternkarten IIIb 485.
 CARPENTIER, Uhr IV 40.
 CARRINGTON, R. C., Sonne IIIb 63 65 66 72;
 Sterncataloge und Sternkarten III b 486
 491 492 519.
 CARTESIUS, RENATUS (DESCARTES), Einleitung
 I 116; Fernrohr I 700 701; Kosmogonie
 II 228.
 CARUS, Kometen und Meteore II 107.
 CARY, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 481.
 CASPARI, Chronometer I 647 649.
 CASSEGRAIN, Astrophotographie I 214 238 256;
 Fernrohr I 704 744 746; Mikrometer IIIa
 202.
 CASSINI I 1625—1712 (JEAN DOMINIQUE) Ein-
 leitung I 96 97 117 118 120; Astro-
 photometrie I 357; Bahnbestimmung I
 571; Kosmogonie II 243 244; Mechanik
 des Himmels II 605 609; Mikrometer
 IIIa 65 66 68 100 167; Mond IIIa 247
 264 276 277; Parallaxe IIIa 328; Plan-
 eten IIIa 393 398 399 414 415 420 422
 426 427 428; Sonne IIIb 65; Zodiakal-
 licht IV 184.
 CASSINI II 1677—1756 (JACQUES) Einleitung I
 118 120; Planeten IIIa 393 425 428;
 Sonne III b 69.
 CASSINI IV 1748—1845 (JEAN DOMINIQUE)
 Sterncataloge und Sternkarten III b 479.
 CASTOR, Doppelsterne I 677.
 CATELL, Persönliche Gleichung IIIa 379.
 CAUCHOIX, Aequatoral I 194.

CAUCHY, L. H., Einleitung I 156; Bahnbe-
 stimmung I 570 571; Mechanik des
 Himmels II 395; Strahlenbrechung III b
 589.
 CAUSLAND, Astrophotographie I 239 240.
 CAYLEY, A., Bahnbestimmung I 534 572;
 Finsternisse I 813.
 CELORIA, GIOVANNI, Kometen und Meteore II
 52; Universum IV 73 74 84 88 89 120
 121.
 CENSORINUS, Einleitung I 5 48.
 CERASKI, W., Astrophotometrie I 344; Stern-
 cataloge und Sternkarten IIIb 508.
 CERULLI, Planeten IIIa 410; Sterncataloge u.
 Sternkarten IIIb 507.
 CHACORNAC, Sterncataloge und Sternkarten
 IIIb 516 517 518; Universum IV 74.
 CHALLIS, J., Einleitung I 159 571; Kometen
 und Meteore II 75; Planeten IIIa 431.
 CHAMBERS, Universum IV 70.
 CHANCE, Fernrohr I 706 707.
 CHANDLER, S. C., Almuccantar I 196 197 202;
 Astrophotometrie I 350 364; Kometen u.
 Meteore II 65 66 72 92 93; Mechanik
 des Himmels II 604; Mikrometer III a
 104; Polhöhe IIIa 493; Sternbilder IIIb
 112 449; Sterncataloge und Sternkarten
 IIIb 461; Strahlenbrechung IIIb 598.
 CHANTZIDAKIS, Kometen und Meteore II 161.
 CHAPPEL, Kometen und Meteore II 183.
 CHAPPUIS, Strahlenbrechung IIIb 553.
 CHARLIER, Kometen und Meteore II 96 97.
 CHARLOIS, Astrophotographie I 239; Kometen
 und Meteore II 62 63 75; Planeten III a
 440.
 CHASE, Heliometer II 23.
 CHLADNI, Einleitung I 161; Kometen und Me-
 teore II 51 105 106 108 110 111 112
 113 114 115 116 126 159 208.
 CHRISTIE, W. H. M., Astrophotometrie I 316
 363; Astrospektroskopie I 387 388 428;
 Persönliche Gleichung IIIa 374; Planeten
 IIIa 409; Sterncataloge und Sternkarten
 IIIb 501.
 CICERO, Einleitung I 31 53.
 CLAIRAUT, A. C., Einleitung I 117 121 122
 123 124 125 129 130 133 140 145 146
 147 158; Mechanik des Himmels II 406
 555 604.
 CLARK, Aequatoral I 194; Doppelsterne I 688;
 Fernrohr I 742; Mikrometer IIIa 115 127
 128 132 133; Planeten IIIa 413; Stern-
 bilder IIIb 113; Sterncataloge und Stern-
 karten IIIb 517.
 CLAUSEN, TH., Bahnbestimmung I 519 571;
 Kometen und Meteore II 72 75 90 91;
 Mikrometer IIIa 218 219; Sterncataloge
 und Sternkarten III b 488.
 CLEMENS, Sterncataloge und Sternkarten IIIb
 522.
 CLEMENT, Uhr IV 22.
 COGGIA, Kometen und Meteore II 70 94; Stern-
 cataloge und Sternkarten IIIb 517.
 COHN, FRITZ, Sterncataloge und Sternkarten
 IIIb 457 481.
 COLLA, Kometen und Meteore II 94 218.

- COMMON, Astrophotographie I 225; Kometen und Meteore II 75.
- COMSTOCK, G. C., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 502 503.
- DE CONDORCET, J. M., Bahnbestimmung I 569.
- CONTARINO, Polhöhe IIIa 477 485 490; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 500.
- COOKE, Äquatoreal I 194 195; Astrophotographie I 243; Fernrohr I 735 737.
- COOPER, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 486 517.
- COPELAND, Astrospektroskopie I 409 423 425; Planeten IIIa 389; Polhöhe IIIa 480; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 486 499.
- COPERNICUS, NICOLAUS, Einleitung I 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 72 73 74 75 77 78 79 80 93 95 96 97 98 99; Kometen und Meteore II 159; Mikrometer IIIa 91; Parallaxe IIIa 321 341; Polhöhe IIIa 480; Universum IV 58 98.
- COQUËBERT, EUGÈNE, Kometen und Meteore II 113.
- CORDER, Kometen und Meteore II 181 213.
- CORNU, A., Astrophotographie I 252; Astrospektroskopie I 396 399 426 429; Strahlenbrechung IIIb 590.
- CORRIGAN, Kometen und Meteore II 211.
- CORVINUS, MATHIAS, Einleitung I 55.
- CÖSTEK, Fernrohr I 701 702 703.
- COULVIER-GRAVIER, Kometen und Meteore II 158 159 160 163 164 169 184.
- COUMBARV, Planeten IIIa 433.
- CRAIG, Astrophotographie I 301.
- CRASSUS, HORATIUS, Kometen und Meteore II 55.
- CRALLE, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 45.
- CREW, Astrospektroskopie I 426.
- CRISWICH, Persönliche Gleichung IIIa 382.
- CROLL, Kosmogonie II 232.
- CROOKES, Astrophotographie I 301; Kosmogonie II 230 231.
- CROSSLEY, Doppelsterne I 685; Universum IV 123.
- CROVA, Astrophotometrie I 331 363.
- CRULS, Kometen und Meteore II 62.
- CUSA, NICOLAUS VON, Einleitung I 58; Chronologie I 615.
- CYSATUS, Kometen und Meteore II 57 59; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524.
- CZAVSKI, S., Fernrohr I 706 708 721 722 723 726 727 737 738 739; Mikrometer IIIa 132 237.
- CZUBER, E., Methode der kleinsten Quadrate IIIa 30 39 58.
- D**
- DAGUET, Fernrohr I 706 707.
- DALLMEYER, Astrophotographie I 235.
- DAMOISEAU, Einleitung I 158; Finsternisse I 813 838; Mechanik des Himmels II 449 454 455; Parallaxe IIIa 339.
- DANCKWORTT, O., Chronologie I 602.
- DARBOUX, Doppelsterne I 676.
- DARWIN, CH., Kosmogonie II 229 230.
- DARWIN, G. H., Finsternisse I 814; Horizontalpendel II 40; Kosmogonie II 233 242; Mechanik des Himmels II 601.
- DAUBRÉE, Kometen und Meteore II 105 109 154.
- DAVIDSON, Kometen und Meteore II 94 218.
- DAVIS, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 480.
- DAVY, HENRY, Kometen und Meteore II 115 126.
- DAWES, W. R., Astrophotometrie I 316 321 363; Doppelsterne I 674 675; Mikrometer IIIa 163 200 201 223 224; Planeten IIIa 401 417 423 424 426; Sternbilder IIIb 113.
- DECUPPIS, Planeten IIIa 433.
- DELAMÈRE, Einleitung I 5; Bahnbestimmung I 465 546; Finsternisse I 838; Polhöhe IIIa 446; Sonne IIIb 65.
- DELAUNAY, CH., Einleitung I 132 139 159. Finsternisse I 813 814; Mechanik des Himmels II 451 452 454 455 456 458; Parallaxe IIIa 339.
- DELISLE, Kosmogonie II 230; Parallaxe IIIa 338.
- DEMBOWSKI, Doppelsterne I 674 675; Mikrometer IIIa 163; Sternbilder IIIb 113.
- DEMOKRIT, Kometen und Meteore II 50 59; Universum IV 57.
- DENKER, Uhr IV 20.
- DENNING, Kometen und Meteore II 52 77 181 201 213; Planeten IIIa 417 420.
- DENT, Chronometer I 639; Uhr IV 15 22 25; Zeitbestimmung IV 177 178.
- DENZA, Kometen und Meteore II 213.
- DESLANDRES, Astrophotographie I 215 247.
- DESTOUCHES, Einleitung I 121.
- DEWAR, Astrospektroskopie I 421.
- DIDEROT, Einleitung I 121.
- DIDION, Kometen und Meteore II 154 156 158.
- DIPPEL, Fernrohr I 722.
- DIOCLETIAN, Chronologie I 610 614.
- DIODOR, Einleitung I 17.
- DIOGENES LÄRTIUS, Einleitung I 17; Kometen und Meteore II 50.
- DIONYSIUS, EXRGOUS, Chronologie I 614 615.
- DIRICHLET, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 30.
- DITSCHNEINER, Astrospektroskopie I 396.
- DITSCHENKO, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 509.
- DIVINI, EUSTACHIO, Fernrohr I 703.
- DOBERCK, W., Planeten IIIa 430; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 511; Uhr IV 20; Universum IV 110.
- DÖLLEN, Doppelsterne I 673; Sterncataloge u. Sternkarten IIIb 482; Zeitbestimmung IV 158 164 165.
- DOLLOND, GEORGE, Mikrometer IIIa 202 223.
- DOLLOND, JOHN, Fernrohr I 705 718 724; Heliometer II 5; Mikrometer IIIa 198 199.

- DOLLOND, PETER, Fernrohr I 705 706; Mikrometer IIIa 216.
- DONATI, Kometen und Meteore II 55 56 86 94 102.
- DOPPLER, CHRISTIAN, Einleitung I 163; Astrophotometrie I 359; Astrospektroskopie I 382 399 403 424 425 426 427 428; Doppelsterne I 675 690.
- DÖRFEL, Einleitung I 98.
- DOVE, Fernrohr I 706; Kometen und Meteore II 116.
- DOWES, Zeitbestimmung IV 177.
- DOWNING, Mechanik des Himmels II 573; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 462 464 485.
- DRACHOUSOFF, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 491.
- DRAPER, HENRY, Astrophotographie I 300 302 304; Astrospektroskopie I 391 396 397 423; Fernrohr I 747.
- DREYER, Polhöhe IIIa 480; Sternbilder IIIb 112 114 119 120 123 125 129 130 131 136 139 146 147 148 152 153 156 157 161 162 163 164 165 166 168 172 173 177 178 181 182 183 185 186 188 190 191 196 200 201 202 207 211 212 213 214 215 216 217 219 221 222 224 225 226 227 228 230 231 232 233 234 236 242 243 246 247 249 250 251 252 256 257 258 259 262 265 266 267 268 269 271 272 275 276 278 279 283 284 285 286 289 293 294 295 296 298 300 302 306 307 308 309 310 311 312 314 315 316 317 319 320 322 325 326 329 331 332 336 338 340 342 347 348 354 355 357 358 363 364 365 366 367 371 372 373 375 376 377 378 381 382 383 384 385 387 389 390 393 394 398 400 401 402 404 405 409 410 412 414 416 417 418 422 423 424 425 426 429 434 435 436 437 438 439 440 441 442 445 447 452; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 499; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525; Universum IV 113 114.
- DUBOIS, E., Bahnbestimmung I 458 572.
- DUFET, Strahlenbrechung IIIb 553 554.
- DUFOUR, Scintillation IIIb 51 52 53 54 56.
- DÜHRING, Kosmogonie II 234.
- DUMOUCHEL, Kometen und Meteore II 69.
- DUNÉR, Astrospektroskopie I 426 427; Doppelsterne I 674 675; Mikrometer IIIa 182 183; Sonne IIIb 71.
- DUNKIN, Persönliche Gleichung IIIa 382; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108.
- DUNLOP, JAMES, Kometen und Meteore II 74; Sternbilder IIIb 113; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524.
- DUNTHORNE, Einleitung I 119.
- DUPREL, Kosmogonie II 229.
- DUTERTRE, Chronometer I 625 629.
- E
- EARNSHAW, Chronometer I 625 626.
- EASTMAN, Persönliche Gleichung IIIa 374; Sonne IIIb 76; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 498.
- EASTON, Universum IV 63 65 68 70 118 119 120 121 122 123.
- EBERHARD, G., Kosmogonie II 229 230 242.
- EBERT, H., Kosmogonie II 228 230; Mond IIIa 248 286 287 288.
- EBLE, Zeitbestimmung IV 179 180.
- EDER, J. M., Astrophotographie I 244 271.
- EGGER, Uhr IV 39.
- EGOROFF, Astrospektroskopie I 399.
- EGTS, Uhr IV 38.
- EHLERT, R., Horizontalpendel II 39 41.
- EICHENS, MARTIN, Aequatorale I 194 195.
- EIFFE, Chronometer I 625 643.
- ELGER, Planeten IIIa 426.
- ELKIN, Heliometer II 11 17 23; Kometen u. Meteore II 60 61; Parallaxe IIIa 352; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 463; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527.
- ELLERY, R. L. J., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 501.
- ELLIS, Persönliche Gleichung IIIa 382.
- ENCKE, JOHANN, FRANZ, Einleitung I 92 155 160 163; Bahnbestimmung I 459 464 466 482 497 504 505 546 547 551 552 557 570 571; Coordinaten I 665; Doppelsterne I 676; Finsternisse I 821 828; Interpolation II 41; Kometen und Meteore II 60 68 69 74 75 86 90 94 101 102 227; Längenbestimmung II 275; Mechanik des Himmels II 307 330 485 492 493; Mechanische Quadratur II 618; Methode der kleinsten Quadrate IIIa 32 34; Mikrometer IIIa 199; Parallaxe IIIa 338 341; Persönliche Gleichung IIIa 368; Planeten IIIa 389 390 414 422 423 424 425 426 427 428 436; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 461; Sternwarten 531.
- v. ENDR, Planeten IIIa 398.
- ENGEL, FR., Universum IV 124.
- ENGELMANN, RUDOLPH, Astrophotometrie I 342 363; Doppelsterne I 674; Heliometer II 6 13; Kometen und Meteore II 74; Kosmogonie II 236; Mikrometer IIIa 67 78 175 215 242; Planeten IIIa 399 418 419; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 460 496 497.
- ENGSTRÖM, Kometen und Meteore II 75.
- ENNIUS, Mechanik des Himmels II 455.
- EPIGENES, Einleitung I 17; Kometen und Meteore II 50.
- EPPS, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 490.
- EPSTEIN, Universum IV 119 120 121.
- ERATOSTHENES, Einleitung I 18 30.
- ERCK, Planeten IIIa 413.
- ERMAN, Einleitung I 161; Kometen und Meteore II 147 188 189 195 196 209; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107.
- ERNST II. HERZOG VON GOTHA, Sternwarten IIIb 531.
- ERTEL, Theilfehler IIIb 602 603 606; Verticalkreis IV 127.
- ESPIN, Astrophotographie I 230; Astrospektroskopie I 422.
- ESSELBACH, Astrospektroskopie I 396.
- EUCLID, Mechanik des Himmels II 279.

- EUDOXUS, Einleitung I 9 10 11 13 14 15 16 17 52; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 455.
- EULER, LEONH., Einleitung I 115 117 121 122 131 132 133 138 140 141 142 143 145 146 148 149 150 153 154 159 160; Astrophotometrie I 333 335 342 362; Bahnbestimmung I 504 515 531 559 560 568 569 573; Fernrohr I 704 705; Kosmogonie II 234; Mechanik des Himmels II 298 301 366 372 565 567 602 603 604; Planeten IIIa 386; Strahlenbrechung IIIb 568.
- EVERETT, MISS, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 522.
- EWING, Horizontalpendel II 32.
- EXNER, K., Scintillation IIIb 51 55 57.
- EXNER, SIGM., Persönliche Gleichung IIIa 375 377 378.
- F**
- FABRICIUS, DAVID, Einleitung I 76 78 96; Astrophotometrie I 353 356; Sternbilder IIIb 208.
- FABRICIUS, JOHANNES, Einleitung I 76; Sonne IIIb 60.
- FABRITIUS, W., Bahnbestimmungen I 452 464 496 569 573; Mikrometer IIIa 70 100; Ort IIIa 313; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 502; Strahlenbrechung IIIb 562.
- FALLOWS, F., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 475 482 484.
- FARADAY, Fernrohr I 706; Kosmogonie II 231.
- FASHENDER, Chronologie I 624.
- FAUTH, Mikrometer IIIa 279; Planeten IIIa 415 416 423 424.
- FAYE, Einleitung I 160; Kometen u. Meteore II 75 127 179 222 227 228; Kosmogonie II 228 235 240 241 243 244 245; Planeten IIIa 414; Polhöhe IIIa 491; Sonne IIIb 66 70 73 74 84; Strahlenbrechung IIIb 582.
- FECHNER, Astrophotometrie I 322 323 324.
- FECKER, Registrirapparate IIIb 38 39.
- FEDORENKO, IVAN, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 479.
- FEIL, Fernrohr I 706 707 740.
- FELDT, L., Chronologie I 624; Kometen und Meteore II 116 118 146.
- FERGOLA, Polhöhe IIIa 492.
- FERGUSON, Planeten IIIa 434 435.
- FERRARIS, Fernrohr I 706 736.
- FEUILLÉE, Doppelsterne I 671.
- FIEVZ, CH., Astrospectroskopie I 394 398 429.
- FINLAY, Heliometer II 23; Kometen und Meteore II 60 61 75 77.
- FISCHER, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 39.
- FITZ, Aequatoreal I 194 195.
- FIZEAU, Planeten IIIa 410.
- FLAMMARION, C., Doppelsterne I 685 687.
- FLAMSFRED, JOHN, Einleitung I 98; Kometen und Meteore II 68; Planeten IIIa 429; Sternbilder IIIb 109 111; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 456 475 478 479 513.
- FLAUGERGUES, Mikrometer IIIa 68; Planeten IIIa 394; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 479.
- FLETSCHER, Doppelsterne I 674.
- FLINT, ALBERT S., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 509.
- FOLIE, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108.
- FONTANA, FÉLICE, Einleitung I 118; Mikrometer IIIa 116; Planeten IIIa 398 399 420.
- FORBES, Astrophotometrie I 331 363; Planeten IIIa 434.
- FÜRSTER, W., Biegung I 583; Kometen und Meteore II 74; Mikrometer IIIa 132 134 140 144 191; Polhöhe IIIa 475 477 480; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 461 471; Uhr IV 19; Universaltransit IV 54.
- FOKSTER, Fernrohr I 746.
- FOUCAULT, Astrophotographie I 230 231; Fernrohr I 708 745 747.
- FOURIER, Einleitung I 146; Mechanik des Himmels II 308 492; Mechanische Quadratur II 637 642.
- FRACASTOR, Einleitung I 71; Kometen und Meteore II 55.
- FRANKLAND, Astrospectroskopie I 423; Sonne IIIb 75.
- FRANZ, J., Heliometer II 9 11; Mechanik des Himmels II 609 612 618.
- FRAUNHOFER, Einleitung I 163; Aequatoreal I 179 189 195; Astrophotographie I 258 302; Astrospectroskopie I 368 387 396 400 405 407 408 409 410 412 428; Doppelsterne I 673; Fernrohr I 707 722 724 726 727 728 735 739 741; Heliometer II 4 5 6 7 8 12 13 16 24; Mikrometer IIIa 69 70 71 90 91 114 115 118 119 121 122 126 127 128 129 144 162 189 199 237; Registrirapparate IIIb 34; Sonne IIIb 64 78 79; Strahlenbrechung IIIb 589.
- FRIC, J., Astrophotographie I 222.
- FRIEDRICH, Persönliche Gleichung IIIa 378.
- FRIEDRICH II. VON DANEMARK, Einleitung I 67.
- FRIEDRICH II. VON DEUTSCHLAND, Einleitung I 53.
- FRIEDRICH II. VON PREUSSEN, Einleitung I 121 133; Chronologie I 616.
- FRISCHAUF, J., Bahnbestimmung I 572.
- FRISIUS, GEMMA, Zeitbestimmung IV 181.
- FRITSCH, K., Fernrohr I 746; Planeten IIIa 433.
- FÜESS, Astrophotographie. I 243 244; Mikrometer IIIa Tafel II Seite 134; Registrirapparate IIIb 38 40.
- FÜSS, Fernrohr I 705; Strahlenbrechung IIIb 563 595.
- G**
- GAILLOT, Planeten IIIa 434.
- GAKSCH, C., Zeitbestimmung IV 172.
- GALE, Mikrometer IIIa 102.
- VAN GALEN, Kometen und Meteore II 75.
- GALILEI, GALILEO, Einleitung I 74 75 76 77 94 99 101; Astrophotographie I 256; Astrospectroskopie I 391; Fernrohr I 700

- 701; Mond IIIa 246 281; Parallaxe IIIa 349; Planeten IIIa 393 413 418 420 428; Sonne IIIb 60 61 69; Uhr IV 3 4 5 6; Universum IV 58.
- GALILEI, VINCENTIO, Uhr IV 5.
- GALLE, Einleitung I 160; Kometen und Meteore II 52 200 211; Parallaxe IIIa 331; Planeten IIIa 423 424 425 427 431.
- GALLET, Planeten IIIa 426.
- GALLOWAY, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108.
- GAMBART, Kometen und Meteore II 73.
- GASCOIGNE, WILLIAM, Einleitung I 98; Fernrohr I 720; Kometen und Meteore II 53; Mikrometer IIIa 110 111.
- DE GASPARIS, A., Bahnbestimmung I 571.
- GASSENDI, Einleitung I 97; Planeten IIIa 420.
- GAUDIBERT, Mond IIIa 279.
- GAUSS, CARL FRIEDRICH, Einleitung I 115 154 157 158 159 163; Bahnbestimmung I 452 457 464 465 467 478 486 489 490 492 493 495 508 509 515 522 526 533 534 535 536 570 571 572 573; Chronologie I 619 621 624; Coordinaten I 662 663 665 667; Fernrohr I 705 710 715 722 723 724 726 728 736; Finsternisse I 828; Heliotrop II 27; Kometen und Meteore II 73 210; Mechanik d. Himmels II 302 303 312 374 395 397 576; Meridiankreis IIIa 10; Methode der kleinsten Quadrate IIIa 29 34 49 51 52 54 55 63; Planeten IIIa 385 414 435; Präcession IIIb 4 8 9; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107; Sterncataloge u. Sternkarten IIIb 481; Zeitbestimmung IV 157.
- GAUTHIER, Astrophotographie I 269 270; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 508.
- GAUTIER, Sonne IIIb 74.
- GAY-LUSSAC, Strahlenbrechung IIIb 552 553 554.
- GEBAUER, Kometen und Meteore II 116.
- GEBLER, Fernrohr I 722.
- GEHLER, Fernrohr I 737; Uhr IV 3 12 13 14 15.
- GEISLER, Astrophotographie I 256 276; Astrospectroskopie I 377 409 410; Kometen und Meteore II 89.
- GEIST, Uhr IV 34.
- GELEICH, Chronometer I 649; Uhr IV 13 14.
- GEMMA, CORNELIUS, Kometen und Meteore II 54 56.
- GENSICHEN, Kosmogonie II 228.
- GEORG FRIEDRICH VON BRANDENBURG-ANSPACH, Einleitung I 76.
- GEORG III. VON ENGLAND, Einleitung I 156.
- GERLAND, E., Fernrohr I 700 701 702 703; Uhr IV 5.
- GIACOMELLI, F., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 506.
- GIBBS, J. W., Bahnbestimmung I 573.
- GIESEK, TIEDEMANN VON KULM, Einleitung I 66.
- GILL, DAVID, Astrophotographie I 226 234 237 279 280 282 295; Heliotrop II 17 22 23; Parallaxe IIIa 330 331 332 340 352; Persönliche Gleichung IIIa 381; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 463 466 499 507 521; Strahlenbrechung IIIb 591 600.
- GILLISS, Parallaxe IIIa 330; Sterncataloge u. Sternkarten IIIb 486 489.
- GINZEL, F. K., Einleitung I 119; Chronologie I 601; Finsternisse I 797 816 817; Kometen und Meteore II 69.
- GLASENAPP, Aberration I 171; Doppelsterne I 674.
- GLEDHILL, Doppelsterne I 674 685.
- GODIN, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 462.
- GOLDSCHMIDT, Fernrohr I 722; Planeten IIIa 437; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527.
- GOODRICK, Astrophotometrie I 350 351.
- GORDAN, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 46.
- GORE, Astrophotometrie I 350 364; Planeten IIIa 389; Universum IV 95 98.
- VON GOTHARD, Astrophotographie I 219 221 222 223 225 226 227 228 229 234 235 236 237 239 241 242 244 245 246 247 248 249 251 253 254 255 256 263 270 271 273 277; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527.
- GOULD, BENJAMIN A., Einleitung I 162; Astrophotographie I 304; Astrophotometrie I 343 347 349; Bahnbestimmung I 497; Kometen und Meteore II 55 70; Planeten IIIa 437; Sternbilder IIIb 111 112 126 141 167 189 341 377; Sterncataloge u. Sternkarten IIIb 464 479 499 503 514 521; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527; Universum IV 66 67 68 69 70 77 96 97 122.
- GRAHAM, Registrirapparate IIIb 46; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 486 517; Uhr IV 14 23.
- GRANJEAN, Chronometer I 648.
- GRANT, ROBERT, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 497 506.
- GRASHOFF, Uhr IV 10 11 21.
- GRAU, Uhr IV 36.
- GRAY, Horizontalpendel II 32.
- GREEN, Universum IV 68.
- GREG, Kometen und Meteore II 181 183 213.
- GREGOR XIII., Einleitung I 94; Chronologie I 615; Kometen und Meteore II 185.
- GREGORY, D., Einleitung I 97; Fernrohr I 703 744.
- GRIMALDI, Mond IIIa 246.
- GRISCHOW, Kometen und Meteore II 72.
- GROOMBRIDGE, STEPHAN, Einleitung I 162; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 475 476 480.
- GROSELANDE, Uhr IV 29.
- GROSSMANN, E., Mikrometer IIIa 164; Uhr IV 13.
- GROTEFEND, H., Chronologie I 624.
- GRUBB, HOWARD, Aequatoral I 194; Astrophotographie I 226 230; Astrospectroskopie I 386; Fernrohr I 746; Mikrometer IIIa 132 133 136.
- GRUBER, Kometen und Meteore II 181 213.

- GRUEY, Biegung I 591; Theilfehler IIIb 611; Zodiakallicht IV 184.
- GRUITHUYZEN, Horizontalpendel II 28; Mond IIIa 247; Planeten IIIa 417 433.
- GRÜNWALD, Kosmogonie II 231.
- GUILLELMOUS, ABBAS HIRSAUCIENSIS, Einleitung I 53.
- GUINAUD, Fernrohr I 706.
- VON GUMPACH, JOHANN, Chronologie I 596 598.
- GUSSEW, Persönliche Gleichung IIIa 371.
- VON GUTSCHOWEN, GERHARD, Fernrohr I 702.
- GYDÉN, HUGO, Einleitung I 138 159; Aberration I 171; Astrophotometrie I 328; Bahnbestimmung I 573; Mechanik des Himmels II 395 446 457 493 494 497 498 499 505 510 513 514 517 519 520 601; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 472 499; Strahlenbrechung IIIb 558 559 560 561 562 563 564 565 566 577 587 589 596 597 598; Universum IV 95.
- H**
- HADLEY, Einleitung I 117; Jacobsstab II 49; Niveau, Niveaupuffer IIIa 289; Planeten IIIa 425; Prismenkreis IIIb 18 20.
- VON HAERDTL, Kometen und Meteore II 52; Planeten IIIa 390 415.
- HAGEN, Horizontalpendel II 37; Methode der kleinsten Quadrate IIIa 30; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 490.
- HAHN, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527.
- HAIDINGER, Kometen und Meteore II 159.
- HAKEM, Einleitung I 53.
- HALE, G., Astrophotographie I 222 247.
- HALL, A., Einleitung I 108; Doppelsterne I 674; Mikrometer IIIa 169 172; Planeten IIIa 399 413 420 421 425 426 439; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526.
- HALL, MAXWELL, Astrophotometrie I 340; Parallaxe IIIa 329.
- HALLEY, Einleitung I 51 117 118 119 120 121 139 147 148; Astrophotometrie I 353; Finsternisse I 813; Kometen und Meteore II 52 57 68 69 88 94 111; Tafel III 218; Mechanik des Himmels II 304 403; Parallaxe IIIa 327 333 338; Sonne IIIb 75; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 92; Sternbilder IIIb 109; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 456; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524.
- HALM, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 486.
- HALPHÉN, Doppelsterne I 676.
- HAMBURGER, M., Chronologie I 624.
- HAMILTON, Mechanik des Himmels II 289.
- HANKEL, Mikrometer IIIa 223.
- HANSEN, PETER ANDR., Einleitung I 137 140 146 147 158 159 162; Astrophotographie I 216; Bahnbestimmung I 464 466 484 492 493 498 499 570 571 572 573; Biegung I 580 581; Chronologie I 594; Finsternisse I 753 760 765 766 768 769 770 771 789 795 796 808 813 816 817 818 827 828; Heliometer II 6 24; Mechanik des Himmels II 311 330 343 372 374 396 415 416 418 419 421 422 426 428 429 430 444 451 453 454 455 456 459 460 478 638 643; Meridiankreis IIIa 8 14; Mikrometer IIIa 87 199 238; Mond IIIa 245; Parallaxe IIIa 325 326 338 339 340; Passageninstrument IIIa 355; Planeten IIIa 393 399; Registrirapparate IIIb 43 44 46; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 470; Strahlenbrechung IIIb 551; Theilfehler IIIb 604 610 611; Zeitbestimmung IV 138.
- HARCOURT, Fernrohr I 739.
- HARDING, Einleitung I 157; Planeten IIIa 390 391 398 414 418 419 436; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 515 516.
- HARKNESS, Biegung I 575; Persönliche Gleichung IIIa 374; Planeten IIIa 402; Sonne IIIb 77 79.
- HARRISON, WILLIAM, Chronometer I 625; Uhr IV 12 32.
- HARTENSTEIN, Kosmogonie II 228.
- HARTING, P., Fernrohr I 700 702.
- HARTMANN, J., Finsternisse I 751 757; Persönliche Gleichung IIIa 371 376 379 380.
- HARTNUP, Chronometer I 625.
- HARTSOEKER, Fernrohr I 701 703.
- HARTWIG, Astrophotographie I 357 (vgl. Berichtigungen); Heliometer II 17; Kometen und Meteore II 62; Mikrometer IIIa 222; Planeten IIIa 393.
- HARZER, PAUL, Einleitung I 159; Mechanik des Himmels II 388 396 497 498 505 519; Sonne IIIb 66 81; Sterncataloge u. Sternkarten IIIb 467 504; Strahlenbrechung IIIb 549; Zeitbestimmung IV 158 164 165 166.
- HASSAN, ISAAC BEN SAID, Einleitung I 54.
- HASSELBERG, Astrophotographie I 247; Astrospektroskopie I 405 408 409 410; Kometen und Meteore II 89; Sternhaufen u. Nebelflecke IIIb 530.
- HASTINGS, Sonne IIIb 82.
- HAUFFE, Scintillation IIIb 51.
- HAUSDORFF, Strahlenbrechung IIIb 549.
- HECKER, Horizontalpendel II 41.
- HEFNER, Astrophotometrie I 306 333.
- HEGEL, Planeten IIIa 435.
- HEILBRONN, Kometen und Meteore II 116.
- HEINIUS, Kometen und Meteore II 58.
- HEIS, Astrophotometrie I 343 347; Kometen und Meteore II 117 118 119 132 146 180 181 183 184 211 213; Planeten IIIa 429; Sternbilder IIIb 112 116 126 132 150 154 158 169 175 179 184 187 189 192 203 209 223 229 231 233 236 246 253 261 272 279 301 303 313 316 323 327 333 343 351 359 369 379 390 402 406 413 419 428 431 445; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 514; Universum IV 67 69 97 98 118; Zodiakallicht IV 184.
- HELFFENZRIEDER, Kometen und Meteore II 72.
- HELL, Sternbilder IIIb 109.
- HELLER, Fernrohr I 702.
- HELMERT, Mikrometer IIIa 165 166 190; Polhöhe IIIa 473; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526; Strahlenbrechung IIIb 586.

- HELMHOLTZ, Fernrohr I 706 738; Kosmogonie II 229 231 232 234 239 245 246; Mikrometer IIIa 219; Persönliche Gleichung IIIa 378 380; Sonne IIIb 91.
- HENCKE, Planeten IIIa 436; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 516.
- HENDERSON, Parallaxe IIIa 346; Persönliche Gleichung IIIa 382; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 458 484 486.
- HENGLER, L., Horizontalpendel II 28 29 30.
- HENNERT, J. F., Bahnbestimmung I 569.
- HENRY, PAUL, Astrophotographie I 229.
- HENKY, PROSPER, Astrophotographie I 229 287; Strahlenbrechung IIIb 589.
- HENRY, PAUL u. PROSPER, Aequatorial I 192 194; Astrophotographie I 231; Biegung I 589; Kosmogonie II 241; Persönliche Gleichung IIIa 382; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 517 518 522.
- v. HEPFERGER, Strahlenbrechung IIIb 557.
- HERACLIDES, Einleitung I 16; Kometen und Meteore II 49.
- HERMANN, Persönliche Gleichung IIIa 378.
- HERMITE, Mechanik des Himmels II 507.
- HERODOT, Einleitung I 3; Sonne IIIb 60.
- HEROTIZKY, Uhr IV 39.
- HERR, Methode der kleinsten Quadrate IIIa 29 35 39, Prismenkreis IIIb 25.
- HERRICK, Kometen und Meteore II 159 179 211 213; Planeten IIIa 433.
- HERSCHEL, ALEXANDER S., Kometen und Meteore II 125 163 211 212 213 220; Sonne IIIb 78.
- HERSCHEL, CAROLINE, Einleitung I 156; Fernrohr I 704; Kometen und Meteore II 74.
- HERSCHEL, JOHN, Einleitung I 108 162 163; Astrophotometrie I 307 312 341 348 353 363 397; Doppelsterne I 673 675; Fernrohr I 706 722; Mikrometer IIIa 155; Planeten IIIa 424 438; Sternbilder IIIb 112 113 114 115 116 117 118 122 124 126 127 128 133 134 135 136 138 139 141 142 143 144 145 146 151 154 155 156 159 160 161 167 169 170 171 172 175 176 177 180 181 184 185 187 188 189 190 192 193 194 195 196 198 199 200 203 204 205 206 209 210 211 219 220 221 222 223 224 228 229 231 233 235 237 238 239 240 241 242 246 248 253 254 255 261 262 263 264 265 271 273 274 275 277 278 280 281 282 283 289 290 291 292 293 298 299 301 302 304 305 306 313 314 316 318 319 321 322 323 324 325 327 328 330 332 333 334 335 338 339 340 341 342 343 344 345 346 347 351 352 353 354 357 359 360 361 362 363 369 370 371 375 377 379 380 381 386 387 388 389 390 391 392 393 397 399 400 402 403 404 406 407 408 409 411 412 413 414 415 417 419 420 421 422 428 431 432 433 334 444 445 446 447 449 450 451 452; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524 525; Universum IV 65 68 74 75 96 112 113 116 120.
- HERSCHEL, WILHELM, Einleitung I 156 162 163; Astrophotometrie I 343; Doppelsterne I 671 672 673 685; Fernrohr I 704; Kometen und Meteore II 55 89; Kosmogonie II 228 231 232 243; Mikrometer IIIa 112 113 114; Mond IIIa 276 280; Parallaxe IIIa 349; Planeten IIIa 394 400 402 419 420 425 427 428 429 430; Sonne IIIb 61 62 64 69 74; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 92 94 107; Sternbilder IIIb 113 115; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 475; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524 525 526 528 529; Sternwarten IIIb 538, Universum IV 60 61 63 64 65 66 72 74 75 86 89 90 91 94 95 111 112 116 120 121 123.
- HERTEL, Heliometer II 17.
- HERTZSPRUNG, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 478.
- HERZ, NORBERT, Einleitung I 46 52 54 66 93; Kometen und Meteore II 54; Mechanik des Himmels (Verf.) II 604; Methode der kleinsten Quadrate IIIa 48 (Verf.); Niveau, Niveauprüfer IIIa 297 (Verf.); Sonne IIIb 74 (Verf.) 80 (Verf.); Zeitbestimmung IV 143 (Verf.) 148 (Verf.) 164 (Verf.) 168 (Verf.) 171 (Verf.) 172 (Verf.).
- HEVEL, Einleitung I 97 98 120; Astrophotometrie I 356; Diopter I 670; Fernrohr I 702; Kometen und Meteore II 54 55 56 57 59 60 86; Mond IIIa 246 254 255 256 259 260 264 265 266 268 276 277 280 281; Planeten IIIa 390 420; Sternbilder IIIb 109 168 179 301 313 323 402 403 445; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 456 475 513; Sternhaufen u. Nebelflecke IIIb 524.
- HEYDE, Zeitbestimmung IV 178.
- HILFRIK, J., Chronometer I 648; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 506.
- HILGER, ADAM, Astrophotographie I 276 277; Astrospektroskopie I 379 380 387.
- HILL, Mechanik des Himmels II 505; Planeten IIIa 393 415.
- HILIER VON GAERTRINGEN, F. Freiherr, Einleitung I 31.
- HIND, Astrophotometrie I 357 358; Bahnsucher I 574; Kometen und Meteore II 68 73 224; Planeten IIIa 431 432; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 462 516 517; Universum IV 74.
- HIPP, MATHIAS, Mikrometer IIIa 130; Persönliche Gleichung IIIa 371; Registrirapparate IIIb 35 36 37 38 40 47; Uhr IV 20 36 37.
- HIPPARCH, Einleitung I 19 20 25 27 30 33 34 36 47 48 50 76 93; Kometen und Meteore II 53; Parallaxe IIIa 319 320 326; Sternbilder IIIb 223; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 455.
- HIRN, Astrophotometrie I 336; Kosmogonie II 243; Planeten IIIa 427.
- HIRSCH, Astrophotometrie I 316 363; Persönliche Gleichung IIIa 371; Uhr IV 20.
- VON HOEGH, Fernrohr I 721 722.
- HOEK, Kometen und Meteore II 98.
- HÖFFLER, Universum IV 60.
- HOFFMANN, Astrospektroskopie I 378.

HOFMANN, A. W., Fernrohr I 700; Planeten IIIa 433; Uhr IV 3 5.
 HOHWÜ, Uhr IV 18 20.
 HOLAGU ILEKHAN, Einleitung I 53.
 HOLDEN, Astrophotographie I 225; Kometen und Meteore II 74; Planeten IIIa 410 412; Sonne IIIb 76 77 81 82; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 503; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525 529; Universum IV 71 74 75.
 HOLMES, Kometen und Meteore II 52 77.
 HOLWARDA, Astrophotometrie I 353.
 HOMANN, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 97.
 HONTSCH, Uhr IV 37.
 HOOKE, Fernrohr I 702.
 HORNE, Aequatoral I 190.
 HORNER, Astrophotometrie I 321.
 HORNBY, Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 479.
 HORNSTEIN, C., Astrophotometrie I 313 363; Bahnbestimmung I 531 532 571; Kosmogonie II 240.
 HORREBOW, Mikrometer IIIa 112; Nutation IIIa 306 308; Passageninstrument IIIa 355; Planeten IIIa 398; Polhöhe IIIa 407 476 479 485 486 491; Sonne IIIb 67; Strahlenbrechung IIIb 601; Universalstrahl IV 55; Zeitbestimmung IV 172.
 HORROX, Finsternisse I 821; Parallaxe IIIa 338.
 HOUGH, Kometen und Meteore II 59; Planeten IIIa 415 416.
 HOUZEAU, J. C., Einleitung I 138; Astrophotometrie I 343 347; Bahnbestimmung I 571; Heliometer II 25; Stern-cataloge u. Sternkarten IIIb 514; Universum IV 66 67 68 79 82 84 85 93 98 111 118.
 HOWARD, CLOCK Co., Uhr IV 28.
 HUBBARD, Kometen und Meteore II 60 73.
 HUGGINS, Einleitung I 163; Astrophotographie I 220 230 256; Astrospectroskopie I 391 396 404 406 407 408 409 423 427 429; Kosmogonie II 235; Mond IIIa 279 280; Sonne IIIb 62 78 79 80; Sternhaufen u. Nebelflecke IIIb 529.
 HUMBOLDT, A. VON, Kometen und Meteore II 51 113 115 159 179 181 186 187 211; Mechanische Quadratur II 618; Scintillation IIIb 51 52 54 55.
 HUSSEY, Planeten IIIa 394.
 HUTH, Kometen und Meteore II 74.
 HUYGHENS, CHRIST., Einleitung I 75 97 98 99 113; Fernrohr I 701 702 703 718 719 720 730 734; Mikrometer IIIa 112; Planeten IIIa 399 400 402 420 427 428; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524; Uhr IV 4 5 6 7 9 10 11 20 32; Universum IV 58.
 HUYGHENS, CONSTANTYN, Fernrohr I 702.
 HYPATIA, Einleitung I 48.

J

JACOB, Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 488 492.
 JACOBI, Einleitung I 159; Mechanik des Himmels II 289 291 395 412 507 551 566; Methode der kleinsten Quadrate IIIa 45.

JACOBY, H., Astrophotographie I 279 282 286 292; Heliometer II 23 27; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527.
 JAHN, Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 515.
 JAMIN, Scintillation IIIb 57.
 JANSON, Astrophotometrie I 356 358.
 JANSSEN, Astrophotographie I 213 218 220 226; Astrospectroskopie I 385 399; Sonne IIIb 62 77 78.
 JANSSEN, ZACHAR., Fernrohr I 700.
 JAQUIER, Einleitung I 122.
 JAVELLE, Kometen und Meteore II 75 77; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525.
 JEN JUNIS, Einleitung I 53.
 JEDLER, Chronologie I 603 624.
 JEUKAT, Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 462.
 JEDRZCJEWICZ, Doppelsterne I 674.
 JESSE, O., Biegung I 586.
 JNGHIRAMI, Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 516.
 JOHANN III., Fernrohr I 705.
 JOHNSON, Einleitung I 162; Astrophotometrie I 323; Heliometer II 16; Planeten IIIa 414; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 462 475 484.
 JOHNSTON, Astrophotographie I 243.
 JOLY, Uhr IV 38.
 JONES, Astrophotographie I 300; Mikrometer IIIa 202 204; Uhr IV 39; Zodiacallicht IV 184.
 JONTE, Astrophotographie I 240.
 JÜNGER, Aequatoral I 195.
 JÜRGENSEN, URBAN, Chronometer I 648; Uhr IV 15.
 JUST, Astrophotographie I 221.
 JYORY, J., Bahnbestimmung I 570; Mechanik des Himmels II 535; Strahlenbrechung IIIb 559 560 561 562 564 567 587.

K

KÄSTNER, Astrophotometrie I 362.
 KAISER, F., Doppelsterne I 674; Fernrohr I 702; Kosmogonie II 231 273; Mikrometer IIIa 126 166 170 181 182 199 206 207 212 213 214; Persönliche Gleichung IIIa 371 372 373 376; Planeten IIIa 389 393 399 400 401 402 414 426 427 431; Sternwarten IIIb 531; Theilfehler IIIb 608 611; Uhr IV 20.
 KALIFFUS, Chronologie I 612.
 KALTENBRUNNER, F., Chronologie I 624.
 KAM, N. M., Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 477 492.
 KAMMERER, Zeitbestimmung IV 171.
 KÄMTZ, Scintillation IIIb 51.
 KANT, Kometen und Meteore II 84; Kosmogonie II 228 229 230 231 232 233 234 237 238 239 241 242 243 244 245 246; Sonne IIIb 91; Universum IV 58 123.
 KAPTEYN, J. C., Astrophotographie I 279 282 295 296; Parallaxe IIIa 350; Polhöhe IIIa 477 480 485; Stern-cataloge u. Sternkarten IIIb 499 522; Universum IV 72 101 104 105 106 107 108 109.

- KARL DER GROSSE, Einleitung I 53.
 KATER, Planeten IIIa 422.
 KATHARINA, Mond III a 246.
 KATHARINA II., Einleitung I 121.
 KAYSER, E., Astrophotometrie I 321; Astrospectroskopie I 398; Persönliche Gleichung III a 376; Strahlenbrechung III b 589.
 KEELER, J. E., Astrospectroskopie I 408 421 422 427 429; Mechanik des Himmels II 563; Planeten III a 410; Universum IV 123.
 KELLNER, Fernrohr I 730; Mond III a 279.
 KELVIN, Lord, Kosmogonie II 246, s. auch THOMSON W.
 KEMPF, P., Astrophotometrie I 323 344 364; Astrospectroskopie I 394 429; Mikrometer III a 94 100; Planeten III a 415; Eigenbewegung des Sonnensystems III b 97; Universum IV 78.
 KEPLER, Einleitung I 67 76 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100 105 156; Astrophotometrie I 356; Bahnbestimmung I 455 456 457 459 462 522 524 564 569 571 572 573; Chronologie I 615; Doppelsterne I 677 678 695; Fernrohr I 701; Finsternisse I 760; Kometen und Meteore II 68 208; Kosmogonie II 235 246; Mechanik des Himmels II 493; Parallaxe III a 319 320 321 322 325 326; Planeten III a 413; Sonne III b 60 61; Sternbilder III b 168; Universum IV 58; Zeitbestimmung IV 129.
 KERBER, Fernrohr I 726.
 KESSELS, Mikrometer III a 88; Uhr IV 13.
 KING, EDUARD, Kometen und Meteore II 113.
 KINNEBROOK, Persönliche Gleichung III a 386.
 KIRCH, GOTTFRIED, Einleitung I 98 117; Astrophotometrie I 350; Kometen und Meteore II 56 94 218; Mikrometer III a 111; Planeten III a 397.
 KIRCHHOFF, Einleitung I 163; Astrospectroskopie I 421; Sonne III b 61 69 78 79 86; Uhr IV 7.
 KIRKWOOD, Kometen und Meteore II 222 223; Kosmogonie II 239 240.
 KITTEL, A., Chronometer I 634.
 KLEIBER, Kometen und Meteore II 121 181; Kosmogonie II 243.
 KLEIN, FR., Uhr IV 35 36 37 38 39.
 KLEIN, H. J., Mond III a 279; Universum IV 68 69.
 KLINGSTJERNA, Fernrohr I 705.
 KLINKERFUES, Einleitung I 163; Bahnbestimmung I 458 497 498 570 572; Doppelsterne I 676; Kometen und Meteore II 73 94 218; Ort III a 313; Sterncataloge und Sternkarten III b 494.
 KLÜGEL, G. S., Bahnbestimmung I 569; Eigenbewegung des Sonnensystems III b 94 107.
 KMETZ, Sterncataloge und Sternkarten III b 481.
 KNOBEL, Astrophotometrie I 317 363; Sterncataloge und Sternkarten III b 477.
 KNOBLICH, Registrierapparate III b 35 42; Uhr IV 20.
 KNOBLOCH, Chronologie I 624.
 KNOPF, O., Mikrometer III a 91 132; Planeten III a 426; Sonne III b 87.
 KNORRE, V., Bahnbestimmung I 478 572; Mikrometer III a 122, Tafel II, 134 135 191 224 225 227 228 229 233; Planeten III a 426; Sterncataloge und Sternkarten III b 517.
 KOBOLD, Kometen und Meteore II 59; Mikrometer III a 91 150 161 167 196; Eigenbewegung des Sonnensystems III b 99 (Unterz.) 100 102 (Unterz.) 103 108 109; Sternhaufen und Nebelflecke III b 525; Universum IV 91 98 100.
 KOCH, Sternhaufen und Nebelflecke III b 527.
 KÖHLER, Mikrometer III a 71; Mond III a 277.
 KOHLEAUSCH, F., Fernrohr I 736; Persönliche Gleichung III a 378.
 KOLB, Parallaxe III a 325.
 KÖLLER, MARIAN, Sterncataloge und Sternkarten III b 485.
 KÖNIG, JOH., Kometen und Meteore II 60.
 KÖNIGSEFGER, Mechanik des Himmels II 559.
 v. KONKOLY, Astrophotographie I 217 218 (Verf.) 219 (Verf.) 220 (Verf.) 221 (Verf.) 222 223 (Verf.) 225 (Verf.) 226 (Verf.) 227 (Verf.) 228 (Verf.) 229 (Verf.) 230 (Verf.) 232 (Verf.) 237 (Verf.) 238 (Verf.) 239 (Verf.) 240 (Verf.) 241 (Verf.) 244 (Verf.) 245 (Verf.) 246 (Verf.) 247 (Verf.) 249 (Verf.) 252 (Verf.) 253 (Verf.) 254 (Verf.) 255 (Verf.) 258 (Verf.) 261 (Verf.) 263 (Verf.) 265 (Verf.) 266 (Verf.) 268 (Verf.) 271 (Verf.) 273 (Verf.) 277 (Verf.); Astrospectroskopie I 370 393 410 418 429; Fernrohr I 746; Kometen und Meteore II 181.
 v. KÖVESLIGTHY, Astrospectroskopie I 418.
 KOWALCZYK, Sterncataloge und Sternkarten III b 502.
 v. KOWALEWSKY, S., Mechanik des Himmels II 563.
 KOWALSKI, Strahlenbrechung III b 559.
 KRAEPELIN, Persönliche Gleichung III a 380.
 KRAFFT, Einleitung I 140.
 KRAMP, Strahlenbrechung III b 568.
 KREIL, Kometen und Meteore II 74.
 KREUTZ, Kometen und Meteore II 57 61 62 63 65 70 75 96.
 v. KRIES, Persönliche Gleichung III a 378.
 KRILLE, Registrierapparate III b 35 36 42.
 KRÜGER, A., Heliometer II 15; Kometen und Meteore II 71; Planeten III a 414; Sterncataloge und Sternkarten III b 519; Sternhaufen und Nebelflecke III b 526; Uhr IV 17.
 KRÜGER, FR., Astrospectroskopie I 429; Sternbilder III b 113.
 KRUSENSTEIN, Chronometer I 649.
 KRÜSS, Fernrohr I 724.
 KRZIZANOWSKY, Kometen und Meteore II 116.
 v. KUFFNER, Astrophotographie I 279; Heliometer II 17; Kosmogonie II 229; Meridiankreis III a 2 14; Methode der kleinsten Quadrate III a 40; Niveau, Niveauprüfer III a 297; Sterncataloge und Sternkarten III b 507 511; Zeitbestimmung IV 150.

- KÜHNE, Persönliche Gleichung IIIa 378.
 KÜHNERT, F., Bahnbestimmung I 573.
 KULLBERG, Chronometer I 643.
 KUNOWSKI, Mond IIIa 277.
 KÜSTNER, Aberration I 177; Finsternisse I 811; Mikrometer IIIa 88; Parallaxe IIIa 322; Polhöhe IIIa 475 491; Sterncataloge u. Sternkarten IIIb 460 471 504 507 510 520.
- L
- DE LACAILLE, Einleitung I 150 162; Astrophotometrie I 353 362; Mikrometer IIIa 70 71; Parallaxe IIIa 325; Sternbilder IIIb 109 122 140 167 220 270 288 330 332 339 341 377 388 399 411; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 475 478 487 500; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524.
 LAGOURNERIE, Heliometer II 5.
 LAGRANGE, JOSEPH LOUIS, Einleitung I 109 117 133 138 139 140 141 142 145 146 147 152 153 154; Bahnbestimmung I 569; Fernrohr I 732 736; Finsternisse I 760 828 830; Kosmogonie II 244; Mechanik des Himmels II 290 291 298 372 395 398 414 415 609 611; Parallaxe IIIa 335; Planeten IIIa 386; Strahlenbrechung IIIb 567.
 LAHIRE, Einleitung I 98 118; Kometen und Meteore II 71; Mikrometer IIIa 113; Planeten IIIa 393.
 DE LALANDE, JÉR., Einleitung I 119 145 148 150 162; Heliometer II 5; Mikrometer IIIa 113; Mond IIIa 247; Planeten IIIa 429 431; Sonne IIIb 65 69; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107; Sternbilder IIIb 109 168; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 462 470 472 476 478 479 480 498 500 515.
 LAMANSKY, Astrospektroskopie I 397.
 LAMB, MISS, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 505.
 LAMBERT, JOH. HEINRICH, Einleitung I 115 122 138 149 150 151 163; Astrophotometrie I 305 306 326 327 330 334 335 336 337 342 362; Bahnbestimmung I 452 486 504 531 532 533 534 569 570; Kosmogonie II 229; Mechanik des Himmels II 302; Mikrometer IIIa 65 199; Planeten IIIa 398; Universum IV 59 123.
 LAMRY, Kosmogonie II 241.
 LAMONT, Astrophotometrie I 311 317 363; Mikrometer IIIa 138; Planeten IIIa 394 431; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 477 485 489; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526.
 LAMP, E., Mikrometer IIIa 181.
 LAMPA, Kosmogonie II 229.
 LANCASTER, Einleitung I 138.
 LANDERER, Persönliche Gleichung IIIa 377.
 LANE, Kosmogonie II 232.
 LANGE, Persönliche Gleichung IIIa 379.
 LANGLEY, Astrophotometrie I 322 331 333 363; Astrospektroskopie I 397 425 429; Scintillation IIIb 55; Sonne IIIb 62 64 75 77.
 LANGRENUS, Mond IIIa 246.
 LANSBERG, Einleitung I 67 96.
 DELAPLACE, PIERRE SIMON, Einleitung I 138 139 141 155 156 157 158; Astrophotometrie I 326 327 330 331; Bahnbestimmung I 452 569 570 571 573; Finsternisse I 813 835; Kometen und Meteore II 67 72 84 93 97 115 209; Kosmogonie II 228 229 232 234 237 239 240 241 242 243 244 245 246; Mechanik des Himmels II 288 372 395 398 405 408 414 415 416 437 438 440 449 454 458 459 460 469 480 490 491 541 542 544 556 557 562 601; Methode der kleinsten Quadrate IIIa 30; Planeten IIIa 386 414 420 422 425 427 429; Sonne IIIb 91; Strahlenbrechung IIIb 558 559 576.
 LARGETEAU, C. L., Chronologie I 596 598.
 LASSANCE, Uhr IV 37 38.
 LASSELL, WILLIAM, Fernrohr I 704 747; Planeten IIIa 400 402 417 423 424 428 430 431 432; Universum IV 69.
 LAUGIER, Kometen und Meteore II 68; Sonne IIIb 65; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 462; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525.
 LAURENTIUS, Kometen und Meteore II 179 184.
 LAUTH, Einleitung I 4.
 LAVOISIER, Kosmogonie II 246.
 LECLANCHÉ, Uhr IV 36.
 LEFAVOUR, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 511.
 LEFÈVRE, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 462.
 LEGENDRE, Einleitung I 158; Bahnbestimmung I 452 570 571.
 DI LEGGE, A., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 506.
 LEHMANN, Chronologie I 599.
 LEHMANN-FILHÉS, Doppelsterne I 692; Kometen und Meteore II 91 139 141 142 146 174 221; Mechanik des Himmels II 458.
 LEIBNITZ, Einleitung I 117.
 LEMONNIER, Einleitung I 117 121; Planeten IIIa 429 430; Sternbilder IIIb 109; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 475.
 LEONARDO DA VINCI, Mond IIIa 250.
 LEONHARD, Astrophotometrie I 363.
 LEOPOLD, Prinz von Medici, Uhr IV 4.
 LEOVITIUS, CYPRIANUS, Astrophotometrie I 356.
 LEPAUTE, Madame, Einleitung I 121 148.
 LEREBOURS, Aequatoreal I 194.
 LEROY, PIERRE, Chronometer I 625 636 637.
 LESCARNAULT, Planeten IIIa 433.
 LESSER, Mechanik des Himmels II 374.
 LEVERRIER, URBAIN JEAN JOSEPH, Einleitung I 158 159 160; Finsternisse I 753 770 771 819 820 823 831; Kometen und Meteore II 71 72 75 210; Kosmogonie II 241; Mechanik des Himmels II 302 372 395 396 416 429 456 585; Ort IIIa 311; Planeten IIIa 386 389 390 393 399 431 432 433 434 435 438; Präcession IIIb 6 17; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 459; Zeitbestimmung IV 135.
 LEWIS, Doppelsterne I 674.
 LEWITZKY, Persönliche Gleichung IIIa 382.

LEXELL, Einleitung I 140; Kometen und Meteore II 72 92 93; Mechanik des Himmels II 394.

LIAS, Kometen und Meteore II 60.

LIANDRIER, Scintillation IIIb 55.

LIAPUNOW, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526.

LICHTENBERG, Kometen und Meteore II 110; Planeten IIIa 433.

LIEBIG, Fernrohr I 707.

LIEDTKY, Kometen und Meteore II 116.

LIEUTAUD, Sterncataloge und Sternkarten III b 462.

LILIO, ANTONIO, Chronologie I 615.

LILIO, LUIGI, Chronologie I 615.

LINDAUER, Astrophotometrie I 356.

LINDELOEF, Längenbestimmung II 266 267 268.

LINDEMANN, Astrophotometrie I 323 324 344; Universum IV 77 78.

v. LINDENAU, Parallaxe IIIa 346; Persönliche Gleichung IIIa 368.

LINDHAGEN, Uhr IV 33.

LINDSAY, Heliometer II 17; Längenbestimmung II 261.

LINDSTEDT, Einleitung I 138 159; Mechanik des Himmels II 505.

LIPPERSHEY, HANS, Fernrohr I 700.

LIPPICH, Fernrohr I 706.

LIPPMANN, Uhr IV 39.

LISTING, Fernrohr I 706 711; Mikrometer IIIa 234.

LITTRON, KARL VON (1811—1877), Mikrometer IIIa 138; Uhr IV 3 15; Universum IV 72.

LITTRON, J. J. VON (1781—1840), Bahnbestimmung I 570; Fernrohr I 707 724; Polhöhe IIIa 450; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 480.

LIVING, Astrospectroskopie I 421.

LOBATSCHESKY, NIKOLAUS IWANOWITSCH, Universum IV 124.

LOCKYER, J. NORMAN, Astrospectroskopie I 385 407 415 416 423 429; Kosmogonie II 233; Planeten IIIa 400 401 402; Sonne IIIb 75 78 84; Uhr IV 14 17 27.

LOFT, Planeten IIIa 433.

LOHRMANN, Kometen und Meteore II 116; Mond IIIa 247 249 251 253 254 260 262 263 271 272 273 274 277 278 279.

LOHSE, O., Astrophotographie I 216 221 225 236 237 240 268 269 270; Astrospectroskopie I 387 409 429; Mikrometer IIIa 224; Planeten IIIa 402 415 416 417.

LÖMMEL, E., Astrophotometrie I 305 306 335 337 363; Mikrometer IIIa 69.

LONGMAN, Universum IV 68.

LONGMONTAN, CHRISTIAN SEVERIN, Einleitung I 67 73 97; Kometen und Meteore II 68.

LOOMIS, Sonne IIIb 74.

LORENZ, Strahlenbrechung IIIb 554.

LOSEBY, Chronometer I 643.

LÖSKE, M., Chronometer I 636.

LOSSIER, L., Chronometer I 636.

LOUVILLE, Sonne IIIb 75.

LOWELL, PERCIVAL, Planeten IIIa 393 397.

LÖWENHERZ, Fernrohr I 706; Registrirapparate IIIb 40.

LÖWY, M., Aequatorale I 192; Astrophotographie I 223; Biegung I 587 588 589; Fernrohr I 746 747; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 505; Strahlenbrechung IIIb 600.

LUBBOCK, J. W., Bahnbestimmung I 570.

LUMIÈRE, Astrophotographie I 213 239; Fernrohr I 749.

LUMMIS, Planeten IIIa 433.

LUNDAHL, Parallaxe IIIa 346; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108.

LUTHER, E., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 487 493.

LUTHER, R., Sterncataloge und Sternkarten III b 516.

LUTHER, W., Sterncataloge und Sternkarten III b 505.

M

MACH, Persönliche Gleichung IIIa 380.

MAC CLEAN, Astrospectroskopie I 372 399.

MAC CORMICK, LEANDER, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 491.

MAC LAURIN, Einleitung I 117; Astrophotographie I 293; Parallaxe IIIa 315; Polhöhe IIIa 445.

MACLEAR, THOMAS, Kometen und Meteore II 74; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 487 488 493.

MAC LEOD, Planeten IIIa 426.

MADAN, Planeten IIIa 413.

MÄDLER, Astrophotographie I 301; Doppelsterne I 674; Mikrometer IIIa 173; Mond IIIa 246 247 248 250 252 253 254 256 257 259 260 261 262 263 266 269 273 274 275 276 277 278 279 281; Planeten IIIa 385 393 394 398 400 402 404 411 414 415 430 431; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 471 487.

MAESTLIN, Einleitung I 78; Mond IIIa 250.

MAGOLD, M., Chronologie I 624.

MAGRUDER, G. A., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 489.

MAHLER, E., Chronologie I 624.

MAIN, Heliometer II 16; Planeten IIIa 414; Sternbilder IIIb 112.

MAIRAN, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524.

DE MAISTKE, XAVIER, Astrophotometrie I 321.

MALVASIA, Mikrometer IIIa 65 113.

MANILIUS, Einleitung I 31.

MARALDI, Astrophotometrie I 350; Planeten IIIa 418 422 425; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 462.

MARCHAND, Zodiakallicht IV 184 185.

MARCUSE, Kometen und Meteore II 87; Polhöhe IIIa 475; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 497.

MARKWICK, Kometen und Meteore II 62.

MARIOTTE, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 552 553 554.

MARIUS, SIMON, Einleitung I 76; Scintillation IIIb 49; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524.

MARSH, V., Kometen und Meteore II So 89.

- MARTH, Biegung I 587 588 589; Planeten IIIa 413; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 515; Theilfehler IIIb 611; Universum IV 69 70.
- MARTIN, Biegung I 591; Mikrometer IIIa 115 123; Theilfehler IIIb 602 603 608.
- MASCARI, Planeten IIIa 397 426.
- MASCART, Astrospektroskopie I 396; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 554.
- MASKELYNE, Mikrometer IIIa 215 216 217; Persönliche Gleichung IIIa 368; Planeten IIIa 429; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 457 458 459 462 478 479 480.
- MASON, Kometen und Meteore II 121 147.
- MATTHIAS, Einleitung I 78.
- MATTHIENSEN, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527.
- MATZKA, W., Chronologie I 624.
- MAUNDER, Astrospektroskopie I 406; Planeten IIIa 409.
- MAUPERTUIS, Einleitung I 121.
- MAURER, Astrophotometrie I 327 330 331 363 Strahlenbrechung IIIb 564.
- MAURICE, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107.
- MAXWELL, Astrophotometrie I 336; Kosmogonie II 243; Mechanik des Himmels II 563; Planeten IIIa 427.
- MAY, Altazimuth I 204.
- MAYER, ANDREAS, Planeten IIIa 398.
- MAYER, CHRISTIAN, Doppelsterne I 671 672.
- MAYER, L., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 483.
- MAYER, ROBERT, Kosmogonie II 246; Sonne IIIb 90.
- MAYKE, TOBIAS, Einleitung I 117 119 120 122 138; Altazimuth I 204; Finsternisse I 751 813; Mechanik des Himmels II 413; Meridiankreis IIIa 6 13; Mikrometer IIIa 65; Mond IIIa 247; Planeten IIIa 429; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 92; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 475 478 504.
- MAYR (u. WOLF), Registrirapparate IIIb 38.
- MAYRHOFER, Uhr IV 33.
- MÉCHAIN, Kometen und Meteore II 74 94; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 462.
- MEDICI, Einleitung I 75.
- MEDWEDOFF, Kometen und Meteore II 105.
- MEIDINGER, Längenbestimmung II 257 258.
- MEISEL, Fernrohr I 742 747.
- MENDELEJEFF, Kosmogonie II 231; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 559.
- MENDENHALL, Astrospektroskopie I 396; Uhr IV 41.
- MENELAOS, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 455.
- MENGER, Uhr IV 36.
- MERKETT, Kometen und Meteore II 107.
- MERKATOR, Planeten IIIa 402.
- MERLING, Uhr IV 36 37 39.
- MERZ, Aequatorale I 194 195; Astrophotographie I 223 226 235 258; Astrospektroskopie I 368 371 375 376 378 384; Fernrohr I 707; Heliometer II 15; Mikrometer IIIa 131 181 183 206 213.
- MESSIER, Kometen und Meteore II 72 73 74 94 218; Planeten IIIa 433; Sternbilder IIIb 168; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 475; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 524.
- METIUS, JAKOB, Fernrohr I 700.
- METON, Einleitung I 7; Chronologie I 598 612.
- MEYER, A., Methode der kleinsten Quadrate IIIa 30 34 39 58.
- MEYER, Kosmogonie II 241 243.
- MEYERSTEIN, Astrophotographie I 241 242.
- MICHAL, M., Bahnbestimmung I 570.
- MICHELL, JOHN, Doppelsterne I 672; Universum IV 59 60.
- MICHELSON, Mikrometer IIIa 237 238.
- MILLOSEVICH, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 507 510.
- MILNE, Horizontalpendel II 40.
- MITCHEL, Kometen und Meteore II 86; Registrirapparate IIIb 33.
- MITTENTZWEI, Fernrohr I 724.
- MÖBIUS, Fernrohr I 705.
- MOBLER, Uhr IV 36.
- MOESTA, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 459 492 493.
- MOLL, Fernrohr I 700.
- MÜLLER, AXEL, Einleitung I 160; Kometen und Meteore II 75; Planeten IIIa 414.
- MOLYNEUX, Aberration I 170; Chronometer I 643.
- MOMMSEN, A., Chronologie I 624.
- MONCK, Universum IV 109.
- MONCKHOVEN, Astrophotographie I 219 243 268.
- MONTAGNE, Kometen und Meteore II 73.
- MONTANARI, Einleitung I 117; Astrophotometrie I 350; Mikrometer IIIa 65.
- MONTEIRO DA ROCCA, Mikrometer IIIa 68.
- MONTIGNY, Scintillation IIIb 50 51 52 53 54 56 57.
- MONTOJO, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 485.
- MORINE, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 509.
- MORITZ v. HESSEN, Einleitung I 72.
- MORSE, Registrirapparate IIIb 38.
- MOSER, Fernrohr I 706 721.
- MOSCOTTI, Kometen und Meteore II 74; Scintillation IIIb 58.
- MOTA BERTELLO, BERNARDINA DA, Kometen und Meteore II 105.
- MOUCHEZ, Chronometer I 649; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 522.
- MUDGE, Chronometer I 625; Uhr IV 26 27.
- MÜLLER, BARBARA, Einleitung I 78.
- MÜLLER, G., Astrophotometrie I 316 323 326 327 328 329 330 331 337 338 339 340 342 344 363 364; Astrospektroskopie I 394 395 399 409 416 418 429; Mikrometer IIIa 176 186 188; Planeten IIIa 390 393; Universum IV 78.
- MÜLLER, H., Persönliche Gleichung IIIa 378.

N

NACHET, Astrophotographie I 273.
 NAPOLI, Uhr IV 36.

NASINI, R., Sonne IIIb 79.
 NASMYTH, Mond IIIa 276; Sonne IIIb 62.
 NASSIREDDIN, Einleitung I 53.
 NECKER, Coordinaten I 665.
 NEPILLY, Kometen und Meteore II 116.
 NEPER, J., Einleitung I 94; Präcession IIIb 11.
 NEUMANN, B., Mechanik des Himmels II 543 544.
 NEUMANN, C., Fernrohr I 706.
 NEUMAYER, Chronometer I 647; Kometen und Meteore II 181 183 213.
 NEWCOMB, SIMON, Einleitung I 109 158; Aberration I 170 171; Aequatorale I 193; Bahnbestimmung I 466 546; Finsternisse I 771 813 817 818; Kosmogonie II 236 247; Mechanik des Himmels II 391 416 464 467; Mikrometer IIIa 141; Parallaxe IIIa 326 332 333 338 339 340 341; Planeten IIIa 390 393 399 413 415 430 431 432 434 435; Präcession IIIb 17; Sonne IIIb 74 75 80 83; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 459 464 465 466 467 468 469 476 496.
 NEWLAND, Kosmogonie II 231.
 NEWTON, H. A., Kometen und Meteore II 106 121 122 125 146 147 163 168 169 180 185 186 209 210 216 222 224 225.
 NEWTON, ISAAC, Einleitung I 77 95 97 99 101 102 103 104 105 106 107 109 110 112 113 114 115 116 117 118 120 121 122 129 130 131 133 143 148 150 152 160 161; Astrophotographie I 328; Bahnbestimmung I 452 458 463 568 570 571; Doppelsterne I 676 677 678; Fernrohr I 703 704 705 742 744 747; Interpolation II 43 45; Kosmogonie II 228 230 238 239 243 244; Mechanik des Himmels II 278 279 286 298; Parallaxe IIIa 386; Planeten IIIa 414; Prismenkreis IIIb 18; Strahlenbrechung IIIb 555 558 559 576; Universum IV 58.
 NICETAS, Einleitung I 17 58.
 NICOLSON, Scintillation IIIb 49; Uhr IV 13.
 NICOL, Astrophotometrie I 307 313 317 318 319 320; Fernrohr I 741.
 NICOLAI, F. B. G., Bahnbestimmung I 570; Planeten IIIa 414.
 NIESSL, Einleitung I 161 162; Kometen und Meteore II 67 109 190 200 201 202 208.
 NIKOLAUS II., Sternwarten IIIb 533.
 NIPPOLDT, Uhr IV 18 19.
 NISSEN, Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 470.
 NOBILE, Polhöhe IIIa 491.
 NOËL, Astrophotometrie I 353.
 NORDENSKJÖLD, Einleitung I 162; Kometen u. Meteore II 105 109.
 NUMA, Chronologie I 613.
 NYLAND, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527.
 NYRÉN, MAGNUS, Aberration I 171 176; Mechanik des Himmels II 573 592; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 502 510; Strahlenbrechung IIIb 583 584 585 586 596 598; Theilfehler IIIb 606 607 608 611.

O

OBERNETTER, Astrophotographie I 240.
 OELTZEN, Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 470 476 477 483 486 493.
 OHRT, Planeten IIIa 433.
 OLBERS, HEINRICH WILHELM, Einleitung I 115 154 155 157 158; Bahnbestimmungen I 452 464 505 506 514 518 519 520 528 530 531 555 561 565 568 569 572 573; Kometen und Meteore II 69 86 88 94 101 102 112 113 120 126 133 180 186 209; Kosmogonie II 240; Mikrometer IIIa 71; Planeten IIIa 425 435 436; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107; Universum IV 94 123 175.
 DE OLIVEIRA-LACAILLE, Kometen und Meteore II 62.
 OLMSTED, Kometen und Meteore II 108 113 116 117 119 178 179 180.
 OLUFSEN, Parallaxe IIIa 325; Planeten IIIa 393; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 481.
 OMAR III., Chronologie I 622.
 OOM, Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 494.
 OPPENHEIM, Astrophotographie I 279; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527.
 v. OPFOLZER, EGON, Sonne IIIb 86 87; Strahlenbrechung IIIb 551 553 554 (Verf.) 561 (Verf.) 564 (Verf.) 566 572 579 (Verf.) 580 582 583 584 585 586 594 600.
 v. OPFOLZER, JOH., Einleitung I 159.
 v. OPFOLZER, THEODOR, Einleitung I 119 158 159 160; Aberration I 172; Bahnbestimmung I 464 465 468 477 485 493 501 502 508 513 514 515 520 531 536 539 540 542 558 560 561 562 563 564 569 572 573; Chronologie I 598 600 601; Finsternisse I 753 766 770 771 797 816; Kometen und Meteore II 141 196 209 210 211 226; Kosmogonie II 243; Längenbestimmung II 259; Mechanik des Himmels II 304 305 312 313 327 334 343 347 356 431 435 456 477 486 490 580 586 587 593; Mechanische Quadratur II 618 620 627 631; Methode der kleinsten Quadrate IIIa 29 34 39; Nutation IIIa 302 303 304; Ort IIIa 313; Parallaxe IIIa 334; Planeten IIIa 433 434 438; Präcession IIIb 7 11 12 17; Registrirapparate IIIb 47; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525; Strahlenbrechung IIIb 554 559 560 561 564 566 567 570 571 572 573 588 597.
 ORIANI, Planeten IIIa 435; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 481.
 ÖRTEL, Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 472.
 OSTWALD, Uhr IV 4.
 OTTAWA, Kometen und Meteore II 116.
 ÖTTINGEN, Uhr IV 4.
 OUDEMANS, Heliometer II 17; Mikrometer IIIa 209; Niveau, Niveauprüfer IIIa 200; Planeten IIIa 389 415 426; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 487; Uhr IV 18.

P

- PACCASSI, J. B. v., Bahnbestimmung I 568.
- PALISA, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 507 517; Universum IV 74 75.
- PALITZSCH, Astrophotometrie I 350; Kometen und Meteore II 68.
- PALJAS, Kometen und Meteore II 51 105 110 112.
- PALMIERI, Astrospektroskopie I 403; Sonne IIIb 79.
- PANNEKOEK, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 515; Universum IV 70 118 119.
- PANODORUS, Chronologie I 610 614.
- PAPE, Kometen und Meteore II 122 211.
- PARKER, Kometen und Meteore II 178.
- PARKHURST, Astrophotometrie I 322 337 340.
- PARMENIDES, Mond IIIa 246.
- PASTORFF, Planeten IIIa 433.
- PAUL III., Einleitung I 66.
- PAUL V., Einleitung I 74.
- PAULUS, Chronologie I 599.
- PAULY, M., Astrophotographie I 248 258.
- PEARSON, Heliometer II 5; Mikrometer IIIa 117 202; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 484.
- PECKHAM, Scintillation IIIb 54.
- PECHÜLE, Kometen und Meteore II 60.
- PEIRCE, Astrophotometrie I 344 348; Kometen und Meteore II 86 196; Längenbestimmung II 271; Planeten IIIa 427 431 432; Universum IV 97.
- PÉRIGAUD, Biegung I 589; Teilfehler IIIb 608 611.
- PERNTER, Scintillation IIIb 52.
- PERNY, Kometen und Meteore II 94.
- PERREAU, Strahlenbrechung IIIb 553.
- PERRÉY, ALEXANDER, Bahnbestimmung I 571.
- PERRINE, Kometen und Meteore II 73.
- PERRON, Uhr IV 14.
- PERROT, Horizontalpendel II 30.
- PERROTIN, Kometen und Meteore II 74 75; Planeten IIIa 409 410.
- PETER d. GR., Chronologie I 620.
- PETERS, C. A. F., Einleitung I 145; Aberration I 171 174; Doppelsterne I 688; Heliometer II 14; Horizontalpendel II 31 37; Mechanik des Himmels II 573; Nutation IIIa 304; Parallaxe IIIa 346; Registrierapparate IIIb 34; Sterncataloge u. Sternkarten IIIb 459 463 466 472; Teilfehler IIIb 606 611; Universum IV 76 94.
- PETERS, C. H. F., Kometen und Meteore II 76 94; Planeten IIIa 432; Sonne IIIb 63; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 516 517; Universum IV 74 75.
- PETERS, C. F. W., Chronometer I 646 647; Kometen und Meteore II 210.
- PETERSEN, J. FR., Kosmogonie II 228; Planeten IIIa 391 431; Polhöhe IIIa 453; Sonne IIIb 65; Uhr IV 29.
- PETZOLDT, Kometen und Meteore II 116.
- PEURBACH, GEORG, Einleitung I 51 55 56 66; Gnomon II 3.
- PEYRA, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 510.
- PFLÜGER, Persönliche Gleichung IIIa 375.
- PHILIPP VON HESSEN, Einleitung I 72.
- PHILIPP VON MACEDONIEN, Einleitung I 15 16.
- PHILIPPS, Astrophotographie I 301; Chronometer I 636 637 650.
- PHILIPPUS ARIDÄUS, Chronologie I 609.
- PHILOLAUS, Einleitung I 9 17 58.
- PIAZZI, Einleitung I 157 162; Astrospektroskopie I 405; Planeten IIIa 435; Präcession IIIb 16; Sterncataloge u. Sternkarten IIIb 457 475 480 515; Universum IV 62.
- PICARD, Einleitung I 98 101 117 118; Mikrometer IIIa 110 111 113; Sterncataloge u. Sternkarten IIIb 462.
- PICKERING, Astrophotographie I 230 259; Astrophotometrie I 317 318 320 339 342 344 346 347 348 350 360; Astrospektroskopie I 369 411 413 414 416 417 418 419 420 422 428 429; Doppelsterne I 690; Planeten IIIa 411 413 429 430 432; Sonne IIIb 62; Universum IV 76 102 103 104 110.
- PICUS VON MIRANDULA, Graf JOHANN, Einleitung I 95.
- PIERSON, Kosmogonie II 237.
- PIGOTT, Kometen und Meteore II 74.
- PIHL, Mikrometer IIIa 109; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526.
- PINGRÉ, Kometen und Meteore II 52.
- PIPER, F., Chronologie I 624.
- PISTOR, Biegung I 586; Mikrometer IIIa 115 123; Teilfehler IIIb 602 603 608.
- PLANA, Einleitung I 158; Finsternisse I 813; Mechanik des Himmels II 449 454 455; Parallaxe IIIa 339; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 482.
- PLANTAMOUR, E., Bahnbestimmung I 568 570; Horizontalpendel II 40; Persönliche Gleichung IIIa 371; Sterncataloge u. Sternkarten IIIb 488.
- PLASSMANN, J., Universum IV 70 98 117 118 119.
- PLATO, Einleitung I 9 15 58; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 455.
- PLINIUS Einleitung I 6 8 9 17 30 31 48 77; Fernrohr I 707; Universum IV 73; Zeitbestimmung IV 178 179.
- PLUTARCH, Einleitung I 6 18 30 77; Kometen und Meteore II 50; Mond IIIa 246; Sonne IIIb 61.
- POCZOBUT, Sternbilder IIIb 109.
- POGSON, Astrophotometrie I 323 324 329; Kometen und Meteore II 73.
- POINCARÉ, Einleitung I 129 159; Mechanik des Himmels II 520 521 523 551; Sonne IIIb 82.
- POISSON, Einleitung I 159; Kosmogonie II 247; Mechanik des Himmels II 299 399 541 543.
- POND, Altazimuth I 204; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 458 462 471 475 481 482 483 485.
- PONS, Einleitung I 160; Kometen und Meteore

II 68 69 73 74 75 94 218; Planeten III a 433.
 PONTECOULANT, Einleitung I 158; Bahnbestimmung I 570; Mechanik des Himmels II 416 449 454 492.
 POOLE, Chronometer I 642 643.
 POOR, C. LANE, Kometen und Meteore II 92.
 PORRO, Fernrohr I 736; Sterncataloge und Sternkarten III b 480.
 DELLA PORTA, Scintillation III b 54.
 PORTER, J. G., Sterncataloge und Sternkarten III b 504 506 509.
 POSIDONIUS, Einleitung I 30.
 POTHENOT, Einleitung I 29.
 POTTIER, L., Finsternisse I 838.
 POUILLLET, Astrophotometrie I 327; Sonne III b 87 88 89.
 POWALKY, Planeten III a 393.
 PRAZMOWSKY, Persönliche Gleichung III a 371.
 PRECHTL, Fernrohr I 722 724.
 PRESSLER, Kometen und Meteore II 116.
 PREUSS, Doppelsterne I 673.
 PREVOST, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 107.
 PERY, ADALBERT, Universum VI 82 83 85.
 PRITCHARD, CHARLES, Astrophotometrie I 321 331 344 345 346 364; Kometen und Meteore II 127; Mikrometer III a 134; Parallaxe III a 353; Sternbilder III b 112.
 PRITCHETT, Kometen und Meteore II 62; Planeten III a 399 413.
 V. PRITTWITZ, Kometen und Meteore II 116.
 PROCTOR, R. A., Bahnbestimmung I 572; Kosmogonie II 244; Planeten III a 402 403 404 409; Sonne III b 75; Universum IV 113 116.
 PTOLEMAUS, CLAUDIUS, Einleitung I 8 14 20 24 25 29 30 32 33 34 35 36 37 38 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 54 55 56 57 58 60 61 62 63 64 66 72 73 74 77 78 97; Alhidade I 195; Armille I 210; Astrophotometrie I 343 346 347; Chronologie I 608 609 616; Diopter I 670; Gnomon II 2 3; Parallaxe III a 320 321 326; Sternbilder III b 109 110 115 125 132 138 150 154 158 174 184 187 189 192 198 203 208 228 229 231 233 235 236 245 252 261 262 272 279 290 303 316 318 321 327 343 351 359 369 378 386 389 391 396 406 413 419 427 430; Sterncataloge und Sternkarten III b 455; Sternhaufen und Nebelflecke III b 524.
 PTOLEMAËUS, PHILADELPHUS, Einleitung I 18.
 PULSIFER, Astrospektroskopie I 402.
 PYTHAGORAS, Einleitung I 6 9 17.

Q

QUETELET, Astrophotometrie I 321; Kometen und Meteore II 112 116 147 160 161 179 184 185; Planeten III a 422; Sterncataloge und Sternkarten III b 472.
 QUETELET, ERNEST, Sterncataloge und Sternkarten III b 495.

VALENTINER, Astronomie, IV.

R

RAAB, Uhr IV 40.
 RADAU, R., Bahnbestimmung I 573; Kosmogonie II 237 241; Mechanik des Himmels II 312 313; Strahlenbrechung III b 551 554 555 562 564 566 567 587 589 594 597 598.
 RADCLIFFE, Einleitung I 98; Sterncataloge und Sternkarten III b 476 482 487 493 497 506 511.
 RAHTS, Kometen und Meteore II 75.
 RAMBAUT, A. A., Doppelsterne I 692; Mikrometer III a 163; Sterncataloge und Sternkarten III b 479 504 506 511.
 RAMON Y CAJAL, Persönliche Gleichung III a 377.
 RAMSDEN, Aequatoreal I 179; Altazimuth I 204; Astrophotographie I 255; Fernrohr I 706 718 719 720 730 732 734 737; Mikrometer III a 202; Nonius III a 302.
 RAMSEY, Sonne III b 79.
 RANCKEN, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 107 108.
 RANKINE, Kosmogonie II 247.
 RANSOME, Altazimuth I 204.
 RANYARD, A. C., Planeten III a 417; Universum IV 70.
 RAVET, Astrospektroskopie I 413 415; Sonne III b 78; Sterncataloge und Sternkarten III b 507; Universum IV 110.
 RAYLEIGH, Lord, Scintillation III b 56.
 READ, Astrophotographie I 301.
 V. REBEUR-PASCHWITZ, E., Bahnbestimmung I 466; Horizontalpendel II 28 32 33 36 37 39 40; Mikrometer III a 151; Sternhaufen und Nebelflecke III b 527; Sternwarten III b 548.
 REGIOMONTAN, (JOHANN MÜLLER), Einleitung I 55 56 93; Jacobsstab II 48; Kometen und Meteore II 50 51 52.
 REGNAULT, Strahlenbrechung III b 556; Uhr IV 15.
 REICHEL, Mikrometer III a 224; Polhöhe III a 474.
 REICHENBACH, Altazimuth I 204; Biegung I 591; Fernrohr I 706 707; Heliometer II 10; Sterncataloge und Sternkarten III b 481 489 493; Theilfehler III b 610; Universalinstrument IV 44.
 REIMARUS, Ursus, Einleitung I 67 78.
 REIMER, DIETRICH, Sterncataloge und Sternkarten III b 515.
 REINFELDER, Heliometer II 17.
 REINHOLD, Einleitung I 66.
 REINHOLD, Kosmogonie II 230.
 REPSOLD, Aequatoreal I 179 191 194 195; Altazimuth I 205; Astrophotographie I 215 232 233 238 266 270 283; Bahnsucher I 575; Biegung I 580 582 591 592; Heliometer II 6 12 15 16 17 20; Horizontalpendel II 32 33; Längenbestimmung II 250; Meridiankreis III a 1 14; Mikrometer III a 71 115 119 120 121 124 125 126 128 Tafel I S. 129 130 132 184 186 194 199; Nivenau, Niveauprüfer III a 290; Persönliche Gleichung III a 375 376; Polhöhe III a 461; Sterncataloge und Stern-

- karten III b 474 493; Theilfehler III b 602 605 606 611; Universaltransit IV 55.
RÉSAL, Mechanik des Himmels II 557.
RESPIGHI, Astrospektroskopie I 405; Planeten III a 426; Scintillation III b 50 56 58; Sonne III b 82 84; Sternecataloge und Sternkarten III b 498 501.
RETZIUS, Persönliche Gleichung III a 377.
REUSCH, Kometen und Meteore II 109.
RHAETICUS, Einleitung I 66.
RICCA, Astrospektroskopie I 405.
RICCIOLI, Einleitung I 17; Mond III a 246 247 259 264 277; Planeten III a 399 420.
RICCO, Kometen und Meteore II 63; Sonne III b 72.
RICHER, Einleitung I 118; Parallaxe III a 332.
RICHTHOFEN, Kometen und Meteore II 116.
RIEFLER, Uhr IV 11 15 16 20 29 31 32.
RIEMANN, Kosmogonie II 247.
RIEWSKY, Sternecataloge und Sternkarten III b 508.
RIGAUD, Sternecataloge und Sternkarten III b 482.
RISTEEN, Eigenbewegung des Sonnensystems III b 97.
RISTENPART, Kometen und Meteore II 73; Mikrometer III a 102; Eigenbewegung des Sonnensystems III b 96 107 108; Sternecataloge und Sternkarten III b 468 (Verf.) 470 (Verf.) 477 (Verf.); Universum IV 66 67 73 82 83 85 108 121.
RIITTER, E., Bahnbestimmung I 571; Kosmogonie II 229 232 233 234 235 236 237 238 239 243 246 247; Planeten III a 433.
RIVIÉRE, Strahlenbrechung III b 553.
ROBERT, S., Kometen und Meteore II 154 156 158.
ROBERTS, Astrophotographie I 230; Kosmogonie II 232; Sternhaufen und Nebelflecke III b 528.
ROBERTSON, Sternecataloge und Sternkarten III b 482 517.
ROBINSON, F. G., Sternecataloge und Sternkarten III b 498.
ROBINSON, E. R., Sternecataloge und Sternkarten III b 486.
ROCHER, Kosmogonie II 241 242.
ROCHON, Mikrometer III a 219 220 221 224 229 230.
RODANET, Chronometer I 626, Tafel II.
ROGERS, J. A., Mikrometer III a 123.
ROGERS, WILLIAM A., Sternecataloge und Sternkarten III b 498 503.
ROHLFS, GEHARD, Kometen u. Meteore II 108.
ROHRBACH, Sternecataloge und Sternkarten III b 515.
ROMBERG, H., Mikrometer III a 161; Sternecataloge und Sternkarten III b 477 494 497 498 507.
RÖMER, OLAUS, Einleitung I 98 118; Aequatoral I 179; Altazimuth I 204; Mikrometer III a 112; Parallaxe III a 346; Passageninstrument III a 355; Polhöhe III a 467; Eigenbewegung des Sonnensystems III b 92.
ROMME, Chronologie I 623.
ROSE, Kometen und Meteore II 109 110.
ROSÉN, Astrophotometrie I 323 344; Universum IV 77 78.
ROSENKRANZ, Kosmogonie II 228.
ROSSETTE, Fernrohr I 707.
RÖSLIN, Einleitung I 67 78.
ROSS, Aequatoral I 195; Kometen und Meteore II 94.
ROSSE, Earl of, Fernrohr I 704; Planeten III a 400 402; Sternhaufen und Nebelflecke III b 526 529; Universum IV 68.
ROTHMANN, Einleitung I 72; Sternecataloge und Sternkarten III b 455.
ROWLAND, Astrophotographie I 222 246; Astrospektroskopie I 394 395 398 426 429.
ROYER, Sternbilder III b 109 338.
RUDOLF II., Einleitung I 67 78 92; Chronologie I 615.
DE LA RUE, WARREN, Astrophotographie I 264 300 301; Sonne III b 67 69.
RÜPFERT, F. W., Uhr IV 26.
RUMFORD, Einleitung I 163.
RÜMKER, Einleitung I 162; Kometen und Meteore II 74; Sternbilder III b 113; Sternecataloge und Sternkarten III b 475 483 485 490; Sternhaufen und Nebelflecke III b 525.
RUNGE, Astrospektroskopie I 398; Strahlenbrechung III b 589 591.
RUSSELL, Horizontalpendel II 40; Planeten III a 397.
RUTHERFURD, Astrophotographie I 246 256 279 304; Astrospektroskopie I 396; Heliometer II 27; Sternhaufen und Nebelflecke III b 527.

S

- SABINE**, Sonne III b 74.
SABINE VON WÜRTTEMBERG, Einleitung I 72.
SAULER, Sternecataloge und Sternkarten III b 491.
SACROBOSCO, JOHANNES a, Einleitung I 53.
SAFARIK, Fernrohr I 704 722 740 746; Horizontalpendel II 40; Planeten III a 398.
SAFFORD, TRUMAN, H., Planeten III a 431; Sternecataloge und Sternkarten III b 495 504.
SAINT-BLANCAT, Sternecataloge und Sternkarten III b 510.
SALIS, Einleitung I 149.
SALVATORI, Sonne III b 79.
SAMUEL, Chronologie I 620.
SANTARELLI, Sternecataloge und Sternkarten III b 487.
SANTINI, GIOVANNI, Bahnbestimmung I 482; Sternecataloge und Sternkarten III b 486 494 504.
SARABAT, Kometen und Meteore II 53.
SAUSSURE, Scintillation III b 57.
SAUTTER, Fernrohr I 707.
SAVARY, FELIX, Einleitung I 163; Doppelsterne I 676 696.
SAVERY, SERVINGTON, Einleitung I 118; Heliometer II 4; Mikrometer III a 198.
SAWERTHAL, Kometen und Meteore II 94.
SCALIGER, JOSEPH, Einleitung I 94, Chronologie I 618 623.
SCALIGER, JULIUS, Chronologie I 618.
SCHAEERLE, Biegung I 587 590; Kometen und Meteore II 61; Persönliche Gleichung III a 381; Planeten III a 410 412; Sternecataloge und Sternkarten III b 502.

- SCHEINBERGER, Uhr IV 33.
 SCHEINER, CHRISTOPH (1575—1650), Einleitung I 76; Fernrohr I 701; Sonne IIIb 60 65.
 SCHEINER, J. (Potsdam), Astrophotographie I 259 260 274 279; Astrophotometrie I 359; Astrospektroskopie I 420 421 426 427 429; Sonne IIIb 82 86; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 522; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526 527; Strahlenbrechung IIIb 591; Universum IV 78.
 SCHIKL, Uhr IV 7.
 SCHELLEN, H., Astrospektroskopie, I 428; Kosmogonie II 237; Sonne IIIb 63 72 75 76.
 SCHILLER, A., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 510.
 SCHERFER, C., Bahnbestimmung I 569.
 SCHEUTEN, Planeten IIIa 433.
 SCHIAFFARELLI, Einleitung I 10 161; Doppelsterne I 674 675; Kometen und Meteore II 51 54 58 67 109 112 126 147 152 153 154 155 156 175 179 181 187 188 200 209 210 213 227; Kosmogonie II 240 243; Mikrometer IIIa 156 164 170 172 173 174; Planeten IIIa 391 392 397 401 402 403 405 406 407 408 409 410 412 426 430; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 96; Universum IV 76 77 78 92 93 94 100.
 SCHJELLERUP, Astrospektroskopie I 415; Mond IIIa 280; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 107; Sternbilder IIIb 113; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 477 495.
 SCHINKEL, Sternwarten IIIb 531.
 SCHLEUSSNER, Astrophotographie I 213 219 239 240 246.
 SCHLÜTER, Heliometer II 10 11.
 SCHMIDT, Fernrohr I 722 723.
 SCHMIDT, A., Chronologie I 624.
 SCHMIDT, AUGUST, Horizontalpendel II 41; Sonne IIIb 86 87.
 SCHMIDT, J. F. J. (1825—1884), Astrophotometrie I 337 338 339 357 358; Kometen und Meteore II 62 75 76 86 103 117 119 120 121 122 123 124 125 126 131 132 146 148 159 160 161 162 170 173 180 181 183 184 185 190 213; Mond IIIa 247 259 271 272 273 274 275 277 278 279 280; Planeten IIIa 389 393 399 401 402 414 415 425 429 433; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525; Universum IV 69; Zodiaklicht IV 184.
 SCHMÖGER, F. v., Chronologie I 624.
 SCHNEIDER, Uhr IV 39.
 SCHOLKERS, PETER, Fernrohr I 701.
 SCHOLZ, Kometen und Meteore II 116.
 SCHOMBERG, NIKOLAUS (von Capua), Einleitung I 66.
 SCHONER, Einleitung I 66 72.
 SCHÖNFELD, Einleitung I 162; Astrophotometrie I 343 350 363; Bahnbestimmung I 468; Planeten IIIa 397; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 103 107; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 519 520 521; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525; Sternwarten IIIb 531; Universum IV 72 73 78.
 SCHOPENHAUER, Kosmogonie II 229.
 SCHORR, R., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 510.
 SCHOTT, Fernrohr I 707 727 739 740 741.
 SCHIRAM, ROBERT, Chronologie I 596 598 601 623 624; Finsternisse I 816.
 SCHREIBER, O., Theilfehler IIIb 610 611.
 SCHREIBERS, Kometen und Meteore II 109.
 SCHRÖDER, HUGO, Aequatoral I 194 195; Fernrohr I 738 742 747; Mikrometer IIIa 117.
 SCHRÖFER, J. H., Einleitung I 158; Fernrohr I 707; Kometen und Meteore II 54 57 86 89 120; Mikrometer IIIa 114; Mond IIIa 247 250 256 264 273 276 277 278 280 281; Planeten IIIa 390 394 398 414 415 417 418 419 425 426 428 435.
 SCHUBERT, Kosmogonie II 228; Längenbestimmung II 260.
 SCHULHOF, Bahnbestimmung I 523; Kometen und Meteore II 69 71 76 93 95 223 224; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 472.
 SCHÜLL, Fernrohr I 734.
 SCHULTZ, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 495; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525 527; Uhr IV 20.
 SCHULZ, W., Astrospektroskopie I 428.
 SCHUMACHER, C. D., Astrophotometrie I 321 363; Bahnbestimmung I 528; Biegung I 582; Coordinaten I 665; Kometen und Meteore II 112 113 121 181; Längenbestimmung II 260 261; Mikrometer IIIa 138; Planeten IIIa 391 394; Polhöhe IIIa 453; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 470 480; Uhr IV 20; Universum IV 69.
 SCHUMANN, Astrophotographie I 244 245 247 271 278; Uhr IV 20.
 SCHUK, Altazimuth I 205; Heliometer II 9 11 13 15 17 20 21 22 23; Planeten IIIa 414; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 494; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526; Theilfehler IIIb 611.
 SCHURIG, Sternbilder IIIb 112; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 514.
 SCHUSTER, Astrophotographie I 302.
 SCHWABE, Mond IIIa 276; Planeten IIIa 425 426; Sonne IIIb 67.
 SCHWARZ, Biegung I 591.
 SCHWARZSCHILD, Mikrometer IIIa 238 239; Universum IV 124 125 127.
 SCHWASSMANN, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 522.
 SCHWEIZER, Aberration I 171; Kometen und Meteore II 94 218; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 488; Uhr IV 34 36.
 SCHWERD, Astrophotometrie I 312 363; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 483.
 SCHVRLAEUS, Fernrohr I 701.
 SCOTT, Planeten IIIa 433.
 SEABROKE, Astrospektroskopie I 427; Doppelsterne I 674.
 SEARLE, Astrophotometrie I 334; Universum IV 70 71 76; Zodiaklicht IV 184.
 SECCHI, Einleitung I 163; Astrophotographie I 258 301; Astrophotometrie I 312 331

- 363; Astrospektroskopie I 368 370 375
379 388 406 410 411 412 414 416 428;
Doppelsterne I 674; Kometen u. Meteore
II 60; Kosmogonie II 237; Mikrometer
IIIa 219; Planeten IIIa 393 400 401 402
414 426 427 428; Sonne IIIb 62 63 64
69 70 72 74 75 76 77 78 83 84 85 86
88; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb
525; Universum IV 70 97.
- SÉDILLOT, Einleitung I 49 52.
- SEELIGER, Einleitung I 160 163; Astropho-
tometrie I 334 335 336 337 338 339 342
364; Doppelsterne I 687 696; Finsternisse
I 839; Heliometer II 24; Kometen
und Meteore II 67; Kosmogonie II 231
235 240; Mechanik des Himmels II 482
563; Mikrometer IIIa 166 242 244; Plan-
eten IIIa 427 430; Sterncataloge und
Sternkarten IIIb 497 502; Strahlen-
brechung III b 589; Universum IV 65 70
72 73 74 75 78 79 80 81 82 84 85 86
88 90 91 92 93 94 95 98 99 100 101
105 111 117 119 120 121 126.
- SEIDL, Astrophotometrie I 310 311 323 327
328 329 331 333 336 337 338 339 340
342 344 348 363; Doppelsterne I 688;
Planeten IIIa 387.
- DU SÉJOUR, Einleitung I 115 153 154 155;
Bahnbestimmung I 452 569 573.
- SELANDER, Heliometer II 14.
- SENECA, Einleitung I 18; Kometen u. Meteore
II 50 55 222.
- SERPIERI, Zodiacallicht IV 184.
- SERVUS, Fernrohr I 700.
- SEYBOTH, Sterncataloge und Sternkarten IIIb
494.
- SHORT, Heliometer II 4; Planeten IIIa 398.
- SIDEBOTHAM, Planeten IIIa 433.
- SIDGRAEVES, Astrospektroskopie I 422.
- SIEBERT, Uhr IV 14.
- SIEMENS, FR., Fernrohr I 740.
- SIEMENS, WERNER, Kosmogonie II 246; Re-
gistrirapparate IIIb 38.
- SIEMENS, WILLIAM, Kosmogonie II 246.
- SIMMS, Aequatoral I 194; Altazimuth I 204;
Mikrometer IIIa 206.
- SIMON, Kosmogonie II 22.
- SIMPLICIUS, Einleitung I 10 11 15.
- SIMPSON, Mechanische Quadratur II 618.
- SISSON, Aequatoral I 192.
- SIXTUS IV., Einleitung I 55; Chronologie I
615.
- SMITH, Astrophotometrie I 362.
- SMITT, Astrophotometrie I 332.
- SMYTH, Astrospektroskopie I 405; Sterncataloge
und Sternkarten IIIb 490.
- SNELLIUS, Fernrohr I 708 710.
- SOCOLOFF, Sterncataloge und Sternkarten IIIb
491 502 504.
- SOCRATES, Einleitung I 9.
- SOLDNER, Sterncataloge und Sternkarten IIIb
483.
- SOMMER, Kosmogonie II 228.
- SORET, Sonne IIIb 88.
- SOSIGENIS, Einleitung I 31; Chronologie I
613.
- SOUILLARD, Finsternisse I 839; Mechanik des
Himmels II 405.
- SOUTH, Doppelsterne I 673; Sternbilder IIIb
113.
- SPENCER, Aequatoral I 194.
- SPINOZA, Fernrohr I 702.
- SPITALER, Kometen und Meteore II 52 75 77;
Sternhaufen und Nebelflecke III b 528.
- SPÖRER, Sonne IIIb 65 66 67 68 71 72 84.
- SPRINGER, Registrirapparate IIIb 39 40 41.
- STÄCKEL, Mechanik des Himmels II 291.
- STAMFFER, Astrophotometrie I 331; Mikro-
meter IIIa 138; Uhr IV 10.
- STANNYAN, Sonne III b 75.
- STARK, Planeten IIIa 433.
- STARKE, Zeitbestimmung IV 171.
- STAUDACHER, Planeten IIIa 433.
- STIECKER, Kometen und Meteore II 108.
- STEEN, BILDE, Einleitung I 67.
- STEFAN, Astrospektroskopie I 396.
- STEINHEIL, CARL AUGUST VON, Einleitung I
163; Astrophotographie I 213 217 225
263; Astrophotometrie I 308 309 310
311 323 327 341 344 362; Fernrohr I
707 723 728 729 745; Mikrometer IIIa
137 138 199 200 201 217; Planeten IIIa
433; Zeitbestimmung IV 178.
- STEINHEIL, RUDOLF VON, Astrophotographie
I 230; Fernrohr I 707 734 735 742.
- STEPHAN, Kometen und Meteore II 75 76;
Sterncataloge und Sternkarten IIIb 517;
Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525;
Theilfehler IIIb 608 611.
- STERNECK, Sternwarten IIIb 548; Zeitbe-
stimmung IV 143 172.
- STEVIN, Einleitung I 77.
- STEWART, BALFOUR, Sonne IIIb 67.
- STICHTENOTH, Sterncataloge und Sternkarten
IIIb 477.
- STIEFEL, MICHAEL, Chronologie I 615.
- STIRLING, Mechanik des Himmels II 520.
- STOCKWELL, Mechanik des Himmels II 395.
- STÖFFLER, Chronologie I 615.
- STOKES, Fernrohr I 739.
- STONE, E., Sterncataloge und Sternkarten IIIb
506; Universum IV 117.
- STONE, O., Bahnbestimmung I 573; Heliometer
II 16; Mikrometer IIIa 164; Persönliche
Gleichung IIIa 382; Planeten
IIIa 385 399; Sonne IIIb 62; Stern-
cataloge und Sternkarten IIIb 491.
- STRASSER, Sterncataloge und Sternkarten IIIb
497.
- STRATONOW, Sonne IIIb 71; Universum IV
72 92 93 96 109 110 114 115 116 123.
- STRATFORD, Sterncataloge und Sternkarten IIIb
462.
- STRAUBEL, Fernrohr I 737.
- STRUVE, H., Doppelsterne I 674; Mechanik
des Himmels II 467; Mikrometer IIIa
141 163 167 Planeten IIIa 426 428.
- STRUVE, L., Finsternisse I 754 763 811; Parallaxe
IIIa 322; Eigenbewegung des Sonnensystems
IIIb 96 103 107 108 109.
- STRUVE, O., Einleitung I 162 163; Doppel-
sterne I 674 675 677 678 687; Mikro-

- meter IIIa 116 147 155 163 164 165 195; Planeten IIIa 414 424 425 426 427 428 431 432; Präcession IIIb 17; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 1c8; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 466.
- SKRUE, W., Einleitung I 162; Aberration I 170 171 176; Astrophotographie I 303; Astrophotometrie I 343 347 348; Bahnbestimmung I 465 489; Doppelsterne I 671 672 673 674 675 677 685; Heliometer II 15; Längenbestimmung II 262 263 264 266 268; Mikrometer IIIa 129 147 156 158 163 164 229; Parallaxe IIIa 346 347; Passageninstrument IIIa 361; Persönliche Gleichung IIIa 369; Planeten IIIa 418 422 424 425 427 428 431; Polhöhe IIIa 463; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 96; Sternbilder IIIb 113 114 115; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 458 481 484; Sternwarten IIIb 531 537; Theilfehler IIIb 602 611 Universum IV 61 62 63 64 65 66 72 76 84 94 105.
- STÜCKRATH, Horizontalpendel II 33.
- STUMPE, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 103 107 108; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 508.
- STURM, Einleitung I 117.
- LE SUEUR, Einleitung I 122; Astrospektroskopie I 407.
- SWASEY, Aequatoral I 194.
- SWIFT, Kometen und Meteore II 52 76 77 94 Planeten IIIa 434; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525.
- VAN SWINDEN, Uhr IV 5 10.
- SYLVESTER II, Einleitung I 53.
- T
- TACCHINI, Astrospektroskopie I 401 405; Finsternisse I 800; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 490 510.
- TALCOTT, Aberration I 176; Nutation IIIa 306 308; Polhöhe IIIa 467 468 479 491 Strahlenbrechung IIIb 601; Universaltransit IV 55; Zeitbestimmung IV 172.
- TALMAGE, Kometen und Meteore II 73.
- TARTALEA, Einleitung I 77.
- TATLOCK, John, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 503.
- TAYLOR, Einleitung I 152 153; Bahnbestimmung I 474 477 481; Chronometer I 645; Fernrohr I 725; Interpolation II 42 45 46 47; Mechanik des Himmels II 371 383 399; Methode der kleinsten Quadrate IIIa 42.
- TAYLOR, Th. Gl., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 475 485.
- TERBUTT, Kometen und Meteore II 74 94.
- TEMPEL, Kometen und Meteore II 70 74 76 77 94 218; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525 526 527.
- TEMPELHOFF, G. F. de, Bahnbestimmung I 569.
- TENGNAGEL, Einleitung I 67.
- TENNANT, Chronometer I 646; Sonne IIIb 78.
- TERBY, Planeten IIIa 402 405 426.
- TERLING, Uhr IV 36.
- TETENS, Uhr IV 20.
- THALÉN, Astrospektroskopie I 398 429.
- THALES, Einleitung I 6 8 17; Mechanik des Himmels II 455.
- THATCHER, Kometen und Meteore II 94 218.
- THEBIT, BEN CHORA, Einleitung I 49 51 52.
- THEON, d. J., Einleitung I 48 49.
- THEORFL, Uhr IV 33.
- THIELE, Astrophotographie I 279 282; Bahnbestimmung I 573; Doppelsterne I 676 677; Mikrometer IIIa 165.
- THOLLON, Astrospektroskopie I 394 399 429; Planeten IIIa 409.
- THOME, JUAN, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 503 521; Universum IV 67 68.
- THOMPSON, ROBERT ANCHOR, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 490.
- THOMSON, WILLIAM, Kosmogonie II 246; Mechanik des Himmels II 551; Sonne IIIb 90, s. KELVIN.
- TIEDE, Uhr IV 20.
- TIELE, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 497.
- TIETJEN, F., Astrophotometrie I 340; Bahnbestimmung I 464 573; Mechanik des Himmels II 343; Mikrometer IIIa 134; Planeten IIIa 439; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 462.
- TIGERSTEDT, Persönliche Gleichung IIIa 378.
- TILLO, Kometen und Meteore II 181.
- TIMOCHARIS, Einleitung I 19; Aequatoral I 179; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 455.
- TISSANDIER, Kosmogonie II 241.
- TISSERAND, Bahnbestimmung I 523 573; Doppelsterne I 677; Fernrohr I 746; Kometen und Meteore II 93 95 96; Mechanik des Himmels II 482 484 556; Scintillation IIIb 52; Uhr IV 16.
- TITIUS, Planeten IIIa 385.
- TOBLER, Uhr IV 34 37.
- TODD, D., Finsternisse I 838; Persönliche Gleichung IIIa 382.
- TÖFFER, Astrophotometrie I 316; Astrospektroskopie I 374.
- TORNTWAITE, Aequatoral I 190.
- TOSCANELLI, Kometen und Meteore II 52.
- TRABERT, Scintillation IIIb 52.
- TRAUMÜLLER, Uhr IV 5.
- TRETTENERO, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 494.
- TRIESNECKER, Heliometer II 5.
- TROUGHTON, Aequatoral I 194; Altazimuth I 204; Mikrometer IIIa 115 117 202; Uhr IV 13.
- TROUVELOU, Planeten IIIa 397 417 423; Universum IV 69.
- TROWBRIDGE, Kosmogonie II 241.
- TSCHIRNHANS, Graf, Fernrohr I 701.
- TUCKER, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 510 521.
- TUMLERZ, Astrophotometrie I 333 349 364.
- TUTMANN, Kometen und Meteore II 181 202 213; Mikrometer IIIa 100.
- TÜRKEIM, Kometen und Meteore II 116.
- TUTTLE, Kometen und Meteore II 74 75 94 218.
- TWINING, Kometen und Meteore II 187.

TYCHO, BRAHE, Einleitung I 58 67 68 69 70 71 72 73 76 77 78 80 84 85 92 93 97; Aequatorale I 179; Armille I 209; Astrophotometrie I 356 358; Kometen und Meteore II 54; Parallaxe IIIa 321 346; Quadrant IIIb 29; Sternbilder IIIb 109 223; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 456.

U

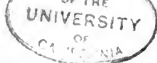
UBAGHS, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 108.
 UBALDI, Einleitung I 77.
 ULUGH, BEIGH, Einleitung I 53; Sterncataloge und Sternkarten IIIb 455.
 UFDGRAFF, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 503 505.
 URBAN VIII., Einleitung I 74.
 USCHER, Scintillation IIIb 53.
 UTZSCHNEIDER, Fernrohr I 706 707; Heliometer II 7.

V

VALENTINER, Azimuth I 438; Planeten IIIa 402; Sterncataloge u. Sternkarten IIIb 480 496 507; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 527.
 VALZ, B., Bahnbestimmung I 570 571; Kometen und Meteore II 74; Mikrometer IIIa 68 205 394.
 VASSENIUS, Sonne IIIb 61.
 VENDELIN, Parallaxe IIIa 320.
 VENTURI, Mikrometer IIIa 65.
 VESPUCCI, AMERIGO, Einleitung I 55.
 VIARO, BARTOLO, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 510.
 DE VICO, Bahnsucher I 574; Kometen und Meteore II 70 71 94; Planeten IIIa 394 395.
 VIDAL, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 479.
 VIERORDT, Persönliche Gleichung IIIa 380.
 VILLARCEAU, YVON, Einleitung I 163; Aberration I 175; Bahnbestimmung I 571; Chronometer I 648; Doppelsterne I 676 696.
 VILLIGER, Planeten IIIa 397; Universum IV 74.
 VIOLLE, Astrophotometrie I 306; Sonne IIIb 87 88.
 VIVIANI, Uhr IV 4 5.
 VOGEL, H. C., Einleitung I 163; Aequatorale I 193; Astrophotographie I 233 234 238 240 247 252 254 255 265 273; Astrophotometrie I 316 332 358 359; Astrospektroskopie I 371 372 378 380 383 391 394 398 399 403 404 405 406 407 408 409 410 414 415 416 417 418 419 420 421 422 423 425 426 427 428 429; Doppelsterne I 690; Fernrohr I 737 738; Kometen und Meteore II 74; Kosmogonie II 235 237; Mikrometer IIIa 94 123 124 184; Planeten IIIa 390 394 395 396 397 398 405 415 430; Sonne IIIb 62 64 82; Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 92 97 101; Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 525 526 530; Universum IV 103 104 109.
 VOIGTLANDER, Astrophotographie I 234 235 238; Astrospektroskopie I 369.
 VOIT, Fernrohr I 723 728 729.
 VULLIAMY, Uhr IV 24.

W

WADSWORTH, Fernrohr I 748 749.
 WAGNER, AUGUST, Aberration I 171; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 487.
 WAGNER, H. A. E., Chronologie I 624.
 WAGNER, J. W., Parallaxe IIIa 322 325.
 WAGNER, RUDOLF, Fernrohr I 706.
 WALBECK, Persönliche Gleichung IIIa 368 369.
 WALDEYER, Persönliche Gleichung IIIa 377.
 WALKER, Kometen und Meteore II 227.
 WALLENSTEIN, Einleitung I 78.
 V. WALTENHOFEN, Fernrohr I 736.
 WALTHER, B., Einleitung I 55.
 WANACH, BERNHARD, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 508.
 WANSCHIAFF, Astrophotographie I 271 272 273 277; Astrophotometrie I 316 344.
 WARDUS, SETII, Einleitung I 96.
 WARGENTIN, Einleitung I 120 140.
 WAKNER, Aequatorale I 194.
 WAKNSTORFF, Coordinaten I 665; Polhöhe IIIa 453; Zeitbestimmung IV 157.
 WAKTMANN, Planeten IIIa 433.
 WATERS, Universum IV 113.
 WATERSTONE, J. J., Bahnbestimmung I 458 570 571 572; Sonne IIIb 88.
 WATSON, J. C., Bahnbestimmung I 572; Planeten IIIa 434; Universum IV 74.
 WEBB, Mond IIIa 278.
 WEBER, Einleitung I 163; Kometen und Meteore II 116; Mechanik des Himmels II 486; Planeten IIIa 433.
 WEIDENBACH, A. J., Chronologie I 624.
 WEIERSTRASS, Mechanik des Himmels II 508.
 WEIGEL, ERHARD, Chronologie I 615.
 WEILER, Mechanik des Himmels II 453.
 WEISS, E., Bahnbestimmung I 573; Stern-cataloge und Sternkarten IIIb 486 488 490; Uhr IV 29.
 WEISSE, M., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 478 482; Universum IV 61 63.
 WELLMANN, V., Mikrometer IIIa 224; Tafel IV 227 229 235.
 WELSER, MARCUS, Einleitung I 76.
 WENDELIN, GOTTFRIED, Kometen und Meteore II 60.
 WENDELL, O. C., Universum IV 76.
 WERNER, Planeten IIIa 385.
 WESLEY, Universum IV 68.
 WESTPHAL, Kometen und Meteore II 70 94; Mikrometer IIIa 186.
 WEYER, G. D. E., Bahnbestimmung I 540 571.
 WEYRAUCH, Kosmogonie II 246.
 WHKATSTONE, Persönliche Gleichung IIIa 376.
 WHIFFLE, Astrophotographie I 300.
 WHITE, E. J., Sterncataloge und Sternkarten IIIb 501.
 WICHER, Kometen und Meteore II 116.
 WICHMANN, Finsternisse I 803 804.
 WIDMANNSTÄTTEN, Kometen u. Meteore II 109.
 WIEDEMANN, E., Astrospektroskopie I 409.
 WIESSEL, JOHANN, Fernrohr I 703.
 WILDE, Scintillation IIIb 54.
 WILHELM IV. VON HESSEN, Einleitung I 67 72; Uhr IV 3.



WILLIAMS, STANLEY, Planeten IIIa 410; Stern-
cataloge und Sternkarten IIIb 504.
V. D. WILLIGEN, Astrospektroskopie I 396.
WILSING, Astrophotometrie I 359 361 362;
Astrospektroskopie I 422 426; Sonne IIIb
66 71; Strahlenbrechung IIIb 591.
WILSON, Doppelsterne I 674 685; Sonne IIIb
61 69 74; Sterncataloge und Sternkarten
IIIb 507; Universum IV 71.
WINBAUER, Uhr IV 34 35.
WINKELMANN, Fernrohr I 706 721 737; Scin-
tillation IIIb 51; Uhr IV 15.
WINLOCK, Sonne IIIb 82.
WINNECKE, Einleitung I 160; Altazimuth I 205;
Astrophotometrie I 363; Bahnsucher I 575;
Heliometer II 5 13 15; Kometen und Mete-
ore II 52 56 74 75 76 86 94 102 122;
Kosmogonie II 233; Mikrometer IIIa 184
186; Parallaxe IIIa 332 338; Planeten
IIIa 390 398 399 414; Sterncataloge und
Sternkarten IIIb 487; Sternhaufen und
Nebelflecke IIIb 525 526; Sternwarten
IIIb 540 542.
WINNERL, Chronometer I 647; Uhr IV 16.
WIRTZ, Sterncataloge und Sternkarten IIIb 510.
WISLICENUS, WALTER F., Astrospektroskopie I
366 (Verf.); Chronologie I 593 (Verf.)
604 624; Mikrometer IIIa 175; Persön-
liche Gleichung IIIa 375.
WISNIEWSKI, Kometen und Meteore II 79.
WITT, G., Planeten IIIa 440.
WOLF, CHARLES, Astrophotographie I 214;
Astrospektroskopie I 415; Kosmogonie II
232 239; Persönliche Gleichung IIIa 374
376 381; Sterncataloge und Sternkarten
IIIb 517; Sternhaufen und Nebelflecke
IIIb 527; Theilfehler IIIb 608 611; Uni-
versum IV 110.
WOLF, MAX, Astrophotographie I 227 229 234
237 239 304; Bahnbestimmung I 523
524; Kometen und Meteore II 68 74 77;
Planeten IIIa 436; Sternhaufen und Nebel-
flecke IIIb 528; Universum IV 71 120;
Zodiakallicht IV 185.
WOLF, RUDOLF, Fernrohr I 700 720; Kometen
und Meteore II 160; Sonne IIIb 67 74.
WOLF, (Gleiwitz), Kometen und Meteore II
116.
WOLF, (MAYR und WOLF), Registrirapparate
IIIb 38.
WOLFER, Persönliche Gleichung IIIa 383.
WOLFERS, J. PH., Bahnbestimmung I 458
568 572; Ort IIIa 312; Sterncataloge
und Sternkarten IIIb 458 459 461 462
471 472 476.
WOLFF, TH., Astrophotometrie I 323 331 344
348 363; Scintillation IIIb 50 56 58;
Universum IV 77.
WOLLASTON, FRANCIS, Einleitung I 163; Astro-
photometrie I 332 333 342; Mikrometer
IIIa 229 230 231 233 235; Sterncataloge
und Sternkarten IIIb 475 479.
WOOLHOUSE, Finsternisse I 838.
WORMS, Kosmogonie II 246.

WOSTOKOFF, J., Sterncataloge und Sternkarten
IIIb 502.
WRAY, Planeten IIIa 433.
WRIGHT, Astrospektroskopie I 405; Kosmo-
gonie II 231; Universum IV 58.
WROTTSLEY, Lord, Doppelsterne I 674;
Sterncataloge und Sternkarten IIIb 484
489.
WÜLLNER, Uhr IV 9.
WUNDT, Persönliche Gleichung IIIa 371 377
378 379.
WURLISCH, Kometen und Meteore II 161.
WUTSCHICHOWSKY, Kometen und Meteore II
Tafel IV, S. 58.

X

XERXES, Mechanik des Himmels II 455.

Y

YARNALL, Sterncataloge und Sternkarten IIIb
490 493.
YOUNG, C. A., Uhr IV 28.
YOUNG, THOMAS, Astrophotometrie I 327;
Astrospektroskopie I 387 402 425; Kos-
mogonie II 240; Planeten IIIa 399;
Sonne IIIb 63 64 73 74 76 78 79 82
83 85 86.

Z

v. ZACH, Bahnbestimmung I 569 570; Chro-
nologie I 624; Kometen und Meteore II
55 112; Mikrometer IIIa 68 104; Pla-
neten IIIa 390 398 435; Scintillation
IIIb 55; Sterncataloge und Sternkarten
IIIb 457 475 479 480; Sternwarten
IIIb 531.
ZAHN, Mikrometer IIIa 65.
ZAHRTMANN, Längenbestimmung II 260.
ZECH, J., Finsternisse I 813; Sterncataloge u.
Sternkarten IIIb 458.
ZEHNER, Fernrohr I 705.
ZEISS, Sternwarten IIIb 546; Zodiakallicht IV
185.
ZELBR, KARL, Bahnbestimmung I 452 (Verf.)
458 (Verf.) 468 (Verf.) 469 (Verf.) 471
(Verf.) 513 (Verf.) 539 (Verf.) 542 (Verf.)
568 (Verf.).
ZENGER, Fernrohr I 745.
ZEZIOLI, Kometen und Meteore II 118 126
181 211 213.
ZÖLLNER, Einleitung I 163; Astrophotometrie
I 313 314 315 316 318 319 328 332
333 334 336 337 338 339 340 341 342
344 361 362 363 364; Astrospektroskopie
I 370 382 383 385 414 423 425 428;
Horizontalpendel II 28 30 31 40; Kos-
mogonie II 229 239; Planeten IIIa 387
388 419; Scintillation IIIb 66 70 71 72
78 83 84 86 88; Universum IV 77.
ZUCCHI, Fernrohr I 703.
ZUPUS, Planeten IIIa 390.
ZWINK, Uhr IV 19 20.

Sach-Register.

Sach-Register.

(Die römischen Ziffern geben die Bände, die arabischen die Seiten an.)

A

Abendweite I 164 Tafel dazu I 165.

Aberration entdeckt von Bradley *Einleitung* I 118, *Aberration* I 170, *Parallaxe* IIIa 146; tägliche, jährliche, *seculare* Aberration I 166; der Fixsterne I 166 ff.; der Planeten I 167 178; allgemeine Ausdrücke I 167; für die tägliche I 170, für Beobachtungen im Meridian I 170; die jährliche, für den Aequator I 170, Berechnung I 171; für die Ekliptik I 172; für die Sonne I 172; die *seculare* I 172; strengere für Polsterne gültige Formeln I 173 ff.; die Aberrationsellipse und Wirkungen der Aberration I 172 177; Aberration der Planeten, Berücksichtigung auf verschiedene Weise I 178, *Bahnbestimmung* I 465 469 489 497.

Die Constante der täglichen und jährlichen Aberration *Aberration* I 170; verschiedene Werthe aus Beobachtungen am Meridiankreis, im ersten Vertical, durch die Jupiterstrabanten und Lichtgeschwindigkeit I 170 171; Bestimmung der Constanten aus Rectascension und Declination des Polarsterns I 175, aus Declinationen von Zenithsternen I 175, aus Unterschieden von Meridianzenithdistanzen zweier Sterne (Horrebow-Talcott) I 176, *Nutation* IIIa 305 307, *Polhöhe* IIIa 468 491; günstigste Bedingungen *Aberration* I 177; Einfluss des Lichts von verschiedener Wellenlänge *Parallaxe* IIIa 350.

Einfluss und Berücksichtigung d. Aberration bei Beobachtungen, *Almutantar* I 148 199, *Azimuthbestimmungen* I 442, *Doppelsterne* I 677, *Meridiankreis* IIIa 7, *Mikrometermessungen* IIIa 239 244, *Ort* IIIa 309, *Parallaxe* IIIa 343 344 346 349 350, *Polhöhenbestimmung* IIIa 455; bei systematischen Unterschieden, *Stern-cataloge* IIIb 471, *Zeitbestimmungen* IV 142.

— Chromatische Aberration *Fernrohr* I 703 723 724.

— Sphärische Aberration *Fernrohr* I 703 720 724.

Aberrationszeit s. Aberration der Planeten.

Ablesemikroskop, Beschreibung *Meridiankreis* IIIa 3, *Nonius* IIIa 299; Untersuchung und Berichtigung, senkrechte Stellung der Axe zur Kreisebene IIIa 300, Bild der Theilung in der Ebene der Fäden IIIa 301; Fehler des Schraubenwerthes oder Run IIIa 301; Schraubenfehler IIIa 302, s. auch Mikrometer; Beleuchtung der Theilung unter dem Mikroskop IIIa 302 *Universalinstrument* IV 44.

Abplattung, der Erde *Mechanik des Himmels* II 458, *Parallaxe* IIIa 315 323; Bestimmung aus dem Verhältniss der Fliehkraft zur Schwerkraft *Mechanik des Himmels* II 550; Beziehung des Verhältnisses der Fliehkraft zur Schwerkraft am Aequator und des Verhältnisses der Schwerezunahme vom Aequator zum Pol zur Schwere selbst, Clairaut'sches Theorem II 555.

Theoretische Abplattung für Sonne, Jupiter, Saturn II 551; für die Satelliten II 562; Abplattung der Planeten *Planeten* IIIa 387.

Abweichung s. Declination.

Acceleration, der Fixsterne *Zeitbestimmung* IV 131; s. auch Beschleunigung.

Achromasie, Geschichte derselben *Fernrohr* I 704; ihre Untersuchung I 737.

Achromatisch *Fernrohr* I 704.

Adaptour von Vogel *Astrophotographie* I 255.

Aequant *Einleitung* I 38.

Aequator des Himmels *Einleitung* I 2 ff., *Chronologie* I 593, *Coordinaten* I 655 ff., *Mechanik des Himmels* II 568 586, *Präcession* IIIb 1; Trägheitsäquator *Mechanik des Himmels* II 567.

Aequatorea machina *Aequatorcal* I 179.

Aequatorcal I 179; Beschreibung I 179 189 ff.; Meridian, Azimuth, Aequator des Instruments I 179; Stundenwinkel und Declination eines Punkts der Sphäre am Instrument I 180; Biegung des Fernrohrs

- und der Deklinations- und Stundenaxe I 181; allgemeine Theorie I 181; Ermittlung der Instrumentalfehler I 185; absolute und relative Ortsbestimmungen I 188; in Verbindung mit Mikrometern I 188.
- Aequatorale Aufstellung, deutsche, englische, französische I 189 ff.; *coudé* I 189. Verzeichniß der bedeutendsten jetzigen Fernrohre in äquatoraler Aufstellung I 194.
- Aequatoralcoordinaten *Coordinaten* I 656 f.; Verwandlung desselben in horizontale und umgekehrt I 658 659 662; in ekliptikale und umgekehrt I 663 664, *Bahnbestimmung* I 469 470.
- Aequatoral- Horizontalparallaxe s. Parallaxe, IIIa 315.
- Aequinoctialpunkt, Aequinoctium *Einleitung* I 5, *Chronologie* I 595, *Coordinaten* I 657; seine Culmination Anfang des Sterntags *Zeitbestimmung* IV 131; Bestimmung desselben *Meridiankreis* IIIa 17, *Rectascensionsbestimmung* IIIb 30, *Stern-cataloge* IIIb 456; mittleres, scheinbares, wahres Aequinoctium *Bahnbestimmung* I 469, *Mechanik des Himmels* II 588; Periodische Aenderungen, *Nutation* IIIa 302, *Zeitbestimmung* IV 131 140; Gleichung d. Aequinoctialpunkte *Bahnbestimmung* I 469; systematische Fehler *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 96, *Stern-cataloge* und *Sternkarten* IIIb 457; s. auch *Nutation*, *Präcession*, *Mechanik des Himmels*.
- Aequinoctialstunde *Einleitung* I 3 32.
- Aeren *Einleitung* I 5, *Chronologie* I 405 ff.; s. auch *Kalender*.
- Aerolithische *Kometen* und *Meteore* II 103; Ursprung *Kosmogonie* II 244; s. auch *Kometen*, *Meteore*, *Sternschnuppen*.
- Akronychisch s. *Aufgang*.
- Albedo *Astrophotometrie* I 335; scheinbare und wahre I 336, die relative I 336; der Planeten I 340, *Planeten* IIIa 387, des Mondes *Astrophotometrie* I 342, der Mondgegenden *Mond* IIIa 250; Abhängigkeit von der Farbe *Planeten* IIIa 388.
- Alfonsinische Tafeln *Einleitung* I 54; neue Tafeln I 66.
- Algol, seine Veränderlichkeit entdeckt von Montanari *Einleitung* I 117.
- Algolsterne, s. Veränderliche Sterne.
- Alhidade I 195.
- Alhidadenlibelle *Meridiankreis* III a 1, *Universalinstrument* IV 43 53.
- Almucantar I 196, *Zeitbestimmung* IV 153; Beschreibung des Instruments *Almucantar* I 202; Theorie desselben I 196; Bestimmung der Instrumentalfehler I 197; Berichtigung d. Fehler I 203; Horizontalität der Fernrohre, *Collimation*, Nullpunkt des Höhenkreises, Coincidenz des Schwerpunkts und Drehungsmittelpunkts I 203 204; Bestimmung der Fadenintervalle I 201, der Zeit I 198, *Zeitbestimmung* IV 153, der Polhöhe *Almucantar* I 199, der *Rectascension* und der *Deklination* I 199; Einfluss der täglichen Aberration I 199, der *Refraction* I 200.
- Almucantar *Coordinaten* I 655; erster, *Polar-Almucantar* I 197.
- Altazimuth I 204, *Polhöhe* IIIa 480; Beschreibung des Instruments *Altazimuth* I 205 ff.; Bestimmung der Fehler der Aufstellung und des Instruments durch Miren, Nadir, Niveau I 207; Reduction auf den Mittelfaden I 207, bei Mondbeobachtungen auf das Mondcentrum I 208 209; Bestimmung des Azimuths eines Objects I 208, des Mondes I 208, der Uhr correction I 208; Vergleichung der beobachteten Azimuthe mit der *Mondephemeride* I 209; Vortheile für die Beobachtung des Mondes I 204 ff., s. auch *Universalinstrument* IV 44 ff.
- Amplitudo occidua, ortiva *Abendweite* I 164.
- Anastema, Anastematisches Argument *Mechanik des Himmels* II 495.
- Andromeda *Sternbilder* IIIb 115; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 115; Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 116 449, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 119, der veränderlichen Sterne IIIb 121 452 455, der farbigen Sterne IIIb 121; *Präcessionstabelle* IIIb 122.
- Andromedanebel entdeckt von Marius, *Sternhaufen* IIIb 524, als *Spiralnebel* von Roberts durch photographische Aufnahmen erkannt III b 528; neuer Stern in demselben *Astrophotometrie* I 357.
- Andromediden *Kometen* und *Meteore* II 185.
- Annus fictus, s. *Ort*.
- Anomalie, excentrische, mittlere, wahre *Einleitung* I 91, *Bahnbestimmung* I, 457 494, *Mechanik des Himmels* II 301 306; Berechnung der wahren Anomalie für die Parabel, *Barkersche Tafel*, *Bahnbestimmung* I 560, *Mechanik des Himmels* II 304, wenn sie sich 180° nähert, *Bahnbestimmung* I 566; die *Barkersche Tafel* und ihre Erweiterung für grosse Anomalien *Anhang* IV 190 23; Berechnung der excentrischen, wahren Anomalie und des *Radiusvector* aus der mittleren für die Ellipse *Bahnbestimmung* I 457 ff. 494, *Mechanik des Himmels* II 307; für die Hyperbel *Bahnbestimmung* I 497, *Mechanik des Himmels* II 307; Beispiel II 307; allgemeiner Ausdruck für die excentrische Anomalie und für gewisse Functionen des *Radiusvectors* und der wahren Anomalie als Function der mittleren II 308 ff.; s. auch *Bahnbestimmung* und *Mechanik des Himmels*.
- Antlia pneumatica, die Luftpumpe *Sternbilder* IIIb 122; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 122; Verzeichniß der Doppelsterne III b 122, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 123, der veränderlichen Sterne III b 123 453, der farbigen Sterne IIIb 123; *Präcessionstabelle* IIIb 124.

- Apex, Antiapex** *Einleitung* I 161, *Kometen und Meteore* II 127 ff. 163 ff.; Tabelle für die Elongationen vom Apex für hyperbolische, parabolische, elliptische Bahnen II 167; der Sonnenbewegung *Präcession* IIIb 16, *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 93; Formeln zur Bestimmung der Lage IIIb 94; Resultate IIIb 103; Zusammenstellung der seitherigen Bestimmungen IIIb 107 f.
- Aphel** *Einleitung* I 22, *Bahnbestimmung* I 455.
- Aplanatisches Linsensystem** *Fernrohr* I 721.
- Apogäum** *Einleitung* I 21; Länge des Apogäums der Sonne I 26; Veränderungen d. Lage nach Copernicus I 61.
- Apsiden, Apsidenlinie** *Einleitung* I 21, *Bahnbestimmung* I 457; ihre Bewegung durch Copernicus erkannt *Einleitung* I 58, durch Newton untersucht I 103 ff., Arbeiten von Clairaut, d'Alembert, Euler darüber I 121 ff., s. auch *Mechanik des Himmels*.
- Apus, der Paradiesvogel** *Sternbilder* IIIb 124; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 124; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 124 449, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 125, der veränderlichen Sterne IIIb 125 453, der farbigen Sterne IIIb 125; Präcessionstabelle IIIb 125.
- Aquarius, der Wassermann** *Sternbilder* IIIb 125; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 125; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 126 449, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 129, der veränderlichen Sterne IIIb 131 454 455, der farbigen Sterne IIIb 131; Präcessionstabelle IIIb 132.
- Aquila, der Adler** *Sternbilder* IIIb 132; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 132; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 133 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 136, der veränderlichen Sterne IIIb 137 454, der farbigen Sterne IIIb 137; Präcessionstabelle IIIb 138.
- Ara, der Altar** *Sternbilder* IIIb 138; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 138; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 138 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 439, der veränderlichen Sterne IIIb 140 454, der farbigen Sterne IIIb 140; Präcessionstabelle IIIb 140.
- Argo mit Carina, Malus, Puppis, Vela und Pyxis, das Schiff Argo** *Sternbilder* IIIb 140; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 140; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 141 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 146, der veränderlichen Sterne IIIb 148 153, der farbigen Sterne IIIb 149; Präcessionstabelle IIIb 150.
- Argument der Breite** *Bahnbestimmung* I 471.
- Ariel, s. Planeten, Uranus** IIIa 430.
- Aries, der Widder** *Sternbilder* IIIb 150; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 150; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 151 450, d. Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 152, der veränderlichen Sterne IIIb 153, der farbigen Sterne IIIb 153; Präcessionstabelle IIIb 153.
- Armille** I 209; *Aequatorealarmillen* *Einleitung* I 68; Beschreibung *Armille* I 209; Beobachtung mit denselben I 209, *Aequatorcal* I 179; Solstitialarmillen, Beschreibung u. Beobachtung damit, *Armille* I 211.
- Asteroiden** *Planeten* IIIa 435; Nachforschungen, Entdeckungen, Titius-Bode'sches Gesetz IIIa 384 435; Entdeckung der Ceres IIIa 435, der Pallas, Juno, Vesta IIIa 436; Uebersicht der Entdeckungen IIIa 436; photographisch entdeckt *Astrophotographie* I 239, *Planeten* IIIa 384 436; Bezeichnung IIIa 437; Uebersicht der mittleren Bewegungen IIIa 437; commensurable Verhältnisse bei einigen mit der mittleren Bewegung des Jupiter *Mechanik des Himmels* II 405; Elemente, verglichen mit denen der Kometen *Kometen und Meteore* II 79; ihre Wirkung auf die Kometen II 90; ihre Helligkeit und die Berechnung der Grössenklasse *Astrophotometrie* I 340, *Planeten* IIIa 437; mittlere Oppositionsgrösse und Phasencoefficient IIIa 438; ihre Masse IIIa 438; über den Werth und die Nothwendigkeit d. Bahnberechnung der verschiedenen Asteroiden IIIa 439; Uebersicht der Asteroiden von besonderem Interesse aus verschiedenen Gesichtspuncten IIIa 440; der Planet Eros IIIa 440; ihr Werth für die Parallaxenbestimmung *Parallaxe* IIIa 327 330 331; ihre Entstehung *Kosmogonie* II 241 243; Verzeichniss der Bahnelemente *Anhang IV* 324 ff.
- Astrognosis s. Sternbilder.**
- Astrolabium** *Armille* I 210; Beschreibung I 210.
- Astronomie, ihre Eintheilung, Einleitung** I 1; die Entwicklung der Wissenschaft bis in die neuere Zeit I 1 ff.; Definitionen I 1; erste Bestimmung der Jahreslänge durch die Aegypter I 3; die verschiedenen Auf- und Untergänge 3; Bewegung v. Sonne u. Mond I 5; verschiedene Umlaufzeiten d. Monde I 7; Thales, Philolaus, Sokrates, Plato I 9; scheinbare Bewegung der Planeten I 9; die homocentrischen Sphären des Eudoxus I 10; Zerlegung der scheinbaren complicirten Planetenbewegung in eine gleichmässige mittlere und eine gesetzmässige Ungleichheit I 13; die Sphären des Calippus und Aristoteles I 15; die reagirenden und revolvirenden Sphären I 16; Erscheinungen von Kometen und ihre Erklärungen I 16; Grösse und Entfernung der Himmelskörper I 17; Anaximander, Pythagoras, seine harmonische Anordnung I 17; das ägyptische Planetensystem I 27; Aristarch, Eratosthenes, die erste Erdmessung I 18; Hipparch, die Präcession der Aequinoctien I 19; das Sternverzeichniss, von

Aristyll und Timocharis I 19; die Epicykeltheorie I 20; die Combination der wahren Bewegung von Erde und Planeten zu der scheinbaren der letzteren I 23; die Mittelpunktsleichung I 27; die wahren Längen des Mondes aus der Beobachtung der Mondfinsternisse I 28; Posidonius, Plinius, der Julianische Kalender I 30f; Ptolemäus und sein Almagest I 32; Bestimmung der Zeit aus Meridiandurchgängen I 32; Brstimmung der geographischen Breite und Schiefe der Ekliptik mit Hilfe des Gnomon I 33; sein Sternatalog I 33; die Bestimmung der Elemente der Mondbahn I 35; Darstellung der Bewegung der Planeten I 37; die oberen Planeten I 38; die unteren Planeten I 40; Bestimmung der Retrogradationen und Uebersicht der Resultate des Ptolemäus I 43 44; Erklärung der Breitenbewegungen der Planeten I 44; die Bestimmung der Mondparallaxe durch Ptolemäus I 46; die arabischen Astronomen Alfraganus, Albatgenius I 49; die Trepidation I 51; die Planetentafeln von Arzachel und Ibn Junis I 53; die Sternwarte von Ulugh Beigh und sein Sternatalog I 53; die Alfonsinischen Tafeln I 54; Peurbach und Regiomontan I 55; Copernikus und das heliocentrische System I 57; seine Sonnentheorie I 61; seine Mondtheorie I 62; seine Planetentheorie I 63; Tycho Brahe, seine Angaben über die Strahlenbrechung I 67; seine Mondtheorie I 68; seine Ansichten über die Kometen I 71; Wilhelm von Hesse, Rothmann, Longomontan, die Methoden des letzteren für die geographische Ortsbestimmung I 72 73; Galilei I 74; Erfindung des Fernrohrs I 74; Entdeckung der Mondberge, der Sonnenflecke, der Phasengestalt der Venus, der Jupitersmonde I 75; die Gesetze der Trägheit, der Zusammensetzung der Bewegungen, Fall- und Pendelgesetze I 77; Scheiner, Fabricius, die veränderlichen Sterne I 76; Kepler und seine Untersuchungen über den Mars I 80; das Gesetz der Flächen I 89; die elliptischen Bahnen der Planeten I 91; das Gesetz der Umlaufzeiten I 93; Lansberg, Bullialdus, Cassini und Huyghens I 96; die Entdeckung des Saturnrings und der Saturnsatelliten I 97; Hevel und seine Sternwarte in Danzig I 97; Newton und das Gesetz der allgemeinen Gravitation I 100; die Drehung der Apisiden I 103; die Mondtheorie I 106; die Drehung der Knotenlinie I 108; Präcession, Ebbe und Fluth I 112; Massen der Planeten I 114; Bahnbestimmung von Kometen I 114f; die Elemente einer Bahn I 115; Gegensätze gegen die Newton'sche Theorie I 116; Entdeckung neuer Veränderlicher, der Eigenbewegung der Fixsterne; der Aberration und Nutation I 117 118; weitere Fortschritte der praktischen Astronomie

im 18. Jahrhundert I 118; die Probleme der theoretischen Astronomie, die Bewegung der Apisiden des Mondes I 118; die Secularbeschleunigung der mittleren täglichen Bewegung des Mondes I 119; die Veränderungen der mittleren Bewegungen von Jupiter und Saturn I 119; die Präcession und Nutation, die Frage der Stabilität des Sonnensystems I 120; die Erscheinungen der Libration und sonstiger Ungleichheiten in der Bewegung der Satelliten I 120; das Problem der Bahnbestimmung I 120; die Arbeiten von Clairaut, d'Alembert, Euler über die Mondtheorie I 121; die Störungen in polaren Coordinaten I 122; seculare Glieder I 127; die Variation der Constanten I 132; die osculirende Bahn I 133; mittlere Elemente I 137; Lagrange, Laplace über die Stabilität des Weltsystems I 138; die Untersuchungen über die Jupitersatelliten I 140; Untersuchungen von Euler, Lagrange, d'Alembert über die Libration des Mondes I 141, über die Präcession und Nutation I 142; die Störungen der Kometen, specielle Störungen I 146; der Halley'sche Kometa I 147; das Problem der Bahnbestimmung und die Arbeiten von Euler I 148; die Lambert'sche Gleichung und der Satz von der Krümmung I 150 151; Arbeiten von Lagrange, du Séjour I 152, Olbers, Laplace I 154; die Entdeckung des Uranus I 156; Gauss und seine *theoria motus corporum coelestium* I 157, Uebersicht über neuere Untersuchungen in der Störungstheorie, widerstehendes Mittel, Meteorströme, die neueste Entwicklung der Astronomie I 158 ff.

Astronomischer Ring *Zeitbestimmung* IV 181.

Astronomisches Netz *Zeitbestimmung* IV 180.

Astrophotographie I 212; Aufnahmen d. Sonne im Brennpunkt einer Linse oder eines Spiegels I 213, mit Vergrößerungssystem I 215; Aufnahmen der Corona I 220; des Mondes I 222, der Planeten I 224; der Kometen I 226 235 239, *Kometen und Meteor* II 56; der Sternschnuppen *Astrophotographie* I 227; der Fixsterne mit grossen Refractoren oder Spiegelteleskopen I 228, mit Portraitobjectiven I 234, der Nebelflecke I 237, *Sternhaufen und Nebelflecke* III b 525 526; Entdeckung neuer Nebel III b 525, *Unäversum* IV 123, *Kosmogonie* II 231 232; d. kleinen Planeten I 239; Photographiren des Sonnenspectrums I 240, *Astrospektroskopie* I 394 ff., d. Coronaspectrums *Astrophotographie* I 247, des Spectrums von Mond, Planeten, Kometen I 247; Aufnahmen mit dem Objectivprisma I 258; Vergrößerung der Aufnahmen I 261; Ausmessung der Sonnenbilder I 263, der Sternpositionen I 267, d. Spectrogramme I 274.

Aufnahmen und Vermessungen d. Sternhaufen *Sternhaufen und Nebelflecke* III b 527, der Plejaden und im Hercules III b

527; Genauigkeit der Messungen III b 526, *Mikrometer* IIIa 64; die Aussennebel der Plejaden *Sternhaufen und Nebelflecke* III b 528; Aufnahmen der Milchstrasse zur Bestimmung der Vertheilung d. Sterne *Universum* IV 75.

Die Reduction der gemessenen Sternpositionen *Astrophotographie* I 278 ff., nach rechtwinkligen Coordinaten I 283. Berücksichtigung der Aberration I 285, der Refraction I 285, Berechnung von Hilfstafeln I 286, die Refractionsconstante für verschiedene Wellenlänge I 287, Correctionen für Distorsion des Feldes und Deformation der Schicht I 288; nach Positionswinkel und Distanz I 288, Einfluss der Refraction I 289, der Präcession, Nutation und Aberration I 291, der Scalwerth I 292, die Nullpunkts correction I 292; nach Rectascension und Deklination I 295, die Refraction I 296, die optische Distorsion und die Deformation I 296, Präcession, Nutation und Aberration I 297.

Geschichtliche Bemerkungen I 300.

S. auch unter den einzelnen Objecten und unter Photographie und Astrospectroskopie.

Astrophotometrie I 305; Photometrische Grundgesetze von Lambert, Lommel I 305; psychophysisches Grundgesetz von Fechner I 323; Photometer von Herschel I 307, Steinheil I 308, Lamont I 311, Secchi I 312, Schwerd I 312, Hornstein (Zonenphotometer) I 313, Zollner I 313, Hirsch I 316, Dawes I 316, Christie I 316, Knobel I 317, Pickering I 317 320, Pritchard (Keilphotometer) I 321, Parkhurst I 322; Eintheilung der Sterne nach Grössen I 322; Stufenschätzungen I 325; Unterschied der photographischen und optischen Helligkeit der Sterne I 325; Extinction des Lichts I 325; der Transmissionscoefficient I 326; Extinctionstabelle I 329; Helligkeitsverhältnisse der Sonne I 331, der Planeten I 337, der Satelliten I 341; der Phasenwinkel I 333; die Albedo I 335; der Phasencoefficient I 340; Helligkeiten der Fixsterne I 343; Veränderliche Sterne I 349; Neue Sterne I 355; Literatur nachweis I 362 ff.

S. auch unter den einzelnen Objecten und unter Helligkeit.

Astrophysik s. *Astrophotographie*, *Astrophotometrie*, *Astrospectroskopie*.

Astrospectroskopie I 364; das Objectivprisma und die spectroskopischen Apparate I 366 ff.; die photographischen Aufnahmen der Spectra I 389, Vortheile und Nachtheile I 389 ff.; über die Daueraufnahmen I 390; das Spectrum der Sonne I 393, 394; das ultrarothle und ultraviolette Spectrum I 396; das Spectrum der Flecke I 401, der Fackeln I 402, der Chromosphäre I 402, der Protuberanzen I 403, der Corona I 404; Coincidenz mit Linien irdischer Stoffe I 398; atmosphärische Linien I 399; das Spectrum des Nordlichts I 405, des

Zodiaklichts I 405, des Mondes I 406, der Planeten I 406, der Kometen I 408, der Sternschnuppen und Meteore I 410, der Fixsterne I 410; verschiedene Typen der Fixsternspectra nach Secchi I 410, nach Pickering I 411, nach Vogel I 414, nach Lockyer I 415; Vergleichung der Typen I 416; Vertheilung der Sterne am Himmel nach den Spectraltypen I 419, *Universum* IV 101 ff.; *Kosmogonie* II 237; Spectra der neuen Sterne *Astrospectroskopie* I 422, der Nebelflecke I 422; das Doppler'sche Princip und die Linierverschiebung I 424; Literatur nachweis I 428 429.

S. auch unter den einzelnen Objecten und unter Spectroskop und Astrophotographie.

Atmosphäre, ihre Höhe aus der Extinction des Lichtes *Astrophotometrie* I 327; aus der Höhe des Aufleuchtens der Sternschnuppen *Kometen und Meteore* II 147.

Ueber ihre Constitution s. Strahlenbrechung.

Aufgang-Untergang I 430; Berechnung des wahren Auf- und Untergangs der Fixsterne I 430; Einfluss der Strahlenbrechung I 431; Berücksichtigung der eigenen Bewegung des Gestirns I 432, des Durchmessers I 433, der Parallaxe I 433; Tagebogentafel I 434; der heliakische, kosmische, akronychische Auf- und Untergang *Einleitung* I 34, *Chronologie* I 603; Frühauf-untergang, Spätauf-untergang I 603; Sehungsbogen für die Sterne verschiedener Helligkeit I 603 604.

Aufsteigung gerade s. Rectascension.

Augendeckel-Augenpunkt *Fermehr* I 731 732.

Auge- und Ohrmethode bei Durchgangsbeobachtungen *Persönliche Gleichung* IIIa 371.

Auriga, der Fuhrmann *Sternbilder* III b 154; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 154; Verzeichniss der Doppelsterne III b 154 450, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 156, der veränderlichen Sterne III b 157 453, der farbigen Sterne III b 157; Präcessionstabelle III b 158.

Azimuth, Azimuthbestimmung I 435; günstigste Bedingungen I 437; Bestimmung am Universalinstrument aus Beobachtungen des Polarsterns I 437, Berechnung durch Reihenentwicklungen I 438, Reihe von Åstrand, Tafeln von Albrecht, Block, Valentiner I 439 ff., Anordnung der Beobachtungen I 542, Beispiel I 449 450; am Passageninstrument zur Zeit der Culmination des Polarsternes I 444, Anordnung der Beobachtungen I 446, Beispiel I 450 451, in grösseren Stundenwinkeln des Polarsterns I 447; Differentialausdrücke für den Polarstern und Tafeln dazu I 447 448; am Universaltransit *Universaltransit* IV 56; Bestimmung von Mondazimuthen am Altazimuth und ihre Reduction *Altazimuth* I 208 ff.

Aus früherer Zeit am Gnomon aus correspondirenden Sonnenhöhen von Longomontanus, *Einleitung* I 74; aus einer beobachteten Sonnenhöhe bei bekannter Declination I 74.

Tabelle zur genäherten Einstellung des Sterns in der Nähe des Meridians *Polhöhe* IIIa 447.

Bestimmung des Azimuthfehlers am Meridiankreis *Meridiankreis* IIIa 5; aus Sternen in oberer und unterer Culmination oder der Verbindung von Polsternen und Aequatorsternen IIIa 13, Berücksichtigung etwaiger Veränderung IIIa 13, Beispiel IIIa 14, Benutzung von Miren IIIa 15; beim Passageninstrument im ersten Vertical *Passageninstrument* IIIa 357 ff., *Polhöhe* IIIa 460 ff.

Bestimmung der Zeit aus beobachtetem Azimuth *Zeitbestimmung* IV 174.

Einfluss der Parallaxe bei Azimuthbeobachtungen *Parallaxe* IIIa 317.

Azimuthalinstrument *Universalinstrument* IV 41; Beschreibung IV 41; Horizontalstellung durch das Niveau IV 41; Messung von Horizontalwinkeln IV 42 43; wenn das Object in der Nähe des ersten Verticals liegt *Azimuthbestimmung* I 447.

B

Bahn absolute, intermediäre *Mechanik des Himmels* II 493; osculirende *Einleitung* I 133.

Bahnbestimmung der Planeten und Kometen I 452; Differentialgleichungen der Bewegung I 454; die Kepler'schen Gesetze I 455 456; die Constante der Theoria motus I 457; die numerische und optische Excentricität, die Anomalien, Mittelpunktsgleichung, mittlere tägliche Bewegung, das Kepler'sche Problem I 457 458; Lösung des Kepler'schen Problems durch Construction und Reihenentwicklungen I 458 ff.; Geschwindigkeit des Himmelskörpers in den verschiedenen Kegelschnitten I 462 463; Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Bahnformen I 463; Bewegungsrichtung I 464.

Bahnbestimmung ohne Voraussetzung über die Excentricität I 464 ff.; Vorbereitungsrechnungen, Berücksichtigung der Aberrationszeit I 465 469 489 497, *Aberration* I 178; die Berechnung der Parallaxe für Refractor- und Meridianbeobachtungen, Hülfstafeln von v. Rebeur-Paschwitz *Bahnbestimmung* I 465 ff., *Parallaxe* IIIa 318, *Anhang* IV 243 ff., durch Berechnung des locus fictus *Bahnbestimmung* I 467; Reduction auf das mittlere Aequinoctium I 469, *Ort* IIIa 313; Verwandlung der äquatorealen Coordinaten in die ekliptikalen und umgekehrt I 469, *Coordinaten* I 663.

Bestimmung der rechtwinkligen Coordinaten des Himmelskörpers aus den Bahnelementen, Neigung, Länge des Knotens und der des Perihel I 471; Bestimmung der drei Elemente Parameter, Excentricität,

Länge des Perihels aus drei der Grösse und Lage nach gegebenen Radienvectoren I 472; Entwicklung der Coordinaten und Dreiecksflächen in Reihen nach der Zeit I 474; Bestimmung der mittleren curtirten Distanz I 476; Fall der doppelten Lösung mit Hülfstafel I 481; Lambert's Satz von der Krümmung der scheinbaren Bahn I 486; Berechnung der äusseren curtirten Distanzen und der heliocentrischen Orte I 488; Bestimmung des Verhältnisses des Sectors zum Dreieck I 490; Hansen'scher Kettenbruch I 492; Ermittlung der Elemente I 493; Prüfung der Rechnung I 494; Berechnung der Ephemeride I 495; Aufsuchungs - Oppositions - Vergleichs-ephemeriden, Reduction auf den scheinbaren Ort, Aberrationszeit I 496

Fall einer hyperbolischen Bahn I 497; Beispiel dazu I 499.

Bahnbestimmung in einer Parabel I 501; vorbereitende Rechnungen, mittlere und scheinbare Schiefe der Ekliptik I 501; Aufstellung der Grundgleichungen, mittlere tägliche parabolische Bewegung I 502; die Barker'sche Tafel I 502; (*Anhang* Tafel I, IV 190 ff.); die Barker'sche Tafel, wenn sich die wahre Anomalie 180° nähert I 566 (*Anhang* Tafel I, IV 238); die Euler-Lambert'sche Gleichung I 504; Hülfstafel zur Auflösung *Anhang* Tafel II, IV 239 ff.; die Olbers'sche Methode I 505; über die Lösung der Lambert'schen Gleichung I 507, Ermittlung der Elemente I 507, Berechnung des mittleren Orts, Carlinischer Kunstgriff I 509, Einführung der Rechnungsmodification nach Gauss I 509, der Ausnahmefall I 512; Oppolzer's Methode I 513; Beispiel I 517; Genauigkeit der parabolischen Bahnbestimmungsmethode I 519.

Bestimmung einer Kreisbahn I 520; Tisserand's Untersuchung über die Unmöglichkeit einer Kreisbahn I 523.

Erste Verbesserung einer elliptischen Bahn I 525; Normalorte I 526; Verbesserung einer parabolischen Bahn, verschiedene Methoden I 528; Uebergang von der Parabel auf stark excentrische Ellipsen oder Hyperbeln I 531; die Euler-Lambert'sche Gleichung für die Ellipse I 532; Berechnung der wahren Anomalie und entsprechende Umformung zur Benutzung der Barker'schen Tafel I 535.

Ausgleichung der Beobachtungen durch Differentialquotienten I 540; Differentiation der rechtwinkligen Coordinaten nach Argument der Breite, Radiusvector, Länge des Knotens und Neigung I 540; Uebergang auf Rectascension und Declination I 541 Formeln für Planetenbahnen I 542; für Kometenbahnen von kurzer Umlaufzeit I 543; für nahe parabolische Bahnen I 544; für parabolische Bahnen I 546; Uebergang der ekliptikalen Elemente auf äquatorale I 545, der Aenderungen der äquatoralen Elemente auf solche ekliptikaler I 545.

- Formelzusammenstellung und Beispiele I 546; Elliptische Bahn I 546; parabolische Bahnen, Olbers' Methode I 555; Oppolzer's Methode I 561; Kreisbahn I 564; Verbesserung einer parabolischen Bahn I 565; Literatur I 568 ff.
- Tisserand's Kriterium für die Identität zweier Kometen *Kometen und Meteore* II 93.
- Bahnbestimmung der Meteore *Kometen und Meteore* II 190; Beispiel II 194; Umformung der vorherigen Ausdrücke II 195; Beispiel II 197; Bahnbestimmung der stellaren Schwärme II 202.
- Bahnbestimmung der Doppelsterne *Doppelsterne* I 678; die Elemente I 678; Bestimmung von Positionswinkel und Distanz aus den Elementen I 679; Bestimmung der Bahn aus Positionswinkeln und Distanzen I 680; Einführung von Hilfsgrößen I 682; Zusammenstellung der Formeln I 683; Differentialformeln I 684; Ausnahmefälle I 685; Bahnbestimmung aus veränderlicher Eigenbewegung I 689, aus spectroscopischen Messungen I 691.
- S. auch zur Entwicklung der Bahnbestimmung die *Einleitung* und ferner *Mechanik des Himmels* II 299–317; sowie für die Berechnung der Störungen *Mechanik des Himmels*.
- Bahnelemente *Bahnbestimmung* I 463; s. auch Elemente.
- Verzeichniss, der Elemente der Kometen, *Anhang* Tafel VI IV 296, der der grossen Planeten *Anhang* Tafel VII IV 346, der der kleinen Planeten *Anhang* Tafel VII IV 324.
- Bahnnähen *Kometen und Meteore* II 93.
- Bahnsucher I 574; Beschreibung des Instruments I 574.
- Balkenmikrometer *Mikrometer* IIIa 132; s. auch Differenzmikrometer.
- Barker'sche Tafel *Bahnbestimmung* I 502 535 566 ff., *Mechanik des Himmels* II 304 312 314, *Anhang* Tafel I, IV 190 ff. IV 238.
- Bedeckungen s. Sternbedeckungen.
- Beleuchtung des Gesichtsfeldes, der Fäden, des Kreises und ihre Moderierung *Meridiankreis* IIIa 2 3, *Universalinstrument* IV 44; Vorzüge der Einschaltung farbigen Glases zur Beobachtung schwacher Objecte *Mikrometer* IIIa 141; verschiedene Einrichtungen bei den Mikrometern IIIa 128 ff.; Beschreibung derselben am Strassburger Refractor IIIa 130 ff.;
- Beschleunigung *Einleitung* I 131, *Mechanik des Himmels* II 279 303; die seculare des Mondes *Einleitung* I 118 f. 138 ff.; *Mechanik des Himmels* II 449 454, die historischen Finsternisse II 455; Ursachen für dieselben II 456; des Saturn *Einleitung* I 119 138, *Mechanik des Himmels* II 403; beim Encke'schen Kometen *Kometen und Meteore* II 74 86, *Mechanik des Himmels* II 484; beim Merkur II 396.
- Bewegung, Erscheinungen und Ursachen *Einleitung* I 77, *Mechanik des Himmels* II 278;
- Zusammensetzung II 279; Translationsbewegungen II 284; Rotationsbewegungen II 523; epicyclische *Einleitung* I 19; geocentrische, heliocentrische I 22; rückläufige, direkete, retrograde I 9; mittlere tägliche I 14, *Bahnbestimmung* I 457, *Mechanik des Himmels* II 303; des Mondes *Einleitung* I 118; des Mondapogäums I 121 ff.; der Mondknoten I 144 ff.; des Jupiter und Saturn I 130; Secularänderung I 138 ff.; anomale der Kometen im widerstehenden Mittel I 159 ff.; Bewegung im Visionsradius I 163, *Astroscopie* I 424 ff.
- S. ausführlicher unter Mechanik des Himmels sowie auch unter Eigenbewegung.
- Biegung des Kreises, des Fernrohrs, der Axe I 575; ihre Bestimmung bezw. Elimination I 576; Hansen'sche Methode, Umwechslung von Objectiv und Ocular I 580; Bessel'sche Methode, directe und reflectirte Beobachtungen I 581; mit Hilfe von Collimatoren I 582; durch besondere Hilfsapparate, von Marth I 587, Löwy I 588, Bauschinger I 589, Schaeberle I 590; Bestimmung der Biegung des Kreises allein I 591; Unterschiede der Bestimmung nach verschiedenen Methoden I 592; Einflüsse auf die Biegung I 592. S. auch Meridiankreis IIIa I 14 18 19.
- Ihr Einfluss und ihre Bestimmung am Universalinstrument *Polhöhe* IIIa 455, *Zeitbestimmung* IV 143, am Refractor *Aquatocal* I 181 ff., *Mikrometer* IIIa 141 ff.; die Wirkung auf die Centrirung des Objectivs in den verschiedenen Lagen des Fernrohrs bei grossen Instrumenten IIIa 144.
- Bielascher Komet *Kometen und Meteore* II 60 73 224 ff.
- Bieldien *Kometen und Meteore* II 185.
- Bildpunkt *Fernrohr* I 708.
- Blendgläser *Prismenkreis* IIIb 23; Ermittelung der Fehler IIIb 23.
- Blutregen *Kometen und Meteore* II 106.
- Bolide *Kometen und Meteore* II 103.
- Bootes Sternbilder IIIb 158; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 158, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 159 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 161, der veränderlichen Sterne IIIb 166 453 der farbigen Sterne IIIb 166; Präcessionstabelle IIIb 167.
- Brachyteleskop *Fernrohr* I 746.
- Breguetspirale *Chronometer* I 630.
- Breite *Coordinationen* I 658; geocentrische *Finsternisse* I 766, *Parallaxe* IIIa 315, *Polhöhen* IIIa 441; geographische *Einleitung* I 33 72 73, *Finsternisse* I 766, *Polhöhe* IIIa 441; Einfluss der Aberration *Aberration* I 172, *Bahnbestimmung* I 547, der Parallaxe IIIa 318.
- S. auch Polhöhe.
- Brennebene *Fernrohr* I 709 711.
- Brennpunkt, Hauptbrennpunkt *Fernrohr* I 709; Unterschied des chemischen vom optischen *Astrophotographie* I 213.

- Brennweite, Verhältniss zur Objectivöffnung bei photographischen Fernrohren *Astro-photographie* I 215 223; Bestimmung derselben *Fernrohr* I 729.
- Bronsen'scher Komet *Kometen und Meteore* II 75 76.
- C**
- Caelum, der Grabstichel *Sternbilder* IIIb 167; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 167; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 167 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 168, der veränderlichen Sterne IIIb 168, der farbigen Sterne IIIb 168; Präcessionstabelle IIIb 168.
- Camelopardalus, die Giraffe *Sternbilder* IIIb 168; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 168; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 169 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 172, der veränderlichen Sterne IIIb 173, der farbigen Sterne IIIb 173; Präcessionstabelle 174.
- Camera, astronomische *Astrophotographic* I 235.
- Cancer, der Krebs *Sternbilder* IIIb 174; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 174; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 175 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 177 452, der veränderlichen Sterne IIIb 178, der farbigen Sterne IIIb 179; Präcessionstabelle IIIb 179.
- Canes venatici, die Jagdhunde *Sternbilder* IIIb 179; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 179; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 180 450, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 181, der veränderlichen Sterne IIIb 183 453, der farbigen Sterne IIIb 183; Präcessionstabelle IIIb 184.
- Canis major, der grosse Hund *Sternbilder* IIIb 184; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 184; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 184 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 185, der veränderlichen Sterne IIIb 186 453, der farbigen Sterne IIIb 186; Präcessionstabelle IIIb 187.
- Canis minor, der kleine Hund *Sternbilder* IIIb 187; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 187; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 187, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 188, der veränderlichen Sterne IIIb 188 453, der farbigen Sterne IIIb 188; Präcessionstabelle IIIb 189.
- Canon der Finsternisse *Chronologie* I 600, *Finsternisse* I 771.
— des Ptolemäus *Chronologie* I 609.
- Capricornus, der Steinbock *Sternbilder* IIIb 189; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 189; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 189 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 190, der veränderlichen Sterne IIIb 191 454 455, der farbigen Sterne IIIb 191; Präcessionstabelle IIIb 192.
- Capwolk *Universum* IV 112 5; Zusammenhang zwischen Nebel- und Sternhaufen IV 116.
- Cardanische Aufhängung *Chronometer* I 634.
- Carina s. Argo.
- Cartesi'sche Wirbeltheorie *Einleitung* I 116 *Kosmogonie* II 228.
- Cassini'sches Netz *Mikrometer* IIIa 65; Einfluss des Fehlers in der Einstellung auf den Parallel IIIa 66; Correction für Krümmung des Parallels IIIa 67; Einfluss der Refraction und eigenen Bewegung IIIa 67.
- Cassiopea *Sternbilder* IIIb 192; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 192; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 192, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 196, der veränderlichen Sterne IIIb 196 455, der farbigen Sterne IIIb 197; Präcessionstabelle IIIb 198.
- Catalogposition, s. *Starncataloge*.
- Centaurus, der Centaur *Sternbilder* IIIb 198; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 198; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 198 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 200, der veränderlichen Sterne IIIb 202 453, der farbigen Sterne IIIb 202; Präcessionstabelle IIIb 203.
- Centralsonne *Kosmogonie* II 232, *Universum* IV 59 (Sirius) IV 59 (Orionnebel).
- Centrirung *Fernrohr* I 710 734; Untersuchung derselben I 737.
- Cepheus *Sternbilder* IIIb 203; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 203; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 203 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 207, der veränderlichen Sterne IIIb 207 455, der farbigen Sterne IIIb 207; Präcessionstabelle IIIb 208.
- Cetus, der Walfisch *Sternbilder* IIIb 208; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 208; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 209 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 211, der veränderlichen Sterne IIIb 217 452, der farbigen Sterne IIIb 218; Präcessionstabelle IIIb 218.
- Chaldäische Periode *Chronologie* I 600, s. auch Saros.
- Chamäleon, das Chamäleon *Sternbilder* IIIb 218; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 219; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 219, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 219, der farbigen Sterne IIIb 219; Präcessionstabelle IIIb 220.
- Chromosphäre der Sonne *Astrophotographic* I 222, *Astrospektroskopie* I 400, *Sonne* IIIb 75 79; Spectrum derselben *Astrospektroskopie* I 402.
- Chronoideik *Zeitbestimmung* IV 177.
- Chronograph s. *Registrierapparate*.

- Chronologie** *Einleitung* I 7 31 94. *Chronologie* I 593; mathematische und astronomische I 593; mittlerer Sonnentag und astronomischer Tag I 594; Ortszeit, Weltzeit, Zonenzeit I 594; das tropische Jahr I 594; himmlische Zeichen I 595; Zodiakal- und Hülftafeln I 596 598; verschiedene Monate, Syzygien I 597; Meton'scher Mondeyklus, goldene Zahl I 598 618; Finsternisse I 599; die chaldäische Periode I 600; die Berechnung der Finsternisse und die Hülftafeln dazu, Oppolzer's und Ginzels Canon I 601; die verschiedenen Auf- und Untergänge, kosmisch, akronychisch, heliakisch I 603, Hülftafeln zur Berechnung derselben von Wislicenus I 604; der Sehungsbogen I 603; technische oder historische Chronologie I 604; Mondjahr, Lunisolarjahr, Sonnenjahr I 605; Kalender der Chinesen und Japaner I 605, der Inder I 606, der Aegypter I 608, in Vorderasien I 610, der Griechen I 612, der römische und christliche I 613, die gregorianische Kalenderreform I 615, der Sonnenzirkel und Sonntagsbuchstabe I 617, die Osterrechnung, Epacten, Sonnen- und Mondgleichung, Indictionen, Römerzinszahl I 618; die Gauss'sche Osterformel I 619; der russische Kalender I 619; der jüdische Kalender I 620; der Kalender der Türken I 622, der französischen Republik I 623.
- Kalendariographische Tafeln von Schram I 623; Literaturnachweis I 624.
- Chronometer** I 625, *Uhr* IV 1; der Mechanismus *Chronometer* I 626, der Regulator, die Unruhe I 626, die Hemmung I 628, die Duplexhemmung I 629, die Breguet'sche Spirale I 630, das Räderwerk I 630, der Motor I 631, die freie Hemmung I 632, die Aufziehvorrichtung I 633; die Cardanische Aufhängung I 634; Ursachen für die Veränderungen im Gang des Chronometers I 634; Stand und Gang einer Uhr I 635; Isochronismus des Regulators I 635; Formel für die Dauer der Regulatorschwingung I 637; Einfluss der Temperatur auf den Regulator I 638; die Compensation I 639; die Ueber- oder Untercompensation I 641; die Hülfscompensationen von Poole, Eiffe, Molineux, Loseby, Kullberg I 642 ff; Untersuchung des Chronometers und Gangformeln I 644; Einfluss der Veränderung der Luftfeuchtigkeit, des Luftdrucks I 646, der Schiffsbewegung I 649, des permanenten Magnetismus, der atmosphärischen Electricität I 649, der Veränderung in der Molecularstruktur der Metalle I 650, der Beschaffenheit des Oeles I 651.
- Ueber die Behandlung des Chronometers auf Reisen und beim Transport überhaupt I 652.
- Uebertragung zur Bestimmung der Länge *Längenbestimmung* II 248 259; Unsicherheit des Ganges während der Reise II 262; verschiedene Methoden zur Berücksichtigung der Gangänderung II 262; über die Genauigkeit der durch Chronometerexpeditionen bestimmten Längendifferenz II 268.
- Circinus**, der Zirkel *Sternbilder* IIIb 220; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 220; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 220, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 221, der veränderlichen Sterne IIIb 453, der farbigen Sterne IIIb 221; Präcessionstabelle IIIb 221.
- Circummeridianhöhen** s. *Circummeridianzenithdistanzen*.
- Circummeridianzenithdistanzen** zur Bestimmung der Polhöhe *Polhöhe* IIIa 443 445; Abnahme der Genauigkeit mit Zunahme des Stundenwinkels IIIa 448 f; Berücksichtigung der veränderlichen Declination bei Beobachtungen der Sonne IIIa 455.
- Circumpolarsterne** *Einleitung* I 2, *Aufgang* I 431, *Coordinaten* I 661.
- Coëfficienten** einer Reihe, ihre Bestimmung aus Beobachtungen *Mechanik des Himmels* II 458.
- Coincidenzen** zwischen festem und beweglichem Faden *Asimuthbestimmung* I 445, *Mikrometer* IIIa 148.
- bei der Uhrvergleichung *Längenbestimmung* II 252.
- Collectivsystem** *Fernrohr* I 711.
- Collimationsfehler** und seine Bestimmung *Aquatorial* I 182f. 186, *Anunciant* I 203, *Meridiankreis* IIIa 5; Bestimmung durch terrestrische Objecte IIIa 12 15 16, durch Sternbeobachtungen IIIa 12, durch Nadirbeobachtung IIIa 24; am Sextant *Prismenkreis* IIIb 19 (s. Indexfehler); am Universalinstrument *Universalinstrument* IV 46 47.
- Collimator** *Blizung* I 582, *Meridiankreis* IIIa 12 16.
- bei Spectralapparaten *Astrospectroskopie* I 364.
- Colorimeter** *Astrophotometrie* I 315.
- Columba**, die Taubz *Sternbilder* IIIb 221; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 221; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 221, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 222, der veränderlichen Sterne IIIb 222 453, der farbigen Sterne IIIb 222; Präcessionstabelle IIIb 223.
- Color** *Coordinaten* I 657.
- Coma** *Berineces*, das Haar der Berenice *Sternbilder* IIIb 223; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 223; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 223, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 224, der veränderlichen Sterne IIIb 227, der farbigen Sterne IIIb 227; Präcessionstabelle IIIb 227.
- Commutation** in der Copernicanischen Planetentheorie *Einleitung* I 64.

- Comparator** zum Ausmessen der Photographie, verschiedene Constructionen *Astro-photographie* I 264.
- Compensation**, der Chronometer *Chronometer* I 639; der Pendeluhr *Uhr* IV 11; der Fehler der Objective *Fernrohr* I 727.
- Conjugierte Punkte**, Ebene, Brennpunkte *Fernrohr* I 709.
- Conjunction** *Einleitung* I 4; in Rectascension und Länge I 6.
- Constante** der Aberration *Aberration* I 170; verschiedene Werthe aus Beobachtungen am Meridiankreis, im ersten Vertical, durch die Jupiterstrabanten und Lichtgeschwindigkeit I 170 171; Bestimmung der Constanten aus Rectascension und Declination des Polarsterns I 175, aus Deklinationen von Zenithsternen I 175, aus Unterschieden der Meridianzenithdistanzen zweier Sterne I 176, *Nutation* IIIa 305 307, *Polhöhe* IIIa 468 471; günstigste Bedingungen *Aberration* I 177.
- der Extinction des Lichts, photometrische Constante *Astrophotometrie* I 329, *Unverzerrung* IV 94, ihre Bestimmung, *Astrophotometrie* I 325 ff., *Unverzerrung* IV 76 ff.
- der *Nutation* *Mechanik des Himmels* II 592, *Nutation* IIIa 304; Bestimmung derselben durch Rectascension von Polsternen, durch Beobachtungen im ersten Vertical IIIa 305; durch Unterschiede der Meridianzenithdistanzen zweier Sterne IIIa 306 ff.
- der Präcession *Mechanik des Himmels* II 592, *Präcession* IIIb 1; Bestimmung derselben IIIb 15 ff., *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 108.
- der Refraction oder Strahlenbrechung, *Strahlenbrechung* IIIb 566; ihre Bestimmung IIIb 592.
- des Sonnensystems, (der Theoria motus, der Gravitation), *Bahnbestimmung* I 457, *Kometen und Meteore* II 148, *Mechanik des Himmels* II 302 397 576; für die Satelliten II 302, für die Körper des Sonnensystems II 303; bei Doppelsternen, *Doppelsterne* I 679.
- die sogenannten Gauss'schen Constanten zur Berechnung der Coordinaten aus den Elementen, Neigung, Länge des Knotens und des Perihels, für den Aequator *Bahnbestimmung* I 471 495, für die Ekliptik *Mechanik des Himmels* II 314.
- Variation der Constanten *Einleitung* I 132, *Mechanik des Himmels* II 298.
- Coordinaten** I 655; sphärische Coordinaten, Definitionen, der Horizont, Zenith, Nadir, Meridian, Höhe, Azimuth I 655; Aequator, Declination, Stundenwinkel I 655; Verwandlung von Bogenmaass in Zeitmaass und umgekehrt I 656; Ekliptik, Aequinoctien, Solstitien, Rectascension I 657; Länge, Breite I 658; Verwandlung von Azimuth und Höhe in Stundenwinkel und Declination und umgekehrt I 658; Beziehung zwischen Zenithdistanz und Declination und Stundenwinkel I 660; obere und untere Culmination I 661; Einfluss der Eigenbewegung des Gestirns auf die Zeit der grössten oder kleinsten Höhe I 661; Ermittlung von Azimuth, Zenithdistanz, parallactischem Winkel und Stundenwinkel, Declination und Polhöhe I 662; Sternzeit I 663; Verwandlung der Rectascension und Declination in Länge und Breite und umgekehrt I 663, *Bahnbestimmung* I 469; die betreffenden Formeln für die Sonne *Coordinaten* I 664, *Hüllstafeln* I 665; Differentialformeln I 667; die Digression eines Sterns I 668.
- Sphärische Polarcoordinaten, Positionswinkel und Distanz *Mikrometer* IIIa 153; Beziehungen zum Unterschied in Rectascension und Declination, strenge Ausdrücke IIIa 153, Vereinfachungen IIIa 154.
- Rechtwinklige Coordinaten**, Verwandlung I 664, *Mechanik des Himmels* II 280; wenn ein Axensystem beweglich ist II 281; Bestimmung der Lage eines Systems gegen ein anderes II 282; als Function der Bahnelemente *Bahnbestimmung* I 470, *Mechanik des Himmels* II 299 314; Differentialquotienten der rechtwinkligen Coordinaten nach den Elementen *Bahnbestimmung* I 541, *Mechanik des Himmels* II 320; heliocentrische und geocentrische rechtwinklige Coordinaten *Bahnbestimmung* I 453 494 ff. 541.
- der Satelliten in Bezug auf die Hauptplaneten *Mechanik des Himmels* II 460; geocentrische Coordinaten eines Mondkraters II 615; galactocentrische Coordinaten *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 104.
- Hansen's ideale Coordinaten *Mechanik des Himmels* II 415; Proportionalcoordinaten II 431.
- Störungen in rechtwinkligen Coordinaten II 330 ff.; in polaren Coordinaten II 343 ff II 405 ff.; S. *Mechanik des Himmels*.
- Corona australis**, die südliche Krone *Sternbilder* IIIb 228; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 228; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 228, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 228, der veränderlichen Sterne IIIb 228 454, der farbigen Sterne IIIb 228; Präcessionstabelle IIIb 229.
- Corona borealis**, die nördliche Krone *Sternbilder* IIIb 229; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 229; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 229 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 230, der veränderlichen Sterne IIIb 230, der farbigen Sterne IIIb 230; Präcessionstabelle IIIb 231.
- Corona der Sonne** *Astrophotographie* I 213 220 221, *Astrospektroskopie* I 400, *Sonne* IIIb 61 75 ff.; ihr Spectrum *Astrospektroskopie* I 404, *Sonne* IIIb 79 80; Erklärung für die Bewegung des Merkurperihels *Mechanik des Himmels* II 396, *Sonne* IIIb 81.

- Coronium *Astrospektroskopie* I 404, *Sonne* IIIb 79.
- Coronograph *Astrophotographie* I 220 247.
- Correspondirende Höhen *Azinuthbestimmung* I 436; *Zeitbestimmung* aus denselben *Zeitbestimmung* IV 155; *Beobachtung* der Sonne IV 155, *Berücksichtigung* der Aenderung der Deklination IV 155, *Mittagsverbesserung* IV 156, *Mitternachtsverbesserung* IV 157, *Beispiel* IV 157.
- Corvus, der Rabe *Sternbilder* IIIb 231; *Grenzen* und *Anzahl* der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 231; *Verzeichniss* der Doppelsterne IIIb 231, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 231, der veränderlichen Sterne IIIb 232, der farbigen Sterne IIIb 232; *Präcessions-tabelle* IIIb 232.
- Condé, *Equatorial Aequatorial* I 192.
- Crater, der Becher *Sternbilder* IIIb 233; *Grenzen* und *Anzahl* der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 233; *Verzeichniss* der Doppelsterne IIIb 233, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 233, der veränderlichen Sterne IIIb 234, der farbigen Sterne IIIb 235; *Präcessions-tabelle* IIIb 235.
- Crux, das Kreuz *Sternbilder* IIIb 235; *Grenzen* und *Anzahl* der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 235; *Verzeichniss* der Doppelsterne IIIb 235, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 236, der veränderlichen Sterne IIIb 236 454, der farbigen Sterne IIIb 236; *Präcessions-tabelle* IIIb 236.
- Culmination, obere und untere *Einleitung* I 2, *Azinuthbestimmung* I 435, *Coordinaten* I 661.
- Cygnus, der Schwan *Sternbilder* IIIb 236; *Grenzen* und *Anzahl* der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 236; *Verzeichniss* der Doppelsterne IIIb 237, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 242, der veränderlichen Sterne IIIb 243 454, der farbigen Sterne IIIb 243; *Präcessions-tabelle* IIIb 245.
- D
- Datumgrenze *Zeitbestimmung* IV 134.
- Davisquadrant *Jacobstab* II 48.
- Deferent *Einleitung* I 21.
- Deimos, s. Planeten, Mars IIIa 413.
- Deklination *Einleitung* I 2 6, *Coordinaten* I 655.
- Ihre *Bestimmung*, absolute und relative *Deklinationsbestimmung* I 669, *Aberration* I 176, *Abwacantur* I 199; im Meridian *Meridiankreis* IIIa 17; *Berücksichtigung* der Instrumentalfehler, *Run*, *Excentricität*, *Theilfehler*, *Biegung* IIIa 18; der *Refraction* IIIa 18; *reflectirte* *Beobachtungen* IIIa 18; *Elimination* der Polhöhe IIIa 19; *Beobachtungen* der Sonne zur *Bestimmung* der *Schiefen* der *Eklipktik* und des *Frühlingspunkts* IIIa 20, *Sternataloge* IIIb 456; *Einfluss* der *Krümmung* des

Parallels und der *Fadenneigung* *Meridiankreis* IIIa 21; *Bestimmung* des *Aequatorpunkts* am *Kreise* durch *Collimatoren* und *Nadir* IIIa 24; *Beobachtung* eines *Gestirns* mit *messbarem* *Durchmesser* IIIa 25; *Berücksichtigung* der *Parallaxe* IIIa 25, für *Beobachtungen* ausserhalb des *Meridians* *Rehobestimmung* I 466, *Parallaxe* IIIa 318; *Bestimmung* der *Deklination* durch *Beobachtungen* im *ersten Vertical*, *Passageninstrument* IIIa 361 ff.

Systematische Fehler der *Deklinationen*, *Eigenbewegung* des *Sonnensystems* IIIb 96, *Sternataloge* IIIb 457 471; *System* *Auwers* und *Boss* IIIb 472 473.

Bestimmung von *Deklinationsdifferenzen*, am *Heliometer* *Heliometer* II 4; am *Mikrometern*: *Cassini's* *Netz* *Mikrometer* IIIa 66; am *Zetanez* IIIa 68; am *Ringmikrometer* IIIa 72 78 ff., *Einfluss* der *Eigenbewegung* und *Refraction* IIIa 81; am *Positionsmikrometer* IIIa 91; am *Differenzmikrometer* IIIa 93, unter 45° IIIa 93, *Zusatzglied* für *grosse* *Deklinationsdifferenzen* und *hohe* *Deklination* IIIa 94, *Einfluss* der *Eigenbewegung* und *Refraction* IIIa 95; am *Kreuzstabmikrometer* IIIa 100, *Einfluss* von *Orientirungsfehler*, *Eigenbewegung* und *Refraction* IIIa 101; am *quadratischen* *Mikrometer* IIIa 104, *Einfluss* der *Eigenbewegung* und *Refraction* IIIa 105; mit dem *Fadenmikrometer* bei *ruhemdem* *Fernrohr* IIIa 148, bei *gehendem* *Uhrwerk* IIIa 152, *Einfluss* der *Strahlenbrechung* IIIa 149 153, *Verbesserung* für *Präcession*, *Nutation* und *Aberration* IIIa 239.

- bei der *wechselnden* *Neigung* der *Planetenbahnen* nach *Copernicus* *Einleitung* I 66.
- Deklination *Mikrometer* IIIa 134.
- Delphinus, der Delphin *Sternbilder* IIIb 245; *Grenzen* und *Anzahl* der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 245; *Verzeichniss* der Doppelsterne IIIb 246 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 246, der veränderlichen Sterne IIIb 247 454 455, der farbigen Sterne IIIb 247; *Präcessionstabelle* IIIb 247.
- Deviation *Einleitung* I 66.
- Diakaustik *Fernrohr* I 721.
- Diastema *Mechanik* des *Himmels* II 494; *Diastematisches* *Argument* II 495.
- Dichotomie *Chronologie* I 597.
- Dichte *Mechanik* des *Himmels* II 279 524 551, *Planet* IIIa 382 386 387.
- Differentialquotient, numerische *Berechnung* *Interpolation* II 45.
- Differenzmikrometer *Mikrometer* IIIa 92; ohne *Positionskreis*, *Anschluss* an *zwei* *bekannte* *Sterne*, *günstigste* *Bedingungen* IIIa 13, *Einfluss* der *Eigenbewegung* IIIa 93, in *Verbindung* mit dem *Fernrohr* von *verticaler* oder *äquatoraler* *Aufstellung* IIIa 93; am *parallactischen* *Fernrohr* mit *Positionskreis*, wenn der *Faden* oder die *Lamelle* unter 45° steht IIIa 93, *Zusatzglied* für *hohe* *Deklination*

- und grosse Deklinationsunterschiede IIIa 94, Berücksichtigung der Eigenbewegung IIIa 95, der Refraction IIIa 95; wenn die Lamelle nach wahren Parallel eingestellt ist, strenge Formeln IIIa 96, vereinfachte IIIa 97; wenn die Lamelle nach scheinbarem Parallel eingestellt ist IIIa 97, Anwendbarkeit des Mikrometers IIIa 97; Doppellamelle IIIa 98, Orientirung des Mikrometers IIIa 98, Beispiel IIIa 98; zwei senkrechte Lamellen unter 45° gegen die Richtung der täglichen Bewegung (Kreuzstab) IIIa 100, Reductionsformeln IIIa 100, Einfluss eines Fehlers im Winkel der Lamellen IIIa 100, des Orientirungsfehlers IIIa 101, der Eigenbewegung IIIa 101, der Refraction für wahren und scheinbaren Parallel IIIa 101; Doppelkreuzstab IIIa 101, Beispiel IIIa 102; quadratisches (square-bar) Mikrometer IIIa 104, Einfluss der Eigenbewegung IIIa 105, der Refraction für wahre und scheinbare Deklinationen und Parallel IIIa 105, Orientirung des Mikrometers IIIa 107, die Länge der Diagonale IIIa 107.
- Digression, der Planeten *Einleitung* I 67, der Circumpolarsterne *Coordinates* I 668.
- Dione s. Planeten, Saturn IIIa 428.
- Dioptr I 670.
- Dipleidoskop *Zeitbestimmung* IV 177.
- Direkte Bewegung *Einleitung* I 9, *Bahnbestimmung* I 464.
- Distanz *Mikrometer* IIIa 153; Messung s. unter Doppelbildmikrometer, Heliometer, Mikrometer, Positionswinkel; Verbesserung für Präcession, Nutation, Aberration *Mikrometer* IIIa 241 242.
- curtirte *Bahnbestimmung* I 453.
- Doppelbildmikrometer *Mikrometer* IIIa 197; Vortheile gegenüber den Faden- und Lamellenmikrometern, allgemeine Principien nach Savery und Bouguer IIIa 197; verschiedene Constructionen von Amici, Bemerkungen darüber IIIa 200, Messungen mit demselben IIIa 201; Doppelbildmikrometer mit getheilter Ocularlinse nach Ramsden, Jones, G. Dollond IIIa 202; Airy'sches Mikrometer, erste Construction IIIa 203; Vorschlag von Valz IIIa 205, Lichtverlust IIIa 206; Beschaffenheit der Bilder IIIa 206, Beschreibung des mechanischen Theils nach Kaiser IIIa 207, Herstellung der Deckung der Bilder IIIa 209, Beobachtungsmethoden IIIa 209, vierfache Distanz IIIa 209, doppelte Distanz IIIa 210, verschiedene Einstellung für Positionswinkel und Distanz IIIa 210, direkte Deckung der ungleichnamigen Bilder IIIa 210, einfache Distanzen IIIa 210, Durchmesserbestimmungen IIIa 211, Elimination der Schraubenfehler IIIa 211, Berücksichtigung unvollständiger Deckung IIIa 211, Nothwendigkeit der Einstellung bei allen zusammengehörigen Beobachtungen an derselben Stelle des Gesichtsfeldes IIIa 212, Bestimmung des Winkelwerthes der Schraube IIIa 212, Bestimmung des Nullpunktes des Positionskreises IIIa 214, Berücksichtigung der Phase bei Durchmesserbestimmungen IIIa 215; Prismenmikrometer nach Maskelyne IIIa 215, Construction mit einem und zwei Prismen IIIa 216, Bestimmung der Durchmesser von Sonne, Mond und Planeten IIIa 216; Steinheil's Ocular-Prismenmikrometer, Beschreibung IIIa 217 nur für hellere Objecte verwendbar IIIa 218; Mikrometer von Clausen IIIa 218, von Baden-Powell und Secchi IIIa 219; Mikrometer mit doppelt brechenden Krystallen von Rochon IIIa 219; Anwendung durch Arago zur Messung von Planetenscheiben IIIa 220, die Mängel desselben IIIa 221; Mikrometer mit veränderlicher Vergrößerung von Arago IIIa 221, sein Ocularmikrometer mit constanter Vergrößerung IIIa 222; Dollond's Doppelbildmikrometer IIIa 223; das Wellmann'sche Mikrometer IIIa 224; Benutzung eines Kalkspathprismas bei Marsbeobachtungen durch Lohse IIIa 224; Wellmann's Apparat für Messung von Positionswinkel und Distanz IIIa 224, Vervollkommenung des Apparates IIIa 224, Beobachtungsverfahren IIIa 225, Elimination der Fehler IIIa 227, Vorzüge des Mikrometers IIIa 228; Neigung der Fäden bei den Prismen von Rochon und Wollaston IIIa 229; Prisma von Brendel IIIa 230, Berücksichtigung und Elimination der Neigung IIIa 231; Beispiele IIIa 233; Abhängigkeit der Maximalelongation von Temperatur und Ocularstellung IIIa 234; Bestimmung der Maximalelongation IIIa 235; Mikrometer von Bigourdan IIIa 236.
- Doppelsterne I 671; optische und physische I 671, *Unicursum* IV 60; Entdeckung durch Chr. Mayer, *Doppelsterne* I 671; Herschel's und W. Struve's Arbeiten I 672; die Farben der Doppelsterne I 675; das Doppler'sche Princip I 675.
- Ueber die Bestimmung der Bahn I 676, *Einleitung* I 162; Allgemeingültigkeit des Newton'schen Attractionsgesetzes *Doppelsterne* I 676 678; über den Werth der Anziehungsconstante im Sonnensystem und den Doppelsternsystemen I 679; die Messungen, Einfluss der Refraction, Aberration, Nutation und Präcession I 677; Persönliche Fehler bei den Beobachtungen I 677, *Mikrometer* IIIa 163; Bahnbestimmung, scheinbare und wahre Bahn *Doppelsterne* I 678; die sieben Elemente I 678; das Periastron I 678; Bestimmung von Positionswinkel und Distanz aus den Elementen I 679; der Bahn aus Positionswinkel und Distanzen I 680; Genauigkeit der Bahnbestimmung I 680; Einführung von Hilfsgrößen I 682; Zusammenstellung der Formeln I 683; Differentialformeln I 684; Ausnahmefälle I 685; Uebersicht berechneter Doppelsternbahnen mit Umlaufzeiten unter 100 Jahren I 686; mehrfache Systeme I 687; Sterne mit veränderlicher Eigenbe-

wegung I 688; das Sirius- und Procyon-system I 688; Anwendung spectralanalytischer Messungen auf die Erkennung enger Doppelsterne I 690; Bestimmung von fünf Bahnelementen aus spectrokopischen Beobachtungen I 694; Hinzunahme photometrischer Messungen bei Veränderlichen I 690 694, *Astrophotometrie* I 359, *Astrospectroskopie* I 428; über die Stabilität enger Systeme *Doppelsterne*, I 695; Einfluss der Lichtzeit auf den Ort der Componenten I 696; Abhängigkeit der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichts von der Helligkeit I 696.

Ueber die Massenverhältnisse *Universum* IV 95; die Entstehung *Kosmogonie* II 235.

Messungen am Lampennetzmikrometer *Mikrometer* IIIa 69, am Schraubenmikrometer Herschel's IIIa 112, am Fadennikrometer nach Positionswinkel und Distanz IIIa 153 ff, mit dem Doppelbildmikrometer IIIa 223, mit Wellmann's Mikrometer IIIa 225, am Heliometer II 16.

Verzeichniss der Doppelsterne in den einzelnen Sternbildern s. letztere.

Dopplersches Princip *Einleitung* I 163, *Astrophotometrie* I 359, *Astrospectroskopie* I 424, *Doppelsterne* I 675.

Dorado, der Schwertfisch *Sternbilder* IIIb 248; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 248; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 248, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 249, der veränderlichen Sterne IIIb 252, der farbigen Sterne IIIb 252; Präcessions-tabelle IIIb 252.

Dosenlibelle *Niveau* IIIa 290.

Drachenkopf-Drachenschwanz *Einleitung* I 7, *Chronologie* I 597.

Drachennonat *Einleitung* I 7, *Chronologie* I 597.

Draco, der Drache *Sternbilder* IIIb 252; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 252; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 253 451, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 256, der veränderlichen Sterne IIIb 260 454, der farbigen Sterne IIIb 260; Präcessions-tabelle IIIb 260.

Dunkle Weltkörper *Universum* IV 96.

Durchgang s. Merkur-Venusvorübergänge.

Durchgangsbeobachtungen *Meridiankreis* IIIa 4; Reduction auf den Mittelfaden IIIa 8; Bestimmung der Fadendistanzen IIIa 10; Einfluss der Eigenbewegung, Parallaxe und des Durchmessers des Gestirns IIIa 11; Bestimmung des Werthes einer Schraubenrevolution aus Durchgängen *Mikrometer* IIIa 190 ff.; über die persönlichen Fehler bei denselben *Persönliche Gleichung* IIIa 368 ff. 381 f.

Durchgangsinstrument s. Passageninstrument.

Durchgangstheodolith s. Universalinstrument.

Durchmesser s. unter Mund, Planeten, Sonne.

— Bestimmung *Heliometer* II 4; am Fadennikrometer mit spitzen Glasfäden *Mikrometer* IIIa 156; an Airys Doppelbildmikrometer IIIa 211; Berücksichtigung d. Phase IIIa 215; Einfluss der Irradiation *Planeten* IIIa 385.

Durchmusterung s. Sternkarten IIIb 519. Dynameter *Fernrohr* I 737.

E

Ebbe und Fluth *Einleitung* I 113; als Ursache der Secularbeschleunigung d. Mondes *Mechanik des Himmels* II 456; Einfluss auf die Rotationsaxe der Erde II 600.

Ebles Sextant *Zeitbestimmung* IV 179.

Echappement s. Hemmung.

Eigenbewegung der Fixsterne *Präcession* IIIb 12 16, *Sternataloge* IIIb 458 ff., und des Sonnensystems *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 92; motus parallacticus, peculiaris, proprius IIIb 93; Herschel's Gleichung zur Bestimmung der Lage des Antiapex IIIb 94; die Grösse der Sonnenbewegung IIIb 94; analytische Behandlung des Zusammenhangs zwischen der Eigenbewegung von Sonne und Fixsternen IIIb 94; Ausdrücke von Airy IIIb 96; Hypothesen über die Entfernung der Sterne und über die Natur der motus peculiare IIIb 96 102; im grössten Kreis IIIb 97; Ausdruck von Argelander IIIb 98, von Bessel-Kobold IIIb 100; Resultate des verschiedenen Methoden IIIb 103; unter Annahme, dass die motus peculiare einem bestimmten Gesetz folgen (Schönfeld) IIIb 103, Entwicklung d. Formeln IIIb 104.

Bewegung der Fixsterne im Visionsradius *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 92 97 101, *Astrophotometrie* I 359, *Astrospectroskopie* I 424, *Doppelsterne* I 675; Bestimmung des Apex der Sonnenbewegung daraus *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 103.

Zusammenstellung der Coordinaten des Sonnenapex IIIb 107; Vertheilung der Eigenbewegungen *Universum* IV 101 103 104, in Verbindung mit Spectraltypen IV 104.

Ihr Einfluss auf die Bestimmung der Nutationsconstante *Nutation* IIIa 305, auf die Parallaxe der Fixsterne *Parallaxe* IIIa 345.

Ekliptik *Einleitung* I 5, *Chronologie* I 595, *Coordinaten* I 657 658, *Universum* IV 58; ihre Eintheilung in Zeichen *Einleitung* I 3 19, *Chronologie* I 595.

— Schiefe der, *Einleitung* I 5, *Coordinaten* I 657; ihre Bestimmung am Gnomon *Gnomon* II 1; bei Ptolemäus *Einleitung* I 33, bei den Arabern I 49, durch Copernicus I 61, durch Tycho I 67, am Meridiankreis IIIa 17 20, *Rectascensionsbestimmung* IIIb 30 ff., *Sternataloge* IIIb 456; ihre Veränderlichkeit *Einleitung* I 93, *Meridiankreis* IIIa 21, *Nutation* IIIa

- 202; wahre, feste, instantane, mittlere, lunisolare Schiefe *Mechanik des Himmels* II 584 ff., *Präcession* IIIb I 2, *Rectascensionsbestimmung* IIIb 32.
- Ekliphtikalkarten s. Sternkarten.
- Elementäre Glieder *Mechanik des Himmels* II 446.
- Elemente der Bahn *Einleitung* I 115 130 133, *Bahnbestimmung* I 463, *Kometen und Meteore* II 64 *Anm.*; der Kometenbahn vor und nach einer Störung II 93. Verwandlung der Äquatoralen in ekliptikale und umgekehrt *Bahnbestimmung* I 545; Uebergang auf verschiedene Epochen für Äquatorale und ekliptikale Elemente *Präcession* IIIb 8 ff.; osculirende *Einleitung* I 133, *Mechanik des Himmels* II 298 331 429; Uebergang auf neue osculirende Elemente mit den Störungen der rechtwinkligen Coordinaten II 342, Beispiel II 343; mit Störungen in polaren Coordinaten II 356, Beispiel II 356; mittlere Elemente *Einleitung* I 137 140, *Mechanik des Himmels* II 429.
- Elemente bezogen auf einen Planeten als Centralkörper II 479, Beispiel II 481; Beziehungen zwischen den Aenderungen der Elemente eines Kometen durch Attraction eines Planeten II 482.
- Variation der Elemente II 296 360, Beispiel II 362; Differentialgleichungen für die Variation der Elemente II 296, Transformation der Differentialgleichungen II 317; Einführung der störenden Kräfte II 319; für grosse Excentricitäten und für sehr kleine Excentricitäten und Neigungen II 324. S. auch weiter *Mechanik des Himmels*.
- Elkysmometer *Horizontalpendel* II 28.
- Elongation *Einleitung* I 47.
- Enceladus s. Planeten, Saturn IIIa 428.
- Enckes Komet *Einleitung* I 160, *Kometen und Meteore* II 74, *Mechanik des Himmels* II 484 ff.
- Engklisis *Einleitung* I 46.
- Epacten *Chronologie* I 618.
- Ephemeride der Planeten und Kometen *Bahnbestimmung* I 495.
- die astronomischen Jahrbücher *Zeitbestimmung* IV 133; zur Berechnung des mittleren und scheinbaren Orts *Ort* IIIa 313, *Sternatlas* und *Sternkarten* IIIb 461, das Berliner astronomische Jahrbuch IIIb 461, die *Connaissance des Temps* IIIb 462, der *Nautical Almanac* IIIb 462, die *American Ephemeris* IIIb 464, andere Ephemeridensammlungen IIIb 469; die systematischen Unterschiede und mittleren Abweichungen der Ephemeriden unter einander IIIb 464 468; die Veränderungen und die Vertheilung der von ihnen aufgenommenen Sterne über den Himmel IIIb 466.
- Epicycel *Einleitung* I 21.
- Epicyclische Bewegung und Theorie *Einleitung* I 20 ff. 57 ff.
- Epoche *Einleitung* I 115, *Bahnbestimmung* I 463.
- Equuleus, das Füllen *Sternbilder* IIIb 261; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 261; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 261, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 262, der farbigen Sterne IIIb 262; Präcessionstabelle IIIb 262.
- Erdaxe *Coordinaten* I 655; ihre vermeintliche Bewegung nach Copernicus (Libration) *Einleitung* I 59; Bewegung der Rotationsaxe der Erde *Mechanik des Himmels* II 568 ff. 581 ff., *Nutation* IIIa 302, *Präcession* IIIb 1.
- Erdbahn, die Veränderlichkeit ihrer Excentricität *Einleitung* I 55, *Kometen und Meteore* II 85; ihre Elemente bei Copernicus *Einleitung* I 61, bei Tycho I 67; Untersuchungen von Kepler I 87; Untersuchungen über die Secularveränderungen von Lagrange, Laplace I 139 ff.; ihre Störungen durch Mond, Jupiter und Venus I 145, s. auch unter *Mechanik des Himmels*.
- Erdbeben und Pulsationen *Horizontalpendel* II 39 40.
- Erde, über die Grösse und Gestalt bei den Alten, Kugelgestalt und Axendrehung *Einleitung* I 17, bei Eratosthenes I 18; Posidonius I 30; ihre dreifache Bewegung bei Copernicus I 59 ff.; ihre Abplattung nach Huyghens I 113; nach Newton I 113; dichter Kern I 145; Untersuchung ihrer Gestalt aus der Mondparallaxe *Parallaxe* IIIa 322; die Schwerkraft an ihrer Oberfläche IIIa 325; Einfluss der Abweichung von der Kugelgestalt auf die Bewegung des Mondes *Mechanik des Himmels* II 460; ihre mittlere tägliche siderische Bewegung II 402, Beziehung zu der der Venus und des Mars II 402.
- Erdferne, Erdnähe *Einleitung* I 21.
- Eridanus, der Eridanusfluss *Sternbilder* IIIb 262; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 263; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 263, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 265, der veränderlichen Sterne IIIb 270 453, der farbigen Sterne IIIb 270; Präcessionstabelle IIIb 270.
- Eros s. Planeten IIIb 440.
- Euler'sche Gleichung s. Bahnbestimmung.
- Euler'scher Cyclus *Einleitung* I 145, *Mechanik des Himmels* II 602 ff.
- Evection *Einleitung* I 36 52 59, *Mechanik des Himmels* II 440.
- Excedens *Prismenkreis* IIIb 20.
- Excentricität bei Bahnen *Einleitung* I 21 91 115, die numerische *Bahnbestimmung* I 457, die optische I 458, *Mechanik des Himmels* II 306; die der Bahnen der Planeten *Kosmogonie* II 241, des Mondes II 242. — an den Kreisen I 696; ihre Bestimmung I 697; ihre Elimination, I 699, *Meridiankreis* IIIa 18, *Prismenkreis* IIIb 23 24.
- Excentricitätswinkel *Bahnbestimmung* I 458, *Mechanik des Himmels* II 306.
- Excentrischer Kreis *Einleitung* I 21.

- Extinction des Lichts *Astrophotometrie* I 325; Ausdrücke von Lambert und Laplace I 326; ihre Bestimmung von Seidel und Müller I 327; Tabelle für dieselbe I 329; Abhängigkeit von Luftdruck und Feuchtigkeit I 331; die Constante derselben I 329, *Universum* IV 94.
- F**
- Fackeln der Sonne s. Sonne.
- Fadenbeleuchtung *Meridiankreis* IIIa 2, *Mikrometer* IIIa 28.
- Faden correction *Mikrometer* IIIa 116, *Universalinstrument* IV 47.
- Fadendistanzen, ihre Bestimmung *Amu-antar* I 201; Einfluss der Refraction I 201, *Meridiankreis* IIIa 10; *Mikrometer* IIIa 190 191; Einfluss der Temperatur *Meridiankreis* IIIa 10; Bestimmung durch Sternbeobachtungen IIIa 10, durch Messung mit dem Universalinstrument IIIa 10, Berücksichtigung von Eigenbewegung, Parallaxe und Halbmesser des Gestirns bei der Reduction auf den Mittelfaden IIIa 10; Benutzung von Hülfstafeln *Mikrometer* IIIa 191; für das Passageninstrument im ersten Vertikal *Passageninstrument* IIIa 358, für sehr zenithnahe Sterne IIIa 359, für fest aufgestellte Instrumente IIIa 360, ihre Elimination IIIa 363.
- Fadenkreuz s. Fadennetz.
- Fadenmikrometer s. Schraubenmikrometer.
- Fadennetz *Einleitung* I 98, *Fernrohr* I 720; Anwendung von Spinnfäden *Einleitung* I 118, *Mikrometer* IIIa 116 f Einziehen der Fäden IIIa 116.
- Farben der Fixsterne *Astrophotometrie* I 315, *Astrospektroskopie* I 410 ff., *Doppelsterne* I 675.
- Farbenzerstreuung *Fernrohr* I 723.
- Farbige Sterne, Verzeichniss derselben in den einzelnen Sternbildern s. letztere.
- Fayescher Komet *Einleitung* I 16c, *Kometen und Meteore* II 75.
- Federuhr *Chronometer* I 625.
- Fehler *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa 26; systematische IIIa 26, zufällige IIIa 27, übrigbleibende IIIa 29 36; wahrscheinlicher Fehler IIIa 30 34, durchschnittlicher IIIa 35, mittlerer IIIa 36, der Summe, der Differenzen, der Producte IIIa 40; s. auch systematische Unterschiede, Theilfehler.
- Fehlergesetz *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa 30 ff.
- Fehlergrenzen *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa 30 ff.
- Fernrohr I 700; dioptrisches, katoptrisches I 700; Erfindung *Einleitung* I 74, *Fernrohr* I 700 703; das astronomische und terrestrische I 701; das dialytische I 707; Geschichte der Achromasie I 704, der optischen Gläser I 706; die optische Axe I 720; Vergrößerung I 730, ihre Bestimmung I 737; Helligkeit, Lichtstärke I 732; Gesichtsfeld I 733, Bestimmung der Grösse I 736; Untersuchung der Centrirung, Achromasie und Astigmatismus I 737 738. Die Biegung und ihre Bestimmung s. Biegung.
- Feuerkugeln *Kometen und Meteore* II 103; Helligkeit II 103; Zusammenhang mit Meteorsteinfällen II 104; ihre Höhe II 110; Identität mit Sternschnuppen und ihr Ursprung II 112 ff.
- Finsternisse *Einleitung* I 8; Allgemeines *Chronologie* I 599 ff., *Finsternisse* I 749 s. Mondfinsternisse, Sonnenfinsternisse, Sternbedeckungen, Merkur- und Venusvorübergänge.
- Fixsternaberrations s. Aberration I 166 167.
- Fixsterne *Einleitung* I 1; verschiedene Helligkeit, Eintheilung in Sternbilder I 1; Bestimmung ihrer Oerter I 19, ihrer Entfernung und Grösse bei den Arabern I 50, bei Kepler I 94; ihre Eigenbewegung I 117 162; ihre Helligkeit I 162 163, *Astrophotometrie* I 343; ihre Eintheilung nach Grössenklassen I 322; die verschiedenen Helligkeitsskalen und ihre Vergleichung I 344 348; Cataloge und Karten mit Helligkeitsschätzungen und Messungen I 343 344; Zahl nach Grössenklassen I 349; veränderliche, neue, farbige Fixsterne s. Veränderliche Sterne und Farben der Fixsterne.
- Die photographischen Aufnahmen *Astrophotographie* I 228 ff.; Belichtungszeit I 238; Verschiedenheit der Spectra für die Photographie I 239; Photographische Spectralapparate I 249 ff.; Belichtungszeit I 251; Verbreiterung der photographirten Spectren I 259 260; das Ausmessen der Sternpositionen I 267; der Spectrogramme I 273; Reduction der ausgemessenen Photogramme 278, allgemeine Fehlerquellen I 279, Methode der rechtwinkligen Coordinaten I 283, der Positionswinkel und Distanz I 288, der Rectascensionen und Declinationen I 295.
- Die spectroscopischen Beobachtungen *Astrospektroskopie* I 410; Secchi's Eintheilung der Spectra in 5 Klassen I 410, Picheing's in 16 Klassen I 412 413, Vogel's in 3 Hauptklassen entsprechend drei Entwicklungsphasen I 414 415, die Lockyer'sche Eintheilung I 415 416; Vergleichung der verschiedenen Bezeichnungen I 416 ff.; Häufigkeit der Sterne nach den verschiedenen Klassen I 418; Vertheilung der Spectren am Himmel I 419; Erklärung der verschiedenen Spectra nach Vogel's Anschauung I 421, s. hierüber auch Kosmogonie I 233 ff.
- Die Eigenbewegung der Fixsterne *Eigenbewegung des Sonnensystems* III 92; motus peculiaris, parallaxicus, proprius IIIb 93; im Visionradius IIIb 92 97 101; Hypothesen über die Entfernungen IIIb 96; über die motus peculiaris IIIb 96 ff.; dieselben nicht als zufällige angesehen IIIb 103; die Eigenbewegung der Fundamentalsterne *Sternataloge und Sternkarten* IIIb 458 460 ff.; über die Bestimmung ihrer Entfernung s. Parallaxe IIIa 341 ff.

S. über Fixsterne auch die ausfüh-
 rlichen Angaben unter Stern...
 Fixsternsysteme *Kosmogonie* II 231, *Univer-
 sum* IV 59, *Doppelsterne* I 671 ff.
 Fixsterntrabant *Doppelsterne* I 671.
 Flächengeschwindigkeit *Bahnbestimmung*
 I 454.
 Flächenprincip *Mechanik des Himmels* II
 287.
 Flecken der Sonne s. Sonne.
 Flora, kleiner Planet, das Spectrum *Astroscopie*
trioskopie I 406.
 Fornax, der chemische Ofen *Sternbilder* IIIb
 270; Grenzen und Anzahl der dem blossen
 Auge sichtbaren Sterne IIIb 271; Ver-
 zeichniss der Doppelsterne IIIb 271 451,
 der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 271,
 der veränderlichen Sterne IIIb 272 452,
 der farbigen Sterne IIIb 272; Präcessions-
 tabelle IIIb 272.
 Frühlingspunkt s. Aequinoctialpunkt.
 Fundamentalebene *Ort* IIIa 309, *Präces-
 sion* IIIb 2.
 Fundamentalpunkte *Fernrohr* I 711.
 Fundamentalbestimmungen *Meridiankreis*
 IIIa 1, *Rectascensionsbestimmung* IIIb 30;
 der Schiefe mit Refraction IIIb 31, *Stern-
 cataloge und Sternkarten* IIIb 456; güns-
 tigste Bedingungen IIIb 457; Reducions-
 methode IIIb 457; Einfluss der Polhöhe
Meridiankreis IIIa 20.
 Fundamentalcataloge *Sterncataloge und*
Sternkarten IIIb 456, *Präcession* IIIb 17.
 Fundamentalsterne *Meridiankreis* IIIa 17,
Sternataloge und Sternkarten IIIb 457;
 ihre Eigenbewegung IIIa 458 460 ff.
 Fundamentalsystem *Meridiankreis* IIIa 17,
Sternataloge und Sternkarten IIIb 471 ff.
 Funkeln s. Scintillation.

G

Gang einer Mikrometerschraube s. Run.
 — täglicher, einer Uhr *Chronometer* I 635.
 — todter *Mikrometer* IIIa 121.
 Gauss'sche Constante s. Constante.
 Gauss'sche Osterregel *Chronologie* I 619;
 Regel zur Bestimmung des Passahfestes
 I 621.
 Gegenschein s. Zodiakallicht.
 Gehörfehler *Mikrometer* IIIa 81.
 Gemini, Zwillinge *Sternbilder* IIIb 110 272;
 Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge
 sichtbaren Sterne IIIb 273; Verzeichniss
 der Doppelsterne IIIb 273 451, der Nebel-
 flecke und Sternhaufen IIIb 275, der
 veränderlichen Sterne IIIb 276 453, der
 farbigen Sterne IIIb 276; Präcessions-
 tabelle IIIb 276.
 Geocentrische Bewegung *Einleitung* I 22.
 Geographische Ortsbestimmung *Einleitung*
 I 72 73; s. Azimuthbestimmung, Längen-
 bestimmung, Polhöhe, Zeitbestimmung.
 Geschwindigkeit eines Himmelskörpers in
 der Ellipse, Hyperbel, Kreis und Parabel
Einleitung I 135, *Kometen und Meteore* II

65, *Mechanik des Himmels* II 301; grösste
 Geschwindigkeit *Bahnbestimmung* I 462;
 — des Lichts *Aberration* I 171.
 Gesichtsfehler *Mikrometer* IIIa 76 78 81.
 Gesichtsfeld *Fernrohr* I 716 733; Be-
 stimmung desselben I 736.
 Gewicht *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa
 37; Bestimmung desselben IIIa 39; Bei-
 spiel der Gewichtsbestimmung IIIa 40.
 Gezeiten durch Newton erklärt *Einleitung* I
 113; s. Ebbe und Fluth.
 Ghost Mikrometer von Browning und Grubb
Astroscopie I 379; *Mikrometer* IIIa
 135 136.
 Gitter *Astrophotographie* I 222 246.
 Gitterblendes *Helium* II 9, *Persönliche*
Gleichung IIIa 381.
 Glasfäden, ihre Herstellung *Mikrometer* IIIa
 157.
 Glasgitter, *Mikrometer* IIIa 65.
 Gleichgewicht, Gleichgewichtsfigur *Mechanik*
des Himmels II 547 552 555.
 Gleichung, Ungleichheit *Einleitung* I 14.
 — jährliche *Mechanik des Himmels* II 440 471.
 — parallaxische *Mechanik des Himmels* II
 440 458 471.
 Gleichungen, Bedingungs-Normal-Elimina-
 tionsgleichungen und ihre Behandlung s.
 Methode der kleinsten Quadrate.
 Gnomon *Einleitung* I 6 33; Beschreibung II
 1; Anwendung zur Bestimmung der
 Sonnenhöhe im Meridian, der Zeit, der
 Richtung des Meridians, der Schiefe der
 Ekliptik II 1 2; Gnomon geometricus II
 3; Bestimmung der Zenithdistanzen der
 Sonne durch ihre Tangente (Antiantigentafel)
 II 3.
 Goldene Zahl *Chronologie* I 598 618.
 Granulation der Sonnenoberfläche s. Sonne.
 Gravitationsconstante s. Constante.
 Gravitationsgesetz s. Newton'sches Ge-
 setz.

Grösse, Helligkeit eines Steins *Astrophoto-
 metrie* I 322; Fechner'sches psychophy-
 sisches Grundgesetz I 322; Unterschied
 zweier Grössenklassen I 323; Schätzungen
 I 324, der kleinen Planeten I 340; die
 Grössenklassen bei Ptolemäus, Abd al
 Rahman al Süfi, Herschel, Struve, Arge-
 lander, Heis, Behrmann, Houzeau, Gould
 I 340; s. auch Helligkeit, Sternhelligkeit.
 Grus, Kranich *Sternbilder* IIIb 277; Gren-
 zen und Anzahl der dem blossen Auge
 sichtbaren Sterne IIIb 277; Verzeichniss
 d. Doppelsterne IIIb 277, der Nebelflecke
 und Sternhaufen IIIb 278, d. veränder-
 lichen Sterne IIIb 279, d. farbigen Sterne
 IIIb 279; Präcessionstabelle IIIb 279.

H

Hakemitische Tafeln *Einleitung* I 53.
 Halley'scher Komet *Einleitung* I 147, *Ko-
 meten und Meteore* II 57 58 68 69 88.
 Hauptbrennpunkte *Fernrohr* I 709.
 Hauptebene *Fernrohr* I 710.
 Hauptpunkte *Fernrohr* I 710.

- Hauptstrahl *Fernrohr* I 711.
- Heliakisch *Einleitung* I 3, *Chronologie* I 603.
- Heliocentrische Bewegung *Einleitung* I 22.
- Heliocentrisches System *Einleitung* 50 ff.
- Heliometer *Einleitung* I 118, II 4, *Mikrometer* IIIa 198, erfunden v. Dollond u. Bouguer II 4 5; Beschreibung d. Dollond'schen u. der kleinen Fraunhofer'schen II 5 6, Beobachtungen mit denselben II 5 6; Verringerung d. Helligkeit durchs Heliometerobjectiv II 6; Beschreibung des grossen Fraunhofer'schen Heliometers in Königsberg II 6; Herstellung eines Heliometerobjectivs II 7; Messung v. Doppelsternen II 7 8, Durchmesser II 8, Trabantabständen II 9, grossen und kleinen Sternabständen II 9; Einfluss seitlicher Entfernung d. Objectivmittelpuncte II 7, der nicht kreisförmigen Gestalt d. Sternbilder II 8; systematische Unterschiede bei den Einstellungen II 8; Distanzmessungen II 8 ff., Abbildung durch Drahtgitter II 9; V. wandlung d. Schraubenscalentheile in Bogenmass II 10, verschiedene Methoden II 10, Resultate Bessel's II 10, Abhängigkeit v. d. Temperatur II 11, Einfluss d. Ocularstellung bei Distanzmessungen II 11, Ocularscala II 12, optische Verbesserung II 13; Messung d. Positionswinkel II 14, Bestimmung des Indexfehlers, verschiedene Methoden II 14 16, Einfluss d. Lage d. Fernrohrs II 15; die Heliometer in Bonn, Pulkowa, Oxford (Radcliffe Observatory) II 15; Einstellungsweise v. Johnson II 16; die kleinen Repsold'schen Heliometer in Russland, Leiden u. s. w. II 17, die grossen in Leipzig, Göttingen, Bamberg, Newhaven, Cap d. g. II. II 17; Beschreibung des Göttinger II 17, Bestimmung d. periodischen Fehler d. Schraube II 18, über die Messungen mit demselben II 19, Untersuchung d. Theilungsfehler d. Objectivscalen II 19 20, Beleuchtung d. Scalen, Kreise, Mikrometertrommeln II 19; Gebrauch des Collimatorfernrohrs f. Bestimmung des Indexfehlers II 19; Abhängigkeit d. Brennweite v. d. Temperatur II 19; künstliche Doppelsterne und Scheiben, Bedenken gegen ihre Benutzung II 19; Ocularprisma II 19; Abhängigkeit d. Ocularstellung v. d. Temperatur II 20; Reduction d. Distanzmessungen auf normale Stellung des Auges II 21; Bestimmung des Scalenwerths II 21; Unterschied zwischen zwei Beobachtern II 22; Unterschied zwischen Distanzmessungen am Heliometer und Meridiankreis II 22 23; Befreiung d. gemessenen Positionswinkel v. den Instrumentalfehlern II 24; Bedeutung des Heliometers f. die moderne Astronomie II 27; das belgische Heliometer v. Houzeau II 25.
- Beobachtungen am Heliometer zu Parallaxenbestimmungen *Parallaxe* IIIa 331 333 350.
- Heliophotograph *Astrophotographie* I 215.
- Heliostat *Astrophotographie* I 213; Beschreibung des Repsold'schen in Potsdam I 215; der Meyerstein'sche Heliostat von Gothard-Konkoly verändert I 241 ff. andere Heliostate von Johnston, Fuess, Monckhoven I 243.
- Heliotrop II 27.
- Helium *Sonne* IIIb 19.
- Helligkeit, das Verhältnis d. Grössenklassen *Astrophotometrie* I 323 349; die Schätzungen nach Stufen I 324; die photographische I 325; die der Sonne I 332, d. Planeten in mittlerer Opposition und verschiedenen Entfernungen v. Sonne u. Erde I 333 f., 337, *Planeten* IIIa 386 387; Beziehung z. Grösse IIIa 437; mittlere Oppositionsgrösse IIIa 438, eines beleuchteten Körpers *Astrophotometrie* I 335, des Saturn und seines Ringes I 336, d. Mondes I 341, der Fixsterne I 343; verschiedene Scalen v. Herschel, Struve und Argelander und ihre Vergleichung I 348; Gesamthelligkeit aller Sterne I 349.
- Helligkeit der Kometen *Kometen und Meteore* II 77, der Meteore und Feuerkugeln II 103, der Sternschnuppen, geordnet nach Monaten und Stunden II 124.
- Systematische Unterschiede d. Schätzungen d. Fixsterne nach dem Sternreichtum *Universum* IV 78, der Nebel IV 117.
- Helligkeit des optischen Systems *Fernrohr* I 716, des Fernrohrs I 732.
- Helligkeitsgleichung *Sternatolage und Sternkarten* IIIb 471 474.
- Hemmung, Echappement *Chronometer* 1626 ff. *Uhr* IV 20; Theorie d. Hemmung IV 21; die rückspringende oder d. englische Haken IV 22, die ruhende Hemmung oder d. Grahaingang IV 23, die Stüfenhemmung IV 24, die freie Hemmung IV 25 ff., *Chronometer* I 632, die Riefler'sche Hemmung *Uhr* IV 29, die Duplexhemmung *Chronometer* I 629.
- Herbstpunkt *Einleitung* I 5, *Chronologie* I 595, *Coordinaten* I 657.
- Hercules *Sternbilder* IIIb 279; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 279; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 280 451, die Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 283, die veränderlichen Sterne IIIb 286 454, d. farbigen Sterne IIIb 287; Präcessionstabelle IIIb 288.
- Höhe *Coordinaten* I 655.
- Höhenbestimmung bei Ptolemäus *Einleitung* I 33, am Quadrant IIIb 30, s. Bestimmung d. Zenithdistanz.
- Hohenzentrum *Universalinstrument* IV 43; Beschreibung IV 43; Nivellirung d. Axe IV 43; Allidaden- oder Verschiebunglibelle IV 43; Beleuchtung IV 44.
- Hohlspiegel *Fernrohr* I 703 743 ff.
- Homocentrische Sphären des Eudoxus *Einleitung* I 10.
- Horizont *Coordinaten* I 655
- künstlicher (Quecksilber) angequicker *Meridiankreis* IIIa 18, *Prismenkreis* IIIb

- 21; Glashorizont IIIb 22; Nivellirung desselben IIIb 22.
- Horizontalcoordinaten *Coordinaten* I 655; Verwandlung in Äquatorale u. umgekehrt I 658 f., 662; Beispiele I 660 662; Differentialausdrücke I 667.
- Horizontalparallaxe *Parallaxe* IIIa 315; Äquatoral-Horizontalparallaxe IIIa 315.
- Horizontalpendel II 28; die ersten Angaben von Hengler, Zöllner, v. Rebeur-Paschwitz, Perrot II 28 ff.; Beschreibung d. Apparate v. Zöllner II 31, v. Ewing, Gray II 32, v. Repsold, Stückrath II 33; photographische Registrirung II 36; Bestimmung der Masse und Entfernung v. Mond und Sonne II 28; über die Ablenkung d. Lothlinie durch Anziehung v. Sonne und Mond II 31 37; Beobachtungen damit II 36 38; theoretische Behandlung II 37 38; Einfluss d. Mondes beobachtet v. v. Rebeur-Paschwitz und Ehler II 38; Beobachtung d. Barometerschwankungen II 39; seismische Bewegungen II 39; Erdpulsationen, Erdbeben II 40.
- Horizontaluhr *Zeitbestimmung* IV 181.
- Horologium die Pendeluhr *Sternbilder* IIIb 288; Grenzen und Anzahl d. dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 288; Verzeichniss d. Doppelsterne IIIb 289, d. Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 289, d. veränderlichen Sterne IIIb 289 452, d. farbigen Sterne IIIb 290; Präcessionstabelle IIIb 291.
- Hundstern-Sothisperiode *Chronologie* I 609.
- Hydra, die Wasserschlange *Sternbilder* IIIb 290; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 290; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 290 452, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 293 452, der veränderlichen Sterne IIIb 296 453, der farbigen Sterne IIIb 296; Präcessionstabelle IIIb 297.
- Hydrus, die kleine Wasserschlange, *Sternbilder* IIIb 297; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 298, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 298, der farbigen Sterne IIIb 298; Präcessionstabelle IIIb 299.
- Hyperbel, Bewegung in derselben s. Bahnbestimmung, Kometen und Meteor.
- Hyperelementäre Glieder *Mechanik des Himmels* II 446.
- Hyperion s. Planeten, Saturn IIIa 428.
- J
- Jacobstab II 48.
- Jahr, ägyptisches *Einleitung* I 4, *Zeit* IV 130.
- fingirtes, annus fictus *Ort* IIIa 310.
- julianisches *Einleitung* I 31, *Chronologie* I 618, *Präcession* IIIb 1 6, *Zeit* IV 130.
- lunisolar *Einleitung* I 7, *Chronologie* I 605.
- Jahr Mond- *Chronologie* I 605.
- platonisches *Präcession* IIIb 2.
- Schaltjahr *Chronologie* I 605
- siderisches, *Einleitung* I 20, *Chronologie* I 605.
- Sonnen- *Einleitung* I 4; festes und bewegliches *Chronologie* I 605.
- tropisches *Einleitung* I 20, *Chronologie* I 594, *Ort* IIIa 310, *Präcession* IIIb 6; Umsetzung in julianisches Jahr IIIb 6 7, *Zeit* IV 131.
- Jahresanfang *Ort* IIIa 310; für einen Hauptmeridian als Nullpunkt der Zählung IIIa 310; der Nullpunkt der Zählung von der Lage des Erdorts unabhängig IIIa 310; Berechnung des Normalmeridians IIIa 311.
- Jahreslänge *Einleitung* I 3 4; bei den Römern I 31, bei Ptolemäus I 34; s. auch *Chronologie*.
- Jahrespunkte *Chronologie* I 595.
- Jahresregent *Chronologie* I 616.
- Jahreszeiten *Einleitung* I 20; ihre ungleiche Länge I 25; bestimmt von Hipparch I 25.
- Japetus, s. Planeten, Saturn IIIa 428.
- Jährliche Gleichung des Mondes entdeckt von Tycho *Einleitung* I 68, *Mechanik des Himmels* II 440, 471 *Ann.*
- Jekhanische Tafeln *Einleitung* I 53
- Indexfehler *Frismenkreis* IIIa 19; Correction IIIa 23; Bestimmung IIIa 23.
- Indiction *Chronologie* I 618.
- Indus, Indianer *Sternbilder* IIIb 299; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 299; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 299, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 300, der veränderlichen Sterne IIIb 300, der farbigen Sterne IIIb 300; Präcessionstabelle IIIb 300.
- Intermediäre Bahn *Mechanik des Himmels* II 493; die Differentialgleichungen für die intermediäre Bahn des Mondes II 501 ff; die Integration der Differentialgleichungen II 505 ff
- Interpolation II 41; die Newton'sche Interpolationsformel II 42; andere Formeln II 43; Interpoliren in die Mitte II 43; Beispiel II 44; Ermittlung der numerischen Werthe der Differentialquotienten für einen gegebenen Functionswerth II 45; Beispiel II 47; s. auch *Mechanische Quadratur* II 618.
- Intramerkurieller Planet *Planeten* IIIa 389 432; Untersuchungen über die mögliche Existenz und Nachforschungen IIIa 389 432; Verzeichniss verdächtiger Sonnenflecke IIIa 433; die Arbeiten Leverrier's u. Oppolzer's IIIa 434, *Mechanik des Himmels* II 396; s. auch Bewegung des Merkurperihel, Vulcan.
- Invariante *Kometen und Meteor* II 93.
- Irradiation *Planeten* IIIa 385; ihre Bestimmung für Venus, Mars IIIa 385 397.
- Julianische Periode *Chronologie* I 618, *Zeit* IV 130.

- Juno** *Einleitung* I 157, *Planeten* IIIa 436; ihre Helligkeit in mittlerer Opposition und ihr Phasencoefficient *Astrophotometrie* I 340.
- Jupiter**, Durchmesser, Abplattung, Masse, ältere Bestimmung *Einleitung* I 98, neue *Planeten* IIIa 414; Dichte IIa 415, *Mechanik des Himmels* II 551; Flecke *Planeten* IIIa 415; Rotationszeit IIIa 415, verschiedene nach der Breite IIIa 415; Farbe der Flecke, Atmosphäre und Oberfläche IIIa 417, Veränderlichkeit IIIa 417; Lage der Rotationsaxe IIIa 417; seine Helligkeit und Albedo *Astrophotometrie* I 338, *Planeten* IIIa 387 388, 414; sein Spectrum *Astrospectroskopie* I 407; photographische Aufnahme *Astrophotographie* I 224 225; die mittlere tägliche siderische Bewegung *Mechanik des Himmels* II 402, Beziehung zu der des Saturn und Uranus II 403; die Secularverzögerung II 403, dieselbe entdeckt durch Halley *Einleitung* I 119, Arbeiten darüber von Clairaut, Euler, Lagrange I 130 138; die commensurablen Verhältnisse der mittleren Bewegung mit solchen kleiner Planeten *Mechanik des Himmels* II 405; Annäherung kleiner Planeten *Planeten* IIIa 439, *Kosmogonie* II 241.
- die Satelliten entdeckt von Galilei *Einleitung* I 75, Marius I 76; die Umlaufzeiten und Entfernungen I 76, *Planeten* IIIa 418; Durchmesser und Flecken IIIa 418; ihr Spectrum *Astrospectroskopie* I 407; die Albedo, Helligkeit und Schwankungen derselben *Astrophotometrie* I 342, *Planeten* IIIa 418, 419; Commensurabilität der mittleren Bewegungen IIIa 418, *Einleitung* I 120, 140, Untersuchungen von Lagrange, Laplace, Souillart I 140, 141, *Mechanik des Himmels* II 405; die Störungen II 468; die Entdeckung des fünften Satelliten und die dadurch herbeigeführte veränderte Bezeichnung *Planeten* IIIa 418, *Mechanik des Himmels* II 468 *Anm.*; Berücksichtigung der Jupitersphase bei mikrometrischen Messungen der Satelliten *Mikrometer* IIIa 169; Verfinsterungen und Vorübergänge, Cassini's Tafeln *Einleitung* I 97 98, *Planeten* IIIa 419; die Beobachtung zur Bestimmung der Geschwindigkeit des Lichts und der Aberrationsconstante *Einleitung* I 98, *Aberation* I 171, zur Bestimmung der Längendifferenz *Längenbestimmung* II 248.

K

- Kalendariographische Tafeln** *Chronologie* I 623.
- Kalender** der Chinesen und Japaner *Chronologie* I 605, die Aera Nino I 605, 60-jähriger Cyclus I 605; der Inder I 606, die vier Zeitalter und Aeren I 606 ff.; der Aegypter I 608, der Canon des Ptolemäus I 609, die Aera des Nabassar und Philippus I 609, die Sothis oder Hundsternperiode I 609; die Aera der Sintfluth, des Augustus, die Gnadenaera und die Weltära des Panodorus I 610; die Kalender in Vorderasien, der macedonische und babylonische I 610; die Aera der Seleuciden I 612; der der Griechen I 612, die Olympiade, der Metton'sche Cyclus und der des Kallippus I 612; der römische und der christliche Kalender I 613, der Schaltmonat des Numa, die Reform Julius Cäsar's I 613, das Jahr der Verwirrung I 614; Unterscheidung der astronomischen und chronologischen Bezeichnung der Jahre vor Christi Geburt I 615; die Gregorianische Kalenderreform I 615; Tages- und Jahresregent I 616; Sonntagsbuchstabe und Sonnenzirkel, 28-jähriger Cyclus I 617; die goldene Zahl, die Epacte, Sonnen- und Mondgleichung, Indiction, Römerzinszahl I 618; die julianische Periode I 618; die Gauss'sche Formel zur Berechnung des Osterfestes I 619; der russische Kalender I 619; das russische und gregorianische Datum I 620; der jüdische Kalender I 620; die Gauss'sche Formel zur Berechnung des Passahfestes I 621; der Kalender der Türken, 30-jähriger Cyclus I 622; der der französischen Republik I 623; die Calendariographischen Tafeln von Schran I 623.
- Kanalwaage** *Niveau* IIIa 289.
- Katoptrisches Fernrohr** *Fernrohr* I 700.
- Kepler'sche Gesetze** *Einleitung* I 80 ff.; die Bearbeitung der Tycho'nischen Marsbeobachtungen durch Kepler I 80, die stellvertretende Hypothese I 86, die Untersuchungen über die Erdbahn I 87; Aufindung des zweiten Gesetzes (Flächengesetz) I 89, des ersten Gesetzes I 91, die mittlere, excentrische, wahre Anomalie I 91, des dritten Gesetzes I 92; ihre Herleitung aus den Differentialgleichungen der Bewegung *Bahnbestimmung* I 454.
- Kepler'sches Problem** *Einleitung* I 91, *Bahnbestimmung* I 457; verschiedene Lösungen I 458; constructive von Dubois I 458 f., von Encke I 459; durch Reihen I 461.
- Kernschatten** *Finsternisse* I 750 ff.
- Knoten**, aufsteigender, niedersteigender s. Elemente der Bahn.
- Knotenpunkte** des optischen Systems, *Fernrohr* I 711.
- Kohlensäcke** *Universum* IV 66.
- Kometen**, frühere Ansichten *Einleitung* I 16, *Kometen und Meteore* II 49 51; ihre Entfernungen n. Regionontan *Einleitung* I 55; Tycho's Ansichten und Beobachtungen I 71 72, über die Richtung der Schweife I 71; Kepler's Annahmen und Berechnungen I 93; Beobachtungen und Berechnungen von Gassendi I 97; die neueren Anschauungen über die Bahnen von Hevel I 98, Newton I 114 115, Halley I 120; übersichtliche Bemerkungen über den Zusammenhang mit Meteoriten und Sternschnuppen I 161, *Kometen und*

Meteore II 51; Bezeichnung der Kometen II 52 *Ann.*; ihre Zahl II 53; Unterscheidung von Planeten II 53; Schweif, Kopf, Koma. Kern II 54 ff.; Lichtausströmungen II 56 ff.; Theilungen des Kerns Nebenkometen II 59; der Biela'sche u. Linis'sche Komet II 60, der Komet 281 II 60 ff., der Komet 309 II 63; Bahnen der Kometen II 66, im Zusammenhang mit der Frage des Ursprungs II 66 83; Unterschied der periodischen und nicht-periodischen II 85; Hyperbeln, Parabeln, Ellipsen II 67; Wahrscheinlichkeit der verschiedenen Kegelschnitte II 67; langperiodische II 68, der Halley'sche Komet II 68, seine erste Vorausberechnung *Einleitung* I 120, die Störungsrechnungen und die Wiederkehr 1759 I 146 ff., seine Wiederkehr 1835, *Kometen und Meteore* II 58 69; der Komet Pons-Brooks, der Olbers'sche II 69; andere langperiodische Kometen mit Umlaufzeiten unter 100 Jahren II 70; Verzeichniss kurzperiodischer II 70 71; der Komet de Vico II 71; der Lexell'sche Komet II 72, seine grosse Annäherung an den Jupiter II 72 92, *Mechanik des Himmels* II 394; der Biela'sche Komet *Kometen und Meteore* II 73 224 f.; der Encke'sche Komet II 74; die häufige Wiederkehr II 74. Annahme des widerstehenden Mittels als Erklärung für die Beschleunigung II 74, *Mechanik des Himmels* II 485; die Kometen Winnecke, Faye-Möller, Brorsen, *Kometen und Meteore* II 75; die übrigen bekannten kurzperiodischen II 76; die theoretische Helligkeit II 77; die Kometen geordnet nach ihren Perihelidistanzen II 78; ihre Bahnelemente verglichen mit denen der kleinen Planeten II 79; Frage nach der Wahrscheinlichkeit aller möglichen Excentricitäten II 83; Wärmewirkung der Sonne im Zusammenhang mit der Excentricität II 84; Massenverlust II 86; Veränderung der Koma II 86; die Form der Schweife II 87; Annahme dreier verschiedener Typen nach Bredichin II 87; electrische Entladungen zur Erklärung dieser Vorgänge II 86 87; Grösse der Abstossung abhängig von dem Moleculargewicht II 87; Marcuse's Annahme, dass die normalen Schweife aus paramagnetischen, die anomalen aus diamagnetischen Stoffen erzeugt werden II 87; Unwahrscheinlichkeit materieller Schweife II 88; Annahme einer optischen Begleiterscheinung stark electricch polarisirter Kometen II 89; das Licht der Kometen und ihrer Schweife stark aktinisch II 89, *Astrophotographie* I 227; Photographische Aufnahme I 226 235 239; Einfluss der Planeten *Kometen und Meteore* II 90; (s. auch unten); Verzeichniss der Bahnnähen II 94; Kometensysteme II 97; Masse der Kometen II 100; Annäherung an die Erde II 101; Einfluss des Kometenlichts auf Fixsterne II 101; Durchgang des Kometen 309 durchs Jupitersystem

II 102 (s. auch unten); Beziehungen zwischen Kometen und Metocoren II 208; die Aehnlichkeit der Elemente der Perseiden und des Kometen 1862 III II 209, die der Leoniden und des Kometen 1866 I II 210, die der Lyraiden und des Kometen 1861 I II 211; die Bieliden oder Andromediden II 211 f.; Verzeichniss von zusammengehörigen Radianthen und Kometenbahnen II 213 ff.; Erörterungen über die Wahrscheinlichkeit der Zusammengehörigkeit II 218 220; Hypothese über den Zusammenhang II 222; die Störungen in der Bewegung der Kometen *Mechanik des Himmels* II 369 476, die der periodischen Kometen II 477, die der in Parabeln oder elliptischen Bahnen von grosser Excentricität sich bewegendes II 478; die Bewegung bei grosser Annäherung an einen Planeten II 479; Uebergang auf Elemente bezogen auf einen Planeten als Centralkörper II 480; Beispiel II 481; Beziehung zwischen den durch Attraction eines Planeten entstandenen Aenderungen der Elemente und den früheren II 482, *Kometen und Meteore* II 93; s. auch die Clausen'schen Untersuchungen über die Kometen 65 und 132 II 90 f., die von Lehmann-Filhés über den Kometen 286 II 91 f., die von Chandler über den Kometen 309 II 92; anomale Bewegungserscheinungen *Mechanik des Himmels* II 485; Bewegung im widerstehenden Mittel II 485; Einfluss des Widerstands auf die Bewegung verschiedener Kernpunkte *Kometen und Meteore* II 96; s. auch über Komet 281 II 63 und Komet 309 II 65; Berechnung der Kometenbahnen *Einleitung* I 114 f., in der Parabel I 148; Verbesserung der Newton'schen Methode, Arbeiten von Euler, Lambert, Boscovich, Lagrange, du Séjour, Olbers, Laplace I 148 ff.; s. Bahnbestimmung I 452 ff.; Ortsbestimmungen der Kometen mit dem Kreismikrometer *Mikrometer* IIIa 71, mit dem Fadennikrometer IIIa 158. Verzeichniss der Bahnelemente der Kometen *Anhang* IV 296 ff.

Kometoiden *Kometen und Meteore* II 223. Kosmischer Auf-Untergang *Einleitung* I 3, *Chronologie* I 603.

Kosmischer Staub, Ursache für die Secular-acceleration des Mondes *Mechanik des Himmels* II 456.

Kosmogonie II 228; allgemeine *Einleitung* II 228; das Wesen des Urstoffs II 230; die Nebelmassen und die Fixsternsysteme II 231; die Fixsterne II 233; Sonnensysteme II 235; unser Sonnensystem II 237; die Neigungen und Excentricitäten der Planetenbahnen II 241; die Neigung der Axen II 242; die Satelliten II 242; der Ring des Saturn II 243; die Kometen und Meteore II 244; das Zodiacallicht II 244; die Quellen der Sonnenwärme II 245.

Kraft *Mechanik des Himmels* II 278 279.

Kräftefunction *Mechanik des Himmels* II 284 ff.

Kreis- oder Ringmikrometer *Mikrometer* IIIa 65 70; geschichtliche Bemerkungen IIIa 71; Doppelringe IIIa 71; Aufstellung der Gleichungen zur Bestimmung der Rectascensions- und Deklinationsdifferenzen IIIa 72; strenge Ausdrücke IIIa 72; Vereinfachung IIIa 73; Einfluss starken Uhrgangs (mittlere Zeit) IIIa 74; Bestimmung des Halbmessers der Ringe IIIa 74, mit dem Universalinstrument IIIa 74, durch Sonnenbeobachtungen IIIa 74, durch Sternbeobachtungen IIIa 75, günstigste Wahl der Sterne IIIa 76; Einfluss der Beobachtungsfehler und des Fehlers der Deklinationsdifferenz IIIa 77; Veränderlichkeit des Halbmessers mit Entfernung vom Objectiv IIIa 77, mit Temperatur und Aenderung der Brennweite IIIa 77; günstigste Wahl der Sterne für die Ortsbestimmung IIIa 78; Benutzung des äusseren und inneren Kreises des Ringes IIIa 80; Berücksichtigung der Eigenbewegung IIIa 81; Einfluss der Strahlenbrechung IIIa 83; strenge Ausdrücke IIIa 84, genäherte Formeln IIIa 85. Ausdruck für die Strahlenbrechung nach Bessel's Tafeln IIIa 86, Hilfstafeln für die Berechnung der Strahlenbrechung IIIa 87; Beispiel IIIa 88; Bemerkungen über die Beobachtungen von Nebeln und Kometen IIIa 90; das Lampen-Kreismikrometer IIIa 90; Positionringmikrometer von Kold IIIa 91.

Kreuzstabmikrometer s. Differenzmikrometer.

L

Lacerta, die Eidechse *Sternbilder* IIIb 301; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 301; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 301, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 302, der veränderlichen Sterne IIIb 303, der farbigen Sterne IIIb 303; Präcessionstabelle 303.

Lambert's Satz von der Krümmung der scheinbaren Bahn *Einkleitung* I 151, *Bahnbestimmung* I 486.

Lambert's Theorem oder Gleichung *Einkleitung* I 149, *Bahnbestimmung* I 504.

Lamellenmikrometer s. Differenzmikrometer.

Lampenkreismikrometer s. Kreismikrometer.

Lampenmikrometer s. Schraubenmikrometer.

Lampennetzmikrometer, Fraunhofer's *Mikrometer* IIIa 69; Beschreibung und Beobachtung der Doppelsterne damit IIIa 69.

Länge *Einkleitung* I 6, *Coördinaten* I 658; wahre und mittlere *Nutation* IIIa 302; mittlere siderische und tropische der Sonne *Präcession* IIIb 6; auf der Erde *Längenbestimmung* II 247.

Längenbestimmung II 247; übersichtliche Bemerkungen über verschiedene Methoden II 248; die telegraphische Bestimmung II 249, Registrirapparate II 249, durch gleichzeitiges Registriren der Sterndurchgänge auf den Apparaten beider Stationen II 249, die persönliche Gleichung und ihre Ermittlung oder Elimination II 250, Wechsel der Beobachter und Stationen, Verwendung des Registrirculars II 250, *Persönliche Gleichung* IIIa 370, Bestimmung der relativen persönlichen Gleichung IIIa 370; Beispiel *Längenbestimmung* II 251; Coincidenzmethode II 252, Beispiel II 254; die Signalmethode II 255, Benutzung constanten Stroms II 255; die Stromzeit II 257, Abhängigkeit von der Stromstärke II 258; die Chronometerübertragung II 259; erste Methode II 259, Beispiel II 263; zweite Methode II 263, Beispiel II 264; Berücksichtigung der Gewichte II 265; erste Methode II 265; zweite Methode II 266; dritte Methode II 268; Mondculminationen II 268, gleiche Beobachtung an zwei Orten II 269, Reduction des Mondrandes aufs Centrum II 270, Berücksichtigung der Veränderung der Rectascension des Mondes durch Vergleichung mit dem Mondort des Jahrbuchs II 270, Berücksichtigung der Fehler der Mondephemeride II 271, Genauigkeit der Methode II 273; Bestimmung aus Mondbeobachtungen in beliebigen Azimuthen östlich und westlich vom Meridian II 272, Genauigkeit der Methode II 273; aus Mondhöhen, insbesondere in der Nähe des ersten Verticals II 273; Mondsdistanzen II 274, Entwicklung der Formeln II 274, Correction wegen Parallaxe II 276, wegen Refraction II 276; Distanz der Mittelpuncte II 277; Einfluss der Abplattung der Erde II 278; Bestimmung durch Longomontan *Einkleitung* I 74; aus Mondfinsternissen I 74, durch Ptolemäus I 33; aus Verfinsterungen der Jupitersatelliten durch Galilei I 75; Beobachtungen der Sonnenfinsternisse *Finsternisse* I 799, Aufstellung der Bedingungs-gleichungen I 800f.

Längenunterschied *Längenbestimmung* II 247 248, *Zeit* IV 132 133.

Laurentiusstrom *Kometen und Meteore* II 179 184.

Leo major, der grosse Löwe *Sternbilder* IIIb 303; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 303; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 304, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 306, der veränderlichen Sterne IIIb 312, der farbigen Sterne IIIb 312; Präcessionstabelle IIIb 313.

Leo minor, der kleine Löwe *Sternbilder* IIIb 313; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 313; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 313, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 314, der veränderlichen Sterne IIIb 315, der

- farbigen Sterne IIIb 315; Präcessions-tabelle IIIb 315.
- Leoniden *Kometen und Meteore* II 185.
- Lepus, der Hase *Sternbilder* IIIb 316; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 316; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 316, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 316, der veränderlichen Sterne IIIb 317 453, der farbigen Sterne IIIb 317; Präcessions-tabelle IIIb 317.
- Leuchtkraft der Fixsterne im Verhältniss zur Sonne *Universum* IV 95; das Verhältniss derselben für Sterne des ersten und zweiten Spectraltypus IV 108.
- Lexells Komet *Kometen und Meteore* II 72 90.
- Libelle *Niveau* IIIa 289; die Kanalwaage IIIa 289, die Röhrenlibelle IIIa 289, die Dosenlibelle IIIa 290; Füllung derselben IIIa 290; Einfluss der Blasenlänge auf die Bestimmung der Neigung IIIb 290; das Reservoir IIIb 290; Einspielpunkt der Blase IIIb 291; Bestimmung des Parswerthes IIIb 296; die Albidadenlibelle *Universalinstrument* IV 43 53; s. auch Niveau.
- Libra, die Waage *Sternbilder* IIIb 318; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 318; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 318, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 319, der veränderlichen Sterne IIIb 320 453 454, der farbigen Sterne IIIb 320; Präcessions-tabelle IIIb 321.
- Libration des Mondes, in Länge und Breite *Einleitung* I 120; entdeckt von Cassini und Hevel, erklärt von Cassini und Mayer I 120, *Mond* IIIa 245; die optische und physische *Einleitung* I 120; Theorie derselben *Mechanik des Himmels* II 604 ff.; die Kleinheit der physischen Libration II 607 ff.; numerische Werthe II 613 — *Planeten* IIIb 383.
- Lichtausströmungen *Kometen und Meteore* II 56; in der Koma der Kometen II 57; am Halley'schen Kometen II 58 Tafel III; an anderen Kometen II 58 59 Tafel IV.
- Lichtbildmikrometer *Mikrometer* IIIa 137; erster Versuch und spätere Verbesserungen von Steinheil IIIa 137; die Mikrometer von Lamont, Stampfer, Littrow IIIa 138; das Positionsmikrometer mit lichten Fadenbildern von Browning-Bidder IIIa 138; Beschreibung des Grubb'schen Ghost-Mikrometers IIIa 139, Nachtheil der Lichtbildmikrometer IIIa 139 140.
- Lichteinheiten *Astrophotometrie* I 306.
- Lichtextinction *Astrophotometrie* I 325; Tabelle für dieselbe I 329; die Constante I 329; s. auch Extinction.
- Lichtgeschwindigkeit *Einleitung* I 98, *Aberration* I 171; Bestimmung der Sonnenparallaxe aus derselben *Parallaxe* IIIa 341.
- Lichtgleichung *Persönliche Gleichung* IIIa 381; Anwendung von Gitterblenden IIIa 381, *Sternatlas und Sternkarten* IIIb 471.
- Lichtjahr *Universum* IV 94 95.
- Lichtstärke *Fernrohr* I 732.
- Limbus *Alhidade* I 196.
- Linsen *Fernrohr* I 713; Bestimmung ihrer Brennpunkte und Hauptpunkte I 714; Sammel- und Zerstreuungslinse I 714; die Biconvex- und Planconvexlinse I 714; die Biconcav- und Planconcavlinse I 715; die Convexconcavlinse oder Meniscus I 715; Oeffnungswinkel und Oeffnungsradius I 716; Helligkeit, Vergrösserung, Grösse des Gesichtsfeldes, Leistung eines Systems I 716; Brechung durch zwei Linsen I 716; optischer Mittelpunkt I 717; die sphärische Aberration I 721; das aplanatische Linsensystem I 721; die numerische Apertur I 721; die chromatische Aberration oder Farbenzerstreuung I 723; das secundäre Spectrum I 724; Correction der sphärischen und chromatischen Aberration I 724; die Gauss'sche Bedingung I 724; Berechnung der Länge des secundären Spectrums auf der Axc I 726; das tertiäre Spectrum I 727; Fehler der Objective und Oculare I 727 ff.; Centricn und Fassen der Linsen I 734; s. auch Fernrohr, Objectiv, Ocular.
- Locus fictus *Bahnbestimmung* I 465 467 468 501.
- Lotablenkung durch Anziehung von Sonne und Mond *Horizontalparallex* II 31 36 37.
- Loxosis *Einleitung* I 46.
- Lupus, der Wolf *Sternbilder* IIIb 321; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 321; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 321, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 322, der veränderlichen Sterne IIIb 322 453, der farbigen Sterne IIIb 323; Präcessions-tabelle IIIb 323.
- Lynx, der Luchs *Sternbilder* IIIb 323; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III 323; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 323, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 325, der veränderlichen Sterne IIIb 326 453, der farbigen Sterne IIIb 326; Präcessions-tabelle IIIb 326.
- Lyra, die Leyer *Sternbilder* IIIb 327; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 327; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 327, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 329, der veränderlichen Sterne IIIb 329 454, der farbigen Sterne IIIb 329; Präcessions-tabelle IIIb 330.
- Lyraiden *Kometen und Meteore* II 184.
- Lyratypus s. Veränderliche Sterne.

M

- Mare *Mond* IIIa 246.
- Mars *Planeten* IIIa 384 398; Irradiation IIIa 385, seine Helligkeit und Albedo IIIa 387 388, *Astrophotometrie* I 338 340; Grösse der Retrogradation *Planeten* IIIa 399; sein Durchmesser, Abplattung und Masse IIIa 399; Flecken IIIa 399 ff.; die Polar-

flecke und ihre veränderliche Ausdehnung IIIa 400; die Rotation IIIa 400; die Farbe der Flecke und der Oberfläche IIIa 400; Darstellungen der Marsoberfläche, Bezeichnung der Gebilde IIIa 402; Verzeichniss der hauptsächlichsten Regionen IIIa 402 *Anm.* ff.; spectroscopische Beobachtungen IIIa 405 412, *Astrospectroskopie* I 406; die Kanäle *Planeten* IIIa 405, ihre Verdoppelung IIIa 407, Abhängigkeit derselben von der Lage der Marsaxe gegen die Erde IIIa 410, versuchte Erklärungen IIIa 410; die Atmosphäre IIIa 412; Veränderungen auf der Oberfläche IIIa 413; die Satelliten IIIa 413, frühere aber unberechtigte Vermuthungen ihrer Existenz IIIa 413, vergebliche Nachforschungen durch d'Arrest, ihre Entdeckung durch A. Hall IIIa 413, ihre Umlaufzeiten, Entfernungen, Durchmesser IIIa 413, ihre Helligkeit *Astrophotometrie* I 342.

Mikrometrische Messungen auf seiner Oberfläche *Mikrometer* IIIa 171, Berücksichtigung der Phase IIIa 169; Beobachtung der Schneeflecke, Bestimmung der Lage seiner Axe, verschiedene Methoden IIIa 175; Durchmesserbestimmungen mit Arago's Doppelbildmikrometer IIIa 222; Finsternisse seiner Satelliten *Finsternisse* I 835.

Verwendung der Marsoppositionen zur Bestimmung der Sonnenparallaxe *Parallaxe* IIIa 327, die kleinste Entfernung von der Erde IIIa 327; Aufstellung der Gleichungen und ihre Anwendung auf Rectascensions- und Deklinationsdifferenzen an einem Beobachtungsort IIIa 328 f., Beobachtung von Positionswinkel und Distanz mit dem Heliometer IIIa 329 f.; durch Beobachtung von Deklinationsdifferenzen am Meridiankreis an zwei Stationen IIIa 332, Anwendung der Methode IIIa 332; die mittlere tägliche siderische Bewegung *Mechanik des Himmels* II 402, Beziehung derselben zu der der Erde und Venus II 402; Störungen des Mars durch Jupiter *Eingleitung* I 145.

Maass der Genauigkeit oder Präcision *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa 33.

Markedonius *Chronologie* I 613.

Masse *Mechanik des Himmels* II 279; der Planeten *Planeten* IIIa 385 386, der Kometen, *Kometen und Meteor* II 100.

Mauerkreis *Quadrant* IIIb 31.

Mauerquadrant *Quadrant* IIIb 30.

Mechanik des Himmels II 278; Allgemeine Begriffe, Kraft, Masse, Dichte II 278 279; Gesetz der Trägheit, der Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung, Bewegungs-, Geschwindigkeits-, Kräfteparallelogramm II 279; Translations- und Rotationserscheinungen II 280; Orthogonale Transformation II 280.

Die Translationsbewegungen II 284 ff.; Kräftefunction, das Princip der Erhaltung der Bewegung des Schwerpunktes, das der Flächen, der Erhaltung der lebendigen

Kraft, das Hamilton'sche Princip II 284 ff.; die Bewegungsgleichungen II 290; die Bewegung in Kegelschnittlinien II 299; die Variation der Elemente und Einführung der störenden Kräfte II 319; die Berechnung der speciellen Störungen II 330, in rechtwinkligen Coordinaten II 330, in polaren Coordinaten II 343, die Variation der Elemente II 360; die Berechnung der allgemeinen Störungen II 366; Vorbemerkungen und Entwicklung der störenden Kräfte II 366; Entwicklung der Störungsfunction für Planetenbewegung II 379; Secularstörungen in den Elementen II 390; Störungen in polaren Coordinaten II 405; Hansen's Methode der Störungsrechnung, ideale Coordinaten II 415; Oppolzer's Methode, Proportionalcoordinaten II 431; Theorie der Satellitenbewegung II 436; Secularacceleration des Mondes II 454; Anomale Bewegung des Pericentrums, der siebente Saturnsmond II 464; die Jupitersatelliten II 468; Störungen in der Bewegung der Kometen II 476, anomale Bewegungserscheinungen, Widerstände II 484; Gylden'sche Methode, absolute, intermediäre Bahnen II 493; die intermediäre Bahn des Mondes II 501. S. auch über die Translationsbewegungen das ausführlichere Register unter Störungen.

Die Rotationsbewegung II 523; das Potential II 523; die Dichte II 524; Niveauflächen oder äquipotenzielle Flächen II 525; das Potential einer Kugel II 526; das Potential eines Ellipsoides auf einen inneren Punkt II 528, auf einen äusseren Punkt II 535; wenn die Dichte nicht constant angenommen werden kann II 538; Potential eines Massencomplexes auf einen sehr entfernten Punkt II 539; die Laplace-Poisson'sche Gleichung II 541; Kugelfunctionen II 544; Attraction von Sphäroiden II 544, Definition des Sphäroids II 544; Figur einer flüssigen rotirenden Masse II 547; die Gleichgewichtsfigur einer Kugel bezw. ein Umdrehungsellipsoid II 547; das Verhältniss der Fliehkraft zur Schwerkraft, die Abplattung II 550; die Abplattung der Erde berechnet aus Rotationsdauer, Länge der Rotationsaxe und des Secundenpendels am Aequator II 550; Abweichung von der Beobachtung zeigt die Unhomogenität II 550; dieselben Angaben für Sonne, Jupiter und Saturn II 551; das Jacobi'sche Ellipsoid II 551; es giebt unendlich viele Gleichgewichtsfiguren, aber nicht alle sind stabil, Poincaré's Stabilitätscoefficienten II 551; Gleichgewicht von sphäroidisch geschichteten Körpern unter Berücksichtigung äusserer Kräfte II 552; die Oberfläche des Sphäroids II 553; das Clairaut'sche Theorem II 555; die innere Lagerung II 555; Figur der Satelliten II 561; der Satellit nahe im Aequator des Hauptplaneten II 561; die Gestalt des Hauptringes 552, Untersuchungen von La-

- place, S. Kowalewsky, Maxwell, Seeliger II 563, Keeler's Nachweis verschiedener Rotationsgeschwindigkeiten bei verschiedenen Punkten des Ringes II 563; die Differentialgleichungen der Rotationsbewegung II 563; die Euler'sche Gleichung II 565; die momentane oder instantane Rotationsaxe, die Pole II 565 571; die Richtung der Rotationsaxe II 565; die Rotationsgeschwindigkeit II 566; Abstand eines Punktes von der Rotationsaxe, die Winkelgeschwindigkeit II 566; die Bewegung des Körpers im Raume II 566; Wahl einer festen Ekliptik zur Fundamentalebene, Trägheitsaquator und Schiefe desselben II 567; die Bewegung der Rotationsaxe im Raume II 568; die Trägheitsaxe und ihre Abweichung von der Rotationsaxe II 568 571; Integration der Differentialgleichungen für den Fall, dass keine äusseren Kräfte wirken II 570; die Rotationsaxe beschreibt um die Trägheitsaxe des grössten Moments einen Kegel II 572, Bestimmung des Oeffnungswinkels und der Umlaufzeit für die Erde II 572, die Werthe von Peters, Nyrén und Downing II 573; die Aenderungen der Polhöhe II 573; die störenden Kräfte II 573; die Bewegung des Erdkörpers II 577; die Bewegungen der Rotationsaxe der Erde II 581; Präcession und Nutation II 584, die Wirkung des Mondes II 584, die feste Ekliptik und die wahre in Folge der Anziehung der Erde durch die Planeten veränderliche Ekliptik II 584, die Präcession durch die Planeten II 586, die Wirkung der Sonne II 588, die numerischen Werthe II 588, die Präcession, die Nutation in Länge, die Nutation in Schiefe II 591, die Constante der allgemeinen Präcession und die Constante der Nutation II 592, ihre numerische Bestimmung und Aufstellung des Gesamtausdrucks für die Lunisolarpräcession, der Mond- und Sonnennutation II 593; Aenderungen der Hauptträgheitsaxen in Folge der nicht absoluten Starrheit des Erdkörpers und der Massenverschiebungen auf ihr II 593, drei verschiedene Fälle II 595, Berechnung des Einflusses einer gegebenen Massenverschiebung auf die Lage des Trägheitspols II 599, wenn eine Verschiebung im Radiusvector stattfindet II 599, wenn eine Verschiebung auf der Oberfläche in der Richtung des Meridians stattfindet II 600, wenn sie auf dem Parallel stattfindet II 600; Einfluss der Ebbe und Fluth auf die Rotationsaxe II 601 f., der Massenversetzungen durch die Flüsse, durch Vereisung und Abschmelzen des Eises in den Jahreszeiten und entgegengesetzten Hemisphären II 601; die Polhölienschwankungen II 604; die Librationen des Mondes II 606, die physische Libration II 609, die Libration in Knoten und Neigung II 609, numerische Werthe II 613; Berechnung der geocentrischen Coordinaten eines Mondkraters II 614.
- Mechanische Quadratur II 618; Aufgabe derselben II 618; mechanische Differentiation, erster und zweiter Differentialquotient II 618 619; Hülfstafeln dazu II 632, die summirten Reihen II 622; Beispiele II 636; Methode der Bestimmung der Coëfficienten von Reihen durch mechanische Quadratur II 638.
- Mediceische Sterne, die Jupitersatelliten *Einleitung* I 75.
- Meusa, der Tafelberg *Sternbilder* III b 330; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 330; Verzeichniss der Doppelsterne III b 330, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 331; Präcessionstabelle III b 331.
- Meridian *Einleitung* I 2, *Coordinaten* I 655; Bestimmung der Richtung des Meridians *Azimuthbestimmung* I 435; durch Beobachtung der grössten Höhe eines Sterns I 435; durch correspondierende Höhen I 436; Einfluss der eigenen Bewegung I 436; durch Beobachtung von Azimuth und Zeit I 436, günstigste Bedingungen I 437; durch Beobachtung des Polarsterns I 437, Berechnung durch Reihenentwicklungen I 438.
- Der Anfangs- und Normalmeridian *Längenbestimmung* II 248, *Zeit* IV 133.
- Der Haupt- oder Normalmeridian *Ort* III a 310f.
- Meridiankreis III a 1, Beschreibung III a 1; Beobachtungen mit demselben III a 4; als Durchgangsinstrument III a 4, seine Berichtigung, Horizontalstellung der Axe, Einstellung in den Meridian III a 4, Azimuth, Neigung, Collimationsfehler III a 5, Formeln für die Correctionen III a 6, wenn die Instrumentalfehler klein sind III a 6; Mayer'sche Formel III a 6, für polnahe Sterne für obere und untere Culmination III a 7; Bessel'sche Formel III a 7, Hansen'sche Formel III a 8; Reduction auf den Mittelfaden III a 8; Einfluss der Refraction auf die Fadendistanzen III a 9 10; Bestimmung der Fadendistanzen III a 10; Berücksichtigung der Eigenbewegung und Halbmesser III a 10, der Parallaxe der Gestirne III a 11; Bestimmung der Instrumentalfehler III a 12 24, der Zeit III a 12; Beispiel III a 14; Prüfung der Berichtigung durch Miren III a 15; Einrichtung künstlicher Miren III a 16; Bestimmung der Rectascension bei bekanntem Uhrstand III a 17.
- Beobachtungen am Kreis III a 17; absolute Bestimmungen III a 17 19 20, relative III a 17, directe und reflectirte III a 18; Einfluss der Refraction auf die Zenithdistanzen III a 18; Beobachtungen von Circumpolarsternen III a 19; Bestimmung der Polhöhe, der Deklination der Sonne und Sterne, der Schiefe der Ekliptik, der Lage des Frühlingspunktes III a 18; Beobachtungen in der Nähe der Solstizien und Aequinoctien III a 20; Ermittlung des Pol- oder Aequa-

- torpunkts am Kreise aus Sternen IIIa 21, Berücksichtigung der Krümmung des Parallels und der Neigung des Horizontalfadens IIIa 21f.; des Nullpunkts durch Einstellung auf Collimator und Nadir IIIa 24, das Nadirgefäß und der Quecksilberhorizont IIIa 18 24; Einstellungen wenn das Gestirn eine Scheibe zeigt IIIa 25; Berücksichtigung der Parallaxe IIIa 25; Reduction auf die gleiche Epoche mit der Rectascension, wenn das Gestirn eigene Bewegung hat IIIa 26; Beobachtungen in Deklination zur Parallaxenbestimmung *Parallaxe* IIIa 332.
- Meridianzeichen** oder *Miren Meridiankreis* IIIa 2 15; Einrichtung künstlicher IIIa 16.
- Merkur Planeten** IIIa 389; seine Elongation und Retrogradation IIIa 389; Durchmesser, Masse IIIa 389, seine Helligkeit *Astro-photometrie* I 337, seine Albedo I 340, sein Spectrum *Astrospektroskopie* I 406, seine Oberflächenbeschaffenheit, seine Phasen und Flecke *Planetens* IIIa 390, die Rotationszeit und Lage der Rotationsaxe IIIa 391 392, seine Farbe IIIa 392; die Secularbewegung seines Perihels IIIa 432 434, *Mechanik des Himmels* II 396, Erklärungsversuche in Annahme der nicht momentan sich fortpflanzenden Schwerkraft II 458 oder einer Modification des Anziehungsgesetzes II 486, oder Existenz intramerkurierlicher Planeten *Planetens* IIIa 434, oder bestimmter Annahme über die Sonnencorona *Sonne* IIIb 81; die mittlere tägliche siderische Bewegung *Mechanik des Himmels* II 402, ihre Beziehung zu der der Venus II 402.
- Die Vorübergänge vor der Sonne *Finsternisse* I 818, Bedingungen für das Eintreffen I 818, Periode der Durchgänge I 819; genaue Vorausberechnung I 822, Beispiel, Berechnung des Durchganges 1907 Nov. 13. 14 I 831; zum ersten Mal von Kepler vorausgesagt *Einleitung* I 97b zur Bestimmung der Sonnenparallaxe nicht geeignet *Parallaxe* IIIa 327, die kleinste Entfernung des Merkur von der Erde IIIa 327.
- Meteor** und Meteoriten *Kometen und Meteore* II 49, ihr Zusammenhang mit Kometen und Sternschnuppen II 51 112; Zusammenhang mit Meteorsteinfällen II 104, Grösse der Meteor Massen II 104, Steinregen II 105, Staubfälle II 106; Eintheilung in Siderite und Asiderite nebst den Unterabtheilungen II 109, s. auch Sternschnuppen.
- Bestimmung der Meteorbahnen II 191, stellarer Ursprung der Meteore II 201, stationäre Radianten II 201, Berechnung der Bahn Elemente II 202. — *Einleitung* I 161.
- Meteoroskop** *Kometen und Meteore* II 146. **Meteorschwärme** s. Sternschnuppen.
- Meteorstaub** *Kometen und Meteore* II 154. **Metonscher Cyclus** *Einleitung* I 7, *Chronologie* I 598.
- Methode der kleinsten Quadrate** IIIa 26; systematische Fehler IIIa 26; zufällige Beobachtungsfehler IIIa 27; wahrscheinlichster Werth, mathematische Wahrscheinlichkeit, mathematische Gewissheit IIIa 27, das arithmetische Mittel IIIa 28, Fehlergrenze IIIa 30, das geometrische Mittel IIIa 32, Fehlergesetze IIIa 30ff.; das Maass der Präcision IIIa 33, der wahrscheinliche Fehler IIIa 34, der durchschnittliche Fehler IIIa 35, der mittlere Fehler IIIa 36; die übrigbleibenden Fehler IIIa 36, das Gewicht der Beobachtungen IIIa 37; Name der Methode der kleinsten Quadrate IIIa 37; Beziehung zwischen wahrscheinlichem, durchschnittlichem, mittlerem Fehler und Gewicht IIIa 37 38; Beispiel der Gewichtsbestimmung verschiedener Beobachtungsreihen IIIa 40; mittlerer Fehler der Summen, Differenzen, Producte IIIa 40; Ermittlung der wahrscheinlichsten Werthe mehrerer von einander unabhängiger Grössen aus beobachteten Werthen von Functionen derselben IIIa 42, die zu behandelnden Gleichungen müssen linear sein IIIa 42, Reduction der Gleichungen auf die Gewichtseinheit IIIa 43; Bedingungsgleichungen und Normalgleichungen IIIa 44; Bemerkungen zur practischen Behandlung der Gleichungen IIIa 44, Auflösung der Normalgleichungen IIIa 45, Rechnungsschema IIIa 48; Auflösung durch Determinanten oder nach Gauss'scher Methode IIIa 46 49, Eliminationsgleichungen IIIa 49; mittlerer Fehler der Unbekannten IIIa 50; Ausgleichung unter Darstellung der Unbekannten als Functionen einer oder mehrerer, die sich unsicher bestimmen IIIa 54, Beispiel IIIa 55; Normalorte IIIa 56; Ermittlung der wahrscheinlichsten Werthe, wenn zwischen den Unbekannten Bedingungsgleichungen bestehen IIIa 58, Beispiel IIIa 62.
- Microscopium**, Mikroskop *Sternbilder* IIIb 332; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 332; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 332, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 332, der veränderlichen Sterne IIIb 333 454 455; Präcessionstabelle IIIb 333.
- Mikrometer** und Mikrometerrmessungen IIIa 64; Anwendung derselben IIIa 64, allgemeine Bemerkungen über verschiedene Arten IIIa 64; A. Netz-Lamellen-Kreis-mikrometer IIIa 65, Fadennetz und Glasgitter v. Malvasia, T. Maycr, Brandes IIIa 65, Cassini's Netz IIIa 65, Bradley's Raute und die Rautenformen von Flauger-gus, da Rocca IIIa 67 68, Burkhardt's Quadrat und das Zetanez von Valz IIIa 68, Lampennetzmikrometer von Fraunhofer IIIa 69, Netze von Lacaille IIIa 70, ihre Orientirung und Verbindung mit parallactischen Fernröhren IIIa 70, mit Meridian-instrumenten IIIa 70; Untersuchungen über die Genauigkeit alter Netze IIIa 70;

Kreis- und Ringmikrometer IIIa 70; Lampenkreismikrometer von Fraunhofer IIIa 90, Positionsringmikrometer von Kobold IIIa 91, Differenzmikrometer von Boguslawski IIIa 92, Lamelle unter 45° von Vogel IIIa 93, Kreuzstabmikrometer, Cross reticule IIIa 100, Quadratisches-, squarbar-, Mikrometer IIIa 104; Vergleichungen der Kreis- und Ringmikrometer mit den Lamellenmikrometern IIIa 108.

B. Schraubmikrometer IIIa 110; ältere Constructionen IIIa 111, das Parallelwire und Crosshair Mikrometer von W. Herschel IIIa 112, Mikrometer von Lalande IIIa 113, Lampenmikrometer von W. Herschel und J. H. Schröter IIIa 114; die neueren Faden- und Positionsmikrometer IIIa 114, Repsold's Balkenmikrometer IIIa 132, Clark's Mikrometer für grosse Distanzen IIIa 133, Duplexmikrometer von Grubb IIIa 133, Deklinograph von Knorre IIIa 134; Lichtbildmikrometer verschiedener Constructionen IIIa 137; Messungen mit dem Fadenmikrometer IIIa 140, Messung von Rectascensions- und Deklinationsdifferenzen bei ruhendem Fernrohr IIIa 148, bei gehendem Uhrwerk IIIa 152; Bestimmung des relativen Orts nach Positionswinkel und Distanz IIIa 153; Einfluss der Gattung des Lichtes IIIa 162; systematische Beobachtungsfehler bei Doppelstermessungen IIIa 163; Beobachtungen der Satelliten IIIa 166; Bestimmung der fortschreitenden und periodischen Fehler einer Schraube IIIa 175, Bestimmung des Winkelwerthes der Schraube IIIa 190.

C. Doppelbildmikrometer IIIa 197; einleitende Bemerkungen, Einführung des Princips der Doppelbilder IIIa 198, Doppelbildmikrometer von Amici IIIa 199, von Airy IIIa 203, Prismen- und Ocularprismenmikrometer von Maskelyne und Steinheil IIIa 215, Mikrometer von Clausen und Rochon IIIa 218, Arago's Mikrometer mit veränderlicher Vergrößerung IIIa 221, mit constanter Vergrößerung IIIa 222, Mikrometer von Dollond IIIa 223, von Wellmann IIIa 224, Doppelbildmikrometer von Bigourdan IIIa 236.

D. Interferenzmikrometer von Michelson und Schwarzschild IIIa 237.

Verbesserung der Mikrometermessungen für Präcession, Nutation und Aberration IIIa 239, Unterschiede in Rectascension und Deklination IIIa 239, in Positionswinkel und Distanz IIIa 241.

S. auch die ausführlicheren Register über die einzelnen Mikrometer, insbesondere Differenzen-Doppelbild-Kreis-Schraubmikrometer.

Mikrometerschraube s. Schraube.

Mikroskop s. Ablesemikroskop.

Milchstrasse v. Galilei als Sternanhäufung erklärt *Einleitung* I 76, *Universum* IV 57 ff. 65; Gestalt des Milchstrassenhaufens nach

Herschel IV 61; ihre Constitution IV 61; Beschreibung ihres Verlaufs IV 65; Ort ihres Pols IV 66; die grosse Trennung in der Milchstrasse IV 67; ihre Breite IV 68; ihre Structur IV 68, verschiedene Darstellungen derselben IV 68 ff.; dunkle Stellen in ihr IV 70; helle Nebelbänder IV 70; photographische Aufnahmen IV 71; der Milchstrassenschimmer durch schwache Sterne 15. Grösse hervorgerufen IV 71; zweifache Fundamentalebene IV 83 f.; Grenzen d. Milchstrasse IV 95; sie bildet keine Symmetrieebene für die Sterne, die heller als 4. Grösse sind IV 97; die helleren Sterne werden nicht gegen die Milchstrasse hin dichter IV 98; Ueberwiegen der Sterne des ersten Vogel'schen Typus in der Milchstrasse IV 103; Vorherrschend der Wolf-Rayet'schen Sterne IV 110, der neuen Sterne IV 111, Abnahme der Nebelflecke IV 111 ff., Zunahme der Sternhaufen und planetarischen Nebel IV 112 ff.; die Nebel gehören grösstentheils zu ihr IV 116; Ursachen des Milchstrassenschimmers IV 117; sie ist vielleicht ein Spiralnebel IV 121; ihr Centrum liegt vermuthlich im Cygnus IV 121. — *Kosmogonie* II 32. — *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 103; s. auch Fixsterne, Sternvertheilung.

Mimas s. Planeten, Saturn IIIa 428.

Mira Ceti entdeckt v. D. Fabricius *Einleitung* I 76; s. Veränderliche Sterne.

Mirasterne s. Veränderliche Sterne.

Mire s. Meridianeichen.

Mittagslinie s. Meridian.

Mittagsrohr s. Passageninstrument im Meridian und Meridiankreis.

Mittagsverbesserung Zeit IV 156.

Mittel, das arithmetische *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa 28; das geometrische IIIa 32.

Mittelpunkt, optischer *Fernrohr* I 717.

Mittelpunktgleichung *Bahnbestimmung* I 457, *Einleitung* I 27 62; beim Mond nach Ptolemäus I 36, nach Copernicus I 62, *Mechanik des Himmels* II 440.

Mitternachtsverbesserung Zeit IV 157.

Mittlere Elemente *Einleitung* I 137; nach Hansen's Definition I 140, *Mechanik d. Himmels* II 430.

Mittlere tägliche Bewegung *Bahnbestimmung* I 457 497 502, *Mechanik des Himmels* II 306.

Monat, seine Länge bei den Chaldäern, Griechen *Einleitung* I 7 8; bestimmt durch Hipparch I 27; d. siderische, synodische, draconitische und anomalistische I 7 8, *Chronologie* I 597 605; in d. Chronologie der Chinesen und Japaner I 605; der Inder, die Namen und Längen I 607; der Aegypter, die Namen I 609; die Anfänge und Namen der Monate in Vorderasien I 611 612; die Längen und Namen bei den Griechen I 612 613; im römischen und christlichen Kalender I 613; im jüdischen Kalender I 620 621, im tür-

kischen I 623; im Kalender d. französischen Republik I 623.

Mond, die Unebenheiten der Oberfläche entdeckt von Galilei, *Einleitung* I 75; seine Rotationszeit gleich der Revolutionszeit I 75; Hevel und seine Selenographie I 97; die Libration I 75, *Mond* IIIa 45, in Länge und Breite, optische und physische, die Cassinischen Gesetze *Einleitung* I 120; Untersuchungen von Euler und Lagrange I 141; Anschwellung gegen die Erde I 141; Bestimmung der Masse I 145, neuere Annahmen über Masse, Dichte, Abplattung, Lage des Schwerpunkts *Mond* IIIa 245; Durchmesser, Volumen, Oberfläche IIIa 245; Mondkarten IIIa 246 ff.

Photographische Aufnahmen, *Astro-photographie* I 222; Aufnahmen im Brennpunkt des Fernrohrs I 222; Vortheil der Fernrohre mit grossen Oeffnungen und grosser Brennweite I 222; Vorzug eines Spiegelteleskops mit grossem Brennweitenverhältniss I 223; Entwicklung d. Platten I 224; das Photographiren des Mondspectrums I 247; das Spectrum selbst *Astrospektroskopie* I 406; die Helligkeit nach photometrischen Messungen *Astro-photometrie* I 341; seine Albedo I 342.

Die verschiedenen Objecte auf der Oberfläche, die Mare *Mond* IIIa 246 ff.; die Ausdehnung derselben IIIa 248; die Gebirge IIIa 246, verschiedene Formen IIIa 248; charakteristische Resultate aus den Messungen der Ringgebirge IIIa 286; Messungen auf der Oberfläche IIIa 247; Schattenlage der Erhebungen IIIa 249; die Berghöhen IIIa 281, aus Messung der Schattenlänge IIIa 283 ff.; die Palus, Lacus, Sinus IIIa 248; die Rillen IIIa 273; Strahlensysteme IIIa 274; Veränderungen auf der Oberfläche IIIa 247 277; die Mondphasen IIIa 250; *Chronologie* I 597, Tafel zur Berechnung I 598; Bestimmung der Grösse der Phase, *Mond* IIIa 282; das aschfarbene Licht IIIa 250, seine wechselnde Helligkeit IIIa 250; die Lage d. Rotationsaxe IIIa 251; die Verschiedenheit der Hemisphären IIIa 251; Verschiedenheit der Intensität der Färbung IIIa 273; die Atmosphäre des Mondes IIIa 280; Beschreibung der Mondoberfläche und ihrer hauptsächlichsten Objecte im einzelnen IIIa 251 ff.

Die früheren Anschauungen über seine Bahn *Einleitung* I 6; Lage und Bewegung der Knoten, der Apsiden, Neigung der Bahn I 7 8; die verschiedenen Umlaufzeiten I 7 8; die Theorie des Eudoxus I 15; des Calippus I 15; die Bestimmung der Entfernung bei Eratosthenes und Aristarch I 18; die Theorie des Hipparch I 27 ff., die Prosthaphärese I 29, die Entfernung des Mondes I 30; Ptolemäus I 34 ff.; die Mittelpunktsgleichung und Evectio I 36, Beobachtung der Finsternisse I 35, Bestimmung der Grösse und

Entfernung I 48; dieselbe nach Capella I 48, bei den Arabern I 49; die Theorie bei Copernicus I 62; bei Tycho Brahe I 68, die Entdeckung der Variation und jährlichen Gleichung I 68, die Entfernung und die Elemente der Mondbahn I 71; die Theorie des Longomontanus I 73; Kepler I 92, die Evectio, der Mittelpunktsgleichung und Variation bei ihm I 92, die Zeitgleichung für die jährliche Gleichung I 92; die Mondtheorie bei Newton I 103, Erklärung der Bewegung der Knotenlinie und der Apsiden, der verschiedenen Ungleichheiten, der Evectio, der Variation, der jährlichen Gleichung, der Breitenstörung I 103 ff. 108 ff., das Newton'sche Gesetz reicht anscheinend nicht aus, Arbeiten über die Mondtheorie von Clairaut, d'Alembert, Euler und A. I 121 ff.; die Beschleunigung der mittleren täglichen Bewegung durch Halley entdeckt I 118; Arbeiten von T. Mayer und seine Mondtafeln I 119; Untersuchungen von Laplace, Lagrange, Euler I 139 140.

Neuere Untersuchungen; die Secularacceleration *Mechanik des Himmels* II 398 449; die Theorie seiner Bewegung II 436; die Störung durch die Sonne II 436; Mittelpunktsgleichung, Evectio, Variation, parallactische Ungleichheit und jährliche Gleichung II 440; die Aequatoreal-Horizontalparallaxe II 443, Bestimmung nach Hansen II 444; Secularvariation in Knoten und Perigäum II 450; andere Entwicklungen der periodischen Störungen II 451; numerische Werthe der Secularacceleration II 454; die historischen Finsternisse II 455; Ursachen der Abweichungen II 456; Bestimmung der Ungleichheiten aus Beobachtungen II 458; Störung der Bewegung durch die Planeten II 459; Einfluss der Secularveränderung der Ekliptik auf die Lage der Mondbahn II 460; Störungen die aus der Abweichung der Erde von der Kugelgestalt entstehen II 460; Gylden's intermediäre Bahn II 494 501 ff.; die Abplattung des Mondes II 562; seine Masse II 592; die Librationen II 577 604 ff. 615; s. auch unter Mechanik des Himmels und Störungen die ausführlicheren Register.

Die Elemente der Bahn, ihre Veränderungen, und die Umlaufzeiten *Mond* IIIa 245.

Mondcoordinaten *Mechanik des Himmels* II 460; Bestimmung der Correctionen derselben, bezw. der Elemente der Bahn aus beobachteten Positionswinkeln und Distanz II 463, *Finsternisse* I 814 f.; Benutzung der Finsternissbeobachtungen I 799 813 f. 816 f.

Mondcyclus *Einleitung* I 7, *Chronologie* I 598 618.

Mondstrecken *Einleitung* I 74, *Längenbestimmung* II 273; Aufstellung der Grundformeln II 274; Umformung der Ausdrücke II 275; das Reductionsverfahren

- von Bremiker II 275; Einfluss der Parallaxe II 276, der Refraction II 276, des Halbmessers II 277; die Verkürzung des Verticaldurchmessers durch die Refraction II 277; Einfluss der Abplattung der Erde II 278.
- Mondfinsternisse *Chronologie* I 599, *Finsternisse* I 749; Bedingungen des Eintritts derselben I 751; Vorausberechnung I 751; Ausdrücke für Anfang und Ende der Finsterniss überhaupt, Anfang und Ende der totalen vom Halbschatten bewirkten, erste und letzte Berührung mit dem Kernschatten, Anfang und Ende der totalen vom Kernschatten bewirkten Finsterniss I 752; Zeit für die Mitte der Finsterniss I 752; Grösse der Finsterniss I 753; Berechnung des Positionswinkels der Berührungsstelle I 753; Berechnung mit Oppolzer's Syzygietafeln I 753; ihre Bedeutung I 757.
- Ihre früheren Beobachtungen zur Bestimmung der Mordbahn durch Hipparch *Einleitung* I 28, durch Ptolemäus I 35 ff. I 47; durch Albatignius I 50 f.; bei Copernicus I 63; zur Bestimmung der geographischen Länge bei Ptolemäus I 33, bei Longomontan I 74.
- Mondgleichung *Chronologie* I 618.
- Mondjahr *Chronologie* I 605.
- Mondparallaxe, erste Bestimmung aus Mondfinsternissen von Hipparch *Parallaxe* III a 319; durch Mondhöhen von Ptolemäus *Einleitung* I 46; durch Ptolemäus, Tycho, Kepler *Parallaxe* III a 320 321; aus der Länge des Mondes von Kepler III a 321; aus Sternbedeckungen III a 321; die Plejadenbedeckungen III a 322, Abhängigkeit von den Fehlern der Mondtheorien III a 322; durch Beobachtungen von Längen an zwei Stationen auf gleicher Breite III a 322; durch beobachtete Zenithdistanzen auf gleichem Meridian und nördlicher und südlicher Breite III a 322, die Formeln dafür III a 322; Einfluss der Abplattung der Erde III a 323; Bestimmung aus der Mondtheorie, Hansen's Mondtafeln III a 325; Newcomb's Werth III a 326. — *Mechanik des Himmels* II 443.
- Mondperiode, Saros *Einleitung* I 8, *Chronologie* I 600.
- Mondsterne *Längenbestimmung* II 268 272.
- Mondtafeln *Einleitung* I 30, *Finsternisse* I 753 813 816 ff.
- Mondzelle *Chronologie* I 599 600.
- Monoceros, das Einhorn *Sternbilder* III b 333; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 333; Verzeichniss der Doppelsterne III b 333, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 336, der veränderlichen Sterne III b 337 453, der farbigen Sterne III b 337; Präcessionstabelle III b 337 338.
- Morgenweite, s. Abendweite.
- Motus parallacticus, peculiaris, proprius *Eigenbewegung des Sonnensystems* III b 93, Multiplicationskreis III a 288.
- Multiplications-theodolith *Multiplicationskreis* III a 288.
- Musca, die Fliege *Sternbilder* III b 338; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 338; Verzeichniss der Doppelsterne III b 338, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 338, der veränderlichen Sterne III b 339; Präcessionstabelle III b 339.

N

- Nachtbogen *Einleitung* I 2, *Aufgang* I 430.
- Nadir *Coordinaten* I 655; Bestimmung des Nadirpunkts am Meridiankreis *Meridiankreis* III a 3 18 24, *Biegung* I 576.
- Nadirhorizont, Quecksilberhorizont *Meridiankreis* III a 18 24
- Nebelflecke *Sternhaufen und Nebelflecke* III b 524; erste Entdeckung von Marius Huyghens, Ilevel, Lacaille III b 524; das Messier'sche Verzeichniss III b 524; die Beobachtungen von W. und J. Herschel III b 525; die Cataloge von Dreyer III b 525; die Eintheilung von W. Herschel III b 525; die Spiralnebel III b 526 (s. auch unten); die photographischen Aufnahmen III b 528, *Astrophotographie* I 237; die Spectra *Astrospectroskopie* I 422; die Ortsbestimmungen mit dem Ringmikrometer *Mikrometer* III a 71, mit dem Fadennikrometer nach Positionswinkel und Distanz III a 158; Bemerkungen darüber III a 158; starke persönliche Unterschiede bei den Ortsbestimmungen u. Zeichnungen *Sternhaufen und Nebelflecke* III b 526; Anschauungen über das Wesen der Nebelflecke nach Kant, Lambert *Universum* IV 59 70 71, *Kosmogonie* II 231 232; Entstehung der verschiedenen Formen II 232 233; ihre Vertheilung *Universum* IV 111 ff., Abnahme gegen die Milchstrasse hin IV 112 ff.; Nebelcentren und Anhäufungen IV 112; Sternhaufen in geringen galactischen Breiten IV 112 113; die verschiedenen Classen nach Abbe IV 112, Bauschinger IV 113, Stratonoff IV 114; graphische Darstellung über die Vertheilung IV 113; planetarische Nebel liegen wie die Sternhaufen vorzugsweise in der Milchstrasse IV 114; nach Stratonoff sind die globalen Sternhaufen abzusondern, in ihrer Vertheilung ganz zufällig IV 116; die Nebel gehören grösstentheils zum Milchstrassensystem IV 116; ihre Helligkeit und Grösse IV 117; Nebel und Sterne als zusammengehörige Systeme IV 121; die Spiralnebel IV 121 122; massenhafte Entdeckungen neuer Nebel durch Keeler mittelst Photographic IV 123, dieselben vorzugsweise Spiralnebel IV 123; erneute Frage der Zugehörigkeit zur Milchstrasse IV 123; s. auch Sternhaufen, Universum.
- Verzeichniss der Nebelflecke und Sternhaufen in d. einzelnen Sternbildern s. letztere.

- Neigung der Bahn *Einleitung* I 114, *Bahnbestimmung* I 463, *Mechanik des Himmels* II 370; s. auch Bahnelemente. — *Kosmogonie* II 241; der Rotationsachsen II 242.
- der Ekliptik s. Ekliptik, Schiefe derselben.
- der Instrumentalaxen *Niveau* IIIa 289, *Aequatoral* I 181, *Meridiankreis* IIIa 5, *Universalinstrument* IV 42; ihre Bestimmung durchs Niveau, *Niveau* IIIa 293 ff., *Aequatoral* I 185 186, *Almucantar* I 203, *Meridiankreis* IIIa 12, *Universalinstrument* IV 44, durch Einstellung aufs Nadir *Meridiankreis* IIIa 24.
- Neptun, seine Entdeckung *Einleitung* I 159, *Planeten* IIIa 430; frühere Beobachtungen IIIa 431; Durchmesser, Masse, Abplattung, Flecke, Rotation IIIa 431; seine Helligkeit IIIa 387 430; seine Albedo IIIa 388, *Astrophotometrie* I 339 340; sein Spectrum *Astrospektroskopie* I 408; der Satellit des Neptun *Planeten* IIIa 431; Neigung seiner Bahn und sein Durchmesser IIIa 432, *Kosmogonie* II 240 242.
- Die mittlere tägliche siderische Bewegung *Mechanik des Himmels* II 402; Beziehung derselben zu der des Uranus und Saturn II 403; Störung in der Bewegung des Uranus II 403.
- Netzmikrometer *Mikrometer* IIIa 65 ff.
- Newton'sches Gesetz *Einleitung* I 99 ff.; Nachweis der Kepler'schen Gesetze I 101 ff.; Theorie des Mondes I 103; Erklärung der verschiedenen Mondgleichheiten I 108; der Präcession I 112; der Gezeiten I 113; die gegnerischen Anschauungen I 116 117.
- S. auch die einschlägigen Artikel über Bahnbestimmung, Doppelsterne, Kometen und Meteore, Mechanik des Himmels.
- Niveau IIIa 289; Fehler desselben IIIa 291 296; Bestimmung und Berichtigung derselben IIIa 292; Bestimmung des Werthes des Niveau- oder Libellenpars IIIa 296; Abhängigkeit des Werthes von der Länge der Blase IIIa 297; Anwendung zur Bestimmung der Zapfengleichheit der Axe IIIa 293; zur Bestimmung der Neigung der Axe IIIa 294; am Meridiankreis *Meridiankreis* IIIa 12; Berücksichtigung der Neigung bei den Beobachtungen am *Aequatoral*, *Almucantar*, *Altazimuth*, *Pasageninstrument*, *Prismenkreis*, *Universalinstrument* s. diese Instrumente I 185 186, I 203, I 208, I 444 447 IIIa 6 ff., IIIa 359 ff., IIIa 460, IIIb 12, IV 50.
- Das Querniveau oder das Niveau bei Horrebow-Talcottbeobachtungen und seine Verwendung *Polhöhe* IIIa 469 470 471.
- Das Höhenniveau oder die Alhidadenlibelle *Universalinstrument* IV 43 53.
- Niveauflächen *Mechanik des Himmels* II 525 547.
- Niveauprüfer *Niveau* IIIa 296.
- Nonagesimus *Einleitung* I 55.
- Nonius IIIa 297.
- Nordlicht, sein Spectrum *Astrospektroskopie* I 405.
- Norma, das Winkelmaass *Sternbilder* IIIb 339; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 339; Verzeichniß der Doppelsterne IIIb 339, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 340, der veränderlichen Sterne IIIb 340 453, der farbigen Sterne IIIb 340; Präcessions-tabelle IIIb 340.
- Normaleneinheit v. Violle *Astrophotometrie* I 306.
- Normalgleichungen *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa 44.
- Normalkerze, Hefner'sche *Astrophotometrie* I 306.
- Normalmeridian *Zeit* IV 133.
- Normalort *Bahnbestimmung* I 526, *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa 56.
- Normalstellung des Ocularauszugs und die Veränderlichkeit mit der Temperatur *Helio-meter* II 12, *Mikrometer* IIIa 140.
- Nutation *Mechanik des Himmels* II 584 ff., in Länge, in Schiefe II 591, *Nutation* IIIa 302; die wahre und mittlere Länge IIIa 302; Einfluss auf Rectascension u. Deklination IIIa 303; Bessel'sche Ausdrücke IIIa 303; *Ort* IIIa 309, *Bahnbestimmung* I 469; Einfluss auf die Längen I 469 501; Mondglieder kurzer Periode IIIa 305; Berücksichtigung bei den Sternephemeriden *Meridiankreis* IIIa 7, bei Fundamentbestimmungen IIIa 21, *Rectascensionsbestimmung* IIIb 32, *Sterncataloge* und *Sternkarten* IIIb 458; bei relativen Parallaxenbestimmungen *Parallaxe* IIIa 346 349; bei Mikrometernmessungen in Rectascension u. Deklination IIIa 239, in Positionswinkel und Distanz IIIa 241; die systematischen Unterschiede der Sterncataloge verursacht durch verschiedene Nutationsconstante *Sterncataloge* und *Sternkarten* IIIb 471.
- Die Nutationsconstante *Mechanik des Himmels* I 592, *Nutation* IIIa 304; ihre Bestimmung aus Rectascensionen polnaher Sterne IIIa 305, zugleich mit Bestimmung d. Aberrationsconstante IIIa 305, *Aberation* I 175; Einfluss von Parallaxe und Eigenbewegung *Nutation* IIIa 305; Beobachtungen im ersten Vertical IIIa 305; Messung von Meridian-Zenithdistanzen von Sternen gleicher Zenithdistanz, Horrebow-Talcott Methode IIIa 306, *Polhöhe* IIIa 468.
- Die Nutation durch Newton erklärt *Einleitung* I 112; durch Bradley entdeckt I 118; spätere Untersuchungen I 120; von d'Alembert und Euler I 144.
- Nycthemeren *Einleitung* I 3, *Zeit* IV 129.

O

- Oberon, s. Planeten, Uranus IIIa 430.
- Objectiv *Fernrohr* I 700; achromatisches I 718; Fehler desselben und ihre Untersuchung I 727 ff.; compensirt, nicht compensirt und übercompensirt I 727; Fehler durch Farbenzerstreuung I 728; Kugel-

- gestaltfehler I 728; Verzerrung des Gesamtbildes I 728; regelmässiger und unregelmässiger Astigmatismus I 728; Bestimmung der Brennweite I 729; Centriren und Fassen der Objective I 734.
- Ueber die Objective bei grossen Refractoren *Aequatorial* I 192; zur Anwendung bei der Photographie lange Brennweite für Aufnahmen d. Sonne *Astrophotographie* I 213; Vortheile d. kurzen Brennweite I 235; für chemisch wirksame Strahlen achromatisirt I 229; Porträtobjective I 234.
- Objectivprisma *Astrospektroskopie* I 366; Vortheile und Nachteile desselben I 367; Verbindung mit dem Fadennikrometer I 367; zu photographischen Aufnahmen I 369, *Astrophotographie* I 230 258.
- Obliquation bei Copernicus *Einleitung* I 66.
- Octans, der Octant *Sternbilder* IIIb 341; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 341; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 341, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 342, der veränderlichen Sterne IIIb 342; Präcessionstabelle IIIb 342 343.
- Ocular *Fernrohr* I 700; das Huyghens'sche I 718, das Ramsden'sche oder Mikrometerocular I 718, das negative, positive, Campanische Ocular I 719, das orthoskopische I 730; Fehler der Oculare I 729.
- Ocularauszug, Scala zur Controle der Stellung *Mikrometer* IIIa 77.
- Ocularheliumeter s. Doppelbildmikrometer.
- Ocularkreis *Fernrohr* I 731.
- Ocularspectroskop *Astrospektroskopie* I 366 369.
- Oeffnungswinkel und -Radius *Fernrohr* I 716.
- Olympiade *Chronologie* I 612.
- Ophiuchus und Serpens der Schlangenträger und die Schlange *Sternbilder* IIIb 343; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 343; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 343, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 347, der veränderlichen Sterne IIIb 348 454, der farbigen Sterne IIIb 349; Präcessionstabelle IIIb 350.
- Ophthalmometer *Mikrometer* IIIa 219.
- Opposition *Einleitung* I 4; in Rectascension und Länge I 6; mittlere *Astrophotometrie* I 333.
- Optische Axe *Fernrohr* I 720.
- Optische Gläser. Geschichte, *Fernrohr* I 706; ihre Herstellung I 739; ihre Bearbeitung I 740.
- Optische Systeme, positiv, convergent, collectiv *Fernrohr* I 711; negativ, divergent, dispansiv I 711, ihr Fundamentalpunkt I 711, Knotenpunkt I 711; Oeffnungswinkel und -Radius I 716; die Helligkeit, Vergrösserung und das Gesichtsfeld I 716; der optische Mittelpunkt I 717.
- Optischer Mittelpunkt *Fernrohr* I 717.
- Orion *Sternbilder* IIIb 351; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 351; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 351, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 354, der veränderlichen Sterne IIIb 355, der farbigen Sterne IIIb 355; Präcessionstabelle IIIb 356.
- Orionnebel entdeckt von Galilei *Einleitung* I 76.
- Oriontypus s. Veränderliche Sterne.
- Ort IIIa 309; mittlerer, wahrer, scheinbarer IIIa 309 310; geocentrisch, heliocentrisch jovicentrisch u. s. w. IIIa 309; abhängig von Präcession, Nutation, Aberration, Parallaxe IIIa 309; Reduction des mittleren auf den scheinbaren IIIa 313; der Jahresanfang und der Nullpunct der Zeit-zählung IIIa 310; das annus fictus und der dies reductus IIIa 310; Beziehung d. annus fictus zum Kalenderjahr IIIa 311; Beziehung der Daten des Normalmeridians zu denen eines beliebigen anderen Orts IIIa 312; die Reductionsconstanten in den Jahrbüchern IIIa 313, das Berliner astronomische Jahrbuch, der Nautical Almanac, die Connaissance des temps IIIa 313 314.
- Ortsbestimmung der Sterne *Aequatorial* I 188; absolute und relative I 188, *Abnunciantar* I 196; directe und indirecte *Mikrometer* IIIa 64; Einfluss der Lichtgattung auf den relativen Ort zweier Sterne IIIa 162; s. auch Deklinations-Rectascensionsbestimmung, Meridiankreis, Mikrometer, Sterncataloge.
- Ortszeit *Zeit* IV 132.
- Osculirende Elemente s. Elemente.
- Osterrechnung und Osterregel *Chronologie* I 619.

P

- Pallas, Entdeckung *Planeten* IIIa 436; Helligkeit in mittlerer Opposition und Phasencoefficient *Astrophotometrie* I 340.
- Parabel, Bewegung und Geschwindigkeit in derselben *Bahnbestimmung* I 462; Elemente I 463; Ermittlung derselben I 501 ff.; Olbers'sche Methode I 505; Ausnahmefall, Oppolzer's Methode I 512; mehrfache Lösungen I 515; Genauigkeit der Bestimmung I 519; Methoden zur Verbesserung I 528 ff.; Berechnung der Differentialquotienten I 544 546; Zusammenstellung der Formeln und Beispiele I 555; Olbers' Methode I 555; Oppolzer's Methode I 561; Verbesserung der Bahn I 565; s. auch Mechanik des Himmels II 304 ff. und Bahnbestimmung.
- Parallactische Aufstellung *Aequatorial* I 189 ff., *Mikrometer* IIIa 141; Fehler der Aufstellung und des Instruments IIIa 141; Methoden und Formeln zu ihrer Ermittlung IIIa 141 142, *Aequatorial* I 185 ff.
- Parallactische Glieder *Mechanik des Himmels* II 436.
- Parallactische Ungleichheit *Mechanik des Himmels* II 440 458 471 *Ann.*
- Parallactischer Winkel *Coordinates* I 658; seine Berechnung aus Stundenwinkel, Declination, Polhöhe I 662, *Mikrometer* IIIa 85.

Parallaxe IIIa 314; tägliche und jährliche IIIa 314; Horizontalparallaxe, Höhenparallaxe, Aequatoral-Horizontalparallaxe IIIa 315; geocentrischer Ort IIIa 315; allgemeine Ausdrücke für den Einfluss d. täglichen Parallaxe IIIa 316, auf den Halbmesser IIIa 317; Ausdrücke für Azimuth und Zenithdistanz IIIa 317; für Rectascension und Deklination IIIa 318, strenge Formeln für den Mond IIIa 319, Näherungsformeln IIIa 319; Ausdrücke für Länge und Breite IIIa 318; Berücksichtigung bei Deklinationsbeobachtungen im Meridian *Meridiankreis* IIIa 25; bei der Reduction der Meridianbeobachtungen auf den Mittelfaden IIIa 11; bei Planeten- und Kometenbeobachtungen *Bahnbestimmung* I 465 ff.; locus fictus I 465 ff. 501.

Bestimmung der Horizontalparallaxe durch zwei Beobachter an verschiedenen Orten oder durch einen Beobachter *Parallaxe* IIIa 319; der Mondparallaxe durch einen Beobachter, frühere IIIa 319, *Einleitung* I 46; aus Sternbedeckungen *Parallaxe* IIIa 321, Plejadenbedeckungen IIIa 322, Abhängigkeit von den Fehlern der Mondtheorie IIIa 322; durch zwei Beobachter aus Längen unter gleicher Breite IIIa 322; aus Zenithdistanzen auf gleichen Meridianen in nördlicher und südlicher Breite IIIa 322, Elimination etwaiger Fehler der Refractionstafeln IIIa 323, Formeln IIIa 323, Einfluss d. Abplattung der Erde IIIa 323; durch Finsternissbeobachtungen *Finsternisse* I 802; Bestimmung aus der Mondtheorie, *Parallaxe* IIIa 325, *Mechanik des Himmels* II 443 444, *Mond* IIIa 245; Verhältniss zur Sonnenparallaxe IIIa 283 285.

Bestimmung der Sonnenparallaxe *Parallaxe* IIIa 326; durch einen Beobachter; durch Planetenparallaxen aus Unterschieden der Rectascension, der Deklination, von Positionswinkel und Distanz gegen Fixsterne IIIa 327, Formeln hierfür IIIa 328, *Heliometer* II 17 22; durch zwei Beobachter: Rectascensionsunterschiede unter gleicher Polhöhe *Parallaxe* IIIa 331; Deklinationsunterschiede IIIa 331; Einfluss des Unterschiedes der Brechbarkeit des Planeten- und Sternlichts IIIa 332; durch Beobachtungen am Meridiankreis IIIa 332, Elimination der Fehler des Meridiankreises IIIa 332, die Bedingungsbedingungen IIIa 332; durch Beobachtung der Venusdurchgänge IIIa 332, Aufstellung der Bedingungsbedingungen für Positionswinkel und Distanz und für die Contacte IIIa 333, Schwierigkeiten für die Contactmethode IIIa 338, Anwendungen IIIa 338, *Finsternisse* I 825; aus Finsternissbeobachtungen I 802; durch Planetenbedeckungen *Parallaxe* IIIa 338; Theoretische Methoden IIIa 338, *Mechanik des Himmels* II 459; Verhältniss zur Mondparallaxe *Mond* IIIa 283 285; frühere Bestimmungen *Einleitung* I 18 47 ff. 68 71 93.

Die Parallaxe der Fixsterne, jährliche *Parallaxe Einleitung* I 58, *Parallaxe* IIIa 341; Ausdruck für das Maximum und Minimum der Parallaxe IIIa 342; allgemeine Formeln, Anwendung auf Ekliptikalcoordinaten IIIa 343; auf äquatorale IIIa 343; Zusammenhang mit der Aberration IIIa 343, *Aberration* I 175; günstigste Bedingungen für die Bestimmung *Parallaxe* IIIa 344; Schwierigkeit directer Bestimmung IIIa 345; Verbindung von zwei Sternen IIIa 346; Circumpolarsterne IIIa 347, die Bedingungsbedingungen IIIa 347; Sterne nahe gleicher Rectascension IIIa 348; Einfluss der Parallaxe auf relative Coordinaten, die Bedingungsbedingungen IIIa 350; Schwierigkeit der Messung der Deklinationsdifferenz IIIa 350; Beobachtungen von Rectascensionsdifferenzen am Meridiankreis IIIa 350; Messungen am Heliometer IIIa 351; *Heliometer* II 16; Ausdruck für die Bedingungsbedingungen im Positionswinkel und Distanz *Parallaxe* IIIa 352, günstigste Bedingungen IIIa 352; neue Resultate IIIa 352; die Anwendung der Photographie IIIa 353.

S. ferner über die auf die Parallaxe und ihre Bestimmung bezüglichen Punkte Mikrometer IIIa 163, Nutation IIIa 305, Ort IIIa 309 310, Eigenbewegung des Sonnensystems IIIb 101 102, Sternhaufen und Nebelflecke IIIb 526, Universum IV 58 59 94 108.

Parallaxentafeln *Bahnbestimmung* I 466 497, *Mikrometer* IIIa 151; Tafel III im *Anhang* IV 243 ff.

Parallel scheinbarer, wahrer *Mikrometer* IIIa 95 101 144; Orientirung des Mikrometers nach scheinbarem IIIa 109; Bestimmung des Parallel IIIa 144; Unterschied des scheinbaren und wahren Parallel IIIa 145; Einfluss einer Torsion des Rohres um seine Axe auf die Bestimmung des Parallels IIIa 147.

Krümmung des Parallels bei Meridianbeobachtungen *Meridiankreis* IIIa 21; *Polhöhe* IIIa 471.

Parallelkreise *Einleitung* I 2, *Coordinaten* I 656.

Parallelogramm der Bewegung, Geschwindigkeit, Kräfte *Mechanik des Himmels* II 279.

Parameter *Bahnbestimmung* I 463.

Passageninstrument IIIa 353; Beschreibung IIIa 354.

1) im Meridian, seine Berichtigung *Meridiankreis* IIIa 4; Azimuth, Neigung, Collimationsfehler IIIa 5; Formeln für die Correctionen IIIa 6; die Mayer'sche Formel IIIa 6, für polnahe Sterne in oberer und unterer Culmination IIIa 7; die Bessel'sche Formel IIIa 7; die Hansen'sche Formel IIIa 8; Reduction auf den Mittelfaden IIIa 8; Bestimmung der Fadendistanzen IIIa 10; Bestimmung der Instrumentalfehler IIIa 12 24, der Zeit IIIa 12; Beispiel

- IIIa 14; *Zeitbestimmung* IV 140; zur Bestimmung der Polhöhe u. Aberrationsconstante mit Horrebow-Talcott-Niveau *Polhöhe* IIIa 469; Reduction der Beobachtungen IIIa 471; *Aberration* I 176.
- 2) im ersten Vertical *Passageninstrument* IIIa 355; genäherte Orientirung IIIa 355; Ermittlung der Instrumentalfehler und Berichtigung IIIa 356; Theorie des Instruments im ersten Vertical IIIa 356; strenge Ausdrücke IIIa 357; Reduction der Seitenfäden auf den Mittelfaden bei kleinen Instrumentalfehlern IIIa 358; für sehr zenithnahe Sterne IIIa 359; für fest aufgestellte Instrumente IIIa 360; Bestimmung der Polhöhe IIIa 361; *Polhöhe* IIIa 460; Beobachtungsmethoden zur Bestimmung des Stundenwinkels im ersten Vertical *Passageninstrument* IIIa 361; Beobachtung desselben Sterns im Ost- und Westvertical in derselben Kreislage, in geänderter Kreislage, mit Umlegung beim Ost- und beim Westdurchgang IIIa 361; Elimination und Bestimmung der Instrumentalfehler und Fadendistanzen IIIa 363; Beobachtungsschema IIIa 363; Anordnung zur Beobachtung der Veränderlichkeit der Polhöhe IIIa 364; gemessene Zenithdistanzen IIIa 364.
- 3) in beliebigen Azimuthen, im Vertical des Polarsterns *Zeitbestimmung* IV 158; Entwicklung der strengen Ausdrücke IV 158 ff.; Reduction der Seitenfäden auf den Mittelfaden für Zeitsterne IV 163; für den Polarstern IV 165; über die Anstellung der Beobachtungen IV 166; Ephemeriden für Zeitsterne und Polarstern IV 167; Hülftafeln IV 168; Schema IV 171; Beispiel IV 171.
- Passagenprisma* *Zeitbestimmung* IV 178.
- Pavo, der Pfau *Sternbilder* IIIb 356; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 356; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 357; der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 357; der veränderlichen Sterne IIIb 358 454, der farbigen Sterne IIIb 358; Präcessionstabelle IIIb 359.
- Pegasus *Sternbilder* IIIb 359; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 359; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 359; der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 361; der veränderlichen Sterne IIIb 362 455, der farbigen Sterne IIIb 368; Präcessionstabelle IIIb 369.
- Pendel, Entdeckung des Isochronismus der Pendelschwingungen durch Galilei *Einleitung* I 77, *Uhr* IV 4; als Regulator der Uhren von Huyghens eingeführt *Einleitung* I 97, *Uhr* IV 5; Theoretische Erörterungen IV 7; das Cycloidenpendel IV 9; die Compensationspendel IV 11.
- Pendeluhr s. Uhr.
- Pericentrum *Mechanik des Himmels* II 301; Anomale Bewegung desselben II 464.
- Perigäum *Einleitung* I 21.
- Perihel *Einleitung* I 22, *Bahnbestimmung* I 455; Länge des Perihels I 463, *Einleitung* I 115.
- Periheldistanz *Einleitung* I 115, *Bahnbestimmung* I 462.
- Periheldurchgang *Einleitung* I 115, *Bahnbestimmung* I 463.
- Periode s. Chronologie.
- Periplegmatische Curven *Mechanik des Himmels* II 494.
- Persene *Einleitung* I 161, *Kometen und Meteore* II 179 184 185 209 212.
- Perseus *Sternbilder* IIIb 369; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 369; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 369; der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 371, der veränderlichen Sterne IIIb 373 452, der farbigen Sterne IIIb 373; Präcessionstabelle IIIb 374.
- Persönliche Fehler *Sternhaufen und Nebelflecke* IIIb 526, *Meridiankreis* IIIa 25, *Parallaxe* IIIa 332 350; Benutzung eines Prismas *Meridiankreis* IIIa 25. S. auch Persönliche Gleichung.
- Persönliche Gleichung IIIa 368; Geschichtliche Bemerkungen IIIa 368; absolute und relative IIIa 370; Einfluss auf Längenbestimmungen IIIa 370, *Längenbestimmung* II 250 ff.; Elimination *Persönliche Gleichung* IIIa 370; Bestimmung der relativen IIIa 370; der absoluten an Apparaten verschiedener Construction IIIa 371; die Zeiteollimatoren von Kaiser IIIa 372 f.; die Apparate von Bakhuyzen, Wislicenus IIIa 374 375; Elimination der absoluten Gleichung durch Repsold's unpersönliches Ocularmikrometer IIIa 376; Erklärungen durch physiologische Erscheinungen IIIa 376; Reactions-Reflexionszeit IIIa 377; Abhängigkeit von äusseren Einflüssen verschiedener Art IIIa 380; Helligkeitsgleichung IIIa 381; die nicht gleich häufige Beobachtung verschiedener Zehntelsekunden IIIa 382; Unterschiede bei Runbestimmungen IIIa 382; subjective Abweichungen bei allen Beobachtungen, Zeichnungen u. s. w. IIIa 383; beim Kreis- und Lamellenmikrometer nach der Helligkeit der Sterne *Mikrometer* IIIa 109; bei Doppelstermmessungen IIIa 163; s. auch Systematische Fehler.
- Phasen *Mond* IIIa 250, *Planeten* IIIa 386; Bestimmung der Grösse der Mondphase *Mond* IIIa 280; Berücksichtigung der Phase bei Durchmesserbestimmungen *Mikrometer* IIIa 167; bei Messungen mit Airy's Doppelbildmikrometer IIIa 215.
- Phasencoefficient *Astrophotometrie* I 340.
- Phasenwinkel *Astrophotometrie* I 333.
- Phobos s. Planeten, Mars IIIa 413.
- Phönix *Sternbilder* IIIb 374; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 374; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 375 452, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 375; der veränderlichen Sterne IIIb 376; der farbigen Sterne IIIb 376; Präcessionstabelle IIIb 376.

- Photographie des Himmels s. Astrophotographie.
- Photographische Durchmusterung am Cap *Sternataloge und Sternkarten* IIIb 521; die photographische Himmelskarte IIIb 522; photographisch-spectroskopische Durchmusterungsaufnahmen *Astrophotographie* I 285.
- Photographische Feinröhre *Astrophotographie* I 213 216 217; mit Correctionslinsen I 223 229 238, Refractoren und Spiegelteleskope I 229 238; die Momentverschlüsse I 214 f., 218 220; das Einstellen I 221; ihre Montirung I 231.
- Photographische Methoden, zur Parallaxenbestimmung, bei Venusdurchgängen *Parallaxe* IIIa 333, zu Fixsternparallaxen IIIa 353; zur Bestimmung der Polhöhe am Zenithteleskop *Polhöhe* IIIa 475, die Vortheile und Bedenken gegen dieselbe IIIa 476.
- Photoheliograph *Astrophotographie* I 219.
- Photometer s. Astrophotometrie.
- Photometrie s. Astrophotometrie und Helligkeit.
- Photometrische Constante für die Sterngrösse *Astrophotometrie* I 325 ff., *Universum* IV 76 ff.
- Photometrische Grundgesetze s. Astrophotometrie.
- Photorefractor *Astrophotographie* I 231.
- Photosphäre *Sonne* IIIb 62 74, *Mond* IIIa 280, *Astrospectroskopie* I 400.
- Pictor, die Malerstaffel *Sternbilder* IIIb 377; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 377; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 377, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 377, der veränderlichen Sterne IIIb 378, der farbigen Sterne IIIb 378; Präcessionstabelle IIIb 378.
- Pisces, die Fische *Sternbilder* IIIb 378; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 378; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 378, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 381, der veränderlichen Sterne IIIb 385, der farbigen Sterne IIIb 385; Präcessionstabelle IIIb 386.
- Piscis Austrinus, der südliche Fisch *Sternbilder* IIIb 386; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 386; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 386, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 387, der veränderlichen Sterne IIIb 388 455, der farbigen Sterne IIIb 388; Präcessionstabelle IIIb 388.
- Planeten IIIa 383; Eintheilung in innere und äussere, Unterscheidungsmerkmale IIIa 383; Haupt- und Nebenplaneten IIIa 384; Unterscheidungsmerkmale von Fixsternen IIIa 384; Anordnung nach der Entfernung, Titius-Bode'sches Gesetz IIIa 385; Durchmesser und Masse IIIa 385 386; Irradiation IIIa 385; ihre Helligkeit IIIa 386 387; die Phase, IIIa 386; Dichte und Abplattung IIIa 386 387; die Albedo IIIa 387; Flecke auf der Oberfläche IIIa 388; ihr Spectrum *Astrospectroskopie* I 406; photographische Aufnahmen *Astrophotographie* I 224, ihrer Spectra I 247; Apparat dazu I 247.
- Mikrometrische Messungen auf der Planetenscheibe *Mikrometer* IIIa 170; Bestimmung der Lage der Planetenaxe IIIa 171; des Durchmessers mit dem Fadennikrometer IIIa 175, mit dem Doppelbildmikrometer IIIa 211, mit dem Prismenmikrometer IIIa 216, Berücksichtigung der Phase IIIa 215.
- Beobachtungen zur Parallaxenbestimmung *Parallaxe* IIIa 327, der Planetenbedeckungen IIIa 338.
- Ihre Rotationsdauer von Cassini bestimmt *Einleitung* I 97; ihre Massen durch Newton I 114; ihre Durchmesser am Ringmikrometer I 118.
- Die kleinen Planeten, Planetoiden oder Asteroiden s. Asteroiden.
- Merkur (s. d.) IIIa 389; Venus (s. d.) IIIa 393; Mars (s. d.) IIIa 398; Jupiter (s. d.) IIIa 414; Saturn (s. d.) IIIa 419; Uranus (s. d.) IIIa 429; Neptun (s. d.) IIIa 430; Intramercurieller Planet (s. d.) IIIa 432; Asteroiden (s. d.) IIIa 435.
- Planetenaberration, s. Aberration.
- Planetenbewegung *Einleitung* I 9 ff.; recht-läufig und rückläufig I 9; nach Eudoxus I 10 ff.; Ansichten der Alten über Entfernung und wahre Bewegung I 17 ff.; die Umlaufzeiten bei Hipparch I 30; Theorie der Bewegung bei Ptolemäus I 37; die Entfernungen nach Capella I 48, die Umlaufzeiten und Dimensionen I 49; Theorie des Copernicus I 63 ff.; die Elemente nach Kepler I 92; Theorie von Bullialdus und Cassini I 96 ff.; die secularen Störungen I 120; die späteren Arbeiten s. Mechanik des Himmels.
- Die mittlere tägliche Bewegung *Mechanik des Himmels* II 402; Beziehungen derselben zu einander II 403; die der kleinen Planeten II 405; commensurable Verhältnisse mit der des Jupiter II 405; seine Wirkungssphäre II 480.
- Planetographischer Ort *Mikrometer* IIIa 173.
- Planetensystem s. Sonnensystem.
- Planetentafeln *Einleitung* I 30.
- Planetenvorübergänge s. Merkur- und Venusvorübergang.
- Planetoiden s. Asteroiden.
- Plejaden, Messungen von Bessel, Wolf (Paris), Elkin, Ambronn *Sternhaufen und Nebelflecke* IIIb 527; photographische Aufnahmen von Rutherford IIIb 527; Nebel in denselben von Tempel, Spitaler IIIb 528; die Aussennebel von M. Wolf IIIb 528.
- Pointer *Astrophotographie* I 231.
- Pol *Einleitung* I 2, *Coordinaten* I 656, *Mechanik des Himmels* II 565; instantaner II 571; Trägheitspol II 568.
- Poldistanz *Coordinaten* I 656.

Polhöhe, Polhöhenbestimmung III a 441; Beziehung zwischen der Polhöhe, Deklination, Zenithdistanz, dem Stundenwinkel und Azimuth III a 442; die Differentialformeln III a 442; verschiedene Methoden zur Bestimmung 1) Beobachtung von Zenithdistanzen eines Sterns bekannter Deklination am Meridiankreis III a 442, *Meridiankreis* III a 21; Elimination des Sternorts und Nullpunkts am Kreise *Polhöhe* III a 443; 2) aus Circummeridianzenithdistanzen am Universalinstrument III a 443; günstigste Bedingungen III a 444; Reduction auf den Meridian III a 445, bei unterer Culmination III a 446; Hülftabellen für genäherte Einstellung in Azimuth und Zenithdistanz III a 447 448; Genauigkeit der Reduction durch Reihen III a 448; Beobachtungen des Polarsterns III a 449, Reduction auf den Meridian nach der strengen Formel III a 449, Reihenentwicklungen III a 450, Hülftafeln für verschiedene Genauigkeit III a 450; Regeln für die Beobachtung selbst III a 454; Einfluss der Biegung und der täglichen Aberration III a 455; Beobachtung der Sonne III a 455, Berücksichtigung d. Veränderung in Deklination III a 455 456; Messung der Zenithdistanzen aus mehreren Sternen III a 456; Beispiel III a 456; 3) Beobachtungen im ersten Vertical am Passageninstrument III a 460, *Passageninstrument* III a 361; Einfluss der Instrumentalfehler und ihrer Veränderungen *Polhöhe* III a 461; Beobachtungen an Seitenfäden III a 464; Einstellung des Instruments III a 465; Beispiel III a 465; 4) Beobachtung zweier Sterne, welche rasch nach einander in gleicher nördlicher und südlicher Zenithdistanz culminiren, Horrebow - Talcott III a 467, *Aberration* I 176, *Nutation* III a 307, *Universaltransit* IV 55; Anordnung der Beobachtungen *Polhöhe* III a 469, ihre Reduction III a 470, Berücksichtigung der Krümmung des Parallels III a 471, der Refraction III a 472, Einfluss der Unregelmäßigkeiten in der Refraction nördlich und südlich vom Zenith III a 473; Beispiel III a 473; Anwendung der Photographie III a 475; 5) Durchgangsbeobachtungen von Sternen in der Nähe des Meridians am Almuccantar *Almuccantar* I 197 198.

Methoden zur Elimination des Sternorts *Polhöhe* III a 477; 1) Combination dreier Sterne, Polstern, Zenithstern, Südern am Universaltransit III a 477; 2) Verbindung der Beobachtung von Unterschieden in Zenithdistanzen geeigneter Sternpaare und solcher im Azimuth geeigneter Sterne am Altazimuth III a 480; 3) Beobachtung zenithnaher Sterne, deren Rectascension 12 Stunden verschieden und deren Deklination sehr nahe gleich der Polhöhe, am Altazimuth und Zenithteleskop III a 485; s. auch Einleitung (Longomontan) I 73.

Veränderlichkeit der Polhöhe, *Einlei-*

tung I 145, *Polhöhe* III a 490; Periode der Schwankung, internationaler Polhöhendienst III a 493; Theorie und mögliche Ursachen *Mechanik des Himmels* II 573 604.

Einfluss der Veränderung auf Fundamentbestimmungen *Meridiankreis* III a 21.

Positionskreis, *Mikrometer* III a 91; Bestimmung seines Mittelpunkts III a 91; seine Verbindung mit dem Schraubenmikrometer III a 126; verschiedene Constructionen dabei III a 126 ff.

Positionsmikrometer *Mikrometer* III a 69; s. Schraubenmikrometer.

Positionsringmikrometer, *Mikrometer* III a 91; Beschreibung III a 91; Bestimmung der Rectascensions- und Deklinationsdifferenz mit demselben III a 91; Bestimmung des Nullpunkts am Positionskreis III a 91.

Positionswinkel *Mikrometer* III a 153; Messung von Positionswinkel und Distanz 1) am Heliometer, bei engen Doppelsternen *Heliometer* II 8; bei weiteren II 9; bei Durchmesserbestimmungen II 8; bei Satellitenbeobachtungen II 9; bei der gegenseitigen Lage entfernter Sterne II 9 23; 2) am Schrauben- oder Fadenmikrometer *Mikrometer* III a 154; Einstellung zwischen einem Doppelfaden bei engen Sternpaaren III a 155; Bisection durch einen Faden bei grossen Entfernungen III a 155; vierfache und doppelte Distanz III a 155; Schätzungsmethoden bei ganz engen Doppelsternen III a 156; getrennte Messung von Positionswinkel und Distanz der gleichzeitigen vorzuziehen III a 156; Messung von Nebelflecken und Kometen III a 157; Einfluss der Strahlenbrechung auf Positionswinkel und Distanz III a 159, für wahren Parallel III a 160, für scheinbaren Parallel III a 160; Einfluss der Gattung des Lichts auf den relativen Ort zweier Sterne III a 162; systematische Unterschiede bei Doppelsternmessungen III a 163, ihre Bestimmung durch Combination verschiedener Beobachtungen für die einzelnen Beobachter III a 164, ihre directe Bestimmung durch künstliche Doppelsterne III a 164; allgemeingültige Sätze über die Fehler III a 165; Beobachtungen von Satelliten III a 166; Einfluss d. Phase und Abplattung III a 167; Messungen auf der Planetenscheibe III a 170; 3) am Doppelbildmikrometer III a 209; verschiedene Methoden, vierfache Distanz III a 210, doppelte Distanz III a 210; getrennte Messung von Positionswinkel und Distanz III a 210; einfache Distanz, Gefahr constanten Fehler III a 211.

Potential *Mechanik des Himmels* II 524; einer Kugel II 526, eines Ellipsoids auf einen inneren Punkt II 528, auf einen äusseren Punkt II 535; eines Massencomplexes auf einen sehr entfernten Punkt II 539; die Laplace-Poisson'sche Gleichung II 541; Attraction von Sphäroiden II 544; s. auch Mechanik des Himmels.

Präcession IIIb 1, allgemeine IIIb 1 ff. 15, *Mechanik des Himmels* II 577 584; lunisolare Präcession IIIb 1 ff.; durch die Planeten IIIb 1, *Mechanik des Himmels* II 586; Entwicklung der Formeln und numerische Werthe Präcession IIIb 3; jährliche IIIb 6; Formeln für die Uebertragung der Elemente für die Ekliptik bzw. den Aequator IIIb 11; Einfluss auf die Sternörter, strenge Ausdrücke für die Ekliptik IIIb 11, für den Aequator IIIb 12; Berücksichtigung der Eigenbewegung IIIb 12; die Variatio secularis IIIb 12; genäherte Ausdrücke für den Aequator IIIb 12, *Nutation* IIIa 303, *Bahnbestimmung* I 469 501; Einfluss auf rechtwinklige Coordinaten Präcession IIIb 13; bei Parallaxenbestimmung der Fixsterne *Parallaxe* IIIa 345; auf relative Coordinaten der Sterne IIIa 349, *Mikrometer* IIIa 239; Bestimmung der Constanten Präcession IIIb 15, *Eigenbewegung des Sonnensystems* IIIb 105, *Mechanik des Himmels* II 592.

Geschichtliche Bemerkungen *Einleitung* I 19; bei den Arabern I 49; bei Alfons X. I 54; Veränderlichkeit derselben bei Copernicus I 59, bei Kepler I 93, Newton I 112; spätere Untersuchungen I 120 142.

Präcision, Maass der, *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa 33.

Princip der Erhaltung der Bewegung des Schwerpunkts *Mechanik des Himmels* II 286, der Flächen II 286, der Erhaltung der lebendigen Kraft II 288, das Hamilton'sche II 289.

Prismenkreis IIIb 17.

Prismenmikrometer von Maskelyne *Mikrometer* IIIa 215 s. auch Doppelbildmikrometer.

Prismensexant IIIb 20.

Proportionalcoordinaten *Mechanik des Himmels* II 431.

Prosthaphäresis *Einleitung* I 29.

Protuberanzen *Mond* IIIa 280, *Sonne* IIIb 78 ff.; verschiedene Arten IIIb 83, *Astrospectroskopie* I 400; ihr Spectrum I 403, *Sonne* IIIb 78 ff. s. auch Sonne.

Prutenische Tafeln *Einleitung* I 66.

Puppis s. Argo, Sternbilder IIIb 141.

Pyxis s. Argo, Sternbilder IIIb 141.

Q

Quadrant IIIb 30; doppelte Aufstellung, kleinere mit Azimuthalkreis, grössere als Mauerquadranten IIIb 30.

Quadratisches Mikrometer *Mikrometer* IIIa 104; Beschreibung IIIa 104; mit und ohne Positionskreis, am parallactisch montirten oder nicht parallactisch montirten Fernrohr angebracht IIIa 104; Reductionsformeln IIIa 104; Einfluss der Eigenbewegung, der Strahlenbrechung für wahren Parallel und wahre oder scheinbare Deklination IIIa 105; Strahlenbrechung für schein-

baren Parallel IIIa 106; Fehler der Orientirung IIIa 106; Orientirung des Mikrometers, wenn kein Positionskreis vorhanden IIIa 107; Bestimmung der Länge d. Diagonale IIIa 107.

Quadratur s. Mechanische Quadratur.

Quecksilberhorizont *Meridiankreis* IIIa 18, Quecksilbercompensation *Uhr* IV 14 ff.

R

Radiant, Radiationspunkt *Einleitung* I 161, *Kometen und Meteore* II 164 178; Verzeichnisse II 181; Vertheilung derselben II 181; tägliche Veränderung derselben II 190; stationäre Radianten II 201; Verzeichniss von Kometen und zugehörigen Radianten II 212 ff.

Radius astronomicus s. Jacobstabs.

Radius geocentrisch und scheinbar *Parallaxe* IIIa 316 317; das Verhältniss derselben für Horizontalcoordinaten IIIa 317, für Aequatorcoordinaten IIIa 318, für Ekliptikcoordinaten IIIa 318.

Radiusvector, *Einleitung* I 91.

Rautenmikrometer *Mikrometer* IIIa 67; das Bradley'sche IIIa 67; Berichtigung desselben IIIa 67; besondere Form für lichtschwache Objecte IIIa 67; andere Formen IIIa 68.

Reagirende Sphären *Einleitung* I 16.

Rechtläufig *Einleitung* I 9.

Rectascension *Einleitung* I 6, *Coordinaten* I 657; Einfluss der Parallaxe *Parallaxe* IIIa 318.

Rectascensionsbestimmung IIIb 30, *Meridiankreis* IIIa 4 17; absolute und relative oder Differenzbeobachtungen IIIa 17 20, *Sternataloge und Sternkarten* IIIb 456, *Rectascensionsbestimmung* IIIb 30; Beobachtung der Sonne und naher Fixsterne IIIb 30; Beobachtung bekannter und unbekannter Fixsterne durch denselben Stundenkreis IIIb 31, am Meridiankreis, günstigste Bedingungen IIIb 31; Berechnung der Beobachtungen, Fehler und Gang der Uhr IIIb 32; Zonenbeobachtungen IIIb 33; systematische Unterschiede *Meridiankreis* IIIa 17; *Sternataloge und Sternkarten* IIIb 457 471; s. auch Almicantar I 199, Sonne IIIb 59.

Mikrometrische Bestimmung der Rectascensionsunterschiede am Cassini'schen Netz *Mikrometer* IIIa 66, am Zetanetz IIIa 68, am Ringmikrometer IIIa 72 78 ff., am Positionsringmikrometer IIIa 91, am Differenzenmikrometer IIIa 91, am Kreuzstab IIIa 100, am quadratischen Mikrometer IIIa 104, mit dem Fadenmikrometer bei ruhendem Fernrohr IIIa 148, bei gehendem Uhrwerk IIIa 152; Verbesserung wegen Strahlenbrechung, Eigenbewegung, Präcession, Nutation, Aberration s. auch die ausführlichen Register der einzelnen Mikrometer.

Verwendung d. zu verschiedenen Epochen ermittelten Rectascensionen zur Bestimmung

der Fehler der Präcessionsconstante, der Eigenbewegung der Sterne und des Sonnensystems, *Eigenbewegung des Sonnensystems* III b 95.

Reduction, auf den Erdmittelpunct *Parallaxe* III a 316 ff., auf den Jahresanfang *Nutation* III a 303; *Ort* III a 312; auf den locus factus *Bahnbestimmung* I 467; auf den Meridian *Meridiankreis* III a 8 ff. 21 f., *Polhöhe* III a 471, auf den mittleren oder scheinbaren Ort *Bahnbestimmung* I 496; *Ort* III a 313.

Reflectoren *Aequatorial* I 189, *Fernrohr* I 700; Geschichtliche Bemerkungen I 703, der Cassegrain'sche, Gregory'sche, Newton'sche, Herschel'sche I 703 704; über die Vortheile bei der Beobachtung s. Astrophotographic.

Reflexbeobachtungen *Biegung* I 576 ff., *Meridiankreis* III a 18, *Polhöhe* III a 443.

Refraction s. Strahlenbrechung.

Refractoren *Aequatorial* I 189, *Fernrohr* I 700; Verzeichniss grosser *Aequatorial* I 194 f.; geschichtliche Bemerkungen *Fernrohr* I 700; Brechung durch eine Kugelfläche I 708, durch zwei Kugelflächen I 710, durch zwei von je zwei Kugelflächen begrenzte Systeme I 712, durch zwei Linsen I 716; verschiedene Arten der Montirung: horizontal *Aequatorial* I 190, die Fraunhofer'sche (deutsche) I 191, die Sisson'sche (englische) I 192, die Löwy'sche (coudé) I 192.

Registrierapparate III b 33; Cylinderapparate III b 34; Beschreibung verschiedener Formen III b 34 ff.; Streifenapparate III b 38; Stromunterbrecher, Beschreibung verschiedener Constructionen III b 41; Ablesapparate III b 46; s. auch Längenbestimmung II 249.

Registriermethode *Einleitung* I 163, *Längenbestimmung* II 253 255, *Persönliche Gleichung* III a 371; dieselbe bei Beobachtungen am Ringmikrometer *Mikrometer* III a 77 78.

Registrirocular *Längenbestimmung* II 250, *Mikrometer* III a 126, *Persönliche Gleichung* III a 376, *Sternatlas* III b 474.

RegistrierVorrichtung für die Stellung d. Mikrometerschraube *Mikrometer* III a 122.

Relativzahlen *Sonne* III b 68.

Repetition bei Winkelmessungen *Einleitung* I 117.

Repetitionstheodolit *Universalinstrument* IV 43; Beschreibung IV 43; Messung von Horizontalwinkeln IV 43 46.

Repsold'sches unpersönliches Mikrometer s. Registrirocular.

Reticulum, das Netz *Sternbilder* III b 388; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 388; Verzeichniss der Doppelsterne III b 388, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 389, d. veränderlichen Sterne III b 389, der farbigen Sterne III b 389; Präcessionstabelle III b 389.

Retrograd *Einleitung* I 9, *Bahnbestimmung* I 464.

Retrogradation *Einleitung* I 10.

Reversionsobjectiv *Astrospectroskopie* I 383.

Reversionsocular *Astrospectroskopie* I 383.

Reversionsprisma *Astrospectroskopie* I 382.

Revisionspectroskop *Astrospectroskopie* I 382.

Revolvirende Sphären *Einleitung* I 16.

Rhea s. Planeten, Saturn III a 428.

Rillen s. Mond III a 273.

Ring s. Armille I 209.

Ringmikrometer *Einleitung* I 118; s. Kreis-mikrometer.

Röhrenlibelle s. Libelle.

Römerzinszahl *Chronologie* I 618.

Rostcompensation *Uhr* IV 12 f.

Rotationsaxe, momentane oder instantane, *Mechanik des Himmels* II 565; Lage derselben im Raum II 566; Bewegung im Raume II 568; beschreibt um die Hauptträgheitsaxe einen Kegel II 572; Arbeiten darüber II 573; Bewegung derselben bei der Erde II 581; Aenderung der Hauptträgheitsaxen II 594; Polverschiebung durch Hinzufügung von Massen II 599, durch Hebung oder Senkung II 599, durch Verschiebung einer Masse auf der Oberfläche in der Richtung des Meridians II 600, auf dem Parallelkreise II 600; Einfluss auf die Rotationsaxe II 600.

Rotationsbewegung, *Mechanik des Himmels* II 523; Differentialgleichungen derselben II 563; Bestimmung der Rotationsgeschwindigkeit II 566.

Rothe Sterne *Universum* IV 110; s. veränderliche und farbige Sterne

Rückläufig *Einleitung* I 9.

Rudolphinische Tafeln *Einleitung* I 92.

Run *Nonius* III a 301, *Meridiankreis* III a 18, *Polhöhe* III a 454, *Universalinstrument* IV 44.

S

Sagitta, der Pfeil *Sternbilder* III b 389; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 389; Verzeichniss der Doppelsterne III b 390, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 390, d. veränderlichen Sterne III b 390, der farbigen Sterne III b 391; Präcessionstabelle III b 391.

Sagittarius, der Schütze *Sternbilder* III b 391; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne III b 391; Verzeichniss der Doppelsterne III b 391, der Nebelflecke und Sternhaufen III b 393; der veränderlichen Sterne III b 395 454, der farbigen Sterne III b 395; Präcessionstabelle III b 396.

Sanduhr *Einleitung* I 32, *Zeit* IV 129.

Saros *Einleitung* I 8, *Chronologie* I 600.

Satelliten *Planeten* III a 384; des Mars III a 413, des Jupiter III a 418, des Saturn III a 428, des Uranus III a 430, des Neptun III a 431; die Erscheinungen der Finsternisse und Vorübergänge: der der Jupiter- und

Saturn-Verfinsterungen *Finsterisse* I 834; Berechnung der Erscheinungen I 835 ff.; Berechnung der Bahnelemente I 838; Tafeln zur Berechnung von Delambre, Damoiseau u. A. I 838; in Nautical Almanac und Berliner Jahrbuch I 838; ihre Beobachtung an Mikrometern: allgemeine Bemerkungen *Mikrometer* IIIa 166, Abblendung der hellen Scheibe bei schwachen Begleitern IIIa 166, Formeln zur Berücksichtigung der Phasengestalt d. Planeten IIIa 167; Theorie ihrer Bewegung *Mechanik des Himmels* II 436, Parallaxische Glieder II 436, Bewegung des 7. Saturnsatelliten II 464; ihre Figur II 561; ihre Entstehung *Kosmogonie* II 242 243.

Saturn, seine Helligkeit *Planeten* IIIa 387 419, *Astrophotometrie* I 339; seine Albedo *Planeten* IIIa 388, *Astrophotometrie* I 340; Durchmesser, Abplattung *Planeten* IIIa 419, Masse, Flecken, Streifen, Rotationszeit IIIa 420; Spectrum *Astrospektroskopie* I 407; Photographie desselben *Astrophotographie* I 225.

Seine Satelliten entdeckt *Einleitung* I 97, *Planeten* IIIa 428; Untersuchungen über die gegenseitigen Störungen in der Bewegung IIIa 428, *Mechanik des Himmels* II 464, Bewegung des 7. Satelliten II 464; Bestimmung der Masse des 6. Satelliten II 468; die Verfinsterungen *Finsterisse* I 834 ff.; ihre Beobachtung *Mikrometer* IIIa 166; ihre Helligkeit *Astrophotometrie* I 242; die Lichtschwankungen I 342, *Planeten* IIIa 428; ihre Grösse IIIa 429.

Das Ringsystem entdeckt von Galilei, Huyghens *Einleitung* I 75; beobachtet von Gassendi I 97, *Planeten* IIIa 420; die Sichtbarkeit IIIa 421; Trennungen im Ring IIIa 422; dunkler Ring IIIa 422; die Durchsichtigkeit IIIa 423 427; Messungsergebnisse IIIa 425; Flecken auf dem Ring, seine Rotation IIIa 425; über die Constitution des Ringsystems IIIa 427, *Mechanik des Himmels* II 562; Veränderungen im System *Planeten* IIIa 427; sein Spectrum *Astrospektroskopie* I 407.

Die Secularbeschleunigung des Saturn entdeckt durch Halley *Einleitung* I 119 138 ff., *Mechanik des Himmels* II 403; die mittlere tägliche siderische Bewegung II 402; ihre Beziehung zu der des Jupiter, Uranus, Neptun II 403; — *Kosmogonie* II 241 243; *Universum* IV 58 59.

Schaltjahr-monat-tag *Einleitung* I 31, *Chronologie* I 605 608 610 ff.

Schiefe der Ekliptik s. Ekliptik.
Schlieren bei optischen Gläsern *Fernrohr* I 707.

Schnittphotometer *Zodiakallicht* IV 185, *Universum* IV 71.

Schraube, ihre Anwendung bei mikrometrischen Messungen *Mikrometer* IIIa 114; periodische und fortschreitende Fehler IIIa 115, *Polhöhe* IIIa 472, *Heliotomer* II 18; Bestimmung derselben *Mikrometer* IIIa 175; Bessel'sche Ausdrücke und Bei-

spiel dafür IIIa 176, Criterium zur Erkennung, ob die strenge Auflösung der Gleichung nöthig oder nicht IIIa 181; Trennung beider Bestimmungen IIIa 181; verschiedene Methoden mit Hilfsapparaten zu Bestimmungen der periodischen Fehler IIIa 181, Untersuchungen von Kaiser und Dunér IIIa 182, Mikroskop mit Glasmikrometer von Vogel IIIa 184, Mikroskop mit beweglichen Fadenpaaren IIIa 184; Verwendung eines Bergkrystallprismas IIIa 184, nöthige Vorsichtsregeln dabei IIIa 184; durch passende Anordnung der Fäden IIIa 185; durch Durchgangsbeobachtungen von Sternen IIIa 186; Veränderlichkeit derselben IIIa 186; ihre Elimination IIIa 186; Ursachen der periodischen Fehler IIIa 182 186; Bestimmung der fortschreitenden Fehler IIIa 186, Vermeidung der Fehleranhäufung nach der Mitte IIIa 187, Passende Fäden im Mikrometer IIIa 187; Bestimmung des Winkelwerthes IIIa 190, durch Messung der bekannten Aequatorealdistanzen der festen Fäden mit der Schraube IIIa 190, Berücksichtigung der Instrumentalfehler für Sterne höherer Deklination IIIa 190, Berücksichtigung der Refraction IIIa 190; Anwendung des beweglichen Fadens IIIa 191; gleichzeitige Bestimmung der fortschreitenden und periodischen Fehler IIIa 192; Bestimmung des Winkelwerthes durch Ausmessung einer Distanz bekannter Grössen am Himmel oder terrestrisch IIIa 193, der Perseusbogen IIIa 193, Reduction auf den Jahresanfang IIIa 193, Beispiel IIIa 194; systematische Fehler und solche aus Verzerrung des Gesichtsfeldes IIIa 194; Beispiel für Messung terrestrischer Objekte IIIa 195; durch Messung der Deklinationsbewegung eines kleinen Planeten gegen einen Fixstern IIIa 195; Einfluss der Temperatur und Reduction auf eine Normalstellung IIIa 196; Bestimmung des Winkelwerthes der Schraube beim Airy'schen Doppelbildmikrometer IIIa 212, aus dem beobachteten Durchgang der beiden Bilder eines Sterns durch einen Faden IIIa 213, mittelst eines Fadenmikrometers IIIa 213, dabei zu befürchtende constante Fehler IIIa 214; Abhängigkeit des Winkelwerthes von der Grösse des gemessenen Bogens IIIa 213 214; durch Ausmessung künstlicher Scheiben und Doppelsterne IIIa 214. Siehe auch die verschiedenen Methoden unter Heliotomer II 10 ff.

Schraubenmikrometer *Mikrometer* IIIa 110; ältere Constructionen von Gascoigne, Auzout und Picard, G. Kirch IIIa 111; Mikrometer von Huyghens und Roemer IIIa 112; Parallel-wire und Crosshair Mikrometer von W. Herschel IIIa 112; Mikrometer von Lalande IIIa 113; Lampenmikrometer von W. Herschel und J. H. Schröter IIIa 114; die neueren Faden- und Positionsmikrometer IIIa 114;

Vortheile der Schraube zu Messungszwecken IIIa [114](#); Fehler der Schraube IIIa [115](#); sieben verschiedene Typen des Schraubenmikrometers IIIa [115](#); praktische Bemerkungen über das Aufziehen der Fäden IIIa [116](#); Vergleichung der verschiedenen Constructionsarten IIIa [117](#); Lagerung der Schraube und des von ihr bewegten Schlittens IIIa [117](#); todter Gang IIIa [121](#); Vorrichtungen zur Registrierung der Stellung der Schraube IIIa [122](#); der Positionskreis und seine Verbindung mit dem Schraubenmikrometer IIIa [124](#); Beleuchtungsvorrichtungen für Feld- und Fadenbeleuchtung IIIa [128](#); Balkenmikrometer von A. Repsold und Söhne IIIa [132](#); Mikrometer für grosse Distanzen von A. Clark IIIa [133](#); Duplex-Mikrometer von A. Grubb IIIa [133](#); Deklinograph von V. Knorre IIIa [134](#); Lichtbildmikrometer von Steinheil, Lamont, Stampfer, Littrow, Bidder-Browning, Grubb IIIa [137](#).

Messungen mit dem Schraubenmikrometer IIIa [140](#); Berichtigung des Focus IIIa [140](#); Wahl der Beleuchtung IIIa [140](#); Einschaltung farbiger Gläser IIIa [141](#); Fehler des Instruments und seiner Aufstellung IIIa [141](#); Bestimmung des Parallels IIIa [144](#); Messung von Rectascensions- und Deklinationsdifferenzen bei ruhendem Fernrohr IIIa [148](#); Bestimmung der Coincidenz des beweglichen und festen Fadens IIIa [148](#); Einfluss des fehlerhaften Parallels IIIa [148](#); Deklinationsdifferenz mit beweglichem Faden IIIa [149](#); Einfluss der Eigenbewegung IIIa [149](#); der Strahlenbrechung IIIa [149](#); scheinbarer und wahrer Parallel IIIa [150](#); Beispiel einer Planetenbeobachtung IIIa [150](#); Messung bei gehendem Uhrwerk IIIa [152](#); Benutzung beider Schrauben IIIa [152](#); Einfluss der Krümmung des Parallels IIIa [152](#); Einfluss der Refraction IIIa [153](#); Bestimmung des relativen Orts durch Positionswinkel und Distanz IIIa [153](#); verschiedene Methoden IIIa [154](#); Glasfäden von Bigourdan IIIa [156](#); Beispiel einer Doppelsternbeobachtung IIIa [157](#); Positionsbestimmung von Nebelflecken und Kometen IIIa [157](#); Berücksichtigung der Eigenbewegung IIIa [158](#); der Strahlenbrechung auf Positionswinkel und Distanz IIIa [159](#); auf die aus ihnen abgeleiteten Differenzen in Rectascension und Deklination IIIa [160](#); Vereinfachung der Ausdrücke durch Anwendung wahrer Deklination IIIa [160](#); Beispiel einer Kometenbeobachtung IIIa [160](#); Einfluss der Gattung des Lichts IIIa [162](#); systematische Beobachtungsfehler bei Doppelsternmessungen IIIa [163](#); Beobachtungen der Satelliten IIIa [166](#); Berücksichtigung der Bewegung des Systems, wenn bei ruhendem Fernrohr beide Objecte nicht gleichzeitig beobachtet werden IIIa [166](#); Abbildung bei schwachen Objecten IIIa [167](#); Berücksichtigung der Phase IIIa [167](#); Messung auf der Planetenscheibe IIIa [170](#),

Anwendung auf die Bestimmung der Lage der Marsaxe, Marsflecken IIIa [171](#) ff.; Bestimmung des Durchmessers von leuchtenden Scheiben IIIa [175](#), nur rathsam, wenn nicht absolute Werthe verlangt werden IIIa [175](#); über die Nachtheile des Schraubenmikrometers IIIa [197](#).

Die Anwendung des Schraubenmikrometers auf Spectralbeobachtungen *Astrospectroskopie* I [378](#); auf Parallaxenbestimmungen *Parallaxe* IIIa [350](#).

Schwerkraft *Einleitung* I 99 ff.; die nicht momentane Fortpflanzung als Ursache für die Secularacceleration des Mondes und anormale Bewegung des Merkurperihels *Mechanik des Himmels* II 458.

Schwerpunkt, Bewegung des Schwerpunktes *Mechanik des Himmels* II [286](#).

Schwingungsdauer, Einfluss der Amplitude *Uhr* IV [7](#).

Scintillation IIIb [49](#); Umstände, welche auf die Stärke des Glitzerns von Einfluss sind IIIb [51](#); Erklärungsversuch IIIb [54](#).

Scintillometer oder Scintilloskope, Flächen-Linien-Kreis-Spectro- und Beugungsscintilloskope *Scintillation* IIIb [49](#) ff.

Scorpius, der Scorpion *Sternbilder* IIIb [396](#); Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb [396](#); Verzeichniss der Doppelsterne IIIb [397](#); der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb [398](#), der veränderlichen Sterne IIIb [398](#) 454, der farbigen Sterne IIIb [399](#); Präcessionstabelle IIIb [399](#).

Sculptor, der Bildhauer *Sternbilder* IIIb [399](#); Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb [399](#); Verzeichniss der Doppelsterne IIIb [399](#); der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb [400](#), der veränderlichen Sterne IIIb [401](#) 452 455, der farbigen Sterne IIIb [401](#); Präcessionstabelle IIIb [401](#).

Scutum, der Schild des Sobieski *Sternbilder* IIIb [402](#); Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb [402](#); Verzeichniss der Doppelsterne IIIb [402](#), der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb [402](#), der veränderlichen Sterne IIIb [402](#), der farbigen Sterne IIIb [403](#); Präcessionstabelle IIIb [403](#).

Secularacceleration s. Beschleunigung.

Sehungsbogen *Chronologie* I 603.

Seismometer *Horizontalpendel* II [31](#) 39.

Sensibilisiren *Astrophotographie* I [240](#). *Astrospectroskopie* I [389](#).

Serpens s. Ophiuchus.

Sextans, der Sextant *Sternbilder* IIIb [403](#); Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb [403](#); Verzeichniss der Doppelsterne IIIb [403](#), der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb [404](#), der veränderlichen Sterne IIIb [405](#), der farbigen Sterne IIIb [405](#); Präcessionstabelle IIIb [406](#).

Sextant *Prismenkreis* IIIb [17](#); Spiegelsextant, Beschreibung IIIb [18](#); Index- oder Collimationsfehler IIIb [19](#); Excedens IIIb [20](#);

künstlicher Horizont III b 22; Einfluss der Neigung am Glashorizont III b 22; Prismensexant III b 20; Excentricitätsfehler III b 23; Bedingungen, die beim Sextanten für die Beobachtungen zu erfüllen sind III b 23; Bestimmung des Index- und Excentricitätsfehlers III b 24; Einfluss der Stellung der Fernrohrlinse bezw. der Spiegelnormalen gegen die Sextantenebene III b 24; Bestimmung der Zeit aus gleichen Höhen am Sextanten *Zeitbestimmung* IV 155.

Siderostat *Astrophotographie* I 213.

Skaphium *Zeitbestimmung* IV 181.

Solstitium *Einleitung* I 5; *Chronologie* I 595; *Coordinates* I 657.

Sommerpunkt *Chronologie* I 595.

Sonne III b 89; Dimensionen, Masse, Dichte, Abplattung III b 59; ältere Annahmen über die Grösse *Einleitung* I 48; *Unversum* IV 58; Durchmesser am Heliometer bestimmt *Einleitung* I 198; *Heliometer* II 4 5; Bestimmung ihrer Masse *Horizontpendel* II 28; Aussehen der Oberfläche, Granulation, *Sonne* III b 62; Flecke, ihre Entdeckung III b 60; von Galilei *Einleitung* I 75; Scheiner I 76; Fabricius I 76; Kern, Penumbra, scheinbare und wahre Bewegung *Sonne* III b 60 63 65; Fleckenzonen III b 65; Periode III b 67; Relativzahlen III b 68; Natur der Flecken III b 69; ihre Beziehung zu anderen periodischen Erscheinungen III b 74 86; Fackeln, Poren III b 64; die Rotation der Sonne III b 65; Gesetz der Verschiedenheit III b 66; Ursache derselben III b 66; Entdeckung der Rotation durch Galilei *Einleitung* I 75; Corona, III b 61 75 ff.; Protuberanzen III b 61 78 ff., verschiedene Formen III b 83; die Photosphäre III b 62 74 79; die Chromosphäre III b 75; Constitution der Sonne III b 61; Temperatur III b 87; Ursache der Sonnenwärme III b 90; *Kosmogenie* II 245 f.; Alter der Sonne II 245; Intensität der Sonnenstrahlung, *Sonne* III b 87; Verschiedenheit der Licht-, Wärme- und chemischen Strahlen auf der Oberfläche III b 62; Strahlenbrechung auf der Sonne III b 87.

Entfernung der Sonne s. Sonnenparallaxe.

Anwendung der Photographie auf die Sonne: Aufnahmen *Sonne* III b 61; *Astrophotographie* I 213 ff. 222; im Brennpunkt einer Linse oder eines Spiegels I 213; mit Vergrößerungssystemen I 215; Entwicklung der Bilder I 219; ihre Ausmessung I 263; Aufnahmen der Corona I 213 220; des Coronaspectrums I 247; der Fackeln, Flecken, Chromosphäre I 222; des Sonnenspectrums I 240; der Finsternisse I 213.

Anwendung der Photometrie auf die Sonne: Ungleichmässige Helligkeit der Oberfläche *Astrophotometrie* I 331; Tabelle dafür I 332; Gesamthelligkeit I 332; die Sonnenflecken und ihre Periode I 360; Helligkeit gegen Sirius *Unversum* IV 58.

Anwendung der Spectroskopie auf die Sonne: das mittlere Sonnenspectrum *Astropectroskopie* I 393 394; das ultraroth und ultraviolette Spectrum I 396; das Spectrum der Flecke I 401; der Fackeln I 402; der Chromosphäre I 402; der Protuberanzen I 403; der Corona I 404; Coincidenz mit Spectren irdischer Stoffe I 398; atmosphärische Linien I 399; Bestimmung der Rotation nach dem Doppler'schen Princip I 426.

Lage der Sonne im Weltall *Unversum* IV 58; in einem Sternhaufen IV 60 96; Form des Sternhaufens IV 96; Stellung der Sonne in ihm IV 96; sie steht im dichtesten Theil IV 107; Beweise aus der Sternvertheilung nach Helligkeit und Eigenbewegung IV 100 101; dem Sonnensternhaufen gehören mehr Sterne vom zweiten als ersten Spectraltypus an IV 106; Stellung im Spiralnebel der Milchstrasse IV 122.

Beobachtung der Sonne: zur Bestimmung des Aequinoctiums *Meridiankreis* III a 17 20; *Rectascensionsbestimmung* III b 30 ff.; *Sternataloge* und *Sternkarten* III b 456 f.; Bestimmung des Halbmessers eines Ringmikrometers *Mikrometer* III a 74; Ortsbestimmung der Sonnenflecken am Ringmikrometer III a 74; am Roemer'schen Schraubenmikrometer III a 112; Durchmesserbestimmungen mit dem Heliometer und Doppelbildmikrometer III a 198; mit dem Prismenmikrometer III a 216.

Zur Bestimmung der Polhöhe und Zeit s. Sonnenhöhen.

Wahre und mittlere Sonne *Zeitbestimmung* IV 132.

Sonnenbahn s. Ekliptik.

Sonnenbewegung scheinbare *Einleitung* I 5; *Sonne* III b 59; Ungleichmässigkeit *Einleitung* I 5; *Zeitbestimmung* IV 131; mittlere tropische Bewegung und mittlere wahre Länge IV 134; mittlere siderische Länge, *Präcession* III b 6.

Sonnenfinsternisse *Finsternisse* I 757; *Chronologie* I 599; Bedingungen des Eintritts *Finsternisse* I 757 ff.; Unterscheidung der verschiedenen Arten I 758; Annahme kugelförmiger Erde I 760; Einfluss der Abplattung I 764 766; Berechnung der Elemente der Finsternisse I 760; Kepler's Methode I 760; die Bessel'schen und Hansen'schen Theorien I 760 ff.; Berücksichtigung der Strahlenbrechung I 768; der Erhebung des Beobachters über die sphäroidische Erdoberfläche I 769; Beispiel für die Berechnung der Elemente I 771; Ermittlung der Art der Finsternisse I 773; Darstellung der Grenzcurven I 774; Ermittlung der Berührungspunkte I 775 Formeln und Beispiel zur Berechnung der Berührungspunkte und der östlichen und westlichen Grenzcurven I 779; die Curven der grössten Phasen, die nördliche und südliche Grenzcurve I 781; die Bestimmung der End-

- punkte der Grenzcurven I 784; Beispiel dazu I 786; Curven der Centralität I 788; Dauer der Totalität I 789; Zeit des Eintritts der einzelnen Phasen I 789; Berechnung des Positionswinkels der Berührungstellen I 791; Beispiel, erste Näherung I 792, zweite Näherung I 794; Untersuchung historischer Finsternisse I 795; Beispiel dazu I 797; ihre Bedeutung für die Secularbeschleunigung des Mondes *Einleitung* I 118, *Mechanik des Himmels* II 455, für die Bestimmung des Mondortes und der Längenbestimmungen *Finsternisse* I 799 ff.; systematische Fehler der Beobachtung I 799; Beobachtung der Hörnerspitzen nach Positionswinkel und Distanz I 803, nach Rectascensions- und Deklinationsdifferenzen I 805.
- Ihre Beobachtung in früherer Zeit bei Ptolemäus *Einleitung* I 47, Albatagnius I 50.
- Die Erscheinungen an der Sonne bei totalen Finsternissen *Sonne* III b 75 ff., *Mond* III a 280; Beobachtung mit dem Spectroskop *Finsternisse* I 800.
- Sonnengläser *Sonne* III b 61.
- Sonnengleichung *Chronologie* I 618.
- Sonnenhöhen beobachtet am Gnomon *Gnomon* II 1; zur Bestimmung der Polhöhe *Polhöhe* III a 455, Berücksichtigung der Bewegung in Deklination III a 455; zur Bestimmung der Zeit, aus einer Höhe *Zeitbestimmung* IV 142, aus correspondirenden Höhen IV 155, Mittagsverbesserung IV 156, Mitternachtsverbesserung IV 157.
- Sonnenjahr *Einleitung* I 4, *Chronologie* I 605.
- Sonnenparallaxe *Parallaxe* III a 326, erste Bestimmungen und Annahmen von Aristarch, Eratosthenes *Einleitung* I 18, Hipparch und Ptolemäus I 47, Capella I 48, von den Arabern I 49, Tycho Brahe I 68 71, Kepler I 93; *Parallaxe* III a 326; neuere Methoden III a 327, durch Beobachtungen von Rectascensions- und Deklinationsdifferenzen an einem Orte III a 327; durch Messung von Positionswinkel und Distanz an einem Orte III a 329; durch Messung von Deklinationsdifferenzen an verschiedenen Orten III a 331; Beobachtung kleiner Planeten III a 331, des Mars III a 332; durch Beobachtung der Venusdurchgänge III a 333, verschiedene Art der Beobachtungen III a 333 338, *Heliometer* II 17 22; Entwicklung der Formeln *Parallaxe* III a 333 ff., *Finsternisse* I 825 ff.; frühere Beobachtungen der Durchgänge III a 338; durch Sternbedeckungen durch Planeten III a 338; indirekte Methoden, Störungen der Planeten durch die Erde III a 338, aus der Mondtheorie III a 339, *Mechanik des Himmels* II 458, aus der Sonnentheorie *Parallaxe* III a 340, aus der Aberrationsconstante und der Lichtgeschwindigkeit III a 341, *Aberration* I 171.
- Sonnensystem des Eudoxus *Einleitung* I 9; das ägyptische I 17; des Hipparch-Ptolemäus I 20 ff.; des Alpetragius I 52; des Copernicus I 57 ff.; des Tycho Brahe I 72 ff.; Entstehung *Kosmogonie* II 235 237.
- Eigenbewegung des Sonnensystems II 232, *Präcession* III b 16, *Eigenbewegung des Sonnensystems* III b 92; die verschiedenen Bewegungen der Fixsterne III b 93; die Grösse der Sonnenbewegung III b 94; analytische Behandlung des Zusammenhangs zwischen Eigenbewegung der Sterne und der Sonne III b 94; Ausdrücke von Airy III b 96; Hypothesen über die Entfernung der Sterne und über die Natur der motus peculiare III b 96 102; Bewegung im grössten Kreis III b 97; Ausdruck von Argelander III b 98; von Bessel-Kobold III b 100; Resultate der verschiedenen Methoden III b 103; aus Bewegungen im Visionsradius III b 103; unter Annahme, dass die motus peculiare einem bestimmten Gesetz folgen III b 103; Entwicklung der Formeln III b 104; Zusammenstellung der Coordinaten des Apex III b 107.
- Stabilität *Einleitung* I 120 129.
- Sonntag wahrer, mittlerer *Einleitung* I 2, *Chronologie* I 593 594, *Zeitbestimmung* IV 130 132.
- Sonnentafeln *Finsternisse* I 753, *Präcession* III b 6, *Sonne* III b 60, *Zeitbestimmung* IV 135.
- Sonnenuren *Zeitbestimmung* IV 180; Aequatoral-Horizontalsonnenuren IV 181.
- Sonnenzeit wahre, mittlere *Chronologie* I 593 594, *Zeitbestimmung* IV 132; Verwandlung in einander IV 136; in Sternzeit IV 137.
- Sonnenzirkel *Chronologie* I 617.
- Sonntagbuchstabe *Chronologie* I 616.
- Spalt am Spectroskop, verschiedene Constructionen *Astrospectroskopie* I 374.
- Spectralapparate s. Spectroskop.
- Spectrograph *Astrospectroskopie* I 365 389.
- Spectrometer *Astrospectroskopie* I 365; s. Spectroskop.
- Spectroskop *Astrospectroskopie* I 364; verbunden mit Spiegelteleskopen I 365, mit Refractoren I 365; das Objectivprisma I 366; Ocularspectroskope I 366 369; Sternspectroskope I 370; das zusammengesetzte Spectroskop oder Spectrometer I 366 372, verschiedene Constructionen I 377; die Scala I 377; das Reversionsspectroskop I 382; das Protuberanzspectroskop I 384; Diffractionsspectroskop I 387; Halfprism Spectroskop I 387; der Spectrograph I 389; das Spectroskop ohne Fernrohr I 393; Gitterspectrograph *Astrophotographie* I 222; Photographische Spectrographie, verschiedene Constructionen I 240 249 ff.
- Spectrum der Sonne *Astrospectroskopie* I 393 ff.; der Flecken, Fackeln, Protuberanzen, Corona I 401 ff.; des Nordlichts I 405; des Zodiacallichts I 405; des Mondes I 406; der Planeten I 406; der Kometen I 408; der Sternschnuppen und Meteore I 410; der Fixsterne I 410, *Astro-*

- photographie* I 238, *Kosmogonie* II 236; der neuen Sterne *Astrospektroskopie* I 422; der Nebel I 422; die Linienverschiebung I 424 427, *Eigenbewegung des Sonnensystems* III b 97.
- Das sekundäre Spectrum *Fernrohr* I 724 726; das tertiäre I 727.
- Sphärentheorie des Eudoxus *Einleitung* I 10ff.; des Calippus I 15; regierende und revolvirende bei Aristoteles I 16; des Pythagoras I 17; die Harmonie der Sphären I 17.
- Spiegel *Astrophotographie* I 213 214 220. Spiegelsextant s. Prismenkreis und Sextant. Spiegelteleskop, Geschichte *Fernrohr* 1703; Theorie I 743; das Gregory'sche, Newton'sche, Cassegrain'sche I 744; Lagerung der Spiegel, Herstellung der Rohre I 745; verschiedene Formen von Teleskopen I 746; Herstellung der Spiegel I 747; ihre Vorzüge gegenüber den Refractoren bei photographischen Aufnahmen *Astrophotographie* I 220.
- Spinnfäden, das Einziehen derselben *Mikrometer* III a 116; ihre Beleuchtung, Verschiedene Methoden III a 128.
- Stationär *Einleitung* I 10.
- Staubfälle *Kometen und Meteore* II 106.
- Stellarastronomie *Einleitung* I 162.
- Stellare Sternschnuppenschwärme *Kometen und Meteore* II 200.
- Sternzeichnungen *Universum* IV 60 71 73 ff., 88 f.
- Sternbedeckungen *Finsternisse* I 806; Zone des Himmels für geocentrische Bedeckungen I 806; Berücksichtigung der Parallaxe I 806; Perioden für denselben Stern I 806, Formeln für die Berechnung nach Bessel; äquatorale Coordinaten I 807; Ortszeit des Ein- und Austritts I 807; Positionswinkel dafür I 808; Formeln nach Hansen, ekliptikale Coordinaten I 808; Anleitung zur systematischen Beobachtung nach Vorausberechnung und graphische Darstellung I 809; Bedingungsgleichungen zur Ermittlung der Elementencorrectionen des Mondes I 809 ff.; Correctionen der Mondparallaxe und des Mondradius für die Dauer einer totalen Mondfinsternis I 811; für längere Zeiträume I 811; Bedingungsgleichungen nach Bessel für die Correction der Gestalt des Erdkörpers I 811 812; Bedeckungen von Planeten, Berücksichtigung der Abplattung und unvollständigen Belichtung I 812.
- Ihre Benutzung zur Bestimmung der Mondparallaxe *Parallaxe* III a 321, der Sonnenparallaxe III a 338, einer Atmosphäre des Mondes *Mond* III a 280; Kleben des Sterns am Mondrand III a 281.
- Sternbezeichnung *Sternbilder* III b 111.
- Sternbilder III b 109, *Einleitung* I 1, *Universum* IV 60; Verzeichniss derselben *Sternbilder* III b 109; Namen der helleren Sterne III b 111; Alter der Sternbilder III b 112; Erlernung derselben, Astrognosie und Hilfsmittel dazu III b 112; Vergleichung der Sterngrößen nach Herschel und Struve-Argelander III b 123; Ausdehnung der einzelnen Sternbilder, Verzeichniss der in ihnen enthaltenen bekannten Doppelsterne, Nebelflecke, Sternhaufen, farbigen und veränderlichen Sterne, der dem blossen Auge sichtbaren Sterne, s. unter den Namen der einzelnen Sternbilder.
- Sterncataloge, ältere von Aratus, Timocharis, Hipparch, Ptolemäus III b 455, *Einleitung* I 19 33; verschiedene Ausgaben des Ptolemäus'schen Catalogs *Sterncataloge und Sternkarten* III b 455; die Cataloge vor Erfindung und Anwendung des Fernrohrs III b 455 456, *Einleitung* I 72; Flansteed's Catalog *Sterncataloge* III b 456; Fundamentall- und Zonencataloge III b 456; die Maskelyne'schen Sterne III b 457; Bessel's Tabulae Regiomontanae und Bradley's Fundamenta Astronomiae III b 458, die Neuausgabe der letzteren von Auwers III b 460; Wolfers' Tabulae Reductionum III b 458; die Fundamentalcataloge von Wolfers, Leverrier, Newcomb, Auwers (Astronomische Gesellschaft) III b 459; das Berliner astronomische Jahrbuch III b 461, die *Connaissance des Temps*, der *Nautical Almanac* and astronomical Ephemeris III b 462, die *American Ephemeris* and *nautical Almanac* III b 464; Abweichungen der in den 4 Jahrbüchern gegebenen Sternörter III b 464; die Pariser Konferenz 1896 zur Beschaffung gemeinsamer Grundlagen III b 464; der neue Newcomb'sche Fundamentalcatalog III b 466; Vertheilung der Fundamentalsterne über den Himmel III b 467 ff.; die übrigen zum Theil eingegangenen Jahrbücher III b 469; angeschlossene Cataloge, Reductionsformeln III b 470; systematische Unterschiede der Cataloge III b 471; das mittlere, südliche System und das der Astronomischen Gesellschaft, das System L. Boss III b 473; Berichtigungen zu Catalogen III b 474; compilirte Cataloge III b 475; das Unternehmen der Berliner Akademie zur Herstellung eines Gesamtcataloges III b 477; Verzeichniss aller Cataloge III b 478 ff. — *Einleitung* I 157 162.
- Sterncoordinaten *Coordinaten* I 65 ff.; ihre Bestimmung s. die Specialartikel, auch *Einleitung* I 73.
- Sterngrößen *Einleitung* I 1, *Astrophotometrie* I 322 343; Beziehung zwischen der Differenz der Helligkeit und Grösse I 323 349; Zahl der Sterne nach Grössenklassen I 349. S. auch Sternhelligkeit.
- Sternhaufen III b 524; Zahl und Catalogisirung III b 525; Classen derselben nach Herschel III b 525; mikrometrische Vermessung III b 526 527; photographische Aufnahmen III b 527; ihre Anordnung und Vertheilung im Raum *Universum* IV 59 111 ff., als Folge von Anziehungskräften IV 121; der Sternhaufen der Sonne IV 96; ihre Entstehung *Kosmogonie* II 235.

Sternhelligkeit *Astrophotometrie* I 322 343; Cataloge mit Schätzungen der Helligkeit I 343; Messungen I 344; Vergleichung der Potsdamer Photometrischen Durchmusterung mit der Harvard Photometrie, den Oxforder und Bonner Beobachtungen I 345; Vergleichung der Helligkeiten nach Ptolemäus, Al Süfi, Argelander, Heis, Behrmann, Houzeau, Pickering I 347; nach Struve, Bonner Durchmusterung, Gould, Pickering I 347, nach Seidel, Wolff, Peirce, Pickering I 348, der teleskopischen Sterne nach Herschel, Struve, Argelander I 348, *Sternbilder* IIIb 123; Helligkeit der verschiedenen Grössenklassen *Astrophotometrie* I 349; verglichen mit der Normalkerze I 349; Gesamthelligkeit I 349; Schätzungen nach Stufen I 324; Messungen an Photometern I 307 ff.; Extinction des Lichtes in der Atmosphäre I 325, Tabelle dafür I 329.

Helligkeitsschwankungen, s. Veränderliche Sterne.

Sternkarten IIIb 455 513; Karten der dem unbewaffneten Auge sichtbaren Sterne IIIb 514, *Sternbilder* IIIb 112; Karten schwächerer Sterne *Sternataloge* und *Sternkarten* IIIb 515; Ekliptikalkarten IIIb 516, übersichtliche Zusammenstellung derselben IIIb 518; die Bonner Durchmusterung IIIb 519; die Cordoba Durchmusterung IIIb 521; die photographische Himmelskarte IIIb 522.

Sternnamen *Sternbilder* IIIb 111.

Sternparallaxen *Parallaxe* IIIa 341; Maximum und Minimum derselben IIIa 342; Anwendung auf ekliptikale und äquatorale Coordinaten IIIa 343; Zusammenhang mit der Aberration IIIa 343; günstigste Bedingungen für die Beobachtung IIIa 344; Schwierigkeit der Bestimmung aus direktem Einfluss auf die Coordinaten IIIa 345; Rectascensionsbestimmungen des Polarsterns, Deklinationsbestimmungen von γ Draconis, α Centauri IIIa 346; Beobachtung von Circumpolarsternen in beiden Culminationen oder von Sternpaaren in 12 Stunden Abstand IIIa 346 f.; Differentielle Methoden IIIa 349; Berechnung des Einflusses der Parallaxe auf die relativen Coordinaten IIIa 349; Methode der Rectascensionsdifferenzen im Meridian IIIa 350; Methode durch Messung von Positionswinkel und Distanz mit Mikrometern IIIa 350; mit Heliometern IIIa 350 ff.; günstigste Bedingungen IIIa 353. — *Heliometer* II 16.

Sternschnuppen *Kometen und Meteore* II 49; sporadische, systematische II 179; Zusammenhang mit Kometen, Meteoriten II 51 112 ff. 200 208; Bestimmung der Höhe II 110 132 ff.; ihre Bahnen am Himmel II 118; Schweif II 119; äussere Erscheinung II 120; teleskopische II 120 124; Zahl der von einem Beobachter gesehenen II 121; Zahl und Helligkeit der beobachteten II 122, nach Monaten und Stunden

geordnet II 124; Dauer der Sichtbarkeit II 125; anomale Bewegungserscheinungen II 126; Einfluss der Bewegung der Luft II 127, der Bewegung der Erde II 127 ff., Anziehung der Erde II 127 ff., Luftwiderstand II 127 ff. 148; unregelmässige Formen II 131; Bestimmung der Geschwindigkeit II 147, Tabelle der Geschwindigkeiten II 167 168, Abhängigkeit der Geschwindigkeit von der Tiefe des Eindringens in die Atmosphäre II 154; Gesetz von Didion, Robert II 154; Vertheilung nach Zeit und Raum II 158; stündliche Variation II 159; jährliche II 160, azimuthale II 162; Erklärung für die Variationen II 163 ff.; der Radiant II 164 178, Verzeichniss der Radianten II 181; elliptische Bahnen II 169; Theilnahme an der Bewegung des Sonnensystems II 170; Zenithattraction II 175 187; die Sternschnuppenschwärme II 177, die Lyraiden, Perseiden II 184, die Leoniden II 114 185, die Andromediden oder Bielliden II 185, andere Schwärme II 185; Bestimmung der Bahnen II 190; Beispiel II 194; Bestimmung des Radiationspunktes aus den Elementen der Bahn II 198; Beispiel II 199; stellare Schwärme II 200; ihre Bahnbestimmung II 202; hyperbolische Geschwindigkeit II 200; über den Zusammenhang mit Kometen II 208 ff., die Lyraiden, Perseiden, Leoniden, Andromediden II 211 212; Verzeichniss von Kometenbahnen und zugehörigen Radianten II 213 ff.; Einfluss der Störungen durch einen Planeten auf die Bahn eines Sternschnuppenschwärmes II 219 f.; Bemerkenswerthe Aehnlichkeiten zwischen berechneten Radianten von Kometenbahnen und beobachteten Sternschnuppenradianten II 220; Ursprung II 222 ff.; *Einleitung* I 161; *Spectra Astrospectroskopie* I 410, *Kometen und Meteore* II 117; photographische Aufnahmen *Astrophotographie* I 227 228.

Sternspectraltypen s. Astrospectroskopie.

Sternsysteme s. Doppelsterne, Sternhaufen.

Sternafeln *Chronologie* I 60z.

Sternvertheilung Untersuchungen von Michell *Universum* IV 59, Höffler, Herschel IV 60, W. Struve IV 61 ff.; Zahl der Sterne IV 64; das Material zur Untersuchung der Vertheilung IV 72; die Bonner, die südliche, die Cordoba Durchmusterung IV 72, die photographische IV 72, Unzuverlässigkeit der letzteren wegen abnehmender aktinischer Wirkung mit zunehmender galaktischer Breite IV 72; die Sternaichungen Celorias IV 73; die ekliptikalen Karten IV 74, über die Vollständigkeit der letzteren IV 74 f.; die Sternaichungen der beiden Herschel IV 75; die photometrischen Beobachtungen IV 76 ff.; die Untersuchungen von Seeliger IV 78 ff.; die Anzahl der Sterne nimmt langsamer mit der Sterngrösse zu als gleichmässige Vertheilung fordert IV

- 87**, die Verlangsamung um so stärker je grösser die galaktische Breite ist IV **87**; graphische Darstellungen von Schiaparelli, Stratonoff, Houzeau IV **92** f.; die mittlere Sternlichte des Raumes IV **93**; die Mehrzahl der helleren Sterne gehört einem die Sonne einschliessenden Sternhaufen an IV **100**; die Vertheilung der verschiedenen Spectraltypen IV **101**; die Spectralclassen von Pickering IV **102**, von Vogel IV **103**; die Vertheilung in Verbindung mit der Eigenbewegung IV **104**; die Sonne steht im dichtesten Theil des Sternhaufens IV **107**; Beziehung zu den Parallaxen IV **108**; in der Milchstrasse überwiegen die Sterne des ersten Typus (Siriussterne) IV **109**; Beziehung zwischen Sterntypus und Eigenbewegung IV **109**; die graphische Darstellung der Vertheilung der Spectraltypen von Stratonoff IV **109**; Vertheilung der rothen Sterne IV **110**, der Wolf-Rayet'schen Sterne IV **110**, der neuen Sterne IV **111**, der Nebelflecke und Sternhaufen IV **111** ff. s. auch Milchstrasse und Universum.
- Sterntag** *Einleitung* I **2**, *Chronologie* I **593**, *Coordinationen* I **663**, *Zeitbestimmung* IV **130**; nicht constant IV **130**; Beginn desselben IV **131**; Einfluss der Nutation IV **131**.
- Sternwarten** IIIb **530**; den verschiedenen Aufgaben entsprechend verschieden eingerichtet IIIb **531**; ältere Sternwarten auf hohen Thürmen (Mannheim) IIIb **531**; auf Bergen (Seeberg) IIIb **531**; moderne möglichst niedrig, zugleich Unterrichtsinstitute (Berlin) IIIb **531**; Uebersicht der nöthigen Räume IIIb **531**; Forschungs-institute (Pulkowa) IIIb **533**; notwendige Ausrüstung IIIb **535**; Beschreibung der Pulkowaer Sternwarte IIIb **537**; Aufstellung der Instrumente im Freien IIIb **538**; die Fundamente IIIb **539**; Leiden, Strassburg IIIb **540**; Heidelberg-Königstuhl IIIb **541** **546**; Miren IIIb **542**; Bergsternwarten IIIb **543**; astrophysische und photographische Observatorien (Potsdam) IIIb **544**.
- Die Sternwarten des Alterthums in Megraha und Samarkand, *Einleitung* I **53**; spätere Sternwarten, auf der Insel Hveen I **67**, in Kassel I **72**, Danzig, Paris, Kopenhagen I **97**, Greenwich, Berlin I **98**.
- Sternzeit** *Chronologie* I **593**, *Coordinationen* I **663**, *Zeit* IV **130**; Verwandlung in wahre Zeit IV **137**, in mittlere Zeit IV **137**; im mittleren Mittag IV **137**.
- Stillstand** *Einleitung* I **10**.
- Störungen**, Theoretischer Theil *Mechanik des Himmels* II **278**; Kräftefunction, Potentialfunction, Potential II **284**; Bewegung des Schwerpunkts II **286**; Princip der Flächen II **286**; die unveränderliche Ebene II **288**; Erhaltung der lebendigen Kraft II **288**; das Hamilton'sche Princip II **289**; Lagrange's Form der Bewegungsgleichungen II **290**; Differentialgleichungen d. Bewegung in rechtwinkligen Coordinaten gestörter und störender Körper II **291**; die Störungsfunction II **292** **367**; Differentialgleichungen der Bewegung in polaren Coordinaten II **292**; die Störungen II **295** **297**; Differentialgleichungen für die Variation der Elemente, Constanten II **298**; osculirende Elemente II **298**; Darstellung der Coordinaten als Functionen der Elemente II **299**; Gauss'sche Constante II **302** **397**; Masse, Durchmesser, Beschleunigungsconstante für die Körper des Sonnensystems II **303**; die Bewegung in der Hyperbel und Ellipse II **306**; elliptische Bahnen, Entwicklungen nach der mittleren Anomalie II **307**; nahe parabolische Bahnen II **312**; Berechnung der Coordinaten u. Geschwindigkeiten II **314**; Transformation der Differentialgleichungen für die Variation der Elemente II **317**; Variation der Elemente, Einführung der störenden Kräfte II **319**; für grosse Excentricitäten und für sehr kleine Excentricitäten und Neigungen II **324**; die Störung der Perihelzeit in der parabolischen Bewegung II **327**; Unterscheidung der speciellen und allgemeinen oder absoluten Störungen II **330**; specielle Störungen in rechtwinkligen Coordinaten, Bond-Encke'sche Methode II **331**.
- Mechanische Quadratur II **332**, *Mechanische Quadratur* II **618**, Aufgabe derselben II **618**, Interpolationsformeln II **618**; summirte Reihen II **622**; Hülfstafeln II **632**; Beispiele II **636**; Bestimmung der Coefficienten von Reihen durch mechanische Quadratur II **638**.
- Beispiel zur Berechnung der Störungen in rechtwinkligen Coordinaten *Mechanik des Himmels* II **336**; Uebergang auf osculirende Elemente II **342**, Beispiel II **343**.
- Störungen in polaren Coordinaten, Hansen-Tietjensche Methode II **343**; Hülfstafel dazu II **347**, Beispiel II **351**; Uebergang auf osculirende Elemente II **356**; Vergleichung der Störungen nach beiden Methoden II **357**; Uebergang auf ein anderes Störungsintervall II **357**, Beispiel II **359**; Variation der Elemente II **360**, Beispiel II **362**; Vergleichung desselben mit der Rechnung nach den beiden andern Methoden II **366**.
- Berechnung d. allgemeinen Störungen II **366**; Vorbemerkungen II **366**; Entwicklung der störenden Kräfte II **367**; kleine Neigungen und Excentricitäten II **370**; Entwicklung d. negativen ungeraden Potenzen der Entfernung der beiden Himmelskörper II **372**; Entwicklung der Störungsfunction für Planetenbewegungen II **379**; Variation der Elemente II **383**; Stabilität des Weltsystems II **386** **393**; Secularglieder der Störungsfunction II **387**; Secularstörungen in Excentricität, Neigung, Knoten und Perihel II **390**; Stabilität der Bewegungen II **393**; Lexell'scher Komet II **394**; Secularbewegung des Merkurperi-

hels II 396; Secularstörung der mittleren Länge II 596; die Gauss'sche Constante II 397; periodische Störungen, Glieder langer Periode II 398; Beispiel, Jupiter-Saturn II 401 403; Argumente langer Periode in den Planetenbewegungen II 402; die Uranusstörung durch den Neptun II 403; Bemerkungen über die Störungen zweiter Potenz der Massen II 404; Störungen in polaren Coordinaten II 405; ideale Coordinaten, Hansen's Methode d. Störungsrechnung II 415; Differentialgleichungen für Länge und Radiusvector II 418; Entwicklungen der Störungen in Breite II 423; Entwicklung der Störungsfuction für grosse Excentricitäten und Neigungen II 426; osculirende und mittlere Elemente II 429; Proportionalcoordinaten II 431.

Theorie der Bewegung der Satelliten Entwicklung der Störungsfuction II 436; Entwicklungen v. Laplace II 437 *Anm.*; Integration der Differentialgleichung für Länge und Radiusvector II 440, für Breite II 444; elementäre und hyperelementäre Glieder II 446; Secularbewegungen von Knoten und Perigeum II 447; Secularacceleration II 449; die Entwicklungen von Delaunay, Airy, Weiler, Bohlín, Hansen II 451; die Secularacceleration des Mondes II 454, die historischen Finsternisse II 455, Einfluss der Ebbe und Fluth II 456, des Niederschlagens v. kosmischem Staub II 456, einer sich nicht momentan fortplantzenden Schwerkraft II 458; die parallactische Ungleichheit II 459; Bestimmung der Sonnenparallaxe II 459; Einfluss der Secularänderung der Ekliptik auf die Lage der Mondbahn II 460, der Abplattung der Erde II 460; die Coordinaten d. Satelliten in Bezug auf die Hauptplaneten II 460; die Bewegung des siebenten Saturnsatelliten II 464; die Bewegung der Jupitersatelliten II 468.

Die Störungen in der Bewegung der Kometen II 476, *Kometen und Meteore* II 90, der Sternschnuppenschwärme II 187; die Bewegung der Kometen bei grosser Annäherung an einen Planeten *Mechanik des Himmels* II 479, *Kometen und Meteore* II 90, Beispiel II 91 481; Uebergang auf jovientrische Elemente II 91 482; Beziehung zwischen den Elementen vor und nach der Störung, Tisserand'sches Criterium II 93 Seeliger's Ableitung *Mechanik des Himmels* II 482; anomale Bewegungserscheinungen II 484; der Encke'sche Komet II 485 492; Bewegungsverständnisse II 487.

Absolute Bahnen, Gyldén'sche Methode II 493; intermediäre Bahnen II 494, periplegmatische Curven, Diastema, Anastema II 494; die Aufstellung der Differentialgleichungen II 495; Zerfallung der Bewegungsgleichungen in Differentialgleichungen für die intermediäre Bahn und die Störungsgleichungen II 499; die

Differentialgleichungen für die intermediäre Bahn des Mondes II 501, Integration derselben II 505; Entwicklung der störenden Kräfte II 512; die Störungen II 514; die Convergenz der Entwicklungen II 519.

S. auch die Uebersichten in der Einleitung I 122—148, 158—160.

Störungsfuction s. Störungen.

Strahlenbrechung III b 548; Grundgesetz III b 548; das vereinfachte Refractionsintegral III b 552; Einfluss auf Finsternisse und Sternbedeckungen III b 552, *Finsternisse* I 768; Beziehung zwischen dem Brechungsexponenten und Radiusvector *Strahlenbrechung* III b 552; Zusammenhang zwischen der Dichte d. Luft und dem Brechungswinkel III b 553, Einfluss des Wasserdampfes auf die Strahlenbrechung III b 554; Beziehung zwischen dem Radiusvector, der Dichte, dem Drucke und der Temperatur der Luft III b 554; die Constitution der Atmosphäre III b 557; die Bessel'sche Hypothese III b 557, die Annahme von Newton, Laplace III b 558, von Gyldén, Ivory, Oppolzer III b 559; Tabellen für die Temperaturabnahme und Jahres-Schwankungen nach den letzten drei III b 561; Vorzug des Oppolzer'schen Gesetzes III b 564; Behandlung des Refractionsintegrals III b 564; die Constante der Refraction III b 566; das Hauptglied der Refraction und dessen Integration III b 567; die Correctionsglieder III b 572; die Bessel'sche Form der Tafeln III b 576; Störungen der Refraction III b 577, die Schichtenneigungen III b 577, Zenithrefraction III b 578, Druckgefälle III b 578, Temperaturgefälle III b 578, die Saalrefraction III b 580; Resultate aus den Greenwicher und Königsberger Beobachtungen III b 582; die Untersuchungen von Nyrén III b 583; Bedenken gegen Verwendung der in üblicher Weise angebrachten inneren und äusseren Thermometer III b 585; das Aspirations-thermometer am Objectiv III b 587; Aenderungen in der Constitution der Atmosphäre III b 587; die Temperaturumkehr III b 588; Einfluss der Dispersion der Luft III b 589; Annahme einer anderen Constante für photographische Aufnahmen III b 591; die Bestimmung der im Refractionsausdruck auftretenden Constanten aus den Beobachtungen III b 592; Beobachtung von Zenithdistanzen in oberer und unterer Culmination III b 595; Gewicht der Bedingungsgleichungen III b 597; über die Wahl der Refractionsconstante und Temperaturen, die Münchener Beobachtungen III b 600.

Einfluss der Strahlenbrechung auf die Mikrometerbeobachtungen s. Mikrometer, auf die Beobachtungen der Zenithdistanzen s. Almuccantar, Meridiankreis, auf die photographischen Aufnahmen der Sternörter s. Astrophotographie; die Strahlenbrechung auf der Sonne *Sonne* III b 86.

Ältere Untersuchungen: der Araber (Alhazen) *Einleitung* I 52, Tycho I 67, Wilhelm von Hessen I 72, Cassini und Picard I 117, Tob. Mayer, Bradley I 117. Strahlensysteme *Mond* IIIa 274. Stromstärke *Längenbestimmung* II 256. Stromunterbrecher *Registrierapparate* IIIb 41; von Krille IIIb 42, von Knoblich IIIb 42, von Hansen IIIb 43. Stromzeit *Längenbestimmung* II 250 257. Stufe bei Helligkeitsschätzungen *Astrophotometrie* I 324. Stunde, Tages- Nacht- Aequinoctial- Temporal-*Einleitung* I 3. Stundenwinkel *Coordinaten* I 656; seine Berechnung für die grösste oder kleinste Höhe eines Sterns mit eigener Bewegung I 661; für den Eintritt in den ersten Vertical I 667; für die grösste Digression I 668; für Auf- und Untergang *Aufgang* I 430; Berücksichtigung der Refraction I 432 s. auch Zeitbestimmung. Synodisch *Einleitung* I 7, *Chronologie* I 597. Systematische Fehler *Theilfehler* IIIb 602. Systematische Unterschiede *Heliometer* II 17 22 23, *Mikrometer* IIIa 163, *Persönliche Gleichung* IIIa 368 ff., *Sterncataloge* IIIb 471, *Strahlenbrechung* IIIb 595 ff. Syzygien *Einleitung* I 7, *Chronologie* I 597. Syzygientafeln *Chronologie* I 598, *Finsternisse* I 753 ff.

T

Tafel der Extinction des Lichts *Astrophotometrie* I 329; der Algolsterne I 351; der Lyrasterne I 352; der Mirasterne I 354; der Orionsterne I 355; der neuen Sterne I 359; der halben Tagebogen *Aufgang* I 434; zur Berechnung des Azimuts des Polarsterns *Azimuthbestimmung* I 440; zur Bestimmung mehrfacher Lösungen von z' bei der Ellipse *Bahnbestimmung* I 483; der Kometen mit kurzer Umlaufzeit *Kometen und Meteore* II 70 71; der Bahnnähen zwischen elliptischen Kometenbahnen und grossen Planeten II 94; der Radianten der Kometen und Meteore II 213; zur Berechnung der speciellen Störungen *Mechanik des Himmels* II 335 348 und *Mechanische Quadratur* II 632; zur Berechnung der Strahlenbrechung bei Mikrometerbeobachtungen *Mikrometer* IIIa 87; zur genäherten Einstellung eines Sterns in Azimuth und Zenithdistanz nahe dem Meridian *Pollhöhe* IIIa 447; zur Berechnung der Polhöhe aus Beobachtungen des Polarsterns IIIa 452 453; Verzeichniss der Doppelsterne, Nebelflecke und Sternhaufen, veränderlichen und farbigen Sternen nach Sternbildern geordnet *Sternbilder* IIIb 116—455; der *Sterncataloge* *Sternkarten* IIIb 478 bis 511; Tafel zur Berechnung der wahren und mittleren Anomalie, Barker'sche Tafel, *Anhang* IV 190—237; wenn sich die wahre Anomalie 180° nähert IV 238; zur Auflösung der Lambert'schen Gleichung, Encke's

Tafel IV 240; zur Berechnung der Parallaxe für Kometen- u. Planetenbeobachtungen IV 244—261; für die Anzahl der Tage vom Anfang des Jahres IV 263; zur Verwandlung der Decimaltheile des Tages in Stunden, Minuten, Secunden IV 264; zur Verwandlung der mittleren Zeit in Sternzeit IV 265; zur Verwandlung der Sternzeit in mittlere Zeit IV 266; zur Reduction d. Circummeridianhöhen IV 268—293; Verzeichniss der Bahnelemente der Kometen IV 296—321; der kleinen Planeten IV 324 347; der grossen Planeten IV 346 347.

Tag, astronomischer, bürgerlicher, wahrer, mittlerer Sonnentag, Sterntag *Einleitung* I 2, *Chronologie* I 593 594, *Coordinaten* I 663, *Zeitbestimmung* IV 130; Verschiedenheit IV 131; das Verhältniss derselben zu einander IV 131. Tagebogen *Einleitung* I 2, *Aufgang* I 430; Tafel dafür I 434. Taurus, der Stier *Sternbilder* IIIb 406; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 406; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 406, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 409, der veränderlichen Sterne IIIb 410, der farbigen Sterne IIIb 410; Präcessionstabelle IIIb 411. Telescopium, das Fernrohr *Sternbilder* IIIb 411; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 411; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 411, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 412, d. veränderlichen Sterne IIIb 412 454, der farbigen Sterne IIIb 413; Präcessionstabelle IIIb 413. Teleskop *Aequatorial* I 189, *Fernrohr* I 700. Temporalstunden *Einleitung* I 3. Tethys s. Planeten, Saturn IIIa 428. Theilfehler IIIb 602; systematische oder periodische und zufällige IIIb 602; Methoden zur Bestimmung von Bessel IIIb 605, Nyrén IIIb 606, Kaiser IIIb 607, Hansen IIIb 610; Vermeidung der Anhäufung der Fehler bei der Bestimmung IIIb 603; ihre Bestimmung an den Scalen des Heliometers *Heliometer* II 20; ihre Elimination durch Versetzen des Kreises *Universalinstrument* IV 45. Theodolith s. Azimuthalinstrument. Thierkreis *Einleitung* I 3; Eintheilung in *Zeichen* I 19; s. auch Ekliptik. Titan s. Planeten, Saturn IIIa 428. Titania s. Planeten, Uranus IIIa 428. Titius'sches Gesetz *Planeten* IIIa 385. Toledanische Tafeln *Einleitung* I 53. Transmissionscoefficient *Astrophotometrie* I 326. Trepidation *Einleitung* I 15 49 51 54. Triangulum, das Dreieck *Sternbilder* IIIb 413; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 413; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 413, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 414, der veränderlichen Sterne IIIb 415, der far-

- bigen Sterne IIIb [415](#); Präcessionstabelle IIIb [415](#);
 Triangulum australe, das südliche Dreieck *Sternbilder* IIIb [415](#); Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb [415](#); Verzeichniss der Doppelsterne IIIb [415](#); der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb [416](#), der veränderlichen Sterne IIIb [416](#) 453, der farbigen Sterne IIIb [416](#); Präcessionstabelle IIIb [416](#);
 Triquetrum *Gnomon* II [3](#);
 Tropischer Umlauf *Einleitung* I [20](#), *Chronologie* I [594](#);
 Tucana, der Tukan *Sternbilder* IIIb [416](#); Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb [416](#); Verzeichniss der Doppelsterne IIIb [417](#), der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb [417](#), der veränderlichen Sterne IIIb [418](#), der farbigen Sterne IIIb [418](#); Präcessionstabelle IIIb [418](#).

U

- Uhr, Pendeluhr, erste Anwendung zur Beobachtung *Einleitung* I [72](#), *Uhr* IV [1](#); einzelne Theile und ihre Wirkungsweise IV [2](#); Geschichtliches IV [3](#); die Schwingungsdauer abhängig von der Amplitude IV [8](#); Cycloidenpendel IV [9](#); Aufhängung des Pendels IV [10](#); Compensation gegen Temperatur IV [11](#), Holzpendel, Rostpendel, verschiedene Arten IV [12](#), Hebelcompensationspendel und Quecksilbercompensation IV [14](#), Riefler'sche Pendel IV [15](#); Compensation gegen Luftdruck, verschiedene Constructions zur Compensation oder Aufhängung im luftdichten Raum IV [16](#) ff.; Hemmung IV [20](#); günstigste Bedingung für ihre Wirkung IV [21](#); verschiedene Arten IV [21](#) ff.; der Antrieb IV [32](#) ff.; die Controle durch Zeitbestimmung, durch Vergleichung mit sich frei bewegenden Pendeln IV [41](#); s. auch *Chronometer* I [625](#).
 Uhr correction s. *Uhrstand*.
 Uhrgang *Chronometer* I [635](#), *Meridiankreis* IIIa [13](#), *Zeitbestimmung* IV [139](#); abhängig von Temperatur, Barometer, Feuchtigkeit IV [139](#).
 Uhrstand *Chronometer* I [635](#), *Längenbestimmung* II [259](#), *Meridiankreis* IIIa [4](#) [12](#), *Zeitbestimmung* IV [139](#).
 Uhrvergleichung, durch Coincidenzen *Längenbestimmung* II [252](#); durch Signale II [255](#); mit besonderer Coincidenz Uhr II [261](#).
 Uhrwerk beim *Aequatorial* I [189](#); beim Helio-*stat Astrophotographie* I [216](#); beim photographischen Fernrohr I [230](#).
 Umbriel s. Planeten, Uranus IIIa [430](#).
 Umlaufzeiten siderische, synodische, draconische *Einleitung* I [7](#), anomalistische I [8](#), zodiakale I [10](#), tropische I [20](#), *Chronologie* I [594](#).
 Ungleichheit *Einleitung* I [14](#) [21](#) ff. [68](#), *Mechanik des Himmels* II [458](#) ff.; s. auch *Störungen*.
 Universalinstrument IV [41](#) [44](#), *Altazimuth* I [204](#) ff., *Meridiankreis* IIIa [1](#), *Methode der kleinsten Quadrate* IIIa [35](#); Beschreibung IV [44](#); Umlegevorrichtung IV [45](#); Bedingungen, denen das Instrument genügen muss IV [46](#); Berichtigung d. Axen IV [46](#), des Collimationsfehlers IV [47](#); Einfluss der übrig bleibenden Instrumentalfehler, bei centrischem Fernrohr IV [48](#); Azimuthal-Höhenaxe IV [48](#); Berücksichtigung excentrischer Lage des Fernrohrs bei Bestimmung des Collimationsfehlers IV [51](#); Messung von Zenithdistanzen IV [52](#); Bestimmung des Zenithpunkts IV [52](#); Berücksichtigung der Veränderung der Stellung der Mikroskopträger IV [53](#); die Alhaddenlibelle IV [53](#).
 Bestimmung des Azimuths I [435](#) ff., des Azimuths zur Ermittlung der Zeit *Zeitbestimmung* IV [174](#); der Polhöhe *Polhöhe* IIIa [454](#) ff., Berücksichtigung der Krümmung des Parallels IIIa [471](#); der Zeit *Zeitbestimmung* IV [140](#) ff.; Berücksichtigung ungenauer Kenntniss des Zenithpunkts IV [150](#); Beobachtungen zur Bestimmung der Nutationsconstante *Nutation* IIIa [306](#).
 Universaltransit IV [54](#); Beschreibung IV [55](#); Bestimmung der Zeit aus Beobachtung zweier Sterne in gleichen Azimuthen IV [56](#), *Zeitbestimmung* IV [152](#) [158](#); Bestimmung des Azimuths IV [56](#); Bestimmung der Polhöhe *Polhöhe* IIIa [477](#).
 Universum IV [57](#); historische Entwicklung der Ansichten darüber IV [57](#), Kant IV [58](#), Lambert IV [59](#); Systeme verschiedener Ordnung, ihre Ausdehnung IV [59](#), Michell's Ansicht über die Zusammengehörigkeit der Sterngruppen IV [60](#); W. und J. Herschel, die Sternanichungen IV [60](#); Ansichten über die Gestalt des Milchstrassensternhaufens und seine Constitution IV [61](#); W. Struve's *Etudes d'Astronomie stellaire* IV [62](#); die Milchstrasse IV [65](#); mittlere Dichte der Materie im Welt-*raum* IV [96](#) [123](#); Annahme anderer Raumformen für die Vorstellung des Universums IV [124](#) ff. s. auch *Kosmogonie*, *Milchstrasse*.
 Unruhe der Luft, Verschiedenheit des Einflusses auf directe und photographische Spectralbeobachtungen *Astrospectroskopie* I [390](#) [391](#).
 Untergang s. *Aufgang*.
 Uranus, seine Entdeckung *Einleitung* I [157](#); Unregelmässigkeit seiner Bewegung I [159](#), *Mechanik des Himmels* II [403](#); die mittlere tägliche siderische Bewegung II [402](#); Beziehung derselben zu der des Saturn, Jupiter, Neptun II [403](#); ältere Beobachtungen *Planeten* IIIa [429](#); Durchmesser, Abplattung, Masse IIIa [430](#); Flecken und Streifen, Rotation IIIa [430](#); rückläufige Bewegung, Neigung der Rotationsaxe *Kosmogonie* II [240](#) ff.; seine Helligkeit *Planeten* IIIa [387](#) [429](#), *Astrophotometrie* I [339](#); Albedo I [340](#), *Planeten* IIIa [388](#);

- sein Spectrum *Astrospectroskopie* I 407; die Satelliten *Planeten* IIIa 430, ihr Durchmesser, die Neigungen ihrer Bahnebenen IIIa 430, ihre Albedo *Astrophotometrie* I 340.
- Urnebel, Urstoff *Kosmogonie* II 230 231.
- Ursa major, der grosse Bär *Sternbilder* IIIb 419; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 419; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 419, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 422, der veränderlichen Sterne IIIb 426, der farbigen Sterne IIIb 427; Präcessionstabelle IIIb 427.
- Ursa minor, der kleine Bär *Sternbilder* IIIb 427; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 428; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 428, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 429, d. veränderlichen Sterne IIIb 429, der farbigen Sterne IIIb 429; Präcessionstabelle IIIb 430.
- V
- Variation der Constanten *Einleitung* I 132, *Mechanik des Himmels* II 296 317 ff. 360 383.
- der Distanzen *Einleitung* I 150.
- des Mondes *Einleitung* I 49 52 68 ff., *Mechanik des Himmels* II 440.
- der Sternschnuppen, die stündliche *Kometen und Meteore* II 159, die jährliche II 160, die azimutale II 162; die Erklärung dafür II 163.
- Variatio secularis *Präcession* IIIb 12.
- Vela s. Argo.
- Venus *Planeten* IIIa 384 393; Irradiation IIIa 385; Helligkeit IIIa 387, *Astrophotometrie* I 338; Albedo I 340; Veränderlichkeit der Helligkeit zur Zeit des Maximums *Planeten* IIIa 393; Elongation und Retrogradation IIIa 393; Durchmesser, Masse IIIa 393, *Mechanik des Himmels* II 396; dunkle Flecken, Phasen *Planeten* IIIa 393; Entdeckung der letzteren durch Galilei *Einleitung* I 75; die Rotation *Planeten* IIIa 393 ff.; dichte Atmosphäre IIIa 396; Lichterscheinungen auf der Nachtseite IIIa 397; weisse Flecke IIIa 397; aschgraues Licht IIIa 397; das Spectrum *Astrospectroskopie* I 406; ihre mittlere tägliche siderische Bewegung *Mechanik des Himmels* II 402; Beziehung zu der des Merkur, der Erde, des Mars II 402 403; die Störungen der Erde *Einleitung* I 145; ihre Beobachtung zur Bestimmung der Sonnenparallaxe *Parallaxe* IIIa 327 333 ff.; mittlere Entfernung von der Erde zur Zeit der Conjunction IIIa 330; ihre Bedeckung IIIa 338. — *Kosmogonie* II 241 243.
- Die Vorübergänge vor der Sonne *Parallaxe* IIIa 327 333 ff., *Finsternisse* I 818; Möglichkeit des Eintreffens I 818; Periode derselben I 820; die frühesten Beobachtungen I 821; genauere Vorausberechnung I 822 824; Ausdrücke für die Ränderberührungen I 823; für die Entfernung der Mittelpunkte I 824; Werth derselben für die Bestimmung der Sonnenparallaxe und Ermittlung der Genauigkeit dieser Bestimmung durch die Beobachtungen an verschiedenen Orten der Erde I 825; Berechnung der Grenzcurven, Eintritt einer gegebenen Phase I 828.
- Venusmond *Planeten*, Venus IIIa 398.
- Veränderliche Sterne *Einleitung* I 76 117, *Astrophotometrie* I 325 349; ihre Beobachtung I 324 325; Verzeichnisse derselben I 350; ihre Bezeichnung I 350; verschiedene Classen I 350; Algoltypus I 350, Reduction auf den Sonnenmittelpunkt I 350, Verzeichniss der Algolsterne I 351; Lyratypus I 351, Verzeichniss der Lyraesterne I 352; Miratypus I 353, Verzeichniss der Mirasterne I 354; Oriontypus I 354, Verzeichniss der Orionsterne I 355; Übersicht nach der Periodendauer I 355; neue Sterne I 355; Verzeichniss derselben I 358; Spectra der veränderlichen und neuen Sterne I 357 ff.; Erklärung des Lichtwechsels der veränderlichen und neuen Sterne I 359, *Kosmogonie* II 234 ff.; Berechnung der Bahn des Begleiters für Algolsterne *Doppelsterne* I 694.
- Verzeichnisse der veränderlichen und neuen Sterne s. unter den einzelnen Sternbildern.
- Veränderlichkeit der Polhöhe *Polhöhe* IIIa 490, *Mechanik des Himmels* II 569 ff.
- Vergrößerung *Fernrohr* I 716 730; Bestimmung derselben I 736.
- Vernier s. Nonius IIIa 298.
- Verspannungen bei optischen Gläsern *Fernrohr* I 707.
- Vertical *Coordinaten* I 655; erster I 655, Beobachtungen im ersten Vertical s. Passageninstrument, Polhöhe.
- Vertikalkreis Beschreibung IV 127.
- Vertikalkreise *Coordinaten* I 655.
- Vesta, ihre Entdeckung *Einleitung* I 157; ihr Spectrum *Astrospectroskopie* I 406.
- Virgo die Jungfrau, *Sternbilder* IIIb 430; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 430; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 431, der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 434, der veränderlichen Sterne IIIb 443 453, der farbigen Sterne IIIb 443; Präcessionstabelle IIIb 444.
- Volans, der fliegende Fisch *Sternbilder* IIIb 444; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 444, Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 444; der Nebelflecke und Sternhaufen IIIb 445; der farbigen Sterne IIIb 445; Präcessionstabelle IIIb 445.
- Vulcan *Mechanik des Himmels* II 396, *Planeten* IIIa 434.
- Vulpecula, der Fuchs *Sternbilder* IIIb 445; Grenzen und Anzahl der dem blossen Auge sichtbaren Sterne IIIb 445; Verzeichniss der Doppelsterne IIIb 446, der

Nebelflecke und Sternhaufen III b 447, der veränderlichen Sterne III b 447 454, der farbigen Sterne III b 447; Präcessions-tabelle III b 448.

W

- Wahrscheinlicher Fehler *Methode der kleinsten Quadrate* III a 34; für den wahrscheinlichsten Werth III a 38.
 Wahrscheinlichste Quadratrechnung s. Methode der kleinsten Quadrate.
 Wahrscheinlichster Werth *Methode der kleinsten Quadrate* III a 27 ff., 36 ff.
 Wasseruhr *Einleitung* I 32, *Zeitbestimmung* IV 129.
 Wasserwaage s. Niveau, Libelle.
 Weber'sches Gesetz zur Erklärung für die Beschleunigung des Encke'schen Kometen herangezogen *Mechanik des Himmels* II 486.
 Wellen bei den optischen Gläsern *Fernrohr* I 707.
 Wellenlängen, Catalog desselben *Astrospektroskopie* I 394.
 Weltraum, Beschaffenheit desselben *Einleitung* I 161 s. auch Universum IV 124.
 Weltsysteme s. Sonnensystem.
 Weltzeit *Chronologie* I 594, *Zeitbestimmung* IV 133.
 Wendekreis *Einleitung* I 5.
 Wendepunkte *Chronologie* I 595.
 Widerstehendes Mittel *Einleitung* I 160, *Kometen und Metore* II 74 75; *Mechanik des Himmels* II 485 487; Bewegung in demselben II 488; Constante des Widerstands *Planeten* III a 390.
 Winnecke's Komet zur Bestimmung der Merkursmasse *Planeten* III a 390.
 Winterpunkt *Chronologie* I 595.
 Wintersolstiz-sonnenwende *Einleitung* I 5, *Chronologie* I 595, *Coordinaten* I 657.

Z

- Zahl, goldene *Chronologie* I 598 618.
 Zapfenform *Meridiankreis* III a 4.
 Zapfengleichung oder -ungleichheit *Niven* III a 293 ff.
 Zeichen des Thierkreises *Einleitung* I 19, *Chronologie* I 595.
 Zeit bürgerliche, mittlere, Orts-, Stern-, wahre, Welt-, Zonen- *Chronologie* I 593 ff., *Zeit* IV 130 ff., *Uhrzeit* IV 139; Maass der Zeit IV 129, *Einheit* IV 129; Unterabtheilungen IV 129; Sonntag, Sterntag IV 130, *Verschiedenheit* IV 131; *Verwandlung der mittlern und wahren Zeit in einander mit Beispiel* IV 136, der Sternzeit und wahren Zeit IV 137, der Sternzeit und mittleren Zeit IV 137; Sternzeit im mittleren Mittag IV 137; Beispiele IV 138.
 Zeitbestimmung aus beobachteten Meridiandurchgängen IV 140; aus einer beobachteten Zenithdistanz IV 140, günstigste Bedingungen dafür IV 141; Beobachtung der Sonne IV 142; Einfluss der

täglichen Aberration IV 143, der Biegung IV 143; Beispiel IV 143; aus mehreren nach einander gemessenen Zenithdistanzen IV 143, getrennte Reduction der einzelnen Zenithdistanzen IV 143, Beispiel IV 144; Reduction des Mittels der Zenithdistanzen auf das Mittel der Uhrzeiten IV 145; Grenzbestimmungen für die practische Anwendung IV 148; Reduction des Mittels der Uhrzeiten auf das Mittel der Zenithdistanzen IV 148, Beispiel IV 148; Einfluss der Refraction IV 150; Correction wegen des Zenithpunkts am Universalinstrument IV 150, wenn der Zenithpunkt unbekannt IV 151; Verbesserung wegen Refraction IV 151; Bestimmung aus gleichen Höhen verschiedener Sterne östlich und westlich des Meridians IV 152, günstigste Bedingungen IV 153; Einfluss der Refraction IV 155; aus correspondirenden Höhen IV 155, Beobachtung der Sonne IV 155, Berücksichtigung der Aenderung der Declination IV 155; Mittagsverbesserung IV 156, Mitternachtsverbesserung IV 157, Beispiel IV 157; Beobachtung von Sternen im Vertical des Polarsterns IV 158, Entwicklung der Formeln IV 158, strenge Ausdrücke IV 159, Reduction von den Seitenfäden auf den Mittelfaden IV 162, für Zeitsterne IV 163, für den Polarstern in der Nähe des Meridians IV 165, Beobachtung des Polarsterns in der Nähe der Digression IV 166, Berücksichtigung der Fehler, Angaben über die practische Anstellung der Beobachtungen IV 166, Vorausrechnung für die Zeitsterne und den Polarstern durch Sternephemeriden IV 167, Hilfstafeln IV 168, Schema IV 170, Beispiel IV 171; Zeitbestimmung aus dem beobachteten Azimuth IV 174, Anordnung der Beobachtungen IV 174.

Näherungsmethoden: durch Beobachtung des Verschwindens eines Sterns hinter einem terrestrischen Object IV 175; durch zwei beobachtete Höhen von zwei Sternen und der Zwischenzeit, ohne Kenntniss der Polhöhe IV 175, Anwendung zur See, wo eine Sonnenhöhe in der Nähe, die andere ausserhalb des Meridians beobachtet wird, Berücksichtigung der Ortsveränderung des Schiffs IV 176 177; durch das Dipleidoskop, Chronodeik IV 177; Passagenprisma IV 178; Eble's Sextant IV 179; Astronomisches Netz IV 180; durch Sonnenuhren IV 180.

S. ausserdem Zeitbestimmungen bei Ptolemäus *Einleitung* I 32, Longomontan I 73; am Almucantar *Almucantar* I 196 197, im Meridian *Längenbestimmung* II 255, *Meridiankreis* III a 12, mit Beispiel III a 14, am Universaltransit *Universaltransit* IV 56.

Zeitgleichung *Einleitung* I 70; Tycho nimmt sie verschieden für die Bewegung der Mond- und Sonnenorte an I 70; bei Kepler I 92; *Chronologie* I 594; *Zeit*

- IV [132](#) [134](#) f.; verschieden an denselben Tagen verschiedener Jahre IV [135](#); Tabelle IV [135](#); ihr Lauf IV [135](#).
 Zeitrechnung s. Chronologie.
- Zenith *Einleitung* I [2](#). *Coordinten* I 655; geocentrisches, scheinbares *Parallaxe* III a [315](#). *Polhöhe* III a 441.
- Zenithattraction der Sternschnuppen *Kometen und Meteore* II [175](#) [187](#).
- Zenithdistanz *Coordinten* I 655; Berechnung aus Polhöhe, Deklination und Stundenwinkel I 661, *Mikrometer* III a 85; scheinbare und wahre *Parallaxe* III a [314](#) [317](#); Einfluss der Parallaxe in Zenithdistanz III a [317](#), der Strahlenbrechung III b 550 ff., der Aberration *Zeit* IV [143](#); Bestimmung am Meridiankreis III a [18](#), Verbesserung für Fadenneigung und Krümmung des Parallels III a [21](#) f., *Universalinstrument* IV [52](#), *Polhöhe* III a 442 ff., Tabelle zu genäherter Einstellung in der Nähe des Meridians III a 447; Beobachtungen der Sonne III a 455; am Passageninstrument oder Zenithteleskop III a 467; Reduction auf den Meridian, wenn das Instrument im Meridian steht III a 471; wenn es nicht im Meridian steht III a 445 ff. 471; Einfluss der Strahlenbrechung III a 472, Einfluss der Biegung *Biegung* I 575. *Polhöhe* III a 455.
- Zenithpunkt *Meridiankreis* III a [18](#), *Universalinstrument* IV [52](#) f., *Zeitbestimmung* IV [150](#).
- Zenithteleskop *Polhöhe* III a 468; photographisches III a 475.
- Zetanez *Mikrometer* III a [68](#); Bestimmung der Rectascensions- und Deklinationsdifferenz III a [68](#), Justirung III a [68](#).
- Zodiacus *Einleitung* I [3](#); *Chronologie* I 595.
- Zodiaklicht IV [184](#); Beschreibung IV [184](#); photographische Aufnahmen IV [185](#); das Schnittphotometer IV [185](#); der Gegenchein IV [186](#); Erklärung IV [186](#), *Kosmogonie* II [244](#) f.
- Zodiakaltafel *Chronologie* I 596.
- Zonenbeobachtungen *Rectascensionsbestimmung* III b [33](#); s. Zonencataloge.
- Zonencataloge *Sternataloge* III b 456 470.
- Zonenphotometer *Astrophotometrie* I [313](#).
- Zonenzeit *Chronologie* I 595, *Zeitbestimmung* IV [133](#).

Berichtigungen.

a) Zum ersten Band.

- pag. 1, Zeile 20 v. u. ist (s. d.) zu streichen.
 „ 23, „ 11 v. u. statt $EE_1E'E_1$ lies $EE_1E'E_1'$.
 „ 23, „ 10 v. u. nach »der Erde« fehlt ein Komma.
 „ 32, „ 6 v. u. statt 1^1 lies $1\frac{1}{2}$.
 „ 94, „ 17 v. o. statt Entdeckung lies Erfindung.
 „ 95, „ 22 v. o. ist (s. diese) zu streichen.
 „ 147, „ 7 v. o. statt Intervallen lies Intervallen.
 „ 163, „ 7 v. o. statt SEELGER lies SEELIGER.
 „ 303, „ 23 v. u. statt Deguerreotyp lies Daguerreotyp.
 „ 357, „ 10 v. u. Der neue Stern wurde bereits mehrere Tage vorher von E. HARTWIG entdeckt.
 „ 358, „ 28 v. u. statt SPIESSEN lies HARTWIG.
 „ 665, „ 8 v. o. statt $y \sin \epsilon$ lies $-y \sin \epsilon$.
 „ 780, „ 19 v. u. statt 1·391 lies $1^{\frac{1}{2}}$ ·391.
 „ 786, „ 5. 6 v. u. statt r lies $r \sin 1''$.

b) Zum zweiten Band.

- pag. 85, Zeile 2 v. o. statt 71·9 lies 71·8.
 „ 85, „ 6 v. o. statt 36·8 lies 36·9.
 „ 89, „ 9 v. u. statt MARCH lies MARSH.
 „ 139, Fig. 263 sind p und q zu vertauschen.
 „ 152, Zeile 11 v. o. statt 41·7 lies 41·9.
 „ 277, „ 17 v. o. statt $\frac{p}{\Delta} \cos z \sec p'$ lies $\frac{p}{\Delta} \cos z \sec p'$.
 „ 282, „ 19 v. u. statt Fig. 270 lies Fig. 271.
 „ 284, „ 17 v. u. statt m lies m_1 .
 „ 287, „ 24 v. u. statt r_1''' lies r_1'''' .
 „ 292, „ 3 v. o. statt $f(r_1')$ lies $f(r_1) \frac{z_1}{r_1}$.
 „ 294, „ 11 v. u. statt $\frac{\partial \Omega}{\partial r}$ lies $\frac{\partial \Omega}{\partial r}$.
 „ 295, „ 16 v. u. statt $\frac{Z}{n}$ lies $\frac{Z}{u}$.
 „ 307, „ 15. 17 v. o. statt $1 + \epsilon \cos M$ lies $1 - \epsilon \cos M$.
 „ 309, „ 2 v. u. statt $\binom{2m}{2} \epsilon^{(m-2)i} Q$ lies $\binom{2m}{2} \alpha^2 \beta^{2(m-1)} \epsilon^{(m-2)i} Q$.
 „ 311, „ 15 v. o. fehlt die eckige Schlussklammer.
 „ 313, „ 6 v. o. statt $3 - 4\epsilon$ lies $-3 + 4\epsilon$.
 „ 317, „ 7 v. u. statt $-\beta_1 \frac{\partial y_0'}{\partial b}$ lies $+\beta_1 \frac{\partial y_0'}{\partial b}$.
 „ 318, „ 6 v. o. statt y lies y_0 .

- pag. 320, Zeile 14 v. o. statt $\frac{\partial x}{r}$ lies $\frac{\partial x}{\partial r}$.
- „ 322, „ 13. 14 v. o. fehlt (8) als Bezeichnung der Gleichungen.
- „ 322, „ 16 v. o. fehlt hinter $Q + \epsilon Y^{(\epsilon)}$ die Schlussklammer.
- „ 342, „ 10—12 v. u. fehlt (5) als Bezeichnung der Gleichungen.
- „ 342, „ 8 v. u. fehlt (6) als Bezeichnung der Gleichungen.
- „ 343, „ 17 v. u. statt $v = 206^\circ 22' 30'' \cdot 42$ lies $206^\circ 28' 30'' \cdot 42$.
- „ 350, „ 14 v. u. statt $\sin E$ lies $\epsilon \sin E$.
- „ 351, „ 12 v. o. statt Φ' lies Φ_1 .
- „ 356, „ 20 v. o. statt P_m lies $P_1 m$.
- „ 356, „ 8 v. u. statt $\sec \varphi^2$ lies $\sec^2 \varphi$.
- „ 362, „ 18. 19 v. o. statt X lies Ξ .
- „ 362, „ 20 v. u. statt $+ r \sin(v + \omega) \dots$ lies $- r \sin(v + \omega) \dots$.
- „ 367, „ 16 v. o. statt $E_y' \cos 2(L - \pi)$ lies $2E_y' \cos 2(L - \pi)$.
- „ 368, „ 16 v. u. statt r, r lies r, r_1 .
- „ 372, „ 1 v. o. statt $\frac{\partial^2}{\partial a^2} \left(\frac{1}{\rho^n} \right)_0 (a\sigma)^2$ lies $\frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial a^2} \left(\frac{1}{\rho^n} \right)_0 (a\sigma)^2$.
- „ 372, „ 9 v. o. im letzten Glied fehlt der Coefficient $\frac{1}{2}$.
- „ 375, „ 16 v. u. statt a^3 lies a^6 .
- „ 376, „ 11 v. o. diese Zeile muss heissen:
- $$r^{(s-1)} = \frac{1}{2s-1} \left\{ (2x+2s-3) \frac{1+a^2}{(1-a^2)^2} r^{(s-1)}_{s-1} - (2x-2s+1) \frac{2a}{(1-a^2)^2} r^{(s)}_{s-1} \right\}.$$
- „ 380, Zeile 11 v. o. statt $\alpha' \sigma' (v - v') \sum_x \frac{\partial B_0(x)}{\partial a'}$ lies $\alpha' \sigma' (v - v') \sum_x \frac{\partial B_0(x)}{\partial a'}$.
- „ 382, „ 12 v. u. statt $i\beta$ lies $t\beta$.
- „ 382, „ 1 v. u. statt $\sin \frac{1}{2} I^2$ lies $\sin^2 \frac{1}{2} I$.
- „ 383, „ 4 v. o. statt Σ^1 lies $\Sigma \frac{1}{2}$.
- „ 383, „ 6 v. o. statt $\sin(v + \pi_0')$ lies $\sin(v' + \pi_0')$.
- „ 383, „ 8 v. o. statt $2 \sin^2 \frac{1}{2} I$ lies $2 \sin^2 \frac{1}{2} I$.
- „ 384, „ 17 v. o. statt $\frac{d\Omega}{d\omega}$ lies $\frac{\partial \Omega}{\partial \omega}$.
- „ 389, „ 2. 3 v. o. fehlt auf der rechten Seite der Gleichung der Coefficient 2.
- „ 389, „ 8 v. u. statt $\frac{\partial B_0^{(1)}}{a}$ lies $\frac{\partial B_0^{(1)}}{\partial a}$.
- „ 389, „ 8 v. u. statt $\frac{dP_0^{(1)}}{da}$ lies $\frac{dP_0^{(1)}}{da}$.
- „ 391, „ 10 v. u. statt $(21)' \Xi$ lies $(21) \Xi'$.
- „ 393, „ 19 v. o. nach F_2 fehlt die erste Schlussklammer.
- „ 410, „ 12 v. o. fehlt die Schlussklammer }
- „ 418, „ 11 v. u. statt $\frac{d^2 x}{dt^2}, \frac{d^2 y}{dt^2}, \frac{d^2 z}{dt^2}$ lies $\frac{d^2 x}{dt^2}, \frac{d^2 y}{dt^2}, \frac{d^2 z}{dt^2}$.
- „ 424, „ 9. 10—20. 24. 27 v. o. sind mehrfach für ϵ ungleiche Typen.
- „ 426, „ 8 v. u. statt $\cos E^2$ lies $\cos^2 E$.
- „ 431, „ 4 v. o. statt $22(3)$ lies $23(3)$.
- „ 437, „ 6 v. u. statt $\frac{ds}{dL} \frac{\partial \Omega}{\partial L}$ lies $\frac{1}{u^2} \frac{ds}{dL} \frac{\partial \Omega}{\partial L}$.
- „ 445, „ 4. 6 v. o. statt δr_0 lies δr .
- „ 446, „ 12 v. o. statt (4) lies (4a).
- „ 458, „ 21 v. u. statt F lies N .
- „ 459, „ 6 v. o. statt Beobachtungen lies Beobachtungen.
- „ 460, „ 17 v. o. statt $\sin \delta^2$ lies $\sin^2 \delta$.
- „ 461, Fig. 273 statt Ω lies Ω .
- „ 462, Zeile 18 v. o. statt $\alpha - \Omega$ lies $(\alpha - \Omega)$.

- pag. 462, Zeile 24 v. o. statt $D\delta$ lies $D'\delta$.
- „ 465, „ 2 v. u. statt $\frac{\partial\Omega}{\partial a}$ lies $\frac{\partial\Omega}{\partial a}$.
- „ 466, „ 1 v. u. statt $\frac{d\mu'}{dt}$ lies $\frac{d\mu_1}{dt}$.
- „ 467, „ 12 v. u. statt (3) lies (8).
- „ 474, „ 2 v. o. statt $\partial B_{24}^{(2)}$ und $B_{24}^{(2)}$ lies $\bar{\partial} B_{24}^{(2)}$ und $\bar{B}_{24}^{(2)}$.
- „ 483, „ 16 v. u. statt μ lies μ_1 .
- „ 485, „ 14 v. o. statt \int_0^v lies \int_0^v .
- „ 490, „ 9 v. u. fehlt die Anfangsklammer (
- „ 491, „ 7 v. u. statt $2A(c_0 - cv)^{2A+B}$ lies $\{2A(c_0 - cv)\}^{2A+B}$.
- „ 542, „ 12 v. u. fehlt (5) als Bezeichnung der Gleichung.
- „ 548, „ 3 v. o. fehlt (2) als Bezeichnung der Gleichung.
- „ 550, „ 3. 5 v. u. statt a lies a .
- „ 567, „ 22 v. u. statt $\beta_1 r$ und $\alpha_1 r$ lies $\beta_1 \rho$ und $\alpha_1 \rho$.
- „ 567, „ 15 v. u. statt $X'Y$ lies $X'Y'$.
- „ 581, „ 8 v. o. statt $\sin \varepsilon \sin(\psi' - \psi) \frac{\partial V}{\partial \varepsilon}$ lies $-\sin \varepsilon \sin(\psi' - \psi) \frac{\partial V}{\partial \varepsilon}$.
- „ 581, „ 2. 3 v. u. statt E', Ψ' lies E_0', Ψ_0' .
- „ 582, „ 5 v. o. statt $\sin \varepsilon' \sin(\psi' - \psi) \sin \varepsilon'$ lies $\sin \varepsilon \sin(\psi' - \psi) \sin \varepsilon'$.
- „ 582, „ 7 v. o. statt $\cos \varepsilon' \sin(\psi' - \psi) \sin \varepsilon'$ lies $\cos \varepsilon \sin(\psi' - \psi) \sin \varepsilon'$.
- „ 583, „ 13 v. u. ist γ_3 im Nenner zu streichen.
- „ 602, Fig. 279 für R ist einmal zu setzen R' .
- „ 618, Zeile 7 v. u. statt $M(n)$ lies $M_1(n)$.
- „ 623, „ 12 v. u. statt P'_{2k-1} lies P'_{2k-1} .
- „ 625, „ 8 v. o. statt 491 lies 191.
- „ 627, „ 1 v. o. statt (x) lies $f(x)$.

c) Zum dritten Band, erste Abtheilung.

- pag. 26, Zeile 6 v. o. statt $\cos(\delta_0 + h')$ lies $\cos(\delta_0 \pm h')$.
- „ 33, „ 8 v. o. statt das lies dass.
- „ 43, „ 21 v. o. statt $\frac{\Sigma}{\partial v_2}$ lies $\frac{\partial \Sigma}{\partial v_2}$.
- „ 52, „ 17 v. o. fehlt (19) als Berechnung der Gleichung.
- „ 53, „ 2 v. o. das 2. und 3. Zeichen — soll sein +.
- „ 55, „ in der ersten Spalte, letzte Zeile des Beispiels statt 9-4788 lies 9-4780.
- „ 58, „ 2 v. u. fehlt (1) als Bezeichnung der Gleichung.
- „ 89, „ 6 v. o. statt 7-8879 lies 7-7879.
- „ 102, „ 12 v. u. statt 56 815 lies 56-615, dadurch wird $\tau \cos \delta$ 417-76, $\delta' - \delta$ 699''-83, Mittel 612''-18, $\delta \delta'$ (p. 103 letzte Zeile) $10^\circ 28' 28''$.3.
- „ 128, „ 10 v. o. und die Ueberschrift statt Tafel I lies Tafel II.
- „ 135, „ 15 v. u. und die Ueberschrift statt Tafel II lies Tafel III.
- „ 153, „ 4 v. u. statt $SP'P'$ lies $SP'S'$.
- „ 168, „ 1 v. o. statt $\cos \lambda' - \lambda$ lies $\cos(\lambda' - \lambda)$.
- „ 330, „ 5 v. o. statt $d\rho'$ lies $d\rho$.
- „ 330, „ 6 v. o. statt $d' + D'$ lies $\delta + D'$.
- „ 344, „ 3 v. o. statt $\Delta \beta$ lies $\Delta \delta$.
- „ 346, „ 13 v. u. statt $-\pi_3 R \sec \delta_2 \cos(\odot + V)$ lies $-\pi_3 R \sec \delta_2 v \cos(\odot + V)$.
- „ 349, „ 3 v. u. statt $-h \sin(H + \alpha)$ lies $+h \sin(H + \alpha)$.
- „ 359, „ 12 v. u. statt $\cos z_0$ lies $i \cos z_0$.
- „ 360, „ 3 v. u. statt *g*rographische lies *g*eographische.

- pag. 475, Zeile 18 v. u. Nach Mittheilung des Herrn Prof. MARCUSE rühren die Angaben zur Construction des photographischen Zenithteleskops von ihm allein her.
- „ 476, „ 16 ff. v. o. Die Beurtheilung der photographischen Methode gründet sich, wie im Text angegeben, auf die Versuche der Internationalen Erdmessung; seit Abfassung des Artikels sind aber die Versuche mit erheblich günstigerem Erfolg, wie aus den späteren Berichten hervorgeht, fortgesetzt.
- „ 490, „ 3 v. o. nach $(\varphi - \delta_2)$ im linken Theil der Gleichung fehlt $]$.

d) Zum dritten Band, zweite Abtheilung.

- pag. 3, Zeile 17 v. u. statt t^2 lies t_1^2 .
- „ 5, „ 8 v. o. statt $\gamma_2 t_1^2$ lies $\gamma_3 t_1^2$.
- „ 5, „ 21 v. u. statt Π_0 lies Π_0' .
- „ 8, „ 1 v. o. statt $\nabla_1 A \nabla$ lies $\nabla_1 A A'$.
- „ 12, „ 9 v. o. statt λ_0' lies β_0 .
- „ 14, „ 3 v. u. statt $Z_2 z_0$ lies $Z_3 z_0$.
- „ 15, „ 13 v. u. statt δ_0' lies δ_1' .
- „ 31, „ 5 v. u. statt $\sin^2 \epsilon$ lies $\sin 2\epsilon$.
- „ 59, „ 21 v. u. statt 725 lies 723.
- „ 74, „ 19 v. u. hinter Loomis fehlt ein Komma.
- „ 102, „ 11 v. o. statt $\delta + v$ lies $\delta + V$.
- „ 102, „ 7 v. u. das Mittel der ξ giebt statt 1·236 1·416, damit wird Zeile 3 v. u. $A = 237^{\circ}3$, $D = + 2^{\circ}7$, $q = 2\cdot63$.
- „ 109, „ 19 v. o. statt Serconstellation lies Sternconstellation.
- „ 115, „ 11 v. u. ist 1) zu streichen.
- „ 122, „ 16 v. o. ist 2) „ „ .
- „ 124, „ 15 v. o. ist 3) „ „ .
- „ 125, „ 5 v. u. ist 4) „ „ .
- „ 132, „ 17 v. u. ist 5) „ „ .
- „ 221, Es fehlt die Ueberschrift »Nebelflecke und Sternhaufen«.
- „ 493, Spalte 1 statt Second Radcliffe Catalogue lies Radcliffe.
- „ 493, „ 4 statt S_9 lies H und S_9 .
- „ 551, Zeile 2 v. o. statt V_0 lies v_0 .
- „ 552, „ 16 v. o. statt $\frac{\mu_0}{\mu r}$ nach dem Integralzeichen lies $\frac{\mu_0 a}{\mu r}$.
- „ 563, „ 9 v. o. z gehört über die Gradzahlen.
- „ 565, „ 7 v. o. die Formel lautet $\omega \left[1 - \frac{\mu_0^2}{\mu^2} (1 - s)^2 \right] = \epsilon$.
- „ 565, „ 10 v. o. im Wurzelausdruck statt w lies ω .
- „ 571, „ 4 v. o. statt $24'54''\cdot6$ und $22'19''\cdot6$ lies $24'24''\cdot6$ und $24'19''\cdot6$.
- „ 571, „ 4 v. u. unter dem zweiten Integralzeichen fehlt eine Klammer (
- „ 572, „ 6 v. o. fehlt vor $\frac{3}{2}$ die Klammer (
- „ 572, „ 11 v. u. statt $\cot^2 z$ lies $\cot z$.
- „ 573, „ 7 v. u. statt R_2 lies R_1 .
- „ 578, „ 17 v. o. statt $\pm \lambda''$ lies $\pm 1''$.
- „ 579, ist von oben bis Zeile 16 zu schreiben: »im Orte A_2 die Temperatur T_2 , so bestehen folgende Gleichungen, wenn kein Druckgefälle existiert,

$$\rho_1 = \rho_{01} e^{-\frac{h_1}{K T_1}} \quad \text{und} \quad \rho_2 = \rho_{02} e^{-\frac{h_2}{K T_2}},$$

won man statt der Dichte ρ_0 nun die Drucke f_0 an der Oberfläche einführen kann, und so wird

$$\rho_1 = \frac{f_0}{K T_1} e^{-\frac{h_1}{K T_1}} \quad \text{und} \quad \rho_2 = \frac{f_0}{K T_2} e^{-\frac{h_2}{K T_2}}.$$

In den Höhen h_1 und h_2 soll nun dieselbe Dichte herrschen, so wird

$$\frac{T_2}{T_1} = e^{\frac{h_1}{K T_1} - \frac{h_2}{K T_2}}$$

oder

$$\log \left(1 - \frac{T_1 - T_2}{T_1} \right) = \frac{h_1}{K T_1} - \frac{h_2}{K T_2}.$$

Ist nun T_1 von T_2 wenig verschieden, so kann man hierfür

$$T_1 - T_2 = \frac{h_1 - h_2}{K}$$

setzen. Die Neigung der Niveauläche ist, wie früher durch den Ausdruck

$$\lambda'' = \frac{h_1 - h_2}{\sin 1'' D} = \frac{K}{\sin 1''} \frac{T_1 - T_2}{D} = 6044 \frac{T_1 - T_2}{D} \quad (D \text{ in Kilometern})$$

gegeben. In Gebirgsgegenden oder an Küstenstationen wird man unbedenklich $T_1 - T_2 = \frac{1}{2}^\circ C$ auf eine Distanz von einer geographischen Meile annehmen können, Temperaturdifferenzen, die also von beständigem systematischen Charakter sind und durch die λ den Betrag von 6' erreichen würde. Hierdurch würden die Correctionen ". . . . u. s. w.

- pag. 584, Zeile 26 v. o. statt für $i - z = -10^\circ$ lies -15° .
 „ 584, „ 14 v. u. statt für $i - z = 0^\circ$ lies $+1$.
 „ 589, „ 13 v. u. statt λ^2 lies λ^{-2} .
 „ 593, „ 21 v. o. statt 7·40066 lies 7·40166.
 „ 600, „ 21 v. u. statt Temperaturaten lies Temperaturen.
 „ 601, „ 19 v. u. statt ben lies den.
 „ 605, „ 2 v. u. statt $\varphi(270 + z)$ lies $\varphi(180 + z)$.

e) Zum vierten Band.

- pag. 7, Zeile 20 v. o. statt v_0 lies v_0 .
 „ 7, „ 6 v. u. statt v lies v .
 „ 7, Figur statt (A. 44 lies (A. 446).
 „ 8, Zeile 3 v. o. statt $\frac{\alpha}{2}$ lies $\frac{\alpha}{2}$.
 „ 12, „ 16 v. u. statt l lies l_f .
 „ 12, „ 16 v. u. statt $(1 + at)$ lies $(1 + at)$.
 „ 24, „ 10 v. o. statt α lies a .
 „ 49, „ 4 v. u. statt $\sin e \sec i \cos e z$ lies $\sin e \sec i \cos e z$.
 „ 60, „ 6 v. o. statt Capricornis lies Capricorni.
 „ 97, „ 14 v. u. statt bezeichnet lies bezeichnet.
 „ 97, „ 11 v. u. statt apo lies apo.
 „ 146, „ 18 v. u. statt st lies ist.
 „ 147, „ 20 v. u. statt 0·997 lies 0·979.
 „ 149, „ 3 v. u. statt $\frac{\tau^2}{2 \arcc 1''}$ lies $\frac{\tau^2 \arcc 1''}{2}$.
 „ 152, „ 13 v. u. statt (11) lies (12).
 „ 158, „ 25 v. o. statt gegeben lies gegebenen.
 „ 162, „ 20 v. o. nach »Gleichung« fehlt »(27)«.
 „ 162, „ 12 v. u. statt (21) lies (21a).
 „ 163, „ 2 v. o. statt (23) lies (22).
 „ 173, „ 21 v. o. rechts statt 9·90734 lies 9·90734_n.
 „ 173, „ 25 v. o. statt 7·37109 lies 7·37109_n.
 „ 176, „ 24–27 v. u. statt q, h, δ lies q', h', δ' .



YD 05117



