

Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Band: 54 (1996)
Heft: 273

Artikel: Friedrich Wilhelm Bessel (1784-1846) und die Begründung der Fundamentalastronomie : eine Würdigung seiner Arbeiten anlässlich des 150sten Todestages
Autor: Verdun, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-898118>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 06.10.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>



Friedrich Wilhelm Bessel (1784 - 1846) und die Begründung der Fundamentalastronomie

Eine Würdigung seiner Arbeiten anlässlich des 150sten Todestages

A. VERDUN

Am 17. März jährte sich der 150ste Todestag des grossen Astronomen, Mathematikers und Geodäten FRIEDRICH WILHELM BESSEL. Zu diesem Anlass sollen seine wissenschaftlichen Leistungen zusammengefasst und gewürdigt werden. Grundlage dazu bilden die kürzlich erschienene BESSEL-Biographie von K. LAWRYNOWICZ [1] sowie der Beitrag von W. FRICKE in [2]. Die bedeutendsten wissenschaftlichen Arbeiten BESSELS sind die Entwicklung und Einführung neuer Reduktionsmethoden, die Erstellung des ersten Fundamentalkataloges, die Messung der jährlichen Parallaxe sowie die Entdeckung der Polschwankung. Mit diesen Leistungen begründete BESSEL die moderne Fundamentalastronomie.

Zur Vita

FRIEDRICH WILHELM BESSEL wurde am 22. Juli 1784 im deutschen Minden geboren. Dort besuchte er das Gymnasium, das er vorzeitig verliess und 1799 eine Stelle als Kaufmann in einer Handelsfirma in Bremen antrat. Während seiner Lehre erarbeitete er sich in seiner Freizeit alles Wissenswerte, was er zur Ausübung des Berufs eines Handelsreisenden zu benötigen glaubte, unter anderem auch Navigation. Um diese besser verstehen zu können, begann er sich im Selbststudium in die Astronomie und Mathematik zu vertiefen. Erste astronomische Arbeiten und die Bekanntschaft mit OLBERS veranlassten ihn 1806, kurz vor seinem Abschluss aus der Lehre auszutreten, um bei SCHRÖTER in Lilienthal eine Assistentenstelle anzunehmen, die ihm OLBERS verschafft hatte. BESSEL veröffentlichte in seiner Lilienthaler Zeit 51 Arbeiten, womit er sich internationale Anerkennung erwarb. 1810 folgte er auf Empfehlung HUMBOLDTS einem Ruf nach Königsberg, um dort eine eigene Sternwarte aufzubauen, die er 1813 auch beziehen konnte. Hier heiratete er 1812 JOHANNA HAGEN, die ihm drei Töchter und zwei Söhne schenkte. BESSEL rüstete seine Sternwarte mit den vorzüglichsten Instrumenten aus, die er damals erhalten konnte. Mit diesen vollbrachte er seine grossen wissenschaftlichen Leistungen. In Königsberg lebte und arbeitete BESSEL 36 Jahre bis zu seinem Tod. Zu seinen besten Freunden zählten sein Förderer OLBERS, zu dem er eine väterliche Beziehung hatte, sowie der etwas ältere GAUSS, der ihm zum Dokortitel verhalf und letztlich ermöglichte, dass er die Professur in Königsberg annehmen konnte. Die meisten seiner Arbeiten veröffentlichte BESSEL im *Astronomischen Jahrbuch* von BODE, in der *Monatlichen Correspondenz* von ZACH und in den *Astronomischen Nachrichten* von SCHUMACHER. Die dreibändige Ausgabe der gesammelten Werke BESSELS [3] verzeichnet über 400 Arbeiten aus den Gebieten Himmelsmechanik, Sphärische Astronomie und Astrometrie, Theorie der Instrumente, Stellarastronomie bzw. Stellarstatistik, Mathematik, Geodäsie und Geophysik, Physik und Verschiedenes. Neben den nachfolgend vorgestellten Hauptwerken sind besonders

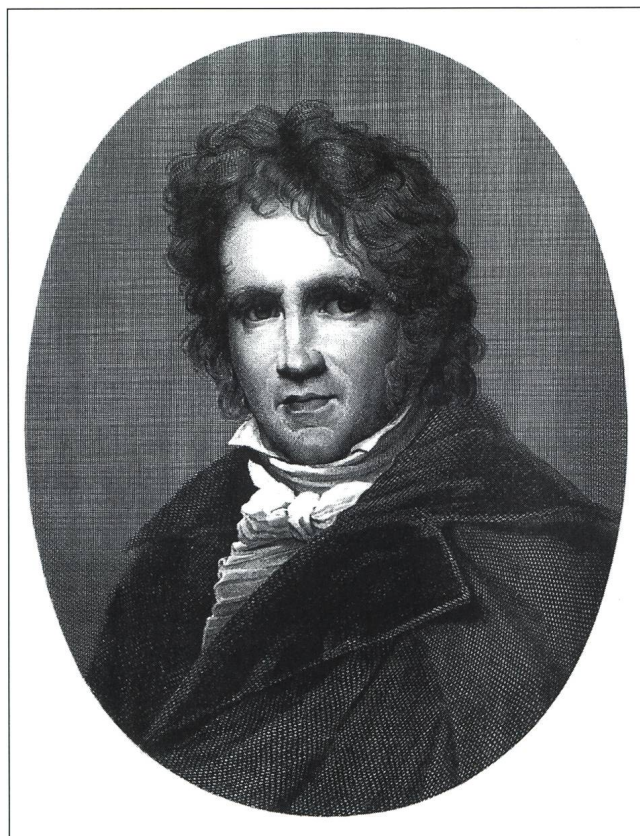


Bild 1: FRIEDRICH WILHELM BESSEL im Alter von 50 Jahren. Stich von E. MANDEL nach dem Porträt von 1834 von J. WOLFF (Aus [3]).

die 21 Bände umfassenden *Beobachtungen der Königsberger Sternwarte* sowie seine *Astronomischen Untersuchungen* von 1841/42 zu erwähnen.

Die Entwicklung neuer Reduktionsmethoden

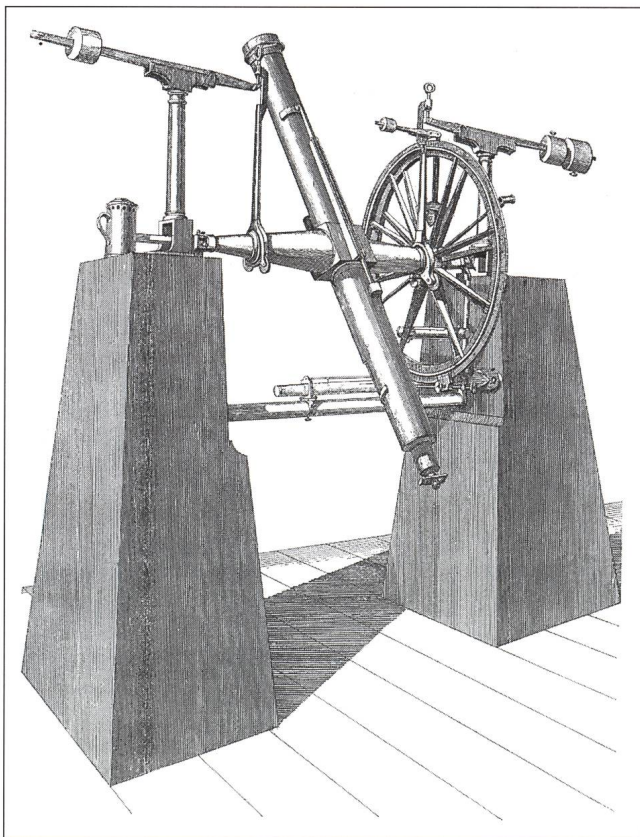
In den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts bauten FRAUNHOFER, REICHENBACH, REPSOLD und andere astrometrische Instrumente von grosser Vollkommenheit [4]. So verfügte BESSEL 1819 über einen Meridiankreis von REICHENBACH-ERTEL, 1829 über ein grosses Heliometer von FRAUNHOFER-UTZSCHNEIDER und 1841 über einen Meridiankreis von REPSOLD. BESSEL erkannte bald, dass eine Steigerung der Beobachtungsgenauigkeit durch konstruktive Verbesserungen dieser Instrumente vorläufig nicht zu erreichen war. Als erfahrener Beobachter wusste er aber auch, dass selbst bei den besten Instrumenten Messfehler auftreten. BESSEL begegnete diesem Problem, indem er sämtlichen Fehlerquellen nachspür-



te und Verfahren entwickelte, wie sie einerseits rechnerisch berücksichtigt und andererseits durch geeignete Beobachtungsmethoden verringert werden konnten. BESSEL hat sich in 25 Arbeiten mit der Theorie der astronomischen Instrumente befasst, was für ihn in erster Linie eine Theorie ihrer Fehler bedeutete. Er entwickelte eine Theorie des von BRADLEY benutzten Mauerquadranten, des Passageinstrumentes, des Meridiankreises sowie des Heliometers. Neben der Berücksichtigung der instrumentellen Fehler versuchte BESSEL sogar die «Unzulänglichkeiten» des Beobachters, die sog. persönliche Gleichung, in Rechnung zu ziehen. Dieses psychophysische Phänomen besteht darin, dass verschiedene Beobachter an ein und demselben Instrument unter gleichen Bedingungen systematisch unterschiedliche Messwerte ablesen. All diese Untersuchungen führten auf eine heute noch geltende Klassifizierung der Beobachtungsfehler, die nach dem Charakter ihres Auftretens in systematische und in zufällige Fehler unterteilt werden. BESSEL wies nach, dass die Verteilung von zufälligen Fehlern in grossen Messreihen einer Normalverteilung entspricht. Zudem führte er die bekannte Formel für die Abschätzung des mittleren quadratischen Fehlers einer gemessenen Grösse in die Fehlerrechnung ein.

Das Heranziehen und Entwickeln mathematischer Methoden zur Lösung astronomischer Probleme war für BESSEL immer von zentraler Bedeutung. Seine mathematischen Arbeiten bringen deutlich zum Ausdruck, dass er stets bestrebt war,

Bild 2: Der REICHENBACHSche Meridiankreis von 1819 war zu seiner Zeit eines der vollkommensten astrometrischen Instrumente. Mit diesem machte BESSEL seine umfangreichen Zonenbeobachtungen, in deren Folge die Zonenkataloge von WEISSE und der Berliner Akademie entstanden. (Aus [4]).



Algorithmen zu entwickeln, die für den Praktiker in geeigneten Formeln oder Tafeln darstellbar waren. Die nach ihm benannten Interpolationsformeln und die in der Himmelsmechanik häufig verwendeten Zylinderfunktionen sind nur zwei Beispiele, die illustrieren sollen, wie BESSEL bemüht war, die mathematische Theorie mit der astronomischen Praxis zu verbinden.

Neben der Theorie der Refraktion war BESSELS theoretischer und praktischer Beitrag zur Reduktion von täglicher und jährlicher Aberration und Parallaxe sowie von Präzession und Nutation so erschöpfend, dass nach ihm dieser Bereich der astronomischen Berechnungen bis heute keine wesentlichen Veränderungen erfahren hat. So werden die BESSELSchen Reduktionsformeln mit ihren Koeffizienten, den BESSELSchen Tages-Zahlen, noch heute in den Jahrbüchern angegeben.

Die Erstellung des ersten Fundamentalkataloges

Einer der grössten Verdienste BESSELS besteht darin, dass er die fundamentale Bedeutung hochpräziser Sternkataloge für die künftige Entwicklung der Positionsastrometrie klar erkannte und sich über 35 Jahre seines Lebens der Erstellung solcher Kataloge widmete. Hierbei war er bestrebt, nicht nur die Genauigkeit wesentlich zu erhöhen, sondern setzte sich - erstmalig in der Geschichte der Astronomie - auch zum Ziel, ein hochpräzises Fundamentalsystem der Sternörter durch Synthese einiger Kataloge (VON BRADLEY, LALANDE, PIAZZI, BESSEL) mit Beobachtungen aus verschiedenen Epochen zu erstellen.

Die erste, höchst bedeutsame Arbeit von BESSEL, die den Beginn der modernen Astrometrie markierte und eine ausserordentlich wichtige Rolle in der Entwicklung der Stellarastrometrie des 19. Jahrhunderts spielte, ist die 1818 erschienene *Fundamenta Astronomiae*. Ihr liegen die Beobachtungen von BRADLEY zugrunde, die jener zwischen 1750 und 1762 in Greenwich anstellte. BESSEL begann 1807 mit der Bearbeitung und Reduktion dieser Beobachtungen mit dem Hauptziel, einen möglichst genauen Sternkatalog für das Äquinoktium von 1755 zu erstellen und damit die Theorie der Refraktion, Präzession, Nutation und Aberration zu vertiefen. Ausserdem konnte er durch Vergleich der Sternörter für den Zeitabschnitt des Kataloges mit den Örtern am Anfang des 19. Jahrhunderts zuverlässige Daten über die Eigenbewegung der Sterne ermitteln. In den *Fundamenta Astronomiae* legte BESSEL die Basis für seine Reduktionstheorie. Er erstellte Refraktions-, Aberrations- und Nutationstafeln für die Reduktion der scheinbaren Sternpositionen und arbeitete Methoden zur Berücksichtigung der jährlichen Parallaxe sowie der Präzession aus. Frucht dieser Arbeit war ein Katalog von 3222 Sternpositionen, deren mittlere Fehler ± 0.16 Zeitsekunden in Rektaszension und $\pm 1''.3$ in Deklination betrug. Unter der Voraussetzung, dass die Richtungen der Eigenbewegungen der Sterne zufällig verteilt und ihre algebraische Summe für eine hinreichend grosse Anzahl von Sternen in einem gegebenen Bereich der Himmelskugel gleich Null sei, bestimmte BESSEL mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate die Lunisolarpräzession für 1750 zu $50''.34$ in Länge sowie die allgemeine Präzession, d.h. Lunisolarpräzession einschliesslich der planetaren Präzession, zu $50''.18$. Dies war die erste nach modernen statistischen Methoden gewonnene Bestimmung der Präzessionskonstanten. Die *Fundamenta Astronomiae* wurde einer der Eckpfeiler für die Astronomie des 19. Jahrhunderts und gleichzeitig der Ausgangspunkt für genaue und zuverlässige Messungen. Der BRADLEY-BESSEL-Katalog wurde noch lange zur Erstellung weiterer Sternkataloge herangezogen.

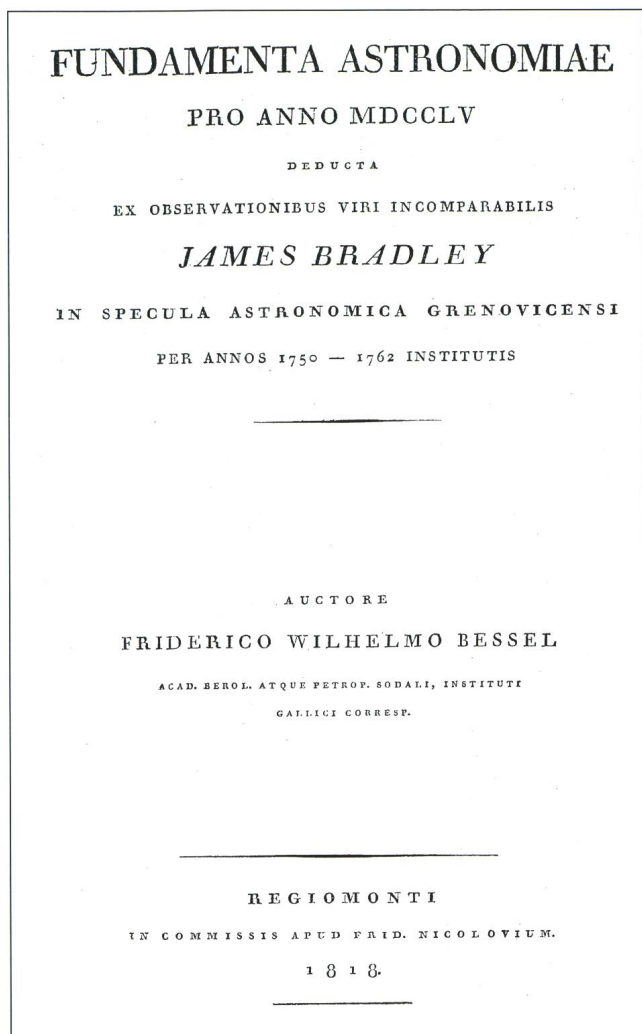


Bild 3: Titelblatt der 1818 veröffentlichten *Fundamenta Astronomiae*, in welcher BESSEL aufgrund der von BRADLEY zwischen 1750 und 1762 angestellten Beobachtungen und mit Hilfe seiner Reduktionstheorie die Positionen und Eigenbewegungen von 3222 Sternen für das Äquinoktium 1755 sowie mittels moderner statistischer Methoden präzise Werte für die Präzessionskonstanten darbieten konnte.

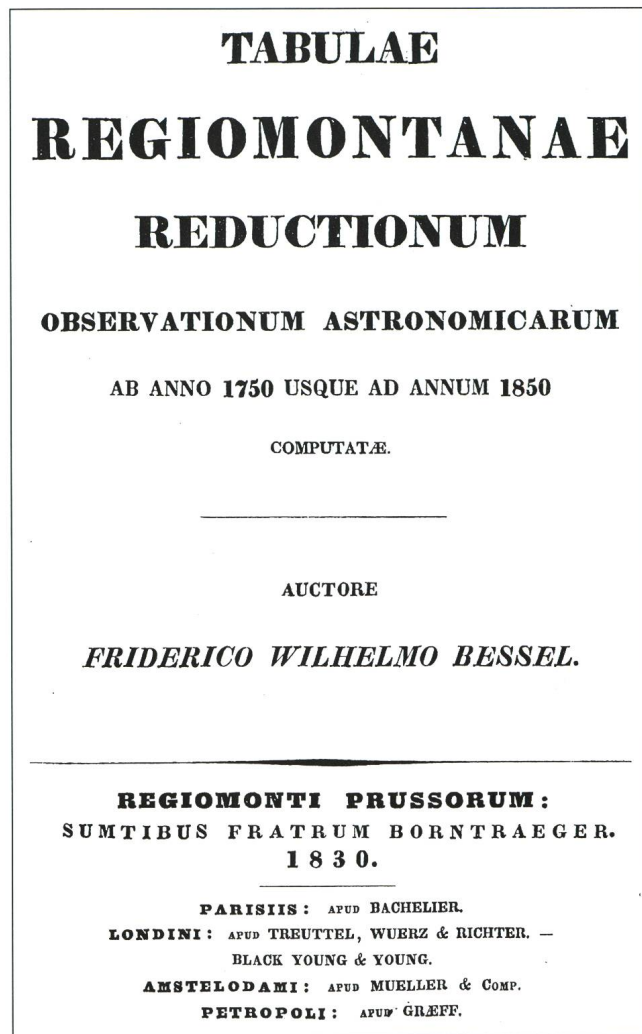


Bild 4: Titelblatt der von BESSEL 1830 veröffentlichten *Tabulae Regiomontanae* (Königsberger Tafeln), dem ersten Fundamentalkatalog in der Geschichte der Astronomie. Er enthält die hochpräzisen Koordinaten und Eigenbewegungen von 38 Sternen, deren Positionen auf absoluten Messungen beruhen und das inertielle äquatoriale Bezugssystem repräsentieren. Im ersten Teil dieser Tafeln sind in komprimierter Form BESSELS Theorie der Präzession, Nutation, Aberration und der Eigenbewegung der Sterne dargelegt.

Zusammen mit BESSELS späteren Katalogen bildeten die *Fundamenta Astronomiae* die Basis des ersten Fundamentalkatalogs der Astronomie, den 1830 von BESSEL veröffentlichten *Tabulae Regiomontanae*. Den Fundamentalkatalogen kommt in der Astronomie eine besondere Bedeutung zu: Sie liefern das grundlegende, inertielle Äquatorialsystem, d.h. die wahrscheinlichsten Werte der Rektaszensionen, Deklinationen und Eigenbewegungen von mehreren Sternen mit dem zur Epoche gültigen Wert der Präzessionskonstanten. Das Fundamentalsystem wurde, zusammen mit neuen Werten für die astronomischen Konstanten, aus etlichen Katalogen, in denen die Koordinaten der Sterne in der Regel aus absoluten Positionsmessungen bestimmt wurden, in mühsamer Rechenarbeit hergeleitet. BESSELS *Tabulae Regiomontanae* enthalten deshalb nur 38 helle Sterne 1. und 2. Größe, die vom Himmelsäquator nicht weiter als 40° entfernt sind (sog. MASKELYNE-Sterne und zwei

polnahe Sterne). Mit Hilfe der Beobachtungen der MASKELYNE-Sterne und der Sonne bestimmte BESSEL die Position des Frühlingspunktes mit einer Genauigkeit von 0.01 Sekunden. Als Ausgangskataloge für die Herleitung des Fundamentalsystems benutzte BESSEL die *Fundamenta Astronomiae* sowie zwei Kataloge, die er aufgrund von Beobachtungen in Königsberg 1815 und 1825 erstellt hatte. Somit betrug die Zeitbasis der Ausgangskataloge 70 Jahre, was BESSEL die Möglichkeit gab, die mittleren und scheinbaren Sternpositionen von 1750 bis 1850 sowie die Eigenbewegungen der Sterne hinreichend zuverlässig zu bestimmen. In den Königsberger Tafeln erhielt BESSELS Reduktionstheorie mit ihrem eleganten algorithmischen Teil, deren Ursprung in den *Fundamenta Astronomiae* liegt, ihre endgültige, ausgefeilte Form. Sie fand dank ihrer Einfachheit und Klarheit schnell allgemeine Anwendung und ist im wesentlichen bis heute unverändert geblieben.



Während der Beobachtung der MASKELYNE-Sterne Sirius und Procyon entdeckte BESSEL Veränderungen in ihrer Eigenbewegung und schloss daraus, dass diese Sterne unsichtbare Begleiter haben müssen.

BESSELS umfangreichste Arbeit bildete das Programm der Zonenbeobachtungen von 1821-1833, die zum Ziele hatten, den Himmel systematisch zu beobachten und einen Sternkatalog zu erstellen, der die Positionen aller Sterne bis zur 9. Grösse im Deklinationsbereich -15° bis $+45^\circ$ enthalten sollte. In diesen 12 Jahren machte er in insgesamt 536 Zonen die ungeheure Anzahl von 75011 Beobachtungen. Das Resultat dieser systematischen Positionsbeobachtungen sind die *Zonenkataloge*, der Zonenkatalog von WEISSE sowie die *Berliner akademischen Sternkarten*. BESSELS Schüler ARGELANDER entwickelte die Idee, Kataloge aller Sterne bis zu einer bestimmten Grösse zu erstellen, weiter und veröffentlichte in den Jahren 1859 - 1862 einen Katalog von 324198 Sternen für die Epoche 1855, die berühmte *Bonner Durchmusterung*.

Bild 5: Umschlagtitel von Blatt 23 (Zone 22 Uhr) der Akademischen Sternkarten, die nach BESSELS Vorschlägen von verschiedenen Astronomen entworfen und von der Berliner Akademie in den Jahren 1828 bis 1859 herausgegeben wurden. Die 24 Zonen umfassenden Sternkarten verzeichnen alle Sterne bis zur 9.5 Grösse zwischen -15° und $+15^\circ$ Deklination, deren Positionen auf das Äquinoktium 1800 reduziert wurden. Die abgebildete Zone 22 wurde 1832 veröffentlicht und vom BESSEL-Schüler ARGELANDER, der später die berühmte Bonner Durchmusterung herausgab, bearbeitet.

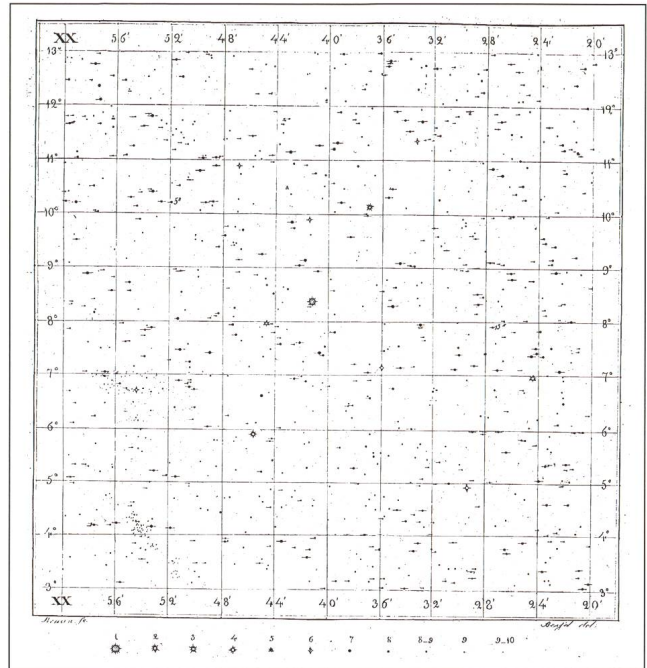
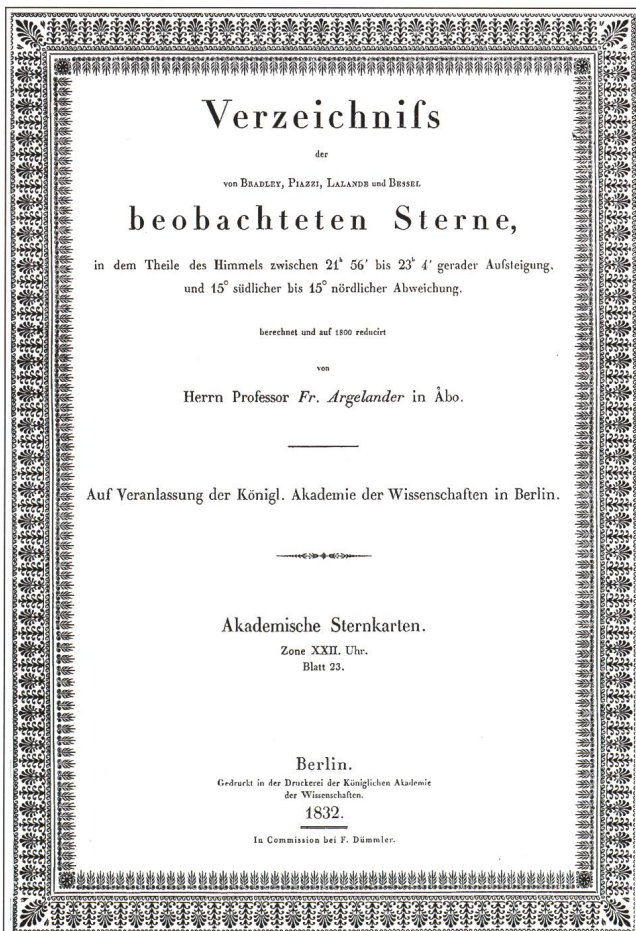


Bild 6: Das dem Vorbericht zu den Akademischen Sternkarten beigelegte Probeblatt, gültig für den Rektaszensionsbereich zwischen 19h 20m bis 20h sowie dem Deklinationsbereich $+3^\circ$ bis $+13^\circ$. Die von BESSEL vorgeschlagenen Symbole für die nur mit dem Fernrohr sichtbaren Sterne (Punkte) geben an, ob sie nach dem Augenmass eingezeichnet (kein Strich), einmal beobachtet (ein Strich) oder mehrmals beobachtet wurden (zwei Striche).

Die Messung der jährlichen Parallaxe

Die erste sichere Messung der jährlichen Parallaxe stellt einer der grössten Erfolge BESSELS dar und gilt als einer der wichtigsten Schritte in der Geschichte der Astronomie überhaupt. Die Bedeutung wird ersichtlich, wenn man sich vergegenwärtigt, dass sämtliche Entfernungsbestimmungen und somit die Kenntnis der räumlichen Struktur des Universums letztlich auf der Messung trigonometrischer Parallaxen beruhen, denn die kosmische Entfernungsskala wird anhand der jährlichen Parallaxe geeicht.

Die glückliche Kombination dreier Umstände bestimmten massgebend den Erfolg BESSELS bei der Lösung des Parallaxenproblems: persönliche, instrumentelle und methodologische. Zum ersten sind das Können und die Erfahrung, der unermüdlische Arbeitseifer sowie eine hervorragende Intuition BESSELS zu erwähnen. Zum zweiten dürfte das ausgezeichnete FRAUNHOFERSche Heliometer die erreichbare technische Leistungsfähigkeit der damaligen Zeit voll ausgeschöpft haben. Zum dritten müssen die Wahl des Sternes, dessen Parallaxe gemessen werden sollte, sowie die verwendete Messmethode schliesslich als entscheidend betrachtet werden.

Im September 1834 begann BESSEL mit parallaktischen Probebeobachtungen und 1837 mit systematischen Parallaxenmessungen. BESSEL wusste, dass der Erfolg um so wahrscheinlicher sein musste, je näher der zu untersuchende Stern sein würde. Absolut zuverlässige Kriterien bezüglich der Sternentfernung gab es damals nicht und BESSEL musste sich bei der Auswahl von indirekten Erwägungen leiten lassen. Der Stern 61 Cygni erwies sich dank seines physischen Doppelsterncharakters als besonders geeignet für die Messungen mit dem Heliometer. Er beschloss, die Abstände nicht der Komponenten

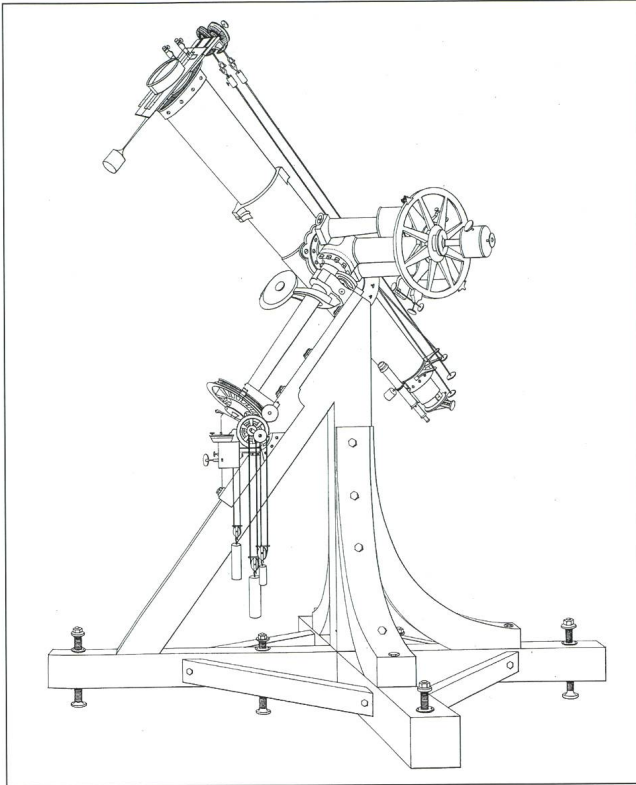


Bild 7: Das FRAUNHOFERSche Heliometer von 1826, mit dem BESSEL die erste sichere Bestimmung der Parallaxe von 61 Cygni gelang. Es ist ein äquatorial montierter Refraktor mit einem zweigeteilten Objektiv von 15.8 cm Durchmesser und einer Brennweite von 260 cm. Die Schraubenköpfe zur Verschiebung der Objektivhälften und zur Positionsdrehung des Rohres waren mit Teilungen versehen, die auf tausendstel Umdrehungen abgelesen werden konnten, was $0''.05$ des zu messenden Winkelabstandes entsprach. (Aus [3]).

dieses Doppelsterns selbst, sondern ihres Mittelpunktes von den Anschlusssternen zu messen, da er zu Recht annahm, dass man durch eine Verschiebung der Halblinsen des Objektivs die Bilder des Vergleichssterne mit grösserer Genauigkeit auf die Mitte des engen Abstandes zwischen den Komponenten eines Doppelsterns bringen konnte als die, die erforderlich war, um die Bilder von zwei Sternen zur Deckung zu bringen. Aus Beobachtungen von 1690 bis 1813 von sechs Astronomen schätzte BESSEL die Umlaufperiode der beiden Komponenten von 61 Cygni auf 350 Jahre und wies damit nach, dass dieser Doppelstern tatsächlich ein physischer und kein optischer ist.

BESSEL führte vom 16. August 1837 bis zum 2. Oktober 1838 eine erste, eine volle Jahresperiode umfassende, Beobachtungsreihe durch. Nach den Beobachtungsergebnissen stellte er 183 Bedingungsgleichungen auf, die er nach der Methode der kleinsten Quadrate für jede Komponente löste und folgende Werte für deren Parallaxe erhielt: $0''.3690 \pm 0''.0283$ für die erste und $0''.2605 \pm 0''.0278$ für die zweite Komponente. 1840 verfügte BESSEL über 402 Beobachtungen und bestimmte daraus eine Parallaxe von $0''.3483 \pm 0''.0095$. Obwohl STRUVE und HENDERSON gleichzeitig mit BESSEL Parallaxenmessungen durchführten, wies keine dieser Messungen den hohen Zuverlässigkeitsgrad auf wie jene BESSELS. Dies dürfte der Grund sein, warum man allgemein BESSEL die Priorität der ersten Parallaxenbestimmung zuschreibt.

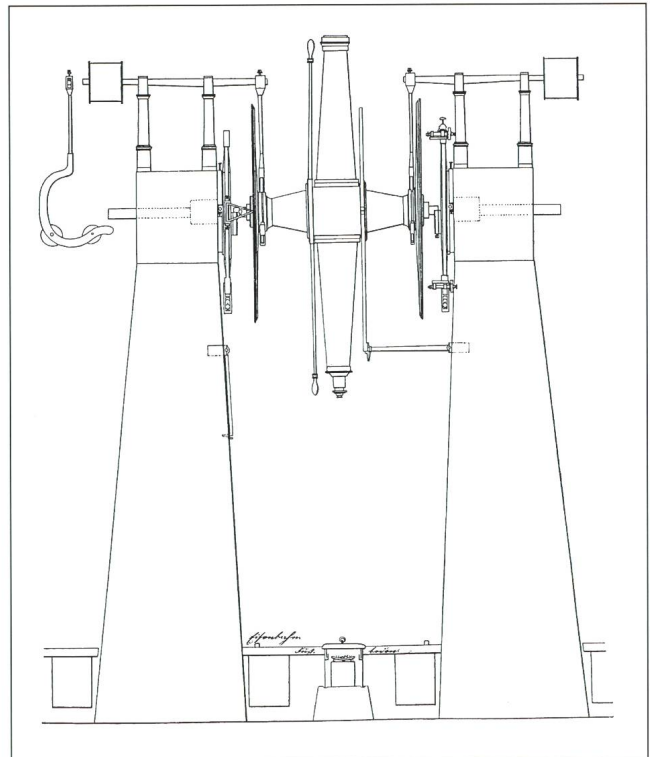
Die Entdeckung der Polschwankung

Hinsichtlich der Anzahl der Arbeiten innerhalb des gesamten wissenschaftlichen Nachlasses nimmt bei BESSEL die Geodäsie hinter der Astronomie den zweiten Platz ein. Zu diesen Arbeiten gehören einerseits Probleme zur Theorie der geodätischen Messungen und andererseits praktische Gradmessungen und Landvermessungen.

BESSEL erforschte die Länge des Sekundenpendels für die Verwendung gravimetrischer Methoden, analysierte die Idee zur Schaffung eines Urlängenmasses und entwickelte ein neues mathematisches Modell zur Beschreibung der Figur der Erde. Zu seiner Zeit war das BESSEL-Ellipsoid das genaueste Modell der Figur der Erde und ist als erste Näherung heute noch gültig.

Die mathematische Behandlung der Rotation der Erde war bisher geschehen unter der Voraussetzung, dass die Erde ein homogenes, starres Rotationsellipsoid ist; in dieser Form geht das Problem auf EULER zurück, der die nach ihm benannten Differentialgleichungen integrierte. EULER zeigte, dass eine freie Nutation, die sog. Polschwankung, existieren muss und bestimmte ihre Periode zu 305 Tagen. Unter etwas abweichenden Voraussetzungen versuchte BESSEL 1820, die EULERSche Nutation mit dem REICHENBACHSchen Meridiankreis der Königsberger Sternwarte nachzuweisen. Indem er die Azimute des Meridiankreises einer Ausgleichung unterwarf, erhielt er für den Winkel zwischen momentaner Rotationsachse und Figurenaxe der Erde den Wert $0''.110 \pm 0''.136$. Da aus diesem Resultat, wenn überhaupt, nur eine geringfügige Änderung der Polhöhe folgen würde, schien BESSEL die Sache vorerst als abgetan gehalten zu haben. In einem Brief an HUMBOLDT vom 1. Juli 1844 schrieb er jedoch: «Ich schreibe

Bild 8: Der REPSOLDSche Meridiankreis von 1841. Beobachtungen an diesem Instrument führten BESSEL auf die Vermutung über die Veränderlichkeit der Polhöhe. (Aus [4]).



VSA AR

4. Internationale Astronomie-Woche 10.–17. August '96

Beobachtungs- und Vortragswoche für Amateurastronomen mit optimalen Beobachtungsbedingungen von 2000–2700 m Höhe im bekannten Kurort Arosa/Schweiz. Leicht verständliche Referate von bestausgewiesenen Wissenschaftlern, mit denen auch der persönliche Gedankenaustausch möglich ist.

Vielfältige Vorträge: von allg. Astronomie, Astrophysik bis zu den aktuellsten Projekten. Kursgeld für die gesamte Woche (ohne Kost/Logie): sFr. 200.–, Unterkunft in jeder Preiskategorie möglich.

Weitere Auskünfte und Anmeldung beim Veranstalter: Volkssternwarte Schanfigg Arosa VSA, Postfach, CH-7029 Peist
Tel. 0041 61 692 71 46, Fax 0041 61 267 30 12
<http://www.ekt.iet.ethz.ch/vsa/vsa.html>

Arosa⁺
1800 Meter Höhe

Ihnen etwas, das noch unreif ist. Ich habe Verdacht gegen die Unveränderlichkeit der Polhöhe. Meine sehr schön untereinander stimmenden Beobachtungen mit dem neuen Kreise verkleinern die Polhöhe fortwährend, vom Frühling 1842 bis jetzt zwar nur um 0»3, aber selbst diese Kleinigkeit scheint mir nicht ein Beobachtungsfehler zu sein; denn nach meiner jetzigen Beobachtungsart wird alles eliminiert was constanten Einfluss auf die Mittel der einzelnen Sätze haben könnte. Ich denke dabei an innere Veränderungen des Erdkörpers, welche Einfluss auf die Richtung der Schwere erlangen». Der definitive Nachweis der Polschwankung gelang erst KÜSTNER 1884/5 [5].

Epilog

BESSEL hat die praktische Astronomie grundlegend reformiert. Vom Durchdenken der Konstruktion einzelner Instrumente und der Berücksichtigung ihrer Fehlerquellen bis zur Reduktion von Beobachtungen und dem Erstellen eines Sternkataloges: die Methoden und Theorien sind durch ihn grundlegend überarbeitet oder überhaupt erst geschaffen worden. Zudem erkannte er, wie enorm wichtig es ist, über lange Beobachtungsreihen zu verfügen. Eines der Ergebnisse dieser Reform war die Erhöhung der Genauigkeit in der Bestimmung der Sternkoordinaten um eine Größenordnung, was für die nachfolgenden Entwicklungen in Himmelsmechanik und Stellarastronomie von entscheidender Wichtigkeit war. BESSELS Beitrag zur Wissenschaft kann aus zwei untrennbar miteinander verbundenen Teilen bestehend zusammengefasst werden: aus dem, was er gemacht, und aus dem, wie er es gemacht hat. Ohne das Zweite konnte das Erste nicht sein: Ohne den virtuosen Beobachter BESSEL, der alle Feinheiten seines Instrumentes gründlich kannte, und ohne den einfallreichen Mathematiker und Algorithmiker BESSEL konnte es den BESSEL jener wissenschaftlichen Leistungen nicht geben, der die moderne Fundamentalastronomie begründete.

Die Beobachtungs- und Auswertemethoden sowie die Instrumente und Detektoren haben sich seither geändert: Anstelle des Auges werden heute CCD-Detektoren, anstelle von Papier und Bleistift Hochleistungs-Computer eingesetzt. Die traditionelle Geodäsie wurde durch die Satellitengeodäsie abgelöst. Eine der wichtigsten Zielsetzungen der Fundamentalastronomie ist jedoch geblieben: Die Bestimmung eines erd- und raumfesten Bezugssystems und ihre Beziehung zueinander. Mit Hilfe des Global Positioning System (GPS), dem Satellite Laser Ranging (SLR) sowie der CCD-Astrometrie wird heute versucht, dieses Ziel zu erreichen.

Literatur:

- [1] LAWRYNOWICZ, K.: *Friedrich Wilhelm Bessel 1784 - 1846. Vita Mathematica*, VM 9, Birkhäuser Verlag, Basel, 1995.
- [2] GILLISPIE, C. C.: *Dictionary of Scientific Biography*. New York, 1970. Vol. 2, pp. 97-102.
- [3] ENGELMANN, R.: *Abhandlungen von Friedrich Wilhelm Bessel*. 3 Vols., Verlag von Wilhelm Engelmann, Leipzig, 1875-76.
- [4] REPSOLD, J.A.: *Zur Geschichte der astronomischen Messwerkzeuge*. 2 Vols., Verlag von Wilhelm Engelmann, Verlag von Emmanuel Reinicke, Leipzig, 1908-1914.
- [5] PRZYBYLLOK, E.: *Polhöhen-Schwankungen. Sammlung Vieweg*, Heft 11, Friedrich Vieweg & Sohn, Braunschweig, 1914, p. 8.

ANDREAS VERDUN
Astronomisches Institut der Universität Bern
Sidlerstrasse 5, CH-3012 Bern