

Göttinger Bibliotheksschriften 30

„Wie der Blitz einschlägt, hat sich das Räthsel gelöst“

Carl Friedrich Gauß in Göttingen

Herausgegeben von Elmar Mittler

Katalogredaktion:
Silke Glitsch und Helmut Rohlfing

Göttingen 2005

Ausstellung im Alten Rathaus am Markt vom 23. 2.–15. 5. 2005



GAUSS-GESELLSCHAFT

Gefördert durch:

STIFTUNG NIEDERSACHSEN

Unterstützt von:



UNIVERSITÄTSBUND GÖTTINGEN

Koordination und Betreuung der Ausstellung:



© Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen 2005

Redaktionelle Assistenz: Meike Holodiuk • Anica Rose

Satz: Michael Kakuschke • Umschlag: Optex Werbeagentur

Digital Imaging: Martin Liebethuth • Einband: Burghard Teuteberg

ISBN 3-930457-72-5

ISSN 0943-951X

Zum Geleit	
<i>Kurt von Figura, Jürgen Danielowski, Axel Wittmann</i>	7
<i>Elmar Mittler</i>	9
Tabellarischer Lebenslauf von Carl Friedrich Gauß	
<i>Axel Wittmann</i>	11

Gauß als Mensch – Herkunft und frühe Begabung

Herkunft, Schul- und Studienzeit von Carl Friedrich Gauß	
<i>Peter Ullrich</i>	17
<i>Exponate A.</i>	30
Der junge Gauß und seine Welt der Mathematikbücher	
<i>Karin Reich</i>	35
<i>Exponate B.</i>	48

Mathematik

Gauß – der geniale Mathematiker	
<i>Manfred Denker, Samuel James Patterson</i>	53
<i>Exponate C.</i>	67
Logarithmentafeln – Gauß' „tägliches Arbeitsgeräth“	
<i>Karin Reich</i>	73
<i>Exponate D.</i>	87
17 gleiche Ecken und Kanten mit Zirkel und Lineal	
<i>Hans Vollmayr</i>	90
Gauß' geistige Väter: nicht nur „summus Newton“, sondern auch „summus Euler“	
<i>Karin Reich</i>	105
<i>Exponate E.</i>	115
Von Gauß über Riemann zu Einstein – die mathematischen Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie	
<i>Katharina Habermann</i>	118
<i>Exponate F.</i>	128

Astronomie und Landesvermessung

Carl Friedrich Gauß und sein Wirken als Astronom	
<i>Axel Wittmann</i>	131
<i>Exponate G.</i>	145
Carl Friedrich Gauß und die Geodäsie	
<i>Dieter Kertscher</i>	150
<i>Exponate H.</i>	164

Physik und Geophysik

Der elektromagnetische Telegraph von Gauß und Weber

<i>Arnulf Timm</i>	169
<i>Exponate J</i>	184

Carl Friedrich Gauß und der Erdmagnetismus

<i>Nicolaas Rupke</i>	188
<i>Exponate K</i>	202

Wissenschaftliche Instrumente und Praxis

Gaußens „geschickter Mechaniker“

<i>Klaus Hentschel</i>	205
<i>Exponate L</i>	217

Die Verbindungen zwischen Carl Friedrich Gauß
und der Instrumentenbauerfamilie Repsold in Hamburg

<i>Jürgen W. Koch</i>	220
<i>Exponate M</i>	234

Der praktische Gauß – Präzisionsmessung für den Alltag

<i>Kathryn Olesko</i>	236
<i>Exponate N</i>	254

Gauß, die Konzertsaalakustik und der Asteroid Pallas:
Zwei Miszellen

<i>Manfred R. Schroeder</i>	259
<i>Exponate O</i>	261

Gauß als Mensch – Gauß in Göttingen

Göttingen zur Zeit von Carl Friedrich Gauß

<i>Ernst Böhme</i>	263
<i>Exponate P</i>	276

Carl Friedrich Gauß als Wissenschaftler und als Mensch
im Spiegel seiner Korrespondenz

<i>Menso Folkerts</i>	281
<i>Exponate Q</i>	298

Carl Friedrich Gauß' Beschäftigung mit der russischen Sprache

<i>Werner Lehfeldt</i>	302
<i>Exponate R</i>	311

Gauß-Zitate

<i>Claudia Leuner-Haverich</i>	315
--	-----

Zum Geleit

Carl Friedrich Gauß, der 1777 in Braunschweig geboren wurde und 1855 in Göttingen starb, zählt zu den größten Wissenschaftlern aller Zeiten. Von bahnbrechender Bedeutung sind seine Forschungen auf den Gebieten der Astronomie, der Mathematik, der Landesvermessung, der Physik und der Geophysik: Sie erregten sogleich internationales Aufsehen, gaben einer Vielzahl von Fachgebieten neue Impulse und bilden nach wie vor die Grundlage zahlreicher Errungenschaften in den modernen Naturwissenschaften und in der Technik. Ein halbes Jahrhundert lang lebte und arbeitete Gauß in Göttingen und lehnte selbst lukrative Angebote aus dem In- und Ausland ab, um bis zu seinem Tode als Ordinarius und Direktor der Göttinger Sternwarte arbeiten zu können.

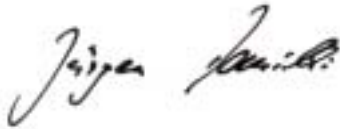
Die weltweite und bis in die heutige Zeit reichende Ausstrahlung und Wirkung des Gelehrten haben die Georg-August-Universität und ihr wissenschaftliches Renommee geprägt. Gauß war der erste bedeutende Mathematiker der noch jungen Göttinger Universität, die sich in seiner Wirkungszeit zu einem international anerkannten Zentrum der Mathematik entwickelte. Zu seinen Erben zählen so bedeutende Göttinger Mathematiker wie Bernhard Riemann, Felix Klein und David Hilbert. Als Direktor der Göttinger Universitäts-Sternwarte, der bis heute einzigen staatlichen Sternwarte in Niedersachsen, schuf Gauß eine weltweit bekannte Säule der Naturwissenschaften und der später gegründeten Fakultät für Physik. Zu seinen Nachfolgern zählte Karl Schwarzschild, einer der Begründer der modernen Astrophysik. Auf besondere Weise war Gauß mit seiner Stadt verbunden. So berichtet der Göttinger Physiologe Rudolph Wagner, dass das Gauß im Jahre 1849 verliehene Ehrenbürgerrecht ihm „unter allen Anerkennungen, welche er empfangt, ... die liebste war.“

Aus Anlass der 150. Wiederkehr des Todestages von Gauß am 23. Februar 2005 veranstalten die Georg-August-Universität, die Stadt Göttingen und die Gauß-Gesellschaft e.V. das GAUSSJAHR 2005. Angeboten wird eine Fülle von Veranstaltungen, die nur durch das hohe Engagement der vielen Kooperationspartner aus der Wissenschaft, der Wirtschaft, der Schule und den Medien zu Stande kommen konnte.

Im Zentrum des Gaußjahres steht die Ausstellung „Wie der Blitz einschlägt, hat sich das Räthsel gelöst‘ – Carl Friedrich Gauß in Göttingen“, die vom 23. Februar bis zum 15. Mai im Alten Rathaus am Markt zu sehen ist. Ihr wie auch den zahlreichen anderen Aktivitäten wünschen wir viele interessierte Besucher.



Prof. Dr. Kurt von Figura
Präsident der Georg-August-Universität Göttingen



Jürgen Danielowski
Oberbürgermeister der Stadt Göttingen



Dr. Axel Wittmann
Geschäftsführendes Vorstandsmitglied der Gauß-Gesellschaft e.V.

Die Ausstellung „Wie der Blitz einschlägt, hat sich das Räthsel gelöst‘ – Carl Friedrich Gauß in Göttingen“ dokumentiert die herausragende Bedeutung eines Wissenschaftlers, der auf besondere Weise mit Göttingen verbunden ist. Sie steht im Zentrum des Gaußjahres 2005, mit dem die Georg-August-Universität, die Stadt Göttingen und die Gauß-Gesellschaft e.V. Gauß anlässlich der 150. Wiederkehr seines Todestages am 23. Februar 2005 ehren. Mehr als 200 Exponate, unter ihnen historische Forschungsinstrumente und Modelle, wertvolle Handschriften und Druckwerke, Porträts, Stadtansichten und Gegenstände des alltäglichen Lebens, veranschaulichen das gesamte Spektrum seines wissenschaftlichen Werkes, seine theoretischen wie praktischen Arbeiten ebenso wie sein Leben in Göttingen. Computeranimierte virtuelle Präsentationen und PC-Arbeitsstationen machen seine Forschungen und Entdeckungen für jeden Besucher nachvollziehbar.

Ermöglicht wurde die Ausstellung durch die finanzielle Förderung der Stiftung Niedersachsen und die Unterstützung des Universitätsbundes Göttingen sowie der Sparkasse Göttingen. Ihre Betreuung wurde der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek anvertraut. Dr. Helmut Rohlfing und Dr. Silke Glitsch sei für die inhaltliche und technische Koordination herzlicher Dank ausgesprochen. Ihre Arbeit wurde durch die Georg-August-Universität, die Stadt Göttingen sowie die Gauß-Gesellschaft in vielfältiger Weise unterstützt. Die Exponate der Ausstellung stammen aus den Beständen der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek, der Universitäts-Sternwarte Göttingen, des Universitätsarchivs, der Sammlungen der Universitätsinstitute, des Städtischen Museums Göttingen und der Gauß-Gesellschaft. Für weitere Leihgaben danken wir der Sartorius AG, dem Städtischen Museum Braunschweig, dem Stadtarchiv Braunschweig, der St. Petersburger Filiale des Archivs der Russischen Akademie der Wissenschaften, dem Pfunds-Museum Kleinsassen/Rhön und zahlreichen Privatpersonen.

An dem begleitenden Katalog haben sich dankenswerterweise Wissenschaftler aus den Vereinigten Staaten, aus der Schweiz, aus ganz Deutschland und natürlich vornehmlich aus Göttingen beteiligt. Die technische Vorbereitung des medienneutral (als Druck und im Internet) publizierten Bandes lag in den Händen von Herrn Michael Kakuschke. Der Katalog wird durch eine CD-ROM ergänzt, die von Herrn Matthias Ohm erarbeitet und von Herrn Tobias Möller-Walsdorf unterstützt wurde. Die vorbereitenden Digitalisierungsarbeiten übernahm Herr Martin Liebetruh (GDZ). Herr Wulf Pförtner und Herr Arno Westermann meisterten den anspruchsvollen Ausstellungsaufbau auch unter großem Zeitdruck in bewährter Zuverlässigkeit.

„Wie der Blitz einschlägt, hat sich das Räthsel gelöst“ – mit diesen Worten beschreibt Gauß in einem Brief eine plötzliche Eingebung, die ihn zu einer wichtigen zahlen-

theoretischen Entdeckung führte. Eben diese „Blitzschläge“ seiner Genialität hoffen wir mit der Ausstellung vermitteln zu können.

A handwritten signature in black ink, reading "Elmar Mittler". The script is cursive and fluid, with the first name "Elmar" and the last name "Mittler" clearly distinguishable.

Prof. Dr. Dr. h. c. Elmar Mittler

Direktor der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen

Tabellarischer Lebenslauf von Carl Friedrich Gauß

Axel Wittmann

- 1777** Am 30. April wird Johann Carl Friedrich Gauß in Braunschweig geboren. Eltern: Gerhard (genannt Gebhard) Dietrich Gauß (1744–1808) und dessen zweite Ehefrau Dorothea Gauß, geb. Benze (1743–1839). Gauß, dessen Talent für Zahlen schon im Kindesalter auffällt, verwendet den Vornamen Johann ab 1794 nicht mehr. Gauß ist Einzelkind, hat aber einen Stiefbruder aus der ersten Ehe seines Vaters.
- 1784–1792** Gauß besucht 1784–1788 die „Büttnersche Schreib- und Rechenschule“, 1788–1792 das Katharinen-Gymnasium („Catharineum“) und 1792–1795 das Collegium Carolinum („Carolineum“) in Braunschweig. Ab 1791 ist Gauß Begabtenstipendiat des Herzogs Carl Wilhelm Ferdinand (1735–1806). Am Carolineum beschäftigt sich Gauß mit der Häufigkeitsverteilung der Primzahlen, der Entwicklung des arithmetischen und des geometrischen Mittels in Potenzreihen und der Entwicklung seiner „Methode der kleinsten Quadrate“ (veröffentlicht 1809).
- 1795–1798** Studium an der Universität Göttingen; Immatrikulation in der philosophischen Fakultät (die damals auch Mathematik, Physik und Astronomie umfasste) am 15. Oktober 1795. Gauß studiert zunächst Altphilologie und Mathematik, letzteres bei Gotthelf Abraham Kästner (1719–1800). Freundschaft mit Farkas (Wolfgang) Bolyai (1775–1849), später Professor der Mathematik in Ungarn. Auf mathematischem Gebiet ist Gauß im wesentlichen Autodidakt, u.a. entdeckt er 1795 das Fundamentaltheorem der quadratischen Reste. 1796 Studienfachwechsel zugunsten der Astronomie anstelle der Philologie und Beginn des – bis 1814 geführten – „mathematischen Tagebuchs“ mit der Entdeckung eines Beweises für die Konstruierbarkeit des regelmäßigen 17-Ecks (erste eigene Veröffentlichung). Ab 1797 Untersuchung der elliptischen und der lemniskatischen Funktionen.
- 1798–1799** Rückkehr nach Braunschweig, 1798 Fertigstellung des 1796 begonnenen mathematischen Hauptwerks „Disquisitiones Arithmeticae“ (veröffentlicht 1801). Promotion an der Landesuniversität Helmstedt am

16. Juli 1799 mit einer Arbeit über den ersten vollständigen Beweis des Fundamentalsatzes der Algebra.

- 1800–1801** Gauß lebt als staatlich besoldeter Privatgelehrter in Braunschweig. Beginn der astronomischen und der geodätischen Schaffensperiode. 1800 Entwicklung der „Gauß’schen Osterformel“. Briefliche Mitwirkung (Beratung) bei der trigonometrischen Aufnahme von Westfalen. 1801 Ermöglichung der Wiederentdeckung des von Giuseppe Piazzi entdeckten, aber wieder verloren gegangenen Kleinplaneten Ceres durch neuartige Bahnrechnungen; dadurch Weltruhm als Mathematiker und Astronom.
- 1802–1804** Briefwechsel mit berühmten Astronomen (Olbers, Zach u.a.). Gauß hält Ausschau nach einer Stellung als Astronom und liest als Fachzeitschrift die „Monathliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde“. 1802 korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg. Gauß lehnt einen Ruf als Astronom nach St. Petersburg 1803 ab, u.a. weil in Braunschweig eine eigene Sternwarte für ihn geplant ist. Am 13. November 1802 wird Gauß Mitglied der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften (heutige Akademie der Wissenschaften) zu Göttingen. 1803 Grundsteinlegung der Sternwarte Göttingen; Olbers bringt Gauß als deren Leiter in Vorschlag.
- 1805–1806** Am 9. Oktober 1805 heiratet Gauß Johanna Elisabeth Rosina Osthoff (1780–1809). Am 21. August 1806 Geburt des ersten Kindes Carl Joseph (1806–1873). Am 10. November 1806 stirbt Herzog Carl Wilhelm Ferdinand an seiner Verletzung; damit verliert Gauß seinen Gönner und Förderer.
- 1807** Im Juli 1807 wird Gauß zum ordentlichen Professor der Philosophie und Direktor der Universitäts-Sternwarte nach Göttingen berufen. Laut Berufungsschreiben besteht seine wichtigste Verpflichtung an der Universität Göttingen darin, die Sternwarte zu leiten. Gauß bleibt Professor in Göttingen bis zu seinem Tode im Jahre 1855, seinen Beruf bezeichnet er als „Astronom und Geometer“.
- 1808–1816** Am 29. Februar 1808 (Schaltjahr) Geburt des zweiten Kindes Wilhelmine (1808–1840); am 14. April 1808 Tod des Vaters in Braunschweig. 1808–1816 wohnt Familie Gauß im Hause Kurze Str. 15, danach in der Sternwarte. 1809 Veröffentlichung des astronomischen Hauptwerks:

„Theoria motus ...“, einer fundamentalen Arbeit zur Theorie der Bahnbewegung der Himmelskörper. Am 10. September 1809 Geburt des dritten Kindes Ludwig (1809–1810). Am 11. Oktober 1809 Tod der ersten Ehefrau Johanna Gauß. 1810 Lalande-Preis des Institut de France für eine Arbeit über die Pallas-Störungen; Ablehnung von Rufen nach Berlin und Leipzig. Am 4. August 1810 in Göttingen Heirat mit Friederica Wilhelmine („Minna“) Waldeck (1788–1831). Am 29. Juli 1811 Geburt des vierten Kindes Eugen (1811–1896). 1812 Untersuchungen über unendliche Reihen. 1813 Abhandlung über hypergeometrische Reihen. Am 23. Oktober 1813 Geburt des fünften Kindes Wilhelm (1813–1883), gleichzeitig Aufstellung eines lange gesuchten Satzes über biquadratische Reste. 1814 Veröffentlichung einer Methode zur genäherten Integration.

1816–1818 1816 Fertigstellung der Sternwarte, Umzug in Dienstwohnung im Westflügel. Beschaffung von Instrumenten bei Reichenbach, Ertel, Fraunhofer und Utzschneider in München/Benediktbeuren (die Reise nach Berchtesgaden ist die weiteste Reise, die Gauß je gemacht hat). Am 9. Juni 1816 Geburt des sechsten Kindes Therese (1816–1864). Am 29. November 1816 wird Gauß zum Königlichen Hofrat ernannt. 1817 Optische Untersuchungen über Achromaten. Mutter Gauß zieht nach Göttingen. Im Oktober 1818 Reise nach Lüneburg, geodätische Beobachtungen (Anregung zum Heliotrop). 1818 „Determinatio attractionis, ...“, eine fundamentale Arbeit über die säkularen Störungen der Bahnelemente eines Planeten.

1820 Auftrag König Georgs IV. zur Triangulation des Königreichs Hannover. Beginn der Errichtung des „Südlichen Meridianzeichens“ bei Friedland. Am 4. September 1820 wird Gauß auswärtiges Mitglied der Académie Royale des Sciences in Paris und am 5. Juni 1820 auswärtiges Mitglied der Royal Society of Edinburgh.

1821–1825 Leitung und Durchführung der hannoverschen Gradmessung. 1820 Erfindung des Heliotrops (am 22. 7. 1821 erstmals Heliotroplicht vom Inselsberg auf dem Hohen Hagen). Differentialgeometrische Untersuchungen (angeregt durch die geodätischen Arbeiten). 1821 Besuch des Königs von Großbritannien und Hannover in der Göttinger Sternwarte. 1821 besucht Gauß letztmals kurz seine Vaterstadt Braunschweig. 1824 Messungen um Zeven (dort sogenannte „Gaußbohle“ in Kirche St. Vitii). Am 5. April 1824 (Gregorianischer Kalender) aus-

wärtiges Mitglied der St. Petersburger Akademie; Gehaltserhöhung auf 2500 Thaler. 1825–1845 hannoversche Landesvermessung fortgesetzt durch Müller, Hartmann und Gauß' Sohn Joseph; Berechnung der fast 3000 trigonometrischen Punkte aber durch C. F. Gauß selbst.

- 1827–1830** Differentialgeometrisches Hauptwerks „Disquisitiones generales circa superficies curvas“ (Allgemeine Untersuchung über krumme Flächen). Darin u.a. Ausführungen zur konformen Abbildung der Erdoberfläche auf ebene Flächen (spätere sog. „Gauß-Krüger-Koordinaten“). 1828 Mitglied der „Kommission zur Regulierung des Maßwesens“; Gauß widmet sich nun der Prüfung und Eichung von amtlichen Maßstäben und Gewichten. 1829 Untersuchungen zur Kapillarität und zum „Prinzip des kleinsten Zwangs“. Am 13. Oktober 1830 wandert Sohn Eugen nach Amerika aus.
- 1831–1833** 1831 Berufung von Wilhelm Weber (1804–1891) als Professor der Physik nach Göttingen. Beginn der physikalischen Schaffensperiode von Gauß und der Zusammenarbeit mit Weber. Am 12. September 1831 Tod der zweiten Frau Minna, geb. Waldeck (von nun an führt Tochter Therese den Gauß'schen Haushalt). Erste magnetische Versuche, Konstruktion des Bifilar-Magnetometers. 1831 Untersuchungen zur Physik der Kristalle. Am 13. April 1832 wird Gauß zum Mitglied der Royal Astronomical Society ernannt. April 1833: Erfindung und Bau des ersten elektromagnetischen Telegraphen (Drahtleitung Sternwarte–Physikalisches Cabinet). 1833 grundlegende Arbeit über den Erdmagnetismus: „Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata“, darin Einführung des sogenannten „absoluten physikalischen Maßsystems“. 1834 Bau des „magnetischen Observatoriums“ im Vorgarten der Sternwarte.
- 1836–1837** Sohn Joseph Gauß bereist Amerika. Gründung des „Magnetischen Vereins“ zur Erforschung des Erdmagnetismus. Am 19. September 1837 Hundertjahrfeier der Georgia Augusta (Gauß hält einen Vortrag über das sogenannte „Gauß'sche Inklinatorium“), anwesend ist auch Alexander von Humboldt. Am 29. Oktober 1837 heiratet Sohn Wilhelm eine Nichte des Astronomen Bessel und emigriert in die USA. Am 1. November 1837 Aufhebung der Verfassung durch den König von Hannover; Protest der „Göttinger Sieben“ (darunter Wilhelm Weber und Gauß' Schwiegersohn Georg Ewald). Weber wird seines Amtes enthoben; geht 1843 nach Leipzig, kehrt 1849 nach Göttingen zurück.

- 1838** Verleihung der Copley-Medaille der Royal Society of London für die Arbeiten zum Erdmagnetismus. Abhandlung zur Begründung der Potentialtheorie.
- 1839–1842** Am 18. April 1839 Tod der Mutter Dorothea Gauß in Göttingen. Am 18. März 1840 heiratet Sohn Joseph Gauß in Stade Sophie Erythropel (1818–1883). Von diesem Ehepaar stammen sämtliche heute in Deutschland lebende Nachfahren ab. Am 12. August 1840 Tod der Tochter Wilhelmine (genannt Minna), Gattin des Orientalisten Ewald in Tübingen. 1842 Verleihung der Friedensklasse des Ordens Pour le mérite; Ablehnung eines Rufes nach Wien.
- 1843–1845** „Dioptrische Untersuchungen“ und „Untersuchungen über Gegenstände der höheren Geodäsie“, vorgelegt der Göttinger Societät 1843. 1845–1846 ist Gauß zum dritten (und letzten) Mal Dekan der Philosophischen Fakultät. Am 1. Juli 1845 Ernennung zum „Geheimen Hofrath“.
- 1846–1850** Reorganisation der Witwen- und Waisenkasse der Universität (Begründung der Versicherungsmathematik). Gauß wird kränklich und leidet zunehmend an Schlaflosigkeit. 1846 zweite Abhandlung „Untersuchungen über Gegenstände der höheren Geodäsie“ vorgelegt. Am 10. April 1849 Geburt des einzigen in Deutschland geborenen Enkelkinds Carl August Gauß (1849–1927). 1849 goldenes Doktorjubiläum; Gauß wird Ehrenbürger der Städte Braunschweig und Göttingen. Jubiläumsabhandlung „Beiträge zur Theorie der algebraischen Gleichungen“.
- 1852** Gauß lässt den berühmten Pendelversuch von Léon Foucault mit einem von ihm verbesserten Pendel wiederholen (letzte wissenschaftliche Arbeit von Gauß).
- 1855** Im Januar 1855 Plakettenbildnis von Christian Heinrich Hesemann im Auftrag des Königs (letztes Lebendbildnis von Gauß; heute auf Grabmal). Am 23. Februar 1855 um 1.02 Uhr morgens stirbt Gauß in seinem Lehnstuhl sitzend, um 2 Uhr wird sein Sohn in Hannover telegraphisch(!) informiert. Am 26. Februar 1855 Todesanzeige in der „Hannoverschen Zeitung“; Trauerfeier in der Sternwarte und Begräbnis auf dem Albani-Friedhof in Göttingen (Familiengrab). Zahllose posthume Ehrungen (Medaillen, Gedenktafeln, Briefmarken, Banknoten usw.) bis heute.

GAUSS ALS MENSCH – HERKUNFT UND FRÜHE BEGABUNG

Herkunft, Schul- und Studienzeit von Carl Friedrich Gauß

Peter Ullrich

Die Konstruktion des regelmäßigen Siebzehnecks mit Zirkel und Lineal (1796), die Dissertation über den „Fundamentalsatz der Algebra“ (1799), die „Disquisitiones arithmeticae“ (1801) und die Wiederentdeckung der Ceres (1801) machten Carl Friedrich Gauß immer größeren Kreisen der wissenschaftlichen Welt seiner Zeit bekannt. Bis der aus ärmlichen und eher bildungsfernen Verhältnissen stammende Gauß jedoch diese Stellung erreichte, waren viele Hürden zu überwinden.

1. Familiäre und soziale Herkunft

Am 30. April 1777 wurde Johann Friedrich Carl Gauß in Braunschweig geboren.¹ Seine Eltern waren Gebhard Dietrich Gauß (1744–1808) und dessen zweite Frau Dorothea, geb. Benze (1743–1839). Das Geburtshaus, die Nr. 1550 am Wendengraben in Braunschweig (später: Wilhelmstraße 30), hatte bereits sein Großvater Jürgen Gooss (Gauß) erworben. Aus der ersten Ehe des Vaters hatte Carl Friedrich einen Stiefbruder, Johann Georg Heinrich Gauß (1769–1854), aber sonst keine weiteren Geschwister.

Der Familienname Gauss, der auch in den Schreibweisen Gaus, Goss, Goess, Gooss, Goes und Goos vorliegt, ist in der Gegend nördlich von Braunschweig häufiger anzutreffen. Gauß' Vater stammte aus einer kleinbäuerlichen Familie, aber bereits der Großvater, Jürgen Gooss, war 1739 nach Braunschweig gezogen und hatte dort Hausbesitz erworben, wenn auch zunächst nicht das Gauß'sche Geburtshaus. Jürgen Gooss übte im Sommer den Beruf des Lehmentierers (Lehmmaurers) aus und im Winter den des Gassen- (bzw. Haus-)Schlächters, was eine zu jener Zeit nicht unübliche Verbindung war.

Jürgen Gooss' Sohn Gebhard Dietrich, Gauß' Vater, war zuerst sein Gehilfe, trug später aber den Titel „Wasserkunstmeister“, arbeitete also unter anderem an der städtischen Kanalisation; in den letzten 15 Jahren seines Lebens widmete er sich haupt-

1 Mit dem ersten Vornamen „Johann“ schrieb er sich auch noch im Februar 1792 am Collegium Carolinum zu Braunschweig ein, gab allerdings bald danach als seine Vornamen nur „Carl Friedrich“ an.

sächlich der Gärtnerei. Außerdem war er Rechnungsführer einer Sterbekasse. Ohne dass Details seiner Schulbildung bekannt wären, ist aus seinen beruflichen Tätigkeiten doch zu schließen, dass er lesen, schreiben und – sogar mit einer gewissen Geläufigkeit – rechnen konnte. Die wichtigste biographische Quelle über ihn ist ein Brief, den Gauß am 27. März 1810 an seine spätere zweite Frau, Minna Waldeck (1788–1831), schrieb. Diesem Brief ist auch zu entnehmen, dass er kein enges Verhältnis zu seinem Vater hatte; er beschreibt ihn als „ehrlich, arbeitsam, engstirnig und reizbar“.

Gauß' Verhältnis zu seiner Mutter war hingegen deutlich positiver, wie dem genannten Brief ebenfalls entnommen werden kann. Dorothea Benze, Tochter des früh verstorbenen Steinhauers Christoph Benze aus dem nahe Braunschweig gelegenen Velpke, war 1769 nach Braunschweig gezogen und hatte dort bis zu ihrer Heirat mit Gebhard Dietrich Gauß am 25. April 1776 als Magd gearbeitet. Auch wenn sie nur lesen, nicht aber schreiben konnte, führte Gauß seine intellektuellen, insbesondere seine mathematischen, Fähigkeiten auf die Familie seiner Mutter zurück. In diesem Zusammenhang ist auch ihr jüngerer Bruder Johann Friedrich Benze zu nennen, der nicht nur selbständig die Damastweberei erlernte, sondern der generell über intellektuelle Fähigkeiten verfügte, die Gauß nach dem Tod Johann Friedrichs im Jahre 1809 zu der Klage veranlassten, es sei ein geborenes Genie in ihm verloren gegangen.²

2. Frühe Belege des mathematischen Talents

Die uns bekannten Berichte über Gauß' bereits im Kleinkindalter hervortretende geistige Fähigkeiten entstammen offenbar den Erinnerungen seiner Familie, insbesondere denen seiner Mutter. Gauß selbst hat diese Erzählungen in seinen späteren Lebensjahren wiederholt zu Gehör gebracht, wobei er wohl auf eigene Ausschmückungen verzichtete³. Auch wenn also nicht sämtliche Details als historisch verbürgt angesehen werden können, geben diese Berichte doch einen Eindruck davon, wie Gauß und seine Begabung von seiner Umgebung wahrgenommen wurden.

So sagte Gauß selbst über sich: „Ich konnte früher rechnen als sprechen.“⁴ Auch soll er als eben erst Dreijähriger einen Fehler in den Lohnabrechnungen seines Vater für seine Maurergehilfen entdeckt haben.⁵ Dass Gauß dies offenbar ohne schriftliche Berechnungen bewerkstelligen konnte, belegt nicht nur seine Affinität zu Zahlen,

2 Zu weiteren Details zur Familiengeschichte vgl. Dunnington, G. Waldo: Gauss: Titan of Science, New York 1955, S. 4–10, 376 ff. und Sartorius von Waltershausen, W.: Gauss zum Gedächtnis, Leipzig 1856, S. 8–10.

3 Sartorius, a.a.O., S. 10.

4 Michling, H.: Carl Friedrich Gauß – Episoden aus dem Leben des Princeps mathematicorum, 3. Aufl., Göttingen 1997, S. 11; auch Dunnington, a.a.O., S. 11.

5 Sartorius, a.a.O., S. 11–12.

sondern auch seine beachtliche Gedächtnisstärke, die für seine späteren wissenschaftlichen Erfolge außerordentlich hilfreich war.⁶ Verbunden war diese Fähigkeit mit einer überaus schnellen Auffassungsgabe, die Gauß auch zum eigenständigen Lernen befähigte, was in der Erzählung zum Ausdruck kommt, er habe von den Bewohnern des elterlichen Hauses die Aussprache der Buchstaben erfragt und so – neben dem Rechnen – auch das Lesen noch vor seiner Einschulung selbst erlernt.⁷

Über diese grundlegenden intellektuellen Fähigkeiten hinaus finden sich in den Gaußschen Kindheitserzählungen bereits Hinweise auf seinen kreativen Umgang mit Zahlen, so in einem Bericht, der schildert, wie seiner Klasse im dritten Schuljahr die Aufgabe gestellt wurde, eine arithmetische Folge zu addieren.⁸ Gauß verließ sich dabei nicht auf seine Fähigkeiten im raschen numerischen Rechnen – auch wenn diese ihm sicherlich gestattet hätten, die Addition schneller als alle seine Klassenkameraden durchzuführen – sondern benutzte, wenn man dem Bericht glauben darf, offenbar eine geschickte Vereinfachung der Rechnung: Zumeist heißt es, dass es um die Addition aller Zahlen von 1 bis 100 gegangen sei. Dabei lassen sich die erste und die letzte Zahl, also 1 und 100, zu einem Paar zusammenfassen, das die Summe 101 ergibt, ebenso die zweite und die vorletzte Zahl, 2 und 99, usw. Insgesamt erhält man so 50 Zahlenpaare, die jeweils die Summe 101 ergeben, mithin insgesamt 5050 als Gesamtergebnis. Diese Lösung ist zwar nicht erst von Gauß entwickelt worden: Sie war schon in der griechischen Antike bekannt, etwa im 2. Jahrhundert v. Chr. bei Hypsikles, und findet sich auch in den um 800 n. Chr. entstandenen und Alkuin von York (um 735–804) zugeschriebenen „*Propositiones ad acuendos iuvenes*“ [„Aufgaben zur Schärfung des Geistes der Jünglinge“]. Die Leistung des ungefähr neunjährigen Gauß lässt aber schon seine Fähigkeit erahnen, auch rein numerische Rechnungen nicht schematisch, sondern unter Verwendung möglichst vieler Vereinfachungen und auch Kontrollen durchzuführen.

3. Schulzeit und Lehrer

Bemerkenswert an der letztgenannten Erzählung ist auch, dass sie erst Gauß' drittes Schuljahr betrifft: 1784 wurde Gauß an der Catharinen-Volksschule, einer der für die Elementarbildung zuständigen braunschweigischen Schreib- und Rechenschulen, eingeschult, aber über die ersten beiden dort verbrachten Schuljahre ist offenbar nichts

6 Dabei hatte sein Umgang mit Zahlen spielerische Züge, wie die von ihm geführten Listen belegen, etwa der in Schritten gemessenen Distanzen von der Göttinger Sternwarte zu Orten, die er häufig aufsuchte, oder der Lebensdauer bedeutender Männer, die er in Tagen zählte (ebd., S. 89).

7 Ebd., S. 11.

8 Ebd., S. 12f.

Berichtenswertes überliefert. Erst mit Gauß' 1786 erfolgtem Eintritt in die Rechenklasse wurde sein Talent auch von Seiten der Schule zur Kenntnis genommen. Zur Entschuldigung seines Lehrers J. G. Büttner sei angemerkt, dass die Klassen zu dieser Zeit mehr als vierzig Schüler umfassten, dass also auch ein Kind, das zum Zeitpunkt seiner Einschulung bereits lesen konnte, nicht mit einer besonderen Förderung zu rechnen hatte. Als Folge der eben geschilderten bemerkenswerten Episode begriff Büttner aber wohl, dass er Gauß keine ihm neuen Kenntnisse vermitteln konnte und besorgte ihm stattdessen aus Hamburg ein neues Rechenbuch.⁹ Dieser Kauf stellte für Gauß die erste Gelegenheit dar, sich mit – wenn auch zunächst sehr elementarer – Fachliteratur auseinander zu setzen.

3.1 *Johann Martin Bartels*

Allerdings brauchte Gauß sich zunächst nicht auf ein reines Selbststudium zu beschränken, sondern er hatte das Glück, von Johann Martin Bartels (1769–1836) angeleitet zu werden. Bartels diente Büttner als Gehilfe, war aber keine acht Jahre älter als Gauß und stammte aus ähnlichen sozialen Verhältnissen wie dieser, wohnte sogar ebenfalls am Wendengraben. Ähnlich wie es bei Gauß einige Jahre später der Fall sein sollte, wurde Bartels vom Herzog von Braunschweig gefördert und konnte ab 1788 am Collegium Carolinum studieren, später auch in Helmstedt und Göttingen; von 1794 bis 1804 war er Gymnasialprofessor in Reichenau in der Schweiz.

Gemeinsam arbeiteten sich Bartels und Gauß in mathematische Literatur ein, die das Niveau der Catharinen-Volksschule und auch des Gymnasiums erheblich überschritt: Seit Bartels' Eintritt in das Collegium Carolinum standen auch der binomische Lehrsatz (mit sämtlichen in der Schule der „combinatorischen Analysis“ erarbeiteten Folgerungen) und unendliche Reihen auf dem Lehrplan.¹⁰

Die Verbindung zwischen Bartels und Gauß blieb auch erhalten, nachdem Bartels Braunschweig verlassen hatte. Von 1805 bis 1807 lebten die beiden erneut in Braunschweig, das Bartels dann verließ, um nach Kasan (Russland) zu gehen, während Gauß ein Studium in Göttingen aufnahm. In Kasan war Bartels einer der Mathematikprofessoren Nikolaj Ivanovič Lobačevskijs (1792–1856), der später unabhängig von Gauß die nichteuklidischen Geometrie entdecken sollte.¹¹ Der – wenn auch sehr unregelmäßige – Briefwechsel zwischen Bartels und Gauß blieb auch nach Bartels' Wechsel nach Dorpat (Tartu) im Jahre 1821 bis zu dessen Tode bestehen.

9 Zu Details vgl. Dunnington, S. 13, Fußnote 1.

10 Ebd., S. 14.

11 Mit Wolfgang (Farkas) Bolyai (1775–1856), dem Vater von Johann (Janos) Bolyai (1802–1860), dem dritten – offenbar ebenfalls unabhängigen – Entdecker war Gauß seit 1796 befreundet.

Auf Initiative von Bartels und mit der Unterstützung Büttners, der Gauß' Vater von der Richtigkeit dieses Schrittes überzeugte¹², wechselte Gauß im Jahre 1788 an das Gymnasium Katharineum, dessen Eingangsklasse er sogleich übersprang. War der Besuch der Volksschule auch für Kinder aus ärmlichen Verhältnissen zu jener Zeit durchaus üblich, so bedeutete der Gymnasialbesuch im Hinblick auf Gauß' sozialen Hintergrund eine Besonderheit, die etwa auch dadurch zum Ausdruck kam, dass er dort zunächst das Hochdeutsche erlernte (in der Familie wurde Plattdeutsch gesprochen). Dabei zeigte sich sein außergewöhnliches Sprachtalent; denn auch die alten Sprachen lernte er ohne Schwierigkeiten. Die Mathematik blieb dennoch das Fach, in dem er am eindrucksvollsten glänzte: Der Mathematiklehrer am Katharineum, Professor Hellwig, urteilte, sein Mathematikunterricht sei für Gauß überflüssig.¹³

3.2 *Eberhard August Wilhelm (von) Zimmermann*

Es war Bartels, der in die Wege leitete, dass Gauß wenige Jahre nach seinem Wechsel an das Katharineum Eberhard August Wilhelm Zimmermann (1743–1815) vorgestellt wurde, der seit 1766 Professor für Mathematik, Physik und Naturgeschichte am Collegium Carolinum in Braunschweig war. Zum einen wurde er an dieser Institution, die neben der Landesuniversität Helmstedt den Bildungsbedürfnissen des Landes diente, von 1792 bis 1795 Gauß' erster akademischer Lehrer. Zum anderen verfügte Zimmermann auch über gute Beziehungen zum braunschweigischen Hof.¹⁴ Diese Kontakte nutzte er, um Gauß' Förderung durch den Herzog Carl Wilhelm Ferdinand von Braunschweig zu erreichen, wobei er diesem einen neuen Leibniz oder Newton versprach. Zimmermann, dem Gauß zeitlebens für seine Unterstützung zutiefst dankbar war und mit dem er bis zu dessen Tod in Korrespondenz stand, ermöglichte darüber hinaus im Jahre 1796 Gauß' erste Publikation eines Resultates, nämlich die Ankündigung der Konstruierbarkeit des regelmäßigen Siebzehneckes allein mit Zirkel und Lineal.

4. Institutionelle Förderung

Braunschweig war seit 1671 die Residenzstadt der Herzöge von Braunschweig-Wolfenbüttel. Seit 1780 regierte Herzog Carl Wilhelm Ferdinand (1735–1806), ein Vertreter des aufgeklärten Absolutismus, der das Ideengut der Physiokraten teilte und der von 1782 bis 1790 den späteren preußischen Staatsreformer Karl August von Hardenberg (1750–1822) zu seinen Beratern zählte.

12 Ebd., S.13f.

13 Ebd., S. 14f.

14 Seit 1786 war Zimmermann Hofrat, 1796 wurde er geadelt und 1802 zum Geheimrat ernannt.

Gauß wurde dem Herzog im Jahre 1791 über die Vermittlung Zimmermanns vorgestellt. Bei dieser Audienz erhielt der Primaner des Katharineums zahlreiche Geschenke: zunächst ein mathematisches Besteck, das Zimmermann besorgt hatte¹⁵, und, wohl aus der Hand des Staatsministers Feronce von Rotenkreutz (1723–1799), die zweibändige Tafelsammlung von Johann Carl Schulze (1749–1790) aus dem Jahr 1778. Außerdem wurde Gauß' weitere Ausbildung sichergestellt, indem ihm eine Freistelle am Collegium Carolinum zugesagt wurde, die er vom Februar 1792 bis zum Herbst 1795 innehatte. Schließlich erhielt er ab dem 20. Juli 1791 ein Stipendium von zehn Talern pro Jahr, das am 12. Juni 1792 bis zum Abschluss seiner Ausbildung am Collegium Carolinum verlängert wurde.

Die Förderung begabter Landeskinder gehörte durchaus zum Selbstverständnis aufgeklärter Autokraten: Das Collegium Carolinum war 1745 zur Ausbildung von Offizieren und Beamten für den Staatsdienst, aber auch von Kaufleuten, Ingenieuren und Architekten gegründet worden. Neben Gauß selbst profitierten mehrere Personen aus seinem Umkreis, etwa Bartels, von dieser Unterstützung, die nicht auf die Herkunft, sondern nur auf die Leistung gegründet war.¹⁶

Bis zu seinem Tod im Jahre 1806, den er als Folge der Verletzungen in der Schlacht von (Jena und) Auerstedt erlitt, förderte Herzog Carl Wilhelm Ferdinand den jungen Gauß: Neben dessen Ausbildung am Collegium Carolinum finanzierte er durch ein Stipendium von 158 Talern jährlich und die Gewährung freier Verpflegung auch sein Studium in Göttingen. Nach Gauß' Rückkehr nach Braunschweig im Jahre 1798 wurde das Stipendium verlängert und im Jahre 1801 auf 400, zwei Jahre später auf 600 Taler jährlich erhöht. Auch übernahm der Herzog die Kosten des Drucks der Gauß'schen Dissertation. Dieser brachte im Gegenzug seine Dankbarkeit für die erwiesenen Wohltaten etwa in der Widmung seines ersten Buches, den 1801 erschienenen „Disquisitiones arithmeticae“, zum Ausdruck.

5. Das Collegium Carolinum

Das 1745 unter Herzog Carl I. von Braunschweig-Lüneburg gegründete Collegium Carolinum gilt als älteste Technische Hochschule der Welt und ist eine Vorläuferinstitution der heutigen Technischen Universität Carolo-Wilhelmina in Braunschweig. Gemäß ihres Anspruches und auch ihres tatsächlichen Niveaus stand diese Einrichtung, in die sich Gauß am 18. Februar 1792 einschrieb und an der er bis zum Sommer 1795 blieb, deutlich über einem Gymnasium, erreichte aber nicht das Niveau einer Universität.

15 Ebd., S. 16.

16 Vorausgesetzt natürlich, diese Leistung wurde bekannt. Ob selbst ein Gauß überhaupt gefördert worden wäre, hätte er nicht in der Residenzstadt gelebt, bleibe dahingestellt.

Neben Geschichte und Philosophie, alten und neuen Sprachen und ihrer Literatur wurden hier Rechts-, Staats-, und Wirtschaftswissenschaften, Mathematik und Naturwissenschaften gelehrt. Der Bildungsanspruch erstreckte sich dabei nicht nur auf rein intellektuelle, sondern auch auf ästhetische und natürlich auf moralische Aspekte. Wie bereits erwähnt, stand sie (bei entsprechenden Leistungen) Schülern aller Stände offen; andererseits waren ihre Angehörigen hoffähig.

Am Collegium Carolinum schloss Gauß mehrere Freundschaften, die ein Leben lang bestehen sollten, so mit Arnold Wilhelm Eschenburg (1778–1861), der Sohn eines Carolinum-Professors war und der seit 1797 in Göttingen Rechte und Finanzen studierte, sowie mit Johann Joseph Anton Ide (1775–1806), der wie Gauß aus ärmlichen Verhältnissen stammte und wie dieser in Göttingen Mathematik studierte, wenn auch erst seit Oktober 1796.¹⁷

5.1 *Mathematische Interessen*

Während seiner Zeit am Collegium Carolinum studierte Gauß die zu seiner Zeit aktuelle mathematische Literatur, unter anderem Werke von Isaac Newton (1642/43–1727), Leonhard Euler (1707–1783) und Joseph-Louis Lagrange (1736–1813). Nach unserem heutigem Kenntnisstand fasste er sie schnell und richtig auf, konzentrierte sich aber nicht auf ein einziges Gebiet, sondern griff – fast erratisch – alles auf, was ihn ansprach. So beschäftigte er sich mit dem Quadratischen Reziprozitätsgesetz, das er unabhängig von den Vorarbeiten Eulers (1740) und auch von den Resultaten Adrien-Marie Legendres (1752–1833) entwickelte, der es 1785 explizit aufgestellt hatte, allerdings nur mit Hilfe einer damals unbewiesenen Annahme beweisen können. (1796 fand Gauß einen vollständigen Beweis für das Gesetz). Bereits 1795 entwickelte er die Methode der kleinsten Quadrate zum Ausgleich von Messfehlern, die allerdings Legendre vor ihm publizierte, wenn auch erst im Jahre 1805. Daneben interessierte Gauß sich für das arithmetisch-geometrische Mittel, eine Funktion zweier Zahlen, die durch Iterierung der Bildung von arithmetischem und geometrischem Mittel entsteht und die der Theorie der elliptischen Funktionen angehört, einem von Euler begründeten Forschungsgebiet.

5.2 *Primzahlvermutung*

Gauß' Überlegungen zur Verteilung der Primzahlen wurden zwar nicht von ihm selbst mit einem Beweis gekrönt, sie geben aber ein instruktives Beispiel dafür, wie Gauß,

17 Zu diesen engeren, auch während des Universitätsstudiums gepflegten Jugendfreundschaften kam in Göttingen im Wesentlichen nur noch die mit Wolfgang Bolyai hinzu.

hier als fünfzehn-, sechzehnjähriger Kollegiat des Collegiums Carolinum, mathematische Probleme anging. Angeregt wurde er vermutlich durch Arbeiten Eulers, mit denen dieser die analytische Zahlentheorie begründet hatte. Dabei wurde unter anderem danach gefragt, wie sich die Primzahlen innerhalb aller natürlicher Zahlen verteilen.

Seit 1791 befand Gauß sich im Besitz von Logarithmentafeln. Neben den bereits erwähnten Tafeln Schulzes besaß er auch diejenigen Johann Heinrich Lamberts, die ihm sein Onkel Johann Friedrich Velpke geschenkt hatte. Diese Tafeln enthielten Tabellen, in denen sämtliche Primzahlen unterhalb einer Grenze aufgelistet wurden. Allerdings zeigten diese Aufstellungen keine offensichtliche Gesetzmäßigkeit. Gauß zählte nun die Primzahlen ab, aber nicht naiv, sondern systematisch über ganze Abschnitte der natürlichen Zahlen, vermutlich in der Hoffnung, dass sich das erratische Verhalten der Primzahlen herausmitteln könne. Und in der Tat entdeckte er, dass sich die relative Anzahl der Primzahlen in einem Zahlenintervall (etwa der Länge 1000) mit zunehmend größeren Zahlen immer mehr dem natürlichen Logarithmus der Anfangszahl des Intervalls annähert. Diese Beobachtung ließ sich in die Vermutung umsetzen, der zufolge die Anzahl der Primzahlen unterhalb einer gegebenen Zahl durch elementar berechenbare Funktionen angenähert wird. Beweisen konnte Gauß diese Vermutung jedoch nicht. Dies geschah erst 1896, also mehr als 100 Jahre nach ihrer Aufstellung durch Gauß, unabhängig voneinander durch Jacques Hadamard (1865–1963) und Charles de la Vallée-Poussin (1866–1962).

6. Universitätsstudium in Göttingen

Auch das zu jener Zeit auf dem Höhepunkt seines Ruhmes stehende Collegium Carolinum konnte Gauß bald keine weitere intellektuelle Anregung mehr bieten, zumindest nicht auf dem Gebiet der Mathematik. Hinsichtlich der Wahl Göttingens als Studienort herrscht bislang keine Einigkeit darüber, ob Gauß gegen den (zumindest ursprünglichen) Wunsch des Herzogs in das „ausländische“ (weil zum Kurfürstentum Hannover gehörende) Göttingen ging¹⁸ oder ob dieser keine Einwände hatte¹⁹.

Die Wahrheit wird vermutlich in der Mitte liegen: Da das Herzogtum Braunschweig(-Lüneburg) seit 1574 in Helmstedt eine Landesuniversität besaß, hätte es der Herzog sicherlich befürwortet, wenn Gauß dort studiert hätte. Andererseits war Helmstedt zu jener Zeit vornehmlich in den Bereichen Theologie und Jura ausgewiesen, während Göttingen schon damals einen hervorragenden Ruf in den Naturwissenschaften besaß. Der Herzog bzw. seine Berater sahen wohl ein, dass Gauß aus einem

18 So Bühler, W. K.: Gauss. Eine biographische Studie, Berlin u.a. 1987, S. 14.

19 So Dunnington, a.a.O., S. 22.

Studium in Göttingen größere Vorteile ziehen könne. Das Stipendium für Gauß wurde jedenfalls über seine drei Studienjahre in Göttingen hinweg weiter ausgezahlt.²⁰

Die Qualität der Göttinger Universitätsbibliothek wird häufig als der für Gauß maßgebliche Grund seiner Studienortswahl angegeben. Diese Begründung scheint er selbst erst später gegeben zu haben.²¹ Die Ausleihverzeichnisse belegen aber, dass Gauß die Bestände der Göttinger Universitätsbibliothek intensiv nutzte.²²

Gauß verließ Braunschweig am 11. Oktober 1795 und immatrikulierte sich am 15. Oktober an der Georgia Augusta. Seine Wohnung nahm er zuerst in der Gotmarstraße 11, ab Ostern 1796 in der Kurzen Geismarstraße 30. Neben Veranstaltungen zur Philosophie besuchte er zunächst Vorlesungen in klassischer Philologie und in der höheren Mathematik. Dabei begeisterte ihn insbesondere der Altphilologe Christian Gottlob Heyne (1729–1812). Angesichts der Erfahrung, dass seine Begabung für alte Sprachen zumindest auf dem Gymnasium als größer galt als seine mathematischen Fähigkeiten, hätte damit für Gauß durchaus die Möglichkeit bestanden, sich dieser Studienrichtung zuzuwenden. Eine Vorliebe für die klassische Literatur erhielt er sich noch bis in sein hohes Alter.

Gefallen fand Gauß aber auch an den Vorlesungen Georg Christoph Lichtenbergs (1742–1799), der den Lehrstuhl für Mathematik und Experimentalphysik innehatte. Auch zu dem Extraordinarius für Astronomie Carl Felix Seyffer (1762–1822) pflegte er ein gutes, wenn auch vornehmlich persönliches Verhältnis. Als enttäuschend hingegen empfand Gauß Abraham Gotthelf Kästner (1719–1800). Den Professor für Mathematik, der neben vielen mathematischen Lehrbüchern auch zahlreiche Epigramme schrieb, kritisierte Gauß zeitlebens; er galt ihm als „der führende Mathematiker unter den Dichtern und der führende Dichter unter den Mathematikern“. Aus Gauß' Hand stammt eine Karikatur Kästners, die den Wissenschaftler vor einer Tafel mit einer fehlerhaften Addition zeigt.

Trotz dieser negativen Erfahrungen und trotz des hohen Ansehens altphilologischer Studien widmete Gauß sich seit 1796 ausschließlich den Fächern Mathematik und Astronomie. Dazu mag einerseits beigetragen haben, dass er schon seit langem das eigenständige Studium gewöhnt war; in Göttingen galt sein Interesse vor allen Dingen den Werken Eulers und Lagranges. Darüber hinaus waren Gauß Ende März oder Anfang April 1796 anlässlich eines Braunschweiger Ferienaufenthaltes Entdeckungen gelungen, die – so war ihm bewusst – ihm in mathematischen Kreisen be-

20 Bereits hier sei jedoch angemerkt, dass die Universität Helmstedt seit 1788 mit Johann Friedrich Pfaff (1765–1825) einen fachlich renommierten Professor der Mathematik besaß. Dies war auch Gauß bekannt, der bereits 1793 dessen Buch „Versuch einer neuen Summationsmethode nebst anderen damit zusammenhängenden analytischen Bemerkungen“ erworben hatte.

21 Bühler, a.a.O., S. 14, Dunnington, a.a.O., S. 21f.

22 Dunnington, a.a.O., S. 398–404.

trächtliches Ansehen eintragen würden: So gelang ihm am 8. April 1796 ein vollständiger Beweis des Quadratischen Reziprozitätsgesetzes, an dem, wie bereits erwähnt, Legendre gescheitert war. Der Überlieferung nach²³ war die für seinen weiteren Lebensweg noch ausschlaggebendere Entdeckung allerdings die der Konstruierbarkeit des regelmäßigen Siebzehneckes mit Zirkel und Lineal, die ihm wenige Tage zuvor, am 30. März 1796, gelungen war.

6.1 *Konstruierbarkeit des regelmäßigen Siebzehneckes mit Zirkel und Lineal*

Seit der griechischen Antike war bekannt, dass das regelmäßige (d.h. das gleichseitige) Dreieck, das regelmäßige Viereck (d.h. das Quadrat) und das regelmäßige Fünfeck unter alleiniger Verwendung von Zirkel und Lineal konstruiert werden können, ebenso die Vielecke, deren Eckenzahl aus 3, 4 und 5 durch (gegebenenfalls iteriertes) Verdoppeln entsteht. Gauß gelang es, nach über zwei Jahrtausenden diese Resultate zu erweitern, indem er zeigte, dass sich auch das regelmäßige Siebzehneck mit Zirkel und Lineal konstruieren lässt. Bemerkenswert war, dass er dabei keine geometrische Theorie zu Grunde legte, sondern das Problem auf eine algebraisch-arithmetische Fragestellung zurückführte, die ihm erlaubte, im Prinzip für jede Eckenzahl zu entscheiden, ob das zugehörige Vieleck mit Zirkel und Lineal konstruierbar ist.

Gauß legte dieses Ergebnis Kästner umgehend vor, musste aber am 26. Mai 1796 Zimmermann brieflich mitteilen, dass jener – zumindest zunächst – dafür überhaupt kein Verständnis habe aufbringen können.²⁴ Zimmermann hatte dagegen die Gauß'sche Ankündigung des Ergebnisses bereits am 18. April 1796 beim „Intelligenzblatt der allgemeinen Litteraturzeitung“ eingereicht, wo es auch am 1. Juni 1796 veröffentlicht wurde.

Gauß wies in dieser Schrift zum einen auf die klassische Tradition hin, die durch sein Resultat ergänzt wurde. Zum anderen deutete er an, dass er an einer allgemeinen Theorie der Konstruierbarkeit arbeite. Diese Theorie wurde im siebten Kapitel der „Disquisitiones Arithmeticae“ publiziert, Gauß' fundamentalem Werk zur Zahlentheorie, in dem sich auch zwei Beweise des Quadratischen Reziprozitätsgesetzes finden. Geplant hatte Gauß dieses Buch schon 1796, erste Teile des Manuskriptes waren bereits 1797 fertig gestellt, die Publikation sollte sich aber noch bis 1801 verzögern.

Im Jahre 1796 begann Gauß, ein „Mathematisches Tagebuch“ zu führen, in dem er seine Ergebnisse notierte. Es beginnt mit dem Eintrag „Principia quibus innititur sectio circuli, ac divisibilitas eiusdem geometrica in septemdecim partes etc.“ [„Grund-

23 Sartorius, a.a.O., S. 16.

24 Es ist nicht auszuschließen, dass diese Reaktion Kästners zu der Hartnäckigkeit beigetragen hat, mit der Gauß ihn kritisierte.

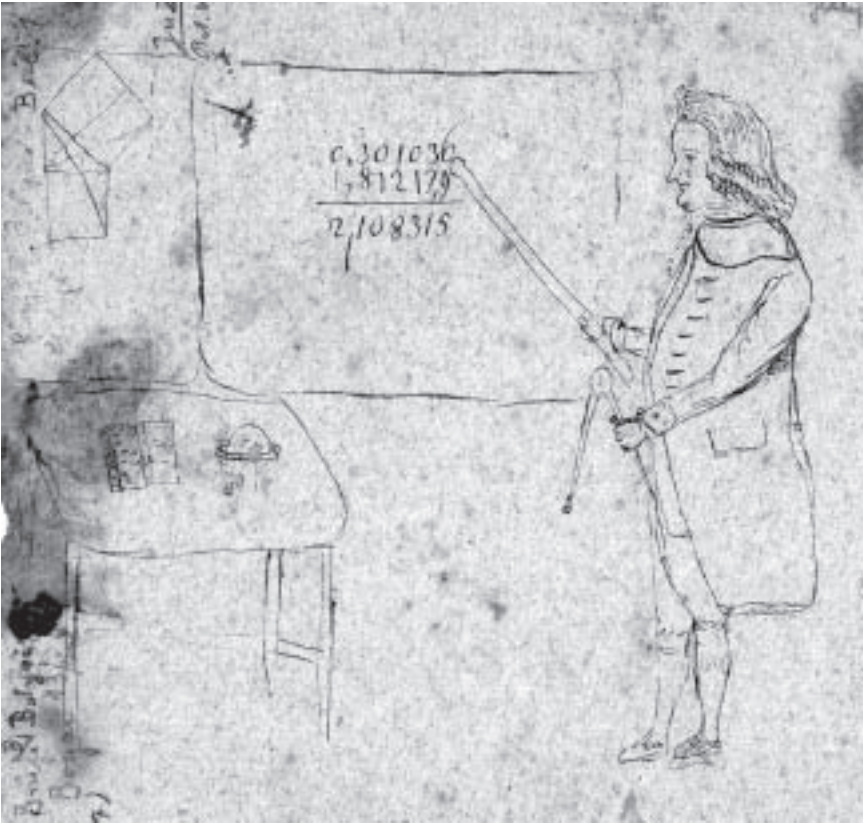


Abb. 1
Karikatur Kästners aus der Feder von Gauß (A 10)

lagen, auf die sich die Teilung des Kreises stützt, und zwar dessen geometrische Teilbarkeit in siebzehn Teile usw.“], mit dem er am 30. März 1796 die Konstruierbarkeit des Siebzehneckes festhielt. Am 8. April 1796 vermerkte er, einen Beweis für das Quadratische Reziprozitätsgesetz gefunden zu haben. Das „Mathematische Tagebuch“ und andere seiner Notizhefte belegen die Vielzahl der Themen, mit denen Gauß sich in jener Zeit beschäftigte, deren Ergebnisse er aber häufig – wenn überhaupt – erst Jahre später publizierte. Eine Dissertation hatte Gauß jedoch noch nicht eingereicht, als er am 28. September 1798 Göttingen verließ und am darauf folgenden Tag nach Braunschweig zurückkehrte. Möglicherweise zwang ihn das Auslaufen seines vom Herzog gewährten Stipendiums zu diesem Schritt; andererseits kehrte er vor 1807 auch dann nicht mehr nach Göttingen zurück, als er vom Herzog wiederum finanzielle Unterstützung erhielt.

7. Promotion in Helmstedt

Nach seiner Ankunft in Braunschweig konnte Gauß zunächst nur auf eine Wiederaufnahme der Stipendienzahlung durch den Herzog hoffen und war bis zum November 1798 auf Kredite angewiesen. Dennoch hatte er sich offenbar entschlossen, ein eigenes Leben zu beginnen, und wohnte nicht mehr bei seinen Eltern.²⁵

Noch während er auf die Verlängerung seines Stipendiums wartete, reiste Gauß nach Helmstedt, um die Bibliothek der dortigen Landesuniversität für seine Arbeit an den „Disquisitiones Arithmeticae“ zu nutzen. Bei seinem Besuch von Dezember 1798 bis Ostern 1799 wohnte er im Hause von Johann Friedrich Pfaff (1765-1825). Gauß war bereits mit Pfaffs Buch über Summationsmethoden vertraut; den nunmehrigen persönlichen Kontakt begrüßte er sehr, wie seinem Brief an Wolfgang Bolyai vom 29. November 1798 entnommen werden kann: „Pfaff hat meinen Erwartungen entsprochen. Er zeigt das untrügliche Kennzeichen des Genies, eine Materie nicht eher zu verlassen, als bis er sie wo möglich ergübelt hat.“

Bis zu diesem Zeitpunkt hatte Gauß zwar zahlreiche geniale mathematische Ideen entwickelt, aber lediglich die Ankündigung der Konstruktion des regelmäßigen Siebzehneckes publiziert. Der Herzog machte daher eine weitergehende Förderung von der Promotion abhängig.²⁶ Dass Gauß seine Arbeit in Helmstedt einreichte, war dem Landesherrn dabei sicherlich willkommen. Überdies konnte Gauß bei Pfaff mit mehr Verständnis für seine neuen Ideen rechnen als etwa bei Kästner in Göttingen, den er ja erst vom Wert seiner Konstruktion des regelmäßigen Siebzehneckes hatte überzeugen müssen.²⁷

25 Dunnington, a.a.O., S. 32–34.

26 Ebd., S. 35.

27 Lichtenberg kam als Gutachter nicht in Frage, da er am 24. Februar 1799 gestorben war.

Falls Gauß solche Überlegungen angestellt hatte, lag er damit nicht falsch: Kästners Besprechung der Gauß'schen Dissertation in den „Göttingischen Gelehrten Anzeigen“ vom 25. Januar 1800 wies zwar eine Stelle nach, an der Gauß ein Argument schuldig geblieben war, blieb aber sonst in Beweisdetails stecken und ließ das genuin Neue der Ideen unkommentiert. Pfaff hingegen urteilte in seinem Gutachten vom 28. Juni 1799 über die Gauß'sche Dissertation: „Ich kann von dieser Abhandlung nicht anders als sehr vortheilhaft urtheilen, da sie von des Verfassers vorzüglichen Fähigkeiten und gründlichen Einsichten einen überzeugenden Beweis enthält: so dass nach deren demnächst zu erwartenden Abdrucke der Candidat unter diejenigen zu rechnen seyn wird, deren Promotion unserer Facultät zur Ehre gereicht.“

Inhaltlich ging es in Dissertation um die als „Fundamentalsatz der Algebra“ bezeichnete Aussage, dass sich jedes Polynom über den reellen Zahlen in lineare und quadratische Faktoren zerlegen lässt. Den Beweis hatte Gauß bereits im Oktober 1797 in Braunschweig entwickelt, wie ein diesbezüglicher Eintrag in seinem „Mathematischen Tagebuch“ verrät. Die Arbeit war aber keineswegs allein eine „*Demonstratio nova theorematis omnem functionem algebraicam rationalem integram unius variabilis in factores primi vel secundi gradus resolvi posse*“ [„Neuer Beweis des Satzes, dass jede ganze algebraische Funktion einer Variablen in reelle Faktoren ersten oder zweiten Grades zerlegt werden kann“], wie der Titel vermuten lassen könnte. „Der Titel gibt ganz bestimmt die Hauptabsicht der Schrift an, indessen ist zu dieser nur ganz ungefähr der 3te Theil des Ganzen verbraucht, das übrige enthält vornehmlich Geschichte und Kritik der Arbeiten anderer Mathematiker (namentlich d'Alembert, Bougainville, Euler, de Foncenex, Lagrange und die Compendienschreiber – welche letztere aber eben nicht sehr zufrieden sein werden) über denselben Gegenstand, nebst mancherlei Bemerkungen über die Seichtigkeit, die in unserer heutigen Mathematik so herrschend ist“, schreibt Gauß am 16. Dezember 1799 an Bolyai.²⁸

Auf der Grundlage seiner Dissertation wurde Gauß am 16. Juli 1799 in Helmstedt promoviert, wobei man ihm sowohl die mündlichen Prüfungen als auch die öffentliche Disputation der Arbeit erließ. Der – durch den Herzog finanzierte – Druck der Arbeit bei C. G. Fleckeisen in Helmstedt wurde bereits im August des gleichen Jahres abgeschlossen. In den folgenden Jahren konnte Gauß ohne finanzielle Sorgen in Braunschweig als Privatgelehrter wirken.

28 Angemerkt sei jedoch, dass Gauß selbst in seinem Beweis topologische Aussagen verwendete, die zwar richtig sind, die zu seiner Zeit aber noch nicht bewiesen waren. Erst sein zweiter Beweis des Fundamentalsatzes aus dem Jahre 1815 hatte keinerlei Lücken. Diesem folgten in den Jahren 1816 und 1849, anlässlich seines Goldenen Doktorjubiläums, zwei weitere nach.

Exponate A

A 1 Anton August Beck (1713–1787):

Ansicht von Braunschweig nach der Morgenseite (um 1770).

Kupferstich, 14,4 x 19,3 cm

Städtisches Museum Braunschweig: Inv.-Nr. 1600-2618-00

Die Residenzstadt der Herzöge von Braunschweig-Wolfenbüttel in der Zeit um Gauß' Geburt.

A 2 Geburtshaus Carl Friedrich Gauß' in Braunschweig.

Photographie (um 1880/90), 13 x 18 cm [Reproduktion]

Städtisches Museum Göttingen

Das Haus am Braunschweiger Wendengraben 1550 (später: Wilhelmstr. 30), in dem Gauß am 30. April 1777 als einziges Kind des Lehmmaurers und Gassenschlächters Gebhard Dietrich Gauß geboren wurde. Das Haus wurde im Zweiten Weltkrieg vollständig zerstört.

A 3 Johann Heinrich Schröder (1757–1812):

Herzog Carl Wilhelm Ferdinand.

Öl auf Blech, gerahmt, 46 x 39,5 cm

Städtisches Museum Braunschweig: Inv.-Nr. 1200-0551-00

Der braunschweigische Herzog Carl Wilhelm Ferdinand (1735–1806; reg. seit 1780) gewährte dem mittellosen Gauß aufgrund seiner früh erkennbaren Begabung ein jährliches Stipendium. Diese Unterstützung ermöglichte ihm den Besuch des Collegium Carolinum und das anschließende Studium an der Göttinger Universität.

A 4 Anton August Beck (1713–1787):

Ansicht des Collegium Carolinum (um 1756).

Kupferstich, 8,6 x 9,9 cm

Städtisches Museum Braunschweig: Inv.-Nr. 1600-2619-00

Das Collegium Carolinum war 1745 zur Ausbildung von Offizieren und Beamten für den Staatsdienst, aber auch von Kaufleuten, Ingenieuren und Architekten gegründet worden. Es gilt als älteste Technische Hochschule der Welt und ist eine Vorläuferinstitution der heutigen Technischen Universität Carolo-Wilhelmina. Gemäß ihres Anspruchs und ihres tatsächlichen Niveaus stand diese Einrichtung deutlich über einem Gymnasium, erreichte aber nicht das Niveau einer Universität. Diese Lehranstalt besuchte Gauß von 1792 bis 1795.

A 5 Georg Daniel Heumann (1691–1759):

Der Große und äußere Hof des Universitaets Collegii in Göttingen (1747).

Kupferstich, 22,5 x 33,5 cm

SUB Göttingen: gr 2 H HANN V, 29 Rara, Bl. 9

Die 1734 gegründete und 1737 feierlich eingeweihte Göttinger Universität in einer frühen Ansicht. Wohl weil die Göttinger Universität bereits zu jener Zeit einen hervorragenden Ruf in den Naturwissenschaften genoss, nahm Gauß im Oktober 1795 in dem zum Kurfürstentum Hannover gehörigen Göttingen und nicht an der braunschweigischen Landesuniversität Helmstedt sein Studium auf. Hier studierte er bis 1798 Klassische Philologie, Mathematik und Astronomie.

A 6 Erster Sahl der Universitäts Bibliothec.

Federzeichnung im Stammbuch des Ludwig Andreas Gercke aus Göttingen (um 1853), 18,4 x 11,4 cm

SUB Göttingen: Cod. Ms. 1994.31, Bl. 8

Das Stammbuchblatt zeigt den ersten Göttinger Bibliothekssaal, wie er wahrscheinlich um die Mitte des 18. Jahrhunderts aussah. Aufgrund des raschen Wachsens der Bestände wurde bereits 1764 das gesamte erste Stockwerk zu einem großen Bibliothekssaal umgebaut; 1787 wurden die ersten Erweiterungsbauten errichtet und 1812 die Paulinerkirche einbezogen.

Die besondere Qualität der Göttinger Universitätsbibliothek wird häufig als der für Gauß maßgebliche Grund seiner Studienortswahl genannt. Nach eigenen Worten versprach er sich von ihr „einen nicht geringen Beitrag zu meiner glücklichen Existenz in Göttingen“ und nutzte sie intensiv.

A 7 C. T. Riedel:

Christian Gottlob Heyne.

Kupferstich, 7,5 x 9 cm

SUB Göttingen: Sammlung Voit, Nr. 13

Der Göttinger Altphilologe und Erste Bibliothekar Christian Gottlob Heyne (1729–1812), dessen Vorlesungen zur Klassischen Philologie Gauß während seiner Studienzeit besuchte.

A 8 Johann Heinrich Christian Schwenterley (1749–1815):

G.[eorg] Ch.[ristoph] Lichtenberg (1791).

Kupferstich, 18 x 12,2 cm

SUB Göttingen, Sammlung Voit: Lichtenberg, Nr. 19

Der Göttinger Mathematiker und Experimentalphysiker Georg Christoph Lichtenberg (1742–1812), einer der bekanntesten Naturwissenschaftler seiner Zeit, dessen Vorlesungen Gauß hörte.

A 9 Ernst Ludwig Riepenhausen (1765–1840):

A.[braham] G.[otthelf] Kästner (1789).

Kupferstich, 12 x 13,5 cm

SUB Göttingen, Sammlung Voit: A. G. Kästner, Nr. 8

Der Göttinger Mathematiker Abraham Gotthelf Kästner (1719–1800), dessen Vorlesungen Gauß als enttäuschend empfand. Kästner, der neben vielen mathematischen Lehrbüchern auch zahlreiche Epigramme schrieb, galt ihm als „der führende Mathematiker unter den Dichtern und der führende Dichter unter den Mathematikern“.

A 10 Carl Friedrich Gauß:

Abraham Gotthelf Kästner.

Tuschezeichnung, 13 x 11 cm

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Bolyai, Beilage 1

Gauß' kritische Haltung Kästner gegenüber wird auch in dieser eigenhändigen Skizze deutlich: Sie zeigt den Mathematikprofessor vor einer Tafel, auf der eine fehlerhafte Addition geschrieben steht.

A 11 Anton August Beck (1713–1787):

Ansicht des Iuleum Novum in Helmstedt.

Kupferstich 9,9 x 15,5 cm

Städtisches Museum Braunschweig: Inv.-Nr. 1602-0001-00

Auf Wunsch seines Landesherrn schloss Gauß sein Studium nicht in Göttingen, sondern an der braunschweigischen Landesuniversität Helmstedt ab. Der in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts entstandene Kupferstich zeigt einen Blick auf das „Iuleum Novum“ und auf die Seitengebäude.

A 12 Carl Friedrich Gauß:

Doktordiplom der Universität Helmstedt. 16. Juli 1799.

Mit Oblatensiegel.

Stadtarchiv Braunschweig: G IX 21: 44,2

Mit seiner in lateinischer Sprache verfassten Dissertation „Neuer Beweis des Satzes, dass jede ganze algebraische Funktion einer Variablen in reelle Faktoren ersten oder zweiten Grades zerlegt werden kann“ wurde Gauß am 16. Juli 1799 in Helmstedt promoviert. Der hier erbrachte Beweis für den Fundamentalsatz der Algebra war so überzeugend, dass man ihm die mündlichen Prüfungen und die öffentliche Disputation der Arbeit erließ.

A 13 Johann Christian August Schwarz:

Carl Friedrich Gauß.

Pastell, 23 x 30 cm [Reproduktion]



Abb. 2

Gauß im Alter von 26 Jahren. Pastell von Johann Christian August Schwarz (A 13)

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Dieses Portrait wurde anlässlich eines Besuchs von Gauß bei dem Bremer Arzt und Astronomen Wilhelm Olbers im Jahre 1803 geschaffen. Es zeigt Gauß im Alter von 26 Jahren.

Der junge Gauß und seine Welt der Mathematikbücher

Karin Reich

Obwohl für Gauß' Eltern der Besitz von Büchern sicher keine Selbstverständlichkeit war, war der Sohn von Kindesbeinen an ein großer Freund von Büchern: Sie spielten in seinem Leben eine entscheidende Rolle; seine Welt wurde geprägt von seiner Welt der Bücher. Sein ganzes Leben lang versuchte Gauß, seinen Bücherschatz zu vergrößern. Durch glückliche Umstände ist die Gauß-Bibliothek im Wesentlichen erhalten geblieben, sie wird heute in der Handschriftenabteilung der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen aufbewahrt.

Die Gauß-Bibliothek beinhaltet Werke aus allen Lebensabschnitten von Gauß, so z.B. auch seine Schullektüre. Diese macht wohl den ältesten Teil der Gauß-Bibliothek aus. Vor allem die alten Sprachen wurden damals sowohl im Gymnasium als auch im Collegium Carolinum in besonderem Maße gepflegt; Gauß besuchte diese Anstalten von 1788–1792 bzw. von 1792–1795. So umfasst die Gauß-Bibliothek auch eine größere Anzahl von lateinischen Klassikern, die wohl Schullektüre gewesen sind. Als ein Beispiel kann Cornelius Nepos „De vita excellentium imperatorum“ (Königsberg 1742) genannt werden, das eine von Gauß eingetragene Jahreszahl – 1789 – enthält, also zu einer Zeit in seinen Besitz gelangte, als er den Besuch des Gymnasiums aufgenommen hatte (Gauß-Bibliothek 557). Ob er das Werk geschenkt bekam oder käuflich erwarb, ist nicht bekannt. Gauß' Neposausgabe ist versehen mit zahlreichen Randbemerkungen, Unterstreichungen, kleinen Bildchen von Personen oder Landschaften usw. Gauß liebte es vor allem in jungen Jahren, in seine Bücher Bemerkungen, Notizen und gelegentlich auch Zeichnungen einzutragen. In besonderem Maße benutzte er die leeren Blätter am Anfang oder am Ende der Bücher, um dort Notizen, Rechnungen, Lehrsätze usw. festzuhalten, die sich inhaltlich nicht unbedingt auf das Werk beziehen mussten und oft aus einer späteren Zeit stammten.

Die Gauß-Bibliothek umfasst Bestände aus den unterschiedlichsten Bereichen. Vor allem die schöngeistige Literatur, die Reiseliteratur usw. stellt einen maßgeblichen Teil. Gauß hat sich eben nicht nur mit mathematisch-naturwissenschaftlichen Werken beschäftigt. Im Folgenden soll jedoch nur auf die mathematischen Werke eingegangen werden.

Was die Mathematik anbelangt, so lernte Gauß nicht nur von seinen Lehrern, sondern eignete sich sein Wissen insbesondere aus Büchern an. Er war von seinen Mathematiklehren weitgehend unabhängig und lernte vielmehr als Autodidakt. Man könnte anhand der Gauß-Bibliothek seinen mathematischen Werdegang im Detail nachvollziehen, doch wäre hierfür noch viel Forschungsarbeit zu leisten; man müsste dafür nicht nur die einzelnen Werke, sondern auch die darin befindlichen Notizen

genauer untersuchen. Diese Arbeit wurde bislang noch nicht geleistet. Im Folgenden kann nur eine Auswahl aus den Büchern, die Gauß in jungen Jahren erwarb bzw. als Geschenk erhielt, vorgestellt werden. Es liegt auf der Hand, dass dies nur ein erster Schritt ist, denn die Eintragungen in diesen Bücher konnten nur in Beispielen angedeutet, aber nicht systematisch ausgewertet werden.

Elementare Rechen- und Geometriebücher

Auch ein Gauß konnte am Beginn und während seiner Schulzeit keine wissenschaftlichen Werke verstehen, sondern er musste, wie jeder Schüler auch, zunächst mit Hilfe relativ elementarer Werke sein Wissen erweitern, sich sichere Kenntnisse im Rechnen aneignen und einfache algebraische und geometrische Aufgaben lösen lernen.

Solche elementaren Kenntnisse vermittelten insbesondere die Schriften von sogenannten Rechenmeistern. Diese unterhielten in der Regel eine private Schule, in welcher den Kindern Grundkenntnisse im Rechnen sowie Grundlagen in der Algebra und oftmals auch in der Geometrie vermittelt wurden. Rechenmeisterschulen gab es im deutschen Sprachraum spätestens seit dem 16. Jahrhundert. Die Kinder wurden in der Landessprache unterrichtet, Lateinunterricht war dort nicht vorgesehen. Die Rechenmeister waren zunächst in einer Zunft organisiert. Sie traten oftmals auch als Autoren von Rechenbüchern hervor, welche sie in ihrem Unterricht einsetzten. Im 19. Jahrhundert jedoch hörten die Rechenmeisterschulen zu bestehen auf, und das öffentliche Schulwesen übernahm ihre Aufgaben. Einer der berühmtesten Rechenmeister überhaupt ist sicher Adam Ries(e) (1492–1559): Noch heute rechnet man nach Adam Riese. Riese verfasste mehrere Rechenbücher, die unzählige Auflagen erlebten. Oftmals gingen die Rechenmeisterschulen vom Vater auf den Sohn über, so auch im Falle von Adam Riese. Es verwundert daher nicht, dass Gauß zuerst die Werke von Rechenmeistern studierte, um seine Kenntnisse zu erweitern. Einige Beispiele sollen im Folgenden genannt werden.

Johann Hemeling (*1625) wirkte in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts als Rechenmeister in Hannover. Er hatte eine größere Anzahl von Rechenbüchlein verfasst, die auch noch im 18. Jahrhundert mannigfache Auflagen erlebten.¹ Gauß besaß sein „Kleines Rechenbuch“, das Hemelings Sohn Johann Benedikt neu bearbeitet und herausgegeben hatte. Es beginnt mit einem Anfangsgebet:

1 Maß, Zahl und Gewicht, Katalog hrsg. von Menso Folkerts, Eberhard Knobloch und Karin Reich, 2. Aufl., Wolfenbüttel 2001, S. 220–225.

In Dir HErr Christ! schreit ich zum Werck /
 O HErr und GOtt / gib Gnad und stärck /
 Hilff Du nach deiner Treu und Lieb /
 Auffdaß durch heiligen Geistes Trieb /
 Nach Christlicher Gebühr und Pflicht /
 Nur sey dahin dis Werck gericht't:
 HErr / daß dir / und sonst keinem mehr /
 Es dienen mag zu Lob und Ehr /
 Mir und dem Nächsten jederzeit
 Erwünschet zur Gedylichkeit.“

In diesem Rechenbuch werden in drei Teilen die elementaren Rechenoperationen samt der Regel de tri (Dreisatz) behandelt. Diese Kenntnisse werden im zweiten Teil mittels einer Reihe von Aufgaben geübt. Im dritten Teil geht es um „Wechsel-Advis-Frachtbriefe“. Das Büchlein (Gauß-Bibliothek 1061) enthält eine ganze Reihe von Eintragungen, die vielleicht von Gauß stammen, z.B. auf S. 22–27. Wann Gauß dieses Werk Hemelings erwarb oder ob er es geschenkt bekam, ist nicht bekannt.

Valentin Heins (1637–1704) war seit 1670 als Schreib- und Rechenmeister an der Michaeliskirche in Hamburg tätig. 1686 veröffentlichte er sein Werk „Gazophylacium Mercatorio-arithmeticum – Das ist Schatzkammer der Kauffmännischen Rechnung“, das sechs Auflagen erlebte. Heins gehört zu den Gründern der späteren „Mathematischen Gesellschaft“ in Hamburg, die 1690 ins Leben gerufen wurde. Im Jahre 1789 kam ein Exemplar der sechsten Auflage des „Gazophylacium“ auch in Gauß' Bibliothek (Gauß-Bibliothek 429).² Auf der ersten Seite ist vermerkt „J. F. C. Gauß 1789 d. 2 Jan“ und auf dem Vorsatzblatt steht „C. F. Gauß a Brauns.“ und „Joh. Fried. Carl. Gauß Wendengraben Braunsch.“ Auf den S. 59, 460 und 657 und vielleicht noch öfter finden sich Eintragungen von Gauß, so dass man auf die Benutzung schließen darf. Das Werk schließt mit einer „algebraische(n) Schluß=Zugabe“ (S. 657f) und mit einem kunstvoll eingerahmten „SOLI DEO GLORIA“. Auf der anschließenden leeren Seite vermerkte Gauß: „Auflösung der besondern ganz niederträchtig sich auf-führenden Schlußzugabe S. 657“ mit einer anderen Art der Auflösung.

Christian Stephan Remer († 1745) war ein in Braunschweig bestallter „Arithmeticus, Buchhalter und Schreibmeister“, ferner war er Mitglied der „Mathematischen Gesellschaft“ in Hamburg. Gauß besaß sein 684 Seiten umfassendes Werk „Arithmetica theoretico-practica“, das 1737 in Braunschweig erschienen und dem Herzog Carl (1713–1780) gewidmet war, schon 1785, d.h. im Alter von nur 8 Jahren!³ Das Werk

2 Michling, Hans: Aus der Bücherei des Gymnasiasten Johann Friedrich Gauß, in: Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft 16, 1979, S. 5–16, hier S. 8–16.

3 Maennchen, Philipp: Gauß als Zahlenrechner, in: Gauß, Carl Friedrich: Werke, Bd 10, Abt. 1, Göttingen 1917, 6. Aufsatz, 75 S., S. 13.

beinhaltet alles, was ein Anfänger wissen muss, vor allem die Grundlagen des kaufmännischen Rechnens sowie die arithmetischen Grundkenntnisse, auf denen dann aufgebaut werden konnte. Remer behandelte insbesondere Verfahren, mit Hilfe derer man sich das Rechnen erleichtern konnte, das sogenannte „Rechnen mit Vorteil“, das für angehende Kaufleute wichtig war und von dem Gauß später mannigfachen Gebrauch machte. Remers Werk ist leider in der heutigen Gauß-Bibliothek nicht mehr vorhanden.⁴

Wie Heins war auch *Christlieb von Clausberg (1689–1751)* Rechenmeister in Hamburg, bevor er 1733 einem Rufe als Lehrer des Kronprinzen und als Staatsrat und Revisor nach Kopenhagen folgte. Clausberg galt als einer der geschicktesten Rechner seiner Zeit. Sein 1732 in Leipzig erschienenes Rechenbuch „Demonstrative Rechenkunst, oder Wissenschaft, gründlich und kurz zu rechnen“ war bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts in Gebrauch. Die Vorrede dazu verfasste Christian August Hausen (1693–1743), Professor der Mathematik in Leipzig. Clausbergs „Demonstrative Rechenkunst“ wurde mehrfach aufgelegt. Gauß besaß die zweite Auflage von 1748 (Gauß-Bibliothek 340); laut Eintragung hatte er dieses Werk im Jahre 1794 erworben.

Die „Demonstrative Rechenkunst“ unterscheidet sich insofern von den Büchern anderer Rechenmeister, als es bereits ein Kapitel über Logarithmen enthält. Diese wurden schon in der Vorrede von Hausen angesprochen („Nun ist zwar nicht zu leugnen, daß durch die Series und davon herrührende Methoden heut zu Tage die Logarithmi viel leichter zu construieren sind, als nach der Weise der ersten Erfinder“) und in einem eigenen Kapitel ausführlich behandelt (S. 1426–1439), wobei auch eine kleine Tafel nicht fehlt (S. 1431–1434).

Gauß erwarb offensichtlich auch dann noch elementare Rechenbücher, als er über deren Stoff längst hinausgewachsen war.

Im Jahre 1801, so der Besitzvermerk, kam folgendes Werk von *Johann Georg Büsch (1728–1800)* in Gauß' Bibliothek (Gauß-Bibliothek 312): „Versuch der Mathematik zum Nuzzen und Vergnügen des bürgerlichen Lebens, welches das Nuzbarste aus der abstrakten Mathematik und eine praktische Mechanik enthält“. Büsch hatte sich am 2. 4. 1748 an der Universität Göttingen immatrikuliert und wirkte seit 1756 als Lehrer der Mathematik am akademischen Gymnasium in Hamburg. 1767 gründete er eine eigene „Handlungsakademie, auf welcher fast aus allen europäischen Ländern junge Kaufleute und angehende Kameralisten eine sehr zweckmäßige Bildung erhielten“.⁵ Die Hamburger Bürger setzten Büsch sogar ein Denkmal, das sich heute in der Nähe des Dammtorbahnhofes befindet. Büsch behandelte in seinem in sieben

4 Küssner, Martha: Carl Friedrich Gauß und seine Welt der Bücher. Göttingen 1979, S. 75.

5 Schröder, Hans (Hrsg.): Lexikon der hamburgischen Schriftsteller bis zur Gegenwart, Bd.1, Hamburg 1851, S. 441–457, hier S. 441.

Kapitel gegliederten Werk die Bruchrechnung, Progressionen, Quadrate und Potenzen, Logarithmen, Messung von Flächen, Vergleichung von Flächen sowie die Messung solider Räume.

Neben der Rechenmeisterliteratur besaß Gauß auch elementare Geometriebücher, die vor allem seinen geodätischen und kartographischen Neigungen entgegenkamen. Zwei Beispiele sollen hier genannt werden.

Johann Christian Friedrich Keferstein (1752–1806) war Mathematiklehrer an der Ritterakademie in Brandenburg. In späteren Jahren wirkte er als Landbaumeister der Mittelmärkischen Ritterschaft zu Brandenburg. Seine „Anfangsgründe zu praktisch=geometrischen Zeichnungen und Vermessungen, die zur Anfertigung und Abzeichnung der oeconomischen, militärischen und geographischen Charten und zur Kenntniß des verschiedenen Meilen=, Ruthen=, Fuß= und Zoll=Maaßes nöthig sind“ erschienen 1778 in Leipzig. Gauß konnte das Werk im Jahre 1801 erwerben (Gauß-Bibliothek 473).

Tobias Beutel (2. Hälfte 17. Jahrhundert) wirkte als kursächsischer Sekretär sowie als Mathematiker und Kunstkämmerer in Dresden. Gauß besaß seit 1801 seinen „Geometrischen Lustgarten“, der in dritte Auflage 1685 erschienen war (Gauß-Bibliothek 35). Im ersten Buch wurden die Geometrie und das Feldmessen dargestellt; interessant ist dabei ein Kapitel über „Decimalrechnung“ (S. 173–189), das man hier gar nicht erwartet. Im zweiten Buch „De solidis oder Von Körperlichen Dingen“ wird die Stereometrie behandelt. Beutels Werk war sehr erfolgreich; bereits 1690 erschien die sechste Auflage.

Gauß liebte offensichtlich auch Werke der älteren Elementarmathematik, d.h. bibliophile Ausgaben. Diese waren sicher auch zu seiner Zeit nicht ohne weiteres zu kaufen und dürften entsprechend kostspielig gewesen sein. Die finanzielle Unterstützung, die der Herzog Carl Wilhelm Ferdinand (1735–1806) dem jungen Gauß zukommen ließ, ermöglichte offensichtlich auch diese Erwerbungen.

Auf dem Vorsatzblatt von *Michael Stifels (1486/7–1567)* Werk „Die Coß Christoffs Rudolffs“ (Königsberg 1553) steht „C. F. Gauß 1800“. Es gibt noch eine Reihe weiterer Eintragungen, deren Urheberschaft aber nicht gesichert ist, vor allem wurde die letzte Seite mit zahlreichen Bemerkungen verziert (Gauß-Bibliothek 677). „Coß“ bedeutet eigentlich im 16. Jahrhundert soviel wie Algebra; Stifels „Coß“ steht in der Tat der Rechenmeisterliteratur nahe. Stifel verfasste auch andere, bedeutendere Werke, mit denen er in die Geschichte der Mathematik eingegangen ist. In der Reformationgeschichte spielte Stifel vor allem wegen seiner engen Freundschaft mit Martin Luther (1483–1547) eine große Rolle.

Auch die im Jahre 1600 in lateinischer Sprache erschienene „Trigonometria“ von *Bartholomaeus Pitiscus (1561–1613)* ist eine der Kostbarkeiten der Gauß-Bibliothek (Nr. 594): „Trigonometrie. Oder 5 Bücher über die Größen von Dreiecken, sowie 10 Bücher mit verschiedenen Problemen aus der Geodäsie, Höhenmessung, Geogra-

phie, Gnomonik und Astronomie“. Pitiscus' Lehrbuch gehört in der Tat zu den besten Arbeiten, die jemals über Trigonometrie geschrieben wurden. Es wurde kurze Zeit später ins Englische und ins Französische übersetzt und war lange Zeit die Quelle für alle nachfolgenden Werke auf diesem Gebiet. Pitiscus hatte übrigens Theologie studiert und als Hofprediger des Kurfürsten Friedrich IV. von der Pfalz (1574–1610) gewirkt. Gauß konnte das kostbare Werk im Jahre 1798 in seine Bibliothek eingliedern.

Daniel Schwenter (1585–1636) hatte seit 1608 an der Universität in Altdorf eine Professur für Hebräisch, seit 1625 für orientalische Sprachen und seit 1628 für Mathematik. Schwenters „*Geometriae practicae novae Tractatus*“ war erstmals 1627 in vier Teilen in Nürnberg erschienen, die ersten zwei Teile waren bereits 1616 bzw. 1617 herausgekommen. Gauß besaß die von Georg Andreas Böckler herausgegebene Ausgabe von 1667, in die das Datum „1798“ eingetragen ist (Gauß-Bibliothek 655). Die letzten beiden Seiten benutzte Gauß für Notizen.

Schwenters „*Deliciae physico-mathematicae Oder Mathemat.[ische] und Philosophische Erquickstunden*“ (Nürnberg 1636)⁶ erschienen erst nach seinem Tod. Später sorgte Georg Philipp Harsdörffer (1607–1658) für eine Fortsetzung, indem er zwei weitere Bände hinzufügte. Diesem Werk war ein durchschlagender Erfolg beschieden. Gauß besaß die 1651 in Nürnberg erschienene zweite Auflage (Gauß-Bibliothek 654), ein Beschaffungsdatum ist nicht eingetragen. Die „*Erquickstunden*“ bestehen aus 663 Aufgaben, die 16 verschiedenen Disziplinen zugeordnet sind, nämlich: Arithmetik, Geometrie oder Landvermessung, Stereometrie, Musik, Optik, Katoptrik, Astronomie und Astrologie, Uhren, Waage und Gewicht, künstliche Bewegung, Feuer und Hitze, Luft und Wind, Wasser, Schreibkunst, Bau und mechanische sowie chemische Künste.

Der in Paris geborene *Allain Manesson-Mallet (1630–1706)* stand zunächst als Militär-Ingenieur und Artilleriemajor in portugiesischen Diensten, bevor er Mathematiklehrer bei den Pagen Ludwigs XIV. (1643–1715) wurde. Sein Werk „*La géométrie pratique*“ erschien 1702 in Paris. Es besteht aus vier Teilen: Im ersten Teil werden die „*Elemens de géométrie*“ vorgestellt, im zweiten die „*Trigonométrie*“, im dritten die „*Planimétrie*“ und im vierten die „*Stereométrie*“. Das Werk ist prachtvoll illustriert, enthält es doch fast fünfhundert Kupferstiche. Gauß konnte diese Kostbarkeit im Jahre 1801 erwerben (Gauß-Bibliothek 529).

Lehrbücher der Mathematik

Auf einer soliden Basis elementarer Kenntnisse aufbauend, konnte sich Gauß mit anspruchsvolleren mathematischen Werken beschäftigen. Dies waren in erster Linie

6 Nachdruck Frankfurt am Main 1991.



Abb. 3

Bestimmung der Entfernung zwischen zwei Orten in
Allain Manesson-Mallets „La géométrie pratique“ (B 5)

damals verbreitete Lehrbücher. Zu ihrem Stoff zählten u.a. eine Einführung in die Differential- und Integralrechnung, die oftmals als Einführung in die Analysis unendlicher Größen bezeichnet wurde, im Gegensatz zur Analysis endlicher Größen, unter der man die Algebra verstand.

Der im Jahre 1707 an die Universität Halle berufene Mathematikprofessor *Christian Wolff* (1679–1754) prägte die Lehrbuchkultur des 18. Jahrhunderts wie kaum ein anderer. Wolff musste Halle 1723 aus politischen Gründen verlassen und wirkte anschließend an der Universität in Marburg. Im Jahre 1740 konnte er nach Halle zurückkehren.

Wolff stützte seine Lehrbücher auf die von ihm wieder neu ins Leben gerufene mathematische Methode: Er begann seine Darstellungen mit Definitionen, denen Axiome, Sätze und Beweise folgten. Diese Methode setzte er nicht nur in der reinen Mathematik durch, sondern auch in allen Anwendungsbereichen, also in den Naturwissenschaften und der Technik. Wolffs Lehrbücher waren nicht nur für fortgeschrittene Studenten gedacht, sondern er wandte sich damit ausdrücklich auch an Autodidakten. Folgerichtig bevorzugte er die deutsche Sprache für seine Lehrbücher. Dass Wolff auch für Gauß ein wichtiger Lehrbuchautor war, belegt die Gauß-Bibliothek. Dort befinden sich fünf seiner Titel. Im Jahre 1792, Gauß wechselte damals auf das Collegium Carolinum, erwarb er Wolffs „Auszug aus den Anfangsgründen“, und zwar die 1717 veröffentlichte zweite Auflage (Gauß-Bibliothek 55). Wie intensiv Gauß dieses Werk durcharbeitete, belegen seine Eintragungen. Im Jahre 1794 folgte eine weitere Schrift Wolffs, nämlich die 1730 in Frankfurt und Leipzig erschienene „*Philosophia prima*“, die offensichtlich keinen so großen Eindruck auf Gauß machte, da sie keinerlei Eintragungen enthält (Gauß-Bibliothek 264).

Die in demselben Jahr angeschaffte „*Cosmologia generalis*“ (Frankfurt und Leipzig 1731, Gauß-Bibliothek 262) enthält nur einige wenige Eintragungen und war vielleicht daher auch nicht so wichtig für Gauß. 1798 schließlich erwarb Gauß die „*Elementa matheseos*“, Wolffs einziges in lateinischer Sprache veröffentlichtes fünfbandiges Lehrbuch. Gauß besaß die zweite, in Halle 1733–1741 erschienene Auflage, die auch Eintragungen von seiner Hand enthält (Gauß-Bibliothek 263). Übervoll mit Eintragungen, wahrscheinlich nicht alle von Gauß' Hand, sind dagegen Wolffs „*Anfangsgründe*“. Gauß besaß nur den vierten Teil, der 1710 in Halle erschien. Dem Exemplar in der Gauß-Bibliothek (Nr. 266) fehlt leider das Titelblatt und damit auch die Möglichkeit eines Datumeintrags. So ist unklar, wann Gauß in Besitz dieses Werkes gekommen ist. Es muss, wie die zahlreichen Eintragungen zeigen, für Gauß eine besonders große Rolle gespielt haben.

Auch der von *Christian August Hausen* (1693–1743) gewählte Titel „*Elementa matheseos*“ erinnert an Wolff (Gauß-Bibliothek 112). Hausens Werk erschien 1734 in Leipzig, es trägt den Eintrag „Gauß 1800“. Die Vorsatzblätter wurden von Gauß für Notizen benutzt. Hausen, Sohn eines Dresdener Pastors, wurde 1714 außerordentli-



Abb. 4

Portrait Christian Wolffs mit von Gauß eigenhändig ergänzten Lebensdaten (B 6)

cher und 1726 ordentlicher Professor der Mathematik an der Universität Leipzig. Seine Schriften wurden allgemein sehr geschätzt. Hausen war einer der Lehrer von Abraham Gotthelf Kästner (1719–1800). Er bewertete dessen Doktorarbeit „*Theoria radicum in aequationibus determinatis*“ (Leipzig 1739) allerdings nur als eine mäßige Arbeit.⁷

Schon am 24. 10. 1795 hatte Gauß *Johann Heinrich Lamberts* (1728–1777) „*Beyträge zum Gebrauche der Mathematik und deren Anwendung*“ (3 Teile, Berlin 1765–1772) in der Universitätsbibliothek in Göttingen ausgeliehen.⁸ Im Jahre 1800 konnte er dieses Werk erwerben (Gauß-Bibliothek 53), das er dann an vielen Stellen kommentierte. Gauß besaß übrigens noch eine ganze Reihe weiterer Werke von Lambert. Lambert, einer der bedeutendsten Universalgelehrten des 18. Jahrhunderts, wirkte u. a. in Berlin. Im ersten Teil seiner „*Beyträge*“ behandelte er Themen aus der praktischen Geometrie, nämlich die Visierkunst und die Trigonometrie; ferner stellte er Überlegungen über die Zuverlässigkeit von Beobachtungen und Versuchen an. Das berühmteste Stück des zweiten Teils ist Lamberts Begründung der Irrationalität von e und π , die in seine arithmetische bzw. algebraische Untersuchungen eingebettet wurden. Daneben enthielt dieser Teil aber auch Betrachtungen der Kurvenrektifikationen, der Gnomonik, über die Grundlehren des Gleichgewichtes der Bewegung und über die Zergliederung und Anwendung der Mayer'schen Mondstafeln. Im dritten Teil wurden kartographische Probleme,⁹ die Beobachtung und Berechnung von Kometen, die Baukunst und Sterblichkeitslisten angesprochen.

Im Jahre 1770 wurde *Johann Christian Ludewig Hellwig* (1743–1831) Lehrer am Catharinen-Gymnasium in Braunschweig, das Gauß von 1788 bis 1792 besuchte. Vielleicht ist Hellwigs Werk „*Anfangsgründe der allgemeinen Mathematik und der Arithmetik zum Gebrauch seiner Zuhörer*“ (Braunschweig 1777, Gauß-Bibliothek 32) ein Geschenk an Gauß gewesen. Gauß vermerkte nur „*Braunschweig Gauß*“. Er füllte die leeren Seiten mit mathematischen Notizen. Hellwigs Werk, das dem Herzog Carl (1713–1780) gewidmet war, erlebte 1812 noch eine zweite Auflage. Hellwig war 1801 Professor der Mathematik und Naturwissenschaften am Collegium Carolinum geworden und übernahm 1809 eine Professur an der königlichen Militärschule.

Georg Friedrich von Tempelhoff (1737–1807) hatte in Frankfurt an der Oder (Immatrikulation am 29. 4. 1753) und in Halle studiert, dann jedoch eine militärische

7 Hofmann, Joseph Ehrenfried: Vorwort zu Kästner, A. G.: *Geschichte der Mathematik* (1796), Nachdruck Hildesheim, New York 1970, Bd.1, S. VII–XVII, hier S. VIII.

8 Dunnington, G. Waldo: *Carl Friedrich Gauss. Titan of Science*. New York 1955, Nachdruck 2004, S. 398.

9 6. Teil der 9 Abhandlungen des 3. Theils: Anmerkungen und Zusätze zur Entwerfung der Land- und Himmelscharten (1772), hrsg. von A. Wangerin, (*Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften*, 54), Leipzig 1894.

Laufbahn eingeschlagen. 1791 wurde er Direktor der neugestifteten Artillerie-Akademie in Berlin, 1802 beförderte man ihn zum Generalleutnant. Tempelhoff hatte 1769 in Berlin seine „Anfangs=Gründe der Analysis endlicher Größen zum Gebrauch der Königl. Preußischen Artillerie“ veröffentlicht, denen 1770 die „Anfangsgründe der Analysis des Unendlichen“ folgten. Gauß besaß seit 1798 beide Bände und in beiden hinterließ er Bemerkungen; im Band von 1769 trug er am Ende ein Inhaltsverzeichnis ein. Gauß schätzte in der Tat diesen Autor sehr. Als Gauß 1799 promovierte, schickte er u.a. auch an Tempelhoff ein Exemplar seiner Dissertation. Über Tempelhoffs Reaktion berichtete er seinem Freund Wolfgang Bolyai Folgendes:¹⁰ „Von Privattheilen die zu meiner Wissenschaft gekommen sind ist mir nur vorzüglich das vom General von Tempelhoff in Berlin wichtig, und hat mich um so mehr gefreut da er einer der besten deutschen Mathematiker ist und besonders, da meine Vorwürfe ihn selbst, als den Verfasser eines Compendiums, mit traf. Aus dritter Hand habe ich erfahren dass er so darüber geurtheilt hat: (es sind seine eignen Worte), der Gauss ist ein ganz verzweifelter Mathematiker; er gibt auch nicht eine Handbreit Terrain nach; er hat brav und gut gefochten und das Schlachtfeld vollkommen behauptet.“ Im Jahre 1786 wurde Tempelhoff Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften.

Christian Karl August Ludwig von Massenbach (1758–1827) ist in erster Linie auf Grund seiner Militärkarriere in die Geschichte eingegangen, wurde aber von Georg Friedrich von Tempelhoff zu mathematischen Studien ermuntert. Gauß besaß seit 1804 Massenbachs „Anfangsgründe der Differenzial- und Integral-Rechnung zum Gebrauch des Ingenieurs und Artilleristen von einem Offizier“ (Halle 1784, Gauß-Bibliothek 249).

Johann Andreas von Segner (1704–1777) war der erste Professor für Mathematik und Naturlehre an der Universität Göttingen. Als Christian Wolff 1754 in Halle starb, wurde Segner dessen Nachfolger. Im Jahre 1798 erwarb Gauß Segners fünf-bändigen „Cursus mathematici“ (Halle 1758–1768, Gauß-Bibliothek 656), der Arithmetik, Analysis endlicher und unendlicher Größen sowie Integralrechnung umfasste. Auf der letzten Seite des dritten Bandes hielt Gauß handschriftlich „Praecepta generalissima“ fest, allgemeine Vorschriften, um die Mittelpunkte von berührenden Kreisen zu bestimmen.

Mathematische Wissenschaften

Christian Wolffs „Anfangsgründe aller Mathematischen Wissenschaften“ (4 Bände, Halle 1710) waren das Vorbild vieler späterer Werke mit oft ähnlichem Titel. Wolffs

10 Gauß, Karl Friedrich/Bolyai, Wolfgang: Briefwechsel, Leipzig 1899, Nachdruck: Hildesheim, New York 1987, S. 35 (16. 12. 1799).

„Anfangsgründe“ erlebten zahlreiche Auflagen und waren für mehr als ein halbes Jahrhundert das beliebteste und meistgelesene Lehrbuch. Unter „Mathematischen Wissenschaften“ verstand Wolff die Mathematik und ihre Anwendung z.B. auf Artillerie, Fortifikation, Mechanik, Hydrostatik, Aerometrie, Hydraulik, Optik, Katoptrik, Dioptrik, Perspektive, Sphärische Trigonometrie, Astronomie, Chronologie, Geographie und Gnomonik. Wolffs „Anfangsgründe“ waren Vorbild für eine ganze Reihe weiterer Autoren, die ein ähnliches Fächerspektrum anboten. Gauß konnte zahlreiche Werke dieser Art von verschiedenen Autoren erwerben, die hier in der Reihenfolge der Anschaffung genannt werden: Den Anfang machte Kästner (1791/4), gefolgt von Karsten (1798), Lorenz (1801) und Büsch (1806).

Abraham Gotthelf Kästner (1719–1800), in Leipzig geboren, hatte dort Jura und Mathematik studiert und 1739 bei Hausen in Mathematik promoviert. Seit 1738 hielt Kästner in Leipzig Vorlesungen. Als Wolff 1754 in Halle starb, wurde Segner, der eine Professur an der Universität Göttingen innehatte, sein Nachfolger. Daher konnte Kästner 1756 Nachfolger von Segner auf der Göttinger Professur werden und behielt diese Stelle bis zu seinem Lebensende. Kästner war derjenige Göttinger Mathematiker, bei dem Gauß während seines Studiums 1795–1798 Vorlesungen hörte. Viel wird Gauß zu diesem Zeitpunkt von Kästner nicht mehr profitiert haben. Es ist jedoch bemerkenswert, dass Gauß, schon bevor er nach Göttingen kam, Kästners „Anfangsgründe“ (4 Bände, 1758–1769) erworben hatte. Die Bände enthalten zahlreiche Eintragungen, so dass man davon ausgehen darf, dass Gauß Kästners Werk zumindest in Teilen durchgesehen bzw. gelesen hat.

Wenceslaus Johann Gustav Karsten (1732–1787) hatte an der Universität Rostock studiert und promoviert. 1755 wurde er dort Dozent und 1758 Professor der Logik. 1760 wechselte Karsten an die Universität in Bützow und 1778 an die Universität Halle, wo er Segners Nachfolger wurde. Sein 1767–1777 in Greifswald veröffentlichter, 8-bändiger „Lehrbegriff der gesamten Mathematik“ umfasste die Rechenkunst, die Analysis und die höhere Geometrie, die Mechanik und Statik, die Optik, die Photometrie und Perspektive, die Hydraulik und die Pneumatik. Die ersten vier Teile des „Lehrbegriffs“ hatten 1782 bis 1791, der siebte Teil im Jahre 1818 eine zweite Auflage erlebt. Gauß konnte 1798 Karstens „Lehrbegriff“ erwerben, er besaß die Bände 1 und 2 in zweiter Auflage und die übrigen Bände in erster Auflage. Manche Bände von Gauß' Exemplar enthalten Eintragungen (Gauß-Bibliothek 471).

Johann Friedrich Lorenz (1738–1807) wirkte als Lehrer im Magdeburgischen. Seine „Elemente der Mathematik“ (3 Teile in 2 Bänden) umfassten die reine und die angewandte Mathematik, darunter die mechanischen Wissenschaften (Statik, Hydrostatik, Aerometrie, Mechanik Hydraulik), die optischen Wissenschaften (Optik, Perspektive, Katoptrik und Dioptrik) sowie die astronomischen Wissenschaften (Astronomie, Geographie, Gnomonik und Chronologie). Gauß besaß seit 1801 die 1793, 1795 und 1797 erschienene zweite Auflage (Gauß-Bibliothek 190).

Der in Hamburg lebende *Johann Georg Büsch (1728–1800)* veröffentlichte 1775/6 ein mehrbändiges Werk mit dem „Mathematik zum Nutzen und Vergnügen des bürgerlichen Lebens“, das mehrere Auflagen erlebte, die teilweise stark vermehrt waren. Seit 1806 besaß Gauß fünf Bände, die verschiedenen Auflagen angehörten. Inhaltlich umfassten diese Bände neben der Mathematik auch die Mechanik, die Bauwirtschaft, den Wasserbau, sowie die Hydrostatik, die Aerometrie und die Hydraulik (Hamburg 1796–1800, Gauß-Bibliothek 313).

Wissenschaftliche Literatur

In erstaunlich jungen Jahren erwarb Gauß bereits wissenschaftliche Literatur, die weit über das Niveau gewöhnlicher Lehrbuchliteratur bzw. „Anfangsgründe“ aller Art hinausging.

Es kann nicht genug bewundert werden, dass Gauß bereits im Alter von 14 oder 15 Jahren, nämlich im Jahre 1792, *Jakob Bernoullis (1655–1705) „Ars conjectandi“* (Basel 1713) erworben hat (Gauß-Bibliothek 282). Jakob Bernoulli war seit 1687 Professor der Mathematik an der Universität Basel, seine „Ars conjectandi“ ist sein berühmtestes Werk. Es besteht aus folgenden vier Teilen:

- a) Abhandlung über die bei Glücksspielen möglichen Berechnungen von Christiaan Huygens,
- b) Permutations- und Combinationslehre,
- c) Anwendungen der Combinationslehre auf verschiedene Glücks- und Würfelspiele,
- d) Anwendung der vorhergehenden Lehre auf bürgerliche, sittliche und wirtschaftliche Verhältnisse.

Im vierten Teil machte Bernoulli klar, dass der Wahrscheinlichkeitsbegriff im menschlichen Leben und im Rechtswesen von großer Bedeutung ist, da dabei Begriffe wie Gewissheit, Wissen und Vermuten berührt werden. Gauß hinterließ auf den letzten vier Seiten zahlreiche Eintragungen.

Ein Jahr nach Bernoulli, nämlich 1793, erwarb Gauß *Johann Friedrich Pfaffs „Versuch einer neuen Summationsmethode“* (Berlin 1788, Gauß-Bibliothek 588).

Exponate B

Rechenmeister

B 1 Johannes Hemeling:

Neu gemehrt Arithmetischen Anfangs oder Kleinen Rechenbuchs. 2. Aufl., Hannover 1669.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 1061

Johannes Hemeling (*1625) war Rechenmeister in Hannover. In ihren Schulen und Lehrbüchern vermittelten Rechenmeister seit dem 16. Jahrhundert den Kindern Grundkenntnisse im Rechnen sowie die Grundlagen der Algebra und der Geometrie. Hemelings Rechenbücher erschienen bis zum 18. Jahrhundert in mehreren Auflagen.

B 2 Valentin Heins:

Gazophylacium mercatorio-arithmeticum. Das ist: Schatz=Kammer der Kaufmännischen Rechnung. 6. Aufl., Hamburg 1779.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 429

Valentin Heins (1637–1704) war Rechenmeister an der Michaeliskirche in Hamburg. Gauß erwarb das Werk am 2. Januar 1789 in Braunschweig. Es endet mit einer „algebraische(n) Schluß=Zugabe“ (S. 657f) und einem kunstvoll eingerahmten „SOLI DEO GLORIA“ [„Gott allein sei Ehre“]. Heins' Bearbeitung der Schlusszugabe empfand Gauß als „niederträchtig“ und entwickelte dafür auf dem letzten Blatt des Bandes eine alternative Lösung.

B 3 Christlieb von Clausberg:

Demonstrative Rechenkunst, Oder Wissenschaft, gründlich und kurz zu rechnen. 2. Aufl., Leipzig 1748.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 340

Christlieb von Clausberg (1689–1751) war ebenfalls Rechenmeister in Hamburg. Seine „Demonstrative Rechenkunst“ unterscheidet sich von den Büchern anderer Rechenmeister dadurch, dass sie bereits ein Kapitel über Logarithmen enthält. Gauß erwarb das Werk 1794, wie seine eigenhändige Eintragung belegt.

Bibliophile Kostbarkeiten

B 4 Daniel Schwenter:

Deliciae physico-mathematicae oder Mathemat.[ische] und Philosophische Erquickstunden. 2. Aufl., Nürnberg 1651.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 654



Abb. 5
 Vignetten zu den Disziplinen der Mathematik und der angewandten Wissenschaften
 in Daniel Schwenters „Deliciae physico-mathematicae“ (B 4)

Daniel Schwenter (1585–1636) bekleidete seit 1608 an der Universität Altdorf eine Professur für Hebräisch, ab 1625 für orientalische Sprachen und ab 1628 für Mathematik. Die „Erquickstunden“ erschienen erst nach Schwenters Tod im Jahre 1636. Das überaus erfolgreiche Werk besteht aus 663 Aufgaben, die 16 verschiedenen Disziplinen aus der Mathematik und den angewandten Wissenschaften zugeordnet sind.

B 5 Allain Manesson-Mallet:

La géométrie pratique. 4 Bde, Paris 1702.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 529

Allain Manesson-Mallet (1630–1706), gebürtiger Pariser, stand zunächst in portugiesischem Militärdienst und wurde danach Mathematiklehrer für die Pagen Ludwigs XIV. Gauß erwarb dieses reich illustrierte Werk im Jahre 1801. Aufgeschlagen ist Tafel XXII aus dem zweiten Band, auf der die Bestimmung der Entfernung zwischen zwei Orten dargestellt ist.

Mathematiklehrbücher

B 6 Christian Wolff:

Auszug aus den Anfangs Gründen aller Mathematischen Wissenschaften. Zu bequemern Gebrauche der Anfänger. Halle 1717.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 55

Christian Wolff (1679–1754) war zunächst Professor der Mathematik in Halle, musste 1723 nach Marburg wechseln, konnte aber 1740 nach Halle zurückkehren. Gauß besaß insgesamt fünf Werke dieses wichtigen Gelehrten. Als Gauß 1792 sein Studium am Collegium Carolinum in Braunschweig aufnahm, erwarb er Wolffs „Auszug aus den Anfangsgründen“. Das aufgeschlagene Portrait Wolffs wurde von Gauß durch dessen Lebensdaten ergänzt.

B 7 Christian Wolff:

Anfangsgründe aller mathematischer Wissenschaften. Theil 4, 2. Aufl., Halle 1717.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 266

Wolff ordnet in seinen „Anfangsgründen“ den Stoff in einer strengen Abfolge von Definitionen, Axiomen, Sätzen und Beweisen. Der hier ausliegende vierte Teil der zweiten Auflage enthält zahlreiche Marginalien und Notizen, von denen vermutlich alle oder die meisten von Gauß' Hand stammen. Der Zeitpunkt der Erwerbung dieses Bandes durch Gauß ist nicht zu ermitteln.

B 8 Johann Heinrich Lambert:

Beyträge zum Gebrauche der Mathematik und deren Anwendung. 3 Teile, Berlin 1765–1772. Hier Zweyter Theil, zweyter Abschnitt, Berlin 1770.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 53

Johann Heinrich Lambert (1728–1777) war einer der bedeutendsten Universalgelehrten des 18. Jahrhunderts. Aus dem zweiten Teil von Lamberts Lehrbuch zur angewandten Mathematik ist das Kapitel XI „Gedanken über die Grundlehren des Gleichgewichts und der Bewegung“ aufgeschlagen, in dem er statische Berechnungen durchführt. Auf Seite 383 ist eine handschriftliche Bemerkung von Gauß zu finden.

B 9 Georg Friedrich von Tempelhoff:

Anfangsgründe der Analysis endlicher Größen zum Gebrauch der Königl.[ich] Preussischen Artillerie. Berlin 1769.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 171

Georg Friedrich von Tempelhoff (1737–1807) machte beim Militär Karriere, wo er 1802 zum Generalleutnant befördert wurde. Er veröffentlichte 1769 in Berlin seine „Anfangsgründe der Analysis endlicher Größen zum Gebrauch der Königl. Preussischen Artillerie“, denen 1770 die „Anfangsgründe der Analysis des Unendlichen“ folgten. Gauß erwarb die beiden Werke im Alter von 21 Jahren und signierte sie mit „Carl Friedrich Gauß 1798“. Die beiden letzten Seiten der ersten Arbeit enthalten ein von Gauß ergänztes Inhaltsverzeichnis.

B 10 Georg Friedrich von Tempelhoff:

Anfangsgründe der Analysis des Unendlichen. Berlin und Stralsund 1770.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 687

Gauß schätzte von Tempelhoff als Mathematiker sehr. Als er 1799 promovierte, schickte er dem General ein Exemplar seiner Dissertation. Angeblich reagierte von Tempelhoff darauf mit den Worten: „Der Gauss ist ein ganz verzweifelter Mathematiker; er gibt auch nicht eine Handbreit Terrain nach; er hat brav und gut gefochten und das Schlachtfeld vollkommen behauptet.“

Mathematische Wissenschaften

B 11 Abraham Gotthelf Kästner:

Anfangsgründe.

Teil 1, Arithmetik, Geometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie und Perspectiv (1. Aufl. 1758), 4. Aufl., Göttingen 1786.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 461:1,1

Abraham Gotthelf Kästner (1719–1800) wurde 1756 auf den Göttinger Lehrstuhl für Mathematik und Physik berufen, den er bis zu seinem Tode am 20. Juni 1800 innehatte. Während seines Studiums in Göttingen von 1795 bis 1798 hat Gauß bei ihm Mathematikvorlesungen gehört.

Wissenschaftliche Werke

B 12 Jakob Bernoulli:

Ars conjectandi. Basel 1713.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 282

Jakob Bernoulli (1655–1705) war seit 1687 Professor der Mathematik an der Universität Basel. Er wurde durch sein Buch „*Ars conjectandi*“ [„Die Kunst des Vermutens“] zum Pionier der Wahrscheinlichkeitstheorie. Er untersuchte darin u.a. den Zusammenhang zwischen der relativen Häufigkeit von Ereignissen und ihrer Wahrscheinlichkeit. Der Besitzvermerk: „Gauß 1792“ verrät, dass Gauß dieses bedeutende Werk schon im Alter von 14 oder 15 Jahren besaß.

MATHEMATIK

Gauß – der geniale Mathematiker

Manfred Denker, Samuel James Patterson

Carl Friedrich Gauß gilt neben Archimedes und Sir Isaac Newton als einer der drei größten Mathematiker aller Zeiten. Auch wenn solche Rangordnungen selten völlig exakt zu begründen sind, drückt diese Einschätzung doch einen gewissen Konsens aus. Gauß hat in einem langen Arbeitsleben ein kaum von einem anderen erreichtes breites Spektrum an wissenschaftlichen Projekten bearbeitet. Jedoch liegt der Grund für die Hochachtung, die Gauß erfahren hat, nicht in dieser Breite, sondern in dem Tiefsinn seines mathematischen Schaffens. Gauß' Wahlspruch „*Pauca sed matura*“ („Weniges, aber Reifes“) drückt prägnant sein Wesen aus. Er dachte lange, manchmal jahrzehntelang über die Gegenstände nach, mit denen er sich beschäftigte. Erst wenn Gauß mit allen Aspekten zufrieden war, hat er seine Ergebnisse veröffentlicht, eine Einstellung, die ihm in der heutigen Wissenschaftswelt erhebliche Probleme bereitet hätte. Bei zweien seiner großartigsten Errungenschaften, seinen Arbeiten zu den Grundlagen der Geometrie und denen zur Theorie der elliptischen Funktionen, beide zu größten Teilen bereits im jugendlichen Alter zwischen 17 und 24 Jahren begonnen, ist es nie zu einer ausführlichen Publikation gekommen.

Gauß' Beschäftigung mit den Grundlagen der Geometrie begann anscheinend schon 1794, als er 17 Jahre alt war. Diese ersten Überlegungen standen noch unter dem Einfluss des ausgehenden 18. Jahrhunderts. Erst als die ersten großen Arbeiten der Triangulation des Königreiches Hannover abgeschlossen waren – also um 1825 – ist Gauß zu der Überzeugung gekommen, dass es keine a priori notwendige Geometrie gibt, sondern dass die Geometrie der realen Welt durch Messungen bestimmt werden muss. Während der Landesvermessung hat er vermutlich die Fragen, die ihn in der Jugend beschäftigt hatten, wieder aufgenommen; und erst 30 Jahre nach seinen ersten Gedanken ist er zu diesem revolutionären Bruch mit der Tradition gekommen. Veröffentlicht hat er seine Einsichten hierzu aber nicht, sondern hat lediglich einige seiner Ideen in Briefen an Freunde und Bekannte angedeutet. Der nächste Beleg für diese Ideen findet sich erst in Georg Bernhard Riemanns (1826–1866) Habilitationsvortrag „Über die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen“, dem Gauß am 10. Juni 1854 als einer seiner letzten öffentlichen Amtshandlungen beiwohnte. Es ist anzunehmen, dass Riemann diese Ideen von Gauß oder, wahrscheinlicher, von Wilhelm Weber, erfahren hat.

Gauß war Direktor der Sternwarte in Göttingen – er war also von Amts wegen nicht in erster Linie Mathematiker. Für ihn war die Mathematik auf der einen Seite seine Lieblingsbeschäftigung, aber auf der anderen Seite das vortrefflichste Instrument zur Erforschung der Natur. Als Astronom stand er weniger unter Druck, Abhandlungen zu veröffentlichen, denn seine Aufgaben in der Astronomie als Beobachter und Bearbeiter von Daten sowie als Organisator waren sehr umfangreich und ließen sich nicht mit dem Perfektionismus beim Schreiben vereinbaren, den Gauß von sich (und von Anderen) immer verlangte. Er kommunizierte brieflich mit einem Kreis von Kollegen; ein Großteil der Briefe ist erhalten, so dass wir seine Überlegungen weitgehend rekonstruieren können.

Das Mathematische Tagebuch

Zu Gauß' Lebzeiten sind einige seiner Zeitgenossen zu denselben Ergebnisse gekommen wie er; in wenigstens zwei Fällen, bei Niels Henrik Abel (1802–1829) in der Theorie der elliptischen Funktionen und bei Ferdinand Gotthold Eisenstein (1823–1852) in der Zahlentheorie, sind jüngere Mathematiker wesentlich weiter als Gauß selbst gegangen. Gelegentlich, wie etwa Eisenstein gegenüber, bot Gauß seine Unterstützung an. In anderen Fällen war er nicht so großzügig: Besonders gelitten haben der Sohn Johann (János) Bolyai (1802–1860) seines Jugendfreundes Wolfgang (Farkas) Bolyai (1775–1856) – letzterer war der einzige Wissenschaftler, mit dem Gauß auf Du und Du stand – und der Königsberger Mathematiker Carl Jacob Gustav Jacobi (1804–1851). Besonders tragisch war Gauß' Einflussnahme im Fall von Johann Bolyai, dessen geniale Arbeit über die Grundlagen der Geometrie Gauß nur sehr zurückhaltend loben zu dürfen meinte, da sie eigenen bedeutend früheren Untersuchungen entsprach. Dieser Umstand überschattete Johann Bolyais gesamtes weiteres Leben, doch gilt er heute als großer Geometer seiner Zeit. Gauß hatte sowohl Johann Bolyai als auch Jacobi mitgeteilt, dass er schon viel früher als sie zu denselben Ergebnissen gekommen sei, dass er aber von einer Veröffentlichung abgesehen habe. Seinerzeit blieben diese Behauptungen unbelegt. Auch nach Gauß' Tod ließen sich im Nachlass keine Belege für die von ihm behauptete Priorität feststellen.

Erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts änderte sich die Quellenlage entscheidend: Der Mathematiker Paul Stäckel (1862–1917) fand im Rahmen eines größeren Projektes zur Sichtung des Gauß'schen Werks ein kleines, unscheinbares Oktavheft, das in Gauß' Familie vererbt worden war. 1898 war es im Besitz von Carl August Adolph Gauß (1849–1927), dem einzigen in Europa lebenden Enkel Gauß', in Hameln. Nach einigen Verhandlungen kam das Tagebuch nach Göttingen in die Hände von Felix Klein (1849–1925), Paul Stäckel und ihren Mitarbeitern, denen die Bedeutung dieses einmaligen Dokuments bald klar wurde. Mit der Entdeckung des Tagebuches wurde

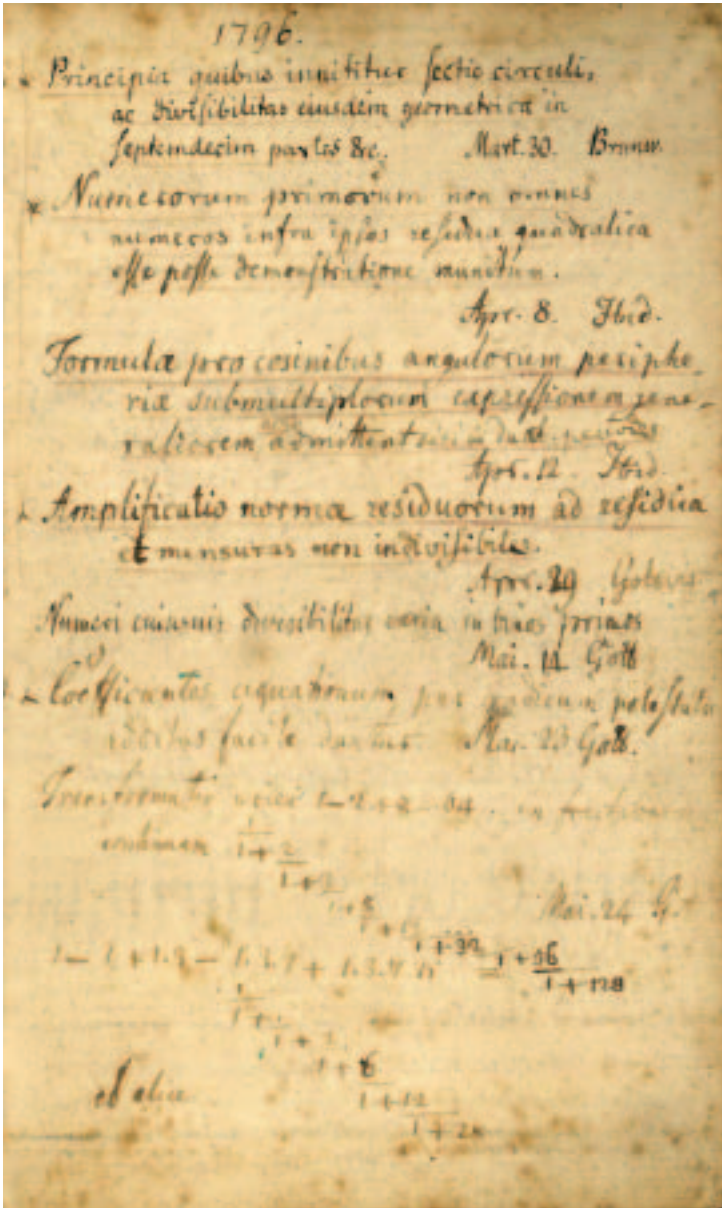


Abb. 6

Erste Seite von Gauß' „Mathematischem Tagebuch“ (C 3)

auch deutlich, dass die von Gauß gelegentlich in Briefen vermerkten Hinweise auf unveröffentlichte Resultate mehr als gerechtfertigt waren.

Der erste Eintrag des Tagebuchs ist auf den 30. März 1796 datiert – Gauß stand kurz vor seinem 19. Geburtstag – und berichtet von der Entdeckung der Konstruktion des Siebzehneckes. Als Gauß diesen Eintrag vornahm, weilte er nach seinem ersten in Göttingen verbrachten Semester wieder im heimatlichen Braunschweig. Insgesamt umfasst das Tagebuch 19 Seiten mit 146 mathematischen Einträgen, von denen der letzte auf den 9. Juli 1814 datiert ist. Gauß studierte vier Semester in Göttingen, und während dieser kurzen Zeit entwickelte er eine Fülle neuer Ideen, die durch 79 der Einträge belegt werden. Sie geben ein faszinierendes Bild der mathematischen Entwicklung Gauß' in dieser Periode, in der er von einem begabten Studenten zum künftigen *princeps mathematicorum* avancierte. Von Oktober 1797 bis Mai 1801 war Gauß Privatgelehrter in Braunschweig und Helmstedt. Aus diesen Jahren stammen die folgenden 39 Einträge. Seit Mai 1801 war er lange Zeit fast ausschließlich mit astronomischen Rechnungen beschäftigt. Die übrigen 28 Einträge sind sporadischer; die meisten sind zwischen August 1805 und der Aufnahme seiner Verpflichtungen als Direktor der Göttinger Sternwarte (21. November 1807) datiert. Nur zwölf Einträge stammen aus den Jahren zwischen 1807 und 1814.

Nicht alle Einträge sind von herausragender Bedeutung; einige sind die ersten Gehversuche eines begabten Studenten. Bei den wichtigeren Einträgen kann man Gauß' Entwicklung in erstaunlich vielen Gebieten in dieser kurzen Zeit verfolgen. Besonders deutlich und explizit sind seine Bemerkungen zur Theorie der Zahlen und zur Funktionentheorie, besonders der elliptischen Funktionen. Gewissermaßen als Krönung verbindet der letzte Eintrag diese beiden Gebiete; aber es hat etwa 150 Jahre gedauert, bis seine volle Bedeutung richtig verstanden wurde. Neben diesen beiden Hauptthemen gibt es u.a. Eintragungen zu den Grundlagen der Geometrie, zur Himmelsmechanik, zur Datierung des Osterfestes und sogar zur Ballistik.

Felix Klein hat dafür Sorge getragen, dass das Tagebuch bald nach seiner Entdeckung (1901) mit Erläuterungen der mathematischen Welt zugänglich gemacht wurde. Die endgültige Fassung wurde 1917 in Band X.1 der Gesammelten Werke Gauß' mit einem Faksimiledruck veröffentlicht. Im 20. Jahrhundert wurde das Tagebuch von Mathematikern und Historikern gründlich studiert. Es bietet ein einmaliges Zeugnis für die Entwicklung eines der größten Mathematiker aller Zeiten und gilt daher trotz seines bescheidenen Aussehens als eines der wertvollsten Manuskripte, das in der Handschriftenabteilung der SUB Göttingen aufbewahrt wird.

Das Siebzehneck

Mit dem ersten Eintrag im Tagebuch bekundet Gauß, dass das 17-Eck mit Zirkel und Lineal konstruiert werden kann. Um die Bedeutung dieser Errungenschaft zu würdi-

gen, sollte man bedenken, dass der griechische Mathematiker Euklid aus Alexandria (um 300 v. Chr.) in seinen „Elementen“ Konstruktionen für reguläre Drei-, Vier-, Sechs- und Fünfecke angibt. Euklid erläutert auch, wie man die Anzahl von Ecken verdoppeln kann. Alle diese Konstruktionen sind ganz einfach – bis auf die Konstruktion des Fünfecks. Hierzu gibt Euklid in Buch IV der „Elemente“ eine recht umständliche Konstruktion. In der Antike konnte diese Konstruktion wesentlich eleganter gestaltet werden, wie der Astronom Claudius Ptolemäus, der um 150 n. Chr. lebte, in seinem Werk „Almagest“ unter Beweis stellte. Es ist vielleicht überraschend, dass sich eine solche geometrische Konstruktion in dem größten Kompendium der Astronomie der Antike befindet; Ptolemäus benutzt diese Konstruktion, um die erste überlieferte Tabelle trigonometrischer Funktionen (in Abständen von $1/4^\circ$ nach unseren Konventionen) zu berechnen. Er verwendete diese Tabelle für astronomische Zwecke.

Das Fünfeck hat eine weitere Bedeutung in der antiken Mathematik. Einige reguläre Körper wie der Würfel wurden recht früh entdeckt. Hinzu kommen vier weitere, sogenannte platonische Körper. Diese sind das Tetraeder (ein Körper, der aus vier gleichseitigen Dreiecken besteht), das Oktaeder (mit acht kongruenten gleichseitigen Dreiecken als Flächen), das Ikosaeder (mit zwanzig kongruenten gleichseitigen Dreiecken als Flächen) und schließlich das Dodekaeder (mit zwölf kongruenten regelmäßigen Fünfecken als Flächen). Am Ende seiner „Elemente“ – und nur für die wahrhaft fortgeschrittenen alexandrinischen Mathematiker – zeigt Euklid die Konstruktion des Dodekaeders. Er beweist auch, dass es neben den erwähnten fünf Körpern keine weiteren regulären Körper gibt. Die sogenannten platonischen Körper nahmen in dem Weltsystem Johannes Keplers (1571–1630) eine tragende Rolle ein; 1595 hatte er die – allerdings illusorische – erleuchtende Idee, dass die Größe der Bahnen der Planeten durch diese Körper bestimmt sei. Obwohl diese Idee nicht zutraf, führte sie ihn dennoch zur Entdeckung der Gesetze der Planetenbahnen.

Dem Pentagramm oder Fünfeck wurden auch mythische Bedeutungen zugeschrieben. Ein schönes Beispiel stellt die Bitte des Mephistopheles in Goethes „Faust (Teil I)“ dar: „Gesteh ichs nur! Dass ich hinausspaziere / Verbiestet mir ein kleines Hindernis: / Der Drudenfuß auf Eurer Schwelle – / Faust: Das Pentagramma macht dir Pein? / Ei, sage mir, Du Sohn der Hölle: / Wenn das dich bannt, wie kamst du denn herein? / Wie ward ein solcher Geist betrogen? / Mephistopheles: Beschaut es recht! Es ist nicht gut gezogen: / Der eine Winkel, der nach außen zu, / Ist, wie du siehst, ein wenig offen.“ Das Pentagramm wurde gelegentlich in Nordfenstern von Kirchen angebracht, um den bösen Geistern der Verstorbenen, die nördlich der Kirche beerdigt wurden, Zutritt zu dem heiligen Raum zu verwehren. Anscheinend geht die mythische Bedeutung des Fünfecks darauf zurück, dass der Planet Venus abwechselnd westlich (als Morgenstern oder Luzifer) und östlich (als Abendstern) der Sonne erscheint. Die Positionen auf der Ekliptik, die am weitesten von der Sonne entfernt sind, sind die Elongationen. Die Positionen der Elongationen markieren über einen Zeit-

raum von etwa acht Jahren ein Pentagramm auf dem Himmelskreis der Ekliptik, wobei der eine Winkel ein wenig offen ist.

Angesichts dieser zusätzlichen Bedeutungen und der Tatsache, dass es in einem Zeitraum von mehr als 2000 Jahren niemandem gelungen war, ein Sieben- oder Neuneck zu konstruieren, war die Überzeugung gerechtfertigt, dass auf diesem Feld nicht Neues zu entdecken war. Umso erstaunlicher war es, dass ein 18-jähriger Student, weit von den damaligen Zentren der Mathematik entfernt, eine völlig neue Konstruktion entwickelte, nämlich die des Siebzehneckes. Er kündigte seine Entdeckung, die auf den 29. März 1796 datiert wird, im „Intelligenzblatt der allgemeinen Litteraturzeitung“ (Ausgabe vom 1. Juni 1796) an – allerdings ohne jegliche Details. Diese wurden erst im vorletzten Abschnitt seines Meisterwerks „Disquisitiones arithmeticae“ [„Untersuchungen über höhere Arithmetik“] (1801) geliefert. Der Leser – und auch die Leserin, denn Sophie Germain (1776–1831) in Paris war eine der ersten Personen überhaupt, die dieses Buch gründlich studiert hat – hat einen langen und beschwerlichen Weg bis zu dieser Konstruktion zurückzulegen. Interessanterweise ist der Zettel, auf dem Gauß die ersten Berechnungen festhielt, erhalten geblieben. Gauß hat ihn seinem Freund Bolyai geschenkt. Kurz nach Gauß' Tod sandte Bolyai ihn an dessen ersten Biographen Wolfgang Sartorius v. Waltershausen (1809–1876) zurück nach Göttingen, und heute wird er in der Handschriftenabteilung der SUB Göttingen verwahrt.

Schon eine oberflächliche Betrachtung der Zahlen, die in Gauß' Konstruktion genannt werden, zeigt, wie „interessant“ sie sind. Gauß initiierte in den „Disquisitiones arithmeticae“ eine arithmetische Theorie dieser Zahlen. Diese Theorie entwickelte sich im Verlauf des 19. Jahrhunderts zu einem der Hauptthemen – der Kreisteilung oder Zyklotomie – in der höheren Zahlentheorie. Auch der letzte Eintrag im Tagebuch betrifft einen Aspekt dieser Theorie, nämlich ihre Verbindung mit der Theorie der elliptischen Funktionen. Manche Elemente dieser Theorie sind immer noch Gegenstände der modernen mathematischen Forschung.

Der Fundamentalsatz der Algebra

Die Lösung quadratischer Gleichungen, die uns aus dem Schulunterricht geläufig ist, ist vermutlich seit mehreren tausend Jahren bekannt und wurde bereits in der ägyptischen Mathematik für praktische Zwecke verwendet. Die Erkenntnis, dass man auch Gleichungen dritten Grades in einer ähnlichen Weise lösen kann, war eine der großen Leistungen der Mathematiker der Frührenaissance, die über das von den griechischen Mathematikern Überlieferte hinausgeht. Im 16. Jahrhundert fand man eine entsprechende Auflösung der Gleichungen dritten und vierten Grades: Scipione Del Ferro (1465–1526) im Jahre 1515 und zwanzig Jahre später Niccolò Tartaglia (1500(?)–1557) fanden Lösungen für kubische Gleichungen, und Girolamo Cardano (1501–

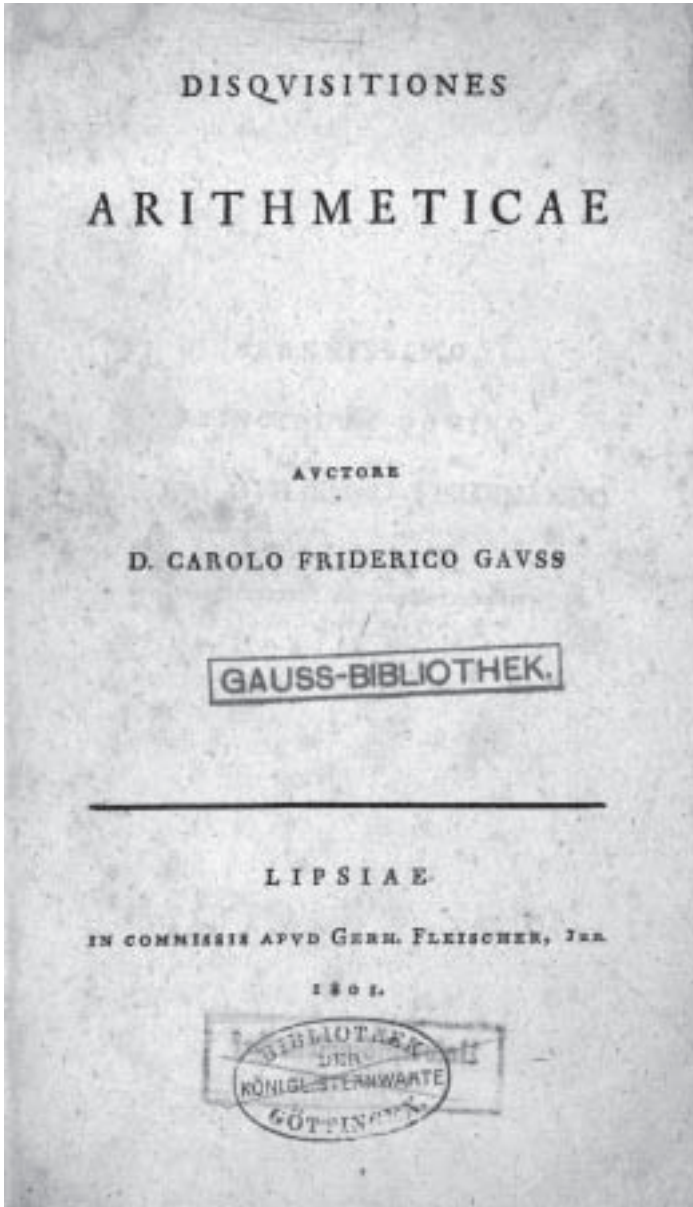


Abb. 7
Gauß' mathematisches Hauptwerk „Disquisitiones arithmeticae“ (C 8)

1576) veröffentlichte 1545 in seiner „Ars Magna“ eine Formel für Gleichungen vierten Grades.

In der Folgezeit gab es über mehrere Jahrhunderte hinweg keine Fortschritte auf diesem Gebiet. Auf der anderen Seite erkannten die Mathematiker, je mehr sie lernten, mit den komplexen Zahlen umzugehen, dass eine Gleichung eines beliebigen Grades n auch n komplexe Zahlen als Lösung haben sollte, die allerdings auch mehrfach auftreten können. Das Hauptproblem bestand darin, zu beweisen, dass es überhaupt eine Lösung gibt. Im 18. Jahrhundert wurde es zunehmend als erforderlich empfunden, diese plausible Vermutung auch beweisen zu können, wobei jedoch die meisten Beweisversuche schwerwiegende Mängel aufwiesen: Kein Versuch war einwandfrei, andere ließen sich im Nachhinein verbessern. Mit diesem Problemkreis setzte sich Gauß 1799 in seiner Helmstädter Dissertation mit dem Titel „*Demonstratio nova theorematis omnem functionem algebraicam rationalem integram unius variabilis in factores reales primi vel secundi gradus resolvi posse*“ [„Neuer Beweis des Satzes, dass jede algebraische, rationale, ganze Funktion einer Veränderlichen in reelle Faktoren des ersten oder zweiten Grades zerlegt werden kann“] auseinander.

Wesentlich an Gauß' Überlegungen ist die Tatsache, dass er lediglich die *Existenz* einer Nullstelle zeigt; er zeigt nicht, wie man diese Nullstelle numerisch bestimmen kann. Mit raffinierteren Methoden kann man die Nullstellen eingrenzen – aber das ist relativ kompliziert. Die Idee des Gauß'schen Beweises hingegen kann man leicht erklären. Man betrachte ein Polynom als eine Abbildung von der Ebene der komplexen Zahlen auf sich. Wenn wir das Bild eines großen Kreises betrachten, dann windet sich dieser genauso oft um den Nullpunkt wie der Grad des Polynoms. Bei einem kleinen Kreis um den Nullpunkt (falls das Polynom nicht bei Null verschwindet), bekommen wir einen kleinen Kreis, der sich nicht um den Nullpunkt windet. Wenn wir den Kreis immer größer machen, kommt ein Punkt, bei dem die Anzahl der Windung höher springt; an diesem Punkt hat das Polynom eine Nullstelle auf dem Kreis.

Gauß' Vorgehen war in Wirklichkeit etwas anderes, aber es kam diesem Ansatz nahe. Beweise, bei denen es nicht auf Formeln, sondern auf Stetigkeit und Geometrie ankam, sind charakteristisch für die Topologie. Statt des Ausdrucks „Topologie“ hat Gauß die ältere Bezeichnung „*Analysis situs*“ verwendet, die damals mehrere Bedeutungen besaß. Der Begriff *Topologie* wurde 1847 von Johann Benedict Listing (1808–1882) eingeführt, einem Schüler Gauß' und späterem Professor der Physik; er trat die Nachfolge von Wilhelm Weber an, nachdem dieser 1837 als einer der Göttinger Sieben entlassen wurde. Das Wort *Topologie* bedeutet „Lehre der Lage“, da die Lage wesentlich wichtiger ist als die numerischen Beziehungen. Obwohl Gauß sich in seinen eigenen Veröffentlichungen nicht weiter mit der Topologie beschäftigte, hat er immer wieder ihre Bedeutung für die Mathematik betont. Die Weiterentwicklung dieser neuen Art von Mathematik betrieben seine Schüler Johann Benedict Listing, August Ferdinand Möbius (1790–1868) und Georg Bernhard Riemann. Möbius stu-

dierte 1813 bei Gauß in Göttingen und 1814 bei Johann Friedrich Pfaff (1765–1825) in Halle, bevor er im Alter von 24 Jahren auf eine Professur in Leipzig berufen wurde. Seine Hauptwerke in der Topologie waren späte Blüten; sie wurden erst veröffentlicht, als er bereits über 70 Jahre alt wurde. Am besten ist er durch das Möbius-Band bekannt, das unabhängig von ihm kurz zuvor auch von Listing entdeckt wurde. In einem Aufsatz in Band 30 der „Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft e.V. Göttingen“ (S. 31) hat Ernst Breitenberger versucht nachzuweisen, dass das Möbius-Band sogar auf Gauß zurückgeht. Seine Argumente sind zwar plausibel, lassen sich aber nicht in befriedigender Weise lückenlos belegen. Listing und Möbius haben sich später ausführlich mit der Topologie der Flächen und Knoten befasst. Diese Untersuchungen wurden bis zum Ende des 19. Jahrhunderts von anderen weitergeführt, und die Topologie wurde besonders in den Händen französischer Mathematiker, unter ihnen Henri Poincaré (1854–1912), zu einem unentbehrlichem Werkzeug in der Mathematik, z.B. bei der Behandlung der Himmelsmechanik. Durch die Topologie fand Poincaré auch den Weg zu einem Phänomen, das wir heute mit dem Begriff „Chaos“ bezeichnen.

Bei Riemann ist die Situation ganz anders. Er begann 1846 sein Studium, als Gauß schon 69 Jahre alt war. Riemann stammte aus ärmlichen Verhältnissen; sein Vater war Pastor in Breselenz (bei Dannenberg) und musste von einem bescheidenen Gehalt eine vielköpfige Familie ernähren. Hinzu kam, dass sich fast alle Angehörigen Riemanns und auch er selbst mit der Tuberkulose infiziert hatten. Er konnte aber in Göttingen und zeitweilig auch in Berlin studieren. Ein engerer Umgang mit Gauß ist nicht belegt, obwohl Gauß 1851 Riemanns Dissertation begutachtete. Trotz seines frühen Todes im Jahre 1866 gilt Riemann als einer der größten Mathematiker der Moderne, der Gauß' Erkenntnisse in der Geometrie und in der Topologie am weitesten fortentwickelt hat.

Gauß und die Methode der kleinsten Quadrate

Die *Methode der kleinsten Quadrate* ist zweifelsfrei mit dem Wissenschaftler Gauß verbunden; dennoch ist ihre Entstehungsgeschichte etwas unklar. Sicherlich war der französische Mathematiker A.M. Legendre der Erstautor dieser Methode (1805). Gauß selbst glaubte in jungen Jahren, die Methode sei schon lange bekannt und bereits bei Tobias Mayer (1723–1762) zu finden. In diesem Sinne jedenfalls äußerte er sich in einem Brief an Heinrich Christian Schumacher (1780–1850) und war sogar bereit, darauf zu wetten, begriff dann aber wohl, dass er eine solche Wette verloren hätte. Es ist bis heute nicht eindeutig geklärt, ob Gauß – wie er selbst für sich in Anspruch nahm – diese Methode in seinen astronomischen und geodätischen Berechnungen schon frühzeitig benutzte; diese Behauptung ist u.a. in seinem astronomischen Hauptwerk „*Theoria motus corporum coelestium*“ [„Theorie der Bewegung von Himmelskörpern“] aus dem Jahre 1809 zu finden.

Gauß' Hauptwerk zu diesem Thema ist die Schrift „Theoria combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae“ [„Theorie der Kombination von Beobachtungen der kleinsten Fehler“], die 1819–1822 entstand. Obwohl er früher schon die *Maximum Likelihood Method* beschrieb, erschien ihm in den folgenden Jahren die Methode der kleinsten Quadrate als die weitaus wichtigere. Und diese Annahme hat sich bis heute bewahrheitet. In dieser Arbeit legte Gauß die Grundlagen der Fehlertheorie, die ihre Erweiterung in den linearen Modellen und Vorhersagetheorien des letzten Jahrhunderts erfuhr. Sie geht von normalverteilten Fehlern aus, einer Fehlerverteilung, die der Gauß'schen Glockenkurve entspricht (eine Abbildung der Glockenkurve findet sich auf dem bis zur Einführung des Euro gebräuchlichen Zehnmarkschein). Obwohl auch die sogenannte Normalverteilung nicht eindeutig auf Gauß als Autor zurückgeführt werden kann, ist ihre Bedeutung – ebenso wie die Methode der kleinsten Quadrate – klar von ihm erkannt worden.

Die Methode der kleinsten Quadrate lässt sich in einfacher Weise als eine Methode beschreiben, wie man aus einem überbestimmten linearen Gleichungssystem (also einem Gleichungssystem, das keine exakte Lösung zulässt) zu einer optimal angepassten Lösung kommt. Aus der Gauß'schen Fehlerrechnung lässt sich darüber hinaus der Fehler der angepassten Lösung zur tatsächlichen Lösung angeben. Eine Funktion 2. Grades ist bekanntlich eine Parabel $y=ax^2+bx+c$, und man kann aus der Kenntnis dreier Paare (x,y) der Parabel die Funktionalgleichung gewinnen. Hat man mehr als drei Paare, muss man a , b und c optimal anpassen, und das geschieht mit der Methode der kleinsten Quadrate: Man minimiert die Summe über alle Abstandsquadrate $(y-(ax^2+bx+c))^2$ von Paaren (x,y) als Funktion der Unbekannten a , b und c .

Für Gauß bestand der Wert der Methode der kleinsten Quadrate darin, astronomische Beobachtungen benutzen zu können, um etwa die Bahnen von Planeten berechnen zu können. Ebenso lassen sich mehrmalige Entfernungsmessungen über große Distanzen zu einem einzigen Wert zusammenfassen, der zudem eine Fehlergrenze liefert. Die weite Anwendbarkeit ist damit klar umschrieben. Heute spielt die Methode der kleinsten Quadrate in vielen Gebieten eine dominierende Rolle, von denen stellvertretend nur einige genannt seien, etwa die Zulassung von Arzneimitteln, der Vergleich und die Qualitätskontrolle industrieller Produkte oder die Analyse sozialer und ökonomischer Bevölkerungsstrukturen.

Arithmetisch–geometrisches Mittel und elliptische Integrale: Gauß und die komplexe Analysis

Ulrich Stuhler

Nach der Entdeckung der Differential- und Integralrechnung durch Leibniz und Newton um 1670 ist die Entwicklung im 18. Jahrhundert durch Anwendung des neuen

Kalküls auf eine Unzahl von Problemen aus Mathematik, Naturwissenschaften und Technik gekennzeichnet. Geprägt wird diese Zeit durch wenige herausragende Forscherpersönlichkeiten. In der unmittelbaren Generation nach *Leibniz* und *Newton* sind dabei vor allem die Brüder *Bernoulli* hervorzuheben, *Jacob Bernoulli* (1654–1705) und *Johann Bernoulli* (1667–1748).

Leonhard Euler (1707–1783), ein Schüler Johann Bernoullis an der Universität von Basel, ist dann der führende Mathematiker des 18. Jahrhunderts. Sein mathematisches Gesamtwerk umfasst mehr als 80 umfangreiche Bände und behandelt Themen aus allen Gebieten der Mathematik, Physik, Astronomie bis hin zu Fragen der technischen Praxis, wie der Bemastung von Schiffen oder des Versicherungswesens.

Eine der großen mathematischen Leistungen Eulers sind seine Beiträge zur Theorie der *elliptischen Integrale*. Dies sind Integrale, die bei der Berechnung der Länge verschiedener Kurven wie etwa der Ellipse, der Lemniskatenkurven oder der sogenannten elastischen Kurven auftreten. Aber auch physikalische Probleme wie die Frage nach der Schwingungsdauer eines Pendels führen auf diese Integrale.

Die eigentliche Theorie der elliptischen Integrale beginnt mit einer Entdeckung des italienischen Grafen *Giulio Carlo di Fagnano* (1682–1766), dem es im Jahre 1718 gelang, den Bogen einer Lemniskatenkurve auf algebraischem Weg zu verdoppeln und zu halbieren. Diese und verwandte Entdeckungen, in einer weniger bekannten venezianischen Zeitschrift veröffentlicht, blieben zunächst jedoch unbemerkt. 1750 veröffentlichte *Fagnano* seine Ergebnisse erneut und sandte eine Kopie an die Berliner Akademie der Wissenschaften, wo sie sofort das Interesse *Eulers* erregten und ihn zu wesentlich weitergehenden Forschungen und 1753 zu seinem Additionstheorem für lemniskatische Integrale sowie 1758 zu seinem allgemeinen Additionstheorem für elliptische Integrale führten. In den nächsten 20 Jahren machten *Euler* und *Lagrange*, neben Euler der bedeutendste Mathematiker des 18. Jahrhunderts, wichtige Fortschritte in der Theorie. *Eulers* Arbeiten zur Theorie des elliptischen Integrals füllen drei umfangreiche Bände seiner Werke. Zusammengefasst wurde das bis dahin bekannte Material in zwei klassischen Werken *Legendres*. Diese sollten allerdings erst 1825 und 1826 erscheinen, dabei aber den größten Teil des von *Gauß* entdeckten Materials nicht enthalten.

Das arithmetisch-geometrische Mittel

Vermutlich bereits 1791, mit 14 Jahren, begann *Gauß*, sich mit dem arithmetisch-geometrischen Mittel (*agM*) zu beschäftigen. Aus zwei positiven Zahlen a und b bildet man ihr arithmetisches Mittel $\frac{(a+b)}{2} = b_1$ sowie ihr geometrisches Mittel

$$\sqrt{a \cdot b} = a_1.$$

Diese beiden neuen Zahlen liegen zwischen a und b . Des Weiteren ist b_1 stets größer oder gleich a_1 . Wiederholt man diesen Prozess, nun mit a_1 und b_1 anstelle von a und b , so ergeben sich zwischen a_1 und b_1 wieder neue Zahlen, a_2 und b_2 . Wird der Prozess beliebig oft wiederholt, so ergibt sich insgesamt eine Folge von Zahlen, a_1, a_2, a_3, \dots bzw. b_1, b_2, b_3, \dots , die sehr schnell gegen einen gemeinsamen Grenzwert $agM(a, b)$ konvergieren. Diese Funktion $agM(a, b)$ hat außerordentlich interessante Eigenschaften, von denen *Gauß* zunächst die algebraischen Eigenschaften sowie die Reihenentwicklungen studierte.

Etwa seit 1796 begann *Gauß*, sich mit den oben erwähnten elliptischen Integralen zu beschäftigen. Er machte sehr schnelle Fortschritte und entwickelte insbesondere den Zusammenhang zwischen elliptischen Integralen und dem agM .

In diesen Jahren entwarf er die gesamte Theorie mit ihren verschiedenen Ausformungen. Er erkannte die Doppelperiodizität der Umkehrfunktionen gewisser grundlegender elliptischer Integrale, wobei er das Gebiet der reellen Zahlen verlassen und Funktionen auf komplexen Zahlen und ihre Theorie heranziehen musste. Ebenso arbeitete er mit Thetafunktionen und entdeckte die heute so genannten Modulfunktionen durch Betrachtung des agM im Gebiet der komplexen Zahlen. Allerdings veröffentlichte *Gauß* zu seinen Lebzeiten, mit Ausnahme einer kurzen Bemerkung in den „Disquisitiones arithmeticae“, Abschnitt 7, § 335, und einer Arbeit aus der theoretischen Astronomie über Planetenanziehung, in der elliptische Integrale auftreten, fast nichts von diesen Ergebnissen. Erst 1826/28 sollten *N. H. Abel*, ein norwegischer Mathematiker, und *C. G. J. Jacobi*, ein deutsch-jüdischer Mathematiker, einen Teil seiner Entdeckungen wieder finden und in einem Aufsehen erregenden intellektuellen Wettlauf veröffentlichen.

Gauß' Hinweis, über diese Ergebnisse bereits ein Vierteljahrhundert zuvor verfügt zu haben, stieß zunächst auf einige Skepsis, stellte sich aber nach seinem Tod bei der Sichtung des Nachlasses als völlig begründet heraus.

Komplexe Zahlen: Eine etwas andere Analysis und Zahlentheorie

Bereits seit dem 16. Jahrhundert waren die Mathematiker daran gewöhnt, dass bei Berechnungen auch *imaginäre Zahlen*, also Quadratwurzeln aus negativen Zahlen, ins Spiel kamen, häufig als unvermeidliche Durchgangsstation einer Rechnung, die am Ende doch wieder auf die gewohnten reellen Zahlen führte. Eine eigenständige Bedeutung erhielten diese Zahlen erst bei *Euler*, der mit ihnen völlig souverän umging und dem es damals mit seiner wundervollen Formel $e^{it} = \cos t + i \sin t$ gelang, die fundamentalen, bekannten, reellen Funktionen wie die trigonometrischen Funktion und die Logarithmusfunktion allesamt als Spielart der Exponentialfunktion zu erkennen, sofern man nur bereit war, Funktionen systematisch im Komplexen zu betrachten. Insbesondere die Periodizität der trigonometrischen Funktionen wurde

so auf die Periodizität der Exponentialfunktion zurückgeführt, die sich durch die einfache Formel $e^{z+2\pi i} = e^z$ ausdrückt, wobei man als Periode die imaginäre Zahl $(2\pi \cdot i)$ zuzulassen hat. Da die trigonometrischen Funktionen auch als Umkehrfunktionen einfacher algebraischer Integrale gewonnen werden können, lag es nicht allzu fern, die Untersuchung über elliptische Integrale in einer gewissen Parallelität zu den Zusammenhängen bei den trigonometrischen Funktionen zu suchen.

Wie schon oben gesagt, hat *Gauß* hierzu wenig veröffentlicht. Aus den Diskussion seiner Arbeiten über elliptische Integrale aber geht eindeutig hervor, dass er sich über viele fundamentale Gesetzmäßigkeiten komplexer Funktionen völlig im Klaren war. Eine entsprechende Bemerkung in einem Brief an den Astronomen Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846) vom 18. Dezember 1811 macht deutlich, dass er im Besitz des für die Funktionentheorie komplexer Funktionen fundamentalen Satzes von *Cauchy* über Kurvenintegrale sogenannter holomorpher Funktionen war. Auch seine Untersuchungen zur Theorie konformer Abbildungen, also Abbildungen von Teilen der Ebene in sich, die im unendlich Kleinen winkelerhaltend sind, lassen deutlich werden, wie viel ihm schon hier bereits bekannt war.

Die Theorie der komplexen Funktionen wurde im 19. Jahrhundert, maßgeblich gefördert durch *Cauchy*, *Riemann* und *Weierstraß*, zu einer der zentralen mathematischen Disziplinen, die auch heute noch ihren festen Platz in der mathematischen Ausbildung an den Universitäten hat. *Gauß* selber begutachtete noch 1851 die bahnbrechende Dissertation *Bernhard Riemanns* zur Theorie analytischer Funktionen.

Zahlentheorie

Auch durch den Schulunterricht bekannt ist *Gauß*' Deutung der komplexen Zahlen durch Punkte in der Zahlenebene, in der etwa der komplexen Zahl $(a + bi)$ der Punkt (a, b) mit den Koordinaten a und b zugeordnet wird.

Weniger bekannt ist der von *Gauß* eigentlich studierte Zahlbereich derjenigen komplexen Zahlen $(a + bi)$, für die a und b ganze Zahlen sind. Addition und Multiplikation führen aus diesem Zahlbereich nicht heraus. In seiner Abhandlung „Theorie der biquadratischen Reste II“ (Göttingen 1832) entwickelte *Gauß* eine eigene Teilbarkeitslehre, die der des Bereichs der ganzen Zahlen $0, \pm 1, \pm 2, \dots$ völlig entspricht. Insbesondere gibt es wieder eine eindeutige Zerlegung in prime (nicht weiter multiplikativ echt zerlegbare) Zahlen. Primzahlen in diesem ganz neuartigen Rechenbereich (von den Mathematikern heutzutage auch „Ring“ genannt) sind

- die Zahl $1 + i$ bzw. $1 - i$,
- alle Zahlen $(a \pm bi)$, bei denen $a^2 + b^2$ eine der Primzahl 5, 13, 17, 29, ... ergibt, die also bei Division durch 4 den Rest 1 lassen und
- alle übrigen Primzahlen, 3, 7, 11, 17, ..., die bei Division durch 4 den Rest 3 lassen.

Die Suche nach geeigneten Verallgemeinerungen dieser Rechenbereiche beschäftigte in der Folgezeit viele hervorragende Mathematiker des 19. Jahrhunderts. Erst um 1870/80 entwickeln *Dedekind* und *Kronecker* unabhängig voneinander eine einheitliche allgemeine Theorie.

Es sei abschließend erwähnt, dass dieser Bereich – der sogenannte *Ring der Gauß'schen Zahlen* – auf das Engste mit den elliptischen oder lemniskatischen Integralen zusammenhängt, von denen oben die Rede war.

Exponate C

C 1 Georg Friedrich Bärmann (Hrsg.):

Elementorum Euclidis libri XV ad Graeci contextus fidem recensiti et ad usum tironum accomodati. Leipzig 1769.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 189

In den „Elementen“ des Euklid (330-275 v.Chr.) stellt die Konstruktion des Fünfecks einen der Höhepunkte dar. Die aufgeschlagene Seite illustriert die letzten Schritte und bildet den Abschluss von Buch IV der „Elemente“. Erst Gauß gelang es mehr als zwei Jahrtausende später, weitere Konstruktionen von Polygonen mit Zirkel und Lineal zu finden. Er bewies, dass z.B. ein Siebeneck oder ein Neuneck nicht mit Zirkel und Lineal konstruiert werden können, dass es aber möglich ist, ein Zehneck, ein Zwölfeck, ein Fünfzehneck oder ein Sechzehneck auf diese Weise zu konstruieren.

C 2 Carl Friedrich Gauß:

Erste Niederschrift der Konstruktion des Siebzehnecks.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Math. 6, Bl. 3

Gauß entdeckte schon als Mathematikstudent im ersten Semester am 29. März 1796, dass ein Siebzehneck mit Zirkel und Lineal konstruierbar ist. Dabei fasste er das Problem eher arithmetisch und analytisch als geometrisch auf und benutzte Leonhard Eulers (1707–1783) Theorie der Kreisfunktionen. Seine Entdeckung kündigte Gauß zwar im Braunschweiger „Intelligenzblatt der allgemeinen Litteraturzeitung“ (Ausgabe vom 1. Juni 1796) an, die Veröffentlichung in den „Disquisitiones Arithmeticae“ (Art. 365) erfolgte aber erst 1801. Das Manuskript tauchte erst nach Gauß' Tod wieder auf; er hatte es 1799 seinem Freund Wolfgang Bolyai (1775-1876) zum Abschied aus Göttingen geschenkt, und dieser gab es an Gauß' ersten Biographen Sartorius von Waltershausen weiter.

C 3 Carl Friedrich Gauß:

Mathematisches Tagebuch. 1796-1814.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Math. 48 Cim.

Das Tagebuch von Gauß, eines der wertvollsten Dokumente zur Geschichte der neueren Mathematik, beginnt mit der Entdeckung, dass das Siebzehneck mit Zirkel und Lineal konstruiert werden kann. In dem Tagebuch, das ausschließlich Gauß' mathematische Entdeckungen in lateinischer Sprache enthält, lässt sich die Entwicklung vom begabten Studenten zum *princeps mathematicorum* verfolgen. Die Mehrzahl der Einträge stammt aus der Zeit von März 1796 bis Mai 1801. Die erste Eintragung lautet: „Principia quibus innitur sectio circuli, ac divisibilitatis eiusdem geometrica in septemdecim partes &c. Mart. 30. Brunsv“ [„Grundlagen, auf die sich die Teilung des Kreises stützt,

und zwar dessen geometrische Teilbarkeit in siebzehn Teile usw. Braunschweig, 30. März“].

C 4 Carl Friedrich Gauß:

Übersicht der Gründe der Constructibilität des Siebzehneckes. 1801. [Faksimile].

St. Petersburger Filiale des Archivs der Russischen Akademie der Wissenschaften: R. 1, op. 110, d. 13, l. 1-2 ob.

In diesem Brief an die St. Petersburger Akademie der Wissenschaften erläutert Gauß seine Methode der Konstruktion des Siebzehneckes, die er alsbald als seine erste Veröffentlichung publizierte. Der Brief wurde am 21. Juni 1801 auf einer Sitzung der Akademie verlesen. Kurze Zeit später wurde Gauß zum korrespondierenden Mitglied der Akademie ernannt.

C 5 Johann Gustav Hermes:

Diarium zur Kreistheilung.

Universität Göttingen, Mathematisches Institut

Gauß zeigte nicht nur, dass das Siebzehneck konstruierbar ist; er bewies auch, dass man ein 257-Eck und sogar ein 65537-Eck mit Zirkel und Lineal konstruieren kann. Zur Berechnung des 65537-Ecks führte der Studienrat Dr. Johann Gustav Hermes von 1879 bis 1889 ein Diarium, in dem er ein tägliches Rechenpensum absolvierte. Außerdem führte er die Konstruktion und Berechnung des Siebzehneckes durch. Die verallgemeinerte Aussage zu den konstruierbaren n -Ecken führt auf die Fermat'sche Vermutung.

C 6 Carl Friedrich Gauß:

Demonstratio nova theorematum omnium functionum algebraicarum rationalium integrorum unius variabilis in factores reales primi vel secundi gradus. Helmstedt 1799.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Drucke 1

Obwohl Gauß seine Dissertation zeitgleich mit den „Disquisitiones Arithmeticae“ schrieb, haben diese beiden Arbeiten nichts Gemeinsames. Er liefert hier in der Auseinandersetzung mit anderen Ansätzen den ersten überzeugenden Beweis, dass jede Polynomgleichung wenigstens eine Lösung in den komplexen Zahlen besitzt. Besonders wichtig an diesem Beweis ist die Art, wie diese Aussage bewiesen wird, denn er ist der erste topologische Beweis. Die Gauß-Schüler Johann Benedict Listing (1808–1882), August Ferdinand Möbius (1790–1868) und Georg Bernhard Riemann (1826–1866) bauten diesen Ansatz, den Gauß nicht weiter verfolgte, zu einem neuen Teilgebiet der Mathematik, der Topologie, aus.

C 7 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Wilhelm Olbers. Göttingen, 3. September 1805.

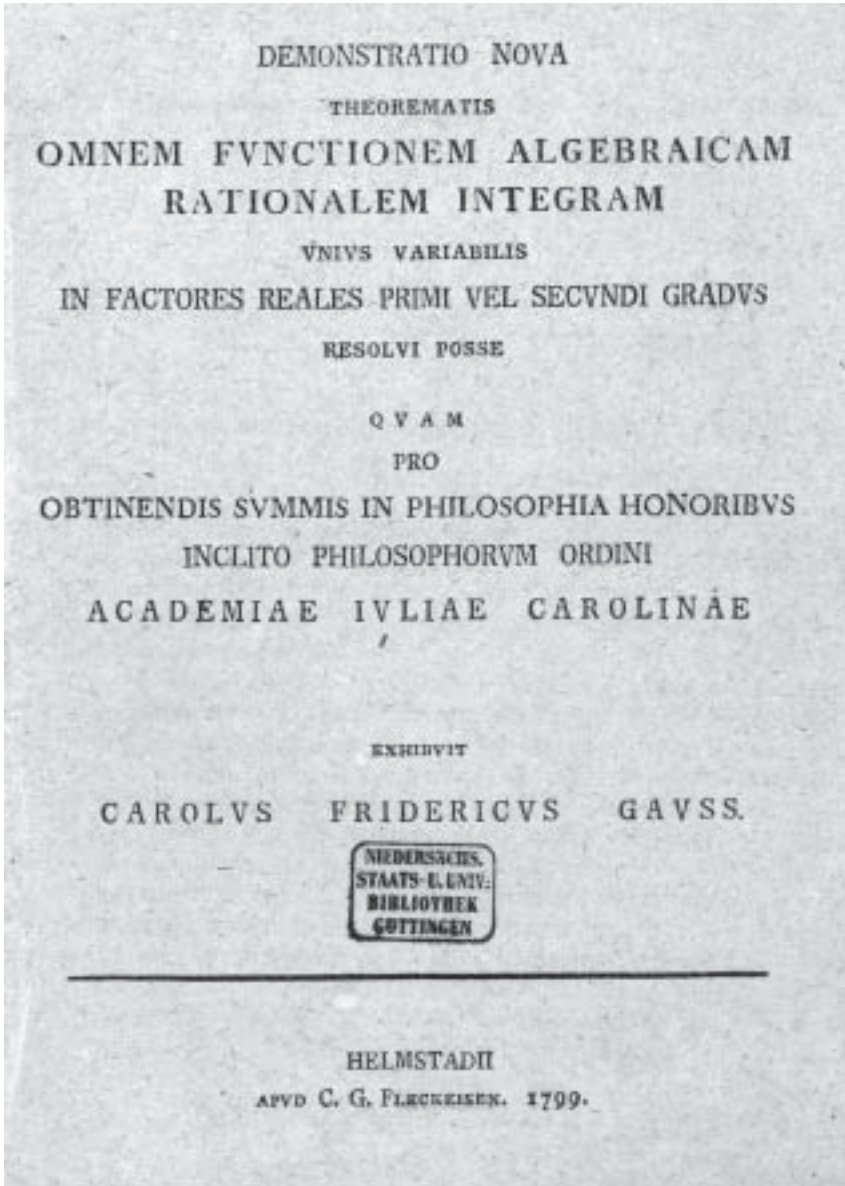


Abb. 8

Gauß' Helmstedter Dissertation aus dem Jahr 1799 (C 6)

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Olbers, Nr. 62

In diesem Brief wird die Lösung eines zahlentheoretischen Problems beschrieben (wohl im Umkreis der „Disquisitiones arithmeticae“). Die plötzlich und unerwartet eintretende Erkenntnis von schwierigen Zusammenhängen eines mathematischen Problems, mit dem sich Gauß lange geplagt hatte, schildert er mit den folgenden Worten: „Wie der Blitz einschlägt, hat sich das Räthsel gelöst; ich selbst wäre nicht im Stande, den leitenden Faden zwischen dem, was ich vorher wusste, dem, womit ich die letzten Versuche gemacht hatte, und dem, wodurch es gelang, nachzuweisen.“

C 8 Carl Friedrich Gauß:

Disquisitiones Arithmeticae. Leipzig 1801.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 228

In den „Disquisitiones Arithmeticae“ beschäftigte sich Gauß mit der Zahlentheorie und schuf ein Meisterwerk, das in der Nachfolge von Euler, Lambert, Lagrange und Legendre steht. Er vervollständigte nicht nur Ergebnisse des 18. Jahrhunderts, indem er ausstehende Beweise führte, sondern gab der Zahlentheorie für wenigstens 100 Jahre Impulse. Bis zum heutigen Tag sind die „Disquisitiones Arithmeticae“ eine Quelle der Inspiration für Zahlentheoretiker.

C 9 Carl Friedrich Gauß:

Brief an August Ferdinand Möbius. Göttingen, 17. Oktober 1843.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Möbius, Nr. 2

August Ferdinand Möbius (1790–1868) war einer der ersten Schüler von Gauß. Er studierte 1813/14 zwei Semester in Göttingen. Auf diesem Brief ist Gauß' Siegel mit seinem Wahlspruch „Pauca sed matura“ („Weniges, aber Reifes“) angebracht. Gauß stellte solch hohe Anforderungen an sich und andere, dass er nur nach langem Nachdenken bereit war, seine Ideen zu veröffentlichen.

Insbesondere verlangte er die gleiche Strenge in den Beweisen, die man bei Euklid findet. Diese eher konservative Einstellung entpuppte sich als richtungweisend für die Mathematik im 19. Jahrhundert.

C 10 August Ferdinand Möbius (1790–1868):

Das Möbius-Band.

Blech mit Farbe 16 x 16 x 6,5 cm, Hersteller unbekannt

Universität Göttingen, Mathematisches Institut: Modellsammlung Nr. 298

Das Möbius-Band ist eine der bekanntesten Konstruktionen in der Topologie. Es stellt die verblüffende Tatsache dar, dass es eine Fläche geben kann, die nur eine Seite hat. Zu dieser Erkenntnis gelangten fast gleichzeitig Johann Benedict Listing (1808–1882) und August Ferdinand Möbius (1790–1868). Es gibt aber Hinweise dafür, dass beide diese Idee ihrem Lehrer Gauß verdanken.

C 11 Galton'sches Brett.

Hersteller: Fa. PHYWE, Göttingen

Glas, Holz, Eisen, 33 x 22 cm

Universität Göttingen, Institut für Mathematische Stochastik

Das Galton'sche Brett ist eine Versuchsanordnung zur Überprüfung des Zentralen Grenzwertsatzes, der das Auftreten der Gauß'schen oder Normalverteilung in Gestalt einer Glockenkurve erklärt, wie sie auf dem 10 DM-Schein abgedruckt war. Das Brett wurde zur Veranschaulichung dieses Gesetzes verwendet, bevor Computer bessere Darstellungen ermöglichten. Die herabrollenden Kugeln werden so seitlich abgelenkt, dass sie am Ende gemäß der Glockenkurve verteilt sind.

C 12 Carl Friedrich Gauß:

Kleinste Quadrate.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Manusk. 68

Die Methode der kleinsten Quadrate entwickelte Gauß, um die Parameter einer Formel optimal an die Messwerte anzupassen. Insbesondere setzte er sie ein, um Bahnen von Planeten berechnen zu können.

C 13 Carl Friedrich Gauß :

Theoria combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae. Göttingen 1823.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Drucke 23

Die „Theorie der den kleinsten Fehlern unterworfenen Kombination der Beobachtungen“, Gauß' Hauptarbeit zur Methode der kleinsten Quadrate, entstand zwischen 1819 und 1822. In ihr wird die korrekte statistische Begründung dieser Methode zum ersten Mal entwickelt. Sie ist Grundlage vieler Berechnungen in der Astronomie und Geodäsie, die Gauß durchgeführt hat.

C 14 Carl Friedrich Gauß:

Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf eine Aufgabe der praktischen Geometrie.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Manusk. 6

Gauß hat die Methode der kleinsten Quadrate stets benutzt, um sie auf praktische Probleme in den unterschiedlichsten Gebieten anzuwenden. Ausgestellt ist eine Notiz, in der er erläutert, wie die Methode zur Lösung geometrischer Probleme benutzt werden kann. Das belegen neben diesem Manuskript auch Mitschriften seiner Vorlesungen und seine Korrespondenz.

C 15 Carl Friedrich Gauß:

Eintragungen im „Mathematischen Tagebuch“ [Faksimile].

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Math. 48 Cim., Bl. 7v.–8r.

„Es ist gelungen, in Braunschweig, am 22. Mai, einen bedeutenden Zusatz zu dieser Theorie [der transzendenten Größen] zu finden, durch den zugleich alles Vorangegangene, nicht zuletzt die Theorie der arithmetisch-geometrischen Mittel, bestens verknüpft und unbegrenzt erweitert wird.“

„An ungefähr denselben Tagen (am 16. Mai) haben wir das chronologische Problem des Osterfestes auf elegante Weise gelöst.“

„Zwischen zwei gegebenen Zahlen gibt es immer unendlich viele Werte sowohl des arithmetisch-geometrischen als auch des harmonisch-geometrischen Mittels, deren wechselseitige Verbindung völlig zu erkennen uns das Glück vergönnt hat. Braunschweig, 3. Juni [1800]“.

C 16 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Friedrich Wilhelm Bessel. Göttingen, 18. Dezember 1811.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Bessel Nr. 22

In diesem langen Brief an Bessel erläutert Gauß seinem Kollegen grundlegende Gedanken zur Theorie der Funktionen in einer komplexen Variablen. Wahrscheinlich hatte er die hier dargestellten Auffassungen bereits lange vor Abfassung des Briefes entwickelt, wie seine Untersuchungen vom arithmetisch-geometrischen Mittel belegen, die einer weit früheren Periode angehören. Er bittet Bessel um seine Meinung und schickt voraus: „... und so zweifle ich nicht, dass wir uns durch den wechselseitigen Austausch unserer Ideen schon verständigen werden.“

Logarithmentafeln – Gauß' „tägliches Arbeitsgerät“

Karin Reich

Logarithmen – ein mathematisches Hilfsmittel

Die Logarithmen dienten seit ihrer Einführung zu Beginn des 17. Jahrhunderts dazu, kompliziertere und zeitaufwendige Rechenoperationen in einfachere Operationen zu verwandeln, z.B. Multiplikationen in Additionen, Divisionen in Subtraktionen, das Erheben in Potenzen in Multiplikationen:

$$\log ab = \log a + \log b$$

$$\log a/b = \log a - \log b$$

$$\log a^n = n \log a$$

Im Falle der Multiplikation ab bedeutet dies: Man suche die Logarithmenwerte von a und b auf, addiere diese und delogarithmiere die Summe. Für das schnelle Aufsuchen der Logarithmenwerte und das Delogarithmieren benötigt man eine Logarithmentafel.

Den Logarithmen liegen die Exponentialgesetze zugrunde, die in allen Positionssystemen eine Rolle spielen, so bereits im Sexagesimalsystem der Babylonier oder in der Theorie der geometrischen Reihen bzw. Zehnerpotenzen der griechischen Antike. Man kann z.B. eine Art Exponentialgesetz bei Euklid im Corollar zu Elemente 9, 11 finden bzw. aus dem Sandrechner von Archimedes herauslesen.

Die logarithmischen Werte ergeben sich aus der Gegenüberstellung einer geometrischen und mit einer arithmetischen Folge. Ein derartiges Schema stellt bereits Michael Stifel (1486/7–1567) in seiner „Arithmetica integra“¹ vor:

...	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	5	...
...	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	16	32	...

Auf Stifel geht auch die Bezeichnung „Exponent“ zurück. Da zu Stifels Zeiten noch keine Dezimalbrüche zur Verfügung standen, konnte man nur Rechenoperationen mit den Zahlen in der unteren Zeile auf logarithmischer Basis durchführen, also z.B. 2 mal 4 oder 1/8 mal 16. 2 mal 3 war nicht zu berechnen, weil über 3 ein Dezimalbruch als Exponent zu stehen gekommen wäre.

1 Nürnberg 1544, fol. 249v.

Erfindung der Rechenmaschinen und Entdeckung der Logarithmen

Zu Beginn des 17. Jahrhunderts fanden erste Überlegungen statt, wie man den vor allem in der Astronomie anfallenden riesigen Rechenaufwand für Tabellenwerke und Ephemeriden verkleinern könnte. Es gab zwei Lösungsvorschläge: zum einen Rechenmaschinen, zum anderen Logarithmentafeln. Wilhelm Schickard (1592–1635) gelang die erste Konstruktion einer Rechenmaschine; weitere Modelle wie die von Pascal oder die von Leibniz sollten noch im 17. Jahrhundert folgen. Doch schon bald wurde deutlich, dass diese Rechenmaschinen für astronomische Zwecke kaum zu gebrauchen waren. Die Entdeckung der Logarithmen erwies sich dagegen als zukunftsweisend.

Im Jahre 1614 wurde die erste Logarithmentafel „*Mirifici logarithmorum canonicus descriptio*“ veröffentlicht. Der Autor, *John Napier* bzw. *Neper* (1550–1617), wirkte in Edinburgh, und von ihm stammt die Bezeichnung „logarithmus“ = Verhältniszahl. Es war dies eine Logarithmentafel der trigonometrischen Werte, d.h. der Sinuswerte, mit denen vor allem Astronomen als Benutzer angesprochen werden sollten. Bereits 1616 erschien eine englische Übersetzung „*A description of the admirable table of logarithmes*“, mit der der englische Mathematiker und Seekartenzeichner *Edward Wright* (1558–1615) dieses neuartige Tabellenwerk zu verbreiten und den Praktikern besser zugänglich zu machen hoffte. Erst im Jahre 1620 veröffentlichte Napier eine Erklärung darüber, auf welche Weise er seine logarithmischen Werte berechnet hatte.²

Völlig unabhängig von Napier schuf der Instrumentenhersteller *Jost Bürgi* (1552–1632) kurze Zeit später, im Jahre 1620, in Prag seine „*Progreßtabulen*“, die aber fast völlig unbemerkt blieben. Obwohl *Johannes Kepler* (1571–1630) mit Bürgi in Prag zusammengearbeitet hatte, verschwieg ihm Bürgi seine Logarithmentafel, so dass Kepler, angeregt durch die Neper'schen Tafeln, eine eigene Logarithmentafel nach eigener Methode berechnete und 1624/5 unter dem Titel „*Chilias logarithmorum ad totidem numeros rotundos*“ veröffentlichte. Diese Kepler'sche Logarithmentafel war deshalb so wichtig, weil Kepler auf sie seine 1627 veröffentlichten Rudolphini'schen Tafeln stützte.

Im deutschen Sprachraum sorgte als erster *Benjamin Ursinus* (1587–1633) für die Verbreitung der Neper'schen Logarithmen. Ursinus hatte sowohl am Prager Hof als auch als Lehrer in einem Linzer Gymnasium gewirkt und stand daher mit Kepler in enger Verbindung. Seit 1615 unterrichtete Ursinus am Joachimsthalschen Gymnasium in Berlin, von 1630 an lehrte er Mathematik an der Universität in Frankfurt an der Oder. Ursinus publizierte 1618 seine „*Trigonometria logarithmica Johannis Neperi*“; 1624/1625 erschien in Köln an der Spree seine „*Trigonometria cum magna logarith-*

2 Napier, John: *Mirifici logarithmorum constructio*. Leiden 1620.



Abb. 9

Benjamin Ursinus: „Trigonometria cum magna logarithmorum canone“ (D 1)

morum canone". Er hatte in der Tat die Napier'sche Sinustafel wesentlich erweitert und ergänzt: Ursinus gab die logarithmischen Werte nunmehr mit neun Stellen an, Napier mit sieben, und während Napier nur in ganzen Minutenwerten fortschritt, hatte Ursinus' Tafel zehn Sekundenschritte, d.h. bei Napier hatte ein Grad in der Regel nur eine Seite Umfang, bei Ursinus hingegen waren es zehn Seiten pro Grad.

Obwohl die Dezimalbrüche bereits 1585 von *Simon Stevin (1548–1620)* eingeführt worden waren, fanden sie nur langsam Verbreitung. Den Tafelherstellern waren die Dezimalbrüche zu Beginn des 17. Jahrhunderts noch unbekannt. Man multiplizierte daher, um Brüche zu vermeiden, die Logarithmenwerte mit einer hohen Zehnerpotenz, ein Verfahren, das schon zuvor im Falle trigonometrischer Tafeln angewandt worden war.

Dezimallogarithmen

Es war eine erhebliche Vereinfachung, als *Henry Briggs (1556/61–1631)* auf die Idee kam, eine Logarithmentafel auf der Basis von Zehnerpotenzen einzurichten: $\log 1 = 0$, $\log 10 = 1$, $\log 100 = 2$, usw.; dies sorgte sofort für die bessere Handhabbarkeit der Logarithmentafeln und erleichterte deren Benutzung in spürbarer Weise.

Briggs war aufs Engste mit der Praxis verbunden. Er wirkte seit 1597 als Professor für Geometrie an dem in London neu gegründeten Gresham College; seit 1619 bekleidete er die sog. Savile'sche Professur für Geometrie in Oxford.³ Briggs veröffentlichte 1617 die ersten Dezimallogarithmen (und zwar auf 14 Stellen berechnet); 1624 folgten die Logarithmen der Zahlen von 1 bis 20 000 und von 90 000 bis 100 000. Es gelang *Adrian Vlacq (1600–1666/7)* in seiner 1628 veröffentlichten „*Arithmetica logarithmica*“, die Lücke zu schließen.

Die Briggs'schen Logarithmen stellten eine Wende in der Rechenpraxis dar; sie wurden sehr schnell weit verbreitet. Sicher trugen die Logarithmentafeln dazu bei, dass sich nun die Dezimalbrüche samt Dezimalkomma rasch durchzusetzen begannen.

Logarithmentafeln in den Händen von Praktikern

Das logarithmische Rechnen revolutionierte die angewandte Mathematik. Das Bedürfnis nach Logarithmentafeln bestand z.B. bei den Feldmessern bzw. Geodäten, den Seefahrern bzw. Navigatoren und beim Militär, das oftmals auch vermessungstechnische Aufgaben übernahm. Gute Karten waren schließlich die Voraussetzung für erfolgreiche militärische Operationen.

3 Sonar, Thomas: Der fromme Tafelmacher. Die frühen Arbeiten des Henry Briggs. Berlin 2002.

Mathematiker und Logarithmen

Die Mathematiker jedoch interessierten sich weniger für die Praxis als vielmehr für die Theorie der Logarithmen. So untersuchten Gottfried Wilhelm Leibniz und Isaac Newton Reihenentwicklungen der logarithmischen Funktionen, und *Leonhard Euler* (1707–1783) stellte in seiner „Introductio in analysin infinitorum“ (Lausanne 1748) erstmals eine mathematische Theorie der Logarithmen vor. Auf Euler geht die Bezeichnung „Basis“ zurück; außerdem betrachtete er die sogenannten natürlichen Logarithmen mit der Basis e , wobei der Buchstabe e von Euler abgeleitet ist.⁴

Herausragende Tafeln des 17. Jahrhunderts

Naturgemäß waren Logarithmentafeln in besonderem Maße anfällig für Fehler, und zwar sowohl für Rechenfehler als auch für Druckfehler. So war es den Nachfolgern stets wichtig, die bekannten Fehler der Vorgänger zu vermeiden. Die Tafelproduzenten waren in der Regel keine berühmten Mathematiker, sondern Praktiker, manchmal handelte es sich um Rechengehilfen von Sternwarten. Oftmals wurden Logarithmenwerte von einer ganzen Gruppe, von sogenannten Rechenknechten, ausgerechnet. Fast alle Logarithmentafeln enthielten neben den logarithmischen Werten noch Zusatztafeln und Tabellen, die gelegentlich mehr als die Hälfte der Gesamttafel ausmachten.

Im 18. Jahrhundert kamen einige Tafeln auf den Markt, die sich besonderer Beliebtheit erfreuten oder epochemachend waren. Hier seien in chronologischer Reihenfolge genannt:

Henry Sherwin: *Mathematical Tables*, London 1717. Diese Tafeln erlebten mannigfache, verbesserte Auflagen: so 1726, 1741, 1761 und 1771. Die Sherwin'sche Tafel begann übrigens mit einem Kapitel über Dezimalbrüche. Über den Autor, Henry Sherwin, ist fast nichts bekannt. Er widmete seine Tafel der britischen Admiralität, als Rechner half ihm Abraham Sharp (1651–1742), der als Gehilfe von John Flamsteed (1646–1719) in Greenwich tätig war.

William Gardiner: *Tables of Logarithms for all numbers from 1 to 102100 and for the sines and tangents to every ten seconds of each degree*. London 1742 und 1748, französische Ausgaben Avignon 1770 und Paris 1783 und 1795, italienische Ausgaben Florenz 1796 und 1810. Auch über das Leben Gardiners ist nur wenig bekannt. Er hatte schon bei der dritten Auflage der Sherwin'schen Tafel, die 1741

4 Euler, Leonhard: Einleitung in die Analysis des Unendlichen. Übers. von Hermann Maser, Berlin 1885, Nachdruck Berlin, Heidelberg, New York 1983, S. 76 (§ 102) und S. 91 (§ 122).

veröffentlicht wurde, mitgewirkt. Gardiner betonte, dass er nichts unversucht gelassen habe, um die Tafeln so fehlerfrei wie möglich zu halten. Dennoch erteten sowohl die Sherwin'sche wie auch die Gardiner'sche Tafel wegen ihrer viel zu häufigen Fehler harsche Kritik.⁵

Johann Heinrich Lambert: Zusätze zu den Logarithmischen und Trigonometrischen Tabellen, Berlin 1770. Lambert (1728–1777) bildet unter den Verfassern von Logarithmentafeln eine Ausnahme: Er nämlich ist als einer der bedeutendsten Universalgelehrten des 18. Jahrhunderts, insbesondere als Mathematiker und Philosoph, in die Geschichte eingegangen. Ende 1764 war er nach Berlin gekommen, wo er am 10. 1. 1765 Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften wurde. Er führte die Oberaufsicht über die allgemeine Landvermessung und über das Landbauwesen, und 1770 wurde er zum Oberbaurat ernannt. In seiner Einleitung schilderte Lambert kurz die Inhalte seiner Tabellen: „Die hier gelieferten Tafeln betreffen nun die Theiler der Zahlen, die Logarithmen, die trigonometrischen Rechnungen, die Ausziehung der Wurzeln, die Auflösung der Gleichungen, die Interpolationen, die Rechnung mit unendlichen Reihen, die Berechnung von andern Tabellen etc. demnach überhaupt solche Dinge, die denen, so von der Mathematick Gebrauch machen, fast immer vorkommen“ (S. 7).

Johann Carl Schulze: Neue und erweiterte Sammlung logarithmischer, trigonometrischer und anderer zum Gebrauch der Mathematik unentbehrlicher Tafeln. 2 Bände, Berlin 1778. Schulze (1749–1790) verdankte seine mathematische Ausbildung Johann Heinrich Lambert. Am 16. 10. 1777 wurde er Mitglied der Berliner Akademie und führte u.a. die Aufsicht über die Berliner Sternwarte; 1781 wurde er Professor der Mathematik im Feldartilleriekorps und 1783 Oberbaurat. In der Vorrede (S. I–VIII) bedauert Schulze den Mangel an deutschsprachigen Tafelwerken und gibt der Hoffnung Ausdruck, dass seine Tafeln „Meßkünstlern, Astronomen, Mechanisten, Baumeistern, Ingenieuren, Artilleristen, Feldmessern und Künstlern gleich angenehm und nützlich“ sein mögen. Das Tafelwerk beginnt mit einer siebenstelligen Logarithmentafel, gefolgt von den 48-stelligen natürlichen oder hyperbolischen Logarithmen, die ein Herr Wolfram berechnet hatte.⁶ Der zweite Band enthält neben vielen kleinen Tafeln und Tabellen vor allem eine Sinus-, eine Tangens- und eine Secantentafel.

Jurij (Georg) Vega (1754–1802) trat 1780 in das österreichische Militär ein und wirkte zunächst als Unterkanonier im Range eines Unterleutnants. Gleichzeitig übernahm er das Lehramt für Mathematik an der Artillerieschule. 1784 wurde er Ober-

5 Hutton, Charles: *Mathematical Tables*, London 1794, S. VI und S. 342.

6 Gauß sprach von der „Wolfram'schen Tafel“ und meinte damit diese 48-stelligen „Natürlichen oder hyperbolischen Logarithmen“ (S. 189–259) innerhalb der Schulze'schen Tafel, z.B. in: Gauß, Carl Friedrich/Schumacher, Heinrich Christian: *Briefwechsel*, Bd. 4, Altona 1862, Nachdruck Hildesheim, New York 1975, S. 148 (15. 5. 1843).

leutnant, 1787 Professor der Mathematik im Hauptmannsrank, 1800 wurde er mit dem Titel „Freiherr“ in den Adelsstand erhoben, und 1802, kurz vor seinem Tode, beförderte man ihn zum Oberstleutnant.⁷ Vega ist Autor zahlreicher mathematischer und naturwissenschaftlicher Werke. Vor allem ist er als Autor von drei Tafelwerken in die Geschichte eingegangen, die eine Vielzahl von Auflagen erlebt hatten:

- a) Logarithmisch-trigonometrische Tafeln, Wien 1783.
- b) Logarithmisch-trigonometrisches Handbuch, Leipzig 1793.
- c) Vollständige Sammlung großer logarithmisch-trigonometrischer Tafeln = *Thesaurus logarithmorum completus*, Leipzig 1794.

Ähnlich wie Johann Heinrich Lambert nimmt Vega einen besonderen Rang unter den Herausgebern von Logarithmentafeln ein: Er war nämlich Mitglied mehrerer wissenschaftlicher Akademien. Im Jahre 1794 wählte ihn, einem Votum von A. G. Kästner folgend, die Göttinger Akademie der Wissenschaften zum korrespondierenden Mitglied und am 25. 7. 1800 auf Grund eines Votums von G. F. von Tempelhoff die Berliner Akademie.

Gaspard-Clair-François-Marie Prony (1755–1839) stellt unter den hier vorgestellten Autoren insofern einen Sonderfall dar, als seine Tafeln nie gedruckt wurden. Prony war seit 1791 Direktor des Katasterbureaus in Paris, das für die Vermessung Frankreichs zuständig war. Die Vermessungen dienten auch dazu, die Grundlage für ein dezimales Maßsystem zu schaffen. Neu war, dass man den Tafeln eine dezimale Unterteilung der trigonometrischen Funktionen zugrunde legte. Die Prony'schen Tafeln stellten die vorherigen und auch die nachfolgenden Logarithmentafeln in den Schatten: Mehr als 100 Personen waren an den Berechnungen beteiligt, das Ergebnis waren 17 großformatige Bände, die in den Jahren 1792–1794 berechnet worden waren. Das Werk war viel zu umfangreich, um gedruckt zu werden. 1794 wurde Prony Professor der Mathematik an der „École polytechnique“ und Direktor der „École des Ponts et des Chaussées“. Er war 1795 Mitglied der Pariser Akademie der Wissenschaften geworden, und bekleidete dort das Amt des Sekretärs, des Vizepräsidenten und 1810 des Präsidenten. Seit dem 25. 6. 1812 war Prony ferner Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften.

Jean-François Callet: Tables portatives de logarithmes, Paris 1795. 1768 war Callet (1744–1798) nach Paris gekommen, wo er seit 1774 an der „École du Génie“ tätig war. Nach kurzen Aufenthalten in Vannes und Dunkerque kehrte Callet 1792 wieder nach Paris zurück, wo er nunmehr als „ingenieur-géographe“ wirkte. Callet hatte

7 Faustmann, Gerlinde: Österreichische Mathematiker um 1800, unter besonderer Berücksichtigung ihrer logarithmischen Werke. Wien 1994, S. 92–136.

schon am Gardiner'schen Tafelwerk, das 1783 in Paris erschien, mitgewirkt. Seine eigenen „Tables portatives“ hatten einen überwältigenden Erfolg und erlebten noch während des ganzen 19. Jahrhunderts unzählige Auflagen.⁸

Logarithmentafeln in Gauß' Besitz

Die überaus große Begabung von Gauß war bereits in seiner frühen Schulzeit aufgefallen. Im Jahre 1791 – er war damals 14 Jahre alt und besuchte das Gymnasium – wurde er seinem Landesherrn, dem braunschweigischen Herzog Carl Wilhelm Ferdinand (1735–1806), vorgestellt. Der Herzog ließ ihm bei dieser Gelegenheit eine Logarithmentafel als Geschenk überreichen. Das Geschenk hätte nicht sinnvoller sein können: Es handelte sich um die „Neue und erweiterte Sammlung logarithmischer, trigonometrischer und anderer zum Gebrauch der Mathematik unentbehrlichen Tafeln“ von Johann Carl Schulze (Gauß-Bibliothek 31). Wahrscheinlich war dies die erste Logarithmentafel, die in Gauß' Besitz kam.⁹

In der Folgezeit gelang es Gauß, eine ganze Reihe von klassischen Logarithmentafeln zu erwerben. Darunter befanden sich auch zwei Rarissima, nämlich eine Ausgabe von Napier aus dem Jahre 1619/20¹⁰ sowie Benjamin Ursinus' „Trigonometria logarithmica“. Letzteres kam im Jahre 1800 in Gauß' Bibliothek.¹¹ Beide Werke hatten zu Gauß' Zeiten nur noch bibliophilen Wert. Gauß scheute nicht davor zurück, auch in kostbare Bücher Eintragungen bzw. Notizen zu machen, so auch in die Logarithmentafel des Ursinus.

Zur Benutzung aber standen dem jungen Gauß eine Fülle von Tafeln aus dem 18. Jahrhundert zur Verfügung. Die Gauß-Bibliothek legt darüber ein beredtes Zeugnis ab. Da Gauß vor allem in jungen Jahren des Öfteren das Beschaffungsdatum vermerkte, ist man in der Lage, folgende Chronologie aufzustellen:

1793: *Lambert* (Gauß-Bibliothek 199)

1800: *Sherwin* (Gauß-Bibliothek 659): Gauß besaß die letzte Auflage von 1771.

8 Reich, Karin: Logarithmentafeln, die wichtigsten Rechenhilfsmittel für mehr als 350 Jahre, in: Neue Welten. Wilhelm Olbers und die Naturwissenschaften um 1800, (Braunschweiger Beiträge zur Wissenschaftsgeschichte, 1), Braunschweig 2001, S. 162–175, hier S. 169f.

9 Maennchen, Philipp: Gauß als Zahlenrechner, in: Gauß, Carl Friedrich: Werke, Bd. 10, Abt. 1, Göttingen 1917, 6. Aufsatz, S. 7.

10 Sammelband: Napier, John: *Mirifici logarithmorum descriptio*, Leiden 1619, zusammen mit ders.: *Mirifici logarithmorum constructio*, Leiden 1620 (Gauß-Bibliothek 556).

11 Ursinus, Benjamin: *Trigonometria cum magna logarithmorum canone*. Köln an der Spree 1624/5 (Gauß-Bibliothek 700).

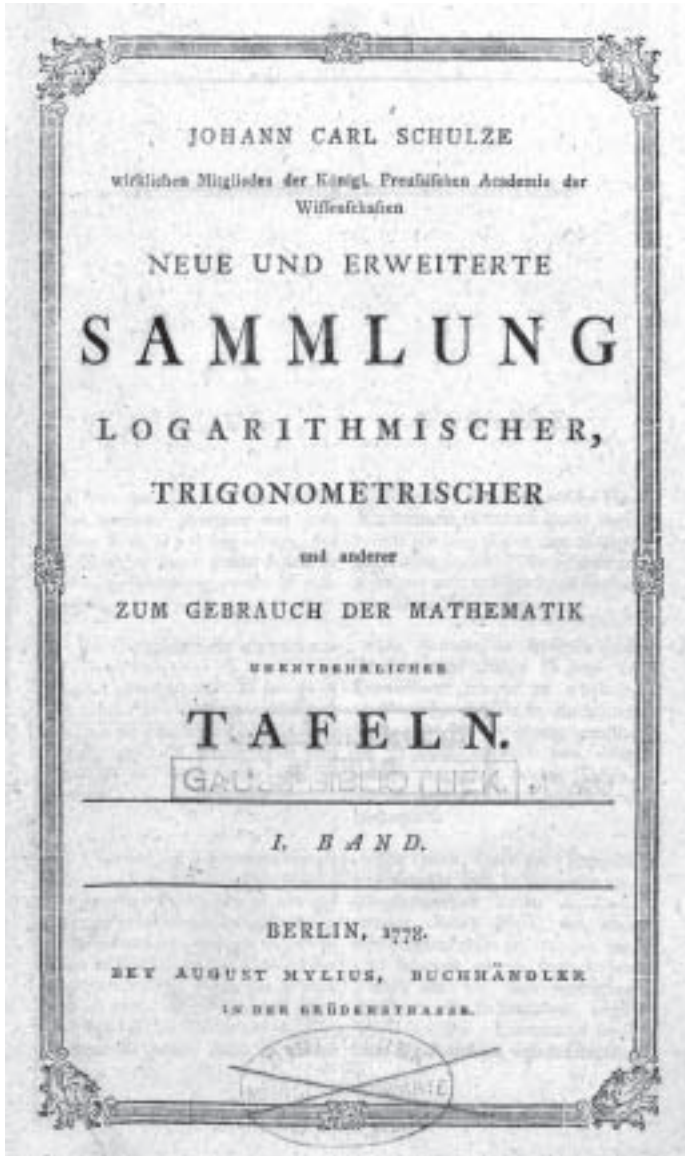


Abb. 10

Gauß' erste Logarithmentafel, ein Geschenk des braunschweigischen Herzogs Carl Wilhelm Ferdinand an den Vierzehnjährigen (D 2)

- 1802: *Callet* (Gauß-Bibliothek 323): Gauß meldete am 28. 6. 1804 seinem Freund Wolfgang Bolyai: „Logarithm. etc Tafeln besitze ich selbst eine grosse Menge wovon dir das Verzeichniss zu Dienste steht, zum tägl. Gebrauch sind die stereotypisch gedruckten von Callet die bequemsten.“¹²
- 1805: *Vega* (Gauß-Bibliothek 142): Hier handelte es sich um die zweite Auflage der „Logarithmisch-trigonometrischen Tafeln“, die, gänzlich umgearbeitet und vermehrt, 1797 in Leipzig erschienen waren.
- 1806: *Gardiner* (Gauß-Bibliothek 837): die in Avignon erschienene französische Ausgabe von 1770.

Ferner besaß Gauß ohne Nennung eines Beschaffungsdatums:

- Johann Jacob Hentsch*: *Adriani Vlacq Tabulae sinuum tangentium, et secantium: logarithmi sinuum, tangentium, et numerorum ab unitate ad 10000*. Neue und verbesserte Auflage 1778. (Gauß-Bibliothek 708).
- Vega* (Gauß-Bibliothek 1033).

Gleichzeitig aber befinden sich in der Gauß-Bibliothek eine ganze Reihe von Tafeln aus dem 19. Jahrhundert, deren Beschaffungsjahr meistens nicht angegeben ist. In vielen Fällen dürfte Gauß die Tafeln geschenkt bekommen haben. Hier werden sie in alphabetischer Reihenfolge genannt:

- Babbage, Charles*: *Table of logarithms of the natural numbers, from 1 to 108000*. London 1827 (Gauß-Bibliothek 753) mit der Widmung „M. Gauss from the Author“.
- Borda, Jean Charles de*: *Tables trigonométriques décimales ou Table des logarithmes des sinus, sécantes et tangentes*. Paris 1801 (Gauß-Bibliothek 773), mit der Widmung „Pour Mr. Gauss, par le Bureau des Longitudes“, Exemplar nicht aufgeschnitten.
- Hassler, Ferdinand Rudolph*: *Tabulae logarithmicae et trigonometricae notis septem decimalibus expressae*. New York 1830 (Gauß-Bibliothek 423) mit der Widmung „Herrn Hofrath Gauss, vom Verfasser“.
- Köhler, Heinrich Gottlieb*: *Logarithmisch-trigonometrisches Handbuch*, Leipzig 1847 (Gauß-Bibliothek 159).
- Lalande, Joseph Jérôme*: *Tables de logarithmes pour les nombres et pour les sinus, augmentées de la table de logarithmes de mr. Gauss, et d'autres formules*, hrsg. von Gottlieb Köhler, Leipzig 1827 (Gauß-Bibliothek 498).

12 Gauß, Carl Friedrich/Bolyai, Wolfgang: Briefwechsel, Leipzig 1899, Nachdruck Hildesheim, New York 1987, S. 60.

- Lalande, Joseph Jérôme*: Logarithmisch-trigonometrische Tafeln, vermehrt durch die Tafeln der Gauss'schen Logarithmen, durch die Logarithmen der Atomgewichte unzerlegter und einiger zusammengesetzter Stoffe, hrsg. von Gottlieb Köhler, Leipzig 1844 (Gauß-Bibliothek 499)
- Matthiessen, Erhard Adolph*: Tafel zur bequemern Berechnung des Logarithmen der Summe und Differenz zweyer Größen, welche selbst durch ihre Logarithmen gegeben sind. Altona 1817 und 1818 (Gauß-Bibliothek 629) mit der Widmung „Sn. Hochwohlgeboren dem Herrn Hofrath, Doctor und Professor Gauß, mehrerer Orden Ritter, in Göttingen ist dieses eigenhändig corrigierte Exemplar ehrfurchtsvoll gewidmet von dem Verfasser. Altona d. 24. April 1818. E. A. Matthiessen“.
- Pasquich, Johann*: Abgekürzte logarithmisch-trigonometrische Tafeln mit neuen Zusätzen zur Abkürzung und Erleichterung trigonometrischer Rechnungen. Leipzig 1817 (Gauß-Bibliothek 583) mit der Eintragung „C. F. Gauß 1817“.
- Prasse, Moritz von*: Logarithmische Tafeln für die Zahlen, Sinus und Tangenten. Leipzig 1810 (Cod. Ms. Gauß Drucke 43) mit der Eintragung „C. F. Gauß“.
- Prasse, Moritz von*: Tables logarithmiques pour les nombres, les sinus et les tangentes. Paris 1814 (Cod. Ms. Gauß Drucke 44) mit der Eintragung „C. F. Gauß 1814“.
- Ursin, Georg Frederik*: Logarithmi VI decimalium scilicet numerorum ab 1 ad 100 000 et sinuum et tangentium ad 10. Kopenhagen 1847 (Gauß-Bibliothek 699).
- Vega, Jurij (Georg)*: Sammlung mathematischer Tafeln, von J. A. Hülse völlig umgearbeitet. Leipzig 1840 (Gauß-Bibliothek 1031) – Das Exemplar nicht aufgeschnitten (Gauß-Bibliothek 1032).
- Weidenbach, Ludwig von*: Tafel um den Logarithmen von $X+1/X-1$ zu finden, wenn der Logarithme von X gegeben ist. Mit einem Vorworte von Herrn Hofrath Gauss. Kopenhagen 1829 (Gauß-Bibliothek 714), Exemplar nicht aufgeschnitten.
- Westphal, Johann Heinrich*: Logarithmische Tafeln. Königsberg 1821 (Gauß-Bibliothek 1045).

Johann Heinrich Westphal (1794–1831) und Ludwig von Weidenbach waren Schüler von Gauß. Westphal hatte 1816 an der Universität Göttingen ein Mathematikstudium begonnen, Weidenbach 1828 ein Studium der Naturwissenschaften.

Gauß' Bewertung einiger Tafeln

Gauß besaß also eine stattliche Sammlung von Tafeln. Doch er schätzte sie nicht alle in gleichem Maße. 1802 hatte Gauß die Callet'sche Tafel gegenüber Bolyai noch lo-

bend hervorgehoben, später änderte er jedoch seine Meinung, denn am 25. 11. 1822 ließ er Schumacher wissen, dass er sich der Callet'schen Tafel niemals zu bedienen vermöge und die Sherwin'sche Tafel vorziehe. Auch zu späterer Zeit, nämlich am 29. 4. 1845, sprach er sich abermals zu Gunsten der Sherwin'schen Tafel aus.¹³

Worauf Gauß bei Logarithmentafeln besonderen Wert legte, beschrieb er in seiner Besprechung der Babbage'schen Tafel im Jahre 1828: „Dieser neue Abdruck der Logarithmentafeln zeichnet sich vor andern durch eine geflissentlichere Beachtung kleiner Nebenumstände aus. Wer nur von Zeit zu Zeit einmal veranlasst wird, einige Logarithmen in den Tafeln aufzusuchen, verlangt von ihnen hauptsächlich nur möglich grösste Correctheit. Allein für andere, denen die Tafeln ein tägliches Arbeitsgeräth sind, bleiben auch die geringfügigsten Umstände, die auf die Bequemlichkeit des Gebrauchs Einfluss haben können, nicht mehr gleichgültig. Farbe, Stärke und Schönheit des Papiers; Format; Grösse, Schärfe und gefälliger Schnitt der Typen; Beschaffenheit der Druckerschwärze; Anordnung der Zahlen, um das was man sucht ohne Ermüdung des Auges schnell und sicher zu finden; Vorhandensein von allem, was man braucht, aber auch Abwesenheit von allem, was man nicht brauchen mag, und was sonst die leichte Uebersicht nur stören würde, alle diese Umstände erhalten eine gewisse Wichtigkeit bei einem Geschäfte, das man täglich hundert mal wiederholt.“¹⁴ Im selben Jahr lernte Gauß Babbage persönlich kennen, und zwar anlässlich der im September 1828 in Berlin stattfindenden 7. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte.¹⁵

Gauß hatte 1821 mit der Vermessung des Königreichs Hannover begonnen. In den ersten Jahren war er selbst im Felde tätig; seit 1828 übernahmen seine Mitarbeiter die Außenarbeiten, während Gauß die Auswertung der Messdaten oblag. So beschrieb er in dieser Besprechung der Babbage'schen Logarithmentafel vielleicht am deutlichsten, was Logarithmentafeln für ihn bedeuteten: Sie waren sein unentbehrliches Arbeitsgerät, das er tagtäglich mehr als hundertmal benutzte.

Ein besonderes Problem betraf die Genauigkeit von Tafeln. Es war ein gängiges Verfahren, die Leser bzw. Benutzer von Logarithmentafeln um Mitteilung von Fehlern zu bitten oder gar, wie es Vega getan hatte, Preise für diejenigen auszusetzen, die

13 Gauß/Schumacher: Briefwechsel, Bd. 1, Altona 1860, S. 294f und Bd. 4, Altona 1862, S. 438 (Nachdruck Hildesheim, New York 1975).

14 Göttingische Gelehrte Anzeigen 1828, S. 118–121 (19. Januar, 12. Stück), hier S. 118, in: Gauß: Werke, Bd. 3, Göttingen 1866, S. 253.

15 Biermann, Kurt-R.: Alexander von Humboldt über den Vorläufer des programmgesteuerten Rechenautomaten, in: NTM-Schriftenreihe – Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin, 9, 1972, S. 21–24, hier S. 22.

Fehler entdeckten.¹⁶ Gauß ließ in der Tat Tafelwerte nachrechnen¹⁷ oder rechnete auch selbst nach, um daraus entsprechende Schlüsse ziehen zu können. In einer Rezension von Vegas „Thesaurus“ sprach er gar von der „Totalungenaugigkeit der Tafeln“, was er mittels Rechnung auch im Detail belegte.¹⁸

Besonders positiv beurteilte Gauß dagegen die Tafel von Charles Babbage: „Uebrigens lassen Typen und Papier bei dieser Ausgabe der Logarithmentafeln nichts zu wünschen übrig, und auf die Correctheit ist die ausgezeichnetste Sorgfalt verwandt.“ Auch an der Tafel von Ferdinand Hassler (1770–1843) hatte er nichts zu bemängeln: Sie zeichne sich durch „eine ganz vorzügliche Nettigkeit des stereotypisch ausgeführten Drucks aus ... Auf die Correctheit scheint eine ganz besondere Sorgfalt gewandt zu sein, wenigstens ist uns bei dem eine Zeitlang versuchten häufigen Gebrauch gar kein Druckfehler aufgestossen.“¹⁹

Gauß'sche Logarithmen

Die gewöhnlichen Logarithmentafeln hatten den Nachteil, dass es Mühe kostete, die Logarithmen der Summen oder Differenzen zweier Größen zu berechnen, welche selbst nur durch ihre Logarithmen gegeben waren. Gauß war zwar nicht der erste, der auf den Gedanken kam, eine besondere Tafel der Additionslogarithmen zu berechnen, aber dennoch wurden später diese speziellen Logarithmen als „Gauß'sche Logarithmen“ bezeichnet. Mit Hilfe der Gauß'schen Logarithmen reduzierte sich die Arbeit erheblich: Man musste nunmehr im Falle der Logarithmen der Summen bzw. Differenzen nur noch einmal in dieser speziellen Tafel nachsehen, während in einer sonst üblichen Tafel ein mehrmaliges Nachschlagen erforderlich war.

Gauß hatte eine derartige Tafel auf fünf Stellen berechnet und sie 1812 in der „Monatlichen Correspondenz“ veröffentlicht;²⁰ diese Gauß'sche Tafel erschien aber-

16 Faustmann, siehe Anm. 6, S. 124.

17 Gauß/Schumacher: Briefwechsel, Bd. 4, Altona 1862, Nachdruck Hildesheim, New York 1975, S. 440 (29. 4. 1845).

18 Gauß: Einige Bemerkungen zu Vega's Thesaurus Logarithmorum. Astronomische Nachrichten 32, 1851, Sp. 181–188, 756. Stück, in: Gauß: Werke, Bd. 3, S. 257–264, hier S. 262–264.

19 Gauß: Besprechung von Charles Babbage: Table of logarithms of the natural numbers, from 1 to 108 000. London 1827. Göttingische Gelehrte Anzeigen 1828, S. 118–120 (19. Januar, 12. Stück), in: Gauß: Werke, Bd. 3, S. 253f.

Gauß: Besprechung von Ferdinand Rudolph Hassler: Tabulae logarithmicae et trigonometricae notis septem decimalibus expressae. In forma minima, in: Göttingische Gelehrte Anzeigen 1831, S. 503–504 (31. März, 50. und 51. Stück), in: Gauß: Werke, Bd. 3, S. 255.

20 Gauß, Carl Friedrich: Tafel zur bequemern Berechnung des Logarithmen der Summe oder Differenz zweyer Größen, welche selbst nur durch ihre Logarithmen gegeben sind, in:

mals in dem Tabellenwerk von Gauß' Schüler Johann Heinrich Westphal im Jahre 1821. Erhard Matthiesen besorgte eine 7-stellige Ausgabe (Altona, 1817 und 1818). Auch spätere Autoren bzw. Bearbeiter von Neuauflagen von Logarithmentafeln nahmen häufig die Gauß'schen Logarithmen in ihre Tafelwerke auf, so Pasquich 1817, Köhler 1847, Hülse bzw. Vega 1849 und andere.²¹ Eine weitere spezielle Tafel, an der Gauß Anteil hatte, veröffentlichte im Jahre 1829 sein Schüler Ludwig von Weidenbach, nämlich eine Tafel der Logarithmen von $X+1/X-1$, wenn $\log X$ gegeben ist.

Schlussbemerkung

Wie kaum ein anderer Mathematiker reduzierte und verarbeitete Gauß Unmengen von Beobachtungsdaten, zunächst in der Astronomie, später vor allem in der Geodäsie. Das einzige damals zur Verfügung stehende und brauchbare Hilfsmittel waren die Logarithmentafeln. Die damaligen Rechenmaschinen stellten keinerlei Alternative dar. Die Logarithmentafeln hatten diese herausragende Stellung auch noch nach Gauß' Tode inne: Mit ihnen suchte man weiterhin komplizierte Rechnungen zu bewältigen. Das Hilfsmittel war in der Tat bis in die siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts in Gebrauch. Der Erfolg der Logarithmentafeln hielt immerhin – von Napier 1614 an gerechnet – mehr als 350 Jahre lang an. Dann aber bedeuteten Taschenrechner und Computer ihr jähes Ende und traten an den Beginn einer neuen Ära.

Monatliche Correspondenz 26 (1812), S. 498–528, Tafel S. 502–528. Gauß' Erläuterungen, aber nicht die Tafel, in: Gauß: Werke, Bd. 3, S. 244–246.

21 Kühn, Klaus: C. F. Gauß und die Logarithmen. Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft 40 (2003), S. 75–83, hier S. 80f.

Exponate D

D 1 Benjamin Ursinus:

Trigonometria cum magna logarithmorum canone. Köln an der Spree 1624/5.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 700

Benjamin Ursinus (1587–1633) sorgte im deutschen Sprachraum für die Verbreitung der ersten Logarithmentafel des John Napier (1550–1617). Seit 1615 unterrichtete Ursinus am Joachimsthalschen Gymnasium, von 1630 an lehrte er Mathematik an der Universität in Frankfurt an der Oder. Er hatte die Napier'sche Sinustafel wesentlich erweitert und gab die logarithmischen Werte mit neun statt mit nur sieben Stellen an.

D 2 Johann Carl Schulze:

Neue und erweiterte Sammlung logarithmischer, trigonometrischer und anderer zum Gebrauch der Mathematik unentbehrlicher Tafeln. Bd. 1, Berlin 1778.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 31

In der Vorrede gibt Johann Carl Schulze (1749–1790) der Hoffnung Ausdruck, dass seine Tafeln „Meßkünstlern, Astronomen, Mechanisten, Baumeistern, Ingenieuren, Artilleristen, Feldmessern und Künstlern gleich angenehm und nützlich“ sein mögen. Das Werk ist ein Geschenk des braunschweigischen Herzogs Carl Wilhelm Ferdinand an den 14-jährigen Gauß und damit dessen erste Logarithmentafel.

D 3 Johann Heinrich Lambert:

Zusätze zu den logarithmischen und trigonometrischen Tabellen zur Erleichterung und Abkürzung der bei Anwendung der Mathematik vorkommenden Berechnungen. Berlin 1770.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 199

Lambert (1728–1777) war einer der bedeutendsten Universalgelehrten des 18. Jahrhunderts. Er wurde 1765 Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften und führte die Oberaufsicht über die allgemeine Landvermessung und über das Landbauwesen. Gauß erwarb Lamberts „Zusätze zu den logarithmischen und trigonometrischen Tabellen“ im Jahr 1793 und hinterließ am Ende einige Eintragungen.

D 4 Henry Sherwin:

Sherwin's Mathematical Tables. 5. Aufl., überarbeitet, korrigiert und verbessert von Samuel Clark. London 1771.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 659

Über Henry Sherwin ist fast nichts bekannt. Seine „Mathematical Tables“ sind der britischen Admiralität gewidmet. Als Rechner half ihm Abraham Sharp (1651–1742),

der als Gehilfe des Astronomen John Flamsteed (1646–1719) in Greenwich tätig war. Gauß erwarb das Werk im Jahre 1800.

D 5 William Gardiner:

Tables de logarithmes. Nouv. éd. Avignon 1770.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 837

Gardiner hatte bei der dritten Auflage der Sherwin'schen Tafel mitgewirkt, die 1741 veröffentlicht wurde. Er betonte, dass er nichts unversucht gelassen habe, um die Tafeln so fehlerfrei wie möglich zu halten. Dennoch ernteten sowohl die Sherwin'sche wie auch die Gardiner'sche Tafel wegen ihrer viel zu häufigen Fehler harsche Kritik.

D 6 Jurij (Georg) Vega:

Vollständige Sammlung größerer logarithmisch-trigonometrischer Tafeln. Leipzig 1794.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 1033

Jurij (Georg) Vega (1754–1802) ist als Autor von drei Logarithmentafeln in die Geschichte eingegangen, die eine Vielzahl von Auflagen erlebten. Leider stimmten Vegas Angaben nicht immer. In einer Rezension von Vegas „Thesaurus logarithmorum completus“ kritisierte Gauß die „Totalungenauigkeit der Tafeln“ und belegte sie durch korrekte Berechnungen.

D 7 Moritz von Prasse:

Logarithmische Tafeln für die Zahlen, Sinus und Tangenten. Leipzig 1810.

SUB Göttingen: Cod. MS. Gauß Drucke 43

Moritz von Prasse (1769–1814) wurde 1769 in Dresden geboren und 1799 zum Professor der Mathematik an der Universität Leipzig berufen. Gauß besaß neben der gezeigten deutschen Ausgabe von Prasses Tafel auch die vier Jahre später in Paris erschienene französische Übersetzung.

D 8 Johann Heinrich Westphal:

Logarithmische Tafeln. Königsberg 1821.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 1045

Der Gauß-Schüler und Astronom Johann Heinrich Westphal (1794–1831) wurde 1817 von Gauß in Göttingen promoviert. Danach wirkte er von 1818 bis 1821 als Lehrer am Gymnasium in Danzig. Neben seinen „Logarithmischen Tafeln“ publizierte er vor allem astronomische Werke.

D 9 Charles Babbage:

Tables of Logarithms of the natural numbers from 1 to 108000. London 1827.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 753

Charles Babbage (1792–1871) befasste sich vor allem mit der Konstruktion von Re-

chenmaschinen. Er hatte Gauß im September 1828 bei der 7. Versammlung der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte persönlich kennen gelernt. Gauß lobte diese Tafel, ein Widmungsexemplar des Autors Babbage, über alle Maßen.

D 10 Ludwig von Weidenbach:

Tafeln um den Logarithmen von $X+1/X-1$ zu finden, wenn der Logarithme von X gegeben ist. Mit einem Vorworte von Herrn Hofrath Gauss. Kopenhagen 1829.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 714

Die im Jahre 1829 in Kopenhagen veröffentlichte Tafel muss eine Auftragsarbeit sein, die von Gauß veranlasst wurde. Ludwig von Weidenbach war sein Schüler, und Gauß verfasste auch das Vorwort zu dieser Tafel.

D 11 Ferdinand Rudolph Hassler:

Tabulae logarithmicae et trigonometricae notis septem decimalibus impressae. New York 1830.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 423

Ferdinand Rudolph Hassler (1770–1843) emigrierte in die USA, wo er als Professor der Mathematik an der Militär-Academie in West Point und Professor der Naturphilosophie am Union College wirkte; er war ferner erster Superintendent der Coast Survey. Gauß lobte in einer Rezension in den „Göttingischen Gelehrten Anzeigen“ das Druckbild und die Korrektheit dieser Tafel.

D 12 Heinrich Gottlieb Köhler:

Logarithmisch-trigonometrisches Handbuch. Leipzig 1847.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 159

Heinrich Gottlieb Köhler (1779–1849) war Lehrer der Mathematik und Physik am Stiftspädagogium in Ilfeld, später wirkte er als Privatdozent an der Universität Göttingen. Er veröffentlichte fast nur Tafelwerke, die sehr viele Auflagen erlebten. Aufgeschlagen ist die eigenhändige Widmung Köhlers an Gauß.

17 gleiche Ecken und Kanten mit Zirkel und Lineal

Hans Vollmayr

Nach zwei Jahrtausenden griechischer Geometrie war der junge Carl Friedrich Gauß der erste, dem es gelang, mit Zirkel und Lineal etwas grundlegend Neues zu konstruieren: das regelmäßige Siebzehneck. Hier wird erläutert, was Konstruierbarkeit bedeutet, welche geometrischen Figuren sich mit Zirkel und Lineal konstruieren lassen und wie man das Zeichenwerkzeug sogar als analogen Taschenrechner verwenden kann. Wir folgen der Argumentation von Gauß, in der er die Gedankengänge Euklids mit denen Descartes verbindet. Schließlich wird Gauß' Beweis für die Konstruierbarkeit des Siebzehnecks schrittweise diskutiert, wobei die einzelnen Schritte sowohl als Rechnung als auch praktisch auf dem Zeichenpapier nachvollzogen werden.

Was bedeutet „konstruierbar“?

In seiner ursprünglichen Form bedeutet die Frage nach der Konstruierbarkeit geometrischer Gebilde die Frage danach, ob sich das jeweilige Objekt mit Zirkel und Lineal exakt zeichnen lässt. Ein einfaches konstruierbares Beispiel ist ein Quadrat. Es lässt sich mit den folgenden Schritten konstruieren:

- I. Zeichne eine gerade Linie.
- II. Konstruiere eine darauf senkrecht stehende Linie (diese Konstruktion einer Senkrechten wird weiter unten im Detail vorgeführt).
- III. Setze die Nadel des Zirkels in den Kreuzungspunkt und ziehe einen Kreis, der jede der beiden Senkrechten zweimal schneidet.
- IV. Verbinde mit dem Lineal die vier Schnittpunkte zwischen Kreis und den Geraden zu einem Quadrat.

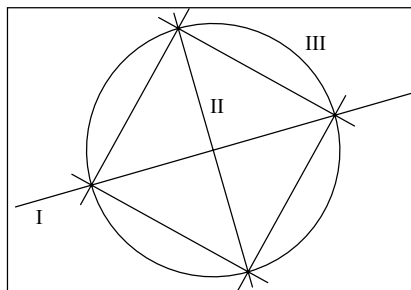


Abb. 11: Konstruktion eines Quadrats

Bei der Konstruktion eines geometrischen Objekts ist es gleichgültig, wie viele Schritte man benötigt – solange man nicht unendlich viele Schritte braucht. Andererseits muss die Konstruktion aber exakt sein. Wir wiederholen deshalb noch einmal die Definition etwas genauer: Ein geometrisches Objekt ist konstruierbar, wenn ein (hypothetischer) absolut exakt arbeitender Zeichner mit (hypothetisch) ebenfalls absolut exakten Zeichenwerkzeugen Zirkel und Lineal das Objekt absolut exakt zeichnen könnte.

Wir sollten noch erläutern, welche Operationen man mit Zirkel und Lineal ausführen kann, d.h. von welchen Operationen man annimmt, dass sie exakt ausgeführt werden können. Das sind die folgenden:

- Mit dem Lineal können wir eine beliebig lange, gerade Linie durch zwei beliebige Punkte zeichnen (natürlich auch durch einen Punkt oder frei, d.h. ohne vorgegebenen Punkt).
- Die Nadel des Zirkels können wir genau in einem vorgegebenen Punkt ansetzen.
- Den Radius des Zirkels können wir genau auf den Abstand zweier vorgegebener Punkte einstellen.

Man beachte, dass das Lineal bei solchen Konstruktionen nicht zum Abmessen verwendet wird.

Griechische Konstruktionen

Schon vor über 2000 Jahren haben sich griechische Mathematiker mit der Frage beschäftigt, welche geometrischen Formen sich konstruieren lassen. Insbesondere haben sie sich für regelmäßige Polygone (Vielecke) interessiert. Das Quadrat ist das regelmäßige Viereck. „Regelmäßig“ bedeutet immer, dass alle Seiten gleich lang und alle Winkel gleich groß sind. Sehr einfach ist auch die Konstruktion des regelmäßigen (gleichseitigen) Dreiecks. Außerdem kannten die antiken Wissenschaftler schon die schwierige Konstruktion eines regelmäßigen Fünfecks. Da es einfach ist, mit Zirkel und Lineal nicht nur gerade Linien, sondern auch Winkel zu halbieren, konnten sie auch ein Sechseck, Achteck, Zehneck, Zwölfeck, etc. exakt zeichnen. Aber bis auf diese Erweiterungen schien es ab über das Fünfeck hinaus keine neuen Konstruktionen zu geben.

Dies war der Stand der Erkenntnis, bis der junge Carl Friedrich Gauß auf die Idee kam, sich am Siebzehneck zu versuchen.

Geometrische Hilfskonstruktionen

Bei der Konstruktion des Quadrats haben wir unter anderem eine Senkrechte auf einer bestehenden geraden Linie gezeichnet. Das ist ein typisches Beispiel dafür, wie

man mehrere Schritte zu einer Hilfskonstruktion zusammenfasst. Einige solcher Hilfskonstruktionen werden im Folgenden diskutiert.

Mittelsenkrechte

Gegeben ist eine gerade Linie, auf der zwei Punkte markiert sind (in Abb. 12 fett gedruckt). Zu konstruieren ist eine auf der gegebenen Linie senkrechte Linie, die genau zwischen den beiden markierten Punkten schneidet. Verfahren:

- I. Ziehe zwei Kreise um die vorgegebenen Punkte mit gleichem Radius (ungefähr so groß wie der Abstand zwischen den Punkten).
- II. Verbinde die beiden Schnittpunkte der Kreise.

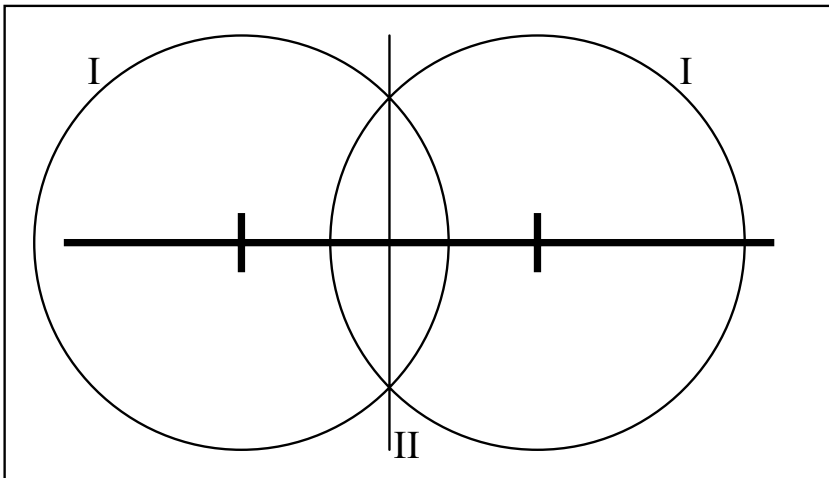


Abb. 12: Konstruktion einer Mittelsenkrechte

Senkrechte durch Punkt

Gegeben ist eine gerade Linie und ein Punkt, der auf der Linie liegen kann, aber nicht muss (in Abb. 13 fett gedruckt). Zu konstruieren ist auf der gegebenen Linie eine senkrechte Linie, die durch den gegebenen Punkt verläuft. Verfahren:

- I. Ziehe einen Kreis um den vorgegebenen Punkt, dessen Radius groß genug ist, so dass er die vorgegebene Linie zweimal schneidet.
- II. Konstruiere eine Mittelsenkrechte zwischen den beiden Schnittpunkten.

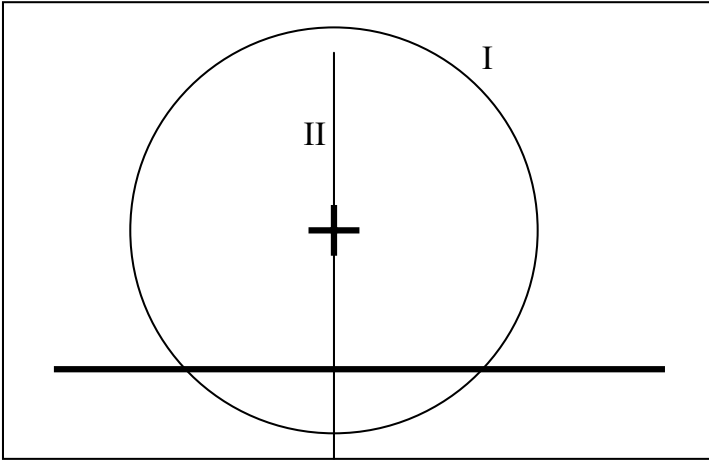


Abb. 13: Senkrechte durch einen vorgegebenen Punkt

Parallele durch Punkt

Gegeben ist eine gerade Linie und ein Punkt, der nicht auf der Linie liegt (in Abb. 14 fett gedruckt). Zu konstruieren ist zu der gegebenen Linie eine parallele Linie, die durch den gegebenen Punkt verläuft. Verfahren:

- I. Konstruiere eine Hilfslinie, die senkrecht zur gegebenen Linie ist.
- II. Konstruiere eine Linie, die senkrecht zur Hilfslinie und durch den gegebenen Punkt verläuft.

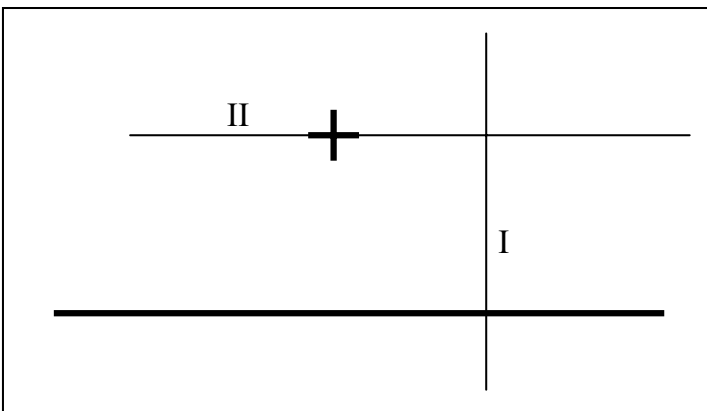


Abb. 14: Parallele durch einen vorgegebenen Punkt

Konstruktion von Zahlen

Mit Zirkel und Lineal kann man nicht nur geometrische Gebilde zeichnen, sondern auch Zahlen konstruieren. Damit ist Folgendes gemeint. Nehmen wir an, jemand gibt uns ein Blatt Papier, auf dem er zwei Punkte markiert hat: Er erklärt dazu, der Abstand zwischen den Punkten sei sein persönliches Längenmaß, das „goldene Zoll“. Nun möchte er (warum auch immer) zwei Punkte im Abstand von genau 1,24 goldenen Zoll konstruieren haben. Können wir diese Aufgabe lösen, d.h. lässt sich die Zahl 1,24 konstruieren? Wie wir sehen werden, ist in diesem Fall die Antwort „ja“. Es gibt aber unendlich viele Zahlen, die sich nicht konstruieren lassen, z.B. die Zahl π , der Umfang eines Kreises mit dem Durchmesser 1. Das Problem, die Zahl π zu konstruieren, wird übrigens „Quadratur des Kreises“ genannt, und ist bekanntlich zum Synonym von Unlösbarkeit geworden.

Die Konstruktion von Zahlen ist deshalb wichtig, weil man sie verwenden kann, um geometrische Gebilde zu konstruieren. Carl Friedrich Gauß könnte sich z.B. Folgendes überlegt haben: Um ein Siebzehneck zu konstruieren, muss man 17 Punkte in gleichem Abstand auf einer Kreislinie verteilen. Mit anderen Worten: Wir müssen den Winkel $\alpha = 360^\circ/17$ konstruieren. Für einen Mathematiker liegt es nahe, es mit einem rechtwinkligen Dreieck, bei dem die lange Seite die Länge 1 hat, zu versuchen (siehe Abb. 15). Die untere Seite hat eine Länge, die man „Cosinus von α “ nennt und $\cos(\alpha)$ schreibt¹. Gauß kam nun auf den Gedanken, dass man diese Zahl $\cos(\alpha)$ für $\alpha = 360^\circ/17$ konstruieren kann. Damit konnte er dann das ganze Dreieck konstruieren und hatte so den Winkel $\alpha = 360^\circ/17$. Während das Problem der Konstruierbarkeit eines Polygons auf die griechischen Mathematiker, insbesondere Euklid, zurückgeht, kommt Gauß' Lösungsansatz aus der analytischen Geometrie Descartes', die geometrische Objekte untersucht, indem sie die Positionen der entscheidenden Punkte *berechnet*. Zu erkennen, erstens *dass* $\cos(\alpha)$ konstruierbar ist und zweitens *wie* und vor allem *warum* die Konstruktion funktioniert, war Gauß' geniale Leistung.

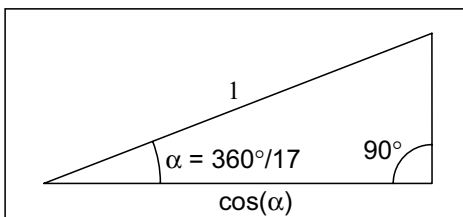


Abb. 15: Rechtwinkliges Dreieck mit $\alpha = 360^\circ/17$

1 Der „Cosinus“ ist natürlich für alle möglichen Winkel definiert, und zwar genauso wie für unseren Fall $\alpha = 360^\circ/17$. Für Winkel zwischen 90° und 270° ist der Cosinus eine negative Zahl.

Rechnen mit Zirkel und Lineal

Die Konstruktion des Siebzehneckes läuft also über den Umweg, die Zahl $\cos(\alpha)$ zu konstruieren. Deshalb wollen wir nun sehen, welche *Zahlen* sich konstruieren lassen. Das geht am leichtesten, wenn wir zuvor noch einen weiteren Schritt gehen. Nehmen wir an, jemand gibt uns ein Blatt Papier, auf dem er drei Punktpaare markiert hat. Ein Punktpaar definiert wieder das goldene Zoll. Die anderen beiden Paare sind im Abstand x bzw. y , jeweils gemessen in goldenen Zoll. Dieses Mal möchte er zwei Punkte im Abstand $x \times y$ konstruieren haben, wie immer nur mit Zirkel und Lineal. Auch diese Aufgabe können wir lösen. Man kann also durch Konstruktion zwei Zahlen multiplizieren. Diskutieren wir zunächst die vier Grundrechenarten.

Addition und Subtraktion

Gegeben sind zwei Abstände x und y , wobei y kleiner als x ist. Gesucht sind $x + y$ und $x - y$.

- I. Zeichne eine gerade Linie und markiere darauf einen Punkt.
- II. Stelle den Radius des Zirkels auf x . Setze die Nadel in den markierten Punkt und schlage einen Kreisbogen, der die gerade Linie schneidet.
- III. Stelle den Radius des Zirkels auf y . Setze die Nadel in den Schnittpunkt und schlage einen Kreis. Die beiden Schnittpunkte des Kreises mit der geraden Linie sind genau $x + y$ bzw. $x - y$ vom markierten Punkt entfernt.

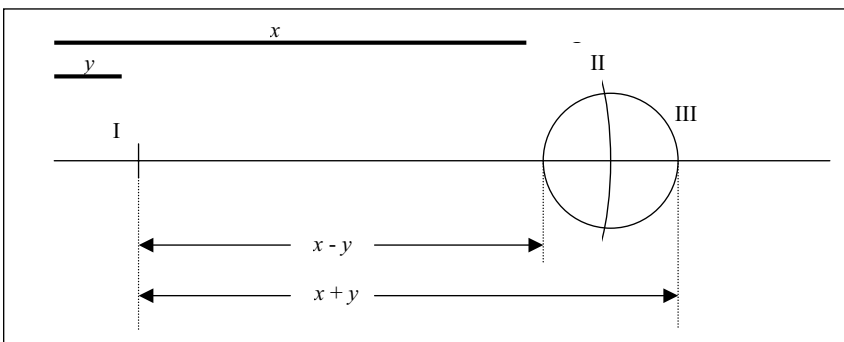


Abb. 16: Addition und Subtraktion mit Zirkel und Lineal

Die eigentliche Konstruktion ist bei der Addition und der Subtraktion viel leichter, als das Verfahren mit Worten zu beschreiben oder die Beschreibung als Text zu lesen ist. Etwas schwieriger wird es bei der Multiplikation und Division.

Multiplikation

Gegeben sind zwei Abstände x und y . Gesucht ist $x \times y$.

- I. Zeichne eine waagerechte und eine senkrechte Linie. Den Schnittpunkt nennen wir O. (Es ist eigentlich nur notwendig, dass sich die Linien schneiden, sie müssen nicht unbedingt genau senkrecht aufeinander stehen.)
- II. Markiere auf der waagerechten Linie einen Punkt A im Abstand x rechts vom Punkt O.
- III. Markiere auf der senkrechten Linie den Punkt B im Abstand 1 (goldenes Zoll) oberhalb von O und den Punkt C im Abstand y oberhalb von O.
- IV. Verbinde die Punkte A und B mit einer geraden Linie.
- V. Zeichne eine Linie die parallel zu A–B verläuft und durch den Punkt C geht. Den Schnittpunkt mit der Waagerechten nennen wir D. Der Abstand zwischen O und D ist $x \times y$.

Man beachte, dass wir bei der Multiplikation auch die Maßeinheit, das goldene Zoll, brauchen (in Schritt III). Dies ist darin begründet, dass wir eigentlich nicht zwei Längen multiplizieren wollen (das Ergebnis wäre nämlich eine Fläche), sondern zwei Zahlen. Bei der Aufgabenstellung haben wir x und y als Längen dargestellt, gemeint ist aber mit x die Zahl, die man erhält, wenn man die entsprechende Länge in goldenen Zoll misst.

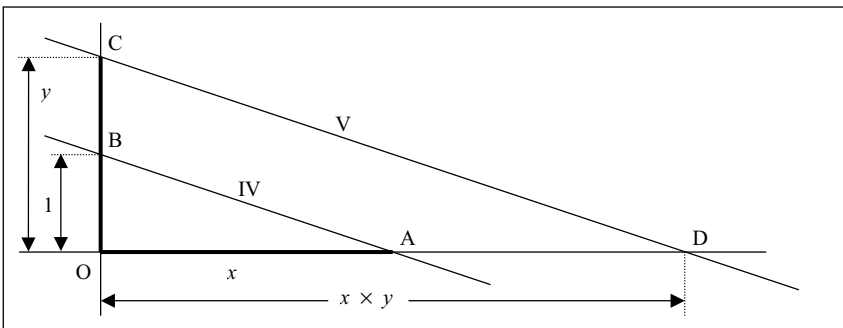


Abb. 17: Multiplikation mit Zirkel und Lineal

Division

Gegeben sind zwei Abstände x und y . Gesucht ist x / y . Die Idee ist, dass man im wesentlichen die gleiche Zeichnung wie bei der Multiplikation in einer etwas anderen Reihenfolge konstruiert.

- I. Zeichne eine waagerechte und eine senkrechte Linie. Den Schnittpunkt nennen wir O.
- II. Markiere auf der waagerechten Linie einen Punkt D im Abstand x rechts vom Punkt O. (x ist nun die Strecke O–D).
- III. Markiere auf der senkrechten Linie den Punkt B im Abstand 1 (goldenes Zoll) oberhalb von O und den Punkt C im Abstand y oberhalb von O.
- IV. Verbinde die Punkte C und D mit einer geraden Linie.
- V. Zeichne eine Linie, die parallel zu C–D verläuft und durch den Punkt B geht. Den Schnittpunkt mit der Waagerechten nennen wir A. Der Abstand zwischen O und A ist x/y .

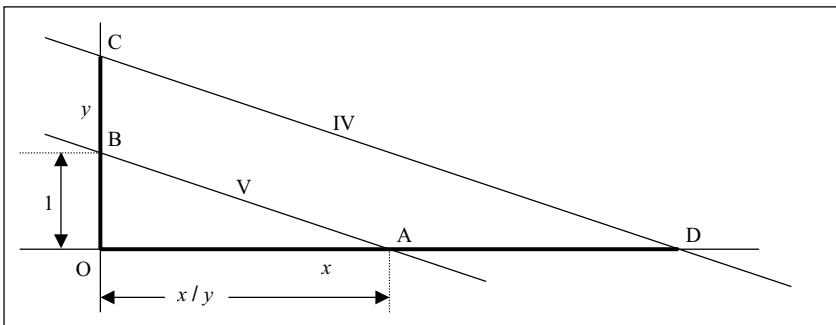


Abb. 18: Division mit Zirkel und Lineal

Mit diesen Rechenregeln können wir beliebige positive rationale Zahlen konstruieren, d.h. alle Zahlen, die sich als Bruch schreiben lassen in der Form n/m , wobei n und m natürliche Zahlen sind. Wir brauchen dazu lediglich die Addition und die Division. Wenn wir z.B. $5/7$ berechnen wollen, konstruieren wir einfach $(1+1+1+1+1)$ und $(1+1+1+1+1+1+1)$ und teilen die beiden Zahlen durcheinander².

Wir halten also fest:

- Alle positiven rationalen Zahlen sind konstruierbar.
- Unser „Analogrechner“, bestehend aus Bleistift, Lineal und Zirkel, verfügt über die vier Grundrechenarten.

2 Diese Methode ist nicht unbedingt immer sehr praktikabel, z.B. wenn wir Zahlen wie $45435424/52521875$ konstruieren wollen. Für solche Zahlen kann man sich oftmals aber schnellere Verfahren überlegen. Die Methode mit der Summe von Einsen hat den Vorteil, sofort erkennen zu können, dass Brüche im Prinzip konstruierbar sind.

Mit dem Analogrechner können wir aber noch eine weitere Rechenoperation durchführen, die uns zu irrationalen Zahlen führen wird, nämlich Quadratwurzeln³ ziehen. Das ist gewissermaßen die letzte Taste auf unserem Analogrechner.

Quadratwurzel

Gegeben ist ein Abstand x . Gesucht ist \sqrt{x} .

- I. Zeichne eine waagerechte und eine darauf senkrechte Linie. Den Schnittpunkt nennen wir O.
- II. Markiere einen Punkt A im Abstand x links von O und einen Punkt B im Abstand 1 rechts von O.
- III. Markiere einen Punkt M genau in der Mitte zwischen A und B.
- IV. Schlage einen Halbkreis um M durch die Punkte A und B. Den Schnittpunkt mit der Senkrechten nennen wir C. Der Abstand zwischen O und C beträgt \sqrt{x} .

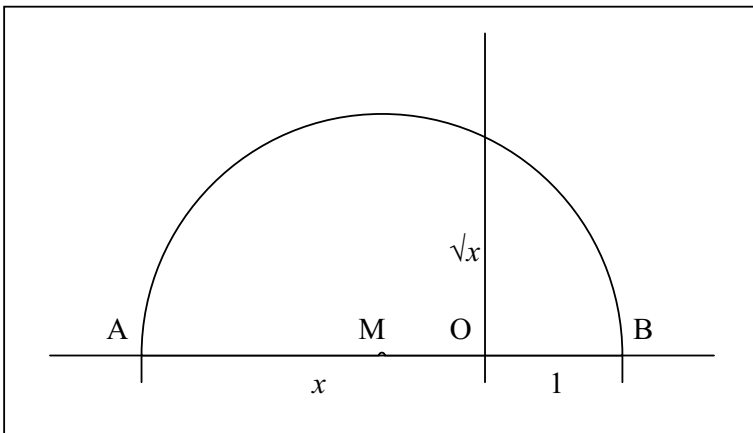


Abb. 19: Quadratwurzeln ziehen mit Zirkel und Lineal

Welche Zahlen sind konstruierbar?

Diese Frage können wir nun beantworten: Konstruierbar sind alle Zahlen, die sich aus ganzen Zahlen mit den vier Grundrechenarten und Quadratwurzeln berechnen lassen, also z.B.

- 3 Die Quadratwurzel z.B. aus 2 ist die Zahl $\sqrt{2}$, die mit sich selbst multipliziert 2 ergibt, also $\sqrt{2} \times \sqrt{2} = 2$. Schon in der Antike konnte man übrigens beweisen, dass $\sqrt{2}$ keine rationale Zahl ist.

$$x = \sqrt{5/4} + 3 / \sqrt{1 - \sqrt{1/2}}.$$

Damit haben wir wieder unendlich viele Möglichkeiten, Zahlen zu konstruieren. Viele davon sind irrational. Das bedeutet aber nicht, dass man alle irrationalen Zahlen konstruieren könnte. Es gilt weiterhin, dass z.B. π nicht konstruierbar ist, die Quadratur des Kreises bleibt also auch im mathematischen Sinne unmöglich. Die Situation ist sogar noch ernüchternder: Man kann nicht nur zeigen, dass es unendlich viele Zahlen gibt, die nicht konstruierbar sind, sondern auch, dass die nicht konstruierbaren „mehr“ sind als die konstruierbaren. Weil es von beiden Arten von Zahlen unendlich viele gibt, steht das Wort „mehr“ in Anführungsstrichen. Mathematiker können aber auch verschiedene Arten von unendlich miteinander vergleichen.

Kehren wir aber zurück zu dem Siebzehneck. Gauß hat festgestellt, dass man den Cosinus von $\alpha = 360^\circ/17$ mit den Grundrechenarten und Quadratwurzeln aus ganzen Zahlen berechnen kann, nämlich

$$\cos(\alpha) = (\sqrt{17} - 1 + \sqrt{2(17-\sqrt{17})} + 2\sqrt{17 + 3\sqrt{17} - \sqrt{2(17-\sqrt{17})} - 2\sqrt{2(17+\sqrt{17})}}) / 16.$$

Damit könnte man jetzt ein Zeichenwerkzeug in die Hand nehmen, um mit den oben aufgeführten Verfahren $\cos(\alpha)$ und schließlich das Siebzehneck zu konstruieren. Im gewissen Sinn wären unsere Überlegungen hier abgeschlossen; es gibt jedoch einige „Schönheitsfehler“, insbesondere die Folgenden:

- Wenn Sie versuchen, die Formel für $\cos(\alpha)$ Schritt für Schritt abzuarbeiten, konstruieren Sie irgendwann z.B. $2(17+\sqrt{17})$. Diese Zahl ist größer als 42! Wenn Sie nicht über einen sehr großen und sehr genauen Zirkel verfügen, müssten Sie das „goldene Zoll“ sehr klein machen (z.B. 4 mm), was die Genauigkeit der Konstruktion zerstören würde.
- Aus der komplizierten Formel ist – zumindest für Nichtmathematiker – kaum ersichtlich, *warum* $\cos(\alpha)$ sich so berechnen lässt.
- Der junge Gauß dürfte nicht aufgrund einer plötzlichen Eingebung zu der Auffassung gekommen sein: „Bestimmt ist $\cos(\alpha) = (\sqrt{17} - 1 + \dots)$ “ Vielmehr ist er mit Sicherheit durch schrittweise Überlegungen zu diesem Resultat gelangt. Später hat er seine Gedanken geordnet und z.B. in einem Brief an die Petersburger Akademie der Wissenschaften zu Papier gebracht. Diesem Brief⁴ und seiner Argumentation wollen wir jetzt folgen.

4 Gauß, Carl Friedrich: Übersicht der Gründe der Constructibilität des Siebenzehneckes, St. Petersburger Filiale des Archivs der Russischen Akademie der Wissenschaften, F. 1, op. 110, Nr. 13, Bl. 1–4. Transkription in: Reich, Karin: Gauß' „Übersicht der Gründe der Constructibilität des Siebenzehneckes“, in: Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft e.V. Göttingen, 40 (2003), S. 85–91.

Das Siebzeck: die Rechnung

Die Rechnung ist zwar für einen Mathematiker elementar, aber an einigen Stellen recht unübersichtlich und für den Laien nicht ganz leicht nachzuvollziehen. Für die tatsächliche Konstruktion auf dem Papier, die im nächsten Abschnitt behandelt wird, ist es aber ausreichend, wenn Sie diesen Teil nur überfliegen und darauf achten, welche Größen in welcher Reihenfolge berechnet werden.

Gauß' Idee beginnt damit, den Rechenvorgang scheinbar komplizierter zu machen. Er betrachtet nämlich nicht nur $\cos(\alpha)$ sondern auch $\cos(2\alpha)$, $\cos(3\alpha)$, etc. bis $\cos(16\alpha)$. Die Summe all dieser Cosinus ist bekannt, nämlich

$$\cos(0) + \cos(\alpha) + \cos(2\alpha) + \dots + \cos(16\alpha) = 0.$$

Außerdem ist $\cos(0) = 1$, und die übrigen Cosinus sind paarweise gleich: $\cos(\alpha) = \cos(16\alpha)$, $\cos(2\alpha) = \cos(15\alpha)$, etc. Wir müssen uns daher nur noch mit acht verschiedenen Cosinus beschäftigen. Die Summenformel schreiben wir in der Form

$$\cos(\alpha) + \cos(2\alpha) + \cos(3\alpha) + \dots + \cos(8\alpha) = -1/2.$$

Gauß zerlegt diese Summe in zwei Teilsummen mit jeweils vier Summanden und stellt fest, dass er auch die Teilsummen bestimmen kann. Die Teilsummen werden wieder zerlegt in Paare und diese schließlich in die einzelnen Cosinus. Die erste Zerlegung ist die folgende:

$$\begin{aligned} \cos(\alpha) + \cos(2\alpha) + \cos(4\alpha) + \cos(8\alpha) &= p \\ \cos(3\alpha) + \cos(5\alpha) + \cos(6\alpha) + \cos(7\alpha) &= p' \end{aligned}$$

Um die Zahlen p und p' zu bestimmen, werden die beiden Teilsummen multipliziert. Das führt zu 16 Produkten der Art $\cos(n\alpha) \cos(m\alpha)$, die man nach der allgemeinen Formel

$$\cos(x) \cos(y) = (\cos(x+y) + \cos(x-y)) / 2$$

umformen kann zu einer Summe von 32 einzelnen Cosinus.

Bemerkenswert dabei ist, dass die Winkel α , 2α , 3α , ..., 8α wieder alle gleich häufig vorkommen, so dass $pp' = -1$. Wenn man die Teilsummen p und p' addiert, erhält man wieder die Summe von acht Summanden, d.h. $p + p' = -1/2$. Mit den beiden Gleichungen kann man p und p' ausrechnen, wobei als Ergebnis die Zahl 17 erscheint:

$$\begin{aligned} p &= (-1 + \sqrt{17}) / 4 \\ p' &= (-1 - \sqrt{17}) / 4 \end{aligned}$$

Wir fahren fort, indem wir die Teilsumme p zerlegen in

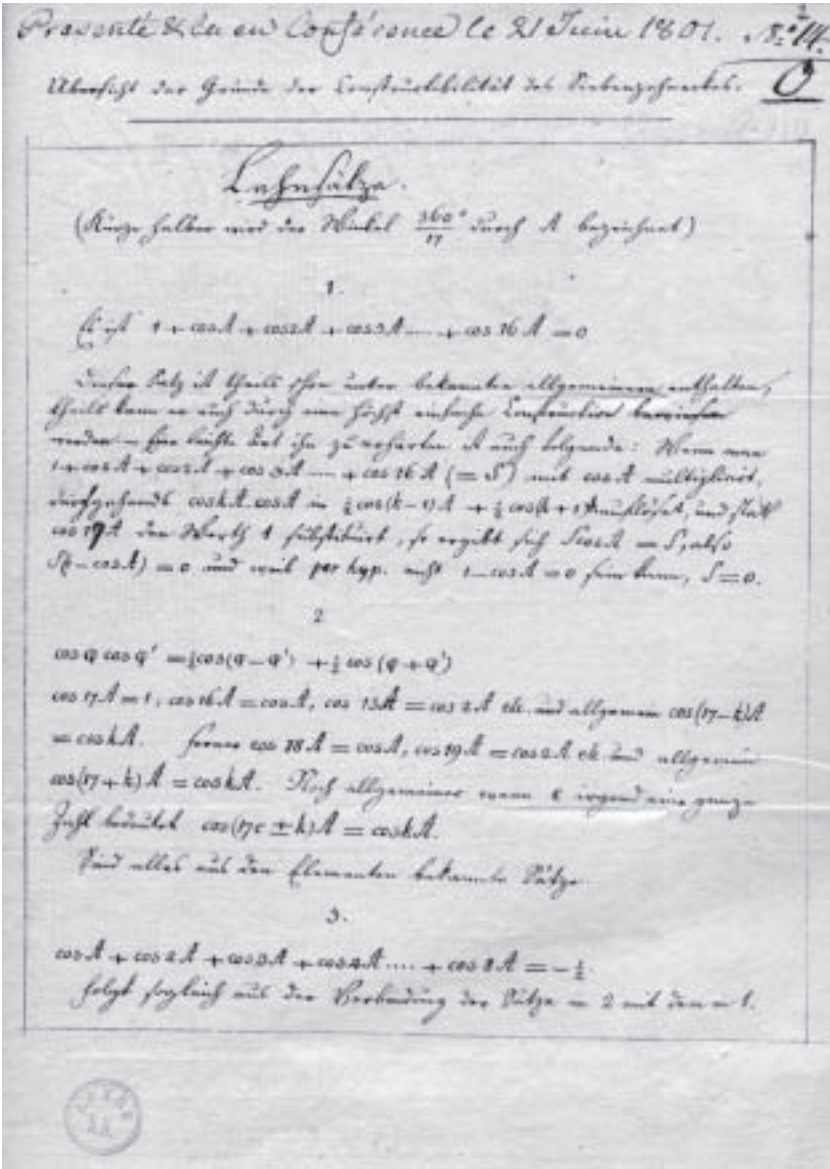


Abb. 20

Erste Seite von Gauß' „Übersicht der Gründe der Constructibilität des Siebzecknecks“ (C 4) © St. Petersburg Filiale des Archivs der Russischen Akademie der Wissenschaften

$$\cos(\alpha) + \cos(4\alpha) = q$$

$$\cos(2\alpha) + \cos(8\alpha) = r$$

Genauso wie oben (nur auf einfacherem Weg) kann man nun $qr = -1/4$ herleiten, und mit $q + r = p$ bekommt man

$$q = (p + \sqrt{(1 + pp)}) / 2$$

$$r = (p - \sqrt{(1 + pp)}) / 2$$

Die Teilsumme p' wird ebenso in Paare zerlegt:

$$q' = \cos(3\alpha) + \cos(5\alpha) = (p' + \sqrt{(1 + p'p')}) / 2$$

$$r' = \cos(6\alpha) + \cos(7\alpha) = (p' - \sqrt{(1 + p'p')}) / 2$$

wobei wir $q'r' = -1/4$ und $q' + r' = p'$ verwendet haben. Schließlich trennen wir noch $\cos(\alpha) + \cos(4\alpha) = q$ auf, indem wir feststellen, dass für das Produkt $\cos(\alpha) \cos(4\alpha) = q'$ gilt. Daraus erhalten wir unter anderem

$$\cos(\alpha) = (q + \sqrt{(qq - 2q')}) / 2$$

Das Siebzeheck: die Zeichnung

Beginnen wir mit p und p' . Die Zahl $\sqrt{17}$ konstruieren wir dabei am einfachsten mit einem rechtwinkligen Dreieck mit kurzen Seiten der Länge 1 und 4 (Satz des Pythagoras: $1 \times 1 + 4 \times 4 = \sqrt{17} \times \sqrt{17}$). Außerdem ist es günstig, gleich den Faktor 4 in der Zeichnung zu berücksichtigen und eine große Einheit 1 zu wählen. Den Rest entnehmen Sie der Skizze oder führen Sie selbst auf dem Papier durch.

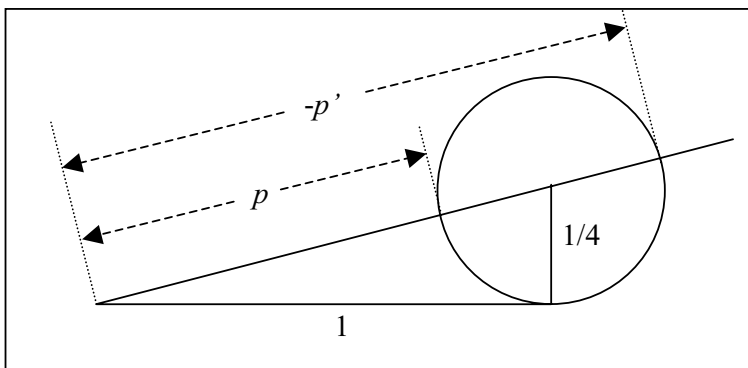


Abb. 21: Konstruktion von p und p'

Für die Konstruktion der Größe q brauchen wir das Quadrat pp . Das gibt uns die Gelegenheit, die Konstruktion eines Produkts zu versuchen.

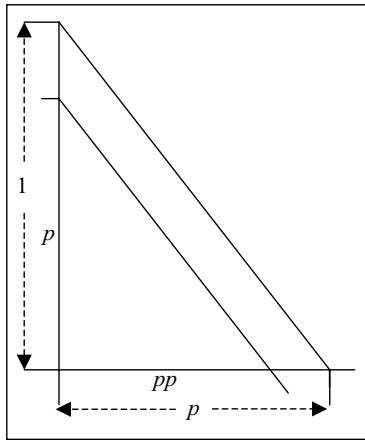


Abb. 22: Konstruktion von pp

Auch die nächsten Schritte sind einfach: 1 zu pp addieren, die Wurzel konstruieren, p addieren, halbieren und schon ist q konstruiert. Die Konstruktion von q' geschieht auf ähnliche Weise, so dass uns am Schluss nur noch die Gleichung $\cos(\alpha) = (q + \sqrt{(qq - 2q')}) / 2$ bleibt. Hier wird der „zweite Teil“ der Konstruktion, d.h. beginnend mit der Quadratwurzel, demonstriert.

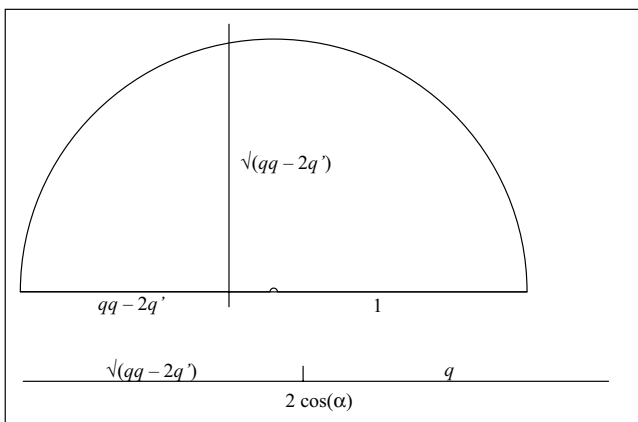


Abb. 23: Konstruktion von $\cos(\alpha)$

Der tiefere Grund der Konstruierbarkeit des Siebzehnecks

Wir haben hier folgende Argumentationslinie verfolgt: Das Siebzehneck ist konstruierbar, wenn man die Zahl $\cos(\alpha)$ konstruieren kann, wobei $\alpha = 360^\circ/17$. Konstruierbar sind alle Zahlen, die man mit den Rechenoperationen $+$, $-$, \times , $/$, $\sqrt{\quad}$ (beliebig oft und in beliebiger Reihenfolge angewandt) aus ganzen Zahlen berechnen kann. Mit der obigen Rechnung kann man sich überzeugen, dass $\cos(\alpha)$ eine solche Zahl ist.

Warum aber ist die Rechnung so genau aufgegangen? Warum funktioniert das nicht zum Beispiel mit einem Siebeneck? Die Frage ist, warum wir, als wir in der Rechnung Teilsummen multipliziert haben (z.B. pp'), immer Zahlen erhalten haben, die wir schon berechnet hatten. Wir können in diesem Rahmen nicht genau auf den tieferen Hintergrund eingehen, zwei Bemerkungen dazu sind aber vielleicht erhellend.

Erstens ist 17 nicht einfach irgendeine, sondern eine besondere Zahl, und es gibt noch andere regelmäßige Polygone, die sich aus genau den gleichen Gründen konstruieren lassen. Es ist nämlich $17 = 2^{(2 \times 2)} + 1$, und außerdem ist 17 eine Primzahl. Solch eine Zahl ist z.B. auch $65537 = 2^{(2 \times 2 \times 2 \times 2)} + 1$. Versuchen Sie aber nicht, dieses komplizierte Polygon zu konstruieren. Es ließe sich ohnehin nicht von einem Kreis unterscheiden.

Zweitens hat Gauß in dem Brief an die Petersburger Akademie, dem wir hier gefolgt sind, selbst einen Hinweis auf die tieferen Gründe gegeben. Dieser ist besonders interessant, weil er aus der sogenannten Zahlentheorie stammt. „Zahlentheorie“ ist nicht etwa ein Synonym für Mathematik, sondern die Theorie der ganzen Zahlen, die sich z.B. mit Primzahlen beschäftigt oder damit, welcher Rest übrig bleibt, wenn man zwei ganze Zahlen durcheinander teilt. Überraschend ist, dass die Theorie der *ganzen* Zahlen uns den Grund dafür angibt, warum die irrationale Zahl $\cos(\alpha)$ zur Klasse der konstruierbaren Zahlen gehört. An der Stelle, an der Gauß die Summe von acht Cosinus in zwei Teilsummen aufteilt, trifft er eine Wahl, welche vier Cosinus jeweils zusammen in eine Teilsumme kommen, nämlich die Cosinus der Winkel α , 2α , 4α , 8α in eine Teilsumme und die der Winkel 3α , 5α , 6α , 7α in die andere. Dazu schreibt er in einer Fußnote: „Wer mit dem was bisher in der höhern Arithmetik gethan ist bekannt ist, dem wird es nicht entgehen, dass die Zahlen 1, 2, 4, 8 quadratische Reste der Zahl 17 sind, d.i. Reste die bei der Division eines Quadrats durch 17 übrig bleiben können; 3, 5, 6, 7 hingegen Nichtreste, d.i. Zahlen die bei einer solchen Division nie Reste sind.“

Gauß' geistige Väter: nicht nur „summus Newton“, sondern auch „summus Euler“

Karin Reich

1. Gauß' Verehrung für Newton

Wolfgang Sartorius von Waltershausen (1809–1876) ist für jeden Gaußforscher eine der wichtigsten Quellen für das Leben von Gauß, die man weitgehend als verlässlich einstuft. Sartorius' 1856 erschienene Gauß-Biographie basiert schließlich auf Gesprächen, die er mit Gauß während dessen letzter Lebensjahre führte. Auf die Frage, wer Gauß' wichtigste geistige Väter waren, gibt Sartorius ohne zu zögern nur eine Antwort: Isaac Newton, wie folgende zwei Zitate belegen:

„Vornehmlich scheint er durch die Werke von Euler und Lagrange den Umfang seines Wissens erweitert und aus Newtons Principien den göttlichen Geist geschöpft und der Methode jenes unsterblichen Mathematikers sich bemächtigt zu haben.“ – „Näher noch ist die Geistesbeschaffenheit von Newton und Gauss verwandt; daher hegte auch Gauss gegen den grossen englischen Forscher eine unbegrenzte Verehrung und er nannte ihn gewöhnlich in seinen Schriften ‚Summus Newton‘, welchen Beinamen er sonst keinem Sterblichen gegeben hat.“¹ „Summus“ bedeutet der Vorzüglichste, Höchste, Erhabenste.

Diese Einschätzung von Sartorius übernahm eine ganze Reihe von Gauß-Biographen, z.B. G. Waldo Dunnington, der fast wortwörtlich Sartorius' Worte wiederholt:

“He seems to have studied carefully at that time the works of Newton, Euler, and Lagrange. Especially did he feel himself attracted by the great spirit of Newton, whom he revered and whose method he fully mastered.” – “Newton was probably the mathematician to whom Gauss was most closely related by discovery and temperament. To Newton alone he applied the adjective *summus*.”² Auch Kurt Biermann betonte Gauß' besondere Beziehung zur britischen Wissenschaft und vor allem zu Newton.³

1 Waltershausen, Wolfgang Sartorius von: Gauss zum Gedächtniss. Leipzig 1856 (Nachdruck Wiesbaden 1965 und öfter), S. 15 und S. 84.

2 Dunnington, G. Waldo: Carl Friedrich Gauss. Titan of Science. New York 1955 (Nachdruck 2004), S. 18f und 232; ähnlich auch S. 57.

3 Biermann, Kurt-R.: C. F. Gauß in seinem Verhältnis zur britischen Wissenschaft und Literatur, in: NTM-Schriftenreihe Geschichte der Naturwissenschaften, Technik und Medizin 14 (1977), S. 7–15, hier S. 8f.

Es geht im Folgenden nicht darum, die Bedeutung Newtons für Gauß abzuwerten, sondern darum, die Bedeutung Eulers für Gauß aufzuwerten. Dies ist notwendig, um sich darüber klar zu werden, welchen Einfluss Euler auf Gauß ausgeübt hat.

2. Der junge Gauß und die Werke Eulers

Gauß war sechs Jahre alt, als Leonhard Euler am 18. September 1783 in St. Petersburg verstarb. Es ist nicht bekannt, wann Gauß erstmals den Namen Euler hörte. Vielleicht hatte schon einer seiner Lehrer in der Grundschule Euler erwähnt, vielleicht aber war es auch Eberhard August Wilhelm von Zimmermann (1743–1815), der seit 1766 als Professor der Mathematik und Naturlehre am Collegium Carolinum unterrichtete. Zimmermann jedenfalls könnte Euler sogar noch persönlich kennen gelernt haben, denn er unternahm im Jahre 1769 eine Reise nach Livland, Russland, Schweden und Dänemark. Zimmermann war zudem seit 1794 Mitglied der Petersburger Akademie der Wissenschaften.⁴ Ihm ist es zu verdanken, dass der junge Gauß, noch bevor er 1801 bzw. 1802 zu einem Mathematiker bzw. Astronom ersten Ranges wurde, seine Werke der Petersburger Akademie der Wissenschaften präsentieren konnte.⁵ Auch lässt sich kein Beleg dafür finden „wann Gauß zum ersten Mal Werke von Euler in die Hand bekommen hat“.⁶

Bereits im Jahre 1793 – Gauß war damals 15 bzw. 16 Jahre alt und studierte noch am Collegium Carolinum – erwarb er den „Versuch einer neuen Summationsmethode“ von Johann Friedrich Pfaff.⁷ Dort war bereits auf dem Titelblatt ein Zitat Eulers abgedruckt.⁸ Auf der letzten Seite hielt Gauß 1793 oder später handschriftlich folgende Aussage Eulers fest:

«Car on sait par l'expérience que lorsqu'une recherche est fort épineuse les premiers efforts nous en éclaircissent ordinairement fort peu; ce n'est que par des

4 Stieda, Wilhelm: Die Berufung von Gauss an die kaiserliche Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg, (Jahrbücher für Kultur und Geschichte der Slaven, N.F. 3), Breslau 1927, S. 79–103, hier S. 80.

5 Svjatskij, D. O.: Pis'ma K. F. Gaussa v S.-Peterburgskuju Akademiju Nauk, in: Trudy Instituta istorii nauki i tehniki Akademii Nauk SSSR, ser. 1, vyp. 3 (1934), S. 209–238, hier S. 231–233.

6 Küssner, Martha: Carl Friedrich Gauß und seine Welt der Bücher. Göttingen, Frankfurt, Zürich 1979, S. 35.

7 Pfaff, Johann Friedrich: Versuch einer neuen Summationsmethode nebst andern damit zusammenhängenden analytischen Bemerkungen. Berlin 1788 (Gauß-Bibliothek 598).

8 Auf dem Titelblatt: „Cum doctrina de seriebus maximi sit momenti in analysi, ejusmodi speculationes omnini dignae sunt habendae, quae omni industria excolantur“ („Da die Lehre von den Reihen von größter Wichtigkeit in der Analysis ist, müssen derartige Betrachtungen überhaupt für würdig gehalten werden, mit allem Fleiß ausgearbeitet zu werden“).

effort reïtérées, et en envisageant la chose sous plusieurs points de vue qu'on parvient à une connaissance accomplie.»⁹ Übersetzung: „Denn man weiß aus Erfahrung, wenn eine Untersuchung sehr dornenreich ist, erhellen uns die ersten Anstrengungen davon nur wenig; erst bei wiederholten Anstrengungen und indem man die Sache aus mehreren Blickwinkeln heraus betrachtet, kommt man zu einer vollendeten Erkenntnis“.

Wann Christian Leistes (1738-1815) „Die Arithmetik und Algebra“ (Wolfenbüttel 1790) in den Gauß-Nachlass gelangte, ist nicht bekannt.¹⁰ Gauß ließ in dieses Werk leere Blätter einfügen, seine auf ihnen vermerkten Aufzeichnungen bezeichnet man daher als „Leistenotizen“. Dort findet man u.a. handschriftlich eingetragene Listen von Werken Lagranges und Eulers. Während die erste Seite einen Spruch Lagranges enthält, enden die Leistenotizen mit folgendem Auszug aus Euler:

„Ideal.

Speculationes mathematicae si ad earum utilitatem respicimus ad duas classes reduci debere videntur: ad priorem referendae sunt eae quae cum ad vitam communem tum ad alias artes insigne aliquod commodum afferunt, quarum propterea pretium ex magnitudine huius commodi statui solet. Altera autem classis eas complectitur speculationes, quae etsi cum nullo insigni commodo sunt coniunctae, tamen ita sunt comparatae ut ad fines analyseos promovendos viresque ingenii nostri acuendas occasionem praebant. Cum enim plurimas investigationes, unde maxima utilitas expectari posset, ob solum analyseos defectum, deserere cogamur, non minus pretium, iis speculationibus statuendum videtur quae haud contemnenda analyseos incrementa pollicentur.“¹¹

„Ideal.

Wenn wir auf ihre Nützlichkeit blicken, scheinen mathematische Überlegungen auf zwei Klassen zurückgeführt werden zu müssen; in die erste sind diejenigen aufzunehmen, die sowohl für das tägliche Leben wie für die anderen Künste irgendeinen bedeutenden Vorteil bringen, weshalb ihr Wert nach der Größe dieses Vorteils festgelegt zu werden pflegt. Die zweite Klasse aber umfasst diejenigen Überlegungen, die, auch wenn sie mit keinem bedeutenden Vorteil verbunden sind, dennoch so beschaffen sind, dass sie Gelegenheit bieten, die Grenzen der Analysis hinauszuschieben und

9 Zitat aus: Euler, Leonhard: Du mouvement d'un corps solide quelconque lorsqu'il tourne autour d'un axe mobile, (E 336), in : Mémoires de l'Académie des sciences de Berlin 16 (1760), 1767, S. 176–227, hier S. 178. In: Euler: Opera omnia (2) 8, Zürich 1965, S. 313–356, hier S. 315.

10 Christian Leiste: Die Arithmetik und Algebra zum Gebrauch bey dem Unterrichte. Wolfenbüttel 1790. Gauß' Exemplar hat die Signatur Cod. Ms. Handbuch 1 im Gauß-Nachlass (SUB Göttingen).

11 Euler, Leonhard: Observationes de comparatione arcuum curvarum irrectificabilium. (E 252), in: Novi commentarii academiae scientiarum Petropolitanae 6 (1756/7), 1761, S. 58–84, hier S. 58. In: Euler: Opera omnia (1) 20, Leipzig und Berlin 1912, S. 80–107, hier S. 81.

die Kräfte unseres Geistes zu schärfen. Da wir nämlich gezwungen werden, die meisten Untersuchungen, von denen der größte Nutzen erwartet werden könnte, allein wegen des mangelhaften Zustandes der Analysis aufzugeben, scheint diesen Überlegungen kein geringerer Wert zuzuordnen zu sein, die keine verachtenswerten Zuwächse der Analysis versprechen.“¹²

3. Die Göttinger Universitätsbibliothek

Es war zu Gauß' Lebzeiten durchaus nicht selbstverständlich, dass Studenten einer Universität Bücher aus der Bibliothek entleihen konnten. Die Universität Göttingen nahm in dieser Hinsicht eine Sonderstellung ein. Gauß wurde, als er 1795 sein Studium an der Universität Göttingen aufnahm, in eine ganz neue Lage versetzt: Er konnte nun erstmals in seinem Leben nach Belieben Bücher bestellen. Da die alten Ausleihregister fast vollständig erhalten sind, kann man rekonstruieren, was Gauß zu welcher Zeit ausgeliehen hat. Das erste Werk, das er am 18.10.1795 aus der Göttinger Bibliothek entlieh, war aber kein mathematisches Werk, sondern Samuel Richardsons „Clarissa“, ein damals viel gelesener Roman, ein frühes Beispiel einer Dreiecksbeziehung. Gauß scheint den Schriftsteller Richardson (1689–1761) geschätzt zu haben, denn 1817 konnte er für seine Privatbibliothek dessen 7-bändigen Roman „Geschichte Herrn Carl Grandison“ erwerben, von dem er sogar zwei Ausgaben besaß.¹³

Selbstverständlich lieh Gauß ansonsten insbesondere mathematische und naturwissenschaftliche Werke aus. Euler spielte dabei, wie nicht anders zu erwarten, eine herausragende Rolle.¹⁴ Zu der Zeit gab es noch keine „Opera omnia“ von Euler, daher entlieh Gauß eine ganze Reihe von Zeitschriftenbänden, in denen Euler'sche Arbeiten veröffentlicht waren, aber auch Standardwerke wie Eulers „Institutiones calculi integralis“. Bereits am 16. Dezember 1796 erwarb Gauß Eulers „Opuscula analytica“ (St. Petersburg 1783 und 1785), zwei Bände, die 13 bzw. 15 Arbeiten Eulers umfassen. Vor allem der erste Band dieser „Opuscula“ war eine wichtige Grundlage für Gauß' „Disquisitiones Arithmeticae“.

12 Die Übersetzung stammt von Eberhard Knobloch, ihm sei dafür herzlich gedankt.

13 Richardson, Samuel: Geschichte Herrn Carl Grandison. 3. Aufl., 7 Bde, Leipzig 1763 und 1764. SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 122, Eintragung: „C. F. Gauß 1817“. Richardson, Samuel: Histoire de Sir Charles Grandison. 7 Bde, Leipzig u.a. 1756. SUB, Gauß-Bibliothek Nr. 406.

14 Dunnington, G. Waldo: Books Borrowed by Gauss From the University of Göttingen Library During His Student Years, in: Ders.: Carl Friedrich Gauss, Titan of Science, New York 1955 (Nachdruck 2004), S. 398–404.



Abb. 24
Gauß' eigenhändige Skizze eines Euler-Portraits (E 6)

4. Euleriana in der Gauß-Bibliothek

Am 9. Januar 1799 teilte Gauß seinem Studienfreund Wolfgang Bolyai mit: „Vor einiger Zeit habe ich das Glück gehabt aus einer hier verauctionirten Bibliothek des verstorbenen Abts Häseler viele schöne Werke anzukaufen unter andern die Originalausgaben von „Euler Introd. Differ. u. Integr.“¹⁵ Johann Friedrich Häseler (1732–1797) war Abt des Klosters Amelungsborn gewesen und hatte u.a. naturwissenschaftliche und mathematische Schriften veröffentlicht. In der Tat gestattet die noch erhaltene Gauß-Bibliothek einen genaueren Blick auf die Werke Eulers, die Gauß damals kaufen konnte:

- a) Institutiones calculi differentialis. St. Petersburg 1755. (Eneström Nr. 212, Gauß-Bibliothek 823),
- b) Institutiones calculi integralis. 3 Bde, St. Petersburg 1770. (Eneström Nr. 342, 366, 385 ; Gauß-Bibliothek 824),
- c) Introductio in analysin infinitorum. 2 Bde, Lausanne 1748. (Eneström Nr. 65, Gauß-Bibliothek 825),
- d) Methodus inveniendi lineas curvas. Lausanne und Genf 1744. (Eneström Nr. 65, Gauß-Bibliothek 826).

Die Bände tragen Benutzungsspuren: Gauß nahm Eintragungen vor, seien es Kommentare, Berichtigungen bzw. Ergänzungen zu einzelnen Aussagen, sei es, dass er die leeren Seiten am Anfang und am Ende der Werke für Notizen aller Art benutzte.

Doch auch in späteren Jahren erwarb Gauß Euler'sche Werke:

- 1803: Scientia navalis. St. Petersburg 1749. (Eneström Nr. 110, Gauß-Bibliothek Nr. 827);
- 1808: a) Theoria motus corporum solidorum seu rigidorum. Rostock und Greifswald 1765, 2. Aufl. 1790. (Eneström Nr. 289, Gauß-Bibliothek 369); b) Vollständige Anleitung zur Algebra. St. Peterburg 1770. (Eneström Nr. 387, Gauß-Bibliothek 166);
- 1810: a) Constructio lentium objectivarum ex duplici vitro. St. Petersburg 1762. (Eneström Nr. 266) und Tentamen novae theoriae musicae. St. Petersburg 1739. (Eneström Nr. 33), Gauß-Bibliothek 821;
b) Dioptricae pars prima, secunda et tertia. St. Petersburg 1769–1771 (Eneström Nr. 367, 386, 404, Gauß-Bibliothek 822);

15 Gauß, Carl Friedrich/Bolyai, Wolfgang: Briefwechsel, Leipzig 1899, Nachdruck Hildesheim, Zürich, New York 1987, S. 15.

1812: *Opuscula varii argumenti*. Berlin 1746. 2. Bd.: *Conjectura physica*. Berlin 1750 (Eneström Nr. 80 und Nr. 121, Gauß-Bibliothek 368).

Ferner befindet sich ohne Nennung des Erwerbungsjahres in der Gauß-Bibliothek das Euler'sche Werk *Theorie der Planeten und Cometen*, übersetzt von Johann Freyherrn von Pacassi. Wien 1781. (Eneström Nr. 66 A, Gauß-Bibliothek 828).

Daraus kann man schließen, dass Gauß nicht nur aus fachlichen Gründen, sondern auch als Zeichen der Verbundenheit mit Euler dessen Werke möglichst vollständig zu erwerben versuchte.

Gauß muss wohl vor dem Oktober 1812 seinen Freund Christian Heinrich Schumacher (1780–1850) in Altona gebeten haben, ihm ein Bildnis von Euler und von Johann I Bernoulli zu besorgen. Am 2. 10. 1812 nämlich schrieb Schumacher an Gauß: „Herr Gerling ist mir weggekommen, ohne Euler's Portrait für Sie mitzunehmen, das ich endlich aufgetrieben habe, aber bloß für Sie. Bis ich Gelegenheit finde, es ihnen zu übermachen, empfangen Sie gefälligst den beyliegenden Umriss, so wie den Umriss von Joh. Bernoulli.“¹⁶ Und Gerling berichtete am 24. 10. 1812 aus Kassel: „Hrn. Prof. Schumacher habe ich in Altona gesprochen und ihm ihren Brief überreicht; er versprach mir eine Antwort darauf, begleitet von einem Porträt von Euler, und der Abbildung eines 12zölligen Repetitions-Kreises von Cary, den Repsold für etwa 800 Mk. abzustehen willens ist, zu bringen oder zu schicken, ich habe aber nichts erhalten.“¹⁷

In der Tat befand sich in dem in der Gauß-Bibliothek unter der Nummer 826 verwahrten Werk „*Methodus inveniendi lineas curvas*“ Eulers ein auf Transparentpapier gezeichnetes Portrait Eulers. Die Unterschrift „Leonhard Euler 1780“ scheint von Gauß zu stammen. Dass es sich bei diesem Portrait tatsächlich um den von Schumacher angesprochenen Umriss handelt, lässt sich zwar nicht beweisen, liegt aber doch sehr nahe. Es wäre natürlich auch denkbar, dass diese Zeichnung auf Transparentpapier Gauß' eigenhändige Kopie von Schumachers Umriss ist. Bei dem Porträt handelt es sich um ein Altersbild Eulers, dem ein Stich von S. G. Küttner zugrunde liegt, der wiederum nach einem in Genf befindlichen, aus dem Jahre 1778 stammenden Ölporträt von Joseph-Frédéric-Auguste Darbes angefertigt wurde.¹⁸ Das von Schumacher ebenfalls in Aussicht gestellte Portrait Bernoullis dagegen war bislang nicht auffindbar.

16 Gauß, Carl Friedrich/Schumacher, Heinrich Christian: Briefwechsel Bd. 1, Altona 1860, Nachdruck Hildesheim, New York 1975, S. 94.

17 Gauß, Carl Friedrich/Gerling, Christian Ludwig: Briefwechsel, Berlin 1927, Nachdruck Hildesheim, New York 1975, S. 5.

18 Den Hinweis auf dieses Gemälde verdanke ich Emil Fellmann, Basel, Eulerarchiv.

5. Gauß' *Disquisitiones Arithmeticae* (Leipzig 1801)

In seiner Dissertation über den Fundamentalsatz der Algebra (Helmstedt 1799) erwähnte Gauß vor allem die großen französischen Mathematiker Adrien-Marie Legendre (1752–1833) und Joseph Louis Lagrange (1736–1813) als Quellen, an die er anknüpfte. Zwar zitierte er diese Namen auch in seinem mathematischen Hauptwerk „*Disquisitiones arithmeticae*“, aber der bei weitem wichtigste Autor war Leonhard Euler. Um einen Vergleich zu ermöglichen, sei angemerkt, dass Gauß die Titel von 28 Werken Eulers, 8 Titel von Lagrange und 2 von Legendre erwähnte. Aber damit noch nicht genug: In § 56 bezeichnet er Euler als „*summus Euler*“ und als „*vir sagacissimus*“, in § 93 als „*vir summus*“ und in § 151 als „*vir immortalis*“. Leider wurden in der deutschen Übersetzung der „*Disquisitiones*“ Gauß' Superlative entweder gar nicht übersetzt oder aber nur sehr blass wiedergegeben mit „der ausgezeichnete Mann“, „der scharfsinnige Autor“ oder „dieser große Mann.“ Sartorius von Waltershausen hat also unrecht mit seiner Behauptung, Gauß habe nur Newton mit dem Beiwort „*summus*“ ausgezeichnet.

6. Die Edition der Euler-Werke in St. Petersburg.

Der in Basel geborene Nikolaus Fuß (1755–1826) war 1772, im Alter von nur 17 Jahren, nach St. Petersburg gereist, um in Eulers Dienste zu treten. Er schrieb seine ersten wissenschaftlichen Arbeiten unter der Anleitung Eulers. Im Jahre 1776 wurde Fuß Adjunkt und kurz vor Eulers Tod ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg; er heiratete eine Enkelin Leonhard Eulers und wurde nach dem Tode seines Schwiegervaters, Johann Albrecht Euler (1734–1800), ständiger Sekretär der Akademie.

Bereits Nikolaus Fuß hatte Vorkehrungen getroffen, um eine Ausgabe von Eulers Werken vorzubereiten. Doch erste Erfolge stellten sich erst unter seinem Sohn Paul Heinrich Fuß (1797–1855) ein, der nach dem Tode des Vaters im Jahre 1826 diesem im Amte des ständigen Sekretärs nachfolgte. 1835 wurde Paul Heinrich Fuß Mitglied der Göttingischen Sozietät der Wissenschaften,¹⁹ wobei aber Gauß keinen Anteil an seiner Nominierung hatte. 1843 gab Paul Heinrich Fuß in St. Petersburg Eulers „*Correspondance mathématique et physique de quelques célèbres géomètres du XVIIIème siècle précédée d'une notice sur les travaux de Léonard Euler, tant imprimés qu'inédits*“²⁰ heraus. Den ersten Band schmückt das bereits erwähnte Altersbildnis

19 Krahnke, Holger: Die Mitglieder der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen 1751–2001. Göttingen 2001, S. 88.

20 Eneström Nr. 788. Nachdruck New York und London 1968.

Eulers. Damit war ein Anfang gemacht. Fuß schenkte sowohl der Göttinger Sozietät der Wissenschaften als auch Gauß je ein Exemplar, das aber offensichtlich in der Gauß-Bibliothek nicht bzw. nicht mehr vorhanden ist.

Gleichzeitig plante Paul Heinrich Fuß eine Gesamtausgabe der Euler'schen Werke, wozu er mannigfache Hilfe in Anspruch nahm. So stand er mit Carl Gustav Jakob Jacobi (1804–1851) in regem brieflichen Kontakt.²¹ Der Briefwechsel zwischen Gauß und Paul Heinrich Fuß umfasst den Zeitraum von 1824 bis 1849; es sind insgesamt nur 10 Briefe von und an Gauß erhalten.²² Fuß und Gauß lernten sich im September 1843 persönlich kennen, als Fuß anlässlich einer Reise in die Schweiz, wo er im Berner Oberland mit Jacobi zusammentraf, auch Göttingen einen Besuch abstattete. Am 26. 11./8. 12. 1843 bedankte sich Fuß für die freundliche Aufnahme: „Reich an neuen Eindrücken u. unvergeßlichen Erinnerungen bin ich nun, seit bereits zwei Monaten, an meinen heimatlichen Herd u. zu meinem lieben gewohnten Geschäft zurückgekehrt u. wiederhole Ihnen ganz insbesondere meinen Dank für die kurzen lehrreichen Stunden, die Sie mir erlaubten in Ihrer Gesellschaft zu verweilen.“²³

In einem Schreiben vom 7./19. 4. 1844 an Gauß berichtete Fuß, dass er sowohl den Zaren als auch den Präsidenten der Petersburger Akademie der Wissenschaften Sergej Uvarov (1785–1855) für eine geplante Ausgabe der Euler'schen Werke habe gewinnen können. Dabei erwähnte Fuß eine Abhandlung Eulers mit dem Titel „Découverte d'une loi extraordinaire des nombres“, die nach seinen Angaben 1751 im „Journal littéraire de l'Allemagne“ erschienen war. Fuß kannte diese Abhandlung nicht, sie war auch in St. Petersburg nicht vorhanden. Nunmehr sollte Gauß in der unvergleichlichen Göttinger Bibliothek sein Glück versuchen. Gauß antwortete am 8. 5. 1844: „Ihr gütiges Schreiben vom 19 April ist mir in mehrfacher Beziehung sehr erfreulich gewesen, und besonders auch wegen der darin erweckten Hoffnung auf eine vollständige Ausgabe der Euler'schen Werke. Es würde mir, wie ich nicht zu versichern brauche, zu großem Vergnügen gereichen, wenn ich zur Beförderung der bezweckten Vollständigkeit etwas beitragen könnte.“

Gauß' Suche gestaltete sich als schwierig, vor allem deshalb, weil weder der Titel der Abhandlung noch der Jahrgang der Zeitschrift korrekt zitiert waren; Eulers Aufsatz war in der Tat anonym unter dem Titel „Démonstration de cette suite $1 + 1/4 + 1/9 + 1/16 + 1/25 + 1/36 + c.$ “ im „Journal litteraire d'Allemagne, du Suisse et du Nord“ 2, 1. Teil, 1743, S. 115–127 erschienen.²⁴ Um diese Arbeit Eulers P. H. Fuß so

21 Stäckel, Paul/Ahrens, Wilhelm (Hrsg.): Der Briefwechsel zwischen C. G. J. Jacobi und P. H. Fuss über die Herausgabe der Werke Leonhard Eulers. Leipzig 1908.

22 SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe A u. B: P. H. Fuß.

23 Siehe Anm. 22.

24 Euler, Leonhard: Opera Omnia (1) 14, Leipzig und Berlin 1924, S. 177–186.

schnell wie möglich zugänglich zu machen, fertigte Gauß eigenhändig eine Abschrift an; am 12./24. 5. 1844 antwortete der völlig überraschte Fuß: „Wo finde ich Worte, um Ihnen zu danken für die große Gefälligkeit, mit der Sie sich nicht allein der Mühe des Nachforschens nach jener Abhandlung Eulers unterzogen u. mir über dessen Erfolg so ausführlichen u. genügenden Bericht abstatteten, sondern sogar, – ich erröthe, in der That, wenn ich nur daran denke, daß ich die Veranlassung dazu gab, – Ihre kostbare Zeit zur Abschrift jener Abhandlung opferten. Dieser Zug gehört der Geschichte der Wissenschaften an, u. die Abschrift will ich in Ehren halten, als ein frisches Blatt in Eulers Verdienstkronen, 60 Jahre nach seinem Tode hineingeflochten.“²⁵

Am 25. 7./6. 8. 1849 gratulierte Paul Heinrich Fuß Gauß nachträglich zu seinem 50-jährigen Doktorjubiläum: „Aus den Zeitungen erst, u. leider zu spät, um Ihnen noch ein Zeichen unserer Theilnahme geben zu können, erhielten wir die Kunde von der Feier Ihres fünfzigjährigen Doctor-Jubiläums. Die Petersburger Akademie, die in Ihnen mit Stolz ihr ältestes Mitglied verehrt, die in ihrem Schoße zwar keine Ihrer Wähler mehr, wohl aber viele Ihrer dankbaren Schüler u. aufrichtigen Bewunderer zählt, würde sich gewiß an dem schönen Feste mit betheilt haben, wenn ihr nur die Nachricht davon rechtzeitig zugekommen wäre. Wenn nun gleich verspätet, werden Sie gewiß die aufrichtigen Wünsche, die ich Ihnen im Namen unserer Akademie zu der begangenen Jubelfeier sende, freundlich u. gütig entgegennehmen u. der Versicherung Glauben schenken, daß der hohe Werth Ihrer unsterblichen Arbeiten auch bei uns bewundernd erkannt wird. Möge die gütige Vorsehung uns die Befriedigung gewähren, in drei Jahren das Versäumte einzuholen durch eine würdige Feier Ihrer 50 jährigen Mitgliedschaft an unserer Akademie.“²⁶ Gleichzeitig ließ Fuß die von ihm besorgte Sammlung Euler'scher Arbeiten „*Commentationes arithmeticae collectae*“ (2 Bde, St. Petersburg 1849) Gauß als Geschenk zusenden. Gauß bedankte sich am 11. September 1849 mit innigen Worten: „Eine neue tiefgefühlte Dankverpflichtung haben Sie mir aufgelegt durch das höchst schätzbare Geschenk der zwei Bände Eulerscher *Commentationes Arithmeticae*, die mir durch Vermittlung einer hiesigen Buchhandlung im Anfang des vorigen Monats zugekommen sind.“²⁷ Weiter schrieb Gauß den seither oft zitierten Satz: „Die besondere Herausgabe der kleinern Eulerschen Abhandlungen ist gewiß etwas höchst verdienstliches, da sie doch im Original nur an

25 Siehe Anm. 22. Ferner Fuchs, Werner: Gauß' Beitrag zu Eulers Werken, in: *Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft* 13 (1976), S. 5–17.

26 Gauß war am 31. 1. 1802 korrespondierendes Mitglied der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg geworden; siehe *Russland und die Göttingische Seele*, hrsg. von Elmar Mittler und Silke Glitsch, Göttingen 2003, S. 386.

27 Siehe Fußnote 22. Die „*Commentationes arithmeticae*“ stehen unter der Nr. 791 in der Gauß-Bibliothek (SUB Göttingen).

wenigen Orten zugänglich sind, und das Studium aller Eulerschen Arbeiten doch stets die beste durch nichts anderes zu ersetzende Schule für die verschiedenen mathematischen Gebiete bleiben wird.“

Exponate E

E 1 Christian Leiste:

Die Arithmetik und Algebra zum Gebrauch bey dem Unterrichte. Wolfenbüttel 1790. SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Handbuch 1

Christian Leistes (1738–1815) „Die Arithmetik und Algebra“ (Wolfenbüttel 1790) ist im Bestand der SUB Göttingen zweimal vorhanden: Zum einen findet es sich in der Gauß-Bibliothek (Nr. 45), zum andern als durchschossenes Exemplar im Gauß-Nachlass. Auf den leeren Blättern des zweiten Exemplars hat Gauß zahlreiche Notizen hinterlassen, darunter am Ende ein lateinisches Zitat Eulers über die Analysis, das übersetzt lautet:

„Ideal.

Wenn wir auf ihre Nützlichkeit blicken, scheinen mathematische Überlegungen auf zwei Klassen zurückgeführt werden zu müssen; in die erste sind diejenigen aufzunehmen, die sowohl für das tägliche Leben wie für die anderen Künste irgendeinen bedeutenden Vorteil bringen, weshalb ihr Wert nach der Größe dieses Vorteils festgelegt zu werden pflegt. Die zweite Klasse aber umfasst diejenigen Überlegungen, die, auch wenn sie mit keinem bedeutenden Vorteil verbunden sind, dennoch so beschaffen sind, dass sie Gelegenheit bieten, die Grenzen der Analysis hinauszuschieben und die Kräfte unseres Geistes zu schärfen. Da wir nämlich gezwungen werden, die meisten Untersuchungen, von denen der größte Nutzen erwartet werden könnte, allein wegen des mangelhaften Zustandes der Analysis aufzugeben, scheint diesen Überlegungen kein geringerer Wert zuzuordnen zu sein, die keine verachtenswerten Zuwächse der Analysis versprechen“.

E 2 Ausleihregister B, Ostern 1797–Michaelis 1797.

SUB Göttingen: Bibl. Arch., Ausleihreg. B, O 1797–M 1797, Bl. 12r.

Die Ausleihregister der Göttinger Bibliothek verzeichnen in je einem Band pro Semester nach grob alphabetischer Ordnung die ausgeliehenen Werke. Der Student musste sich zur Ausleihe die Unterschrift eines Professors besorgen, der für ihn bürgte. Am 23. 7. 1797 entlieh Gauß Eulers „Nova Theoria Musicae“ und am 2. 8. 1797 seine „Opuscula“ in zwei Bänden. Als Bürge ist Georg Christoph Lichtenberg (1742–1799) vermerkt. Nach Rückgabe wurde die Eintragung durchgestrichen.

E 3 Carl Friedrich Gauß:

Disquisitiones arithmeticae. Leipzig 1801.

Ders.: Untersuchungen über höhere Arithmetik. Berlin 1889.

SUB Göttingen: 8° Math. II, 228 Rara u. 8 Math. II, 240

Wie bedeutend Euler für das mathematische Wirken von Gauß war, zeigt die Tatsache, dass er in seinem Hauptwerk „Disquisitiones arithmeticae“ Eulers Werke nicht weniger als 28-mal zitiert.

Aber damit noch nicht genug: In § 56 bezeichnet er Euler als „summus Euler“ und als „vir sagacissimus“, in § 93 als „vir summus“ und in § 151 als „vir immortalis“. In der deutschen Übersetzung der „Disquisitiones“ ist die Rede vom „erhabensten Euler“ bzw. vom „äußerst scharfsinnigen Mann“.

E 4 Leonhard Euler:

Vollständige Anleitung zur Algebra. St. Petersburg 1770.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 166

Im Jahre 1808 erwarb Gauß Eulers populärstes Werk „Vollständige Anleitung zur Algebra“. Euler legte großen Wert darauf, komplizierte wissenschaftliche Gegenstände allgemein verständlich darzustellen. Er diktierte einem Mitarbeiter, der mathematisch nicht vorgebildet war, seine „Vollständige Anleitung“, und erst wenn dieser Mann alles verstanden hatte, war für Euler der Beweis erbracht, ein verständliches Lehrbuch geschrieben zu haben.

E 5 Leonhard Euler:

Introductio in analysin infinitorum. Lausanne 1748.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 825

In Eulers „Introductio in analysin infinitorum“ (1748) findet man die erste vollständige analytische Behandlung der Algebra, der Theorie der Gleichung, der Trigonometrie und der analytischen Geometrie. Außerdem behandelte er die Reihenentwicklung von Funktionen und formulierte den Satz, daß nur konvergente endliche Reihen richtig berechnet werden können. Die Eintragung: „C. F. Gauß. 1798“ zeigt den Zeitpunkt der Erwerbung durch Gauß.

E 6 Leonhard Euler:

Methodus inveniendi lineas curvas. Lausanne und Genf 1744.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek Nr. 826

Sowohl die Skizze dieses Eulerporträts als auch die Unterschrift „C. F. Gauß 1798“ stammen wahrscheinlich von Gauß. Die Skizze wurde nach dem Stich von S. G. Küttner angefertigt, der das aus dem Jahre 1778 stammende Ölportrait von Joseph-Frédéric-Auguste Darbes reproduziert. Das Original dieses „Portrait du mathématicien Léonard Euler“ befindet sich in Genf im Musée d'Art et d'Histoire de la Ville de Genève.

E 7 Leonhard Euler:

Theorie der Planeten und Cometen, übersetzt von Johann Freyherrn von Pacassi. Wien 1781.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 828

Dieses ist die deutsche Übersetzung von Eulers 1744 in lateinischer Sprache erschienenem Werk „Theoria motuum planetarum et cometarum“. Ein wesentlicher Teil des Buchs beschäftigt sich mit Berechnungen und Untersuchungen zum Halley'schen Kometen, der Ende 1680 und Anfang 1681 zu sehen war. Dieser berühmteste aller Kometen ist alle 75 bis 77 Jahre von der Erde aus zu sehen. Gauß fügt Eulers Berechnungen hier seine eigenen hinzu.

E 8 Anonym [Leonhard Euler]:

«Démonstration De la somme de cette Suite $1 + 1/4 + 1/9 + 1/16 + 1/25 + 1/36 + \&c.$ » Journal littéraire d'Allemagne de Suisse et du Nord. Bd. 2, 1. Teil. S. 115–127. La Haye 1743.

SUB Göttingen: 8 Eph. lit. 172/13

Paul Heinrich Fuß (1797–1855), ständiger Sekretär der Petersburger Akademie der Wissenschaften, plante eine Gesamtausgabe der Euler'schen Werke und nahm dazu auch Gauß' Hilfe in Anspruch. Aus der Göttinger Bibliothek besorgte ihm Gauß diesen anonym erschienenen Aufsatz Eulers, den er 1844 in Abschrift nach St. Petersburg sandte. Der Dankesbrief Fuß' ist in der Gauß-Korrespondenz erhalten geblieben.

E 9 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Paul Heinrich Fuß, Göttingen, 11. September 1849. 2 S. 4°

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: P. H. Fuß, Nr. 4

Gauß lobt in einem Brief an Fuß dessen Verdienste um die Edition der Euler'schen Schriften: „... Die besondere Herausgabe der kleinern Eulerschen Abhandlungen ist gewiß etwas höchst verdienstliches, da sie doch im Original nur an wenigen Orten zugänglich sind, und das Studium aller Eulerschen Arbeiten doch stets die beste durch nichts anderes zu ersetzende Schule für die verschiedenen mathematischen Gebiete bleiben wird ...“

E 10 Leonhard Euler:

Commentationes arithmeticae collectae, 2 Bde. St. Petersburg 1849.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 791

Die beiden Bände enthalten 94 gezählte Abhandlungen Eulers sowie fünf „Addimenta“ („Zusätze“). Als Dank für seine Hilfeleistung bei der Beschaffung eines anonym erschienenen Aufsatzes von Euler schenkte Paul Heinrich Fuß dem berühmten Göttinger Mathematiker die beiden Bände.

Von Gauß über Riemann zu Einstein – die mathematischen Grundlagen der Allgemeinen Relativitätstheorie

Katharina Habermann

Im Mai 1820 erhielt Carl Friedrich Gauß mit einer Kabinettsorder König Georgs IV. den Auftrag, eine Landesvermessung im Königreich Hannover durchzuführen. Die Beobachtungen, die er in den darauf folgenden Jahren bei den Vermessungsarbeiten machte, bestätigten, dass die Geometrie, die wir auf ebenem Papier betreiben und aus der Schule kennen, in der Landschaft nicht gültig sein konnte. Zeichnen wir auf einem Globus ein Dreieck und bestimmen in diesem Dreieck die Innenwinkelsumme, so können auch wir uns schnell davon überzeugen. Die Innenwinkelsumme wird nämlich größer sein als die Innenwinkelsumme eines Dreiecks in der flachen Ebene, wo sie bekanntlich immer 180° beträgt. Beginnen wir zum Beispiel mit einem Dreieck am Nordpol, zeichnen entlang eines Längengrades nach Süden bis zum Äquator, zeichnen dann entlang des Äquators ein Viertel um den Globus herum und beenden das Dreieck entlang eines weiteren Längengrades in Richtung Norden, bis wir wieder am Nordpol ankommen, so werden von den Seiten des Dreiecks drei rechte Winkel eingeschlossen, und die Innenwinkelsumme beträgt folglich 270° .

In Folge der Erkenntnis, dass auf der Erdoberfläche die flache Geometrie nicht angewandt werden kann, entwickelte Gauß eine Theorie der gekrümmten Flächen in dem uns umgebenden dreidimensionalen Raum. Wir kennen viele solcher Flächen aus unserem alltäglichen Leben. Mathematisch besonders schöne Exemplare sind Seifenblasen, die man mit Hilfe phantasievoll gebogener Drahtschlingen zaubern kann. Aber auch die Oberflächen eines Balls (mathematisch „Kugeloberfläche“ oder „Sphäre“), eines Donuts (mathematisch „Torus“) oder einer Brezel stellen interessante Flächen dar.

Gauß' Flächentheorie, in die er seine Erfahrungen bei der Landesvermessung einbrachte, wurde im Jahre 1828 unter dem Titel „Disquisitiones generales circa superficies curvas¹“ in lateinischer Sprache veröffentlicht. Zentraler Begriff in diesen Untersuchungen ist der Begriff der Krümmung einer Fläche, die heute von den Mathematikern „Gauß'sche Krümmung“ genannt wird. Diese Krümmung wird dadurch ausgedrückt, dass man jeden einzelnen Punkt auf der Fläche mit einer Zahl versieht, die besagt, wie groß oder klein die Krümmung der Fläche in diesem Punkt ist. Interessant daran ist, dass diese Krümmung nicht nur sowohl positiv als auch negativ sein,

1 Übersetzt: „Allgemeine Untersuchungen über gekrümmte Flächen“.

sondern dass sie sich auch von einem zum anderen Punkt auf ein und derselben Fläche ändern kann.

Eine Fläche, die überall dieselbe positive Gauß'sche Krümmung besitzt, ist die Oberfläche einer Kugel. Auf der Oberfläche eines Ostereis haben wir in jedem Punkt auch positive Gauß'sche Krümmung, doch ist sie nicht überall gleich groß. Das bekannteste Beispiel einer Fläche konstanter negativer Gauß'scher Krümmung ist die sogenannte Pseudosphäre.

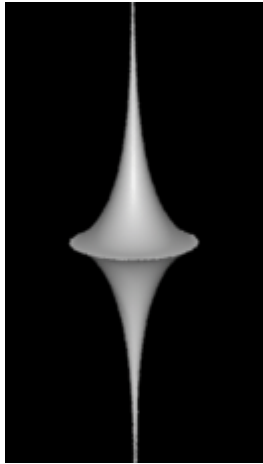


Abb. 25: Pseudosphäre

Weiterhin sind der Schalltrichter einer Trompete oder Fischreusen typische Beispiele für Flächen negativer Gauß'scher Krümmung. Auch manche Kartoffelchips haben die Form einer negativ gekrümmten Fläche. Diese wird anschaulich zutreffend auch „Sattelfläche“ genannt, da sie etwa die Form eines Pferdesattels hat. Schließlich gibt es auf einem Torus sowohl Punkte mit negativer, mit verschwindender als auch mit positiver Gauß'scher Krümmung. Der Wert der Krümmung kann sich also nicht nur von Punkt zu Punkt ändern, sondern auch ihr Vorzeichen kann zwischen verschiedenen Gebieten auf ein und derselben Fläche wechseln.

Präzise Messungen auf einer Fläche können sehr aufwendig sein. Da sich die Krümmung von Punkt zu Punkt ändern kann, darf man immer nur „lokale“ Messungen vornehmen. Das heißt, dass man immer nur in einer kleinen Umgebung des Punktes arbeiten darf, in dem man die Krümmung bestimmen möchte. Einfacher zu handhaben sind dabei offenbar die Flächen, die überall gleichmäßig gekrümmt sind. Der Zusammenhang zwischen der Innenwinkelsumme von Dreiecken auf einer Fläche und der Krümmung der Fläche besteht darin, dass die Innenwinkelsumme eines Dreiecks genau dann kleiner als, gleich bzw. größer als 180° ist, wenn die Fläche negativ gekrümmt, flach bzw. positiv gekrümmt ist. Gauß interessierte besonders die Frage,

ob sich die Krümmung einer Fläche allein durch Messungen auf dieser Fläche – wie etwa bei den Messungen auf der Erdoberfläche – feststellen lässt, und zwar ohne den dreidimensionalen Raum, der sich um die Fläche herum befindet, benutzen zu müssen. Dass dies tatsächlich möglich ist, bewies Gauß in einem mathematischen Satz, den er „*theorema egregium*“ („vortreffliches Theorem“) nannte. Dieser Satz besagt, dass die Krümmung einer Fläche eine ihr innewohnende Eigenschaft ist und nicht davon abhängt, wie diese Fläche im Raum eingebettet ist.

Mit seiner Methode der Landesvermessung hat Gauß aber sehr wohl den umliegenden Raum benutzt. Er hat mit den reflektierten Sonnenstrahlen zwischen seinen Messpunkten entlang der Luftlinie flache Dreiecke im Raum aufgespannt und in diesen Dreiecken (unter Berücksichtigung der damaligen Messgenauigkeit) tatsächlich eine Innenwinkelsumme von 180° gemessen. Er war sich dessen bewusst, dass die ebenen Dreiecke aus Lichtstrahlen und die sphärischen Dreiecke, die seine Messpunkte entlang der Erdoberfläche aufspannen, geometrisch unterschiedliche Objekte sind. So gab er die Entfernungen zwischen dem Hohen Hagen, dem Brocken und dem Inselsberg nicht entlang der Luftlinie, sondern entlang Großkreisen in Höhe Normal Null auf der Erdkugel an². Zur Landesvermessung benötigte Gauß natürlich die Abmessungen der sphärischen Dreiecke, während er seine Messungen mit Hilfe der ebenen Dreiecke durchgeführt hat. Mittels aufwendiger Berechnungen konnte er jedoch aus den Messdaten der ebenen Dreiecke die Größen für die sphärischen Dreiecke ableiten. Die aufgespannten flachen Dreiecke im Raum lassen sich auch nutzen, um die Krümmung der Erdoberfläche zu erkennen. Spannt man nämlich um einen Punkt herum Dreiecke auf, die alle diesen einen Punkt als Eckpunkt besitzen und sich in diesem Punkt sowie jeweils an benachbarten Seiten berühren, so ist die Summe der Winkel in dem einen Punkt im Flachen 360° , jedoch auf einer Kugeloberfläche kleiner als 360° .

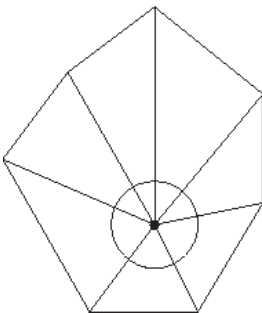
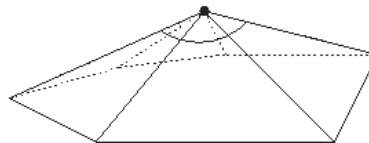


Abb. 26: Dreiecksnetze um einen Punkt.
Links ist die Winkelsumme 360° ,
rechts ist sie kleiner.



2 Vgl. Richter, Peter H.: Positive und negative Krümmungen im Gaußschen Dreieck, in: Mitteilungen. Gauss-Gesellschaft 37 (2000), S. 25.

Auch ohne das Messen von Innenwinkelsummen in Dreiecken lässt sich sehr anschaulich feststellen, ob eine Fläche gekrümmt ist und wo die Krümmung positiv bzw. negativ ist. So kann man zum Beispiel einen Zylinder aufschneiden und ihn flach auf ein Blatt Papier legen. Seine Gauß'sche Krümmung ist Null. Betrachten wir jedoch die Kugeloberfläche, deren Gauß'sche Krümmung positiv und an jedem Punkt dieselbe ist, schneiden entlang eines Kreises eine Kappe heraus und versuchen, diese flach auszubreiten, so wird sie einreißen. Anders verhält es sich dagegen mit einer Fläche negativer Krümmung. Schneiden wir beispielsweise ein Stück aus einer Sattelfläche heraus und breiten sie in der Ebene aus, so schlägt sie Falten.

Der Übergang, den Gauß von der flachen zur gekrümmten Geometrie bei Flächen vollzogen hat, stellte später für Albert Einstein bei der Verallgemeinerung seiner Speziellen Relativitätstheorie zur Allgemeinen Relativitätstheorie die entscheidende Herausforderung dar. Doch zuvor musste die Gauß'sche Flächentheorie auf mehrere Dimensionen verallgemeinert werden. Denn so wie die Oberfläche einer Landschaft etwas Zweidimensionales ist, bezieht sich die Flächentheorie von Gauß „nur“ auf zweidimensionale geometrische Objekte. Gauß dachte offenbar daran, andere Geometrien als die flache für den Raum in Erwägung zu ziehen. So schrieb er 1824 in einem Brief an den Mathematiker und Privatgelehrten Franz Adolf Taurinus (1794–1874) in Köln *„Die Annahme, dass die Summe der 3 Winkel kleiner sei als 180°, führt auf eine eigne von der unsrigen (Euclidischen) ganz verschiedene Geometrie, die in sich selbst durchaus consequent ist, und die ich für mich selbst ganz befriedigend ausgebildet habe, so dass ich jede Aufgabe in derselben auflösen kann ... Die Sätze jener Geometrie scheinen zum Theil paradox, und dem Ungeübten ungereimt; bei genauerer ruhiger Überlegung findet man aber, dass sie an sich durchaus nichts unmögliches enthalten. ... Alle meine Bemühungen einen Widerspruch, eine Inconsequenz in dieser Nicht-Euclidischen Geometrie zu finden sind fruchtlos gewesen.“*³

Gauß hat jedoch keine entsprechenden Untersuchungen veröffentlicht. Seine Vermutung, dass der uns umgebende Raum nicht-flach sein könnte, äußerte er bereits in einem Brief aus dem Jahre 1817. Er schrieb sinngemäß, dass vielleicht in einer anderen Welt andere Einsichten in die Natur des Raumes gewonnen würden, die gegenwärtig verschlossen seien, und dass man die Geometrie (gemeint ist die des Raumes) nicht mit der Arithmetik auf eine Stufe stellen dürfe, sondern sie als mit der Mechanik, die eine Erfahrungswissenschaft sei, gleichrangig ansehen müsse⁴. Es wird gelegentlich darüber spekuliert, dass Gauß bei seinen Messungen im Dreieck Hoher

3 Brief von Gauß an Taurinus vom 8. 11. 1824, SUB Göttingen, Cod. Ms. Gauß Briefe B: Taurinus.

4 Vgl. „Carl Friedrich Gauß 1777–1855: Ausstellung zum 200. Geburtstag“, Göttingen 1977, S. 79.

Hagen, Brocken und Inselsberg möglicherweise in Betracht gezogen haben könnte, die Raumkrümmung festzustellen, falls er eine von 180° abweichende Innenwinkelsumme gemessen hätte.⁵ Im Rahmen seiner Messgenauigkeit hätte er solch eine Abweichung jedoch überhaupt nicht finden können. Die Krümmung des Raumes nahe der Erdoberfläche ist derart gering, dass es selbst mit heutigen Messmethoden kaum möglich sein dürfte, diesen Effekt nachzuweisen. Im Weltall jedoch gehört die Beobachtung von sogenannten „Gravitationslinsen“ heute zum Alltag der Astronomen.

Die Verallgemeinerung der Flächentheorie auf mehr als zwei Dimensionen erfolgte im Jahre 1854, kurz vor Gauß' Tod, durch Bernhard Riemann (1826–1866). Riemann war fast fünfzig Jahre jünger als Gauß, begann 1846 in Göttingen zunächst Theologie und Philosophie zu studieren, wandte sich aber bald der Mathematik zu. Von 1847 bis 1849 setzte er sein Studium in Berlin fort, kehrte dann nach Göttingen zurück und arbeitete bis 1851 an seiner Dissertation. Einer der Gutachter dieser Arbeit war Gauß. Das Thema wurde jedoch nicht von Gauß gestellt, es geht wahrscheinlich auf Riemanns Berliner Zeit zurück. Nach seiner Promotion erhielt Riemann eine Anstellung an der Göttinger Universität und konnte an seiner Habilitation arbeiten. Die 1853 vorgelegte Habilitationsschrift hatte auch keinen unmittelbaren Bezug zu Gauß' mathematischen Arbeitsgebieten. Vielmehr spielten hier wieder die wissenschaftlichen Kontakte nach Berlin eine wichtige Rolle. Zu Riemanns Habilitationsgesuch schrieb Gauss: *„Die vorgelegte Abhandlung enthält so viele Beweise von feinen Kenntnissen, guter Beurtheilung und selbstthätiger Geschicklichkeit, dass sie für ihren Zweck vollkommen ausreicht. Unter den Vorschlägen für die Probevorlesung würde ich Nro. 3 vorziehen.“*⁶

Wie auch heute üblich, musste Riemann zum Abschluss seiner Habilitation eine Antrittsvorlesung halten und dafür drei Themen vorschlagen. Aus diesen drei Vorschlägen wählte Gauß das dritte, geometrische Thema aus: *„Über die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen“*. Rudolf Dedekind schrieb später dazu *„Gauss hatte ... von den drei vorgeschlagenen Thematn nicht das erste, sondern das dritte gewählt, weil er begierig war zu hören, wie ein so schwieriger Gegenstand von einem so jungen Manne behandelt werden würde; nun setzte ihn die Vorlesung, welche alle seine Erwartungen übertraf, in das grösste Erstaunen, und auf dem Rückwege von der Facultäts-Sitzung sprach er sich gegen Wilhelm Weber mit höchster Anerkennung und mit einer bei ihm seltenen Erregung über die Tiefe der von Riemann vorgebrachten Gedanken aus.“*⁷

5 Vgl. dazu Richter, Peter H.: Positive und negative Krümmungen im Gaußschen Dreieck, in: Mitteilungen. Gauss-Gesellschaft 37 (2000), S. 18.

6 Zitiert nach Laugwitz, Detlef: Bernhard Riemann – ein Schüler von Gauß?, in: Mitteilungen. Gauss-Gesellschaft 36 (1999), S. 34.

7 Ebenda.

Riemann nahm in seinem Vortrag ausdrücklich Gauß' Überlegungen zur Flächentheorie auf und verallgemeinerte sie auf geometrische Objekte mit mehreren Dimensionen. Mathematiker nennen diese Objekte heute „Riemann'sche Mannigfaltigkeiten“. Im Unterschied zur Gauß'schen Krümmung wird die Riemann'sche Krümmung eines höherdimensionalen geometrischen Gebildes nicht mehr durch nur **eine** Zahl in jedem Punkt beschrieben, sondern durch **mehrere** Krümmungsgrößen. Diese Krümmungsgrößen werden in einer Art Tabelle zusammengefasst, die Krümmungstensor genannt wird. Der erste Teil des Vortrags Riemanns begründete wichtige und weitreichende Entwicklungen in der Mathematik und stellt den Ursprung der später nach ihm benannten Riemann'schen Geometrie dar. Damit legte Riemann nicht nur den Grundstein für viele Untersuchungen in der modernen Geometrie, sondern auch für die Allgemeine Relativitätstheorie Einsteins. Außerdem diskutierte er in seinem Vortrag Anwendungen auf den Raum und stellte fest, „*dass eine mehrfach ausgedehnte Größe verschiedener Maßverhältnisse fähig ist, und der Raum also nur einen besonderen Fall einer dreifach ausgedehnten Größe bildet.*“⁸ Auch Riemann bemerkte, wie vor ihm schon Gauß, dass die Flächentheorie und seine Riemann'schen Mannigfaltigkeiten auch die Geometrie unserer Welt, also die Physik, berührten. Er schloss seinen Habilitationsvortrag mit den Worten: „*Die Entscheidung dieser Fragen kann nur gefunden werden, indem man von der bisherigen durch die Erfahrung bewährten Auffassung der Erscheinungen, wozu Newton den Grund gelegt, ausgeht und diese durch Tatsachen, die sich aus ihr nicht erklären lassen, getrieben allmählich umarbeitet; solche Untersuchungen, welche, wie die hier geführte, von allgemeinen Begriffen ausgehen, können nur dazu dienen, dass diese Arbeit nicht durch die Beschränktheit der Begriffe gehindert und der Fortschritt im Erkennen des Zusammenhangs der Dinge nicht durch überlieferte Vorurteile gehemmt wird. Es führt dies hinüber in das Gebiet einer anderen Wissenschaft, in das Gebiet der Physik, welches wohl die Natur der heutigen Veranlassung nicht zu betreten erlaubt.*“⁹

Von diesen „*Tatsachen, die sich ... nicht erklären lassen, getrieben*“, suchte Einstein knapp fünfzig Jahre später eine Theorie zu entwickeln, die den physikalischen Beobachtungsergebnissen seiner Zeit Rechnung tragen sollte. In der ersten Hälfte des Jahres 1905 arbeitete er in Zürich an seiner Arbeit „Zur Elektrodynamik bewegter Körper“, die in den „*Annalen der Physik*“ publiziert wurde und als Spezielle Relativitätstheorie in die Geschichte eingehen sollte. Zur gleichen Zeit, im Sommersemester 1905, veranstalteten David Hilbert und Hermann Minkowski in Göttingen ein Seminar über Elektrodynamik. Die mathematische Struktur der Elektrodynamik hätte eine Entdeckung der Speziellen Relativitätstheorie durchaus nahegelegt. Auch andere Wis-

8 Riemann, Bernhard: Über die Hypothesen, welche der Geometrie zu Grunde liegen. Darmstadt 1959, S. 7f.

9 Ebenda.

senschaftler forschten auf diesem Gebiet, so zum Beispiel der französische Mathematiker Henri Poincaré und der holländische Theoretiker Hendrik Antoon Lorentz, die wesentliche Vorarbeiten zur Speziellen Relativitätstheorie geleistet hatten und von denen vermutet wird, dass sie 1905 kurz vor dem Durchbruch zu dieser Theorie standen.

Erst als das Göttinger Seminar über Elektrodynamik zwei Jahre später erneut abgehalten wurde, entwickelte Minkowski die vierdimensionale mathematische Formulierung der Speziellen Relativitätstheorie. Dabei konnte er sich aber bereits auf das neue physikalische Verständnis der Begriffe von Raum und Zeit stützen. Physikalisch musste man nämlich die Vorstellungen von Raum und Zeit damals grundlegenden Revisionen unterwerfen. Die herausragende Leistung Minkowskis jedoch ist es, Raum und Zeit als eine beide Begriffe umfassende Einheit zu betrachten. Mathematisch handelt es sich dabei um das vierdimensionale Raum-Zeit-Kontinuum, bestehend aus dem dreidimensionalen Raum unserer Anschauung und der Zeit als vierter Dimension. Wenn man in diesem vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum eine ganz bestimmte „Vorschrift“ formuliert, welche die Geometrie dieses Raumes beschreibt, kann man die Effekte der Speziellen Relativitätstheorie einfach rechnerisch ableiten. Diese Vorschrift wird von Mathematikern und Physikern „Metrik“ oder „metrischer Tensor“ genannt und drückt aus, wie man Abstände in diesem vierdimensionalen geometrischen Objekt zu messen hat. In der Mathematik ist dieses Raum-Zeit-Kontinuum zusammen mit seiner die Geometrie bestimmenden Metrik heutzutage als Minkowski-Raum bekannt.

Im Weiteren soll erläutert werden, worin der Übergang zur Allgemeinen Relativitätstheorie besteht und warum es Einstein Mühen und jahrelange Anstrengungen kostete, diese zu entwickeln. Sparen wir in dem vierdimensionalen Raum-Zeit-Kontinuum zwei von drei Raumkoordinaten aus, so können wir uns das vierdimensionale Modell einfach auf einem Blatt Papier veranschaulichen. In einem Koordinatensystem, dem sogenannten Raum-Zeit-Diagramm, tragen wir hier in waagerechter Richtung den Raum und in senkrechter Richtung die Zeit auf. Ein physikalisches Ereignis wird dadurch charakterisiert, dass es zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort geschieht. Deshalb kann man es durch seine Raum- und Zeitkoordinaten beschreiben und in dem Koordinatensystem auf unserem Blatt Papier als Punkt einzeichnen. Ein physikalisches Objekt, welches sich in dieser Geometrie bewegt, kann von seinem Startpunkt nur zu Punkten gelangen, die innerhalb eines gewissen Bereiches, des sogenannten Zukunftslichtkegels, liegen. So ist gerade die genannte Vorschrift, die Metrik dieser Geometrie, formuliert. Physikalisch bedeutet das, dass sich dieses Objekt nicht schneller als mit Lichtgeschwindigkeit bewegen kann.

Auf einem Blatt Papier, welches flach vor uns auf dem Tisch liegt, können wir auf diese Weise physikalische Überlegungen anstellen. Es klingt daher einleuchtend, wenn wir sagen, dass das vierdimensionale Raum-Zeit-Kontinuum ein „flaches“ Raum-

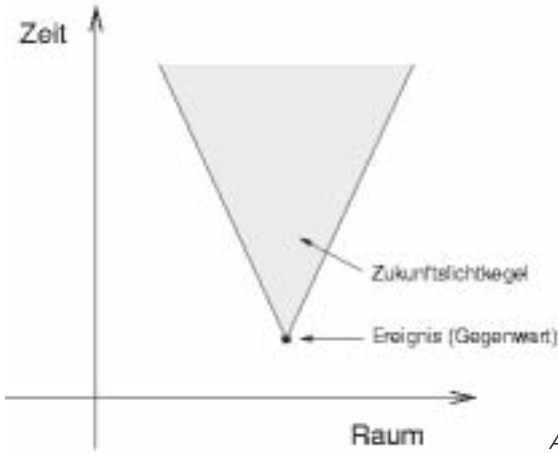


Abb. 27: Raum-Zeit-Diagramm

Zeit-Modell ist. Der Schritt zur Allgemeinen Relativitätstheorie besteht nun vereinfacht darin, dass wir die Relativitätstheorie nicht mehr nur auf einem flachen Blatt Papier betreiben, sondern zu krummen Raum-Zeit-Modellen übergehen. So verfuhr auch Gauß, als er seine Flächentheorie nicht nur für flache Papierstücke, sondern für allerlei gekrümmte Flächen schuf. Einstein stellte bei seiner Entwicklung der Allgemeinen Relativitätstheorie fest, dass seine „flachen mathematischen Werkzeuge“ nicht ausreichten, um die zutreffenden Gleichungen zu formulieren. Er erkannte, dass er seine mathematischen Kenntnisse und Fertigkeiten erweitern musste. Als Physiker nutzte er natürlich die Mathematik, doch die Sprache der Riemann'schen Geometrie erforderte ein tieferes Eindringen in die Materie. Nachdem Einstein die auf Minkowskis Überlegungen basierende Darstellung der Speziellen Relativitätstheorie studiert hatte, wuchs in ihm die Überzeugung, dass seine angestrebte Theorie komplexer zu sein habe. Klar war ihm auch, dass die Geometrie als die geeignete mathematische Sprache nicht aufgegeben werden durfte. In einer Vorlesung 1922 in Kyoto erinnerte er sich später daran und erklärte: *„Die Darstellung der physikalischen Gesetze ohne Bezug zur Geometrie entspricht der Darstellung unserer Gedanken ohne Worte. Wir benötigen Worte, wenn wir unsere Gedanken ausdrücken wollen. Wonach sollten wir aber suchen, um unser Problem darzustellen? Diese Frage war für mich bis 1912 ungelöst, als ich auf die Idee stieß, dass die Gaußsche Flächentheorie der Schlüssel zu diesem Geheimnis sein könnte. Ich erkannte, dass die Gaußschen Flächenkoordinaten eine große Bedeutung für das Verständnis dieses Problems haben. Ich fand, dass die Grundlagen der Geometrie für dieses Problem eine tiefe physikalische Bedeutung haben.“*¹⁰

10 Zitiert nach Fölsing, Albrecht: Albert Einstein Biographie. Frankfurt/M. 1999, S. 354.

Einstein bemühte sich, diese Gauß'schen Flächenkoordinaten in die Vierdimensionalität zu übertragen. Er wusste zu diesem Zeitpunkt offenbar noch nicht, dass Riemann die Grundlagen der Theorie in allgemeinerer Weise untersucht hatte. Ausgehend von der Erkenntnis, dass die Metrik des Minkowski'schen Raum-Zeit-Kontinuums durch einen komplizierteren metrischen Tensor ersetzt werden musste, konzentrierte er sich zunehmend auf diesen Tensor. Er formulierte Anforderungen an ihn und suchte, die physikalischen Gesetze mit seiner Hilfe zu formulieren, was aber größte Schwierigkeiten bereitete. Schließlich konnte sich Einstein nach seinem Umzug von Prag zurück nach Zürich an seinen alten Studienfreund und Mathematiker Marcel Grossmann wenden und ihn um Rat fragen. Dieser machte ihn darauf aufmerksam, dass die gesuchte geometrische Sprache von Riemann formuliert worden, aber sehr schwierig sei. Das schreckte Einstein jedoch nicht ab. Gemeinsam mit Grossmann begann er, sich die notwendigen mathematischen Techniken anzueignen. Auch Grossmann betrat mit der Zuwendung zur Riemann'schen Geometrie ein für ihn neues Forschungsgebiet. Dass er sich auf dieses wissenschaftliche Wagnis einließ, lag sicher auch darin begründet, dass einer der wichtigsten nach Riemann geleisteten Beiträge zu dieser Theorie im Jahre 1869 von Elwin Bruno Christoffel stammte, einem Professor des Eidgenössischen Polytechnikums in Zürich, an dem Einstein und Grossmann studiert hatten. Darauf aufbauend hatten Gregorio Ricci-Curbastro und sein Schüler Tullio Levi-Civita einen Kalkül formuliert, der in gewissem Sinne die rechnerischen Hilfsmittel für die Riemann'sche Geometrie lieferte. Schließlich gelang Einstein nach Monaten intensivster Arbeit 1912 der große Durchbruch. In einem Brief an den Göttinger Physiker Arnold Sommerfeld schrieb er daraufhin: *„Ich beschäftige mich jetzt ausschließlich mit dem Gravitationsproblem und glaube nun mit Hilfe eines hiesigen befreundeten Mathematikers aller Schwierigkeiten Herr zu werden. Aber das eine ist sicher, dass ich mich im Leben noch nicht annähernd so geplagt habe, und dass ich große Hochachtung für die Mathematik eingeflößt bekommen habe, die ich bis jetzt in ihren subtileren Teilen für puren Luxus ansah! Gegen dies Problem ist die ursprüngliche Relativitätstheorie eine Kinderei.“*¹¹

Einstein ersetzte in seiner Formulierung der Allgemeinen Relativitätstheorie die Newton'sche Gravitationskraft durch die Krümmung einer gekrümmten vierdimensionalen Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit. Diese Krümmung wird durch das Vorhandensein von Materie hervorgerufen. Dabei ist wichtig, dass die vierdimensionale Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit gekrümmt ist und nicht nur der Raum allein. Es bedarf jedoch einer außergewöhnlich großen Masse beziehungsweise einer sehr hohen Massekonzentration auf kleinstem Raum, um die Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit in spürbarer Weise zu krümmen. Die Raumkrümmung können wir bei der Lichtablenkung an gro-

11 Ebenda.

Ben Massen beobachten. So diente auch der Nachweis der Ablenkung von Lichtstrahlen an der Sonne und die daraus resultierende scheinbar veränderte Lage der Sterne während der totalen Sonnenfinsternis vom 29. Mai 1919 der Bestätigung der Theorie Einsteins. Dagegen ist die durch die Masse der Erde hervorgerufene Krümmung der Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit an der Oberfläche der Erde so gering, dass man in der Nähe der Erde zur Beschreibung der meisten physikalischen Experimente die flache Euklidische Geometrie benutzen kann, wenn die Geschwindigkeiten gering genug sind. Die zeitliche Krümmung spüren wir dagegen immer stärker, je größer unsere Geschwindigkeit wird. Dabei muss man sich aber der Lichtgeschwindigkeit annähern, damit diese Effekte wirklich nachweisbar werden.

Die Einstein'schen Gleichungen verknüpfen die Materie einerseits und die Geometrie des Raumes andererseits. Sie drücken aus, wie die Materie der Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit vorschreibt, wie sie sich zu krümmen hat und wie umgekehrt die Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit der Materie vorschreibt, wie sie sich zu bewegen hat. Will man die Einstein'schen Gleichungen lösen, so ergibt sich eine zusätzliche mathematische Herausforderung aus dem Umstand, dass man nicht nur einen metrischen Tensor finden muss, der die Gleichungen erfüllt, sondern gleichzeitig die Raum-Zeit-Mannigfaltigkeit bestimmen muss, die gewissermaßen die Grundlage beziehungsweise den Rahmen für die betreffende Lösung bildet. Die Formel, mit der Einstein in seinem Modell die Wechselwirkungen zwischen Geometrie und Materie ausdrückt, ist von so beeindruckender Tragweite, dass selbst Einstein nicht sämtliche Konsequenzen erkannte. Aus seinen Gleichungen konnte man nicht nur die Gravitationsprozesse im Universum ableiten, sondern auch die Existenz und die Eigenschaften sogenannter Schwarzer Löcher vorhersagen und sogar die Expansion des Universums nach dem Urknall beschreiben.

Bei Einstein fanden die von Gauß begonnenen und von Riemann weitergeführten geometrischen Überlegungen ihren beispiellosen Einzug in die moderne Physik, und es bestätigte sich einmal mehr die Vermutung, dass, wer die Sprache der Geometrie beherrscht, auch den Schlüssel für das Verständnis der physikalischen Welt in Händen hält.

Exponate F

F 1 Carl Friedrich Gauß:

Disquisitiones generales circa superficies curvas.

In: Commentationes Societatis Regiae Scientiarum Gottingensis Recentiores 6, 1823–27, class. math., S. 99–146.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 797

Mit dieser Arbeit gab Gauß den Anstoß für Untersuchungen von Eigenschaften von Flächen, die nicht von der Gestalt der Fläche im Raum, sondern von ihren inneren Eigenschaften abhängen. In dieser Schrift formulierte er das „*theorema egregium*“ (das „vortreffliche Theorem“), einen Satz, der besagt, dass die Krümmung einer Fläche eine ihr innewohnende Eigenschaft ist und nicht von ihrer Einbettung im Raum abhängt.

F 2 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Franz Adolf Taurinus. Göttingen, 8. November 1824.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Taurinus, Nr. 1

Mit diesem Brief antwortet Gauß auf Taurinus' Beweis der Tatsache, dass die Innenwinkelsumme in einem ebenen Dreieck stets 180° beträgt. Gauß führt dazu aus, dass er selbst sich ausführlich mit dieser Thematik befasst habe und dass sich aus der Annahme einer Innenwinkelsumme, die kleiner als 180° sei, widerspruchsfrei eine Nicht-Euklidische Geometrie entwickeln lasse. Um Vertraulichkeit bittend, schließt er den Brief mit den Worten: „Vielleicht werde ich, wenn ich einmal mehr Muße gewinne, als in meinen gegenwärtigen Verhältnissen, selbst in Zukunft meine Untersuchungen bekannt machen.“

F 3 Hyperbolisches Paraboloid mit ebenem Schnitt.

Gips, 15 x 15 x 12,5 cm

Universität Göttingen, Mathematisches Institut: Modellsammlung, Nr. 7

Das hyperbolische Paraboloid ist eine Sattelfläche. Jeder Schnitt mit einer Ebene liefert einen Kegelschnitt. Bei senkrechten Schnitten erhält man Parabeln, während bei waagerechten Schnitten Hyperbeln entstehen.

F 4 Pseudosphäre (Drehfläche der Schleppkurve).

Gips, 17,5 x 17,5 x 24 cm

Universität Göttingen, Mathematisches Institut: Modellsammlung, Nr. 188

Die Pseudosphäre ist das bekannteste Beispiel einer Fläche konstanter negativer Gauß'scher Krümmung. Sie entsteht durch die Drehung einer Schleppkurve um ihre Asymptote.

F 5 Katenoid.

Gips, 15,5 x 15,5 x 10 cm

Universität Göttingen, Mathematisches Institut: Modellsammlung, Nr. 198

Das Katenoid ist eine durch eine Kettenlinie erzeugte Rotationsfläche. Die Kettenlinie ist die Kurve, die eine schwere, homogene Kette unter der Wirkung der Schwerkraft bildet, wenn sie an beiden Enden in gleicher Höhe aufgehängt wird. Das Katenoid besitzt negative Gauß'sche Krümmung.

F 6 Blech konstanter negativer Krümmung.

Messing, 8 x 11 x 4 cm

Universität Göttingen, Mathematisches Institut: Modellsammlung, Nr. 415

Diese Fläche ist ein Beispiel einer Sattelfläche und besitzt negative Gauß'sche Krümmung.

ASTRONOMIE UND LANDESVERMESSUNG

Carl Friedrich Gauß und sein Wirken als Astronom

Axel Wittmann

„Es ist also, wenn der Rang der Wissenschaften nach den Gegenständen, die sie behandeln, bestimmt wird, diejenige Wissenschaft bei weitem die Vornehmste, welche die einen Astronomie, die anderen Astrologie, viele von den Alten aber die Vollendung der Mathematik nennen. Sie selbst nämlich, die Königin der Wissenschaften, die des freien Mannes am meisten würdig ist, wird getragen von fast allen Zweigen der Mathematik. Die Arithmetik, Geometrie, Optik, Geodäsie, Mechanik und welche es sonst noch sein mögen, sie widmen sich sämtlich ihrem Dienste. Aber während es allen Wissenschaften eigen ist, von den Lastern abzuziehen und den Geist des Menschen zum Besseren hinzulenken, vermag die Astronomie dies in besonders hohem Grad zu tun, ganz abgesehen von dem ganz unglaublich hohen Genusse, den sie gewährt.“

Nikolaus Kopernikus, Manuskript zu „De Revolutionibus“ (um 1540)

Die Geschichte der Astronomie an der Universität Göttingen beginnt mit Johann Andreas von Segner (1704–1777), der von 1735 bis 1755 in Göttingen wirkte und von König Georg II. mit dem Bau der – heute nicht mehr existierenden – ersten Sternwarte beauftragt war. 1750 wurde Tobias Mayer (1723–1762), einer der bedeutendsten Astronomen des 18. Jahrhunderts, nach Göttingen berufen. Mayer trat am 26. März 1751 seine Stelle an, mit der auch die Leitung der Sternwarte verbunden war.

Dass der am 30. April 1777 in Braunschweig geborene Carl Friedrich Gauß nicht von Anfang an Astronom werden wollte, ist bekannt. Erst während seines Studiums in Göttingen kam Gauß, der zunächst Altphilologie studiert hatte, durch Vorlesungen von Abraham Gotthelf Kaestner (1719–1800) näher mit der Astronomie in Berührung und studierte dann ab 1796 ausschließlich Mathematik und Astronomie (im Wintersemester 1795/96 hatte die Universität Göttingen 658 Studenten, darunter 62 in der Philosophischen Fakultät). 1796 besuchte der Student Gauß die alte Sternwarte, die damals unter der Leitung von Karl Felix von Seyffer (1762–1822) stand; er konnte dabei noch nicht ahnen, dass er elf Jahre später Direktor ebendieser Sternwarte werden sollte. Gauß' Promotion zum Doktor der Philosophie erfolgte am 16. Juli 1799 mit einer bahnbrechenden mathematischen Arbeit, allerdings auf Wunsch des Welfenherzogs Carl Wilhelm Ferdinand (1735–1806), dessen Stipendium Gauß das Studium ermöglicht hatte, nicht in Göttingen, sondern an der Braunschweigischen Landesuniversität Helmstedt.

Die wohl erste astronomische Aufgabe, die Gauß löste und auch publizierte (nur das zählt bekanntlich nach heutigen Maßstäben), stellte sich, als Gauß' Mutter ihm berichtete, er sei 1777 am Mittwoch vor Rogate (d.h. 4 Wochen und 3 Tage nach dem Ostersonntag) geboren, an das Datum als solches erinnere sie sich nicht mehr. Dies veranlasste Gauß, sich mit der Berechnung des Osterfestes zu beschäftigen und resultierte in der „Gauß'schen Osterformel“, einem im August 1800 in der *Monatlichen Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde* veröffentlichten, 1816 noch leicht verbesserten und für alle Zeiten gültigen numerischen Algorithmus zur Berechnung des Datums des Ostersonntags: In Gauß' Geburtsjahr war Frühlingsbeginn am 20. März um 06:25 UT, der erste Frühlingsvollmond am 24. März um 02:58 Uhr UT, der Ostersonntag demzufolge am 30. März, und Gauß' Geburtstag somit der 30. April. Man beachte aber, dass das Osterdatum sich nach Näherungsformeln und nicht nach dem wirklichen Lauf des Mondes richtet! Herausgeber der *Monatlichen Correspondenz*, einer der damals einflussreichsten astronomischen Zeitschriften, war der herzogliche Astronom Franz Xaver von Zach (1754–1832) in Gotha, mit dem Gauß auf diese Weise in Kontakt kam. Im Januar 1802 korrespondierte Gauß erstmals mit seinem späteren Freund und Förderer Wilhelm Olbers (1758–1840) in Bremen¹. Dieser war praktizierender Arzt, daneben aber auch einer der bedeutendsten Astronomen der damaligen Zeit, er entdeckte mehrere Kleinplaneten und erarbeitete eine Methode zur Berechnung von Kometenbahnen. Olbers' aber wohl bedeutendste astronomische Entdeckung war die des Talents von Carl Friedrich Gauß, denn man hat es ganz wesentlich ihm zu verdanken, dass Gauß fünf Jahre später – statt einem Ruf nach St. Petersburg zu folgen – auf die Direktorenstelle der Göttinger Sternwarte berufen wurde.

1801 beschäftigte sich Gauß mit Berechnungen zur Bahnbewegung des Mondes, aber erst ein spektakuläres astronomisches Ereignis, von dem er im gleichen Jahr erfuhr, brachte seine endgültige Hinwendung zur Astronomie²: Seit langem, und insbesondere durch Veröffentlichungen von Johann Daniel Titius (1729–1796) 1766 und Johann Elert Bode (1747–1826) 1772, war den Astronomen eine Lücke in den recht regelmäßigen Abständen der Planeten bekannt, die zwischen den Umlaufbahnen des Mars und des Jupiter bei etwa 2,8 Erdbahnradien Abstand von der Sonne klappte: Dort befand sich offenbar ein noch unbekannter Planet, und viele Beobachter mühten sich eifrig, diesen zu entdecken: Bot sich doch hier eine Gelegenheit, auch ohne

1 Briefwechsel zwischen Olbers und Gauß, in: Schilling, C. (Hrsg.): Wilhelm Olbers, sein Leben und seine Werke, Bd. 2, Abth. 1.2., Berlin 1900/1909.

2 „Ich sollte nach Petersburg. Da wäre ich reiner Mathematiker geworden. Nun gab mir Zimmermann, Prof. am Carolinum in Braunschweig, im Momente seiner Abreise nach Weimar die Nummern von Zach's Monathlicher Correspondenz, worin die Entdeckung der Ceres von Piazzi berichtet wurde“, so Gauß.

besondere geistige Leistung zu Weltruhm zu gelangen! Die Fachastronomen hatten im Jahre 1800 in Lillienthal die *Vereinigte Astronomische Gesellschaft* gegründet, deren Zweck es war, durch Aufteilung der Ekliptik in 24 gleichgroße Suchbereiche eine planvolle Auffindung des fehlenden Planeten zu ermöglichen. Es war einem Mitglied der *Astronomischen Gesellschaft*, dem Theatinerpater und Astronomen Giuseppe Piazzi (1746–1826) in Palermo, vergönnt, den lange gesuchten Planeten als Sternchen 8. Größe zu entdecken, und zwar am frühen Abend des 1. Januar 1801 im Sternbild Stier, rechts unterhalb der Plejaden.

Piazzi hatte im Meridian beobachtet, was den Vorteil hat, dass auch das lichtschwächste Pünktchen nach Ablauf eines Sterntages wieder im Gesichtsfeld des Teleskopes erscheint. Der neue Planet war bedeutend lichtschwächer als erwartet und wurde daher anfangs für einen Kometen gehalten. Wie wir heute wissen, befinden sich in der Lücke zwischen Mars und Jupiter viele tausend sogenannter Kleinplaneten (Asteroiden) mit Durchmessern von Metergröße bis zu etwa 1000 km, von denen einige im Prinzip auch die Erde durch Kollisionen bedrohen können. Piazzi konnte die „Ceres Ferdinanda“, wie er sie nannte, nur bis zum 11. Februar beobachten. Dann wurde das Wetter schlechter, und zu allem Überfluss erkrankte Piazzi schwer. So ging die Ceres verloren und konnte nicht mehr aufgefunden werden (im Juli befand sie sich in Konjunktion mit der Sonne und war daher gänzlich unsichtbar). Piazzi geriet sogar in den Verdacht, ein Phantasieobjekt beobachtet zu haben. Aus dem Septemberheft der *Monatlichen Correspondenz* und aus Briefen von Zachs erfuhr Gauß die Piazzi'schen Beobachtungsdaten (auch Seyffer publizierte Piazzi's Daten in Göttingen, aber Gauß befand sich ja zu dieser Zeit in Braunschweig und erhielt zunächst alle Informationen über Ceres durch von Zach). Die Beobachtungen überspannten einen Bogen von nur etwa 9° am Himmel, aber dennoch gelang es Gauß durch Anwendung einer neuen Methode, aus den Beobachtungen Piazzi's eine elliptische Bahn im Raum derart zu bestimmen, dass sie die Beobachtungen von der sich bewegenden Erde aus mit kleinstmöglichen Fehlern darzustellen vermochte. Grundprinzip ist dabei, die sechs Bahnelemente, welche die Planetenbahn und den Lauf des Planeten in dieser beschreiben, aus drei Positionsbeobachtungen (zu je zwei Koordinaten und der Zeit) zu berechnen, indem zunächst eine genäherte Bahn gefunden wird, die sodann iterativ (und zwar im Sinne kleinster Fehlerquadrate) verbessert wird. Anfang November 1801 sandte Gauß seine Berechnungen an von Zach. Gauß' für Dezember 1801 vorhergesagte Position der Ceres am Himmel lag um 10° weiter östlich als die von anderen Astronomen berechnete. Dieses Ergebnis erwies sich als richtig, denn bereits am 7. Dezember 1801 fand von Zach – begünstigt durch eine nur ihm vorliegende, von Gauß für den Zeitraum 25. 11.–31. 12. berechnete Ephemeride – im Sternbild Jungfrau ein „verdächtiges“ Sternchen von etwa 8. Größe, bei dem es sich tatsächlich um die Ceres handelte: Am 1. 1. 1802 fand auch Olbers – nichts von Zachs früherer Beobachtung ahnend – die Ceres wieder. Zu der mit etwa 10.6° relativ großen

Bahnneigung der Ceres bemerkte Gauß im Übrigen, dass man diese eigentlich „gegen den Sonnenäquator“ und nicht gegen die Ekliptik betrachten müsse.

Durch diesen Triumph der rechnenden Astronomie wurde Gauß als Astronom schlagartig weltberühmt. In einem Brief an Gauß vom 26. 1. 1802 berichtete von Zach von Helligkeitsschwankungen der Ceres, kam aber nicht auf die Idee, dass es sich um dabei um den Rotationseffekt einer nicht überall gleichhellen Oberfläche handeln könnte. Überhaupt war die Frage nach der physischen Beschaffenheit der Himmelskörper damals von untergeordneter Bedeutung, denn es gab ja noch nicht die Spektroskopie, welche zusammen mit der Fotografie seit etwa 1860 den Schlüssel zur Erforschung der Physik der Himmelskörper bis in die heutige Zeit hinein darstellt. Gauß hielt es nicht für völlig ausgeschlossen, dass der Mond bewohnt sein könnte, und machte sich gegenüber seinem ehemaligen Lehrer Eberhard von Zimmermann (1743–1815) Gedanken über Kommunikationsmöglichkeiten mit den hypothetischen Mondbewohnern. Am 20. August 2014 soll eine Raumsonde die Ceres besuchen und diese in einer Umlaufbahn umkreisen. Wie wir heute wissen, beträgt der Durchmesser der Ceres 950 km, ihre Masse etwa 0,15 Millionstel der Erdmasse (sie ist also tatsächlich ein „Taschenplanet“, wie Humboldt zu scherzen pflegte). Seine Berechnungen der Ceres hat Gauß in einer im Nachlass verwahrten einzigartigen Handschrift niedergelegt³.

Wegen seiner Kurzsichtigkeit konnte es Gauß als astronomischer Beobachter mit besonders scharfäugigen Kollegen wie etwa Tobias Mayer nicht aufnehmen. Beim Gebrauch von Fernrohren wirkt sich dieser Mangel jedoch wenig aus, so dass Gauß eine große Zahl eigener Beobachtungen mit hoher Genauigkeit hat durchführen können. Der geplante Bau einer eigenen Sternwarte für Gauß in Braunschweig zerschlug sich, nachdem Herzog Carl Wilhelm Ferdinand seinen am 10. 11. 1806 in der Schlacht bei Jena-Auerstedt erlittenen Verletzungen erlegen war. So richtete Gauß seine Hoffnungen auf Göttingen, wo 1803 mit dem Bau einer neuen Sternwarte begonnen und bereits seit 1800 nach einem geeigneten Astronomen gesucht worden war. Von Zach hatte erheblichen Einfluss auf den Bau dieser Sternwarte, die – nach einer durch die Verhältnisse bedingten Unterbrechung – im wesentlichen in den Jahren 1810–1816 vor dem „Geismar-Thor“ errichtet worden ist.

Am 9. November 1802 beobachtete Gauß einen Merkurdurchgang vor der Sonne (ein von Deutschland aus sichtbarer Venusdurchgang hat zu Gauß' Lebzeiten nicht stattgefunden). Olbers richtete am 3. November 1802 ein Schreiben an den Historiker Arnold Heeren (1760–1842) in Göttingen, in dem er von der Gefahr berichtete, Gauß durch einen Ruf nach St. Petersburg zu verlieren: Gauß' Herzenswunsch sei es, Astronom in einem Observatorium zu werden. Dadurch machte Olbers das Universitäts-

3 SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß, Handbuch 4.

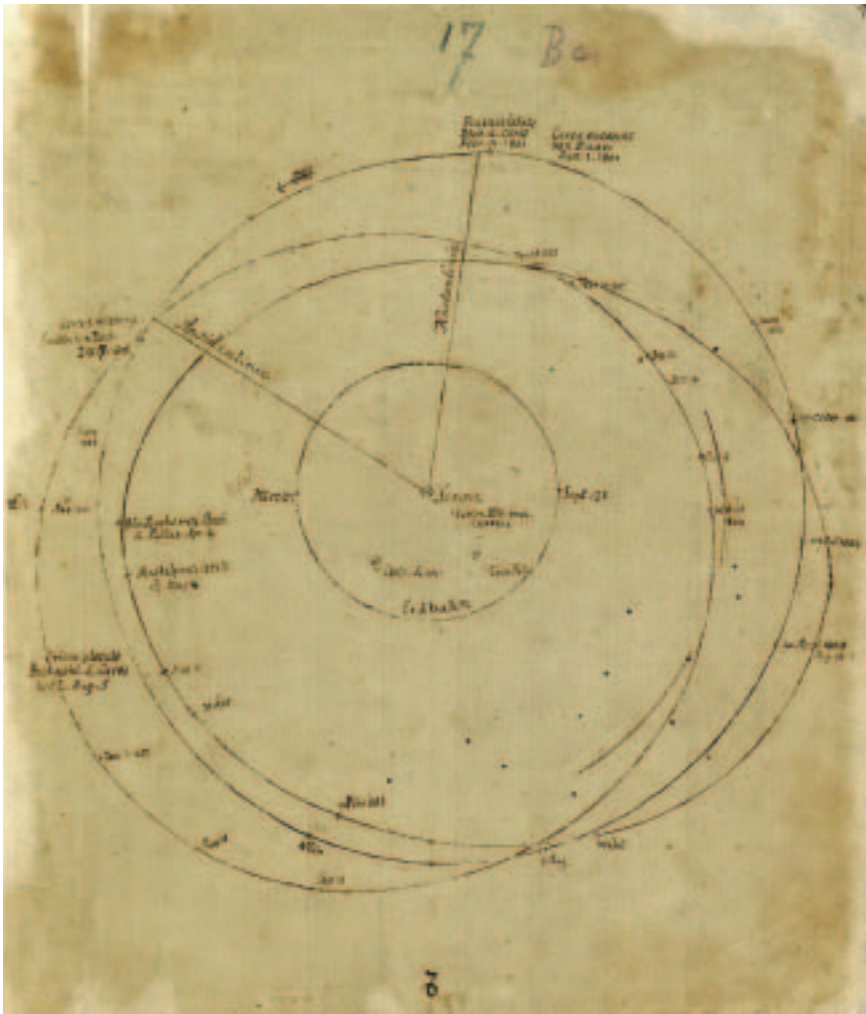


Abb. 28

Gauß' eigenhändige Skizze der Bahnen der Kleinplaneten Ceres, Pallas und Vesta (G 4)

Kuratorium auf Gauß aufmerksam, zunächst allerdings ohne Erfolg. Am 28. August 1803 traf sich Gauß mit von Zach auf dem Brocken und begleitete ihn danach zur Sternwarte Seeberg bei Gotha, wo er sich bis zum 7. Dezember in praktischer Astronomie ausbilden ließ (aus Sorge um die herzoglichen Instrumente hatte von Zach Gauß als Praktikanten zunächst abgelehnt, ihn dann aber, nachdem er seine Begabung erkannt hatte, zu sich eingeladen). Im Dezember 1804 begann Gauß einen intensiven Briefwechsel⁴ mit Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846), einem der bedeutendsten deutschen Astronomen, der einige Jahre später zum Direktor der Sternwarte Königsberg berufen wurde. Übrigens heiratete Gauß' Sohn Wilhelm am 29. Oktober 1837 Luise Fallenstein (1813–1883), eine Tochter der Bessel-Schwester Charlotte (1788–1857), und brachte so ein weiteres Quäntchen astronomisches Blut in die Familie.

Am 1. September 1804 entdeckte Karl-Ludwig Harding (1765–1834) in Lilienthal, der 1803 den Meridian der neuen Göttinger Sternwarte festgelegt und im gleichen Jahr in Lilienthal auch Gauß kennen gelernt hatte, den dritten Kleinplaneten „Juno“ und erhielt daraufhin 1805 einen Ruf nach Göttingen. Von Zach teilte Gauß in einem Brief vom 15. 9. 1804 mit, dass er „den neuen Ankömmling in die Mathe genommen“, d.h. die Bahn der Juno berechnet habe. Die damals genauesten Bahnberechnungen der drei ersten Kleinplaneten Ceres, Pallas (entdeckt von Olbers am 28. März 1802) und Juno gelangen jedoch Carl Friedrich Gauß, der die Pallasberechnung schon am 18. April – nur 14 Tage nach Empfang von Olbers' Entdeckungsbrief – fertiggestellt hatte und sich ab 1812 nochmals intensiv mit der Pallas und deren Störung durch Jupiter beschäftigte. Dabei fand er im April 1812 die erste Resonanzbeziehung im Asteroidengürtel: Dass nämlich die Umlaufzeiten von Jupiter (11.86 Jahre) und Pallas (4.61 Jahre) im rationalen Verhältnis von 18:7 stehen, und dass dies nicht etwa auf Zufall beruht. Bessel, dem dies vertraulich mitgeteilt wurde, lobte sofort die „brillante Entdeckung“. Am 28. 5. 1806 schrieb von Zach – „neidisch, weil alter Hagestolz“ – an den seit dem 9. Oktober 1805 mit Johanna Osthoff (1780–1809) vermählten Gauß in Braunschweig: „Vermutlich haben Sie jetzt mit der terrestrischen Venus so viel zu schaffen, daß sie die himmlische darüber vergessen ...“

Mit Schreiben des Regierungsrats Brandes vom 9. 7. 1807 wurde Gauß an die Universität Göttingen berufen und nach Annahme des Rufes am 25. Juli 1807 zum ordentlichen Professor der Astronomie und Direktor der Universitäts-Sternwarte ernannt (seine Vereidigung wurde infolge des Regierungswechsels versäumt und niemals nachgeholt). Gauß war nun Mitglied der Philosophischen Fakultät (zu der damals auch das Fach Mathematik gehörte) und somit Prof. phil., nicht jedoch Professor für Mathematik, wie es verschiedentlich behauptet wird. Die Berufung von Gauß beendete

4 Gauß, Carl Friedrich/Bessel, Friedrich Wilhelm: Briefwechsel, hrsg. [von A. Auwers], Wilhelm Engelmann, Leipzig 1880 (Nachdruck: Hildesheim 1975).

eine Phase relativer Unproduktivität unter Carl Felix von Seyffer (1762–1821), der aber immerhin maßgeblicher Anreger des Sternwartenneubaus gewesen ist.

In seiner zu Beginn des Sommersemesters 1808 gehaltenen Antrittsvorlesung⁵ erläuterte Gauß seinen Zuhörern, dass sich die Astronomie in erster Linie darauf beziehe, die Gesetze der Bahnbewegung der Himmelskörper („nach heutigem Zustande“ also die Sonne, „die 10 Hauptplaneten“, deren Monde, die Saturnringe, die Kometen, sowie die Fixsterne und die Nebelflecken) sowie deren Erscheinungen und deren Ursachen zu erforschen, und dass dabei nur gelten könne, was man aufgrund zuverlässiger, bestätigter Beobachtungen und aufgrund des „strengen Calcüls“ wisse, nicht, was man glaube, träume oder aufgrund von aus der Luft gegriffenen Hypothesen vermute. Und: „Das Meinen in der Astronomie hört erst da auf, und das eigentliche Wissen fängt bei den Gegenständen an, die einer mathematischen Behandlung fähig sind.“ Einer der ersten Studenten in Gauß' Vorlesungen war Dr. jur. Heinrich Christian Schumacher (1780–1850), der von 1808 bis 1809 bei Gauß Astronomie studierte und später Sternwartendirektor in Hamburg-Altona wurde. Mit Schumacher, ab 1821 auch Herausgeber der *Astronomischen Nachrichten*, führte Gauß von 1808 bis 1850 seinen wohl intensivsten Briefwechsel.⁶ Gauß' Verhältnis zu seinen Kollegen war in der Regel unverkrampft, guten Freunden teilte er (fast) ohne Eifersucht und uneigennützig seine Forschungsergebnisse mit – manchmal natürlich auch „sub rosa“ – und war stets bereit, Kollegen nach Kräften zu fördern. So half er z.B. 1811 Friedrich Wilhelm Bessel mit einem Göttinger Dokortitel aus, nachdem dieser als Nichtakademiker in Königsberg „chicanirt“ worden war.

Im Jahre 1808 veröffentlichte Gauß ein Verfahren zur Bestimmung der Polhöhe und der Sternzeit aus der Beobachtung korrespondierender Höhen dreier Sterne: *Methodus peculiaris elevationem poli determinandi*. Zwischen 1808 und 1822 gab er mehrere astronomische Tafeln zur sphärischen Astronomie – darunter auch die so wichtigen Nutations- und Refraktionstafeln – sowie Tafeln zur Sonnenbewegung heraus: Durch die mittlere tägliche Bewegung der Sonne, welche durch die „Gauß'sche Konstante“ $k=0.01720209895$ rad/Tag beschrieben wird, ist über das dritte Kepler'sche Gesetz die Astronomische Einheit AE, d.h. die mittlere Entfernung zwischen Erde und Sonne definiert (infolge moderner Bahnverbesserungen beläuft sich die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne heute auf nicht mehr ganz genau 1 AE). Im Juni 1809 veröffentlichte Gauß sein astronomischen Hauptwerk: *Theoria Motus Corporum Coelestium in sectionibus conicis solem ambientium* bei Perthes & Besser in Hamburg. Darin findet sich u.a. auch eine Beschreibung der von Gauß schon 1795 er-

5 Gauß, Carl Friedrich: Werke, Bd. 12, Berlin 1929 (Nachdruck: Hildesheim 1981), S. 77–199.

6 Gauß, Carl Friedrich/Schumacher, Heinrich Christian: Briefwechsel, hrsg. von C. A. F. Peters, in 6 Bänden, Altona 1860–65 (Nachdruck: Hildesheim 1975).

dachten, 1806 von Adrien-Marie Legendre (1752–1833) unabhängig entwickelten und in einer Schrift über Kometenbahnen veröffentlichten „Methode der kleinsten Quadrate“, der „Gaußfunktion“ der Fehlerverteilung und der Auflösung linearer Gleichungssysteme nach dem „Gauß’schen Eliminationsverfahren“. Zu den größten Bewunderern von Gauß zählte damals der französische Mathematiker und Astronom Joseph-Louis de Lagrange (1736–1813).

Um das Jahr 1810 kamen mit Gottfried Bernhard Nicolai (1793–1846), Johann Franz Encke (1791–1865), August Ferdinand Möbius (1790–1868) und Christian Ludwig Gerling (1788–1864) weitere begabte Studenten zu Gauß, von denen die drei erstgenannten später Sternwartendirektoren in Mannheim (Nicolai), Berlin (Encke) und Leipzig (Möbius) wurden. Gerling wurde Professor für Physik und Mathematik in Marburg und setzte u.a. Gauß’ Landesvermessung nach Hessen hin fort. Am 22. 8. 1811 beobachtete Gauß („Dr. Gauss, der die Bahn keines am Himmel erscheinenden Fremdlings unbeachtet läßt“, so von Zach) erstmals den berühmten Septemberkometen von 1811 und berechnete dessen Bahn. Er stellte in diesem Zusammenhang fest, dass durch die Möglichkeit der Berechnung der Kometenbahnen „aus Feinden Gastfreunde“ würden. In den folgenden Jahren schaffte Gauß bedeutende Instrumente für die 1814 erst im Rohbau fertiggestellte Sternwarte an, darunter 1812 einen Repetitionskreis von Reichenbach mit zweizölligem Fernrohr, 1813 einen Repetitionstheodoliten von Reichenbach mit achtzölligem Fernrohr, und 1814 das berühmte Fraunhofer’sche Heliummeter.

Die Repetitionsinstrumente, die durch mehrfache Wiederholung besonders genaue Winkelmessungen gestatten, hat Gauß vor allem zur Messung von Sonnenhöhen zur Zeitbestimmung und zur Messung der Schiefe der Ekliptik⁷ benutzt, außerdem für Polarsternbeobachtungen zur Bestimmung der geographischen Breite der Sternwarte (wobei ihn eine rätselhafte systematische Diskrepanz zwischen Sonnen- und Polarsternresultaten über Jahre hinweg beschäftigt hat). 1813 starb der als „Universitätsoptikus“ an der Sternwarte tätige Johann Zacharias Gotthard (1750–1813). Nachfolger wurde Heinrich Teipel, der bis zu seinem Tode 1841 als „Aufwärter“ an der Sternwarte tätig war. 1812 wurde Karl-Ludwig Harding, der zunächst als „Inspector“ tätig war, zum Ordinarius für Astronomie ernannt. Harding hat sich in Göttingen vor allem durch die Erarbeitung genauer Sternkarten und Sternkataloge einen Namen gemacht und war mit einer Tochter aus der bekannten Verlagsbuchhandlung Vandenhoeck und Ruprecht verheiratet.

Am 18. April 1816 unternahm Gauß in Begleitung seines Sohnes Carl Joseph Gauß (1806–1873) und des Studenten Paul Tittel (1784–1831), später Direktor der

7 Wittmann, A.: Die Schiefe der Ekliptik im Jahre 1817 nach Messungen von C. F. Gauß, in: Mitteilungen. Gauss-Gesellschaft Nr. 40 (2003), S. 45–51.



Abb. 29
Gauß'sches Heliometer auf parallaktischer Montierung (G 11)

Sternwarte in Budapest-Ofen, eine Reise nach München, um dort und in Benediktbeuern die Bestellung von Instrumenten für die Sternwarte im „Optischen Institut“ von Georg von Reichenbach (1772–1826), Joseph von Fraunhofer (1787–1826) und Joseph von Utzschneider (1763–1840) zu besprechen. Dabei zeigte ihm Fraunhofer auch die im Sonnenspektrum kürzlich entdeckten „Fraunhoferlinien“, auf deren Ursprung man sich damals noch keinen Reim machen konnte.

Im Oktober 1816 zog Gauß mit seiner Familie von der Kurzen Straße 122a (heute 15) in seine fertiggestellte (aber „noch feuchte“) Dienstwohnung im Westflügel der neuen Sternwarte ein, und kurz darauf erfolgte seine Ernennung zum Königlichen Hofrat durch den Prinzregenten Georg von England und Hannover. Im gleichen Jahr bestimmte Gauß aus Störungsrechnungen des Kleinplaneten Pallas die Jupitermasse zu $1/1050$ der Sonnenmasse, ein für die damalige Zeit sehr genaues Resultat; 1841 übertraf ihn Bessel mit dem noch genaueren Wert $1/1047.9$.

Im April 1818 wurde das Instrumentarium der Sternwarte um den Repsold'schen Meridiankreis aus Hamburg erweitert. Die damalige (erste) Kuppel der Sternwarte diente nur dem Schmuck des Gebäudes und enthielt kein Instrument. Wichtigstes Ereignis im Spätherbst des Folgejahres war die Aufstellung des im August 1819 gelieferten Meridiankreises von Reichenbach im westlichen Meridiansaal, dieser diente fortan als Hauptinstrument der Sternwarte. Gauß zog stets Handschuhe an, wenn er dieses wertvolle Instrument benutzte; heute ist es demoliert, und es sind nur noch wenige Reste davon vorhanden. Der ehemalige Fußpunkt des „Reichenbach-Kreises“ (der 1888 um 3,2 m nach Norden versetzt wurde) definierte den Nullpunkt der Landesvermessung und ist heute amtlicher trigonometrischer Punkt.

Ebenfalls im Jahre 1818 publizierte Gauß seine *Determinatio attractionis*, eine fundamentale Arbeit über die säkularen Störungen der Bahnelemente der Planeten. Mit einer 1821 begonnenen Untersuchung zur Raumbewegung des Sonnensystems anhand der Eigenbewegungen von 71 Sternen zwischen 1755 und 1800, bei der er als Zielpunkt (Apex) eine Stelle etwas oberhalb des Sternes μ Herculis ermittelte, endete die erste astronomische Schaffensperiode von Gauß, der eine Periode ebenso intensiver geodätischer Arbeiten folgte.

Nicht zuletzt für diese benötigte Gauß eine absolut genau nord-südlich verlaufende Strecke durch den Nullpunkt seiner Landesvermessung, d.h. im Meridian der Sternwarte. Zu diesem Zweck wurde 1821 im Friedländer Holz, 12 km südlich der Sternwarte, das Südliche Meridianzeichen (kurz SMZ) errichtet, ein kleines Bauwerk aus Sandstein, auf dessen Schlitze die Fäden des Meridiankreises zentriert und so dessen Justierung geprüft werden konnte (und zwar auch bei bedecktem Himmel). Eine zweite, fast noch wichtigere Funktion des SMZ bestand in der Definition einer exakten Nord-Süd-Linie, auf die die absolute Orientierung der Dreiecke der Landesvermessung ausgerichtet werden konnte. Das etwa zur selben Zeit nördlich der Sternwarte errichtete Meridianzeichen ist heute nicht mehr erhalten.



Abb. 30 Aquarell der neuen Universitäts-Sternwarte von Christian Andreas Besemann (G 2)

Im Jahre 1819 beobachtete und berechnete Gauß u.a. den Kometen von 1819 und stellte fest, dass sich die Erde im Sommer direkt durch dessen Schweif bewegt hatte. In den folgenden Jahren beschäftigte sich Gauß ganz überwiegend mit der ihm mit Order vom 9. Mai 1820 von König Georg IV. aufgetragenen Triangulation des Königreichs Hannover bis hinauf nach Altona und zur Nordseeküste. Nur auf den ersten Blick ist dies eine routinemäßige, langweilige Vermessung von Dreieckswinkeln zwischen Kirchen, Berggipfeln und Bäumen: Durch großräumig aneinander angeschlossene Triangulationen in Verbindung mit astronomischen Gradmessungen lassen sich die Dimensionen des Erdellipsoids ermitteln, die wiederum die Grundlage zu der ersten Definition des Meters (1799) darstellten, das sich im Laufe des 19. Jahrhunderts in Europa (Deutschland 1872) als gesetzliche Längeneinheit durchgesetzt hat. Darüber hinaus nutzte Gauß seine Dreiecksmessungen zur Erfindung neuer Geräte, wie etwa des das Sonnenlicht definiert spiegelnden Heliotrops, das er auch zur Übermittlung „telegraphischer Zeichen“ verwendete, und zur Ableitung der Formeln der konformen Abbildung der Oberfläche des Erdellipsoids auf eine ebene Kartenfläche. Die noch heute als „Gauß-Krüger-Koordinaten“ bzw. „UTM-Koordinaten“ in Gebrauch befindlichen rechtwinkligen Koordinaten hat Gauß im Grundsatz bereits 1822 entwickelt und 1827–1846 in mehreren bedeutenden Arbeiten und Aufsätzen publiziert. Aus der norddeutschen Gradmessung resultierte im Jahre 1828 auch eine bedeutende astronomische Abhandlung: *Bestimmung des Breitenunterschiedes zwischen den Sternwarten Göttingen und Altona durch Beobachtungen am Ramsden'schen Zenitsektor*.⁸ Darin findet sich u.a. eine genaue Bestimmung der geographischen Breite der Göttinger Sternwarte ($51^{\circ}31'47.85''$), des Breitenunterschiedes ($2^{\circ}00'57.43''$), der linearen Entfernung (115163,725 Toisen) und damit auch des mittleren Meridiangrades zwischen Göttingen und Hamburg (57126.2 Toisen). Insgesamt hat Gauß im Rahmen der Landesvermessung, bei deren Durchführung ihn eine Reihe von Mitarbeitern – darunter auch sein Sohn Joseph – unterstützten, die Koordinaten von 2578 Dreieckspunkten ermittelt und ausgleichend berechnet – und dies alles mit Papier und Bleistift (bzw. Feder), ohne die Hilfe moderner Computer!

In den Jahren 1824–1844 hat Gauß nur wenige astronomische Beobachtungen ausgeführt. Ab 1821 war er weitgehend mit der Landesvermessung, ab 1828 mit dem Maß- und Gewichtswesen, und ab 1832 mit dem Erdmagnetismus beschäftigt. Er beobachtete aber den Merkurdurchgang vom 5. Mai 1832, die Wiederkehr des Halley'schen Kometen 1835 (für den er die Existenz eines „festen Kerns“ postulierte), die Sonnenfinsternisse von 1836 und 1839, sowie 1843 das Zodiakallicht und einen langschweifigen Kometen, der am 27. Februar 1843 in nur etwa 130.000 km Abstand an der Oberfläche der Sonne vorbeilief. Das Budget der Sternwarte (inklusive

8 Gauß: Werke, Bd. 9, Leipzig 1903 (Nachdruck: Hildesheim 1981), S. 1–58.

des Magnetischen Observatoriums) betrug zu jener Zeit nur 150 Reichsthaler, und Gauß malte sich aus, welche atemberaubende Entwicklung die Telegrafie bei Investition entsprechender Mittel würde nehmen können. Die Teilnahme von Gauß an der 7. Versammlung der deutschen Naturforscher und Ärzte in Berlin 1828, bei der er seinen späteren Freund und Mitarbeiter Wilhelm Eduard Weber (1804–1891) kennen lernte, markiert das Ende der geodätischen Schaffensperiode und den Anfang der magnetisch-physikalischen Schaffensperiode von Gauß.

Auf Gauß' Vorschlag hin wurde Weber im April 1831 als Nachfolger von Johann Tobias Mayer (1752–1830, ein Sohn des Astronomen Tobias Mayer) auf den Lehrstuhl für Physik an die Georgia Augusta berufen und traf am 15. September 1831 dort ein. Für die geomagnetischen Untersuchungen von Gauß und Weber wurde die Sternwarte im Jahre 1833 um das „magnetische Observatorium“ erweitert, ein im wesentlichen aus Holz errichtetes Gebäude von (anfangs) 50 Quadratmetern Fläche, das bis etwa 1902 im westlichen Vorgarten der Sternwarte stand und dann an das Institut für Geophysik versetzt wurde.

Am 31. 8. 1834 starb Harding nach kurzer Krankheit, als sein Nachfolger wurde 1835 Carl Wolfgang Benjamin Goldschmidt (1807–1851) an der Sternwarte eingestellt. Nachfolger nach dessen allzu frühem Tod wurde Ernst Friedrich Wilhelm Klinkerfues (1827–1884), Gauß' letzter Assistent und späterer Teil-Nachfolger. Gauß bildete auch in dieser Zeit und danach noch Astronomen aus, so zum Beispiel Benjamin Apthorp Gould (1824–1896), der 1848 in Göttingen promovierte und später in den USA das *Astronomical Journal* herausgab. Auch zur Entwicklung der feinmechanischen Industrie in Göttingen hat Gauß wesentlich beigetragen, indem er die Theorie der achsennahen optischen Abbildung mit Linsen erarbeitete („Gauß'sche Optik“), Instrumente verschiedenster Art erfand und entwickelte, und indem er örtliche Feinmechaniker wie z.B. Philipp Rumpf (1791–1833) und Moritz Meyerstein (1808–1882) mit Aufträgen der Sternwarte versorgte.

Ab etwa 1844 hat sich Gauß wieder stärker mit Astronomie beschäftigt; unter anderem verfolgte er bissig kommentierend die Namensdiskussion um den 1846 von seinem Schüler Encke (aufgrund einer Vorhersage von Leverrier) entdeckten neuen Großplaneten Neptun und beobachtete diesen als einer der ersten Astronomen auch selbst (schon Galilei hatte Neptun beobachtet, ihn aber für einen Stern gehalten). Die wohl letzten von Gauß selbst noch ausgeführten astronomischen Beobachtungen beziehen sich auf die Kleinplaneten Iris (1847), Flora (1848) und Parthenope (1850) sowie auf die (im Baltikum totale) Sonnenfinsternis vom 28. Juli 1851. Gauß' letzte astronomisch-physikalische Geräteerfindung war ein bedeutend verbessertes Foucault'sches Pendel zum Nachweis der Erdrotation, das er 1853 entwickelte und das die Rotation der Erde (an der Gauß natürlich nicht zweifelte!) „nach kurzer Zeit auf das schlagendste“, so Gauß, im Labor nachweisen konnte. Am 23. Februar 1855, eine Stunde und zwei Minuten nach Mitternacht, verstarb Carl Friedrich Gauß, fried-

lich in seinem Lehnstuhl in der Sternwarte sitzend. „Er beschloss sein Leben, um zu den Welten überzugehen, die er so lange eifrig beobachtet hatte“, wie es in einer Würdigung hieß⁹.

Für seine astronomischen Arbeiten hat Gauß zahlreiche Ehrungen erhalten. So z.B. für seine Schrift von 1810 über die Pallas-Störungen, mit der er den seit 1804 dafür ergebnislos ausgesetzten Lalande-Preis des Institut de France in Paris gewann, eine anstelle der Medaille von ihm gewünschte Tischpendeluhr. Die berühmte goldene Copley-Medaille der Royal Society in London von 1838 hat Gauß nicht für eine astronomische Arbeit, sondern für seine magnetischen Arbeiten erhalten. Gauß' intensive astronomische Schaffensperioden fallen vor allem in die Jahre 1801 bis 1823 und 1844 bis 1851. Von Gauß' insgesamt rund 195 (angekündigten) Vorlesungen hatten 70 % astronomische, 15 % mathematische, 9 % geodätische und 6 % physikalische Gegenstände zum Thema: In Gauß' Lehrtätigkeit – wie im Übrigen auch in seiner Antrittsvorlesung und in seinen Briefen an Freunde und Kollegen – spielten astronomische Themen die ganz überwiegende Rolle, gefolgt von Landesvermessung, Mathematik, Technik, Physik, Persönlichem, und auch gelegentlich etwas Wissenschafts- und Hochschulpolitik.

9 Sack, C. W., in: Braunschweigisches Magazin, 29. Stück vom 18. Juli 1857, S. 291.

Exponate G

G 1 Joel Paul Kaltenhofer (1716(?)-1777):

Stern-Warte, zu Göttingen (1773). [Reproduktion].

Kupferstich, 24 x 19,7 cm

Gauß-Gesellschaft e.V. Göttingen

Die erste, „alte“ Sternwarte in Göttingen wurde 1750 auf der südlichen Stadtmauer beim Apothekergarten (heute Turmstraße) eingerichtet. Gauß, der seit 1796 ausschließlich Mathematik und Astronomie studierte, besuchte sie in ebendiesem Jahr. Elf Jahre später wurde er zu ihrem Direktor ernannt.

G 2 Christian Andreas Besemann (1760–1818):

Die neue Sternwarte bey Göttingen (1817).

Gerahmtes Aquarell, ca. 60 x 40 cm

Gauß-Gesellschaft e.V. Göttingen

Der Bau der jetzigen, „neuen“ Sternwarte außerhalb der Stadtmauer (heute Geismar Landstraße) wurde 1803 begonnen und 1816 fertiggestellt. Sie war von seinem Einzug im Jahre 1816 bis zu seinem Tode die Lebens- und Wirkungsstätte von Gauß.

G 3 Axel Wittmann:

Gebäude der Sternwarte an der Geismar Landstraße in Göttingen im Jahre 2004.

Photographie, ca. 30 x 20 cm

Privatbesitz Dr. A. Wittmann, Göttingen

Links am Gebäude eine Gedenktafel zum Gauß-Weber-Telegraphen von 1833. Das Gebäude steht heute unter Denkmalschutz.

G 4 Carl Friedrich Gauß:

Skizze der Bahnen der Kleinplaneten Ceres, Pallas und Vesta.

(In: „Astronomische Untersuchungen und Rechnungen vornehmlich über die Ceres Ferdinanda“. 1802.)

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Handbuch 4, Bl. 1

Gauß' Anwendung einer neuen Methode zur Bestimmung einer elliptischen Bahn im Raum führte zur Wiederentdeckung des Kleinplaneten Ceres, der Anfang 1801 von Guiseppe Piazii gefunden, aber wieder verloren gegangen war.

In dieser Skizze, die das innere Planetensystem – vom nördlichen Pol der Ekliptik aus gesehen – zeigt, hat Gauß auch die Wiederentdeckung der Ceres durch Franz Xaver von Zach am 7. Dezember 1801 markiert.

G 5 Carl Friedrich Gauß:

Ernennungsurkunde zum Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu Göttingen.
13. November 1802.

Stadtarchiv Braunschweig: G IX 21, 44,4

Die Wiederauffindung der Ceres bedeutete für Gauß den wissenschaftlichen Durchbruch und weltweite Anerkennung.

So wurde er bereits 1802 korrespondierendes Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg. Noch im selben Jahr folgten Ernennungen durch die französische Akademie der Wissenschaften, die britische „Royal Society“ und die Göttinger Sozietät der Wissenschaften.

G 6 Carl Friedrich Gauß:

Ernennung zum ordentlichen Professor für Astronomie an der Universität Göttingen.
25. Juli 1807.

Stadtarchiv Braunschweig: G IX 21: 44,3

Mit Schreiben des Regierungsrates Brandes vom 9. Juli 1807 wurde Gauß an die Göttinger Universität berufen und am 25. Juli zum ordentlichen Professor der Astronomie und Direktor der Universitätssternwarte ernannt. Seine Vereidigung allerdings wurde infolge des Regierungswechsels versäumt und niemals nachgeholt.

G 7 Carl Friedrich Gauß:

Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis solem ambientum. Hamburg 1809.

SUB Göttingen: 4 Astr I, 6010 Rara

Die „Theorie der Bewegung der Himmelskörper, welche in Kegelschnittbahnen die Sonne umlaufen“ ist Gauß' astronomisches Hauptwerk. Nach eigenen Worten die „Frucht einer siebenjährigen Beschäftigung“, enthält die Schrift eine Beschreibung der „Gauß'schen Methode“ zur Bahnbestimmung aus drei oder mehr Beobachtungen, bei der die nach den Kepler'schen Gesetzen berechneten geozentrischen Örter eines Planeten bzw. Kometen als lineare Funktionen der Korrekturen von dessen Bahnelementen ausgedrückt werden und daher durch zusätzliche Beobachtungen iterativ im Sinne kleinster Fehlerquadrate verbessert werden können.

G 8 Gottlieb Biermann (1824–1908):

Carl Friedrich Gauß.

Öl auf Leinwand, 103 x 117 cm

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Dieses Ölgemälde wurde von dem Berliner Portraitmaler Gottlieb Biermann im Jahre 1887 nach der Vorlage einer Originalkopie des Gauß-Gemäldes von Christian Albrecht Jensen aus dem Jahre 1840 geschaffen. Es diente u.a. als Vorlage für den



Abb. 31
Gauß' persönliches Handfernrohr (G 12)

blauen Zehnmarkschein der Deutschen Bundesbank von 1991, auf dem es allerdings seitengespiegelt wiedergegeben ist.

G 9 Deutsche Bundesbank Frankfurt/Bundesdruckerei Berlin:

10-DM-Banknote von 1991 in Rahmen, 25 x 31 cm

Privatbesitz Dr. F. V. Hessman, Göttingen

Beilage: Original-Druckbogen der 10-DM-Banknote.

Banknotenpapier, 80 x 62 cm

Samtgemeinde Dransfeld

Die im April 1991 ausgegebene 10-DM-Banknote der Deutschen Bundesbank zeigt u. a. auf der Vorderseite ein Portrait von Gauß (nach Biermann) und auf der Rückseite den von Gauß bei seiner Landesvermessung benutzten Vizeheliotropen.

G 10 Eduard Ritmüller:

Gauß auf der Terrasse der Sternwarte.

Gerahmte Lithographie, 41,5 x 35 cm

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Das berühmte, um 1845 bei G. Hornig gedruckte Bild des Göttinger Künstlers Eduard Ritmüller zeigt Gauß (nach Jensen) mit dem Fraunhofer'schen Heliometer. Beachtenswert sind die übertriebenen Größenverhältnisse.

G 11 Gauß'sches Heliometer auf eiserner parallaktischer Montierung.

Tube ursprünglich Holz, später Messing (L. 120 cm), 150 x 150 x 200 cm

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Dieses zur Messung kleiner Winkeldistanzen am Himmel bestimmte Teleskop wurde 1814 in der Werkstatt von Fraunhofer und Utzschneider (München) hergestellt und 1872 durch die Firma Repsold (Hamburg) für Zwecke der Deutschen Venusexpeditionen umgebaut. Es hat eine Öffnung von 7,6 cm und eine Brennweite von 116 cm.

G 12 Persönliches Handfernrohr von Carl Friedrich Gauß.

Tube aus Holz und Messing (beobachtungsgerecht ausgezogen: L. 64 cm)

Beilage: Objektivdeckel aus Messing mit Prägung „Gauß 1815“

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Dieses kleine ausziehbare Teleskop mit einer Brennweite von 60 cm und einer Öffnung von 3,4 cm wurde 1815 in der berühmten Werkstatt von Utzschneider, Reichenbach und Fraunhofer in Benediktbeuern hergestellt, die Gauß 1816 selbst besuchte.

G 13 Kometensucher

Tube aus Holz und Messing (L. 72 cm) auf Metallstativ, H. insges. 152 cm

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Um 1815 von Utzschneider und Fraunhofer gefertigtes Linsenfernrohr mit einer Öffnung von 7,7 cm und einer Brennweite von 71 cm. Mit beweglichen Teleskopen dieser Art führte Gauß auf der Terrasse der Sternwarte seine Beobachtungen durch.

G 14 Gregory'sches Spiegelteleskop von James Short (London).

Tubus aus Messing, Tubuslänge: 6,14 cm, Öffnung: 1,04 cm, Brennweite: 9,7 cm
Universitäts-Sternwarte Göttingen

Dieses Spiegelteleskop wurde um 1780 von James Short in London gefertigt. Teleskope dieser Art hat Gauß des Öfteren benutzt, wenngleich einige davon auch für ihn schon „historisch“ waren. Ein solches Instrument wurde auch von James Cook bei seinen Forschungsreisen in die Südsee mitgeführt.

Carl Friedrich Gauß und die Geodäsie

Dieter Kertscher

Bevor Carl Friedrich Gauß sich als vielseitiger Wissenschaftler des ausgehenden 18. und beginnenden 19. Jahrhunderts neben anderen Zielen auch dem der Vermessung seines Landes und des Erdkörpers zuwandte, hatte es eine jahrhundertlange Aufgabenverteilung der Wissenschaftsdisziplinen gegeben: Die Astronomen beschäftigten sich mit der Erd- und der Landesvermessung, die Mathematiker mit der Abbildung der Erdoberfläche.

Gauß lebte in einer Zeit, in der geodätische Arbeiten in den Blickpunkt des allgemeinen und stärker noch des wissenschaftlichen Interesses rückten. Nicht weniger als vier Nutzungsbereiche sind zu nennen, die von der geodätischen Wissenschaft umgehend Messungsergebnisse und Lösungswege erwarteten. Die Astronomie forderte von den Geodäten die präzise Bestimmung der großen Halbachse des Erdellipsoids, um die erforderlichen Maßstabskonstanten für die Entfernungsbestimmungen im Sonnensystem ableiten zu können. Zweiter Hauptnutzer war die zu Gauß' Lebzeiten gewaltig expandierende Wirtschaft, dritter das Militär. Beide Bereiche, also Wirtschaft und Militär, verlangten nach geschlossenen topografischen Kartenwerken in mittleren und kleineren Maßstäben. Es ist bekannt, dass die Erstellung dieser Kartenwerke nur dann möglich ist, wenn die zu kartierende Fläche zuvor mit einem Dreiecksnetz überzogen und daraus ein spannungsfreies System von Festpunkten, den trigonometrischen Punkten, berechnet worden ist. Schließlich benötigte der Staat viertens dringend großmaßstäbige Katasterkarten zur gerechten und gleichmäßigen Verteilung der Grundsteuern. Alle diese Vorhaben waren ohne die Lösung einer ganzen Reihe grundlegender geodätischer Aufgaben nicht realisierbar.

Gauß hat allen vier Nutzerkreisen bahnbrechende Ergebnisse vorlegen können. Der Geodäsie – die zu dieser Zeit noch keine selbständige Wissenschaft war – hat Gauß zur Eigenständigkeit verhelfen können. Ihm ist es sogar gelungen, die führende Stellung in der Geodäsie, die im 18. Jahrhundert Frankreich innegehabt hatte, für das 19. Jahrhundert Deutschland zuzuweisen. Dabei kommt Gauß' theoretischen Ableitungen auf dem weit gefächerten Gebiet der Geodäsie noch weit größere Bedeutung zu als seinen praktischen geodätischen Leistungen.

Gelegentlich haben Gauß' Zeitgenossen und rückschauend auch seine Nachwelt die Vermutung geäußert, er hätte noch Großartigeres leisten können, wenn er anstelle zeitaufwändiger Winkelmess- und Koordinatenrechenarbeiten seiner schöpferischen Arbeit diese Zeit gewidmet hätte. Doch wird diese Überlegung der Lebensleistung dieses Wissenschaftlers nicht gerecht. Beides, die Theorie und die Praxis, bildeten für

Gauß eine Einheit. Er selbst hat diesen Sachverhalt einmal folgendermaßen formuliert: „Die Wissenschaft soll die Freundin der Praxis sein, nicht deren Sklavin“. Diese Feststellung gilt auch im umgekehrten Sinne.

Vielmehr sind sich die Wissenschaftler heute darin einig, dass die Geodäsie aus der praktischen Tätigkeit Gauß' im Rahmen der hannoverschen Grad- und Landesvermessung unmittelbar und mittelbar reichen Gewinn gezogen hat. Zahlreiche theoretische geodätische Untersuchungen, über die im Folgenden berichtet wird, wurden für Gauß gerade erst dann als Forschungsgegenstand attraktiv, nachdem er durch praktische Arbeiten zu ihnen angeregt worden war.

Frühe Gauß'sche geodätische Arbeiten im Herzogtum Braunschweig

Erste durch Gauß ausgeführte geodätische Arbeiten lassen sich bereits in seinen Braunschweiger Jahren nachweisen. Ausgehend von seinem großen Interesse an der Geodäsie und getragen von einer stets empfundenen Dankbarkeit seinem Förderer gegenüber, dem Braunschweiger Herzog Carl Wilhelm Ferdinand, plante Gauß die Triangulation für das Herzogtum Braunschweig. Sie sollte die Grundlage einer Landkarte liefern. In den Jahren 1802 bis 1807 hat Gauß mit einem von Zach geliehenen Sextanten in der Stadt Braunschweig und in der Umgebung auf einer größeren Zahl von Standpunkten nach mehr als 100 Netzpunkten die Richtungen gemessen. Der Gauß-Forscher Theo Gerardy vermutet, dass Gauß während dieser Messungen auf Köppens Insel (westlich des alten Bahnhofes gelegen) seine spätere Frau, Johanna Osthoff, kennen lernte. Ein dort von Gauß gefertigtes Feldbuch beinhaltet inmitten zahlreicher Aufzeichnungen auch ihren Namen.

Diese frühen geodätischen Arbeiten sind wichtig, weil Gauß bei den Berechnungen der Koordinaten zur Ausgleichung der unvermeidbaren Beobachtungsfehler erstmals die von ihm bereits im Jahre 1794 entwickelte „Methode der kleinsten Quadrate“ anwandte. Es ist dies die Methode, die für die Geodäsie und insbesondere für alle messenden Wissenschaften zu größter Bedeutung emporwuchs und aus der sich später die Mathematische Statistik entwickelte.

Die theoretischen geodätischen Arbeiten

Aus der Fülle der geodätischen Aufgabenstellungen, für die Gauß eine Lösung entwickelte, soll im Folgenden berichtet werden:

- Ausgleichungsmethode der kleinsten Quadrate
- Flächentheorie, höhere Geodäsie und Rechnungen auf dem Ellipsoid
- Abbildung der Erdoberfläche in die Ebene
- Erdmessung.

Auf die praktischen Vermessungsarbeiten im Rahmen der Gradmessung im Königreich Hannover sowie die Triangulation des welfischen Königsreiches soll im Anschluss eingegangen werden.

Ausgleichungsmethode der kleinsten Quadrate

Bereits im Alter von 17 Jahren gelangte Gauß zu der Erkenntnis, dass überschüssige Beobachtungen auszugleichen seien, indem die Quadratsumme der Verbesserungen ein Minimum werde. Er war der festen Überzeugung, dass dieses Ausgleichungsprinzip seit langem bekannt sei und angewendet werde. Diese (irrig) Einschätzung äußert er in einem späteren an Schumacher gerichteten Brief. Gauß schrieb, er wäre damals die „allergrößte Wette“ eingegangen, dass etwa Tobias Mayer bei seinen Rechnungen bereits eben diese Methode angewandt habe – eine Wette also, die er verloren hätte.¹

Natürlich war die Zielsetzung, mittels überschüssiger Beobachtungen die wahrscheinlichsten Werte für die Unbekannten zu bestimmen, den Mathematikern und Astronomen nicht neu. Doch forderte diese klassische Epoche der Gradmessungen und richtungweisenden astronomischen Arbeiten eine Lösung geradezu heraus. Es musste ein Verfahren gefunden werden, das mathematisch einwandfrei begründet und rechentechnisch einfach zu lösen ist. Außerdem sollte es ein frei von jeglicher Willkür ablaufendes Ausgleichungsverfahren sein.

Die zunächst bevorzugte Methode, die Absolutsumme der Fehler zum Minimum und die algebraische Summe gleich Null werden zu lassen, verwarf Gauß alsbald aus einer ganzen Reihe von Gründen. Ihren wesentlichen Nachteil machte er darin aus, dass größere Fehler nicht stärker ins Gewicht fallen als kleine. Wenn jedoch, wie Gauß nachweisen konnte, die Quadratsumme der Fehler zum Minimum gemacht wird, so wird auch den weitab liegenden Beobachtungen angemessen Rechnung getragen.

Während seiner astronomischen Schaffensperiode, seit 1801, hatte Gauß reichlich Gelegenheit, sich von dem Wert seiner Ausgleichungsmethode der kleinsten Quadrate zu überzeugen. Um 1798 war es ihm bereits gelungen, der Methode eine wahrscheinlichkeitstheoretische Grundlage zu geben. Weltweite Anerkennung erwarb sich Gauß im Jahre 1801, als er mit dieser Methode mittels weniger Beobachtungen des italienischen Astronomen Piazzi die Ephemeride des kleinen Planeten Ceres so genau zu berechnen verstand, dass von Zach am 31. Dezember 1801 in Gotha und Olbers am 1. Januar 1802 in Bremen diesen Planeten an dem von Gauß berechneten Ort wieder fanden.

1 Gauß an Schumacher vom 6. 7. 1840 (Lit.-Verz. 1, Bd. VIII, S. 141).

Wie viele seiner Entdeckungen veröffentlichte Gauß seine Ausgleichsmethode erst später, nämlich im Jahre 1809, in seiner „*Theoria motus corporum coelestium*“ („Theorie der Bewegung der Himmelskörper“). Der Grund für diese Verzögerung war das bei Gauß stets zu beobachtende Bestreben, alle Arbeiten bis zur „inneren Vollkommenheit“ voran zu treiben, ehe er damit an die wissenschaftliche Öffentlichkeit trat. „Vollendetes oder gar nichts“ wollte er veröffentlichen. Gauß' Siegel bringt dieses Lebensmotiv in Wort und Bild zum Ausdruck: „*Pauca, sed matura*“ („Weniges, aber Reifes“); über diesem Sinnspruch ist ein Baum mit wenigen Früchten abgebildet.

Da zwischen der Entdeckung und der Veröffentlichung der Methode der kleinsten Quadrate ein Jahrzehnt lag, waren dem nunmehr in Göttingen wirkenden Gauß in der Zwischenzeit zwei andere Forscher zuvor gekommen, der Franzose Legendre und der Amerikaner Adrian. Unbestritten ist und bleibt jedoch, dass Gauß die Priorität der Erfindung der Methode der kleinsten Quadrate zukommt. Ihm allein steht das Verdienst zu, die Methode erstmalig nach den Gesetzen der Wahrscheinlichkeitsrechnung fehlerfrei entwickelt zu haben.

Über die theoretischen Grundlagen hinaus entwickelte Gauß die verschiedenen Lösungsformen der Ausgleichungsaufgabe. Er hat Verfahren zur Bestimmung der Genauigkeit der Beobachtungsergebnisse entworfen und durch einfache und elegante Rechenvorschriften deren Anwendung in der geodätischen Praxis aufgezeigt.

In der 1810 erschienenen „*Disquisitio de elementis ellipticis Palladis*“ („Untersuchung zu den elliptischen Elementen der Pallas“) zeigt Gauß in nochmals größerer Ausführlichkeit die Ausgleichung nach vermittelnden Beobachtungen. Er empfiehlt zur Auflösung des Normalgleichungssystems den später nach ihm benannten Algorithmus („Gauß'scher Algorithmus“) mit den von ihm gewählten einprägsamen Symbolen. Gerade im heutigen Zeitalter moderner elektronischer Datenverarbeitung ist der (modernisierte) Gauß'sche Algorithmus die eleganteste aller Lösungsmethoden zur Auflösung sehr großer Normalgleichungssysteme.

Eine besondere Würdigung verdienen Gauß' Bemühungen um eine möglichst elegante und wirtschaftliche Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate in der Vermessungspraxis. Die Berechnungen der hannoverschen Gradmessung und der späteren Landesvermessung durch Gauß selbst dürften ihn zu der Entwicklung der Ausgleichung nach bedingten Beobachtungen geführt haben. Diese Ausgleichungsform ist von Gauß in aller Vollständigkeit in dem „*Supplementum Theoriae Combinationis Observationum Erroribus Minimis Obnoxiae*“ („Supplement zur Theorie der den kleinsten Fehlern unterworfenen Kombination der Beobachtungen“) vom 16. September 1826 theoretisch dargestellt und anhand von Rechenbeispielen erläutert worden. Aus dem ausgedehnten Gauß'schen Briefwechsel geht hervor, wie viele weitere ausgleichungstechnische Fragen er löste, die für die Praxis der Vermessung von Dreiecksnetzen und beim trigonometrischen Einschneiden von Neupunkten unentbehrlich sind. Gauß' Vorschläge für Näherungsausgleichungen sowie für stufen- und

gruppenweise Ausgleichungsverfahren sind insbesondere für die großräumigen Ausgleichungsaufgaben des 20. und des 21. Jahrhunderts von hoher aktueller Bedeutung.

Flächentheorie, höhere Geodäsie und Rechnungen auf dem Ellipsoid

Wie schon bei der Methode der kleinsten Quadrate haben die eigenen praktischen geodätischen Arbeiten den Wissenschaftler Gauß zu einer Reihe von Fragestellungen der höheren Geodäsie und zur Beschäftigung mit der Flächentheorie geführt. Dem unentwegt forschenden Gauß blieb nicht die Zeit, alle Erkenntnisse auch zu veröffentlichen. Außerdem berührten viele seiner Ergebnisse auf dem Gebiet der höheren Geodäsie direkt seine mathematischen und differentialgeometrischen Schaffensgebiete.

Auch für die Flächentheorie gilt die Feststellung: Ihre grundlegenden Ergebnisse waren Gauß seit 1817 bekannt, aber deren Veröffentlichung erfolgte wiederum erst Jahre später, nämlich 1828, in den „Disquisitiones generales circa superficies curvas“ („Allgemeine Untersuchungen zu gekrümmten Flächen“). Einige inhaltliche Schwerpunkte seien im Folgenden skizziert.

Zur Darstellung einer Fläche und der auf ihr gültigen Beziehungen eignet sich vornehmlich die systematische Verwendung krummliniger Koordinaten. Gauß entwickelte so genannte „Fundamentalgrößen erster Ordnung“. Das Krümmungsmaß eines jeden Punktes einer Fläche ist durch die Fundamentalgrößen sowie deren partiellen Ableitungen darstellbar. Gauß beschrieb die Eigenschaften der „geodätischen Linie“. Schließlich beschäftigte sich Gauß mit den „sphärischen Dreiecken“ und dem in diesem Zusammenhang zu registrierenden Winkelüberschuss eines auf einer krummen Fläche gelegenen, aus geodätischen Linien gebildeten Dreiecks von mehr als 180° . In dem Dreieck, das aus den trigonometrischen Punkten Hoher Hagen (bei Dransfeld, westlich Göttingen gelegen), Brocken (im Harz) und Inselsberg (im Thüringer Wald) gebildet wird, beträgt dieser Exzess rund 15 Sekunden.

Die größte Bedeutung von Gauß' „Disquisitiones“ für die geodätische Nachwelt dürfte den ausführlichen und vielseitigen Behandlungen der Theorie der geodätischen Linie zukommen. Mit dieser hatten sich zwar schon mehr als 100 Jahre zuvor Bernoulli, Euler und Clairaut beschäftigt; Gauß aber führte deren Ansätze zur Perfektion, entwickelte bequeme Rechenformeln und legte geeignete Koordinatensysteme auf das Rotationsellipsoid. Gemeinsam mit seinen Zeitgenossen Legendre, Soldner, Bessel und anderen hat Gauß den Anstoß dafür gegeben, dass die zuvor für ellipsoidische Rechnungen meist genutzte Sehne durch die „geodätische“ Linie ersetzt wurde.

Eine Fülle praktischer Anwendungen der in den „Disquisitiones“ niedergelegten Erkenntnisse auf spezielle geodätische Probleme hat Gauß 1843 und 1846 in seinen

beiden Abhandlungen „Untersuchungen über Gegenstände der höheren Geodäsie“ beschrieben. Auch hier wieder ist die Gauß eigene Zurückhaltung und Bescheidenheit zu beobachten, wie der Selbstanzeige zur zweiten Abhandlung zu entnehmen ist: Gauß schreibt, alle diese Untersuchungen seien ihm schon mehr als 30 Jahre zuvor bekannt gewesen und hätten zu seinem Privatgebrauch gedient; zur Veröffentlichung habe er bislang keine besondere Veranlassung gefunden.²

In diesen Abhandlungen sind insbesondere die Ausführungen zur geodätischen Hauptaufgabe von hohem wissenschaftlichen Interesse. Gemeint ist die Übertragung der geografischen Koordinaten eines gegebenen Punktes auf einen anderen mit Hilfe des Azimuts und der Länge der beide Punkte verbindenden geodätischen Linie.

Zeichnete Gauß in der ersten Abhandlung seiner Untersuchungen die Lösung der geodätischen Hauptaufgabe noch für die Kugel auf, so widmete er sich in der zweiten Abhandlung bereits ausschließlich der ellipsoidischen Rechnung, und dies auf zwei voneinander unabhängigen Rechenwegen: zum einen über seine Rechenformeln aus einer konformen Abbildung des Ellipsoids auf die Kugel, zum anderen über Formeln der Potenzreihenentwicklungen aus den Differentialgleichungen der geodätischen Linie auf dem Rotationsellipsoid.

Trotz der Komplexität der Rechengänge hat Gauß es geschickt verstanden, häufig wiederkehrende Rechnungen elegant und ökonomisch zu lösen – ohne dabei die erforderliche Präzision zu vernachlässigen. Gauß war der ideale theoretisch forschende und praktizierende Geodät in einer Person.

Abbildung der Erdoberfläche in die Ebene

Lange bevor Gauß die Aufgabe der Gradmessung in Hannover zugewiesen bekam, hatte er bereits Überlegungen zur zweckmäßigen Koordination der Dreieckspunkte angestellt. Die geografischen Koordinaten allein genügten ihm dafür nicht. Gauß und Soldner (in Bayern) wussten anscheinend nichts von den jeweiligen Erkenntnissen des anderen, als sie parallel an der Lösung des Problems arbeiteten. Fest steht indes, dass Gauß bereits im Jahre 1800 dem Oberst von Lecoq die Formeln für die Berechnung seiner Koordinaten aus Strecke und Richtungswinkel nennen konnte. Seit 1815 arbeitete Gauß an einer „konformen“ Abbildung der Dreieckspunkte auf die Ebene. Die Bezeichnung „konform“ für Abbildungen, die dem Urbild in den kleinsten Teilen ähnlich sind, benutzte Gauß allerdings erst 1843 in der ersten Abhandlung seiner „Untersuchungen über Gegenstände der höheren Geodäsie“.

Die Geschichte der konformen Abbildungen selbst ist gut 2000 Jahre alt. Hipparch hat um 160 v. Chr. eine erste solche Zuordnung angegeben, nämlich die stereografi-

2 Göttinger Gelehrte Anzeigen vom 26. 2. 1821 (Lit.-Verz. 2, S. 190).

sche Projektion. In allgemeiner Form haben Lambert (1772), präziser Euler (1775) und im Hinblick auf eine universelle Anwendbarkeit Lagrange (1779) diese Abbildung der Kugel auf die Ebene dargelegt.

Gauß machte im Jahre 1825 erneut in der gesamten Fachwelt auf sich aufmerksam, als er sich – von Schumacher und der Kopenhagener Sozietät der Wissenschaften veranlasst – an einer Preisaufgabe beteiligte, die in den „Astronomischen Abhandlungen“ ausgeschrieben war, und diese gewann. Es galt, folgende Aufgabe zu lösen: „allgemein eine gegebene Fläche so auf einer anderen (gegebenen) abzubilden, dass das Bild dem Original in den kleinsten Teilen ähnlich werde“.

Gauß' Lösungssystem bestach durch seine Eleganz in der Darstellung und durch die Erweiterung der Lösungen auf beliebige Flächen.

Unter Gauß' konformen Abbildungen des Ellipsoids auf die Ebene hat die als „Gauß-Krüger'sche Projektion“ bekannte Abbildung die größte Verbreitung gefunden. Dabei wird der Hauptmeridian längentreu und geradlinig abgebildet und als Abzissenachse des ebenen Systems gewählt. Sie ist von Gauß für die Koordinierung der Hannoverschen Landesvermessung (1828–1844) benutzt worden.

Das Verdienst, die erste geschlossene Darstellung der Gauß'schen Abbildung gegeben und die Gauß'schen Formeln erweitert zu haben, gebührt Oskar Schreiber. Dieser schlug 1866 in seiner „Theorie der Projektionsmethode der Hannoverschen Landesvermessung“ zugleich neue, für die allgemeine praktische Verwendung sehr geeignete Rechenverfahren vor.³ Schließlich hat Louis Krüger – aufbauend auf Gauß – die Abbildungsgleichungen von neuem abgeleitet, sie weiter entwickelt und die Eigenschaften der Abbildung auf umfassende Weise untersucht.⁴

Die Geodäten in aller Welt sind sich heute einig: Diese konforme Abbildung und die Erkenntnis des besonderen Wertes der Gauß'schen Koordinaten haben sich als optimale Lösung durchgesetzt, auch wenn die Tendenz – anders als bei der von Gauß gewählten Streifenbreite von 3° – zum 6° breiten Meridianstreifen geht, d. h. zu Streifen, deren Grenzmeridiane einen Längenunterschied $\pm 3^\circ$ gegen den Hauptmeridian haben (etwa das UTM-System).

Festzuhalten bleibt: Die Gauß-Krüger'sche Projektion ist heute die in der Geodäsie weltweit am häufigsten verwendete Abbildung.

Erdmessung

Bereits in seiner Jugend hat Gauß die Bestimmung von Figur und Größe der Erde beschäftigt. 1799 schickte er an von Zach eine Notiz, als er von der Breitengradmessung zwischen Dünkirchen und Barcelona erfahren hatte. Später, im Jahre 1813,

3 Lit.-Verz. 4.

4 Lit.-Verz. 5.

hat Gauß im Anschluss an ähnliche Erdmessungsarbeiten von Lagrange, Legendre und Laplace seine potentialtheoretischen Untersuchungen über homogene Ellipsoide veröffentlicht, die sich durch besondere Eleganz der Darstellung auszeichnen und in denen er u. a. den berühmten, später nach ihm benannten Integralsatz über die Umwandlung eines Raumintegrals in ein Flächenintegral ableitete – in seiner „*Theoria attractionis corporum spaeroidicorum ellipticorum homogeneorum methodo nova tractata*“ („Die Theorie der Anziehung sphäroider elliptischer homogener Körper, nach einer neuen Methode behandelt“).⁵

Doch kehren wir in das beginnende 19. Jahrhundert zurück. Der Fachwelt lag bereits eine ganze Reihe von Gradmessungen zur Bestimmung der großen Halbachse und der Abplattung des Ellipsoids vor, so auch die von französischen Wissenschaftlern ausgeführten Messungen in Peru und in Lappland. Jede weitere Messung ermöglichte es, präzisere Aussagen über die Dimensionen des Erdkörpers zu treffen. So nahm Gauß, als Schumacher ihm im Jahre 1816 den Plan der dänischen Gradmessung mitteilte und deren Fortsetzung nach Süden durch Hannover anregte, diese Arbeiten freudig auf. In den Jahren von 1821 bis 1823 hat Gauß die Messungen zur Bestimmung des rund zwei Breitengrade umfassenden Gradbogens Göttingen–Altona durchgeführt.

Dabei war sich Gauß stets der Tatsache bewusst, dass kleine isolierte Gradmessungsbögen nur einen „sehr untergeordneten Wert“ haben können. Er hat von Anfang an seinen Hannoverschen Gradmessungsbeitrag als einen Teil der Europäischen Gradmessung begriffen. Sein Ziel war es stets, mit seinen Messungen Anschluss an die Messungen sämtlicher Nachbarländer Hannovers herzustellen. Insofern hat Gauß das vorbereitet, was 1864 mit der ins Leben gerufenen Mitteleuropäischen Gradmessung gelang. Diese wiederum leitete zu der späteren Europäischen Gradmessung in der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik unserer Tage über.

Bereits im 18. Jahrhundert waren Zweifel daran aufgekommen, dass die wirkliche Gestalt der Erde ein Rotationsellipsoid sei. Dennoch war es für die Geodäten zu Gauß' Lebzeiten noch schwer vorstellbar, dass zwischen den astronomisch und den geodätisch bestimmten Breitendifferenzen Unterschiede auftreten können, die die Beobachtungsfehler übersteigen, und dass diese Unterschiede in den Abweichungen der Erdfigur von der ellipsoidischen Gestalt ihre Ursache haben sollten. Dank der Ausführungen Perriers in seiner „*Petite Histoire de la Géodésie*“⁶ wissen wir, dass Méchain, der in den Jahren von 1792 bis 1799 zusammen mit Delambre die berühmte Gradmessung längs des Meridians von Paris zur Bestimmung des Meters als des zehnmillionsten Teils des Erdquadranten ausgeführt hatte, 1804 in der verzweifelten

5 Lit.-Verz. 1, Bd. V.

6 Lit.-Verz. 6.

Situation starb, keine Erklärung für den ihm unerklärlich erscheinenden Widerspruch zwischen dem astronomischen und dem geodätischen Breitenunterschied auf der Linie Barcelona–Montjoux zu haben. Gauß hingegen hat das Wesen und die Bedeutung der Lotabweichungen klar erkannt, die er auf sichtbare Massenunregelmäßigkeiten und auf Dichteunterschiede unterhalb der Erdoberfläche zurückführte. Im Jahre 1828 gab Gauß daraufhin in seinem Werk „Bestimmung des Breitenunterschiedes zwischen den Sternwarten Göttingen und Altona“⁷ erstmalig die zukunftsweisende Definition der mathematischen Erdfigur.

Eine ganze Reihe von Einzelfragen zur Erdmessung ist von Gauß ebenfalls beantwortet worden. So gab er 1853 eine Formel zur Reduktion der astronomisch gemessenen Breite wegen der Höhe des Beobachtungspunktes bekannt, die sich aus der Nichtparallelität der Niveauflächen und der daraus folgenden Krümmung der Lotlinien ergibt. Mit einer derartigen Formel lässt sich selbstverständlich immer nur der normale Teil der Polhöhenänderung erfassen, weil der wahre Verlauf der Lotrichtung im Erdinneren nicht bekannt ist. Gauß wies ferner auf den bedingten Wert der so erhaltenen Reduktion hin.

Sehr verdienstvoll sind außerdem seine klaren Feststellungen über den Begriff der „Höhen“. „Diese Fläche [d. h. das Meeresniveau] ist es, die eine Horizontalfläche heißt, den Punkten dieser Fläche gibt man gleiche Höhe bei, ohne sich im mindesten darum zu bekümmern, ob oder wie viel sie von einem elliptischen Sphäroid abweichen, und die Höhen über dieser Fläche gibt sowohl das Barometer als die trigonometrische Messung an, so dass beide immer miteinander übereinstimmen müssen“.⁸ Gauß setzt dabei in klarer Erkenntnis der Zusammenhänge voraus, dass die Richtung der Schwere sich längs jeder Dreiecksseite „nach dem Gesetz der Stetigkeit“ ändert und dass die Zenitdistanzen gegenseitig gemessen werden. Aus diesem Grund und um die Refraktionseinflüsse möglichst klein zu halten, hat Gauß für die hannoversche Gradmessung so gut wie ausschließlich gegenseitige Zenitdistanzmessungen benutzt.

Gradmessung und Triangulation des Königreiches Hannover

Unmittelbar nach dem Bau seiner Sternwarte in Göttingen und der Entwicklung einer ganzen Reihe theoretischer Ansätze zur Geodäsie wandte sich Gauß der praktischen Geodäsie zu. Dabei konnte er auf ersten geodätischen Messungen in Braunschweig aufbauen, wo er nach Beendigung seines Studiums vorübergehend wieder gewirkt hatte. Gauß' Briefwechsel mit dem preußischen Oberst Lecoq über astronomisch-geodätische Fragen in dessen westfälischer Messkampagne war ein weiterer Ansatz-

7 Lit.-Verz. 1, Bd. IX.

8 Lit.-Verz. 1, Bd. IX, S. 375.

punkt. Gauß selbst führte von 1803 bis 1805 Triangulationsmessungen durch. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die unter Oberst Epailly in Braunschweig durchgeführte französische Militärtriangulation, bei der Gauß die Handhabung der geodätischen Instrumente und deren Verfahrensweisen erlernte.

Die Verbindung zwischen Gauß und Schumacher, der zu dieser Zeit als Astronomie-Professor in Kopenhagen tätig war, ist die Basis der sich anschließenden Gradmessungs- und Triangulationsarbeiten. Schumacher hatte vom dänischen König Friedrich IV. den Auftrag zur Gradmessung zwischen Skagen und Lauenburg, also auf einer Dänemark durchkreuzenden Diagonale, erhalten. Schumacher schlug vor, Gauß möge diese Messungen bis nach Göttingen im Süden fortsetzen, wozu der Hannoverische König Georg IV. am 9. Mai 1820 den Auftrag erteilte.

Wie bekannt, zeigten sich bei diesen geodätischen Messungen im Sichtbarmachen der Eckpunkte der Vermessungsdreiecke besondere Schwierigkeiten. Bereits lange vor der praktischen Winkelmessung hatte Gauß diesbezügliche Überlegungen angestellt. Den entscheidenden Anstoß zur Überwindung dieser Herausforderung hat er auf dem Wilseder Berg erfahren. In den Gauß'schen Aufzeichnungen ist nachzulesen, dass der Zeitpunkt in Hamburg schlecht zu sehen sei, dass aber das westliche von der Sonne beleuchtete Fenster das Pointieren generiere. Diese Erfahrung ist der Anlass zu der von Gauß im Herbst 1820 gemachten Erfindung des Heliotrops gewesen.

Der Heliotrop ist ein Instrument, das aus der Verbindung eines Fernrohres mit zwei kleinen, senkrecht aufeinanderstehenden Planspiegeln besteht. Mit Hilfe des Spiegelsystems lässt sich das Sonnenlicht an einen beliebigen, mehrere Kilometer weit entfernten Punkt schicken. Mit dem Fernrohr kann man den vom reflektierten Sonnenlicht getroffenen Punkt ausmachen. Von diesem Punkt aus erscheint das Heliotroplicht wie ein hell glänzender Stern. Der Gauß'sche Heliotrop war erfunden. Noch heute sind Vermessungsinstrumente in Gebrauch, die auf dem Gauß'schen Konstruktionsprinzip beruhen. Der von 1991 bis zur Einführung des Euro in Deutschland gebräuchliche 10 DM-Schein zeigte dieses Gauß'sche Instrument in millionenfacher Auflage.

Die praktischen Vermessungsarbeiten dauerten von 1821 bis 1825. Sie stellten ein mühseliges Unterfangen dar, wie wir aus Gauß' Berichten wissen. Mannigfache Entbehrungen waren zu erdulden, die Gesundheit wurde schwer geprüft. Dies ist nicht verwunderlich, waren doch die Fortbewegungsmöglichkeiten und die Quartiere schlicht, teils sogar primitiv. Ausgebildetes Fachpersonal war nicht vorhanden, musste also angelernt werden. Die Witterungsverhältnisse waren über weite Phasen für derartige Winkelmessungen denkbar ungünstig. Das Schlagen von Beobachtungsschneisen in bewaldeten Regionen und die Errichtung von Signaltürmen, um von Dreieckspunkt zu Dreieckspunkt überhaupt messen zu können, beschrieb Gauß als besonders schwere Arbeit.

Gauß hat nicht nur selbst gemessen, sondern wertete die Messdaten auch eingehändig aus. Experten bestätigen Gauß' Einschätzung seiner auszuwertenden Daten-

(15) 28

Aus Culpa Witten u. Rückwärtsarbeiten.

B 257.43.3 289.44.84
 268.1.28 239.37.10

9.707055 9.787097 9.990936
 in D. 10.18.15 in D. 25.31 in D. 36.244

D = 999.25.0
 239.24.1

707055	787097	990936
972194	891252	889092
- 174171	591387	689258
679199	679399	679330
2) 679226	679450	679386

179 + 478 = 3 17 + 743
 379 + 418 = 7 - 83 + 104
 370 + 424 = 7 - 34 + 914
 186 + 362 = 7 10 + 179
 296 + 141 = 7. x = -248
 229 + 21 = 15 150
 2. 679226 126
 707055 126
 972194 126
 787097
 679386

9434.5 - 4012
 2630.0 4196.1
 -3064.0 + 46.9
 5712.6 - 776.9
 15380 802.8

936910
 170937 140 + 717
 804987
 914814
 679794 - 318.50 + 104.3
 21262. - 5024.5 + 82.5

22. 1505 160.92.58 - 9246.4 + 1188.6
 2. 856.93.61
 147.27.19

255 13 9. 6. 32
 2222 2-19.7
 8046 71 317863
 8768 10 54214
 9278 60 975367
 101116

Garten
 1. Beobachtungspunkt
 - 185.8 + 456.5
 2. Höhe
 - 174.4 + 452.8

Wendekhorst
 - 3943.2 + 2063.6

Michael
 - 2116.0 + 1889.2

Brennkammer verhoff
 + 737.0 + 2512.1

Bozza verhoff
 + 6871.4 + 3602.1

Kapuzen sp. 1
 + 1225.3 + 966.8
 sp. 2
 +

Auf Culpa
 - 8126.4 + 1188.6 - 8222.4 + 1188.6
 - 34.7 - 2326.7 - 2664.9 + 497.8
 9215.7 7181.5 - 4627.5 - 3029.2
 554283 478451
 944444 710007
 679038 728474
 146.26.7 208° 3' 4"

Abb. 33
 Gauß'sche Ausgleich eines Rückwärtseinschnittes (H 4)

menge: Mehr als eine Million Messdaten müssen es gewesen sein. Auf diese Weise hat Gauß von 1821 bis 1823 eine Gradmessungskette vom Inselsberg (in Thüringen) über Göttingen bis Altona (Hannover) gelegt. Die Errichtung eines solchen Dreiecksnetzes über eine derartig ebene Fläche war vor ihm noch niemanden gelungen.

1825 beendete Gauß seine Messunternehmungen. Ein Unfall – er war mit einem seiner Wagen im Gelände umgestürzt – bildete möglicherweise den Anlass, sich fortan ganz den häuslichen geodätischen Arbeiten zu widmen. Die praktischen Arbeiten zur Vollendung der hannoverschen Triangulation übertrug er anderen Wissenschaftlern. Sein Sohn Joseph, der inzwischen Soldat geworden war, gehörte zu jener Gruppe von Fachleuten, die die Arbeiten fortsetzte. Die Leitung und Koordination des Unternehmens indes lag weiterhin bei Carl Friedrich Gauß.

Diese Vermessungsarbeiten können als epochal gelten. Durch die Kombination von Reichenbach'schen Theodoliten (eines Winkelmessinstruments von bisher nicht gekannter Güte), eines Postaments (eines festen Standpunkts zu ebener Erde) und des Heliotropen (eines weithin sichtbaren Zielpunktes) wurde mit verhältnismäßig geringen Kosten eine bis dahin nicht gekannte Exaktheit der Messungen erreicht. Die Anwendung der Ausgleichsrechnung ermöglichte eine von inneren Widersprüchen und von aller Willkür befreite Berechnung, während die Darstellung der Ergebnisse in der konformen Projektion dem Vorhaben ein Höchstmaß sowohl an wissenschaftlicher Strenge als auch an Leichtigkeit in der praktischen Anwendung verlieh.

Auch wenn von diesen Gauß'schen Arbeiten nur noch wenige Spuren im Gelände erhalten sind, bleiben sie in der Vermessungsgeschichte unvergänglich – wie alle wissenschaftlichen geodätischen Leistungen dieses Gelehrten.

Gauß' Leistungen beeindrucken umso mehr, als er über keine nennenswerten personellen und finanziellen Mittel verfügte. Er hat die praktischen geodätischen Arbeiten mit nur wenigen Mitarbeitern in unendlicher Kleinarbeit, in einer Vielzahl von Einzelforschungen und Untersuchungen durchgeführt. Er selbst hat vier Jahre lang schwere körperliche Strapazen bei der Beobachtung seines Netzes auf sich genommen. Gauß' charakteristische Sparsamkeit hat dazu geführt, dass die Kosten für seine Triangulation – gemessen am Aufwand für vergleichbare Arbeiten – sehr gering ausfielen. Der bisweilen geäußerte Einwand, Gauß könne durch seine praktischen Vermessungsarbeiten Schaffenszeit für weitere wissenschaftliche Erkenntnisse vertan haben, findet in der Fachwelt keine Resonanz. Gauß' Lebenswerk umfasst sowohl seine wissenschaftlichen Leistungen als auch die in der Praxis erzielten Erfolge. Durch das Zusammenwirken beider Schaffensbereiche wurde Gauß zum vielseitigsten Wissenschaftler Deutschlands im 19. Jahrhundert.

Literaturverzeichnis

1. Gauß, Carl Friedrich: Werke, hrsg. von der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen.
2. Gauß, Carl Friedrich: Abhandlungen zur Methode der kleinsten Quadrate, in deutscher Sprache herausgegeben von A. Börsch und P. Simon, Berlin 1887.
3. Säckel, P.: C. F. Gauß als Geometer, in: Nachrichten von der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathem.-physik. Klasse 1917, Beiheft, Berlin 1917, S. 24.
4. Schreiber, O.: Theorie der Projektionsmethode der Hannoverschen Landesvermessung, Hannover 1866.
5. Krüger, L.: Konforme Abbildung des Erdellipsoids in der Ebene, (Veröff. d. Kgl. Preuß. Geod. Inst., N.F. Nr. 52), Potsdam 1912.
6. Perrier, G.: Petite Histoire de la Géodésie, Paris 1939; (deutsche Übersetzung von E. Gigas u.d.T.: Kurze Geschichte der Geodäsie, (Veröff. d. Inst. für Erdmessung, Bd. 2), Bamberg 1950).
7. Ambronn: Der zwölfzöllige Theodolit, welchen Gauß bei seinen Messungen zur hannoverschen Triangulation in den Jahren 1822 und 1823 benutzt hat, in: Zeitschrift für Vermessungswesen 1900, S. 177–180.
8. Dittmer: Das Heliotrop, ein neues Instrument, erfunden von Hofrat Gauß zu Göttingen, in: Hannoversches Magazin 1822, S. 500.
9. Gäde: Beiträge zur Kenntnis von Gauß' praktischen-geodätischen Arbeiten, Zeitschrift für Vermessungswesen 1885, S. 113.
10. Hammer: Zur Geschichte des Heliotrops, in: Zeitschrift für Vermessungswesen 1897, S. 201.
11. Le Coq, v.: Über die trigonometrische Aufnahme in Westphalen, in: Monatl. Correspondenz 1803, S. 68–81, 136–158, 197–207, 321–331.
12. Mahnkopf: Niedersachsen in der Geodäsie [Gauß, Schreiber, Jordan, Krüger], in: Zeitschrift für Vermessungswesen 1932, S. 23.
13. Schur, W.: Festlegung des südlichen Endpunktes der Gaußschen Gradmessung auf der Sternwarte in Göttingen, in: Astronomische Nachrichten, 118 (1888), S. 93–94.
14. Spehr, F.: Die von Prof. Dr. W. Spehr im Jahre 1829 unternommene Triangulation des Herzogtums Braunschweig, in: Braunschweiger Magazin 1868, S. 33.
15. C. F. Gauß und die Landesvermessung in Niedersachsen, hrsg. von der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, Hannover 1955.
16. Reich, Karin: Carl Friedrich Gauß 1777–1855, Fachseminar Mathematik, Vermessungsarbeiten im Gelände.
17. Mark, Heinrich: Carl Friedrich Gauß und Braunschweig, Ein Gedenkblatt zu seinem 150. Geburtstage.

Exponate H

H 1 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Wilhelm Olbers. Braunschweig, 8. April 1803.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B Olbers, Nr. 29

In diesem Brief berichtet Gauß über seine frühen Arbeiten an Triangulationsnetzen, die er bei Winkelmessungen mit dem Sextanten in der Gegend um Braunschweig anlegte. Die Genauigkeit faszinierte ihn so, dass er den Plan äußerte, „einst das ganze Land mit einem Dreiecksnetz zu beziehen, wozu meine jetzigen Messungen nur eine Vorübung sind.“

H 2 Carl Friedrich Gauß:

Feldbuchblatt.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Geod. 3, Bl. 1r.

In diesem Feldbuchblatt verzeichnet Gauß auch den Namen „Jeannett Osthoff“ (Johanna Osthoff), seiner späteren Frau. Er lernte sie offenbar bei Messungen in der Nähe des späteren Braunschweiger Bahnhofs kennen.

H 3 Carl Friedrich Gauß:

Ausgleichung eines Vorwärtsabschnitts [Faksimile].

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Geod. 1, Bl. 15v.

Der Vorwärtsabschnitt ist ein aufwändiges Verfahren, bei dem ein neu zu bestimmender Punkt von zwei oder mehr Standpunkten aus angepeilt wird. Der Horizontal- und der Vertikalwinkel, unter dem der neue Punkt gesehen wird, lassen eine Berechnung aus den gegebenen Koordinaten zu. Zur Anpassung an die Messergebnisse verwendete Gauß die Methode der kleinsten Quadrate.

H 4 Carl Friedrich Gauß:

Ausgleichung eines Rückwärtseinschnitts.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Geod. 1, Bl. 15r.

Gauß hat hunderte von Berechnungen eigenhändig vorgenommen. Beim Rückwärtseinschnitt werden die Koordinaten eines neuen Punktes bestimmt, indem man von diesem Punkt aus drei gegebene Punkte anvisiert und die Winkel, unter denen die Punkte gesehen werden, zur weiteren Berechnung einsetzt.

H 5 Vizeheliotrop (Sextant Nr. 420 von Edward Troughton).

Messing, Glas, Gold, in Mahagonikasten, 31 x 31 x 15 cm (vor 1801)

Mit eigenhändiger Beschriftung: „Eigenthum des Hofraths Gauss“

Universität Göttingen, Erstes Physikalisches Institut: H 161

Für seine Winkelmessungen benutzte Gauß den 1788 von dem Gründungsmitglied



Abb. 34
Vizeheliotrop (Sextant Nr. 420 von Edward Troughton) (H 5)

der Royal Astronomical Society Edward Troughton (1753–1835) entwickelten zehnzölligen Sextanten, den er später, mit einem zusätzlichen Spiegel versehen, als Vizeheliotrop bezeichnete.

H 6 Heinrich Christian Schumacher:

Brief an Carl Friedrich Gauß. Kopenhagen, 8. Juni 1816.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe A: Schumacher, Nr. 45

In diesem Brief berichtet Schumacher: „Der König hat mir die nöthigen Fonds zu einer Gradmessung von Skagen bis Lauenburg ($4\frac{1}{3}^\circ$ der Breite) und eine Längengradmessung von Kopenhagen bis zur Westküste von Jütland ($4\frac{2}{3}$ Längengrade) bewilligt.“ Gauß nahm diesen Brief zum Anlass, dem Minister für hannoversche Angelegenheiten in London die Gradmessung zwischen den Sternwarten von Göttingen und Altona vorzuschlagen.

H 7 Kabinettsorder des Königs Georg IV., Carlton House, 9. Mai 1820.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Geod. 172, Bl. 21

Mit diesem Schreiben ordnete König Georg IV. den Beginn der Gradmessung im Königreich Hannover an.

H 8 Breithaupt'scher Theodolit.

Messing, 19 x 17 cm, Rohr: 25 cm

Universität Göttingen, Institut für Geographie: Z 2

Der Theodolit, ein Winkelmessgerät, diente Heinrich Christian Schumacher, Gauß und Christian Ludwig Gerling als grundlegendes Instrument der Landesvermessung. Er besteht aus einem Fernrohr, das in horizontaler und vertikaler Richtung geschwenkt werden kann; die Winkel werden an zwei Skalen abgelesen.

H 9 Heliotrop zweiter Bauart.

Messing, 70 x 60 x 60 cm

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Der Heliotrop ist ein von Gauß um 1820 erfundenes Instrument, auf das er besonders stolz war. Heliotrope dienen dazu, das Sonnenlicht mittels geeigneter Spiegelanordnung in jede gewünschte Richtung umzulenken, die man mit dem Fernrohr angepeilt hat. Von dem angepeilten Punkt aus sieht man dann mit einem Theodoliten das im Heliotrop reflektierte Sonnenlicht als hellen Fleck. Der Heliotrop zweiter Bauart ist die endgültig gewählte Form des Heliotropen, die auf Verbesserungen des Gauß'schen Heliotropen erster Bauart beruht.

H 10 Michael Reichel:

Dreieckspunkt Inselsberg.

Photographie, 22 x 31 cm

Privatbesitz Dr. A. Wittmann, Göttingen

Die Luftaufnahme aus dem Jahr 2004 zeigt den 920 m hohen Inselsberg in Thüringen. Er ist einer der Eckpunkte des großen Dreiecks Brocken–Hoher Hagen–Inselsberg, das Gauß und seine Mitarbeiter von 1821 bis 1823 vermessen haben.

H 11 Carl Friedrich Gauß:

Netzskizze der Gradmessung von Göttingen nach Hamburg.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Geod. 34, Bl. 1

An der hohen Anzahl der Messpunkte lassen sich die Schwierigkeiten ablesen, die bei der Triangulation der Lüneburger Heide zu überwinden waren.

H 12 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Wilhelm Olbers. Göttingen, 25. März 1822.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Olbers, Nr. 212

Gauß bezog bereits extraterrestrische Verbindungen in seine Überlegungen ein. In diesem Brief äußert er den Gedanken einer Heliotropenverbindung zum Mond. 150 Jahre nach seinem Tod ist der Mond in den von der Erde messbaren Bereich einbezogen.

H 13 Kiste mit den Ergebnissen der Gauß'schen Landesvermessung.

Holz, H 20 cm, B 36,5 cm, T 25,5 cm

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Geod. 177

Nach Abschluss der Grad- und Landesvermessung wurden die Daten und Berechnungen unter Aufsicht von Carl Wolfgang Benjamin Goldschmidt abgeschrieben und am 15. März 1848 an das hannoversche Innenministerium gesandt. Von dort gelangte die Kiste mit 35 Heften Messungsjournalen, sechs Heften Abrissen und dem Koordinatenverzeichnis 1866 nach Berlin zur Preußischen Landesaufnahme. Anlässlich der Edition von Gauß' Werken wurde sie nach Göttingen ausgeliehen und konnte erhalten werden.

H 14 K. Michof:

Der Gaußturm auf dem Hohen Hagen.

Öl auf Spanplatte (1961), gerahmt, 46,5 x 58 cm

Gauß-Gesellschaft e.V. Göttingen

Das Gemälde zeigt den am 31. Juli 1911 eingeweihten, zum Gedenken an Gauß auf dem Hohen Hagen bei Dransfeld errichteten Gaußturm. Dieser Turm brach am 14. November 1963 infolge des Basaltabbaus in sich zusammen und wurde später durch den – an einer etwas anderen Stelle errichteten – modernen Gaußturm ersetzt. Das Werk ist ein Geschenk des Verschönerungsvereins Dransfeld an die Gauß-Gesellschaft zu deren Gründung am 17. Mai 1962.

PHYSIK UND GEOPHYSIK

Der elektromagnetische Telegraph von Gauß und Weber

Arnulf Timm

Im Jahre 1833 nahmen Carl Friedrich Gauß und Wilhelm Eduard Weber in Göttingen den ersten elektromagnetischen Telegraphen in Betrieb und übertrugen erstmalig Signale und Nachrichten auf elektromagnetischem Wege. Die über einen Kilometer lange Telegraphenleitung führte vom Physikalischen Kabinett über die Dächer und Türme Göttingens zur Sternwarte. Weber und Gauß waren damit Pioniere einer Technologie, die gemeinsam mit dem aufkommenden Eisenbahnwesen zu wesentlichen Veränderungen des Verkehrs- und Wirtschaftslebens im 19. Jahrhundert führte.

Das Zusammentreffen von Gauß und Weber

Auf Einladung von Alexander von Humboldt (1769–1859) nahm Carl Friedrich Gauß (1777–1855) vom 14. September bis zum 3. Oktober 1828 an der 7. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin teil und lernte dort Wilhelm Eduard Weber (geboren 24. Oktober 1804 in Wittenberg, gestorben 23. Juni 1891 in Göttingen) kennen. Die Beiträge Webers auf dieser Versammlung beeindruckten Gauß, und er setzte sich dafür ein, dass der Lehrstuhl für Physik an der Universität Göttingen, der durch den Tod Tobias Mayers im November 1830 vakant geworden war, am 29. April 1831 an Wilhelm Weber vergeben wurde. Weber war offensichtlich sehr an einer Zusammenarbeit mit Gauß interessiert, so dass er diesen Ruf bereits am 14. Mai annahm. Zu Fuß legte er die etwa 250 km lange Strecke von Halle über Weimar, Erfurt und Mühlhausen nach Göttingen zurück und kam hier am 12. September 1831 an. Trotz des Altersunterschiedes von 27 Jahren entwickelte sich zwischen Gauß und Weber rasch eine enge wissenschaftliche Zusammenarbeit und eine echte Freundschaft.

Forschungen zum Erdmagnetismus

Wohl auch unter dem Einfluss von A. v. Humboldt wandte sich Gauß „unter vielfachem Beistande von Freund Weber“¹ der Erforschung des Erdmagnetismus zu. We-

1 Brief von Gauß an seinen Schüler, den Marburger Astronomen und Physiker Christian Ludwig Gerling am 2. April 1832; Niedersächsische Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen (SUB): Cod. Ms. Gauß Briefe B: Gerling Nr. 86.

ber stellte Gauß für diese Untersuchungen nicht nur Instrumente des Physikalischen Kabinetts zur Verfügung, sondern führte auch einen großen Teil der Untersuchungen selbst aus. Für die Messung von Veränderungen im Erdmagnetfeld wurden Magnetometer eingesetzt. Ein solches Magnetometer bestand aus einem mehrere Pfund schweren Stabmagneten, an dessen Ende rechtwinklig zur Längsachse ein Spiegel befestigt war und der frei drehbar an einem Seidenfaden hing. Dieser Magnet „nadel“ gegenüber wurde in einem geeigneten Abstand ein Stativ mit Fadenkreuzfernrohr und einer rechtwinklig zur magnetischen Achse angebrachten Skala aufgestellt. Abweichungen der Magnetnadel von der Gleichgewichtslage nach rechts oder links konnten nun in ihrer Größe bestimmt werden, indem man durch das Fernrohr über den Spiegel die Skala ablas. Durch dieses 1826 von Johann Christian Poggendorff (1796–1877) eingeführte Verfahren der Spiegelablesung konnten auch kleine Abweichungen der Magnetnadel von der Ruhelage sehr präzise festgestellt werden.

Um störende Einflüsse auf die Präzision der geomagnetischen Messungen weiter zu minimieren, wurde 1833 im Garten der Sternwarte für Gauß ein sogenanntes „magnetisches Observatorium“² errichtet, bei dessen Bau kein Eisen verwendet wurde und das gegen Zugluft und Erschütterungen besonders abgesichert war. Im Zuge der Messreihen entstand die Notwendigkeit von zeitgleichen Messungen im Physikalischen Kabinett und der Sternwarte und somit auch der Bedarf an einer direkten Kommunikation zwischen den beiden Instituten, die durch einen etwa 15-minütigen Fußweg voneinander getrennt lagen.

Forschungen zum Elektromagnetismus

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts erregten die Entdeckungen auf dem Gebiet der Elektrizität allgemein das Interesse der Physiker.

- Im Jahre 1819 entdeckte Hans Christian Ørstedt (1777–1851) in Kopenhagen die Ablenkung einer Magnetnadel durch einen einfachen stromdurchflossenen Draht.
- 1820 stellte Johann Salomo Christoph Schweigger (1779–1857) eine weit stärkere Ablenkung der Magnetnadel fest, wenn der Draht in einer Schleife um sie geführt wird. Im gleichen Jahr fand J. C. Poggendorff heraus, dass diese Ablenkung noch verstärkt werden konnte, indem man die Anzahl der Drahtschleifen erhöhte. Solche Drahtspulen wurden zu dieser Zeit Multiplikatoren genannt.

2 Das Observatorium befindet sich heute auf dem Gelände des Instituts für Geophysik auf dem Hainberg in Göttingen; die Umsetzung zurück auf das Gelände der Sternwarte ist geplant.



Abb. 35
Wilhelm Weber (J 1)

- Der Nachweis, dass Spannung, Stromstärke und Widerstand in einem gesetzmäßigen Zusammenhang zueinander stehen, gelang Georg Simon Ohm (1787–1854) im Jahre 1827.
- 1831 entdeckte Michael Faraday (1791–1867) die Induktion.

Auch Gauß und Weber beschäftigten sich mit galvanischen Versuchen. Ihr Ziel war es, das Ohm'sche Gesetz zu prüfen und die Widerstandswerte verschiedener Leiter zu ermitteln; es fehlten ihnen aber zunächst noch dafür geeignete präzise Messinstrumente. Sie führten nun die Erkenntnisse Ørstedts, Schweiggers und Poggendorffs mit ihrer eigenen Erfahrung im Bereich des Magnetismus zusammen, umgaben ihre Magnetometer mit Multiplikatorspulen und gestalteten sie so zu hochempfindlichen Galvanometern um. Gauß schreibt darüber an Gerling am 28. Oktober 1832:

„Meine magnetischen Apparate habe ich erst ganz seit Kürze mit dem Galvanismus in Verbindung zu setzen angefangen, ein für mich noch fast ganz neues Feld, wo sich aber eine unabsehbare Aussicht zu neuen Versuchen eröffnet. Sie können sich keine schönere Art zum Messen des galvanischen Stromes denken wie mit meinen Apparaten. Die Ihnen ohne Zweifel bekannten Messungen von Fechner³, von denen mir Weber sagte, daß sie die feinsten bisher gemachten seien, erscheinen hier mir wie grobe Annäherungen.“⁴

Damit waren aber auch, gewissermaßen als Nebenerzeugnis, die technischen Mittel für die Herstellung des elektrischen Nadeltelegraphen gewonnen: Nun ließen sich mittels der Ausschläge einer Magnetnadel in einer Multiplikatorspule Signale erzeugen, die durch willkürlich erzeugte elektrische Stromimpulse hervorgerufen werden konnten. Um diese Signale an einen entfernten Standort übertragen zu können, bedurfte es nur noch einer verbindenden Leitung.

Die Telegraphenleitung

Es ist das historisch und entwicklungstechnisch wichtige Verdienst von Wilhelm Weber, zu diesem Zweck die erste oberirdische Telegraphenleitung über die Dächer und Türme der Stadt angelegt zu haben. Sie wurde von Gauß und Weber zunächst als Galvanische Kette bezeichnet. Gauß schrieb in diesem Zusammenhang am 13. Juni 1833 an Alexander von Humboldt:

„Eine Drahtverbindung zwischen der Sternwarte und dem Physikalischen Cabinet ist eingerichtet; ganze Drahtlänge circa 5000 Fuß. Unser Weber hat das Verdienst, diese Drähte gezogen zu haben (über den Johannisturm und Accouchirhaus) ganz allein. Er hat dabei unbeschreibliche Geduld bewiesen. Fast unzählige Male sind die

3 Gustav Theodor Fechner (1801–1887) war Professor der Physik an der Universität Leipzig.

4 SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Gerling Nr. 92.

Drähte, wenn sie schon ganz oder zum Theil fertig waren, wieder zerrissen (durch Muthwillen oder Zufall). Endlich ist seit einigen Tagen, wie es scheint, die Verbindung sicher hergestellt; statt des frühern feinen Kupferdrahts ist etwas starker Eisendraht (gefirnisset) angewandt.“⁵

Weber selbst erinnert sich noch 1883 in einem Briefentwurf, der vermutlich an den Herausgeber einer Zeitschrift gerichtet war, anlässlich des 50-jährigen Jubiläums der elektromagnetischen Telegraphie an die technischen Schwierigkeiten bei der Einrichtung der Leitung: „Vor 50 Jahren habe ich nicht geahndet, daß der damals aufgezugene Draht nach so langer Zeit noch solche Aufmerksamkeit erwecken würde [...] Dieser Draht war sehr dünn, so daß er beim ersten Stürmen zerriß, jedoch bald durch einen stärkeren und mehr fachgerechten Draht ersetzt wurde.“⁶

Die Leitung aus zwei parallelen Drähten zunächst aus Kupfer, dann aus Eisen ohne Isolierung und durch Bindfaden mechanisch stabilisiert, verlief vom Physikalischen Kabinett über die Universitätsbibliothek (Paulinerkirche), den nördlichen Turm der Johanniskirche, die Universitätsapotheke und das Accouchierhaus⁷ zur Sternwarte, die damals noch vor den Toren der Stadt lag. Die Leitung war mehr als ein Kilometer lang und sie wurde später noch um 60 Meter bis in das Magnetische Observatorium verlängert. Mehrfach wurde die Leitung durch die Witterung beschädigt und musste repariert werden.

Doch Weber hatte nicht nur technische Schwierigkeiten zu überwinden, sondern auch organisatorische. Das Physikalische Kabinett war zu dieser Zeit im Erdgeschoss des Akademischen Museums am Papendiek angesiedelt, in dem auch verschiedene wissenschaftliche Sammlungen von Instituten untergebracht waren. Das Gebäude wurde später im Zuge der Erweiterung der Universitätsbibliothek abgerissen. Heute befindet sich an dieser Stelle der parallel zum Papendiek verlaufende Trakt des Historischen Gebäudes der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek.

Um für seine Leitungsführung günstige Räumlichkeiten im Akademischen Museum zu erhalten, stellte Weber beim Hannoverschen Universitätskuratorium im Februar 1832 den Antrag auf ein Zimmer im mittleren Stockwerk. Das Kuratorium bat die anderen für das Gebäude zuständigen Professoren, den Obermedizinalrat Johann Friedrich Blumenbach (1752–1840), Hofrat Johann Friedrich Ludwig Hausmann (1782–1859) und Hofrat Johann Friedrich Osiander (1787–1855), daraufhin um ihre Stellungnahme. Diese zeigten sich Webers Wunsch gegenüber offenbar wenig aufgeschlossen und überließen es ihrem Assistenten Ernst Friedrich Herbst (1803–1893), einen Kompromiss vorzuschlagen. Daraufhin eröffnete das Kuratorium Weber:

5 SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Humboldt Nr. 1.

6 SUB Göttingen: Cod. Ms. W. E. Weber 31.

7 Im Accouchierhaus (Kurze Geismarstraße, Ecke Hospitalstraße) ist heute das Musikwissenschaftliche Seminar untergebracht.

„daß zur Anstellung der optischen Versuche ihm zwar ein Zimmer im academischen Museo nicht überwiesen werden kann, da keins von den in diesem Gebäude befindlichen Zimmern für jetzt zu entbehren ist. Dagegen kann ein, im mittleren Stockwerk des Musei befindlicher Vorplatz, welcher ziemlich geräumig, sehr hell und bedielt sein soll, [...] von dem Professor Weber zur Anstellung optischer Versuche inskünftige benutzt werden und überlassen Wir daher demselben, hiervon den Umständen nach Gebrauch zu machen.“⁸

Weber wurde also kein Raum zugewiesen, sondern er musste seine Geräte auf dem Flur installieren. In der Korrespondenz wird irrtümlicherweise einige Male „optisch“ statt „elektrisch“ gebraucht, was zeigt, dass Kenntnisse über Elektrizität auch in universitären Kreisen noch nicht allgemein verbreitet waren.

Die Herstellung der Leitung war auch von der Stadtverwaltung nicht unbeachtet geblieben, denn es entwickelte sich – offenbar schon bald nach der Fertigstellung – zwischen Weber und dem Göttinger Magistratsdirektor Ebell ein Briefwechsel, in dem Weber das Spannen der Drähte anzeigte und darum bat, „daß Sie den Polizeibeamten, Nachwächtern usw. gütigst einige Aufmerksamkeit anempfehlen, daß nicht durch Mutwillen ein Schade daran geschieht.“⁹

Ferner versichert er, um aufkeimenden Bedenken zuvorzukommen: „Der Zweck der Sache ist darauf gerichtet, die Kräfte des Galvanismus und Magnetismus so weit sie zu practischen Zwecken irgend einmal dienen könnten, im Großen näher zu untersuchen. Nur Übelwollen oder völlige Unkenntnis können Gerüchte verbreiten, als sei mit dieser Vorrichtung Gefahr irgend einer Art, z.B. bei Gewittern, verbunden.“⁹ Nach dem Austausch mehrerer Briefe wurde Weber nachträglich die Genehmigung für die Drahtinstallation erteilt und erlaubt, „dass Ew. Wohlgeboren behufs dieser Beobachtungen Sich mit einem Gehilfen dann und wann auf dem Turme [der Johanskirche] aufhalten.“⁹

Der Sender

Für ihre ersten Versuche der Kommunikation mittels des Elektromagnetismus benutzten Gauß und Weber als Stromquelle zunächst Volta'sche Säulen, also Kupfer- und Zinkplatten, die in Salzsäure getaucht wurden, im Grundsatz also Batterien. Die durch elektrochemische Vorgänge entstehende Spannung wurde über die Drähte der Galvanischen Kette an den Empfänger geleitet. Durch einen sogenannten Kommutator

8 SUB Göttingen: 4° Cod. Ms. Hist. lit. 112.

9 Briefwechsel zwischen dem Magistrat der Stadt Göttingen und Wilhelm Weber. In: Wilhelm Weber: Herstellung des ersten elektrischen Telegraphen. Göttingen 1833: Schriftstücke. Göttingen (1893).

konnte die Richtung des Stroms umgekehrt und dadurch auch die Richtung des Ausschlags der Magnetnadel nach links oder rechts verändert werden.

Die Volta'schen Elemente verloren rasch ihre Ladung, weshalb Gauß und Weber gezielt auf die von Faraday 1831 entdeckten und für die Telegraphie besser nutzbaren Magnetinduktionsströme umstellten. Gauß berichtet in einem Brief vom 26. August 1835 an Gerling: „In Beziehung auf die magnetogalvanische Telegraphie bin ich vor einigen Wochen auf eine ganz neue Art, die Induktion dazu zu verwenden, gekommen, die sich in der Anwendung ungemein zierlich macht.“¹⁰

Zu diesem Zweck wurde eine mit Kupferdraht gewickelte Spule, deren Drahtenden mit dem Empfänger verbunden waren, über einen kräftigen Magnetstab gestülpt und auf diese Weise ein Induktionsapparat geschaffen. Bei Auf- und Abwärtsbewegungen der Spule entstehen in ihr durch Magnetinduktion kurze Stromstöße je nach Bewegungsrichtung in entgegengesetzter Richtung. Die durch Bewegung der Spule erzeugten Magnetinduktionsströme wurden ebenfalls über einen Kommutator in die Leitung gesandt.

Empfänger

Der Empfangsapparat des Telegraphen ist das zu einem Galvanometer umgestaltete Magnetometer. Es besteht aus einem Holzrahmen mit darauf aufgewickelter Multiplikatorspule, in dessen Innenraum sich ein freischwingend aufgehängter Stabmagnet befindet. An dem Magneten ist ein kleiner Spiegel befestigt. Fließt ein Strom durch die Spule, so wird dort ein Magnetfeld erzeugt, das die im Inneren aufgehängte Magnetnadel aus der Ruhelage ablenkt. Diese Abweichungen, die der Magnetstab je nach Stromrichtung nach links oder rechts ausführte, konnten mittels der Spiegelablesung über Fernrohr und Skala registriert werden.

Die Empfangseinrichtung wurde in den folgenden Jahren weiter verbessert. Ein Problem bestand z.B. anfangs in den Schwingungen der Magnetnadel, die erst langsam wieder zur Ruhe kommen mussten, bevor man einen neuen Impuls senden konnte. Die Aufhängung des Magneten an zwei Fäden (Bifilarmagnetometer) und der Einsatz von Dämpferspulen, welche die Schwingungen durch Rückinduktion bremsten, verbesserten die Anlage zur Übersendung von Nachrichten erheblich. Signale kamen aufgrund der Dämpfung nur noch als deutlich erkennbaren Zuckungen der Nadel an, nicht mehr als Schwingungen.

Zeichengeber und Empfänger erfuhren mit der Zeit mannigfache Veränderungen. Das ist nicht verwunderlich, da es sich primär um wissenschaftliche Geräte handelte, die nach Abschluss von Messreihen umgebaut wurden, mit denen man aber als

10 SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Gerling Nr. 107.

Nebeneffekt auch telegraphisch kommunizieren konnte. Originale aus den Jahren, in denen sie von Gauß und Weber benutzt wurden, existieren daher nicht mehr. Die im 1. Physikalischen Institut und in der Göttinger Sternwarte erhaltenen Apparate sind wahrscheinlich erst nach dem Tode von Gauß, im Falle des Senders möglicherweise erst zur Weltausstellung 1873 in Wien eventuell unter Nutzung alter Teile gebaut worden¹¹. Auch die in verschiedenen Museen in Deutschland ausgestellten Apparate sind Kopien.

Nachrichtenübermittlung

Sowohl bei Weber im Physikalischen Kabinett als auch bei Gauß in der Sternwarte waren je eine Sende- und eine Empfangseinheit aufgestellt und mittels der Telegraphenleitung verbunden. Ein weiterer Empfänger stand im magnetischen Observatorium.

Zuerst wurden um Ostern 1833 Versuche mit einfachen Stromstößen über die Leitung unternommen, aber bereits im Sommer wurden Phrasen ausgetauscht. Die Übermittlung eines Buchstabens hat anfangs – aufgrund der Schwingungsdauer der großen Magnetnadel – etwa eine Minute gedauert, wie ein Brief von Gauß an A. v. Humboldt vom 13. Juni 1833 dokumentiert: „Ich wünsche nämlich zu versuchen, sie [die Telegraphenleitung] zu telegraphischen Zeichen zu gebrauchen, wozu ich mir eine Methode ausgesonnen habe; es leidet keinen Zweifel, dass es gehen wird u. zwar wird mit Einem Apparat Ein Buchstabe weniger als 1 Minute erfordern.“¹²

Wie wir diesem Zitat entnehmen können, hatte Gauß zur Übermittlung von Nachrichten bereits Telegraphiercodes entwickelt, in denen die Buchstaben und Zahlen als Kombinationen von Rechts-Links-Signalen verschlüsselt wurden. Eine der ersten übermittelten Phrasen könnte der Sinnspruch

„Wissen vor Meinen
Sein vor Scheinen“

gewesen sein. Jedenfalls gibt es hierzu eine entsprechende Notiz von Gauß mitsamt dem zugehörigen Telegraphenalphabet, die im Nachlass erhalten geblieben ist.

Über die gelungenen Versuche mit dieser neuen Kommunikationstechnik berichtete Gauß in Briefen an seine Korrespondenzpartner, z.B. an den befreundeten Arzt und Astronomen Heinrich Christian Matthias Olbers (1758–1840) in Bremen am 20. November 1833:

„Wenn ich so tactmäßig an meinen Platten operiere, so wird in sehr kurzer Zeit (z.B. in 1 oder 1 ½ Min.) die Bewegung der Nadel im phys. Kabinett so stark, dass sie an eine Glocke anschlägt, hörbar in einem andern Zimmer. Dies ist jedoch mehr Spie-

11 Beuermann und Görke 1983 S. 46–50, Görke 1983 S. 56–83, Drogge 1983 S. 93–96.

12 SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Humboldt Nr. 1.

lerei. Die Absicht ist, dass die Bewegungen gesehen werden sollen, wo die äußerste Accuratesse erreicht werden kann. Wir haben diese Vorrichtung bereits zu telegraphischen Versuchen gebraucht, die sehr gut mit ganzen Wörtern oder kleinen Phrasen gelungen sind. Diese Art zu telegraphieren hat das Angenehme, dass sie von Wetter und Tageszeit ganz unabhängig ist; jeder, der das Zeichen gibt und der dasselbe empfängt, bleibt in seinem Zimmer, wenn er will bei verschlossenen Fensterläden. Ich bin überzeugt, daß unter Anwendung von hinlänglich starken Drähten auf diese Weise auf Einen Schlag von Göttingen nach Hannover oder von Hannover nach Bremen telegraphiert werden könnte.“¹³

Die erste Erwähnung des Telegrafen von Gauß und Weber in der wissenschaftlichen Literatur ist zu lesen in den „Göttingischen Gelehrten Anzeigen“ vom 9. August 1834.¹⁴

Dass der erste telegraphierte Satz „*Michelmann kömmt*“ gewesen sei und dass der Gehilfe und Bote des Physikalischen Kabinetts Wilhelm Samuel Michelmann (1812–1892) die etwa einen Kilometer lange Strecke von dort bis zur Sternwarte schneller bewältigt habe als das Telegramm, ist wohl eine Legende. Michelmann wurde erst im April 1848 angestellt, also lange nach der Zeit der ersten Versuche.

Verbürgt durch Nachrichten von Gauß an Weber, die im Nachlass erhalten sind, ist aber, dass Telegraphierversuche vorher schriftlich mit Uhrzeit für deren Beginn verabredet wurden, um Besuchern die Apparatur vorzuführen und sie zu beeindrucken. Dies zeigt z.B. eine Notiz von Gauß an Weber vom 28. August 7½ Uhr 1835:

„Eine Dame, die gerne unsere Fernwirkungen bewundern möchte und, schon diesen Mittag wieder fortreiset, kommt diesen Vormittag nach Abrede zur Sternwarte. Finden Sie, theuerster Weber, es nicht zu unbescheiden wenn ich Sie bitte, um 10 Uhr einen Galvanischen Strom durch unsere Kette zu lassen? [...] Ein paar Kommutatorwechsel in Zeitintervallen von 43“ würden die Bewunderung wohl noch erhöhen.“¹⁵

Aufgrund von Weiterentwicklungen der Apparate gelang es Gauß und Weber, die Zeichenübertragungsrates auf bis zu 9 Zeichen pro Minute zu erhöhen. Weber schuf auch eine Signaleinrichtung, indem er den Auslösemechanismus eines mechanischen Klingelwerks so neben die Magnethadel platzierte, dass dies ausgelöst wurde, sobald man den Ausschlag durch Aufschaukeln der Nadelschwingungen durch mehrfache, kurz hintereinander gesendete Strompulse derselben Richtung vergrößerte.

13 SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B; Olbers Nr. 324.

14 Göttingische Gelehrte Anzeigen unter Aufsicht der Königl. Sozietät der Wissenschaften, Jahrgang 1834, 128. Stück, 9. August 1834.

15 SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B; Weber Nr. 8.

Erfolgreiche erste Anläufe zur öffentlichen Nutzung der Telegraphie

Gauß und Weber waren sich der Tragweite ihrer Erfindung durchaus bewusst, sahen als Wissenschaftler in der praktischen Weiterentwicklung und der kommerziellen Nutzung allerdings nicht ihre Aufgabe. In einem Brief von Gauß an den Juristen, Astronomen und Direktor der Sternwarte in Altona, Heinrich Christian Schumacher (1780–1850), vom 6. August 1835 heißt es beispielsweise:

„In anderen äußeren Verhältnissen als die meinigen sind, ließen sich wahrscheinlich auch für die Sozietät wichtige und in Augen des großen Haufens glänzende praktische Anwendungen daran knüpfen. Bei einem Budget von 150 RT [Reichstaler] jährlich für Sternwarte und Magnetisches Observatorium zusammen (dies nur im engsten Vertrauen für Sie) lassen sich freilich wahrhaft großartige Versuche nicht anstellen. Könnte man darauf aber Tausende von Thalern wenden, so glaube ich, daß z.B. die Electromagnetische Telegraphie zu einer Vollkommenheit und einem Maaßstabe gebracht werden könnte, wo der die Phantasie fast erschrickt.“¹⁶

Nicht nur Gauß und Weber, sondern auch andere Wissenschaftler beschäftigten sich zu dieser Zeit – angeregt von den Entdeckungen zur Elektrizität und zum Elektromagnetismus – mit der elektromagnetischen Telegraphie. Einer dieser Zeitgenossen war der Wirkliche Staatsrat Baron Pawel Lwowitsch Schilling von Cannstadt (1786–1837), der parallel und unabhängig von Gauß und Weber – angeregt von den elektrochemischen Telegraphieversuchen von Samuel Thomas Sömmering (1755–1830) – Versuche zur Herstellung eines elektromagnetischen Telegraphen unternahm. Das genaue Datum der Herstellung seines ersten Prototyps ist unklar, aber Schilling von Cannstadt zeigte Teile des selbstgebauten Apparates 1832 A. v. Humboldt und stellte ein funktionsfähiges Gerät im September 1835 auf der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Bonn vor. Während der Göttinger Telegraph mit nur einer Nadel und mit 2 Leitungen, später mit nur einer Leitung und der Erde als Rückleitung auskam, setzte Schilling wegen der leichteren Handhabbarkeit und der höheren Übermittlungsgeschwindigkeit auf mehrere Nadeln und auf entsprechend mehr Leitungen.

Auf dem Weg zu der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte 1835 in Bonn stattete Schilling Gauß in Göttingen einen Besuch ab, bei dem die elektromagnetische Telegraphie eingehend besprochen wurde. Aus dem Besuch resultierte weder ein Prioritätenstreit noch Rivalität, sondern man prüfte die Ideen des Anderen mit gegenseitiger Wertschätzung. Gauß schrieb kurz darauf an Schilling von Cannstadt am 11. September 1835:

16 SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Schumacher Nr. 223.

„Mich soll wundern, wo man zuerst die elektromagnetische Telegraphie praktisch und im großen Maßstab ins Leben treten lassen wird. Früher oder später wird dies gewiß geschehen, sobald man nur erst eingesehen haben wird, daß sie sich ohne Vergleich wohlfeiler einrichten lässt als die optische Telegraphie. Die Telegraphie durch Benutzung der Induktion bedarf nur einer einfachen Kette, und ich glaube, daß man es dahin bringen kann, acht bis zehn Buchstaben in der Minute zu transmittieren. [...]

Wo man die größeren Kosten für eine vielfache Kette (nach Ihrer Idee von sieben Strängen) aufwenden mag, wird Ihr Verfahren teils eine noch etwas größere Schnelligkeit, teils eine größere Unabhängigkeit von besonderer Intelligenz an den Employés erreichen können. Doch glaube ich, daß man letztere in einem ziemlich hohen Grade auch bei dem Gebrauch des Induktionsverfahrens durch Anwendung einer Maschine erreichen könnte, für welche ich mir in der letzten Zeit die Hauptmomente bereits ausgedacht habe. Bei mir bleibt dies freilich nur eine Idee, da ich mich auf kostspielige Versuche, die keinen unmittelbaren wissenschaftlichen Zweck haben, nicht einlassen kann.“¹⁷

Gauß und Weber versuchten ab 1835 verstärkt, ihre Erfindung der Öffentlichkeit zukommen zu lassen, in dem sie durch verschiedene Gutachten eine telegraphische Verbindung der Stationen nach Göttinger Vorbild entlang der im Bau befindlichen Eisenbahnlinie Leipzig–Dresden zu verwirklichen suchten. Letztlich entschied das Direktorium der Eisenbahngesellschaft aus Kostengründen gegen das Projekt.

Sie konnten auch den Konservator der Königlich Bayrischen Mathematisch-Physikalischen Staatssammlung und Professor für Mathematik und Physik, Carl August von Steinheil (1801–1870), der im Herbst 1835 in Göttingen weilte, von der elektromagnetischen Telegraphie begeistern. Nach seiner Rückkehr nach München widmete er sich sofort dem Telegraphen und konnte schon am 10. Februar 1836 nach Göttingen berichten: „Einen galvanischen Telegraphen habe ich hier im Kleinen jetzt zu Stande gebracht, und er dient wenigstens zur Erläuterung der Sache, um welche sich bereits hohe Herrschaften interessirt haben.“¹⁸

Steinheil errichtete über 5 km telegraphische Leitungen in München, entdeckte die Rückleitung über die Erde (was die Investitionskosten halbierte und die Betriebssicherheit verdoppelte) und entwickelte 1837 den ersten Telegraphen mit Schreib- und Hörempfang. Aber auch seine Weiterentwicklungen und sein Engagement trugen nicht zur Etablierung des Telegraphenwesens in Deutschland bei – die Zeit war dafür hier noch nicht reif. Trotz der zunächst Aufsehen erregenden Erfolge geriet der Gauß-Weber'sche Telegraph daher in Vergessenheit.

17 Brief von Gauß an Baron Schilling von Cannstadt, vorübergehend in Bonn, am 11. September 1835.

18 SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Steinheil Nr. 2.

Erst zur Weltausstellung in Wien 1873, als sich längst das System von Samuel Finley B. Morse (1791–1872) aus den USA durchgesetzt hatte, wollte man auch auf die deutschen Beiträge verweisen. Die „Kaiserliche General-Direction der Telegraphen“ trat an die Universität Göttingen mit der Bitte heran, die Originalgeräte zur Verfügung zu stellen. Dies führte zur Rekonstruktion der Geräte, wie sie heute in der Sternwarte und im 1. Physikalischen Institut der Universität Göttingen erhalten sind.

Das Ende der Versuche

Nach dem Tod von König Wilhelm IV. von Großbritannien, Irland und Hannover am 20. Juni 1837 kam infolge der Erbfolgeregelung in Hannover König Ernst August auf den Thron. Schon bald darauf erklärte er die von seinem Vorgänger erlassene liberale Verfassung, das Staatsgrundgesetz, für ungültig. In den darauf folgenden politischen Auseinandersetzungen wurde Wilhelm Weber als einer der Göttinger Sieben (neben den Professoren Albrecht, Dahlmann, Ewald, Gervinus, Jacob und Wilhelm Grimm) im Dezember 1837 entlassen.

Anders als Dahlmann, Gervinus und Jacob Grimm, die des Landes verwiesen wurden, konnte Weber zwar in Göttingen bleiben, jedoch kam die praktische Zusammenarbeit mit Gauß zum Erliegen, und dieser wandte sich von der Beschäftigung mit dem Elektromagnetismus ab. Weber blieb zunächst in Göttingen, folgte 1843 einem Ruf auf die Nachfolge des Physikers Fechner nach Leipzig und konnte nach veränderten politischen Verhältnissen 1849 seine alte Professur in Göttingen wieder übernehmen. Den Siegeszug der Telegraphie hat Wilhelm Weber noch erlebt. In seinen weiteren Forschungen wandte er sich jedoch zunächst der Mechanik zu und leistete später fundamentale Beiträge zum Verständnis der Elektrodynamik.

Bestrebungen, das Wirken von Gauß und Weber in Göttingen zu ehren, setzten nach dem Tod Webers 1891 ein. Im Juni 1899 wurde schließlich ein Doppelstandbild in den Wallanlagen am Geismartor feierlich eingeweiht. Gauß (sitzend) und Weber sind trotz ihres Altersunterschiedes von 27 Jahren als etwa gleichaltrig dargestellt. Sie scheinen sich über den elektromagnetischen Telegraphen zu unterhalten, denn Weber stützt sich auf den Zeichengeber und Gauß hält einen (nicht mehr vorhandenen) Draht in der Hand, die zugehörige Spule liegt zu ihren Füßen auf dem Boden.

Das Ende der Göttinger Telegraphenleitung

Die Leitung bestand ungenutzt noch bis 1845 weiter, wenn sie auch nach der Verlegung des Physikalischen Kabinetts in einen Anbau des Michaelishauses an dessen Außenwand vor dem Fenster des ehemaligen Physikalischen Kabinetts endete und zwischen Accouchierhaus und Sternwarte bereits durch einen Sturm im Herbst 1845 gerissen war. Am 16. Dezember 1845 wurde sie in einem Gewitter vollständig zer-

stört. Gauß schreibt über dieses spektakuläre Ereignis an Schumacher nach Altona am 22. Dezember 1845:

„Der auf den Johannisturm aufgefallene sehr starke Blitzschlag hat sich wahrscheinlich ganz auf diese Drähte verteilt, sie alle zerstört, in teils größere, teils kleinere Stücke zerlegt, Stücke von vier bis fünf Zoll Länge und zahllose Kügelchen wie Mohnkörner, die alle einen prachtvollen Feuerregen gebildet haben. [...] Schaden ist gar nicht geschehen, außer dass einer Dame¹⁹ von herabfallenden glühenden Drahtstücken ein paar Löcher durch den Hut gebrannt sind, aber sehr wahrscheinlich haben die Drähte den Turm geschützt, der gar keine Ableitung darbietet, und, entzündet, bei dem heftigen Sturm vielleicht Bibliothek und Stadt in große Gefahr gebracht haben würde.“²⁰

Literatur

- Feyerabend, Ernst: Der Telegraph von Gauß und Weber im Werden der elektrischen Telegraphie, hrsg. vom Reichspostministerium Berlin, Reichspostdruckerei 1933.
- Drogge, Horst: 150 Jahre elektromagnetische Telegraphie, in: Archiv für deutsche Postgeschichte Heft 2 (1983), S. 73–99.
- Görke, Roland: Der elektromagnetische Telegraph von Gauß und Weber aus dem Jahre 1833, Schriftliche Hausarbeit im Rahmen der fachwissenschaftlichen Prüfung für das Lehramt an Gymnasien, Göttingen 1983.
- Beuermann, Gustav/Görke, Roland: Der elektromagnetische Telegraph von Gauß und Weber aus dem Jahre 1833, in: Mitteilungen Gauss-Gesellschaft e.V. Göttingen, 20/21 (1883/84), S. 44–53.
- Zum Gauß-Weber-Denkmal: <http://www.math.uni-goettingen.de/skraemer/gauss/denkmal.html>.

19 Es handelte sich angeblich um die Gattin des Botanikers August Heinrich Rudolf Grisebach (1814–1879); vergl. Weber, Heinrich: Wilhelm Weber. Eine Lebensskizze, Breslau 1893, S. 35.

20 SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Schumacher Nr. 475.



Abb. 37 Das Gauß-Weber-Denkmal nach seiner Enthüllung am 17. Juni 1899 (J 9)

Exponate J

J 1 Wilhelm Weber.

Lithographie, 20 x 20 cm

SUB Göttingen: Sammlung Voit, 2°-Mappe: Weber

Gauß nahm vom 14. September bis zum 3. Oktober 1828 an der 7. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin teil und lernte dort Wilhelm Eduard Weber (1804-1891) kennen. Die Beiträge Webers auf dieser Versammlung beeindruckten Gauß, und er setzte sich dafür ein, dass der Lehrstuhl für Physik an der Universität Göttingen, der durch den Tod Tobias Mayers im November 1830 vakant geworden war, am 29. April 1831 an Wilhelm Weber vergeben wurde.

J 2 Grundriss von Göttingen.

Stadtplan um 1830, 42 x 29,7 cm [Reproduktion]

Städtisches Museum Göttingen

In diesen Stadtplan von Göttingen ist der Verlauf der Drahtleitung für den elektromechanischen Telegraphen eingezeichnet. Die Leitung bestand zunächst aus zwei parallelen Kupferdrähten, später aus einem Eisendraht ohne Isolierung, der durch Bindfaden mechanisch stabilisiert war. Die Leitung verlief vom Physikalischen Kabinett über die Universitätsbibliothek (Paulinerkirche), den nördlichen Turm der Johanniskirche, die Universitätsapotheke und das Accouchierhaus (Musikwissenschaftliches Seminar) bis zur Sternwarte, die damals noch vor den Toren der Stadt lag.

J 3 Ernst Ludwig Riepenhausen (1762–1840):

Präfectur und Museum zu Göttingen [Faksimile].

Radierung (Stammbuchblatt), 7,9 x 12,9 cm

Städtisches Museum Göttingen: Inv.-Nr. 1904/784-33

Das Physikalische Kabinett befand sich 1833 im Akademischen Museum, in dem zu dieser Zeit auch verschiedene Sammlungen von Universitätsinstituten untergebracht waren. Hier stand einer der beiden von Gauß und Weber benutzten Telegraphen. Im Hintergrund sind die Paulinerkirche (Universitätsbibliothek), links das Michaelishaus und rechts das Grätzelhaus zu sehen. Hinter der Brücke über den Leinekanal erkennen wir den Heyne-Pavillon.

J 4 Gauß-Weber-Telegraph.

Sender auf Dreibein: Höhe 1,23 m, Durchmesser ca. 32 cm). Spulengehäuse (128 x 16,5 x 15 cm) auf Basisplatte (142 x 30 cm). Ablesefernrohr aus Messing (Öffnung 3,8 cm, Brennweite ca. 31 cm) mit aufgesetztem Zentimetermaßstab aus Holz (Länge 102 cm), auf dreibeinigem Eschenholz-Tisch (Durchmesser 46,5 cm)

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Nachbau (1850) des ursprünglich in der Sternwarte und im Magnetischen Observatorium aufgestellten Gauß-Weber-Telegraphen von 1833. Von dem durch Induktion betriebenen Zeichengeber führte eine insgesamt 2,2 km lange Draht-Doppelleitung zum Physikalischen Cabinet in der Göttinger Innenstadt. Als Empfänger diente ein horizontal schwingender Magnetstab in einer Drahtspule, dessen Rechts-Links-Ausschläge infolge der Stromstöße mittels eines Zielfernrohres über einen sich mit dem Magnetstab drehenden Spiegel beobachtet wurden.

J 5 Gauss und Weber telegraphieren. [Vergrößertes Faksimile].

(In: Hermann Gieß: „Die ersten elektromagnetischen Telegraphen: Ein Beitrag zur Geschichte des Fernmeldewesens“, Berlin 1931. In: Archiv für Post und Telegraphie, 1931, S. 270–308).

SUB Göttingen: 4 TECHN III, 3210

Diese vermutlich um 1900 entstandene Abbildung gibt einen Eindruck von dem Verlauf der Telegraphenleitung über den Dächern Göttingens. Links oben bedient Weber den Hebel des modifizierten Signalgebers. Unten rechts sehen wir Gauß am Empfänger; er liest die Richtung der Ausschläge der Magnetnadel am Spiegel ab.

J 6 Carl Friedrich Gauß:
Telegraphenalphabet.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Physik 6, Bl. 1v. und 2r.

Von Gauß entworfenes Telegraphenalphabet. Kombinationen der Ausschläge der Magnetnadel des Empfängers nach links (+) bzw. rechts (–) wurden den einzelnen Buchstaben zugeordnet.

Als Test wurde möglicherweise der von Gauß notierte Sinnspruch „Wissen vor Meinen, Sein vor Scheinen“ gesendet. Dafür benötigten Gauß und Weber nach der Notiz auf dem Blatt „30 Buchstaben, 4 ½ Minuten“.

J 7 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Wilhelm Olbers. Göttingen, 20. November 1833.

SUB Göttingen: Cod. Ms Gauß Briefe B: Olbers, Nr. 324

In diesem Brief berichtet Gauß seinem Freund, dem Arzt und Astronomen Heinrich Christian Matthias Olbers (1758–1840) in Bremen, von den ersten erfolgreichen Versuchen zur elektromagnetischen Telegraphie: „Wir haben diese Vorrichtung bereits zu telegraphischen Versuchen gebraucht, die sehr gut mit ganzen Wörtern oder kleinen Phrasen gelungen sind. Diese Art zu telegraphieren hat das Angenehme, dass sie von Wetter und Tageszeit ganz unabhängig ist; jeder, der das Zeichen gibt und der dasselbe empfängt, bleibt in seinem Zimmer, wenn er will bei verschlossenen Fensterläden.“

J 8 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Heinrich Christian Schumacher. Göttingen, 22. Dezember 1845.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Schumacher, Nr. 475

Gauß berichtet dem Astronomen Heinrich Christian Schumacher von dem spektakulären Ende der Telegraphenleitung, bei dem beinahe der Nordturm der Johanniskirche in Brand geraten wäre: „Der auf den Johannisturm aufgefallene sehr starke Blitzschlag hat sich wahrscheinlich ganz auf diese Drähte verteilt, sie alle zerstört, in teils größere, teils kleinere Stücke zerlegt, Stücke von vier bis fünf Zoll Länge und zahllose Kügelchen wie Mohnkörner, die alle einen prachtvollen Feuerregen gebildet haben. [...] Schaden ist gar nicht geschehen, außer dass einer Dame von herabfallenden glühenden Drahtstücken ein paar Löcher durch den Hut gebrannt sind, aber sehr wahrscheinlich haben die Drähte den Turm geschützt, der gar keine Ableitung darbietet, und, entzündet, bei dem heftigen Sturm vielleicht Bibliothek und Stadt in große Gefahr gebracht haben würde.“

J 9 Das Gauß-Weber-Denkmal vor und nach seiner Enthüllung am 17. Juni 1899.

Photographie, Bein & von Leistner (Göttingen), 29,5 x 23,5 cm

SUB Göttingen: Sammlung Voit, Gruppenbilder, 15–16

Am Sonnabend, den 17. Juni 1899, wurde das von dem Bildhauer Ferdinand Hartzler (1838–1906) geschaffene Denkmal eingeweiht. Die Stadt Göttingen war mit zahlreichen Flaggen geschmückt. Das Denkmal selbst war mit vier großen Vorhängen verhüllt. Für die Ehrengäste waren links und rechts des Denkmals zwei blau-weiß gestreifte Zelte aufgestellt. Die Feier begann um 10 Uhr mit dem Eröffnungsmarsch von Beethoven. Dann hielt der Professor für theoretische Physik Woldemar Voigt (1850–1919) die Einweihungsrede. Anschließend wurde das Denkmal enthüllt, und die städtische Musikkapelle spielte die Händel'sche Heldenweise.

J 10 100 Jahre elektromagnetische Telegraphie.

Ansichtskarte, 9 x 14 cm

Privatbesitz Wulf Pförtner, Göttingen

Postkarte anlässlich des 100-jährigen Jubiläums der elektromagnetischen Telegraphie. Abgebildet ist das Gauß-Weber-Denkmal in Göttingen, Zeichengeber und Empfänger. In der Mitte ein Zitat aus dem Brief von Gauß an Olbers vom 20. November 1833.



Abb. 38 100 Jahre elektromagnetische Telegraphie (J 10)

Carl Friedrich Gauß und der Erdmagnetismus*

Nicolaas Rupke

Carl Friedrich Gauß und Alexander von Humboldt

Im Jahre 1840 verfasste der britische Astronom John Herschel (1792–1871), Sohn des aus Hannover stammenden Astronomen William Herschel (1738–1822), für die Rezensionsschrift *Quarterly Review* einen größeren Beitrag über aktuelle Fortschritte auf dem Gebiet des Erdmagnetismus. Vier Publikationen bildeten dabei seine Grundlage: zwei von Carl Friedrich Gauß, eine von Alexander von Humboldt (1769–1859), die einen Brief an den Präsidenten der Royal Society wiedergibt, sowie ein Bericht der Royal Society, der zu stärkerer britischer Beteiligung am „magnetischen Kreuzzug“ („magnetic crusade“) dieser Epoche aufrief.¹ Der Erdmagnetismus war zuvor bereits systematisch erforscht worden, unter anderem in England von Edmond Halley (1656–1743) und von Herschels Zeitgenossen François Arago (1786–1853) in Frankreich und Christopher Hansteen (1784–1873) in Norwegen,² aber in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts, in der Phase seiner globalen Erforschung, waren die führenden Vertreter auf diesem Gebiet tatsächlich Gauß und Humboldt. Letzterer begann, offenbar angeregt durch den französischen Marineoffizier und Wegbereiter des physikalischen Präzisionsmessens Jean-Charles Borda (1733–1799), im Jahre 1797 mit Untersuchungen zum Erdmagnetismus, und auf seiner Forschungsreise durch die Äquatorialregionen Amerikas (1799–1804) führte er vier verschiedene Instrumente zur Messung magnetischer Eigenschaften mit sich: ein Deklinatorium, ein Inklinometer und zwei Magnetometer zur Messung der Stärke des Magnetfeldes.³ Nach Europa zurückgekehrt, berichtete Humboldt von seiner Entdeckung, dass die Intensität des Erdmagnetismus vom magnetischen Äquator der Erde zu den magnetischen Polen hin allmählich zu- und nicht, wie bis dahin behauptet, abnimmt.⁴ In Berlin setzte

* Ich danke Wolfgang Böker für seine Mitarbeit bei der Vorbereitung und Abfassung dieses Essays.

1 [Herschel, John]: Terrestrial magnetism, in: *Quarterly Review*, 66 (1840), S. 271–312.

2 Cawood, John: Terrestrial magnetism and the development of international collaboration in the early nineteenth century, in: *Annals of Science*, 34 (1977), S. 551–587.

3 Seeberger, Max: ‚Die besten Instrumente meiner Zeit‘. Humboldts Liste seiner in Lateinamerika mitgeführten wissenschaftlichen Instrumente, in: Alexander von Humboldt. Netzwerke des Wissens, hrsg. von Frank Holl et al., Berlin/Bonn 1999, S. 58–61.

4 Wohl irrtümlich schreibt Gauß 1832 in seinem Akademiebericht „Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata“ („Die absolute Bestimmung der Intensität

Humboldt in den Jahren 1806 und 1807 seine Beobachtungen fort und bemerkte plötzliche rasche Ausschläge der Magnetnadel, für die er den Begriff „magnetische Stürme“ prägte. Er entwickelte daraufhin den Plan, magnetische Beobachtungen östlich und westlich von Berlin anzustellen, um die geographische Ausdehnung dieser „Stürme“ zu ermitteln. 1828 war Humboldt in Berlin Gastgeber der jährlichen Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte, und er nutzte die Gelegenheit, um die Delegierten aus ganz Europa zur Beteiligung an diesem Magnetismus-Projekt zu ermuntern. Später in eben jenem Jahr wurde ein eisenfreies magnetisches Häuschen im Garten von Abraham Mendelssohn-Bartholdy (1776–1835), dem Vater des Komponisten, errichtet, wo Humboldt und mehrere andere Berliner Naturwissenschaftler die Abweichungen der Magnetnadel beobachteten.⁵ Im folgenden Jahr 1829 reiste Humboldt durch Russland und Sibirien und nahm dabei umfangreiche Messungen zum Magnetismus vor. Er erreichte, dass im Russischen Reich eine Reihe magnetischer Observatorien errichtet wurden, womit eine internationale Zusammenarbeit Gestalt annahm. Sie wurde als „Verein“ bezeichnet und dauerte von 1829 bis 1834.⁶ Humboldt betrachtete die Beiträge zur Erforschung des Erdmagnetismus als eine seiner drei wichtigsten Leistungen neben seiner Erfindung der Isothermen und seinen Arbeiten zur Geographie der Pflanzen.⁷

Sowohl Gauß als auch Humboldt sind für ihre wissenschaftlichen Errungenschaften gepriesen und mit Fürstentiteln bedacht worden: Ersterer wurde als „princeps mathematicorum“ („Fürst unter den Mathematikern“) bezeichnet, letzterer als ein „Monarch der Wissenschaften“. In ihrem Arbeitsstil und ihren Fähigkeiten unterschieden sie sich jedoch stark. In mancher Hinsicht war Gauß der Gegenpol zu Humboldt, da er eine geniale mathematische Begabung besaß, die Humboldt fehlte. Gauß hingegen verfügte kaum oder gar nicht über die für Humboldt charakteristische Reiseleidenschaft und unternahm niemals eine größere Reise, nicht einmal nach Paris, dem

des Erdmagnetismus“), Humboldt habe Daten gesammelt, „aus denen sich die allmähliche Abnahme der Intensität, von dem magnetischen Aequator der Erde nach den magnetischen Polen zu, ergeben habe“, vgl. Gauß, Carl Friedrich: Werke, hrsg. von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, 2. Nachdruckaufl., Hildesheim/New York 1981, Band 5, S. 79–118.

5 Beck, Hanno: Alexander von Humboldt, Band 2, Wiesbaden 1961, S. 87.

6 Honigmann, Peter: Entstehung und Schicksal von Humboldts Magnetischem ‚Verein‘ (1829–1834) im Zusammenhang mit seiner Russlandreise, in: *Annals of Science*, 41 (1984), S. 57–86.

7 Biermann, Kurt-R.: Streiflichter auf geophysikalische Aktivitäten Alexander von Humboldt, in: Biermann, Kurt-R.: *Miscellanea Humboldtiana*, Berlin 1990, S. 95–106, auf S. 95. Vgl. auch Wiedemann, Gustav: *Erdmagnetismus. Einzelne physikalische und chemische Forschungen*, in: Alexander von Humboldt. Eine wissenschaftliche Biographie, hrsg. von Karl Bruhns, Leipzig 1872, Band 3, S. 55–89.

damaligen Zentrum der Naturwissenschaften und der Mathematik, wo Humboldt seine produktivsten Jahre verbrachte.⁸ Eine der seltenen Unterbrechungen dieser „sesshaften“ Lebensweise ließ Gauß 1828 zu, als er auf Drängen Humboldts an der bereits erwähnten Berliner Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte teilnahm. Während seines dreiwöchigen Aufenthalts wohnte Gauß bei Humboldt und nutzte die Gelegenheit zu Experimenten mit dessen magnetischen Instrumenten. Eine weitere Anregung zur Beschäftigung mit dem Magnetismus war der Besuch des Brüsseler Astronomen Lambert-Adolphe-Jacques Quetelet (1796–1874), der zu magnetischen Messungen Europa bereiste und 1829 in Göttingen Station machte. Gauß begann sich dem Problem des Erdmagnetismus etwa um dieselbe Zeit systematisch zu widmen, als Wilhelm Weber (1804–1891) nach Göttingen kam, den er während der Berliner Versammlung kennen gelernt hatte. Weber wurde 1831 mit seiner Unterstützung auf den Göttinger Lehrstuhl für Physik berufen, und damit begann eine Phase fruchtbarer Zusammenarbeit der beiden Männer. Sie endete erst 1843, als Weber, der 1837 als einer der „Göttinger Sieben“ seinen Lehrstuhl an der Georgia Augusta verloren hatte, Professor in Leipzig wurde.⁹

Die Biographen sind sich nicht einig darüber, in welchem Ausmaß Gauß' Beschäftigung mit dem Erdmagnetismus auf Humboldt zurückgeht. Gauß selbst verlegte in einem Brief an Humboldt aus dem Jahr 1833 die Anfänge seines Interesses in eine weit vor ihre Bekanntschaft reichende Zeit, würdigte aber die bedeutende Rolle Humboldts bei der Organisation des Netzes von Beobachtungsstationen:

„Daß die unbedeutenden Versuche, die ich vor 5 Jahren bei Ihnen zu machen das Vergnügen hatte, mich der Beschäftigung mit dem Magnetismus zugewandt hätten, kann ich zwar nicht eigentlich sagen, denn in der That ist mein Verlangen danach so alt, wie meine Beschäftigung mit den exacten Wissenschaften überhaupt, also weit über 40 Jahr; allein ich habe den Fehler, dass ich erst dann recht eifrig mich mit einer Sache beschäftigen mag, wenn mir die Mittel zu einem rechten Eindringen zu Gebote stehen u[nd] daran fehlte es früher. Das freundschaftliche Verhältniss, in welchem ich zu unserm trefflichen Weber stehe, seine ungemein grosse Gefälligkeit, alle Hülfsmittel des Physik[alischen] Cabinets zu meiner Disposition zu stellen und

8 Biermann, Kurt-R.: Zum Verhältnis zwischen Alexander von Humboldt und Carl Friedrich Gauß, in: Biermann (Anm. 7), S. 193–204.

9 Gauß' Biographen haben seinen geomagnetischen Arbeiten nie größere Aufmerksamkeit gewidmet; kurze Darstellungen finden sich jedoch u.a. in: Dunnington, G. Waldo: Carl Friedrich Gauss: Titan of Science, New York 1955, S. 153–162; Bühler, W. K.: Gauss. A Biographical Study, Berlin/Heidelberg/New York 1981, S. 124–130; Michling, Horst: Carl Friedrich Gauß. Aus dem Leben des Princeps Mathematicorum, 2. Aufl., Göttingen 1982, S. 99–114.



Abb. 39
Alexander von Humboldt (K 9)

mich mit seinem eignen Reichthum an praktischen Ideen zu unterstützen, machte mir die ersten Schritte erst möglich, und den ersten Impuls dazu haben doch wieder Sie gegeben, durch einen Brief an Weber, worin Sie (Ende 1831) der unter Ihren Auspicien errichteten Anstalten für Beobachtung der täglichen Variation erwähnten.“¹⁰

Gauß' Beiträge zum Erdmagnetismus

Gauß hat auf drei unterschiedliche, sich überschneidende Weisen zur Erforschung des Erdmagnetismus beigetragen. Erstens lieferte er eine Definition des absoluten Maßes der magnetischen Feldstärke, und zwar in der Abhandlung „*Intensitas vis magneticae terrestis ad mensuram absolutam revocata*“ („Die absolute Bestimmung der Intensität des Erdmagnetismus“), gedruckt 1833, die er 1832 der Göttinger Akademie der Wissenschaften vorlegte.¹¹ Gauß führte die Stärke des Magnetfeldes auf drei grundlegenden Größen – Masse, Länge und Zeit – zurück und war – wie Fachleute auf diesem Gebiet hervorheben – der Erste, der eine nicht-mechanische Größe durch mechanische Grundeinheiten als einen absoluten und nicht als einen relativen Wert festlegen konnte.

Zweitens entwickelte Gauß in Fortführung seiner älteren astronomischen und geodätischen Arbeiten verbesserte Messverfahren, in diesem Falle eine Version des Bifilar-Magnetometers, nach dem Weber später ein konkretes Messinstrument konstruierte. Es hatte eine zehnmal größere Empfindlichkeit als die bis dahin üblichen Magnetometer.¹² Mit der Entwicklung zu Präzisionsmessungen ging das Bedürfnis nach einem neuen magnetischen Laboratorium einher, zu dessen Bau kein Metall verwendet wurde, das die magnetischen Kräfte stören konnte. 1833 wurde im Garten der Sternwarte eine 50 m² große „Hütte“ errichtet. Nach Gauß' Tod um 36 m² vergrößert, wurde sie 1902 auf das Gelände des neu gegründeten Instituts für Geophysik versetzt. Das Gebäude bildete ein langes Rechteck und war genau an einem geographischen Längengrad orientiert. Alle üblicherweise aus Eisen bestehenden Gebäudeteile wurden aus Kupfer gefertigt. Doppeltüren und -fenster verhinderten das Aufkommen eines Luftzugs. Ausgerüstet war das Observatorium mit einem Theodolithen, der auf einer besonderen Basis ruhte, einer astronomischen Uhr und einem Magnetometer. Beobachtet wurden die geomagnetische Deklination und ihre

10 Gauß an Humboldt, 13. Juni 1833, in: Gauß (Anm. 4), Band 12, S. 312–313. Zur Korrespondenz der beiden Männer vgl. Biermann, Kurt-R./Körper, Hans-Günther: Zum wissenschaftlichen Briefwechsel zwischen Carl Friedrich Gauß und Alexander von Humboldt, in: *Forschungen und Fortschritte*, 36(2) (1962), S. 41–44.

11 Gauß (Anm. 4), Band 5, S. 79–118; auch als Separatdruck erschienen (1833).

12 Reich, Karin: *Carl Friedrich Gauß 1777/1977*, München 1977, S. 84.

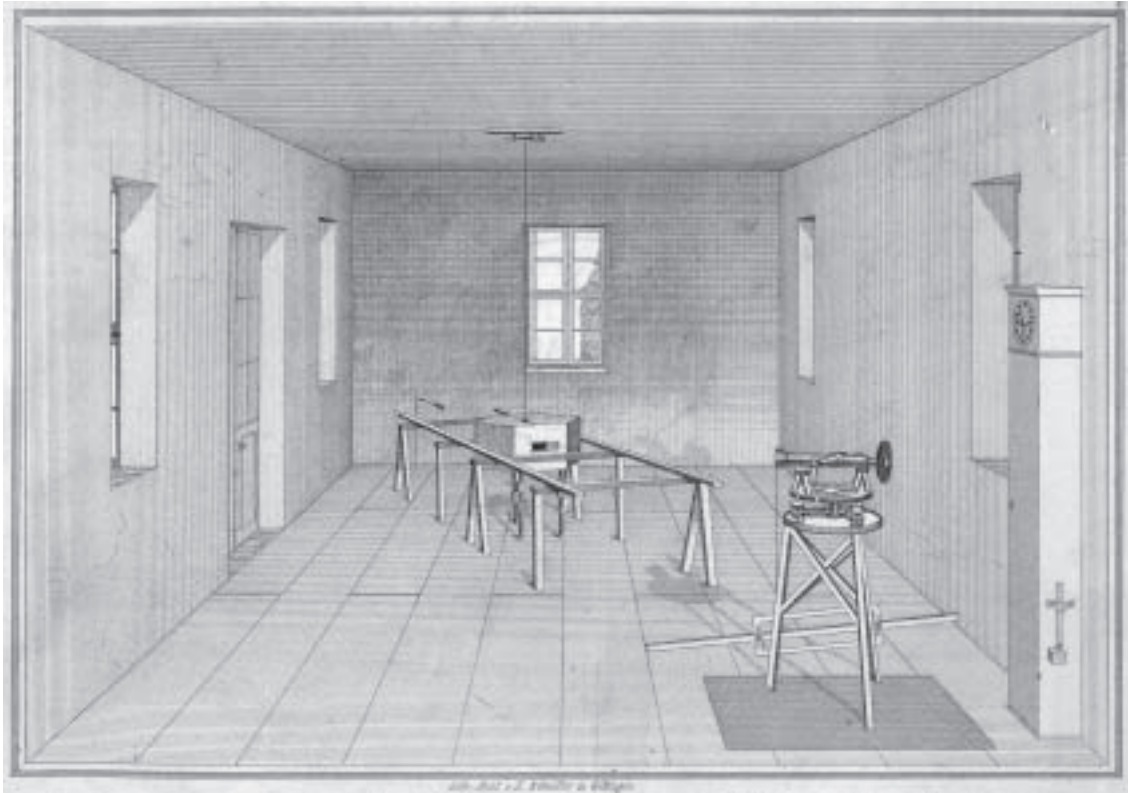


Abb. 40 Blick in das Innere des erdmagnetischen Observatoriums (K 5)

Schwankungen zu verschiedenen Stunden, Monaten und Jahren. Die ersten derartigen Beobachtungen fanden vom 20. bis 21. März 1834 statt.¹³

Diese auf überlegener Mathematik und verbessertem Instrumentarium basierende Forschung von hoher Exaktheit erregte weites Interesse, und sowohl deutsche als auch ausländische Gäste, darunter Hansteen¹⁴ und Hans Christian Ørsted (1777–1851), kamen nach Göttingen, um die dortigen Einrichtungen zu besichtigen.

Damit ist Gauß' dritter Beitrag auf diesem Forschungsgebiet angesprochen, der organisatorischer Art war. Seine Fachkollegen erhielten das von Gauß verbesserte Magnetometer, und 1836 konnte er berichten, dass neben den Göttinger Messungen ähnliche Messungen auch in rund einem Dutzend anderer Orte in ganz Europa durchgeführt wurden. Dieser Umstand ermöglichte die Bildung des sogenannten „Magnetischen Vereins“, der an die Stelle des eher informellen „Vereins“ Humboldts trat. Humboldt half nunmehr bei der Erweiterung dieser von Göttingen ausgehenden Organisation, indem er die britische Regierung dafür gewann, überall im englischen Kolonialreich magnetische Observatorien einzurichten. Im April 1836 schrieb er auf Anregung des britischen Forschungsreisenden und Geophysikers Edward Sabine (1788–1883) an den Herzog von Sussex, den Humboldt aus seinen Göttinger Studienjahren kannte und der inzwischen Präsident der Royal Society geworden war, und drängte auf die Gründung magnetischer Stationen in den überseeischen Besitzungen Englands. Die Royal Society berief eine Kommission ein und befürwortete den Plan in einem Brief, der einen Aufruf zu internationaler Zusammenarbeit zwischen wissenschaftlichen Gesellschaften darstellte:

“This society is here called upon, as a member of a great confederation, to cooperate with several other members, already in active co-operation, for the attainment of an object which ought to be common to all, and to such a call the Royal Society can never be deaf. Those who know best what has been done by co-operation on a well-digested system, and what remains undone in many departments of science for the want of it, can best appreciate the benefits that would accrue to science, by the adoption of the extensive plan of co-operation advocated by M. de Humboldt. Independently of our acquiring a knowledge of the laws which govern the phenomena here proposed to be observed, we ought to look to the effect which the adoption of such a plan may have on other branches of science. The example thus being once set of extensive co-operation in a single department of science, we may anticipate that it

13 Zu der „Hütte“ und ihren Instrumenten vgl. Kärn, Moses: Das erdmagnetische Observatorium in der Scheune. Messungen mit dem originalgetreuen Nachbau eines Magnetometers von Gauß und Weber, in: Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft, 39 (2002), S. 23–52.

14 Zur Bedeutung der Arbeiten Hansteens vgl. Josefowicz, D. G.: Gauss and earth magnetism at Göttingen, in: Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft, 39 (2002), S. 73–86.

would be eagerly adopted in others, where, although our knowledge may be in a much more advanced state than it is regarding the phenomena of terrestrial magnetism, still much remains to be accomplished, which can scarcely be effected by any other means. We might thus hope to see the united efforts of all the scientific societies in Europe directed to the prosecution of inquiry in each department of science, according to the plan of co-operation best adapted for its development."¹⁵

Ein entscheidender Impuls für das Projekt kam von Herschel und der British Association for the Advancement of Science, die 1838 eine Reihe von neun spezifischen Empfehlungen zur Unterstützung der Pläne eines „magnetischen Kreuzzugs“ aussprach¹⁶, was dazu führte, dass die britische Regierung im gesamten Empire Messstationen errichtete. Außerdem finanzierte sie die „Antarctic Magnetic Expedition“, eine Expedition zur See mit zwei Schiffen unter dem Kommando von Captain James Clark Ross (1800–1862), auf der magnetische Beobachtungen auf der Südhalbkugel vorgenommen werden sollten. Zusätzlich gründete die East India Company vier weitere magnetische Observatorien in Madras, Semla (im Himalaya), Singapur und Aden (am Roten Meer). Insgesamt entstanden innerhalb mehrerer Jahre weltweit 53 Stationen in einer internationalen Gemeinschaftsanstrengung, die zahlenmäßig von deutschen, russischen und englischen Observatorien dominiert wurde.¹⁷ Die Erfassung der magnetischen Eigenschaften der Erde in einem kohärenten Datensystem erforderte, in den Worten Herschels, „the assemblage and comparison of observations, made in every region of the globe and extending over long periods of time.“¹⁸ Dadurch wurde die Erforschung des Erdmagnetismus das erste große Projekt einer organisierten internationalen Kooperation, „the most extensive combined scientific operation the world ever witnessed.“¹⁹ Jede Station erhielt das modernste verfügbare Instrumentarium, und die Beobachtungen erfolgten zeitgleich, was durch die Verwendung

15 Christie, S. Hunter/Airy, G. B.: Report upon a letter addressed by M. le Baron de Humboldt to His Royal Highness the President of the Royal Society, and communicated by His Royal Highness to the Council, in: *Proceedings of the Royal Society*, 3 (1836), S. 418–428, auf S. 423.

16 [Herschel] (Anm. 1), S. 294–295. Vgl. auch Cawood, John: *The magnetic crusade: science and politics in early Victorian Britain*, in: *Isis*, 70 (1979), S. 492–518.

17 Vgl. die Weltkarte mit Stationen des Magnetischen Vereins in: Siebert, Manfred: *Gauß als Physiker*, in: *Carl Friedrich Gauss 1777–1855. Ausstellung zum 200. Geburtstag*, hrsg. von der Stadt Göttingen, red. von Jens-Uwe Brinkmann, Göttingen 1977, S. 73–85.

18 [Herschel] (Anm. 1), S. 272.

19 [Herschel] (Anm. 1), S. 277. Allerdings gab es in Frankreich eine geringere Bereitschaft zur Beteiligung an dem von Gauß und Göttingen dominierten Projekt, vgl. Dörries, Matthias: *La standardisation de la balance de torsion dans les projets européens sur le magnétisme terrestre*, in: *Restaging Coulomb: usages, controverses et répliques autour de la balance de torsion*, hrsg. von Christine Blondel und Matthias Dörries, Florenz 1994, S. 121–149.

der Göttinger Zeit als Standard erreicht wurde. Standardisierte Formulare für die Beobachtungsprotokolle wurden von dem Dubliner Physiker Humphrey Lloyd (1800–1881) erarbeitet.²⁰ Gauß und Weber trugen viele der Messergebnisse zusammen und veröffentlichten sie in ihrer Zeitschrift *Resultate aus den Beobachtungen des Magnetischen Vereins*. Zwischen 1837 und 1843 erschienen sechs Ausgaben, die den Beobachtungszeitraum 1836 bis 1841 abdecken. Sie enthalten 15 Beiträge von Gauß, darunter seine überaus wichtige „Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus“ (1839)²¹, 23 Beiträge von Weber und ihren gemeinsamen *Atlas des Erdmagnetismus* (1840) – insgesamt zwei Drittel des Gesamtinhalts.

Humboldtische Verteilungskarten

Gauß-Biographen behandeln die Beschäftigung des Göttinger Wissenschaftlers mit dem Erdmagnetismus traditionell in einem Unterkapitel zu seinen Arbeiten auf dem Gebiet der Physik. Dies verstellt jedoch den Blick auf die Rolle dieser Beiträge in der zeitgenössischen Kultur der Naturwissenschaften. Zu einem erheblichen Teil kann diese Kultur als „humboldtisch“ charakterisiert werden, insofern nämlich, als sie von Humboldts kosmopolitischem Stil geprägt war. Humboldt interessierte sich besonders für die räumliche Verteilung von Naturphänomenen – im Weltraum, auf der Erde, im Innern der Erde und auf ihrer Oberfläche, wobei Flora, Fauna und die menschliche Kultur eingeschlossen waren. Er leistete wichtige Beiträge zur Vegetationsgeographie und zur Meteorologie, und auf seinen Forschungsreisen in Nord-, Mittel- und Südamerika und in Russland maß und dokumentierte er ein weites Spektrum von Umweltparametern.²² Der „Magnetische Verein“ und Sabines „magnetischer Kreuzzug“ brachten reiches Datenmaterial hervor, nicht nur über den Erdmagnetismus, sondern, mit wenig Mehraufwand an Kosten und Mühe, ebenso über meteorologische Erscheinungen; auch die Ozeanographie profitierte davon. Die Ergebnisse wurden in globalen Verteilungskarten umgesetzt, wobei das neue Darstellungsmittel der Isolini-

20 Zu Lloyds Verbindung mit Gauß vgl. auch O'Hara, James G.: Humphrey Lloyd; ambassador of Irish science and technology, in: *Science in Ireland 1800–1930: Tradition and Reform*, hrsg. von John R. Nudds et al., Dublin 1988, S. 124–140. Vgl. außerdem: O'Hara, James Gabriel: Gauss and the Royal Society: the reception of his ideas on magnetism in Britain (1832–1842), in: *Notes and Records of the Royal Society*, 38 (1983), S. 17–78; Wolfram, Bernd: Über das Verhältnis von J. F. W. Herschel, G. B. Airy und E. Sabine zu C. F. Gauß im Spiegel ihrer Briefe, in: *Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft*, 39 (2002), S. 53–72.

21 Gauß (Anm. 4), Band 5, S. 119–193; auch als Separatdruck erschienen.

22 Rupke, Nicolaas: Humboldtian distribution maps: the spatial ordering of scientific knowledge, in: *The Structure of Knowledge. Classifications of Science and Learning since the Renaissance*, hrsg. von Tore Frängsmyr, Berkeley 2001, S. 93–116.

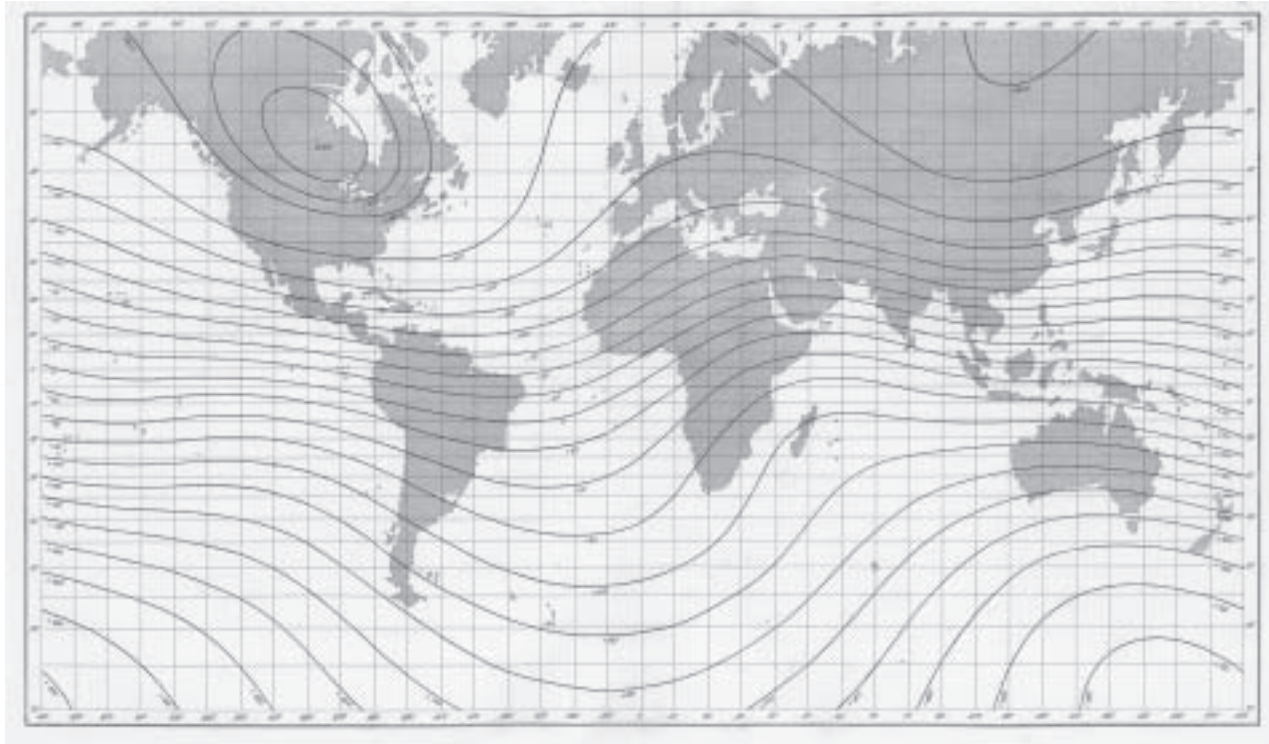


Abb. 41
Atlas des Erdmagnetismus (K 8)

en Verwendung fand. Der Edinburger Physiker und Glaziologe James Forbes (1809–1868) kommentierte: "It is impossible to estimate too highly the value of such graphical methods; at first only technical memories, they become engines of the most subtle discoveries."²³ Die Isolinie wurde wahrscheinlich erstmals von Halley angewandt, der Punkte mit gleicher magnetischer Deklination verband, um sie als Hilfsmittel für die Längenbestimmung auf See zu nutzen. Hansteen verwendete sie ausgiebig in seinem *Magnetischen Atlas gehörig zum Magnetismus der Erde* (1819). In einem Aufsatz von 1817 über die Verteilung der Wärme auf dem Erdball führte Humboldt die Isotherme ein, also eine lineare Verbindung von Punkten gleicher mittlere Temperatur. Der Zustrom magnetischer und meteorologischer Beobachtungsdaten aus der ganzen Welt in den 1830er Jahren führte zu einer regelrechten Isolinien-Manie. Eine Vielzahl von Phänomenen wurde, neben dem Erdmagnetismus, mit Hilfe globaler Isolinienkarten dargestellt: Temperatur, Niederschlag, Gezeitenbewegungen und, eingezeichnet in Isothermenkarten, die Verbreitung von Pflanzen, Tieren, Menschen, menschlichen Krankheiten – sogar von Zivilisationen und geistigen Entwicklungen. Es entstanden Verbreitungsweltkarten mit isogonischen, isoklinischen und isodynamischen Linien. Die berühmteste Sammlung solcher humboldtischer Verteilungskarten war der *Physikalische Atlas* (1845–48; 2. Aufl. 1852; 3. Aufl. 1892) des Kartographen Heinrich Berghaus (1797–1884). Eine überarbeitete englische Fassung gab der Edinburger „geographer in ordinary to the Queen“, Alexander Keith Johnston (1804–1871), heraus. In einer französischen Version wurde der Beitrag von Arago, einem engen Freund Humboldts, zu diesem Gebiet hervorgehoben. Für den Schulgebrauch erschienen vereinfachte Ausgaben, und es gab viele Nachahmungen und Plagiate der Karten sowohl in wissenschaftlichen Lehrbüchern als auch in Enzyklopädien.

Globale Verteilungskarten hatte es auch schon vor dem Erscheinen von Humboldts Amerikanischem Reisewerk mit seinen innovativen Darstellungsformen gegeben; sie stammten unter anderen von dem Göttinger Geschichtspräsidenten Johann Christoph Gatterer (1727–1799) und von E. A. W. Zimmermann (1743–1815), der ein Förderer Gauß' am Braunschweiger Collegium Carolinum gewesen war und zu dessen Buch *Australien und der Grosse Ocean* (1810) Gauß genaue Flächenberechnungen beigetragen hatte.²⁴ Die nunmehr von Gauß und Weber in ihrem *Atlas* von 1840 vorgelegten maßgeblichen Isolinien-Weltkarten über die Verteilung des Erdmagnetismus waren jedoch ein Teil der Literatur des neuen, humboldtischen, an der räumlichen Verteilung von Naturerscheinungen interessierten Wissenschaftsstils, und sie wurden zu

23 [Forbes, J. D.]: Humboldt's Cosmos, in: Quarterly Review, 77 (1845–46), S. 154–191, hier S. 177.

24 Vgl. Gauß, C. F.: Flächeninhalt des grossen Oceans und einiger Länder, in: Gauß (wie Anm. 4), Band 12, S. 108.

einer ihrer tragenden Säulen. Gauß' Beiträge zum Magnetismus sind so betrachtet also keineswegs nur ein faszinierendes Nebenprodukt seiner Arbeit. Vielmehr befand sich Gauß mit ihnen im Zentrum der zeitgenössischen Entwicklung auf dem Gebiet der Naturwissenschaften und übernahm eine führende Rolle in dem damals neuformulierten „humboldtischen“ Forschungsprogramm.²⁵

Tragödie

In der biographischen Literatur über Gauß werden seine Beiträge zum Geomagnetismus gemeinhin nicht nur als Teil seines physikalischen und mathematischen *Oeuvres* beschrieben, sondern auch als Beleg für die außergewöhnliche Breite seiner Interessen und Begabung gesehen – das Sahnehäubchen auf der eigentlichen Torte. Man kann jedoch Gauß' Beteiligung an der Erforschung des Erdmagnetismus auch in einem ganz anderen Licht sehen. Diese Beteiligung lenkt den Blick auf einen Aspekt tragischen Scheiterns in einer ansonsten bemerkenswert erfolgreichen Laufbahn. Der Magnetismus – so glaubte man damals – war das letzte große Geheimnis, das nach Newtons Werk über die Gravitation noch geblieben war. Newton hatte sich die Unsterblichkeit erworben, als er die Mathematik auf die Himmelsmechanik angewandt und in seinen *Principia (Grundsätzen)* gezeigt hatte, dass ein und dieselbe Wirkungskraft – die Gravitation – alle Planetenbewegungen bestimmt. Humboldt und andere führende Naturwissenschaftler spekulierten darüber, dass der Magnetismus in bedeutsamer Weise mit anderen physikalischen Makrophänomenen zusammenhänge. In dieser Annahme wurden sie durch die kurz zuvor entdeckte Verbindung von Magnetismus und Elektrizität bestärkt, die zuerst 1820 von Ørsted beobachtet und die zwischen 1821 und 1831 von Michael Faraday (1791–1867) weiter erforscht wurde. Die Magnetismusforschung versprach daher eine epochale wissenschaftliche Belohnung in Form einer vereinheitlichten Theorie. Schon früh in seiner Karriere hatte Gauß nach Möglichkeiten gestrebt, sein mathematisches Talent auf physikalische Probleme anzuwenden, etwa bei der Berechnung der Bahn des Planetoiden Ceres oder bei seinen geodätischen Arbeiten. Für Gauß war Newton sein wissenschaftlicher Held, der ihn wohl auch bei der Pflege seines eigenen Bildes in der Öffentlichkeit inspirierte.²⁶ Der kurze einleitende Abschnitt zu seinem 1836 erschienenen Aufsatz über „Erdmagnetismus und Magnetometer“ lautet wie folgt: „Zwei grosse Naturkräfte sind auf der Erde allerorten und in jedem Augenblick gegenwärtig: die Schwere und die

25 Dieser Begriff wurde geprägt von Susan F. Cannon in ihrem Buch: *Science in Culture: the Early Victorian Period*, New York 1978, S. 73–110.

26 Schneider, Ivo: *The development of Gauss' image*, in: *Göttingen and the Development of the Natural Sciences*, hrsg. von Nicolaas Rupke, Göttingen 2002, S. 99–107, hier S. 100.

erdmagnetische Kraft.“²⁷ Nur die zweite dieser beiden „grosse[n] Naturkräfte“, in einigen ihrer Auswirkungen „eine Art von Spiegelung der gegenseitigen Einwirkung der Himmelskörper“,²⁸ entbehrte noch einer allgemeinen Theorie und wartete auf ihren Newton. Gauß brachte wiederholt den Erdmagnetismus mit der Newton’schen Planetenwissenschaft in Verbindung, und sein Ziel war es, das systematische Sammeln von Daten zu überwinden und die Beobachtungen auf ein allgemeines Gesetz mit Vorhersagekraft zurückzuführen:

„Vom höhern Standpunkt der Wissenschaft aus betrachtet ist aber diese möglichst vollständige Zusammenstellung der Erscheinungen auf dem Wege der Beobachtung noch nicht das eigentliche Ziel selbst: man hat damit nur ähnliches gethan, wie der Astronom, wenn er z.B. die scheinbare Bahn eines Kometen auf der Himmelskugel beobachtet hat. Man hat nur Bausteine, kein Gebäude, so lange man nicht die verwickelten Erscheinungen Einem Princip unterwürfig gemacht hat. Und wie der Astronom, nachdem das Gestirn sich seinen Augen entzogen hat, sein Hauptgeschäft erst anfängt, gestützt auf das Gravitationsgesetz aus den Beobachtungen die Elemente der wahren Bahn berechnet, und dadurch sogar sich in den Stand setzt, den weitem Lauf mit Sicherheit anzugeben: so soll auch der Physiker sich die Aufgabe stellen, wenigstens in so weit die ungleichartigen und zum Theil weniger günstigen Umstände es verstatten, die die Erscheinungen des Erdmagnetismus hervorbringenden Grundkräfte nach ihrer Wirkungsart und nach ihren Grössenwerthen zu erforschen, die Beobachtungen, so weit sie reichen, diesen Elementen zu unterwerfen, und dadurch selbst wenigstens mit einem gewissen Grade von sicherer Annäherung die Erscheinungen für die Gegenden, wohin die Beobachtung nicht hat dringen können, zu anticipiren.“²⁹

Dieses Ziel blieb – wie Gauß zugab – in weiter Ferne. Gauß kartierte das Magnetfeld der Erde, sammelte Informationen über dessen lokale, globale und zeitliche Schwankungen und Störungen und grenzte damit den Ursprungsort des Erdmagnetismus auf die Oberfläche und das Innere des Planeten ein. Seine „Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus“ war der theoretische Höhepunkt des magnetischen Forschungsfeldzuges in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Dennoch war diese Arbeit in ihrer Reichweite nicht von Newton’scher Dimension. Die Spekulationen über einen bedeutsamen Zusammenhang zwischen Erdmagnetismus und anderen wichtigen irdischen oder planetaren Phänomenen ließen sich nicht bestätigen; ebenso wenig konnte die Ursache des Erdmagnetismus ermittelt oder der zukünftige Verlauf seiner Schwankungen vorhergesagt werden. Es gab nichts, was Gauß’ mathematischer Behandlung des Geomagnetismus an die Seite hätte gestellt werden können;

27 Gauß (Anm. 4), Band 5, S. 315.

28 Gauß (Anm. 4), Band 5, S. 344.

29 Gauß (Anm. 4), Band 5, S. 122.

aber das Problem der erdmagnetischen Kraft erwies sich als in seinen Auswirkungen weitaus weniger fruchtbar, als es dasjenige der Gravitation gewesen war. Das Ergebnis der internationalen Gemeinschaftsanstrengung zur Erforschung des Erdmagnetismus stellte letztlich wenig mehr als eine Dokumentation des Phänomens selbst und die Entwicklung des Instrumentariums und der analytischen Verfahren zu seiner Erforschung dar. So herausragend Gauß' Beiträge zu diesem Unternehmen auch waren, so sind sie in ihren Auswirkungen doch mit den Arbeiten Newtons über die Gravitation nicht zu vergleichen.

Exponate K

K 1 Inklinorium von Robinson (1840).

Metall, 40 x 40 x 20 cm

Universität Göttingen, Institut für Geophysik

Auf der Nordhalbkugel der Erde neigt sich die Nordseite einer Kompassnadel nach unten. Der Winkel dieser Neigung wird als Inklinationwinkel bezeichnet. Ein Inklinorium ist im Prinzip ein Kompass, der für die Messung dieses Winkels um 90° gekippt ist. Die Ursache für die Inklination der Magnetnadel liegt darin, dass die Krümmung des Magnetfeldes der Erde nicht parallel zur Erdoberfläche verläuft. Der Inklinationwinkel ist an verschiedenen Punkten der Erde unterschiedlich groß; in Göttingen beträgt die Inklination ca. 67° .

K 2 Großer Erdinduktor von Wilhelm Weber.

Holz und Metall, 190 x 140 x 60 cm

Universität Göttingen, Institut für Geophysik

Mit dem Erdinduktor wird die Stärke des Erdmagnetfeldes gemessen. Er besteht aus einer kreisförmigen Kupferdrahtspule, die auf einen Rahmen gewickelt ist. Der Rahmen lässt sich mit Hilfe einer Feder schnell um 180° umklappen. Dadurch wird ein Stromstoß erzeugt, dessen Stärke ein Maß für die Stärke des Magnetfeldes ist.

K 3 Abbildung des Bifilar-Magnetometers [Faksimile].

SUB Göttingen: 2 PHYS III, 8908:1837, Tafel 1

Beilage: „Bemerkungen über die Einrichtung und den Gebrauch des Bifilar-Magnetometers.“ In: Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1837. Hrsg. von Carl Friedrich Gauss und Wilhelm Weber. Göttingen 1838. S. 20–37. SUB Göttingen: 8 PHYS III, 8908:1837

Gauß verbesserte das Instrument zur Messung der Intensität des Erdmagnetfeldes erheblich. Sein Bifilar-Magnetometer hatte eine zehnmal größere Empfindlichkeit als das zuvor benutzte Unifilar-Magnetometer und war in der Lage, auch kurzfristige Änderungen in der erdmagnetischen Intensität zu messen. Gauß hoffte, dass den an weit entlegenen Orten der Erde durchgeführten Messungen „bedeutende Fortschritte unserer Kenntnis der wunderbaren Störungen des Erdmagnetismus bald folgen werden.“

K 4 Erdmagnetisches Observatorium.

Photographie, 60 x 50 cm

Universität Göttingen, Institut für Geophysik

1833 ließ Gauß neben der Göttinger Sternwarte ein Observatorium für erdmagnetische Beobachtungen errichten. Das Gebäude wurde 1902 auf das Gelände des neu

gegründeten Instituts für Geophysik auf dem Hainberg versetzt, wo es noch heute steht. Alle Metallteile darin bestehen aus nicht-magnetischen Materialien wie Kupfer und Messing, da Eisen die Messungen stören würde.

K 5 Eduard Ritmüller (1805–1869):

Innenansicht des erdmagnetischen Observatoriums [Faksimile].

In: Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins, 1836.

Lithographie, 18 x 12,5 cm

SUB Göttingen: 2 PHYS III, 8908: 1836, Tafel I

Diese Abbildung zeigt das Innere des erdmagnetischen Observatoriums zu Gauß' Zeit mit einer Versuchsanordnung zur absoluten Messung der Horizontalintensität und der Deklination des erdmagnetischen Feldes. Das Observatorium war mit verschiedenen Instrumenten ausgestattet: einem Theodolithen, der auf einer besonderen Basis ruhte, einer astronomischen Uhr und einem Magnetometer.

K 6 Erdmagnetische Messungen, durchgeführt im Jahre 1841 an diversen Observatorien und Messstationen und zur Auswertung und Veröffentlichung an C. F. Gauß und W. Weber übersandt.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Magnetischer Verein 3: Februar 1841

Zwischen 1836 und 1841 wurden weltweit Messdaten über das Magnetfeld der Erde gesammelt. Bis zu 53 Observatorien machten an verabredeten Tagen alle 5 Minuten nach Göttinger Zeit Ablesungen an ihren Magnetometern und meldeten ihre Messergebnisse nach Göttingen. Organisiert wurde dieses erste globale wissenschaftliche Unternehmen durch den „Göttinger Magnetischen Verein“, in dem Gauß eine zentrale Rolle einnahm.

K 7 Carl Friedrich Gauß:

„Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus.“

In: Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins, 1839.

SUB Göttingen: 8 PHYS III, 8908: 1839, Text

Gauß und Weber veröffentlichten die Untersuchungsergebnisse in ihrer Zeitschrift „Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“. In ihr erschien 1839 auch Gauß' „Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus“. Sie war der theoretische Höhepunkt der Forschungsbemühungen des 19. Jahrhunderts auf dem Gebiet des Geomagnetismus.

K 8 Atlas des Erdmagnetismus nach den Elementen der Theorie entworfen: Supplement zu den Resultaten aus den Beobachtungen des Magnetischen Vereins. Unter Mitwirkung von C. W. B. Weber hrsg. von Carl Friedrich Gauß und Wilhelm Weber. Leipzig 1840.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 838

In einem Atlas zu den „Resultaten aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“ veröffentlichten Gauß und Weber auch die hier gezeigte Weltkarte des Erdmagnetismus. Sie beruht auf Messdaten, die auf der Grundlage standardisierter Messverfahren und zeitgleicher Beobachtungen auf dem gesamten Globus gesammelt worden waren.

K 9 Alex[ander] v[on] Humboldt.

Kupferstich, 9 x 11 cm

SUB Göttingen: Sammlung Voit, Alexander von Humboldt, Nr. 1

Neben Gauß war der Universalgelehrte Alexander von Humboldt (1769–1859) besonders an der Erforschung des Erdmagnetismus interessiert. Er setzte seinen Namen und seine Beziehungen ein, um Regierungen zur Errichtung von Messstationen zu bewegen.

K 10 Alexander von Humboldt:

Brief an Carl Friedrich Gauß. Paretz, 18. Juni 1839.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe A: A. v. Humboldt, Nr. 16

Gauß und Humboldt kannten sich persönlich von einer Begegnung bei der Berliner Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte 1828. Gauß war damals drei Wochen lang in Humboldts Haus zu Gast. In dem hier ausgestellten Brief an Gauß verleiht Humboldt seiner Bewunderung für dessen „Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus“ Ausdruck.

WISSENSCHAFTLICHE INSTRUMENTE UND PRAXIS

Gaußens „geschickter Mechaniker“

Klaus Hentschel

So überragend die wissenschaftlichen Leistungen von Gauß oder Wilhelm Weber auch sind: Gerade ihre experimentelle und metrologische Arbeiten sind nicht denkbar ohne ein Netzwerk von Assistenten, Helfern und vor allem von Instrumentenmachern. Letztere setzten deren Ideen zur Konstruktion neuer wissenschaftlicher Instrumente um und erstellten hochwertige Prototypen, die dann in verbesserter Form in kleinen Serien produziert und an vielen Orten jahrzehntelang verwendet wurden. Eine Aufgabe moderner Wissenschaftsgeschichte muss es sein, auch die weniger bekannten Figuren im Umfeld der großen Meister zu würdigen. Das ist schwierig, da ihre Hinterlassenschaft allzu oft für nicht archivwürdig befunden und vernichtet wurde. Aus einer Vielzahl von Mosaiksteinchen ergibt sich jedoch ein klares Bild des abwechslungsreichen Lebens des wohl wichtigsten Instrumentenmachers von Gauß.¹

Biographische Facetten

Moritz Meyerstein (1808–1882) entstammt einer jüdischen Familie, die bereits seit zwei Generationen in dem kleinen Städtchen Einbeck nicht weit von Göttingen als Schutzjuden Fuß gefasst hatte. Aufgrund der immer wieder zu erneuernden Schutzbriefe sind die Geschicke dieser Großfamilie in Einbeck gut zu rekonstruieren. Moritz war das jüngste von sieben Kindern des Kaufmanns Jacob Elias Meyerstein (1769–1830). Da nur einer von dessen Söhnen seinen Gemischtwarenladen übernehmen konnte, musste er für die übrigen andere berufliche Tätigkeitsfelder finden: Einige der älteren Brüder wurden Kaufleute und Händler an anderen Orten, einer wurde Mediziner, ein anderer Chemiker und Inhaber einer chemischen Fabrik, in der Seife und Farbstoffe hergestellt wurden; für den jüngsten blieb eine für Juden eher seltene, aber immerhin nicht ganz verschlossene Laufbahn als Mechaniker übrig.

1 Außer einem kurzen Nachruf, signiert E. H. in der Central-Zeitung für Optik und Mechanik 3 [1882], S. 241–242, und seiner Erwähnung in Studien von Otto Behrendsen und Adelheid von Saldern über die Entwicklung der Göttinger Feinmechanik gab es zu Meyerstein bislang keine einzige biographische Studie. Eine sehr viel ausführlichere Darstellung wird 2005 in den Abhandlungen der Göttinger Akademie der Wissenschaften erscheinen.

Mit 14 Jahren wurde Moritz Meyerstein in die Werkstatt des Göttinger Mechanikers Johann Philipp Rumpf (1791–1833) gegeben. Nach Beendigung seiner Lehre 1825 arbeitete Meyerstein zunächst bei der auf geodätische Instrumente spezialisierten Firma von Friedrich W. Breithaupt (1780–1855) in Kassel, ferner in Frankfurt und Hannover. Danach strebte er zur Weiterbildung in das berühmte, 1804 von Reichenbach und Utzschneider gegründete ‚Mathematisch-mechanische Institut zu München‘. Begleitend zu der dortigen Tätigkeit, die ihn mit Meridiankreisen und Theodoliten vertraut machte, studierte Meyerstein auch einige Semester an der polytechnischen Schule und im Studienjahr 1830/31 sogar an der Münchener Universität. 1832 wurde er dann nach Stockholm entsandt, um die dortigen Mechaniker im Gebrauch einer Kreistheilmaschine zu unterweisen. In einem Schreiben vom 26. August 1833 wurde Meyerstein von dem besonders an Präzisionswaagen interessierten Chemiker Berzelius und dem Direktor der Stockholmer Sternwarte bescheinigt, „mit unermüdetem Fleiße und steter Aufmerksamkeit“ gearbeitet zu haben, „und daß er so wohl im theoretischen und praktischen gründliche Kenntnisse besitzt“².

Der Tod seines Lehrmeisters Rumpf in Göttingen eröffnete für Meyerstein die Chance, dessen Werkstatt zu übernehmen. Aber bevor es dazu kam, musste Meyerstein nicht nur eine Sicherheitsleistung von immerhin 4000 Reichstalern vorweisen, die ihm von seinem Vater vorgestreckt wurde, sondern auch massive Widerstände seitens der hiesigen Gilden überwinden. Diese argumentierten, dass der Zuzug eines weiteren Mechanikus den Markt übersättigen und zu ihrem und seinem „gänzlichen Ruin“ führen würde. Nur dem couragierten Einsatz eines weitsichtigen Göttinger Senators ist es zu verdanken, dass die Landesregierung abweichend vom Votum des Göttinger Magistrats die Niederlassung im November 1833 mit dem Argument befürwortete, „daß es nicht nur ein Gewinn für die hiesige Stadt, sondern auch für das ganze Land sein wird, wenn ein mit ausgezeichneten Kenntnissen und hinlänglichen Mitteln versehener Mechaniker solche hier anwenden darf.“

Nach erstem Fußfassen in dem neuen Umfeld heiratete Meyerstein 1837 Betty Warburg (1808–87), Tochter eines wohlhabenden Hamburger Kaufmanns, mit dem seine Familie bereits länger in geschäftlicher und privater Verbindung gestanden hatte. Während Meyersteins Heirat am 23. August 1837 noch nach israelitischem Brauche erfolgte und auch seine einzige Tochter Sophie Emilie (1838–94) nach der Geburt nicht getauft wurde, entschloss er sich nur ein Jahr später mitsamt seiner ganzen Familie, zum Christentum zu konvertieren. Vermutlich erfolgte dieser Schritt im Hinblick auf die fünf Jahre nach der Niederlassung in Göttingen mögliche Erteilung des Bürgerrechts, für das die Zugehörigkeit zu einer christlichen Religionsgemeinschaft Bedingung war. Die Taufe von Moritz Meyerstein, seiner Frau und seiner Tochter wur-

2 Universitätsarchiv Göttingen [im Folgenden abgekürzt UAG], Kur., 8 a 9, Anlage Nr. II, Nr. 62.



Abb. 42
Moritz Meyerstein (L 1)

de am 10. September 1838 in Echte bei Northeim von Pastor A. C. Ost vollzogen. Wenig später, am 5. November 1838, erscheint der Name Meyerstein auch in den Bürgeraufnahmen der Stadt Göttingen.

Um dem immer größer werdenden Bedarf nach sachgerechter Instandhaltung und gegebenenfalls Reparatur der Instrumente in der sogenannte Modellkammer der Georgia Augusta entsprechen zu können, war 1819 neben der Stelle des Adjunkten zusätzlich die eines ‚Universitäts-Instrumenteninspectors‘ eingerichtet worden (1827 in die eines ‚Maschineninspectors an der Modellkammer‘ umbenannt), mit der nach Empfehlung durch Gauß zunächst der Mechanikus Rumpf beauftragt wurde. Nach dem plötzlichen Tod Rumpfs im April 1833 wurden dessen Aufgaben acht Jahre lang inoffiziell und unbezahlt von Meyerstein wahrgenommen. Mitte 1841 gelang es ihm dann nach Einholung von Gutachten bei Gauß und einigen seiner Kollegen, mit einem Jahreslohn von 200 Reichsthalern als Maschineninspector der Universität³ angestellt zu werden. Die nach Abstimmung mit Gauß und den anderen Institutsdirektoren erteilte „Instruction für den Universitäts-Instrumenten- und Maschinen-Inspector“ hat sich in einer Entwurfsfassung und einem von Meyerstein am 23. Juli unterschriebenen Exemplar erhalten⁴.

Neben der erneuten Auszeichnung, die die Überantwortung dieses universitären Amtes bedeutete, gab es noch andere Gesichtspunkte, unter denen diese Position sehr erstrebenswert war: Als sogenannter Universitätsverwandter fiel Meyerstein nun unter die Gerichtsbarkeit der Universität. Er genoss Steuerfreiheit und konnte sein Geschäft außerhalb der strengen Regeln der Zünfte und Gilden führen. Neben diesen Privilegien hatte er als ‚Modell- bzw. Maschinen-Inspector‘ auch die Befugnis, interessierte Studenten gegen Entgelt im ‚Modellieren‘ und in ‚physikalischer Handfertigkeit‘ zu unterrichten.

Der berufliche Höhepunkt im Leben des Moritz Meyerstein war zweifellos die 1863 verliehene Ehrendoktorwürde. Bemerkenswerterweise war es jedoch nach dem Tode von Gauß nicht etwa Wilhelm Weber, mit dem Meyerstein seit den 1830er Jahren bei magnetischen und elektrodynamischen Messungen intensiv zusammengearbeitet hatte, sondern der Professor der Mathematik und Schüler von Gauß, Moritz Abraham Stern (1807–1894), der die Initiative ergriff, Meyerstein zu dieser hohen Ehre zu verhelfen. Weber hingegen gab lediglich ein laues Gutachten über Meyerstein ab, in dem er ihn vor allem als eifrigen Beobachter portraitierte, aber betonte, dass sich „unter den vorliegenden gedruckten Aufsätzen des Herrn Inspector Meyerstein [...] keiner [befinde], der eigentlich zu einer Doctor-Dissertation geeignet gewesen wäre oder durch darin enthaltene wissenschaftliche Leistungen deren Stelle vertreten

3 UAG, Kur., 4 V i 23, Bl. 13–14.

4 SUB, Cod. Ms. Sternwarte 2, Nr. 105a bzw. UAG, Sek. 13.2, vollständig transkribiert in Hentschel (Anm. 1).

könnte.“ Hingegen habe Meyerstein „immer ein sehr reges Interesse nicht bloß an der Ausführung von Instrumenten, sondern auch an den wissenschaftlichen Aufgaben selbst genommen, und ist insbesondere durch seine thätige Beteiligung bei manchen Arbeiten (z. B. an den magnetischen Beobachtungen unter Gauß) mit Vielen von uns in näheren geselligen und wissenschaftlichen Verkehr getreten. Namentlich hat Gauß immer viel und gern mit ihm verkehrt und mit unseren Collegen Goldschmidt, Ruete und Stern war er und ist er sehr nahe befreundet. Auf gleiche Weise steht er mit mehreren auswärtigen Gelehrten in näherer Verbindung und genießt vorzüglicher Achtung.“⁵

Diese halbherzige Stellungnahme Webers in der Frage einer Ehrenpromotion Meyersteins löste eine längere Diskussion in der Philosophischen Fakultät aus. Die erhaltenen Voten der Ordinarien⁶ zeigen in verklausulierter Form die sozialen Barrieren, die Meyerstein bei seiner Ehrenpromotion zu überwinden hatte. Nachdem die eigentlich gegen diese Auszeichnung tendierenden Kollegen sich der Mehrheitsmeinung doch angeschlossen hatten, erhielt Meyerstein Ende Mai 1863 eine besiegelte Urkunde über die Verleihung der Ehrendoktorwürde.

Es war dies im 19. Jahrhundert zwar kein singulärer Fall, aber doch eine sehr ungewöhnliche Auszeichnung, die nur wenigen, ganz herausragenden Instrumentenmachern zuteil wurde (so z.B. dem virtuosen Glasbläser Heinrich Geissler in Bonn oder dem für seine Meridianreise berühmten Berliner Mechanikus Carl Philipp Heinrich Pistor).

1875 zog Meyerstein aus der ehemals Rumpfschen Werkstatt am Weender Tor (heute Weender Str. 106) in ein für ihn errichtetes Haus in der Bürgerstraße um (heute Nr. 48). Die Hoffnung des Käufers seiner alten Werkstatt, des Instrumentenmachers August Becker (*1838), nunmehr den Markt von Präzisionsinstrumenten für sich gewonnen zu haben, trog aber. Denn Meyerstein richtete im Keller seines neuen Wohnhauses wieder eine Werkstatt ein, in der er noch bis zu seinem Tod 1882 weitere Instrumente herstellte.

Die Kooperation mit Gauß und Weber

In den ersten Jahren nach seiner Berufung nach Göttingen und dem Einzug in das neue Sternwartengebäude (1807 bzw. 1816) hatte Gauß vor allem bei renommierten auswärtigen Instrumentenmachern wie z.B. bei Johann Georg Repsold in Hamburg, Edward Troughton in London oder bei Reichenbach und Fraunhofer in München bzw. Benediktbeuern Instrumente bestellt. Von den Göttinger Mechanikern hielt er nicht

5 UAG, Phil. Fak., Dekanat 146 Promotionen, Bl. 324–327, 8. Mai 1863, vollständig zitiert in Hentschel (Anm.1).

6 UAG, Phil. Fak., Dekanat 146 Promotionen, Bl. 324–327.

allzu viel und war auch Meyerstein gegenüber anfangs skeptisch. Gleiche Zurückhaltung legte zunächst auch der 1831 auf Betreiben von Gauß aus Leipzig nach Göttingen berufene Experimentalphysiker Wilhelm Weber an den Tag.

Die elektrische Telegraphie

Als 1833 von Gauß und Weber die lange elektrische Telegraphenleitung über die Dächer der Stadt von der Sternwarte zum Physikalischen Kabinett gelegt wurde, lebte Meyerstein noch nicht in Göttingen, so dass er beim Aufbau der Leitung und bei der Konstruktion der ersten Signalgeber und -empfänger nicht beteiligt war. Später allerdings wirkte er dann bei deren Reparatur nach ihrer Beschädigung durch Unwetter mit. So entnehmen wir z.B. seiner Rechnung vom 1. Juli 1839 für das Physikalische Kabinett zu Göttingen, dass er für „das Aufziehen der Drähte vom magn. Observ. nach der Richtung des Feuerzeichens u. nach dem Accouchement (3 Tage, 3 Mann Hülfe)“ 6 Reichsthaler und 16 gute Groschen forderte.

Allerdings waren Gauß und Weber weder mit dem Prototyp des Nadel-Telegraphen (mit Magnetstab in Unifilaraufhängung) noch mit dem Zeichengeber zufrieden. Letzterer bestand lediglich aus einer zylindrischen Drahtspule, die über das Ende eines kräftigen Stabmagneten gestülpt war und bei ihrer Auf- bzw. Abwärtsbewegung Stromstöße in entgegengesetzten Richtungen erzeugte. Eine der ersten Aufgaben für den gerade angekommenen Mechanikus Meyerstein war deshalb die Konstruktion eines verbesserten Zeichengebers, bei dem die Induktionsspule von einem ausbalancierten Hebel getragen wurde. Die Stromrichtung konnte nun mit einem sogenannten Kommutator umgepolt werden, der dadurch umgeschaltet wurde, dass man entweder den rechten oder den linken kugelförmigen Griff des Bedienungshebels stärker nach unten drückte. Zwei dieser verbesserten Meyerstein'schen Signalgeber mit Kommutator sind in der Sternwarte bzw. in der Sammlung des 1. Physikalischen Instituts erhalten.

Meyerstein fiel Mitte 1834 auch die Aufgabe zu, einen empfindlichen Zeichenempfänger mit einem 25 Pfund schweren Magnetstab und einer Multiplikatorspule mit etwa 900 m Kupferdraht in 270 Windungen zu bauen. Der 4 Fuß lange, 7,5 cm breite und fast 4 cm dicke frei aufgehängte Magnetstab wurde durch die in den beiden Multiplikatorspulen fließenden Signalströme zu einer leichten Drehung ange-regt. Er hatte eine Eigenschwingungsfrequenz von 43 Sekunden, die ab 1837 durch Umhüllung mit einem massiven Kupferrahmen stark abgedämpft wurde, so dass Gauß und Weber dann längere Zeichenketten wie das berühmte Motto: „Wissen vor Meinen, Sein vor Scheinen“ mit 30 Buchstaben in nur viereinhalb Minuten übertragen konnten.

Die ersten Magnet, 'nadeln', schwere Permanentmagneten von bis zu 25 Pfund Gewicht, wurden aus etwa 500 Pfund Stahl hergestellt, der unter Aufsicht Webers in

der königlichen Sollinger Eisenhütte gegossen und besonders langsam abgekühlt worden war.⁷ Später wurden weitere Magnetstäbe von Meyerstein aus Uslarer Gussstahl hergestellt, indem sie unter Beachtung komplizierter Vorschriften durch andere Magnete magnetisiert wurden. Laut dem Direktor der königlichen Sternwarte in Bogenhausen bei München, Johann von Lamont (1805–1879), sieht man schnell ein, „dass die Magnetisierung grosser Stäbe eine sehr umständliche Sache ist, und ziemlich kostspielige Vorrichtungen erfordert; zugleich ist es ein schwieriges Geschäft, die Stäbe selbst so herzustellen, dass sie eine gleichmässige Härte haben. Man thut deshalb am besten, sich solche Stäbe von denjenigen Künstlern kommen zu lassen, die mit der Verfertigung genau vertraut sind, z.B. von Meyerstein in Göttingen.“⁸

Gauß über Meyerstein

Wenn für Meyerstein bei diesen Arbeiten insgesamt wegen des hohen Arbeitsaufwandes und kleinen Stückzahlen wohl kaum Gewinn abgefallen sein dürfte, so erwarb er sich mit seiner gelungenen Modifikation instrumenteller Prototypen doch bald das Vertrauen von Gauß und Weber. Schon seit Mitte der 1830er Jahre finden wir im wissenschaftlichem Briefwechsel von Gauß verstreut immer wieder lobende Worte über den Göttinger Mechanikus. 1834 schreibt Gauß an seinen „theuersten Freund“ Wilhelm Weber:

„Hier sind die Beobachtungen nur mit Mühe durchsetzt, [...da mein Sohn noch nicht zurück war, und Prof. Ulrich wegen Krankheit meines Kindes ganz ausblieb]. In der Nacht hat Meyerstein ohne abgelöst zu werden, sechs Stunden nach einander beobachten müssen. Ich selbst habe zusammen etwa 6 Stunden an der großen Nadel beobachtet.“⁹

Zwei Jahre später berichtet Gauß dem Astronomen Palm Heinrich Ludwig von Boguslawski (1789–1851) in Breslau:

„Hr. Meierstein, der nicht nur ein geschickter Mechaniker ist, sondern auch ein fleißiger Theilnehmer an den magnetischen Beobachtungen, hat es zugleich übernommen, die hiesigen Beob. der vier letzten Termine, für Sie abschreiben zu lassen. [...].

Im Laufe dieses Jahrs werden [dem magnetischen Verein] viele andere beitreten; besonders interessant werden die Beob. aus Up[p]sala sein, wohin von hieraus sehr vollständige Apparate gekommen sind. Gegenwärtig arbeitet Hr. Meierstein an dreien für Bonn, Greenwich und Dublin.“¹⁰

7 Siehe dazu die Briefe W. Webers an den Kurator, 13. Dez. 1832, 4. Febr. und 12. Aug. 1834, UAG, Kur 4 Vh 16, Bl. 9f. bzw. 18ff.

8 Lamont, J. v.: Handbuch des Erdmagnetismus, Berlin: Veit, 1849, S. 174.

9 Cod. Ms. Gauß, Briefe B: W. Weber, Nr. 6.

10 19. Jan. 1836, publ. v. E. Schoenberg und A. Perlick, in: Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Mathemat.-Naturwiss. Klasse, N.F., Heft 71 [1955] S. 15.

Wie es diese Zitate bereits andeuten und die im Codex Magnetischer Verein erhaltenen Beobachtungsprotokolle detailliert zeigen, wurde Meyerstein vor allem für das von Gauß betriebene international angelegte Projekt einheitlicher geomagnetischer Messungen immer mehr unentbehrlich: einerseits als Instrumentenlieferant, andererseits auch als regelmäßiger Teilnehmer an den erdmagnetischen Termin-Beobachtungen in Göttingen, insbesondere in den ersten Jahren systematischer Aufzeichnung (1835–40), später hingegen nur noch vereinzelt. Aus den Jahren 1841–48 ist ein separates Konvolut mit zusammengebundenen Notizen, teilweise in Gauß', teilweise aber auch in Meyersteins Handschrift, erhalten, das ferner mit einem außen vermerkten ‚M' gekennzeichnet ist.¹¹

Darin finden sich u.a. Beobachtungen zur Bestimmung des Nullpunkts der Torsion im magnetischen Observatorium sowie des Kollimationsfehlers (beide 1841), absolute Intensitätsmessungen (1842–43) und die Reduktion von Beobachtungen im magnetischen Observatorium. Diese Quellen zeigen, dass Meyerstein in dieser Zeit für den magnetischen Verein vor allem mit der Justierung, Überprüfung und Qualitätsverbesserung der von ihm gelieferten Instrumente beschäftigt war. Außer einem Inklinatorium Meyersteins, das er „durch Hrn Geheimen Hofrath Gauß veranlaßt“ in dieser Zeit konstruierte, besitzt das Göttinger Institut für Geophysik u.a. auch einen später für Weber gebauten großen Erdinduktor mit immerhin ca. 90 cm Spulendurchmesser.

Als Gauß am 24. Oktober 1849 im Zusammenhang mit einem Antrag Meyersteins auf Gehaltserhöhung gebeten wurde, „eine Nachricht über das Maß der Geschicklichkeit Meiersteins in Verhältniß zu seinen Aufgaben in Göttingen“ abzugeben, antwortete er:

„Hochzuverehrender Herr Regierungsrath.

Über die Geschicklichkeit des Inspectors Meyerstein und die reale Einstigkeit seiner Arbeiten kann ich nur ein ihm sehr rühmliches Zeugniß ablegen. Alles was er seit seiner hiesigen Etablierung an magnetischen, astronomischen und geodätischen Instrumenten für die hiesige Sternwarte entweder neu geliefert, oder an Vorhandenen abgeändert hat, ist immer zu meiner vollen Zufriedenheit gearbeitet gewesen, und eben so sehr hat er in früherer Zeit durch seine für die Maaß-Regulierungsgebiet angefertigten Arbeiten sich sehr nützlich gemacht. Auch von Auswärtigen, denen von ihm Instrumente geliefert sind, habe ich immer nur Bezeugungen ihrer Zufriedenheit erfahren.

Ich muß noch hinzufügen, daß der Inspector Meyerstein die Preise der von ihm für die Sternwarte verfertigten Arbeiten immer verhältnißmäßig billig gestellt hat,

11 Cod. Ms. Magnetischer Verein 1:6.

und daß er in vorkommenden Fällen bei allerlei praktischen Geschäften in der Sternwarte, ohne eine Vergütung seines Zeitaufwandes, stets bereitwillig Hülfe leistet.“¹²

Mit der nach 1848 allmählich einsetzenden wirtschaftlichen Erholung scheint sich die pekuniäre Situation Meyersteins so weit gebessert zu haben, dass keine weiteren Anträge auf Gehaltserhöhung oder ähnliche Petitionen nötig waren. Für die Jahre 1856 bis 1869 ist im Göttinger Stadtarchiv die sogenannte Klassensteuer-Rolle erhalten, aus der sich recht genaue Schätzungen für sein Gesamteinkommen im jenen Zeitraum gewinnen lassen, da die steuerpflichtigen Bürger der Stadt (zu denen nach Abschaffung der universitätseigenen Privilegien 1852 auch der Universitäts-Mechanikus zählte) in 15 Steuerklassen eingeteilt wurden, die von den einfachsten Verhältnissen eines Arbeiters oder einer Witwe ohne eigenes Einkommen (Klasse 1) bis zu dem stattlichen Einkommen eines Obergerichts-Direktors (Klasse 14) reichten. In allen Klassensteuer-Rollen dieser Zeit ist Moritz Meyerstein stets in Klasse 10 eingestuft, für die ein mittleres Einkommen von etwa 1100 RTh angesetzt war (Klasse 5 lag beispielsweise bei rund 400 RTh, Klasse 9 lag bei 1000 RTh, Klasse 11 bei bis zu 1500 RTh Jahreseinkommen, und die äußerst seltene Klasse 15 bei 4000 RTh).¹³ Unser Instrumentenmacher lag in Bezug auf sein steuerlich relevantes Einkommen genau im Mittelfeld der Gruppe der Professoren: Listing ebenso wie Wilhelm Weber, der seit seiner Rückkehr aus Leipzig in einem kleinen Haus in der Judenstr. 40 wohnte, waren zeitweise in derselben Steuerklasse 10 wie Meyerstein eingestuft. Webers Einkommen als Hofrat stieg später allerdings auf 2150 RTh, weshalb er 1865 in Steuerklasse 12 mit 2 RTh 8 Gr Steuer eingestuft wurde. Andere Instrumentenmacher wie z.B. Wilhelm Apel oder Johann Eduard Rittmüller lagen in Steuerklasse 7 und zahlten 12 gr. Klassensteuer; Meyersteins Gesellen hatten in Steuerklasse 2 nur 2 gr. jährliche Steuerschuld zu begleichen.

Erhaltene Instrumente, Erwähnungen in wissenschaftlichen Aufsätzen oder auch Rechnungen in diversen Nachlässen anderer Naturwissenschaftler vermitteln einen Eindruck von dem erstaunlich weitgespannten Kundenkreis Meyersteins. Die von Gauß und Weber konzipierten Magnetometer¹⁴ wurden ab Mitte der 1830er Jahre von Meyerstein in größerer Stückzahl hergestellt und in alle Welt vertrieben, so etwa nach

12 UAG, Kur., 4 V i 23, Bl. 29–31.

13 Siehe z.B. StAG, Kä 48, Klassensteuer-Rolle 1856 und 1860 laufende Nr. 1–15 (Beginn der Weender Straße mit detaillierten Einkommens-Angaben) sowie die Klassensteuerrolle von 1869, laufende Nr. 2871ff. zu Meyerstein, seinen vier Gesellen im Haus und seinen Nachbarn, bzw. Nr. 175, Nr. 2576, und Nr. 1687.

14 Siehe dazu z.B. die Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1836 [publ. 1837] S. 13, im Jahre 1838 [1839]; vgl. Moses Kaern: Das erdmagnetische Observatorium in der Scheune. Messungen mit dem originalgetreuen Nachbau eines Magnetometers von Gauß und Weber, in: Mitteilungen. Gauss-Gesellschaft 39 (2002), S. 23–52 für eine aufwändige wissenschaftshistorische Replikation damit möglicher Messungen.

Berlin, Freiberg, Halle, Marburg, München, Wien, Den Haag, Uppsala, Neapel, Palermo und Mailand (Brera), Kasan sowie nach Großbritannien, Kanada und Brasilien. Erst durch diese damals noch sehr unübliche instrumentelle Einheitlichkeit im Verbund mit genau festgelegten Messvorschriften war garantiert, dass Beobachter an den verschiedensten Orten tatsächlich vergleichbare Größen für die magnetische Inklination und Deklination maßen. Andere Instrumententypen, die Meyerstein in größeren Stückzahlen herstellte, waren z.B. Spektrometer, Theodoliten, Ophthalmoskope, Fühlhebel oder Reise-Barometer. Für deren Beschreibung verfasste Meyerstein neben Instrumentenverzeichnissen mit Preisangaben immerhin 27 Zeitschriftenaufsätze.

Gewichte und Längennormalen

Im August 1836 wurde im St. James's Palace in London ein Gesetz über Maß und Gewicht beschlossen, dem Anfang November die Hannoveraner Ausführungsverordnung folgte.¹⁵ „Im Namen von Wilhelm dem Vierten, von Gottes Gnaden König des vereinigten Reichs Großbritannien und Irland etc, auch König von Hannover, Herzog zu Braunschweig und Lüneburg etc etc.“, wurde darin „die Länge des Hannoverschen Fußes zu elf und einem halben Zoll des englischen Fußes festgesetzt“, so dass 23 englische und 24 Hannoversche Fuß genau gleich lang waren. Freilich blieb das Problem der Umrechnung. Das war den Zeitgenossen aber sehr vertraut, weil praktisch jede eigenständige Region auch ihre eigenen Längen- und Flächenmaße und ihre eigenen Gewichtseinheiten hatte. In Frankreich hatte man nach der Revolution mit diesem Wirrwarr lokaler Maßeinheiten aufgeräumt und das metrische System eingeführt. Zu dessen Übernahme konnte man sich in Hannover schon aus politischen Gründen, aber auch aus Traditionsbewusstsein nicht entschließen, so dass das Meter zu jener Zeit für Gauß in Hannover, Schumacher in Altona oder Bessel in Preußen und deren jeweilige Mitstreiter in dem Bemühen um genaue Maße nur ein weiterer Vergleichs-Standard unter vielen war. Trotzdem wurde Gauß von der hannoverschen Landesregierung wenig später beauftragt, neue und genaueste Eichmaße für Längen, Gewichte und Hohlmaße für Volumina herzustellen. Auch an diesen metrologischen Arbeiten von Gauß war Meyerstein intensiv beteiligt, und er wurde vom Instrumentenmacher zeitweise zum Experimentator: so etwa bei der Herstellung des Hannoveraner Normal-Pfunds, bei dessen Prüfung auch Meyersteins Präzisionswaagen zum Einsatz kamen, sowie bei der Längenmessung, für die er einen Längenkomparator baute, der ebenso wie Meyersteins Längenstandard und andere Eichmaße in den Sammlungen der Physik und Geophysik hier in Göttingen erhalten ist.

15 Siehe die Sammlung der Gesetze, Verordnungen und Ausschreiben für das Königreich Hannover vom Jahre 1836, Hannover 1836, 1. Teil, S. 117–125 und 159–172.

In einem ausführlichen Bericht über die gemeinsamen Arbeiten schildert Gauß im Januar 1841 auch den Anteil Meyersteins an der Herstellung des Hannoverschen Normalfußes:

„Der Mechanikus Meyerstein unternahm hierauf die Anfertigung der Normal-Maaßstäbe, zuerst aus gegossenem Messing; es mussten aber dieselben wieder caßiert werden, da sich ergab, daß sie auf ihrer Oberfläche keine so feine Arbeit verstatteten, wie hier erforderlich war. Es wurden daher andere aus geschlagenem Messing angefertigt, die, weil solches in der zu einem Maaßstabe nöthigen Dicke nicht vorkommt, in stärkere Stücke aus gegossenem Messing mit einer Nuth eingefügt werden mussten; [...]. Der Mechanikus Meyerstein bemühte sich nun, obigen Bedingungen bei der Fixirung der Endstriche so genau zu entsprechen, wie es die mechanische Kunst vermag, und nach mehrern noch nicht ganz genügenden Versuchen gelang endlich bei jedem Maaßstabe einer so genau, daß ich glaubte, dabei stehen bleiben zu müssen. [...] Es ist mir übrigens kein Beispiel bekannt, wo ein Künstler bei einer ähnlichen Arbeit eine größere oder nur eine eben so große Übereinstimmung erreicht hätte.“¹⁶

Es ist bemerkenswert, dass sich der sonst so trockene Gauß in jenem Bericht zu einer Superlative hinreißen ließ. Angesichts des hohen Standes der Kunst der Längen- und Winkelteilung in England sowie im Münchener mechanischen Institut war das ein großes Kompliment für Meyerstein. Von den vielen frustrierenden Fehlversuchen, die von Gauß nur vorsichtig angedeutet sind, können wir uns nur schwer eine Vorstellung machen: Jedes Mal mussten die nur äußerst fein in das gehämmerte Messing eingeritzten Endstriche und die Teilstriche für die einfachen Zolle sorgfältig wieder wegpoliert werden. Das Ablesen dieser Skalen, die nur bei scharfem Hinsehen überhaupt zu erkennen sind, muss zumal bei den oft schlechten Beleuchtungsverhältnissen mühsam gewesen sein, auch wenn Ableselupen bzw. -mikroskope eine gewisse Hilfe boten. Gerade dieser Text aus der Feder von Gauß wurde jedoch auch in den 1863–1929 herausgegebenen Gauß'schen *Werken* nicht publiziert, so dass der Öffentlichkeit einmal mehr die wichtige Rolle verborgen blieb, die Meyerstein auch bei diesen Messreihen spielte. Nur dank des nachhaltigen Einsatzes von Gauß für seinen „geschickten Mechaniker“ und der großen Liberalität der Göttinger Universität konnte Moritz Meyerstein trotz seiner jüdischen Herkunft als Universitätsmechanikus so große Anerkennung finden.

16 Cod. Ms. Gauß Physik 29, Bl. 1–4.

Exponate L

L 1 Moritz Meyerstein. Anonyme Radierung. 1882. [Faksimile]

E. H.: „Dr. phil. Moritz Meyerstein.“

In: Central-Zeitung für Optik und Mechanik Bd. 3/ 1882, Nr. 21 vom 1. Nov. 1882, S. 241–242, Abb. S. 241.

Moritz Meyerstein (1808–1882) entstammt einer jüdischen Familie, die bereits seit zwei Generationen in Einbeck nicht weit von Göttingen als Schutzjuden Fuß gefasst hatte. Mit 14 Jahren wurde er zur Ausbildung in die Werkstatt des Göttinger Mechanikers Johann Philipp Rumpf (1791–1833) gegeben. 1833 erlaubte der Magistrat Meyerstein die Gründung eines eigenen Unternehmens in Göttingen.

L 2 Carl Friedrich Gauß und Moritz Meyerstein:

Skizze des Kommutators (1834).

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Physik 7, Bl. 43f

Eine der ersten Aufgaben für den Mechanikus Meyerstein zu Beginn seiner selbständigen Geschäftstätigkeit war die Konstruktion eines Zeichengebers für den von Gauß und Weber entwickelten Telegraphen, bei dem die Induktionsspule von einem ausbalancierten Hebel getragen wurde. Gegenüber den älteren Signalgebern erlaubte es der Meyerstein'sche Kommutator, durch Umklappen eines Hebels die Stromrichtung zu ändern und dadurch + und – Signale zu senden.

L 3 Carl Friedrich Gauß:

Galvanometrische Versuche und Induktionsversuche. Oktober 1832–März 1842.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Physik 3

In dieser Kladde hielt Gauß Notizen zu vorgenommenen Versuchen und zu den dabei verwendeten Instrumenten und ihrer Einrichtung fest. Auf Bl. 54 findet sich neben anderen Bemerkungen der Eintrag vom 31. Oktober 1834: „Großer Multiplikator jetzt abgeliefert“. Damit ist vermutlich der empfindliche Zeichenempfänger des Telegraphen gemeint, ein 25 Pfund schwerer Magnetstab mit einer Multiplikatorspule mit etwa 900 m Kupferdraht in 270 Windungen.

L 4 Moritz Meyerstein:

Längenkomparator. 1837

Messing, Stahl, Glas, 119 x 14 x 21 cm

Universität Göttingen, Sammlung 1. Physikalisches Institut: H 249

Gauß wurde nach 1836 von der hannoverschen Landesregierung beauftragt, neue und genaueste Eichmaße für Längen, Gewichte und Hohlmaße für Volumina herzustellen. Auch an diesen metrologischen Arbeiten von Gauß war Meyerstein intensiv

beteiligt. Zur exakten Längenmessung eines Objektes fertigte er diesen Längenkomparator. Man erkennt den T-Träger und den darauf verschiebbaren Schlitten, auf dem eine Ableselupe, das Messmikroskop und der Feintrieb montiert sind. Die aufgebrauchten Einheitsstriche sind nur schwer erkennbar, am ehesten bei seitlicher Betrachtung gegen reflektiertes Licht.

L 5 Moritz Meyerstein:

Analysenwaage (ca. 1850).

Messing und Holz (Gehäuse), 62 x 45 x 25 cm (Außenmaße)

Universität Göttingen, Museum der Göttinger Chemie

Präzisionswaage nach dem Muster von J.A.D. Oertling. Balken durchbrochen und mit je einer senkrechten Strebe, Länge des Balkens: ca. 400 mm. Arretierung nur für den Balken, Reiterverschiebung. Diese Art von Waage wurde vermutlich bei der Herstellung des Hannoverschen Normalpfundes verwendet, an der Gauß im Auftrage des Königlich Großbritannisch-Hannoverschen Ministeriums des Innern seit Mitte der 1830er Jahre arbeitete.

L 6 Verschiedene Gewichte von 1 Pfund bzw. 1 Kilogramm in Holzkästen, ca. 1840.

Messing, teilweise vergoldet

Universität Göttingen, Sammlung 1. Physikalisches Institut: H 150. 151. 152

Das Hannoversche Normalpfund war laut Meyersteins Verzeichnis seiner Instrumente von 1845 in einer vergoldeten Messingkapsel für 17 Reichstaler erhältlich. Zum gleichen Preis bekam man auch ein halbes Kilogramm Normalgewicht in gleicher Ausstattung, während ein Satz Gewichte von 0,1 Gran bis 12 Unzen (Hannoversche Normalgewichte) immerhin 36 Reichstaler kostete.

L 7 Carl Friedrich Gauß und Moritz Meyerstein:

Laborprotokolle (1848).

SUB Göttingen: Cod. Ms. Magnetischer Verein 1:6

Die von Gauß und Weber konzipierten Magnetometer wurden ab Mitte der 1830er Jahre von Meyerstein in größerer Stückzahl hergestellt und in alle Welt vertrieben. Beobachter an den verschiedensten Orten maßen gleichzeitig die magnetische Inklination und Deklination. Das Heft zeigt Messungen vom Abend des 17. Dezember 1848. Da an diesem Abend Nordlichter am Firmament flackerten, die häufig zu Anomalien der erdmagnetischen Feldstärken führen, war dies ein besonders interessanter Zeitpunkt für eine solche Messung.

L 8 Urkunde über die Verleihung der Ehrendoktorwürde an Moritz Meyerstein, 1863.

UAG Göttingen: Phil. Fak., Promotionsurkunden 1863, Nr. 84: M. Meyerstein

Der berufliche Höhepunkt im Leben des Moritz Meyerstein war zweifellos die Ende

Mai 1863 verliehene Ehrendoktorwürde. Es war der Professor der Mathematik und Schüler von Gauß, Moritz Abraham Stern (1807–1894), der die Initiative ergriff, Meyerstein zu dieser hohen Ehre zu verhelfen. Eine solche Auszeichnung wurde im 19. Jahrhundert nur wenigen, ganz herausragenden Instrumentenmachern verliehen.

Die Verbindungen zwischen Carl Friedrich Gauß und der Instrumentenbauerfamilie Repsold in Hamburg

Jürgen W. Koch

1. Einleitung

Bekanntlich wurden vor allem im 18. und 19. Jahrhundert unzählige Briefe ausgetauscht. Das Reisen war bis zur Einführung der Eisenbahn mühsam, zeitraubend und auch teuer. Wie sonst hätten Informationen übermittelt werden können, wenn die Kommunikationspartner nicht am selben Ort wohnten? Da die Briefe im allgemeinen aufbewahrt wurden, ist es uns heute möglich, die damaligen Lebensumstände und Kontakte sowohl persönlicher als auch wissenschaftlicher Art nachzuvollziehen.

Carl Friedrich Gauß gehört zu den fleißigsten Briefschreibern, er korrespondierte in verschiedenen Sprachen mit Wissenschaftlern aus ganz Europa. Tausende dieser Briefe wurden gesammelt und veröffentlicht. Darunter sind auch zahlreiche, die er mit Personen ohne akademische Ausbildung wechselte. Hier sind die Themen meist technisch-mechanischer Natur oder beziehen sich auf Hilfen bei der Realisierung von Ideen, um erbetene Berechnungen und ähnliches.

Ein Beispiel hierfür ist der Briefwechsel mit dem Hamburger Mechaniker Johann Georg Repsold (1770–1830). Der mechanisch einfallreiche Spritzenmeister versuchte, seine Ideen zunächst selbständig umzusetzen und Probleme aufgrund seiner Erfahrungen zu lösen. Doch manchmal stieß er an Grenzen und benötigte die Hilfe eines Fachmanns. Dies war 1807 der Fall. Gauß wurde von Repsold gebeten, ihm bei der Konstruktion eines Objektivs für ein Fernrohr zu helfen. Daraus entwickelte sich ein bisweilen unterbrochener Briefwechsel, der sich im wesentlichen auf den Austausch von technischen Informationen beschränkte.

Repsold selbst war vergleichsweise wenig schreibfreudig. Er benutzte im allgemeinen das geschriebene Wort nur, um technische Informationen zu erbitten oder mitzuteilen, seltener auch, um private Dinge mitzuteilen.

Insgesamt 276 Briefe von und an Johann Georg Repsold sind bekannt:

- 75 Briefe zwischen Johann Caspar Horner und Repsold¹
- 63 Briefe zwischen Friedrich Wilhelm Bessel und Repsold²

1 Koch, Jürgen W.: Der Briefwechsel zwischen Johann Caspar Horner und Johann Georg Repsold, Hamburg 1999.

2 Ders.: Der Briefwechsel zwischen Friedrich Wilhelm Bessel und Johann Georg Repsold, Hamburg 2000.

- 45 Briefe zwischen Carl Friedrich Gauß und Repsold³
- 24 Briefe zwischen Heinrich Christian Schumacher und Repsold⁴
- 69 Briefe an und von andere Korrespondenten wie Fraunhofer, Gerling, Ørsted, Reichenbach, Rümker, Tulla, Weber, Zahrtmann, deren kommentierte Ausgabe in Vorbereitung ist.

Häufig sind nur die Briefe eines Absenders vorhanden, ohne den Gegenbrief des entsprechenden Korrespondenzpartners. Das mag daran liegen, dass der Brief nicht existierte, weggeworfen oder zweckentfremdet wurde, verloren ging oder dass die Antwort mündlich gegeben wurde. Es ist aber nicht ausgeschlossen, dass noch einige Briefe aus Repsolds Korrespondenz aufgefunden werden.

Im Folgenden soll näher auf Repsolds Briefwechsel mit Gauß eingegangen werden, der sich auf drei Hauptthemen bezieht:⁵

- Mithilfe bei der Herstellung von Objektiven (Brief Nr. 1–Nr. 9),
- Ankauf des Repsold'schen Meridiankreises für die Sternwarte Göttingen (Brief Nr. 10–Nr. 41),
- Vermessungen und Heliotrop (Brief Nr. 42–Nr. 45).

1821 brach der briefliche Kontakt ab und wurde erst 1833 mit Repsolds Söhnen wieder aufgenommen, wenn auch mit nur wenigen Briefen (Nr. 46–Nr. 53).

2. Johann Georg Repsold (1770–1830)

Repsold⁶ wurde am 19. September 1770 als Sohn eines Geistlichen in Wremen an der Unterweser geboren. Seine Mutter stammte aus Stade. Schon frühzeitig zeigte sich sein Interesse an der Mechanik und sein Geschick in mechanischen Dingen; sein Vater ermöglichte ihm daher nach der Schulzeit eine Ausbildung in Strom- und Wasserbau sowie Geodäsie bei dem damals führenden Fachmann, Reinhard Woltman (1757–1837) in Cuxhaven (dem damaligen ‚Ritzebüttel‘). Hier lernte Repsold neben Deichbau und Uferschutz auch die zur Vermessung der Elbe und ihrer Fahrrinne benötigten Instrumente wie den Theodoliten und das Tiefenlot sowie deren Instandhaltung kennen, was seine weitere Entwicklung geprägt hat.

3 Ders.: Die Briefwechsel von Johann Georg Repsold mit Carl Friedrich Gauß und Heinrich Christian Schumacher, Hamburg 2000, S. 7–64.

4 Koch (Anm. 3), S. 70–100.

5 Diese Nummerierung bezieht sich auf die in Koch (Anm. 3) vorgenommene Zählung; vgl. die in Kapitel 6 dieses Textes vorgestellte Liste.

6 Koch, Jürgen W.: Der Hamburger Spritzenmeister und Mechaniker Johann Georg Repsold (1770–1830), ein Beispiel für die Feinmechanik im norddeutschen Raum zu Beginn des 19. Jahrhunderts, Dissertation der Universität Hamburg, Fachbereich Mathematik, Hamburg 2001.

Nach Abschluss der Lehrzeit 1791 arbeitete Repsold in Hamburg, zunächst für fünf Jahre als Landmesser-Gehilfe des Grenzinspektors Johann Theodor Reinke (1749–1825), dann zwei Jahre lang als Aufseher bei der Elbdeputation. Dort war er zuständig für den Deichbau und die Fahrrinne der Elbe oberhalb Hamburgs. In dieser Funktion kam er in Kontakt mit dem Spritzenmeister Christoph Hinrich Scharf (1748–1813), der kraft Amtes eine gut ausgestattete Werkstatt zum Bau und zur Reparatur seiner Feuerlöschgeräte besaß. Repsold konnte hier mitarbeiten und später, nachdem er 1799 Nachfolger Scharfs als Spritzenmeister geworden war, seine eigenen Ideen in die Realität umsetzen. Damit hatte er die Möglichkeit, in seiner Freizeit kleine Fernrohre, optische Teile, Wasserwaagen und Feingewinde sowie die dazu erforderlichen Werkzeugmaschinen anzufertigen.

Entscheidend für seine Weiterentwicklung auf diesem Gebiet war die Bekanntschaft mit dem für einige Jahre in Hamburg lebenden Schweizer Geodäten und Astronomen Johann Caspar Homer (1774–1834), der ihn auf die Idee brachte, einen sogenannten „Meridiankreis“ anzufertigen, wie er hundert Jahre zuvor von dem dänischen Astronomen Ole Römer (1666–1710) als wissenschaftliches Großinstrument verwendet worden war. Ein Meridiankreis dient zur Bestimmung von Sternhöhen und damit zur exakten Zeitmessung.

Für dieses Instrument, eines der größten zur damaligen Zeit (die Brennweite des Fernrohrs betrug 2,6 m, der Durchmesser des Ablesekreises zur Sternhöhenmessung 1,1 m, die Ablesegenauigkeit etwa 5 Winkelsekunden), fertigte Repsold alle Teile selbst an, vom Schleifen der optischen Linsen bis hin zur aufwändigen Mechanik. Zur Unterbringung des Großinstrumentes errichtete er 1803 auf einem Teil des nicht mehr genutzten Stadtwalles (auf der „Albertus-Bastion“ am Stintfang) eine kleine private Sternwarte. Hier hat vor allem der Altonaer Astronom Heinrich Christian Schumacher (1780–1850) astronomische Beobachtungen durchgeführt, denn Repsold fehlten die dazu notwendigen theoretischen Kenntnisse (und häufig auch die Zeit).

Als 1812 das Observatorium auf französischen Befehl zum Bau neuer Befestigungsarbeiten abgerissen werden musste, baute Repsold die Instrumente ab und lagerte sie in seinem Haus ein. Der Meridiankreis wurde 1815 von Carl Friedrich Gauß für die Göttinger Sternwarte angekauft und dort nach seiner Generalüberholung 1818 aufgestellt. Unter anderem Repsolds Bemühungen (seit 1820) ist die Gründung der heutigen Hamburger Sternwarte zu verdanken, für die er nahezu alle Instrumente selbst herzustellen beabsichtigte. Der Neubau wurde, gemeinsam mit einer Navigationsschule, 1824–26 auf der Henricus-Bastion errichtet und 1828 provisorisch in Betrieb genommen.

Weitere bedeutende und Richtung weisende Arbeiten Repsolds waren u.a. die Fertigung von Lampen für zahlreiche Leuchttürme (Cuxhaven, Wangerooge, Insel Neuwerk, Travemünde) und für Feuerschiffe in der Elbmündung, von Theodoliten, von kleineren astronomischen Instrumenten wie Waagen, Fernrohren, Präzisions-Pen-

deluhren für die Astronomie sowie eines Pendelapparates für Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846) an der Sternwarte Königsberg. Seine Niveaus (präzise Wasserwaagen) wurden wegen ihrer Genauigkeit gerühmt. Auch Repsolds geodätische Vorrichtung zur exakten Vermessung der Basislänge bei Braak/Holstein anlässlich der Landes-triangulationen von Schumacher und Gauß sowie seine Etalons (genaue Reproduktionen von Gewichts- und Längen-Normalen für Wissenschaft, Handel und Gewerbe) sind erwähnenswert.

Alle Arbeiten erledigte Repsold neben seiner Haupttätigkeit als Spritzenmeister, ohne dass diese darunter leiden durfte. Vor allem seine modernen Ideen und Methoden zur Verbesserung der Löscheräte und des Feuerschutzes sowie zur Vorbeugung von Bränden müssen hervorgehoben werden. Hier hat er wichtige Voraussetzungen für die 1872 erfolgte Gründung der Hamburger Berufsfeuerwehr geschaffen.

Repsold verlor am 14. Januar 1830 bei einem Löscheinsatz am Hafen durch einen Unfall sein Leben und wurde in einer langen Prozession zu Grabe getragen, was als Zeichen der Hochachtung für sein Lebenswerk gewertet werden kann. Sein Sohn Adolf wurde sein Nachfolger als Spritzenmeister. Gleichzeitig führte Adolf Repsold gemeinsam mit seinem Bruder Georg die mittlerweile entstandene eigenständige Fertigung feinmechanischer und astronomischer Instrumente als Firma „A. & G. Repsold“ weiter. Allerdings wurden diese Aktivitäten mehr und mehr durch Adolfs Hauptbeschäftigung als Spritzenmeister und die dadurch bedingte Belegung der Werkstatt beeinträchtigt; erst 1854 wurde durch Umzug in größere Räume die völlige Trennung beider Werkstätten vollzogen.

3. Der Briefwechsel zwischen Repsold und Gauß

Die Kommunikation zwischen Repsold und Gauß fand im allgemeinen brieflich statt. Wenn sich die Gelegenheit ergab, besuchten sie einander, so 1809, als Gauß in Hamburg weilte und hier Repsolds Meridiankreis zum ersten Male sah.

3.1 1807–1812: Die Berechnungen von Objektiven

Anlass für das erste (nicht mehr erhaltene) Schreiben war Repsolds Bitte an Gauß, ihm bei der Anfertigung eines achromatischen Objektivs⁷ zu helfen, indem er ihm die erforderlichen Abmessungen berechnete. Bezeichnenderweise wurde der Brief nicht

7 Ein achromatisches (farbkorrigiertes) Objektiv besteht aus einer Kombination zweier Glas-sorten (im allgemeinen Kron- und Flintglas). Nur eine genaue Anpassung der Geometrien ermöglicht diese Farbkorrektur. Repsold hatte zuvor empirisch versucht, dieses zu erreichen, indem er englische Objektive kopierte, scheiterte aber an seiner Unkenntnis der genauen physikalischen Kenngrößen.

von Repsold selber, sondern in dessen Auftrag von seinem Onkel Georg Christian Böhmer (1742–1813), einem Theologen, verfasst; offenbar wagte Repsold es noch nicht, sich selbst an den Göttinger Gelehrten zu wenden.

Gauß antwortete am 30. 9. 1807 (Brief 1) und legte geometrische Berechnungen von Objektiven bei, wies aber gleichzeitig auf die zu erwartenden Schwierigkeiten bei der praktischen Umsetzung hin. Repsold antwortete (Brief 2 vom 24. 11. 1807) mit den von ihm bestimmten Abmessungen englischer Objektive, die ihm als Vorlage gedient hatten. Im Juni 1809 befand sich Repsold in Begleitung Schumachers in Göttingen. Bei dieser Gelegenheit wurde sicherlich auch über die optischen Probleme gesprochen⁸. Am 2. 9. 1809 (Brief 3) forderte Gauß Repsold auf, die optischen Konstanten der ihm vorliegenden Glassorten zu messen, da nur so eine genaue Rechnung möglich sei. Darüber hinaus bat er Repsold um die Übersendung von „einem Dutzend Bouteillen“ von Madeira-Wein, da der in Göttingen erhältliche von schlechter Qualität sei. Repsold schickte den Wein umgehend, wie er auch später des öfteren Gauß damit versorgt hat. Er beschrieb seine Messung und die auf ihr beruhenden Ergebnisse der Brechungsindizes von Glassorten mit unterschiedlichen Farben (Brief 4 vom 24. 9. 1809) und erneuerte seine Bitte um Berechnung.

Die Antwort wurde sicherlich mündlich überbracht, denn Gauß besuchte Repsold im Oktober 1809 in Hamburg, wie aus seinem Dankesbrief vom 10. 11. 1809 (Brief 5) hervorgeht. Bei dieser Gelegenheit sah Gauß den Meridiankreis, an dem zu jener Zeit Schumacher Beobachtungen durchführte. Die nächsten beiden Briefe (6 vom 29. 11. 1809 und 7 vom 6. 2. 1810) befassten sich hauptsächlich mit Berichten aus dem Alltag und mit allgemeinen Freundlichkeiten. In der Folgezeit muss Gauß neue Berechnungen nach Hamburg geschickt haben, denn Repsold bedankte sich dafür am 3. 7. 1810 (Brief 8). Im letzten Schreiben vor dem Ende der französischen Besetzung Hamburgs 1814 (Brief 9 vom 8. 5. 1812) teilte Repsold mit, dass er seine Sternwarte habe abreißen müssen und dass alle Instrumente eingelagert worden seien, darunter auch der Meridiankreis.

3.2 1814–1818: Der Meridiankreis wird nach Göttingen geliefert

Nach dem Ende der Napoleonischen Kriege meldete sich Gauß erneut bei Repsold (Brief 10 vom 16. 11. 1814), vor allem, um sein Interesse am Ankauf des eingelagerten Meridiankreises für die neue Sternwarte in Göttingen zu bekunden. Dass Repsold zum Verkauf bereit war, hatte Gauß bereits 1811 von Schumacher erfahren. Gauß bat um die Übersendung der Außenabmessungen und vor allem um die Nennung eines Preises. Repsold erfüllte diese Bitte umgehend (Brief 11 vom 12. 1. 1815) und

8 Koch (Anm. 1), S. 27.

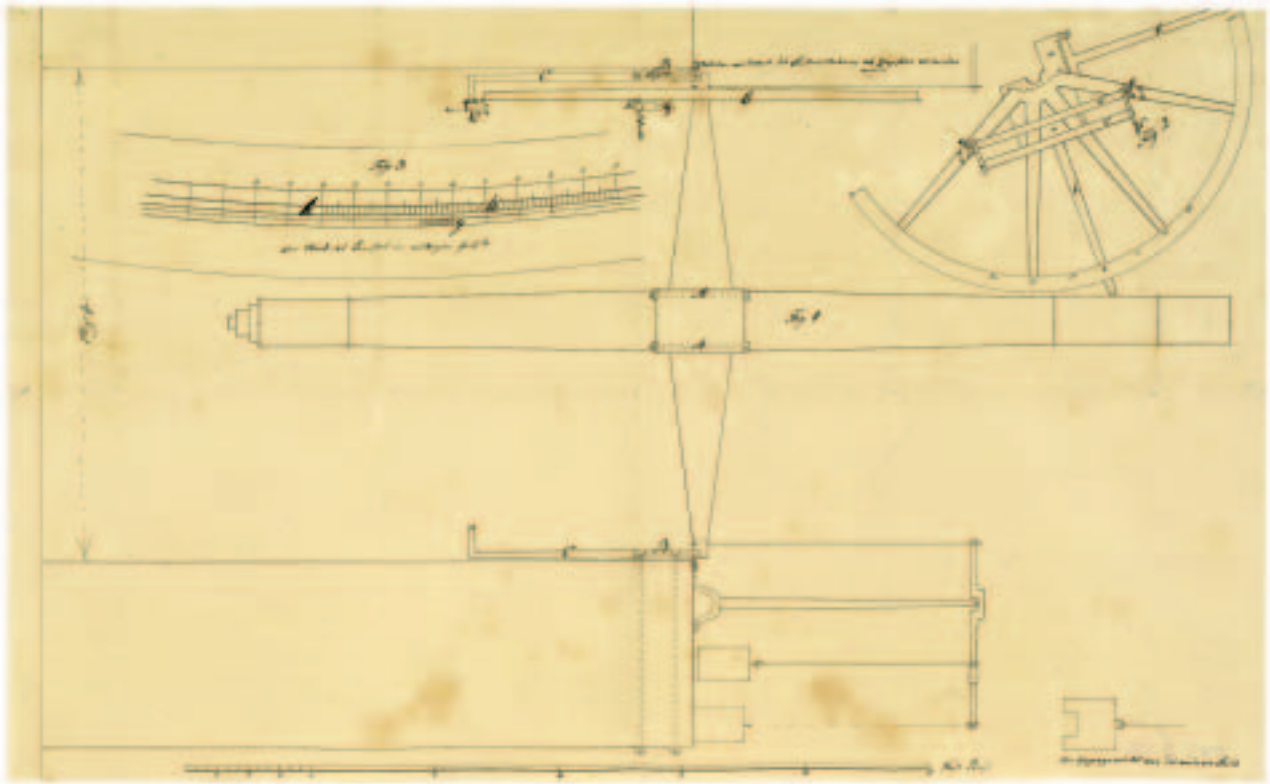


Abb. 44 Repsolds eigenhändige Zeichnung des Meridiankreises (M 1)

hielt 1300 bis 1400 Taler für angemessen, schrieb aber, er wolle zuvor einige „Verbesserungen“ durchführen.

Gauß akzeptierte den Preis und die Vorschläge Repsolds (Brief 12 vom 17. 2. 1815), hatte aber noch weitere Fragen zu der Ausführung. Hier war ihm besonders die Methode der Ableseung des Höhenwinkels wichtig; Gauß war an Ablesemikroskopen zu den vorhandenen Verniers (Nonius) interessiert, wie sie der mittlerweile in München bestellte Meridiankreis von Georg von Reichenbach (1771–1826) aufwies. Repsold schickte ihm eine Zeichnung, aus der alle Einzelheiten hervorgingen (Brief 13 vom 9. 3. 1815) sowie eine Beschreibung. Er machte auch Vorschläge zur unverrückbaren Aufstellung des Instruments in der Sternwarte.

Die nächsten Briefe wurden in schneller Folge gewechselt, sie befassten sich mit Details des Gerätes und dessen Aufstellung (Briefe 14 bis 18 aus dem Zeitraum vom 15. 3. 1815 bis zum 22. 8. 1815). Gauß mahnte immer häufiger die baldige Lieferung an, Repsold entschuldigte sich mit anderweitigen, wichtigen Arbeiten (Brief 19 vom 12. 12. 1815). Auch nach der Errichtung der Aufstell-Pfeiler in Göttingen und obgleich Gauß Repsold ständig mahnte, verzögerte sich die Zustellung des Instruments weiterhin (Brief 20 bis 27 aus dem Zeitraum vom 4. 3. 1816 bis zum 5. 9. 1817). Repsold berichtete immer wieder von Schwierigkeiten, die durch die vom Hamburger Senat in Auftrag gegebenen vordringlichen Arbeiten an Leuchtfeuern für die Elbmündung und die dadurch beengten Verhältnisse in seiner Werkstatt bedingt waren (in Brief 23 vom 12. 11. 1816 z.B. schrieb er von der Notwendigkeit, die gravierte Einteilung der Skala auf dem Messkreis abschleifen und neu anfertigen zu müssen, da ihre Abweichung wegen der ungleichmäßigen Temperaturen während der Teilung größer als zwei Winkelsekunden gewesen sei).

Endlich, am 31. 12. 1817 (Brief 28) war es soweit: Repsold meldete Gauß die Fertigstellung des Meridiankreises, wies allerdings auf einen systematischen Ablesefehler von etwa 3" hin. Gauß akzeptierte diesen Fehler (Brief 29 vom 10. 1. 1818), da er hoffte, ihn rechnerisch korrigieren zu können. Er forderte aber weitere Messungen, um Aufschluss darüber zu gewinnen, und erhielt schnell entsprechende Ergebnisse von Repsold (Brief 30 vom 24. 1. 1818) einschließlich einer Zeichnung der Ablesemethode des Höhenwinkels. Die nächsten Briefe befassten sich erneut mit den Themen Aufstellung und reproduzierbare Messgenauigkeit (Briefe 31 bis 34 vom 29. 1. 1818 bis zum 20. 3. 1818).

Am 4. 4. 1818 (Brief 35) vermeldete Repsold schließlich den Versand des Meridiankreises in Richtung Göttingen. Einer seiner Arbeiter begleitete den Transport und sollte bei der Aufstellung behilflich sein. Repsold selbst wollte nachkommen; er fuhr anschließend über Gotha (Besuch bei von Zach) und München (bei Reichenbach) nach Zürich (bei Horner) weiter⁹. Über die Aufstellung des Meridiankreises gibt es keine

9 Koch (Anm. 6), S. 57.

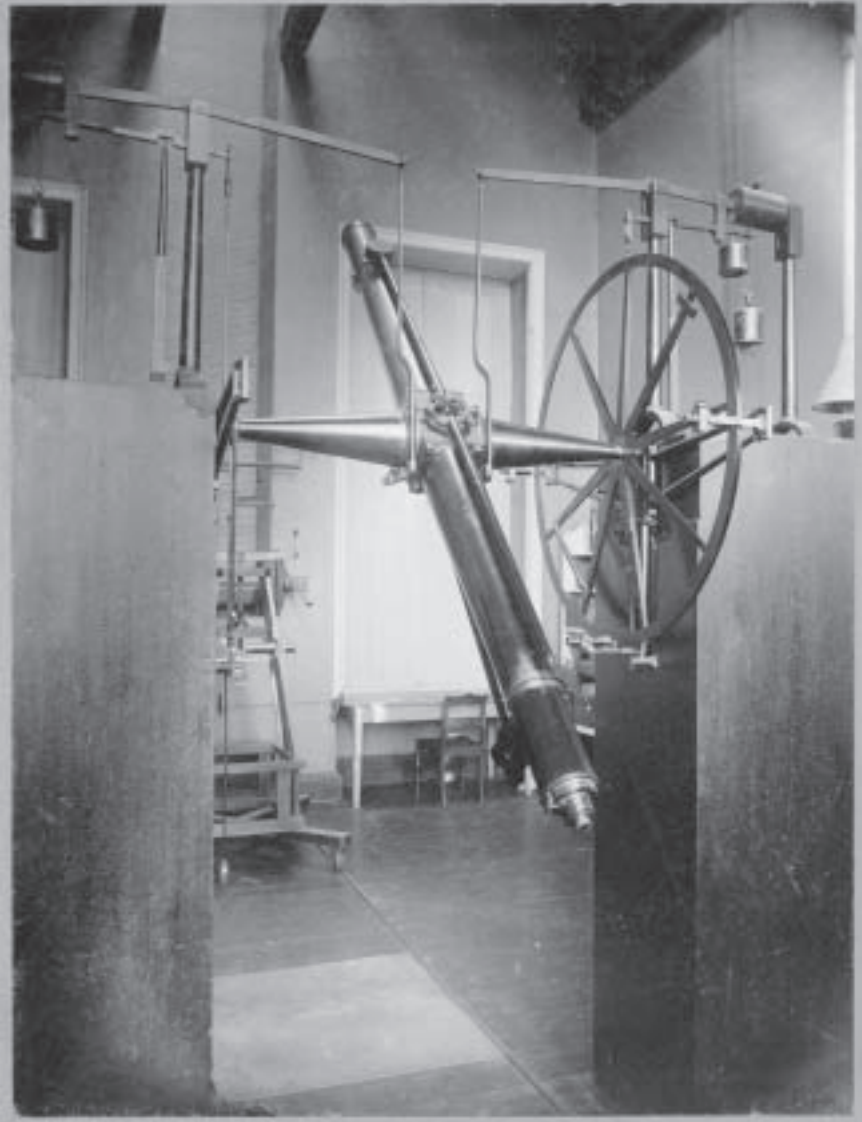


Abb. 45

Der Repsold'sche Meridiankreis in der Göttinger Universitäts-Sternwarte (M 2)

brieflichen Berichte. Gauß hatte mittlerweile auch das Reichenbach-Instrument aufgebaut und daran einige Mängel gefunden. Deswegen bat er Repsold um die Herstellung einiger Hilfsvorrichtungen wie Libellen und Messfäden im Okular (Brief 36 vom 13. 9. 1818); diese Teile schickte Repsold umgehend (Brief 37 vom 18. 9. 1818).

Gauß war zu dieser Zeit gemeinsam mit Schumacher mit Vermessungsarbeiten von Holstein bis nach Lüneburg befasst (Brief 38 vom 30. 9. 1818) und besuchte auch Hamburg. Dort war die Kirchturmspitze von St. Michaelis zentraler Messpunkt geworden. Gauß traf bei dieser Gelegenheit natürlich Repsold, dem er anschließend u.a. von seiner mühsamen Rückreise nach Göttingen, aber auch von neuen Messungen mit dem Meridiankreis berichtete (Brief 39 vom 28. 10. 1818). Er bat um Übersendung einer astronomischen Pendeluhr, deren Bau und Lieferung ihm Repsold wohl in Hamburg versprochen hatte, deren Anfertigung sich jedoch wohl als problematisch erwies (Brief 40 vom 16. 11. 1818). Der letzte auf den Meridiankreis bezogene Brief vom 26. 11. 1818 (Brief 41) beschrieb u.a. eine unerklärliche Bewegung der Auflagepfeiler über einen Tag, die Einfluss auf die Messgenauigkeit hatte.

In der Folgezeit wurde der Briefwechsel zu diesem Thema unterbrochen, denn Gauß nahm seine astronomischen Messungen überwiegend mit dem Reichenbach-Meridianinstrument vor, und aktuelle Probleme wurden vor Ort von seinen eigenen Mechanikern gelöst.

3.3 1820–1821: Vermessungen und der Heliotrop

Wie bereits erwähnt, war Gauß etwa seit 1818 mit Schumacher an Vermessungsarbeiten des Königreichs Dänemark beteiligt. Die Länge des Meridians sollte von Skagen bis Lauenburg und dann weiter gen Süden über Göttingen, Bayern bis zur Insel Elba bestimmt werden, um den Durchmesser der Erde und deren Gestalt möglichst genau berechnen zu können. Da ein solches Vorhaben die Anwendung der Triangulation erforderte, also die Messung von Winkeln zwischen entfernt liegenden exponierten Punkten (Bergspitzen, Kirchtürmen, eigens errichteten Signalen), wurden frühzeitig auch Hamburg und Teile des Königreichs Hannover einbezogen, so Lüneburg, und dies bereits vor der offiziellen Beauftragung im September 1818 durch die hannoversche Regierung. Danach konnte das Messnetz ausgedehnt werden, über den Wilseder Berg und Lüneburg hinaus nach Süden und Westen.

Repsold hatte bereits 1816 für Schumacher so genannte „Reverbèren“ angefertigt, Öllampen mit Reflektoren, um bei Dämmerung und nachts weit entfernte Punkte für die Beobachtung und Winkelmessung sichtbar zu machen (Repsold verwendete zu diesem Zweck die gleiche Technik, nach der er die Lampen für Leuchttürme herstellte). Was also lag näher, als dass Schumacher Repsold auch mit der Anfertigung des Apparates zur Messung der Basislinie beauftragte. Die möglichst genaue Länge dieser viele Kilometer langen Geraden ist die Grundlage der Umrechnung der

durch Triangulation gemessenen *Winkel* in *Entfernungen*, ein aufwändiger Prozess, sowohl in messtechnischer als auch in rechentechnischer Hinsicht. Dabei wurde auch Gauß benötigt. Die Vermessung der etwa 5.875 m langen Basislinie wurde 1820 und 1821 bei Braak östlich von Hamburg durchgeführt¹⁰; neben Schumacher war zeitweise auch Gauß anwesend, bisweilen auch Repsold.

Gauß war mit der Durchführung der Messungen wohl so zufrieden, dass er Repsold bat, ihm die gleichen Reverbèren anzufertigen, die Schumacher verwendet hatte (Brief 42 vom 20. 12. 1820). In diesem Brief beschrieb er auch seine Idee, das Sonnenlicht als Beleuchtungsmittel einzusetzen, indem er es über Spiegel zu dem entfernt liegenden Messpunkt reflektierte (Gauß nannte das entsprechende Instrument zunächst „Heliostat“). Dabei entwickelte Gauß eine Beobachtung weiter, die ihn 1818 in Lüneburg beim Winkelmessen gestört hatte. Er erbat von Repsold zwei bis drei Prototypen, die dieser nach einer (nicht mehr vorhandenen) Zeichnung realisieren sollte.

Repsold hat wohl auch ein entsprechendes Instrument angefertigt (Brief 43 vom 21. 5. 1821), es war aber „nur“ die gewünschte Reverbère und nicht der „Heliostat“. Repsold teilte nämlich Gauß am 25. 5. 1821 (Brief 44) mit, er habe die Reflektorlampe versendet und wolle nun mit der Herstellung des „Sonnenreflektierungs-Instrumentes“ beginnen. Gauß bestätigte den Empfang der Lampe (Brief 45 vom 19. 6. 1821) und berichtete von ersten Versuchsergebnissen. Des Weiteren teilte er Repsold eine „ganz andere Idee“ für die Ausführung des Heliostaten mit, die sehr viel einfacher sein sollte; eine Zeichnung unterstützte die beigefügte ausführliche Beschreibung. Weiter schrieb er, sein Mechaniker Philipp Rumpf (1791–1833) habe bereits mit der Fertigung eines Prototyps begonnen. Diese Information war möglicherweise die Ursache dafür, dass die Korrespondenz zwischen Repsold und Gauß (aus Verärgerung?) abbrach und auch kein weiteres Gerät geliefert wurde.

Rumpf hat in der Folgezeit sieben Exemplare des jetzt „Heliotrop“ genannten Instruments angefertigt, die Gauß mit großem Erfolg bei seinen Vermessungen anwandte und auch zur Nachrichtenübermittlung benutzte. Repsold entwickelte die Idee weiter und setzte bei der Messung der Braaker Basis 1821 eine einfache Ausführung ein¹¹.

Zum Lieferprogramm Repsolds gehörten bekanntlich auch Präzisions-Wasserwaagen („Niveaus“), Feingewinde und Etalons¹². Er hat davon einiges an Gauß gelie-

10 Koch, Jürgen W.: Die Messung der Braaker Basis 1820 und 1821 im Rahmen der Landes-triangulation Dänemarks und Hannovers, in: Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft, 34 (1997), S. 11–24.

11 Repsold, Johann Adolf: Über J. G. Repsolds Heliotrope, in: Zeitschrift für Instrumentenkunde, 17 (1897), S. 1–7.

12 Koch (Anm. 6), S. 176–187.

fert, wie aus verschiedenen Bemerkungen in der Korrespondenz hervorgeht. Johann Georg Repsold kam, wie bereits erwähnt, am 14. Januar 1830 durch einen Arbeitsunfall ums Leben, seine Söhne Adolf und Georg führten die Geschäfte des Instrumentenbaues unter dem Namen „A. & G. Repsold“ weiter. Aber erst 1833 kamen sie erneut in schriftlichen Kontakt mit Gauß. Gauß bezeichnete den Tod Repsolds Schumacher gegenüber als Katastrophe: „Ich kann meinem Schmerz um diesen genialischen Künstler und edlen Menschen keine Worte geben.“¹³

4. 1833–1848: Kontakte zu Adolf und Georg Repsold

Auch hier ist der Briefwechsel lückenhaft, was u.a. darauf zurückzuführen ist, dass die Antworten durch mündlich übermittelt worden sind (zum Beispiel durch Schumacher, der Gauß häufiger besuchte). Dies geht aus einigen Bemerkungen in den erhalten gebliebenen Briefen hervor. Hauptanlass für Gauß, den Kontakt mit den Söhnen Repsolds aufzunehmen, war der Bau des magnetischen Observatoriums, das er mit Wilhelm Eduard Weber (1804–1891) plante. Im Brief 46 vom 9. 6. 1833 bezog sich Gauß auf den Besuch eines der Brüder Repsold (es handelte sich wahrscheinlich um Adolf) in Göttingen; er bedankte sich für die Lieferung von Ablesemikroskopen und Spiegeln, die für seine magnetischen Apparate vorgesehen waren, und gab seiner Vorfreude über weitere „gütige Beihilfe“ Ausdruck.

Im nächsten Schreiben (Brief 47 vom 17. 7. 1833) mahnte Gauß die Rechnung für die gelieferten Objekte an; er benötigte sie dringend, da das Abrechnungsjahr der königlichen Institute jeweils im Juni endete. Für sein magnetisches Observatorium hatte er über die Brüder Repsold aus Hamburg „besten englischen Gussstahl“ erhalten, der dort in großer Menge gelagert war. Dieser sollte allerdings in Bezug auf seine Magnetisierbarkeit dem Stahl aus Uslar unterlegen sein, von dem Gauß eine Probe hatte und von dem er hoffte, mehr beschaffen zu können. Die angemahnte Rechnung erreichte ihn umgehend, denn in Brief 48 (vom 26. 7. 1833) bestätigte Gauß die Übersendung eines Wechsels.

Dann trat wieder eine Pause von drei Jahren ein, bis die Brüder Repsold am 14. 6. 1836 (Brief 49) Gauß mitteilten, dass sie auf seines und Schumacher Wunsch hin eine Waage leihweise zu Verfügung stellten und diese per Fracht abgeschickt hätten. Gauß benötigte diese besonders genaue Waage zu Kalibrierungen von Gewichtsstücken (Brief 50, 23. 9. 1836), zum Beispiel gegen das „preußische“ und das „hannoversche“ Pfund, das er aus Berlin erhalten hatte. Dies gelang jetzt auf $\frac{1}{2}$ mg genau. Auf Grund dieser Ergebnisse beabsichtigte Gauß, eine solche Waage für

13 Peters, Christian August Friedrich, in: Gauß, Carl Friedrich/Schumacher, Heinrich Christian: Briefwechsel, Altona 1860–1865, Brief 376 vom 24. 2. 1830.

die Sternwarte zu erwerben, da dort nur eine „im Vergleich schlechtere von Rumpff“ zur Verfügung stand. Dazu wünschte er sich noch zwei genaue Gewichtsstücke zu je 500 Gramm. Diese erhielt er auch (Brief 51 vom 15. 10. 1836). Die Waage hatte er allem Anschein nach bereits erworben, denn in Brief 52 (vom 10. 12. 1836) wurden daran ausgeführte Reparaturen erwähnt.

Der letzte Brief der Korrespondenz wurde sechs Jahre später geschrieben (Brief 53 vom 28. 2. 1843) und befasste sich mit einem von A. & G. Repsold gefertigten und gelieferten Instrument (Prismenkreis und Stativ) sowie mit der besten Weise der Zahlungsabwicklung. Weitere Briefe sind nicht bekannt; der schriftliche Kontakt zwischen Gauß und der Familie Repsold riss ab. Das mag in anderen Interessen von Gauß, aber auch darin begründet sein, dass die Beschaffung von Instrumenten und Geräten auf Geschäftsbasis vonstatten ging und dass es mittlerweile es zahlreiche Konkurrenten in ganz Deutschland gab.

5. Zusammenfassung

Aus dem Stil der Briefe kann geschlossen werden, dass die Bekanntschaft zwischen Gauß und den Repsolds von gegenseitigem Respekt geprägt war. Gauß war von dem technischen Sachverstand und der Kreativität Repsolds angetan, der nie um eine Lösung verlegen war. Dies kam Gauß vor allem bei der Beschaffung des Meridiankreises und der Diskussion über seinen Heliotropen zugute, in die Repsold viele Ideen einbringen konnte. Repsold hingegen hatte nach anfänglichen Hemmungen dem „Herrn Professor“ gegenüber immer mehr das Gefühl der Gleichwertigkeit, was aus der gegenseitigen Anrede mit „hochgeschätzter wertester Freund“ ersehen werden kann. Deshalb ist der plötzliche Abbruch der (brieflichen) Kontakte nicht ganz verständlich, aber möglicherweise fühlte sich Repsold von Gauß bei der Entwicklung des Heliotropen übergangen und zog seine Konsequenzen. Dennoch zeugen die erhaltenen Briefe von der fruchtbaren Zusammenarbeit zweier durch ihre Ausbildung so unterschiedlichen Persönlichkeiten.

6. Übersicht über die bekannten Briefe zwischen Carl Friedrich Gauß und Johann Georg bzw. Adolf und Georg Repsold¹⁴

	Gauß ... an Repsold	Repsold ... an Gauß
01	30.09.1807 Braunschweig	
02		24.11.1807 Hamburg
03	02.09.1809 Göttingen	
04		24.09.1809 Hamburg
05	10.11.1809 Braunschweig	
06		29.11.1809 Hamburg
07		06.02.1810 Hamburg
08		03.07.1810 Hamburg
09		08.05.1812 Hamburg
10	16.11.1814 Göttingen	
11		12.01.1815 Hamburg
12	17.02.1815 Göttingen	
13		09.03.1815 Hamburg
14	04.03.1815 Göttingen	
15		21.03.1815 Hamburg
16	10.05.1815 Göttingen	
17		21.05.1815 Hamburg
18	22.08.1815 Göttingen	
19		12.12.1815 Hamburg
20	04.03.1816 Göttingen	
21		23.03.1816 Hamburg
22	21.07.1816 Göttingen	
23		12.11.1816 Hamburg
24	07.04.1817 Göttingen	
25		15.04.1817 Hamburg
26	28.08.1817 Göttingen	

¹⁴ Koch (Anm. 3).

Gauß ... an Repsold		Repsold ... an Gauß
27		05.09.1817 Hamburg
28		31.12.1817 Hamburg
29	10.01.1818 Göttingen	
30		24.01.1818 Hamburg
31	29.01.1818 Göttingen	
32		07.02.1818 Hamburg
33	15.02.1818 Göttingen	
34		20.03.1818 Hamburg
35		04.04.1818 Hamburg
36	13.09.1818 Göttingen	
37		18.09.1818 Hamburg
38		30.09.1818 Hamburg
39	28.10.1818 Göttingen	
40		16.11.1818 Hamburg
41	26.11.1818 Göttingen	
42	20.12.1820 Göttingen	
43	21.05.1821 Göttingen	
44		25.05.1821 Hamburg
45	19.06.1821 Göttingen	

Briefe zwischen C. F. Gauß und Repsolds Söhnen Adolf und Georg:

Gauß ... an Repsold		Repsolds ... an Gauß
46	09.06.1833 Göttingen	
47	17.07.1833 Göttingen	
48	26.07.1833 Göttingen	
49		23.09.1836 Hamburg
50	23.09.1836 Göttingen	
51		15.10.1836 Hamburg
52		10.12.1836 Hamburg
53	28.02.1843 Göttingen	

Exponate M

M 1 Johann Georg Repsold:

Brief an Carl Friedrich Gauß. (Beilage). Hamburg, 9. März 1815.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe A: J. G. Repsold, Nr. 9

Für die Ausstattung der neuen Sternwarte benötigte Gauß einen Meridiankreis, ein astronomisches Fernrohr, das von der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts bis weit in das 20. Jahrhundert hinein eines der Hauptinstrumente für die winkelmessende Astronomie war. Nachdem er den Hamburger Mechaniker Johann Georg Repsold (1770–1830) um nähere Informationen über den Aufbau und die Abmessungen eines 1802 von dem Instrumentenbauer hergestellten Meridiankreises gebeten hatte, schickte dieser ihm eine erläuternde Zeichnung zu.

M 2 Repsold'scher Meridiankreis im östlichen Meridiansaal der Universitäts-Sternwarte Göttingen.

Photographie, ca. 20 x 30 cm

Universitäts-Sternwarte Göttingen, Historische Sammlung

Diese um 1888 entstandene Photographie des Sternwartenmitarbeiters Berger zeigt den von Repsold hergestellten Meridiankreis, den Gauß 1815 erwarb und 1818 in der neuen Universitäts-Sternwarte aufstellen ließ. Im Jahre 1926 wurde der Kreis im Zuge der Auflassung des Meridiansaals abgebaut. Der Messkreis ist an der rechten Seite der Drehachse angebracht und dient der möglichst exakten Bestimmung von Sternhöhen beim Meridiandurchgang.

M 3 Messkreis des Repsold'schen Meridianinstrumentes der Universitäts-Sternwarte Göttingen.

Messing, Durchmesser 115 cm

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Vom Repsold'schen Meridianinstrument ist heute nur der große neunspeichige, stark korrodierte Außenkreis mit einem Durchmesser von 115 cm erhalten. Er trägt eine sehr feine Winkelteilung; die T-förmigen Speichen sind angeschraubt.

M 4 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Johann Georg Repsold. Göttingen, 10. Mai 1815.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: J. G. Repsold, Nr. 7

In diesem Brief an Repsold schildert Gauß anhand einer verdeutlichenden Skizze die vorgesehene Aufstellung des Meridianinstrumentes im Beobachtungszimmer der neuen Universitäts-Sternwarte: „Dieses Zimmer sollte seiner ursprünglichen Bestimmung nach in der Mitte ein Passageninstrument, und nördlich und südlich die Aufhängung des

Mauerquadranten haben. Jetzt werden nun in A und B die Pfeiler für den Kreis in D die Mauer für den Mauerquadranten wenn er nach Norden gerichtet ist, in E die Mauer für den M.Q., wenn er nach Süden gerichtet ist zu stehen kommen.“

M 5 Johann Georg Repsold:

Brief an Carl Friedrich Gauß. (Beilage). Hamburg, 24. Januar 1818.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe A: J. G. Repsold, Nr. 18

Repsold hatte beim Teilen der Winkelskala einen Fehler von über 3" erhalten und diesen Umstand Gauß am 31. Dezember 1817 mitgeteilt. Um die Verwendbarkeit des Instrumentes zu prüfen, benötigte Gauß nähere Angaben zur Ablesungsmethode. Auf seine Bitte schickte Repsold ihm diese Zeichnung des Messkreises mit der Lage der Ablesemikroskope und der Verschiebestangen zu.

M 6 Johann Georg Repsold:

Brief an Carl Friedrich Gauß. Hamburg, 19. Juni 1821.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe A: J. G. Repsold, Nr. 21

Gegenüber einer ersten Mitteilung an Repsold vom 20. Dezember 1820 skizziert Gauß in diesem Brief eine „einfachere Idee“ eines Heliotropen, die er in einer kleinen Zeichnung vorstellt. Gauß bat Repsold, ihm zumindest ein Exemplar dieses Gerätes zur Reflexion des Sonnenlichtes bei der Vermessung anzufertigen. Zu einer Lieferung ist es jedoch nie gekommen.

Der praktische Gauß – Präzisionsmessung für den Alltag

Kathryn Olesko

Gauß' praktische Arbeiten

Gauß' historische Bedeutung basiert hauptsächlich auf seinen Leistungen in der Astronomie, der Physik und der Mathematik. Aber wie viele seiner Astronomenkollegen befasste er sich mit verschiedenen Projekten, die eine praktische Bedeutung für das Alltagsleben im 19. Jahrhundert hatten. Auch in diesen Feldern war sein Einfluss beträchtlich. Drei Gebiete seiner praktischen Arbeit waren besonders bedeutend; sie befassten sich mit der Zeit, dem Raum und den wirtschaftlichen Bedingungen des Alltags. Auf dem Gebiet der gesellschaftlichen Zeit beteiligte Gauß sich an den Diskussionen zur Bestimmung des bedeutendsten Datums im christlichen Kirchenjahr, des Ostertermins, einer Bestimmung, die mehr als zwei Jahrhunderte nach Papst Gregors XIII. Reform des Julianischen Kalenders in den deutschen Ländern immer noch eine umstrittene Frage darstellte. Mehrere Jahrzehnte lang beaufsichtigte er die Vermessung des geographischen Raumes im Königreich Hannover. Gauß' Arbeit in der Landesvermessung bildete die Grundlage der Katasterreform und veränderte somit die das Grundeigentum betreffende Wirtschaftspolitik in Hannover und vor allem später in Preußen. Gemeinsam mit ähnlichen Projekten der Landesvermessung in den Nachbarländern, besonders in Dänemark, trug Gauß' Wirken in diesem Bereich dazu bei, die staatliche Auffassung vom geographischen Raum und die gesellschaftliche Vorstellung vom lokalen Raum zu objektivieren. Schließlich leistete Gauß einen Beitrag zur Veränderung der wirtschaftlichen Grundlagen des Alltags, indem er in einer Zeit des ökonomischen Wandels die im Königreich Hannover verwendeten Maße und Gewichte untersuchte und berichtigte.

Gauß' praktische Arbeiten über die Zeit, den Raum und die wirtschaftlichen Bedingungen des Alltags waren größtenteils von dem Bewusstsein getragen, dem Königreich Hannover einen Dienst zu leisten. Gleichzeitig entsprachen sie den kame-ralistischen Unternehmungen des 18. Jahrhunderts, welche sich um Lauterkeit auf dem Marktplatz, soziale Ordnung und einen ökonomischen Umgang mit den Ressourcen des Landes bemühten. Der Kameralismus war die Wissenschaft vom sorgsamem Umgang mit den Landesvermögen in den deutschen Fürstentümern der Neuzeit. Während die Kameralisten sich anfangs nur mit der Verwaltung der Staatskasse beschäftigten, erweiterten sie nach dem Ende des Dreißigjährigen Krieges ihren Blickwinkel, um in Staat und Gesellschaft die öffentliche Ordnung wiederherzustellen. Um 1750 beteiligten sich die Kameralisten an der Verwaltung und der effizienten Nut-

zung sämtlicher Ressourcen des Landes – Wasser, Landwirtschaft, Forsten, Gebäude, Straßen, Bevölkerung, Manufakturen, Bergwerke, Münzwesen, Finanzen, Maße und Gewichte, Kataster und Gemeindeland – sowie an der Verwaltung, dem Schutz und der Ordnung der Gesellschaft im täglichen Leben. Nach Auffassung der Kameralisten stellten wissenschaftliche Kenntnisse einen wichtigen Teil ihrer administrativen Tätigkeiten dar. Die Kameralisten griffen zurück auf Astronomie, Chemie, Forstwissenschaft, Geographie, Naturgeschichte, Mathematik, Medizin, Bergbau, Physik, Technologie und andere Wissenschaften und Fertigkeiten. In der Mathematik und den Naturgesetzen fanden sie ein Modell für die Sicherheit, die sie auch in den staatlichen Gesetzen erstrebten.

Als Gauß in den Jahren zwischen 1795 und 1798 in Göttingen studierte, hatte die Universität bereits einen fest begründeten Ruf in den Kameralwissenschaften. Viele der führenden Theoretiker des Kameralismus hatten früher an der Universität gelehrt, darunter Johann von Justi, J. C. E. Springer, Johann Beckmann und Gottfried Achenwall.¹ Ihre nachhaltigsten Beiträge zu den Staatswissenschaften waren wahrscheinlich die von ihnen verfassten Lehrbücher. Gauß selbst benutzte die späteren Ausgaben eines der führenden mathematischen Lehrbücher innerhalb der kameralistischen Tradition, Abraham Gotthelf Kästners (1719–1800) „Anfangsgründe der Arithmetik“, dessen erste Auflage 1758 veröffentlicht wurde und das im Jahre 1800 in seiner sechsten Auflage immer noch als Standardlehrbuch an der Universität verwendet wurde. Unter den praktischen Gebieten, die Kästner behandelte, befanden sich die mechanischen und optischen Wissenschaften, Astronomie, Geographie, Chronologie und Gnomonik, Rechenkunst und Bewegung des Wassers.² Obwohl Gauß den Besuch der Vorlesungen Kästners als wenig anregend empfand, setzte er mit seinen eigenen Arbeiten einige Gebiete der angewandten Forschungen fort, mit denen Kästner sich beschäftigt hatte, insbesondere die Landesvermessung.

Obleich der Kameralismus als Methode der Verwaltung und Bewirtschaftung zu Gauß' Lebzeiten an Bedeutung verlor, befassten sich die Astronomen bis in das 19. Jahrhundert hinein mit praktischen Problemen, die von den Kameralisten behandelt worden waren. So waren die Astronomen daran beteiligt, das neuzeitliche Verhältnis zwischen der Wissenschaft und dem Staat zu entwickeln. Spuren der kameralisti-

1 Troitzsch, Ulrich: Ansätze technologischen Denkens bei den Kameralisten des 17. und 18. Jahrhunderts, Berlin 1966; Brückner, Jutta: Staatswissenschaften, Kameralismus und Naturrecht, München 1972; Lindenfeld, David: The Practical Imagination: The German Sciences of State in the Nineteenth Century, Chicago 1997; Wakefield, R. Andre: The Apostles of Good Police: Science, Cameralism, and the Culture of Administration in Central Europe, 1656–1800. Ph.D. Dissertation, University of Chicago 1999.

2 Kästner, Abraham Gotthelf: Anfangsgründe der Arithmetik, Geometrie, ebenen und sphärischen Trigonometrie und Perspectiv, Göttingen 1758. Gauß benutzte Kästners Ausgaben aus den Jahren nach 1761 (SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 57. 459–467).

schen Tradition der anwendungsbezogenen Nutzung naturwissenschaftlicher Kenntnisse für das Allgemeinwohl finden sich in den Arbeitsvorhaben Gauß' und seiner Zeitgenossen Wilhelm Olbers (1758–1840), Heinrich Christian Schumacher (1780–1850), Christian Ludwig Gerling (1788–1864) und Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846), vor allem in den Bereichen der Reform der Maße und Gewichte und der Landesvermessung. Aber ihre Bemühungen unterschieden sich in einer bedeutenden Hinsicht von denen ihrer kameralistischen Vorläufer aus dem 18. Jahrhundert: Gauß und seine Zeitgenossen richteten ihre Aufmerksamkeit in höherem Maße auf die Genauigkeit und Präzision ihrer Messergebnisse. Ihrer Ansicht nach reichte es nicht aus, ein numerisches Ergebnis zu erzielen. Stattdessen sollte ihre praktische Arbeit ebenso wie ihre wissenschaftliche Forschung von einer Präzision gekennzeichnet sein, die selbst messbar war. Gauß war einer der wenigen Naturwissenschaftler, die eine besondere Methode zur Bestimmung der Genauigkeit entwickelten, indem sie zufällige Fehler bei den Messungen mit Hilfe einer besonderen Anwendung der Wahrscheinlichkeitstheorie analysieren konnten. Gauß' Berechnungen bei seinen praktischen Vorhaben ergaben so eine größere Zuverlässigkeit bei der Bestimmung der Zeit, der Verwaltung der Ressourcen und letztlich der Verteilung von Gütern und Vermögen.

Präzision und „Handeln im Leben“

Gauß' bekanntester Beitrag zur Bestimmung der Messgenauigkeit ist die Methode der kleinsten Quadrate, eine Methode zur Berechnung des Bereiches von möglichen Fehlern in einer Messreihe. In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts erkannten die Astronomen, dass es besser war, mehrere durchschnittliche Messungen vorzunehmen als eine einzige ideale Messung zu benutzen. Dennoch blieb es strittig, wie Messungen am besten miteinander zu kombinieren seien. Die Meridianmessungen, die während der Französischen Revolution vorgenommen wurden, um eine neue Längennorm, das Meter, festzulegen, ergaben die Gelegenheit, die erste allgemeine Methode zu entwickeln, um ein Gleichgewicht unter zufälligen Beobachtungsabweichungen festzulegen, indem man ihren „Schwerpunkt“ bestimmte. Dieses Verfahren, die Methode der kleinsten Quadrate, wurde 1805 von Adrien-Marie Legendre (1752–1833) in seinem Werk «Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes» formuliert.³ Legendres Darstellung verallgemeinerte das Verfahren zur Verwendung des arithmetischen Mittels und schlug eine Methode vor, mit der die Beobachtungen kombiniert werden konnten.

3 Legendre, Adrien-Marie: Sur la méthode des moindres quarrés, in: Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes, Paris 1805, S. 72–75.

Als Legendres kurze Darstellung 1805 veröffentlicht wurde, behauptete Gauß, er habe diese Methode schon seit 1795 angewandt. In den folgenden Jahren suchte er in seiner Korrespondenz seinen Vorrang bei der Entdeckung der Methode nachzuweisen. Seine fortwährende Untersuchung der Bedingungen, unter denen die „besten“ Beobachtungen erzielt werden könnten, machten die Frage nach der Priorität der Entdeckung jedoch gegenstandslos, denn Legendre hatte nur *Beobachtungen* behandelt, während Gauß die Eigenschaften *zufälliger Fehler* bei den Messungen untersuchte. Gauß trug damit entscheidend zur Erkenntnis der Bedeutung dieser Methode für Beobachtungsfehler bei.⁴ Im Jahre 1801 hatte er die Methode verwendet, um den Asteroiden Ceres wiederzuentdecken, der von Giuseppe Piazzi beobachtet worden war, und etwa zur gleichen Zeit hatte er sie auch bei der Landesvermessung in Braunschweig benutzt, bei der er es zunächst für unmöglich hielt, alle Beobachtungsfehler zu beseitigen.

Um 1809 legte Gauß eine Rechtfertigung für die Methode vor, bei der er von der Annahme ausging, dass der mittlere Wert einer Gruppe von Zahlen der wahrscheinlichste sei.⁵ Aus dieser Annahme folgte, dass die Verteilung der zufälligen Abweichungen in den Messungen eine Glockenkurve ergibt, die sogenannte Gauß'sche oder Normal-Verteilung. Seither ist die Glockenkurve, die die statistische Regelmäßigkeit so vieler Erscheinungen in der natürlichen und sozialen Welt abbildet, mit dem Namen von Gauß verbunden. Ihre Bedeutung für Messungen bleibt unübertroffen. Der wahre Wert einer Messung (also der Wert, welcher die geringste Abweichung hat) liegt im Zentrum der Verteilung, während die Breite der Kurve nach Gauß ein Maß von der Varianz innerhalb der Beobachtungsgenauigkeit angab, eine Vorstellung, die Gauß im Jahre 1816 ausführlicher darlegte.⁶ Gauß' Annahmen und Ergeb-

4 Gauß, Carl Friedrich: Zur Geschichte der Entdeckung der Methode der kleinsten Quadrate, in: Ders.: Werke, Bd. 8: Arithmetik und Algebra, Hildesheim 1973, S. 136–141, und: Ders.: Kritische Bemerkungen zur Methode der kleinsten Quadrate, *ibid.*, S. 142–148.

5 Gauß, Carl Friedrich: Determinatio orbitae observationibus quotcumque quam proxime satisfaciendis, in: Ders.: Theoria motus corporum coelestium, Hamburg 1809. Siehe auch: Kregel, Ulrich: Die Gauß'sche Theorie der Beobachtungsfehler, in: Carl Friedrich Gauß, 1777–1855. Ausstellung zum 200. Geburtstag, Göttingen 1977, S. 41–43; Galle, A.: Ueber die geodätischen Arbeiten von Gauß, in: Gauß: Werke, Bd. 11.2: Abhandlungen über Gauß's wissenschaftliche Tätigkeit auf den Gebieten der Geodäsie, Hildesheim 1973, S. 1–167.

6 Gauß, Carl Friedrich: Bestimmung der Genauigkeit der Beobachtung, in: Zeitschrift für Astronomie und verwandte Wissenschaften, (1816), S. 185–197 sowie in: Gauß: Werke, Bd. 4: Wahrscheinlichkeitsrechnung und Geometrie, Hildesheim 1973, S. 109–118. Siehe auch SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Handbuch 5, Bl. 114; Cod. Ms. Gauß Handbuch 6, Bl. 50; Cod. Ms. Gauß Handbuch 8, Bl. 32–33, 35–36; Cod. Ms. Gauß Manusk. 68, „Kleinste Quadrate“; Cod. Ms. Gauß Manusk. 69, „Wahrscheinlichste Berechnung der geodätischen Operationen“.

nisse sind nur insofern korrekt, als es bei Messungen keine konstanten oder systematischen Abweichungen gibt, eine Bedingung, die in der praktischen Wirklichkeit selten Beachtung findet.⁷

Die Methode der kleinsten Quadrate ermöglichte die Bewältigung wissenschaftlicher Großprojekte wie Gauß' erdmagnetisches Kartenwerk⁸, indem sie das Instrumentarium dazu lieferte, Daten aus den unterschiedlichsten geographischen Gegenden zu bestimmen und miteinander zu kombinieren.⁹ Er empfand die Methode aber vielleicht als noch nützlicher, um die besten Messwerte bei praktischen Vorhaben wie bei der Landesvermessung und der Berichtigung der Maße und Gewichte im Königreich Hannover zu erhalten. Tatsächlich bestimmten Fragen des täglichen Lebens bisweilen Gauß' Denken, wenn die schwierigsten Probleme bei der Anwendung der Methode betroffen waren, nämlich etwa die Frage, wann abseits liegende Messwerte unberücksichtigt bleiben sollten. An den Astronomen Wilhelm Olbers schrieb er am 3. Mai 1827, Entscheidungen dieser Art „scheinen mir schon mehr Analogie mit dem *Handeln im Leben* zu haben, wo man selten oder nie mathematische Strenge und Gewissheit hat, und wo man sich begnügen muss, nach bester überlegter Einsicht zu verfahren.“¹⁰

Numerische Präzision bei der Berechnung des Ostertermins

Wenden wir uns nun einer der frühesten Arbeiten Gauß' zu, der Berechnung des Ostertermins. Der anekdotischen Überlieferung nach rührt sein Interesse an dem Datum des Osterfestes von einer Frage an seine Mutter her, die sein eigenes Geburtsdatum betrifft.¹¹ Sie soll geantwortet haben, er sei an einem Mittwoch in der Woche vor Himmelfahrt im Jahre 1777 geboren. Das Himmelfahrtsdatum in diesem Jahre war der 8. Mai, so dass Gauß folgerte, dass er am 30. April 1777 das Licht der Welt erblickt habe. Weil seine Mutter den Tag seiner Geburt mit den beweglichen Feiertä-

7 Gauß, Carl Friedrich: *Theoria combinationis observationum erroribus minimis obnoxiae* (1821), in: Ders.: *Werke*, Bd. 4: *Wahrscheinlichkeitsrechnung und Geometrie*, Hildesheim 1973, S. 3–26 und S. 27–108.

8 Gauß, Carl Friedrich und Weber, Wilhelm: *Atlas des Erdmagnetismus nach den Elementen der Theorie entworfen, Supplement zu den Resultaten aus den Beobachtungen des Magnetischen Vereins*, Leipzig 1840 (SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 838).

9 Siehe z. B. SUB Göttingen: Cod. Ms. *Magnetischer Verein*, 1: 6: „Reduction von Beobachtungen im Magn. Obs. 1848 Dec. 17 abends beim Nordlicht“.

10 Gauß an Olbers, 3. Mai 1827, Brief Nr. 613, in: Gauß, Carl Friedrich/Olbers, Heinrich Wilhelm Matthias: *Briefwechsel II*, Hildesheim 1973, S. 479–482, S. 480.

11 Ahrens, Wilhelm: *Kleine Geschichten von Astronomen, Mathematikern und Physikern* (II), in: *Das Weltall* 26 (1926/27), S. 137–138; vgl. Carl Friedrich Gauß. *Der „Fürst der Mathematiker“* in *Briefen und Gesprächen*, hrsg. Kurt-R. Biermann, München 1990, S. 39–40.

gen nach Ostern in Verbindung brachte, soll Gauß Interesse an der Berechnung des Ostertermins entwickelt haben.

Mit den Informationen seiner Mutter versehen, hätte Gauß eigentlich nur einen Kalender für das Jahr 1777 zurate ziehen müssen, denn dieses war das erste Jahr, in dem die protestantischen Länder in Deutschland gemeinsam mit den katholischen Ländern den Gregorianischen Kalender benutzten, um den Ostertermin festzulegen. Zuvor waren in den protestantischen Ländern astronomische Beobachtungen herangezogen worden, um Jahr für Jahr das Datum des Osterfests zu berechnen. Hintergrund dieser unterschiedlichen Bestimmung des Ostertermins in den katholischen und protestantischen Ländern ist die Auseinandersetzung der Konfessionen um die Übernahme des Gregorianischen Kalenders, die auch nach Gauß' Geburt im Jahre 1777 andauerte. Demnach legt die historische Quellenlage nahe, dass Gauß' Interesse an dieser Fragestellung seine Wurzeln zumindest teilweise in zeitgenössischen Bedingungen hatte. Um dies zu verdeutlichen, wenden wir uns seinem ersten Algorithmus zu.

Um verstehen zu können, wie Gauß' Methode funktioniert, werden wir eine vereinfachte Version seines Algorithmus verwenden, um den Ostertermin im Jahr 2005 zu berechnen.¹² Es gibt zwei Konstanten, welche Gauß für jedes Jahrhundert bestimmt, **M** und **N**, die wir als gegeben annehmen. Für 2005 ist **M** = 24 und **N** = 5. Um nun den Ostertermin zu berechnen, folgen wir diesen sechs Schritten:

Schritt	Gauß' Osteralgorithmus für den gregorianischen Kalender	angewandt auf 2005
1	$A = \text{Jahr} \text{ MOD } 19$	$A = 2005 \div 19 = 105 \text{ Rest } 10$, so dass $A = 10$
2	$B = \text{Jahr} \text{ MOD } 4$	$B = 2005 \div 4 = 501 \text{ Rest } 1$, so dass $B = 1$
3	$C = \text{Jahr} \text{ MOD } 7$	$C = 2005 \div 7 = 286 \text{ Rest } 3$, so dass $C = 3$
4	$D = (19 \cdot A + M) \text{ MOD } 30$	$D = (19 \cdot 10 + 24) \div 30 = 214 \div 30 = 7 \text{ Rest } 4$, so dass $D = 4$
5	$E = (2 \cdot B + 4 \cdot C + 6 \cdot D + N) \text{ MOD } 7$	$E = (2 \cdot 1 + 4 \cdot 3 + 6 \cdot 4 + 5) \div 7 = 43 \div 7 = 6 \text{ Rest } 1$, so dass $E = 1$
6	$F = 22 + D + E$	$F = 22 + 4 + 1 = 27$ Ostern im Jahr 2005 ist am 27. März.

12 Gauß, Carl Friedrich: Berechnung des Osterfestes (1800), in: Ders.: Werke, Bd. 6, Hildesheim 1973, S. 73–79; ders.: Berechnung des jüdischen Osterfestes (1802), ebd. Bd. 6, S. 80–81 sowie ders.: Noch etwas über die Bestimmung des Osterfestes (1807), ebd. Bd. 6, S. 82–86.

Wenn man jedoch diese Berechnung für das Jahr 2004 durchführt, ergibt $F = 42$. In Fällen, bei denen F größer als 31 ist, muss 31 vom Ergebnis abgezogen werden, um das korrekte Datum zu erhalten. Im Jahr 2004 lag Ostern auf dem 11. April.¹³

Dieser abstrakte Algorithmus hat seine Wurzeln in der dunklen Vergangenheit. Die Variable B etwa ist mit dem Kalender verbunden, den Julius Caesar im Jahr 45 v. Chr. für das Römische Reich einführte. Der Julianische Kalender legte fest, dass jedes vierte Jahr ein Schaltjahr sein solle, und setzte die Länge des tropischen oder natürlichen Jahres auf 365, 25 Tage fest. B berücksichtigt die Anzahl der Schaltjahre im Julianischen Kalender. Um die unterschiedlichen Gepflogenheiten bei der Begehung des Osterfestes zu vereinheitlichen, legte das Konzil von Nizäa im Jahr 325 n. Chr. Ostern auf den ersten Sonntag nach dem ersten Vollmond nach dem Frühlings-äquinoktium. Damit blieb Ostern mit seinen biblischen Sonnen- und Mondsymbolen verbunden, durfte aber nur am Sabbath abgehalten werden. Eine weitere Standardisierung wurde im sechsten Jahrhundert eingeführt, als ein Algorithmus auf der Basis des Metonischen Zyklus – nach dem es durchschnittlich alle 19 Jahre 235 Mondzyklen gibt – benutzt wurde, um die Berechnung des Ostertermins zu erleichtern. Die Variable A ist auf diesen Metonischen Zyklus bezogen. Da aber der Zyklus nur einen Durchschnittswert angibt, gewährleistet Gauß' Konstante M eine Behebung des Fehlers, der durch die (irrig) astronomische Annahme entsteht, 19 natürliche Jahre hätten immer 235 Mondzyklen.

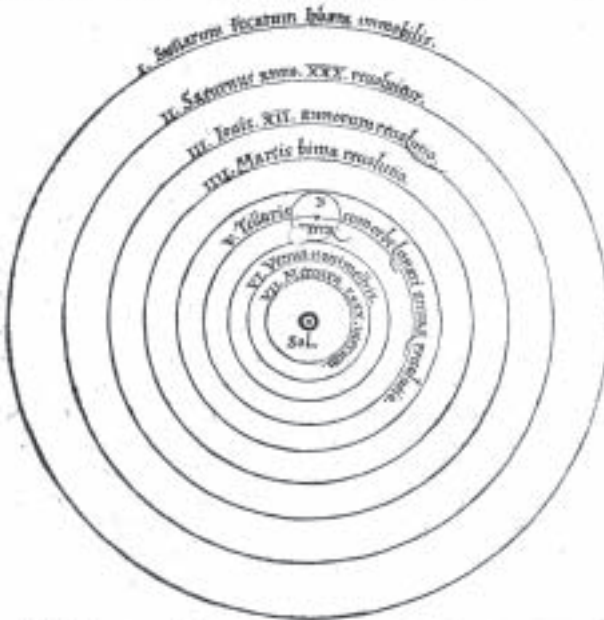
Die Ursprünge der Variablen C und der Konstante N sind etwas komplexer; sie sind in den Ungenauigkeiten des Julianischen Kalenders begründet. Im Laufe der Jahrhunderte verlor der Kalender allmählich seine Synchronisation mit astronomischen Ereignissen. Das Frühlingsäquinoktium trat immer früher ein, so dass es etwa um 1500 auf den 10. März fiel, und die Jahreszeiten begannen sich spürbar auf frühere Daten des Mondkalenders hin zu bewegen. 1514 berief Papst Leo X. ein Laterankonzil ein und bat den Astronomen Nikolaus Kopernikus (1473–1543) um Vorschläge, wie der Kalender dahingehend reformiert werden könne, dass das Frühlingsäquinoktium wieder mit dem Vollmond und dem Osterdatum koordiniert werden könne. Auf Wunsch des Papstes nahm Kopernikus genauere astronomische Beobachtungen vor, die die Grundlage einer wahren astronomischen Revolution bildeten. Im Jahre 1543 veröffentlichte er sein Werk „De revolutionibus orbium coelestium“, in dem er die Vorstellung des ptolemäischen geozentrischen Universums durch ein heliozentrisches abzulösen beabsichtigte.¹⁴

13 Es gibt einige bekannte Ausnahmen im Gauß'schen Algorithmus, die hier nicht behandelt werden können. Siehe Lichtenberg, Heiner: Zur Interpretation der Gauß'schen Osterformel und ihrer Ausnahmeregeln, in: *Historia Mathematica*, 24 (1997), S. 441–444.

14 Kopernikus, Nikolaus: *De revolutionibus orbium coelestium*, Norimbergae 1543 (SUB Göttingen: 4 Gauß-Bibliothek 1442 RARA).

NICOLAI COPERNICI

net, in quo terram cum orbe lunari tanquam epicyclo contineri diximus. Quinto loco Venus nono mense reducitur, Sextum deniq; locum Mercurius tenet, octuaginta dierum spacio circū currens, in medio uero omnium residet Sol. Quis enim in hoc



pulcherrimo templo lampadem hanc in alio uel meliori loco poneret, quam unde rotum simul possit illuminare: Siquidem non inepte quidam lucernam mundi, alij mentem, alij rectorem uocant. Trimegistus uisibilem Deum, Sophoclis Electra intuentē omnia, ita profecto tanquam in folio regali Sol residens circum agentem gubernat Astrorum familiam. Tellus quoq; minime fraudatur lunari ministerio, sed ut Aristoteles de animalibus ait, maximā Luna cū terra cognationē habet, Concipit interea à Sole terra, & impregnatur annuo partu. Inuenimus igitur sub
haec

Abb. 46

Das von Nikolaus Kopernikus entworfene heliozentrische Weltbild (N 5)

Die Variable **C** und die Konstante **N** resultieren aus den Veränderungen, die die katholische Kirche als Folge der kopernikanischen Beobachtungen im Kalender vornahm. Trotz ihrer Verdammung des Heliozentrismus erkannte die Kirche, dass sich auf der Grundlage der Daten Kopernikus' die Möglichkeit bot, die wiederholt angestrebte Reform des Julianischen Kalenders zu verwirklichen. Unter der Leitung des deutschen Jesuiten Christoph Clavius aus Bamberg (1537–1612) und anderer Wissenschaftler reformierte die Kirche den Kalender auf der Basis der kopernikanischen Messungen. Papst Gregor XIII. präsentierte das Ergebnis in der päpstlichen Bulle „Inter Gravissimas“ vom 24. Februar 1582, und seither wurde der neue Kalender als Gregorianischer Kalender bezeichnet. Gregors Reform tilgte ganze zehn Tage aus dem Jahr 1582 (der Tag nach Donnerstag, dem 4. Oktober 1582, war Freitag, der 15. Oktober 1582), legte das Frühlingsäquinoktium auf den 21. März und schlug eine neue Regel für die Schaltjahre vor: Der Beginn eines neuen Jahrhunderts sollte nur dann ein Schaltjahr sein, wenn seine Zahl durch 400 teilbar war, so dass die Jahre 1600 und 2000 Schaltjahre waren, nicht aber 1700, 1800 und 1900. Es wurden noch weitere Anpassungen vorgenommen, und als Endergebnis wurde von nun an sichergestellt, dass Ostern nicht in die Wintermonate fallen konnte. **C** und **N** in Gauß' Algorithmus berücksichtigen diese Veränderungen. **C** bezieht sich auf die Anzahl der Schaltjahre im Gregorianischen Kalender und **N** auf den Unterschied an Schalttagen zwischen dem Gregorianischen und dem Julianischen Kalender.

Die besondere Kombination der Moduli (MOD 4, MOD 7, MOD 19, MOD 30) bei der Gregorianischen Berechnung des Ostertermins muss bei Gauß wegen seines Interesses an der Zahlentheorie Anklang gefunden haben. Dennoch bleibt unklar, warum er sich gerade zu diesem Zeitpunkt mit dem Problem beschäftigte. Gauß lebte in einer Zeit, in der die Bestimmung des Ostertermins in den protestantischen Ländern kontrovers und öffentlich diskutiert wurde. Fast alle katholischen Staaten hatten den Gregorianischen Kalender entweder sofort nach seiner Erstellung oder innerhalb der folgenden Jahre übernommen. Die protestantischen Länder hingegen lehnten aufgrund ihrer antipäpstlichen Einstellung diesen Kalender zunächst rundheraus ab: Dänemark übernahm ihn erst 1699, Großbritannien erst 1752, und Schwedens Anpassung wurde nicht vor 1844 vollständig durchgeführt.

Seine stärkste Ablehnung aber erfuhr der Gregorianische Kalender in den protestantischen Ländern Norddeutschlands, wo Gauß lebte. Sie bestanden im 17. Jahrhundert weiterhin auf der Beibehaltung des Julianischen Kalenders in zivilen und kirchlichen Angelegenheiten. Erst 1700 führten sie den Gregorianischen Kalender ein, aber zunächst nur im bürgerlichen Leben. Zur Berechnung des Ostertermins wandten die protestantischen Funktionäre Johannes Keplers „Tabulae Rudolphinae“ an, astronomische Tafeln, die auf den Beobachtungen des dänischen Astronomen Tycho Brahe aus dem 16. Jahrhundert basierten. Im Jahr 1724 z.B. fand Ostern nach astronomischen Berechnungen am 9. April statt, weil der wahre Vollmond auf den 8. April

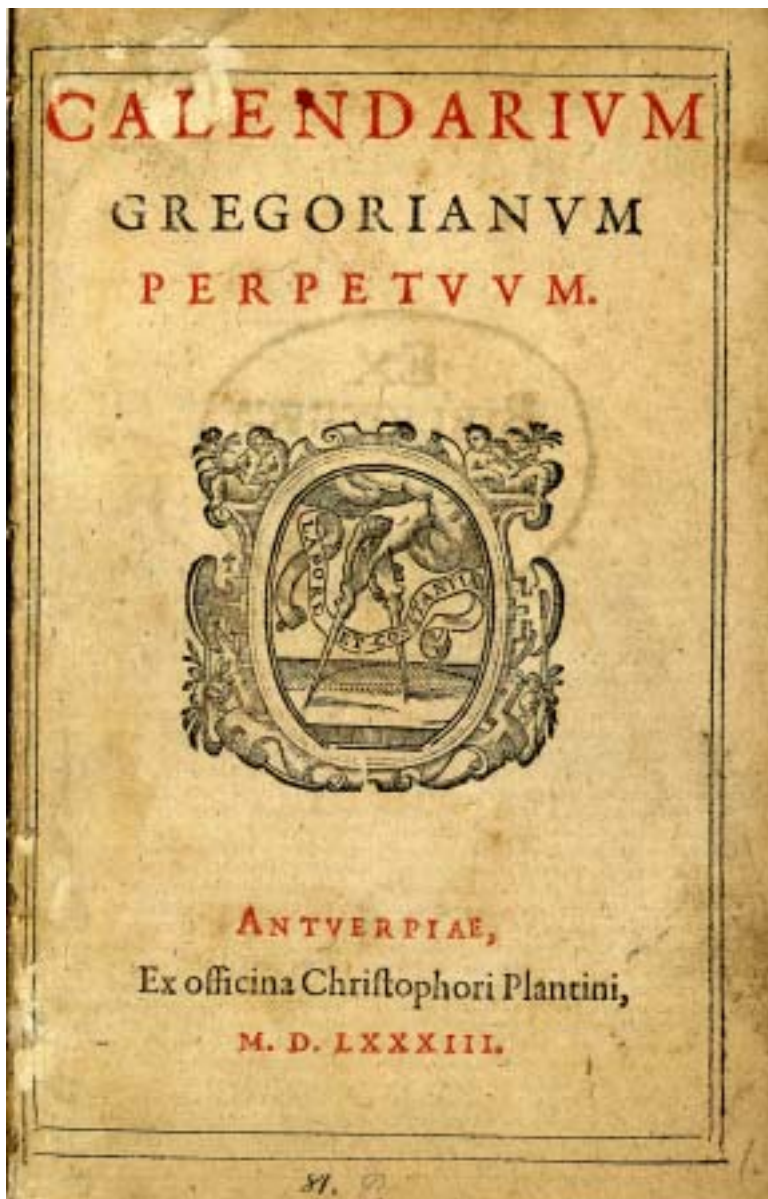


Abb. 47

Der immerwährende Gregorianische Kalender von 1583 (N 6)

um 16.34 Uhr fiel, wenn man ihn nach dem Meridian berechnete, der durch Tycho Brahes Sternwarte in Uraniborg lief. Der gregorianische Algorithmus hingegen legte den Vollmond auf den 9. April, so dass nach den Regeln des Konzils von Nizäa der 16. April als Ostertermin bestimmt war. Für die Protestanten bestand der Ausweg aus diesem Dilemma darin, sich auf diejenigen Berechnungen zu verlassen, die das höchste Maß an astronomischer Genauigkeit besaßen, statt das Osterdatum nach festen „Regeln“ zu berechnen.¹⁵ Erst 1776 einigten sich die beiden Konfessionen auf eine einzige Methode zur Berechnung des Ostertermins auf der Basis des Gregorianischen Kalenders, der in jenem Jahr zum „Allgemeinen Reichs-Kalender“ erklärt wurde.¹⁶ Gauß wurde in dem Jahr geboren, in dem die deutschen Staaten erstmals ein einheitliches und normiertes Verfahren besaßen, um das Osterdatum des Jahres 1777 zu berechnen.

Als Gauß sich im Jahre 1800 erstmals mit dem Algorithmus zur Bestimmung des Ostertermins befasste, war die Verwendung des Gregorianischen Kalenders in den protestantischen deutschen Ländern noch relativ neu. Gauß' Algorithmus setzt die Entwicklung fort, die von den Gregorianischen Reformen angestoßen wurde, indem Gauß die Bestimmung des Ostertermins weniger als astronomische Aufgabenstellung denn als Anwendung genormter Regeln begriff. Gauß erkannte die Unterscheidung zwischen Berechnung und Symbol, als er 1800 sagte, er wolle eine „rein analytische Auflösung“ für das Osterdatum entwickeln, ohne die „Kunstwörter“ zu bemühen, die bei früheren Berechnungen verwendet wurden.¹⁷

Zu Gauß' Lebzeiten dauerte der Kampf zwischen den astronomischen Symbolen und den Rechenregeln zur Bestimmung des Ostertermins an. Einige seiner Kollegen in der Astronomie und in anderen Disziplinen beklagten das Missverhältnis zwischen den rein rechnerischen Algorithmen und den auf astronomischen Ereignissen basierenden religiösen Symbolen. Der Berliner Astronom J. E. Bode (1747–1826) wies darauf hin, dass die korrekten astronomischen Zeichen bei den Osterfesten von 1818 und 1825 nicht eingetreten seien, da in diesen beiden Jahren der Vollmond nach dem Frühlingsäquinoktium am Ostersonntag eintrat, eine Konsequenz der Anwendung von Algorithmen zur Datumsbestimmung.¹⁸ Die Probleme mit der Bestimmung des Osterfestes 1845 waren für einige Forscher noch unerträglicher. Ferdinand Piper (1811–

15 Zumbach von Koesfeld, Lothar: Gründlicher und umständlicher Bericht von dem Ursprung, Beschaffenheit und Ursache der Streitigkeiten über die wahre Zeit des Oster-Festes, Cassel 1723, S. 7.

16 Piper, Ferdinand: Geschichte des Osterfestes seit der Kalenderreformation, zur Beurtheilung der wider das diesjährige Osterdatum erhobenen Zweifel, Berlin 1845.

17 Gauß, Carl Friedrich: Berechnung des Osterfestes, S. 73.

18 Bode, J. E.: Ueber die frühe Feyer des Osterfestes im Jahr 1818, in: *Astronomisches Jahrbuch für das Jahr 1818*, Berlin 1815, S. 277–278; Bode, J. E.: „[Ostern 1825]“, in: *Astronomisches Jahrbuch für das Jahr 1825*, Berlin 1822, S. 256.

1889), außerordentlicher Professor der Theologie an der Friedrich-Wilhelms-Universität in Berlin, hielt das Gregorianische Datum für Ostern 1845, den 23. März, für falsch. Das Frühlingsäquinoktium trat am 20. März ein, einen ganzen Tag vor dem algorithmischen Datum (21. März), und Vollmond fiel auf den 23. März. Deshalb hätte Ostern nach Pipers Meinung eine Woche später auf den 30. März angesetzt werden sollen.¹⁹ In diesem Fall widersprachen also die „religiösen“ Berechnungen den astronomischen; und letztere entsprachen natürlich eher der symbolischen Bedeutung von Ostern. Unter dem Einfluss von Max Webers Verbindung von Protestantismus und Rationalisierung nehmen wir gelegentlich an, dass die Protestanten die rechnerische Rationalität der subjektiven Symbolhaftigkeit vorzögen. Gauß' Berechnung des Osterfestes ist ein Beispiel für diese Rationalisierung, aber nicht das ganze protestantische Deutschland war bereit, seinem Beispiel zu folgen.²⁰

Praktische Genauigkeit bei der Landesvermessung

Gauß' nahezu gesamtes Leben war von seiner intensiven Beschäftigung mit der Landesvermessung gekennzeichnet. Zwischen 1797 und 1801 nahm er unter der Leitung des preußischen Obersten und Generalquartiermeisters der Neutralitätsarmee Carl Ludwig von LeCoq (1754–1829) an der Landesvermessung von Westphalen teil. Gauß berichtete die Messungen LeCoqs, indem er erstmals die Methode der kleinsten Quadrate anwandte.²¹ Zwanzig Jahre später (1821) und in den darauf folgenden dreiundzwanzig Jahren leitete Gauß die Gradmessung und später die Landesvermessung im Königreich Hannover. Das Vorhaben begann, nachdem der dänische Astronom Heinrich Christian Schumacher ihn gebeten hatte, an der Messung des Meridians von Dänisch-Holstein bis nach Sizilien teilzunehmen. Eines der ersten Ergebnisse war die Bestimmung des Breitenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Göttingen und Altona.²² Am Ende dieses Projekts waren über 3000 Punkte der Triangulation ermittelt worden, die fast sämtlich von Gauß oder später von Personen, denen er vertraute, korrigiert worden waren. Manches Mal bedauerte er die vielen Jahre, die er der Landesvermessung gewidmet hatte. Dennoch bemerkte Gauß, er habe seinen trigonometrischen Messungen immer eine interessante Seite abgewinnen können: „... und ich muss sagen, dass ich dieses Geschäft mit seinen täglichen

19 Piper (Anm. 16).

20 Kaltenbrunner, Ferdinand: Die Polemik über die gregorianische Kalenderreform, Wien 1877; Bach, Joseph: Die Osterfest-Berechnung in Alter und Neuer Zeit, Strassburg 1907.

21 Gronwald, W: Carl Friedrich Gauß: Ein Lebensbild, in: C. F. Gauß und die Landesvermessung in Niedersachsen, hrsg. Niedersächsische Vermessungs- und Katasterverwaltung, Göttingen 1955, S. 1–16.

22 Gauß, Carl Friedrich: Bestimmung des Breitenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Göttingen und Altona (1828), in: Ders.: Werke, Bd. 9, Göttingen 1903, S. 1–64.

Ausgleichungen so lieb gewann, dass das Bemerken, Ausmitteln, und Berechnen eines neuen Kirchthurms wohl ebenso viel Vergnügen machte wie das Beobachtungen eines neuen Gestirns.“²³

Trotz der Fähigkeiten Gauß' auf diesem Gebiet litt seine Landesvermessung unter verschiedenen Mängeln: Die Basislinien waren nicht gut angelegt, und das Netzwerk an Dreieckspunkten war lückenhaft. Gauß erreichte niemals eine vollständige Verbindung aller Dreiecksmessungen, um den Bogen des Meridians zu bestimmen, und seine Vermessung der Erde erwies sich als nicht zuverlässig. Seine theoretischen Leistungen aber waren bemerkenswert. Sie betrafen die erste physikalische Definition des Geoides, die allgemeine Theorie der krummen Flächen, die konforme Abbildung der krummen Erdoberfläche auf der Kugel und auf der Ebene und die Ausgleichung der Beobachtungsfehler in den Dreiecksnetzen nach der Methode der kleinsten Quadrate. Einige dieser theoretischen Ergebnisse setzte er in Formeln um, um sie für die Praxis nutzbar zu machen, vor allem um die konforme Abbildung zur Festlegung des Katasters verwenden zu können. Außerdem entwickelte er 1821 den Heliotropen, ein Präzisionsinstrument, mit dem die Sonnenstrahlen in die Richtung reflektiert werden konnten, in der die Messung durchgeführt werden sollte. Zu Gauß' Lebzeiten stellte die Firma Breithaupt in Kassel den Heliotropen serienmäßig zur Konstruktion des Katasters her.²⁴ Gemeinsam mit anderen Firmen schuf Breithaupt in der Region um Göttingen ein Zentrum zur Herstellung von Präzisionsinstrumenten.

Die Genauigkeit von Gauß' Messungen war immer umstritten. Bessel wies Gauß häufig darauf hin, dass die Landesvermessung ein schwieriges Unterfangen darstelle, bei dem Genauigkeit nur schwer zu erreichen sei, und dies trotz seiner Fähigkeiten bei der Verwendung der Instrumente und der Methode der kleinsten Quadrate.²⁵ Gauß selbst erkannte, dass die Landesvermessung mit der Astronomie nicht zu vergleichen war. Die Bestimmung der Grenzen und Oberflächen von Landbesitz waren, wie jeder zeitgenössische Geometer wusste, ein örtlich umstrittener Sachverhalt, der einen Eingriff und eine Zwangsmaßnahme von staatlicher Seite darstellte.²⁶ Gauß'

23 Gauß an Bessel, 15.11.1822, in: Gauß, Carl Friedrich/Bessel, Friedrich Wilhelm: Briefwechsel, hrsg. Arthur Auwers, Leipzig 1880, S. 405–414, S. 412.

24 Breithaupt, Friedrich Wilhelm: Beschreibung eines Reichenbach'schen Wiederholungs-Kreises, neu construirt von F. W. Breithaupt, des Heliotropen vom Königl. Grossbritt. Hannöv. Hofrath und Professor Ritter Gauß ..., Cassel 1835 (SUB Göttingen: 4 Geom Pr 3615: 2).

25 Zu Gauß Verteidigung seiner Messungen s. Gauß an Bessel, 14. März 1824, in: Gauß/Bessel: Briefwechsel (Anm. 23), S. 428–432, S. 429.

26 Eckhardt, Christian Ludwig Philipp [Regierungsrat in Darmstadt]: Dienstordnung für das Personal der Landesvermessung in der Provinz Rheinhessen. Dritte Abteilung, welche die letzte Berichtigung der Arbeiten, ihre Anerkennung von Seiten der Gutsbesitzer und die Regulirung der Gränzen der Gemeinden enthält, Darmstadt 1819 (SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 1163).

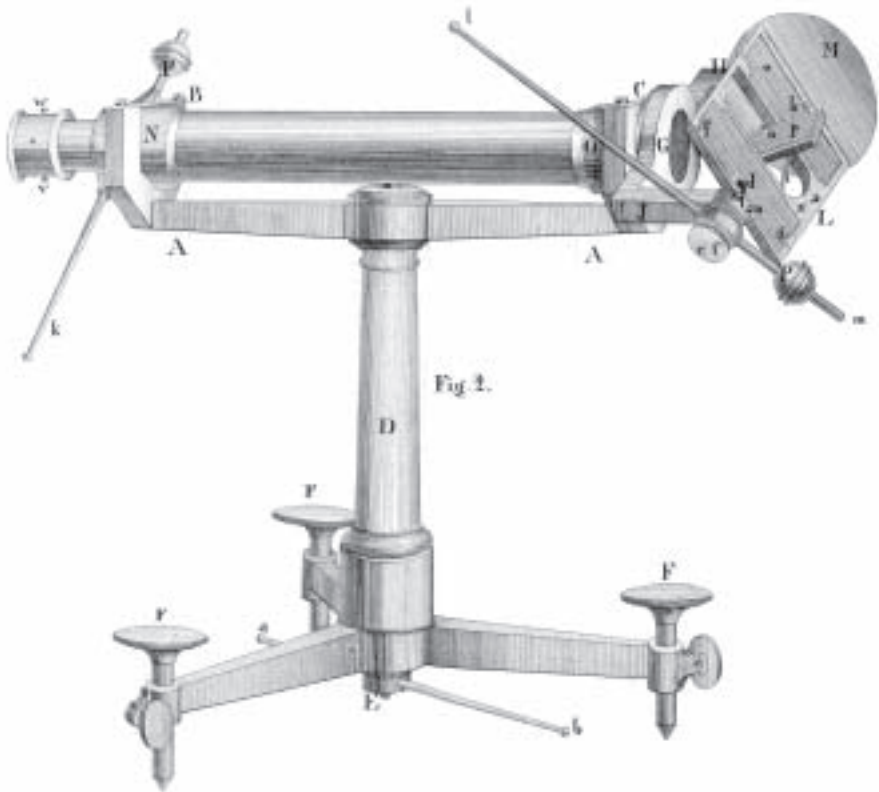


Abb. 48 Friedrich Wilhelm Breithaupt's Heliotrop von 1835 (N 8)

Gespür für derartige Schwierigkeiten führte zu Veränderungen in seinen Messverfahren. Ein Beispiel hierfür ist seine Sorge um die Vermeidung von Umweltschäden, die die Landesvermessung notwendigerweise verursachte. Um ein Dreiecksnetz zu schaffen, musste man eine klare Sicht zwischen zwei geographischen Punkten herstellen. Dies entsprach nicht immer den Gegebenheiten der Natur. So erläuterte Gauß 1822 in einem Brief an Bessel, dass er seine Berechnungen immer dahingehend regele, dass es ihm möglich sei, „alle Durchhau mit der äußersten Praecision so durchzuführen, daß auch nicht ein Stamm ohne Noth gefällt ist, oder die Unmöglichkeit der Durchhau so früh wie möglich bestimmt zu erkennen.“²⁷

Die Bedeutung von Gauß' Landesvermessung für ökonomische Karten wie den Kataster nahm nur schrittweise zu, aber sie erwies sich dennoch als entscheidend. Kataster- und Grundsteuerkarten in Kurhessen, Braunschweig, Westfalen (wo Preußen die Führung übernahm), Osnabrück und Oldenburg benutzten sämtlich Gauß' Landesvermessung als Vorbild. Indem er dem Beispiel seines Lehrers folgte, erzielte auch Gerling bei der Dreiecksmessung in Kurhessen eine Genauigkeit, die hinreichend war, um sein Netz 1823 mit Gauß' Gradmessung zu verbinden. Gerlings Arbeit bildete die Grundlage aller zukünftiger Landesvermessungen in Kurhessen unter Einschluss des Katasters.²⁸ Die politische Situation in Hannover hingegen verhinderte zunächst die frühe Anwendung von Gauß' Arbeiten in der Landesvermessung. Im 18. Jahrhundert verwendeten Hannoversche Beamte topographische Landkarten, die von Militärs erstellt worden waren, zu ökonomischen Zwecken wie den Bau von Kanälen. Militärische Ingenieure schufen einige Kataster, aber die adeligen Güter blieben hiervon unberührt. Beamte im Königreich Hannover benutzten in der Praxis zunächst gar keine Landkarten zur Erhebung der Grundsteuer. Stattdessen reichten die Landbesitzer verbale Beschreibungen ihres Grundbesitzes ein, nach denen die Steuer festgesetzt wurde. Erst seit 1868, nachdem Göttingen unter preußische Herrschaft gekommen war, wurde das Gaußsche Netz benutzt, um Grundsteuermessungen vorzunehmen. Gauß' Methode der konformen Abbildung wurde erst seit den 1920er Jahren allgemein für den Kataster herangezogen. Dennoch hat Gauß' Landesvermessung ebenso wie die Triangulationsprojekte seiner Kollegen Bessel, Gerling, Schumacher und anderer den Standard für die Genauigkeit von staatlichen Landkarten zur Grundsteuerbemessung erheblich verbessert.²⁹

27 Gauß an Bessel, 15. Nov. 1822, in: Gauß/Bessel: Briefwechsel (Anm. 23), S. 405–412, S. 408; siehe auch Gauß an Schumacher, Januar 1825, in: Gauß, Carl Friedrich/Schumacher, Heinrich Christian: Briefwechsel, Bd. 1, hrsg. C. A. F. Peters, Altona 1860, S. 427–428.

28 Gerling, Christian Ludwig: Beiträge zur Geographie Kurhessens und der umliegenden Gegenden, vermittelt der kurhessischen Triangulierung vom Jahr 1823, Cassel 1831–39.

29 C. F. Gauß und die Landesvermessung in Niedersachsen, hrsg. von der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung Niedersachsen, Minister des Innern, Göttingen 1955; Gerardy, Theo: Die Gauß'sche Triangulation des Königreichs Hannover (1821–1844) und

Metrologische Präzision für den Marktplatz

Zu Beginn des 19. Jahrhunderts gab es in ganz Europa keine andere Region, in der eine größere Vielfalt in den lokalen Gewichts- und Maßsystemen bestanden hätte als in den deutschen Ländern. Großbritannien wandte im gesamten Empire das System von Pfund und Yard an. Im Gefolge der Revolution etablierten französische Wissenschaftler das metrische System als Maß für alle Zeit, wenn auch die französische Gesellschaft eigene lokale Maßeinheiten vorzog. Napoleon unternahm den Versuch, in den westlichen Provinzen Deutschlands eine Vereinheitlichung zu schaffen, indem er das Meter einführte, aber die meisten Länder kehrten nach 1815 zu der Verwendung ihrer althergebrachten örtlichen Maße zurück. Überall in Deutschland verursachte die Vielzahl an Maß- und Gewichtssystemen Behinderungen im grenzüberschreitenden Handel, in der Steuerschätzung und bei der einfachen Konversion von Einheiten im täglichen Leben. Handelsbeziehungen und wirtschaftliches Wachstum wurden beeinträchtigt, was selbst nach Gründung des Zollvereins 1834 noch Anlass zu Auseinandersetzungen gab. Aus eigenem Antrieb und auf Bitten staatlicher Behörden hin beteiligten sich Wissenschaftler wie Gauß an der Regulierung des Maßwesens, sowohl für die Allgemeinheit als auch für ihre eigenen wissenschaftlichen Arbeiten.³⁰ So schrieb Olbers an Gauß: „Möchte doch ganz Deutschland, wenigstens der nördliche Theil desselben sich über ein gemeinschaftliches Maassystem vereinigen!“³¹

Als im Jahre 1828 das Hannoversche Ministerium die Unsicherheiten beim Hannoverschen Pfund beseitigen und es genauer an die Maße anpassen wollte, die in anderen Ländern gebräuchlich waren, wandte es sich an Gauß, der zwar interessiert, aber nicht eben begeistert von dieser zusätzlichen Aufgabe war.³² Dennoch stellte er sich der Verantwortung, denn dieses Unterfangen war schließlich ein weiteres Vorhaben, bei dem er die Methode der kleinsten Quadrate anwenden konnte, um das beste Maß zu finden. Später beklagte er sich Gerling gegenüber: „Die Maßangelegenheit kostet mich ganz erschrecklich viel Zeit.“³³ Die Arbeit „implicirt eine un-

die Preußischen Grundsteuermessungen (1868–1873), Hannover 1952; Kain, B. und Baigent, E.: *The Cadastral Map in Service of the State*, Chicago 1992, S. 120–174.

30 Olesko, Kathryn: *The Meaning of Precision. The Exact Sensibility in Early Nineteenth-Century Germany*, in: *The Values of Precision*, ed. M. Norton Wise, Princeton 1995, S. 103–134.

31 Olbers an Gauß, 3. März 1829, Brief Nr. 634, in: Gauß/Olbers: *Briefwechsel* (Anm. 10), S. 523.

32 *Copia Commissorii [. . .] Königliche Großbritannienisch-Hannoversche zum Cabinets Ministerio verordnete, Gouverneur u. Geheime-Räthe. Aus dem allgemeinen Polizey-Departement. An den Hofrath Dr. Gauß zu Göttingen [u. a.]*, 18. Nov. 1828 [Abschrift], SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Physik 27, Bl. 4.

33 Gauß an Gerling, 19. Dez. 1836, in: Gauß, Carl Friedrich/Gerling, Christian Ludwig: *Briefwechsel*, hrsg. Clemens Schaefer, Berlin 1927, S. 508.

endliche Menge von Messungen und Wägungen.“³⁴ Er benötigte soviel Zeit dafür, dass er seinen Instrumentenbauer Moritz Meyerstein bat, ihm bei der ermüdenden Arbeit des doppelten Wiegens zu helfen. Die Hannoverschen Beamten hatten Vorbehalte dagegen, dass ein einfacher Mechaniker die Authentizität einer Messnorm bestimmte, gleichgültig wie groß die Geschicklichkeit Meyersteins beim Messen zu beurteilen waren, und sie bestanden deshalb darauf, dass seine Messungen nur unter Gauß' direkter Aufsicht durchzuführen seien.³⁵ Zudem verlangten sie, dass das Landesnormalgewicht, das von den Behörden verwahrte Normgewicht, „von dem Hofrath Gauss unmittelbar selbst justirt und geeicht werde.“³⁶ Nach Auffassung der Regierung konnten präzise Messungen erst dann als verlässlich gelten, wenn sie von jemandem durchgeführt oder bestätigt wurden, der selbst wie Gauß eine Art Autorität darstellte.

Gauß aber zwang die Regierung dazu, Stellung zu beziehen, als es um den Erlass einer Bestätigung für präzise Messungen ging. Falls das Land Meyersteins Arbeit nicht akzeptiere, wie könne es dann zulassen, dass Personen, die in den Techniken von Präzisionsmessungen gänzlich ungeübt seien, Entscheidungen hinsichtlich der Prüfung und Stempelung der Maße und Gewichte übernahmen? Es stimme zwar, argumentierte Gauß, dass ein Eichbeamter nicht die genauen Prozeduren kennen musste, die erforderlich waren, um festzustellen, wieviel an Gewicht ein Körper in der Luft verlor. Aber die Eichämter sollten die Prüfung mit „großem Fleiß und Genauigkeit“ durchführen. Gauß erklärte, „daß dieses Geschäft nur künftig solchen Personen anvertraut werde, welche Geschicklichkeit genug besitzen, dasselbe auf eine dem jetzigen Standpunkte der technischen Wissenschaften entsprechende Weise auszuführen, und von denen man erwarten darf, daß sie dabei mit der erforderlichen Genauigkeit und Sorgfalt verfahren.“³⁷ Und wie ließ sich feststellen, wie akkurat ein Eichbeamter war? Gauß' Antwort lautete: Indem man überprüfte, wie er mit abweichenden Messwerten umging. Sowohl Gauß' Verteidigung Meyersteins als auch sein Beharren auf den Normen, die von Eichämtern zu beachten waren, zeigen deutlich, wie sein eigenes Engagement für die Regulierung des Maßwesens eine Kultur der Präzision bei Messungen im Alltag zu verbreiten half.

34 Gauß an Olbers, 20. Juni 1837, Brief Nr. 697, in: Gauß/Olbers: Briefwechsel (Anm. 10), S. 645.

35 Königliches Großbritannisch-Hannoversches Ministerium des Innern an Gauß, 11. Nov. 1836, SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Physik 26, Bl. 7.

36 Königliches Großbritannisch-Hannoversches Ministerium des Innern an Gauß, 19. Juli 1839, SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Physik 26, Bl. 18.

37 Gauß, Carl Friedrich: „Bericht der zur Regulierung der Maaßen und Gewichte angeordneten Commission (11. Jan. 1836)“, SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Physik 28, Bl. 20v–20r; ders.: „Bericht über die Art, wie die Hannoverschen Normalpfunde dargestellt sind“, SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Physik 29, S. 5–15.

Als Gauß im Jahre 1841 einen Bericht über die Festlegung einer weiteren Hannoverschen Maßeinheit, des Fußes, abgab, beschäftigte er sich mit der Frage, wie Messnormen reproduziert und verglichen werden könnten. Auch hier war es das Ziel, Präzisionsmessungen im wirtschaftlichen Handeln des Alltagslebens zu verbreiten. Hinsichtlich des praktischen Gebrauchs der Norm vertrat Gauß die Ansicht, dass die Norm einer Längeneinheit eine Genauigkeit haben solle, die ein geschickter Handwerker mit vertretbarem Aufwand an Zeit und Mitteln kopieren könne. Er räumte jedoch auch ein, dass es nicht so sehr auf mathematische Exaktheit ankäme, sondern eher auf die genaue Kenntnis des *Unterschieds* zwischen der Norm und der Kopie. Auch hierbei musste der Handwerker die Fehler bei Messungen kennen.³⁸ Normen verbreiteten sich daher am einfachsten nicht durch eine technisch vollkommene Reproduktion, sondern durch die Übereinkunft darüber, wie Fehler zu berechnen seien und welches Maß an Abweichungen toleriert werden könne.

So prägten praktische Angelegenheiten des täglichen Lebens Gauß' Denken und seine Entscheidung darüber, wie er die Zuverlässigkeit der Messungen durch die Analyse ihrer bisweilen inkohärenten Ergebnisse und ständig vorkommender Fehler bestimmen könne. Gleichzeitig hatte Gauß' unablässige Suche nach den Regelmäßigkeiten im alltäglichen Leben – beim Ostertermin, den Maßen und Gewichten auf dem Markplatz, der Landvermessung des Katasters oder auch bei der Berechnung der Witwenrenten – eine Verbreitung der numerischen und metrologischen Präzision im ganzen Land und in den wesentlichen Bereichen des Alltagslebens zur Folge.

38 Gauß, Carl Friedrich: „Bericht über die Darstellung der Hannoverschen Normalfüße (27. Jan. 1841)“, SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Physik 29, S. 1–4.

Exponate N

N 1 Abraham Gotthelf Kästner:

Der mathematischen Anfangsgründe zweiter Theil. Erste Abtheilung. Mechanische [und] optische Wissenschaften. 3. vermehrte Aufl., [Göttingen] 1780.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 460

Einige der akademischen Lehrer, denen Gauß als Student in Göttingen begegnete, standen in der Tradition der Kameralwissenschaften. Zu ihnen zählte auch Abraham Gotthelf Kästner (1719-1800), der Verfasser des mehrbändigen Lehrbuches „Anfangsgründe der Arithmetik“. Obwohl Gauß den Besuch der Vorlesungen Kästners als wenig anregend empfand, setzte er mit seinen eigenen Arbeiten einige Gebiete der angewandten Forschungen fort, mit denen Kästner sich beschäftigt hatte, insbesondere die Landesvermessung.

N 2 Adrien-Marie Legendre:

«Sur la méthode des moindres quarrés».

In: Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des comètes, Paris 1805, S. 72–75.

SUB Göttingen: 4 ASTR I, 6134

In der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts erkannten die Astronomen, dass es besser war, mehrere durchschnittliche Messungen vorzunehmen als eine einzige ideale Messung zu benutzen. Legendre veröffentlichte als erster 1805 die Methode der kleinsten Quadrate, wobei Gauß allerdings den Anspruch erhob, die Methode bereits zehn Jahre früher angewandt zu haben.

N 3 Carl Friedrich Gauß:

„Determinatio orbitae observationibus quotcunque quam proxime satisfaciendis“.

In: Ders.: Theoria motus corporum coelestium in sectionibus conicis solem ambientum. Hamburg 1809.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Drucke 11

Legendre hatte nur *Beobachtungen* behandelt, während Gauß die Eigenschaften *zufälliger Fehler* bei den Messungen untersuchte. Gauß trug damit entscheidend zur Erkenntnis der Bedeutung dieser Methode für Beobachtungsfehler bei. Schon 1801 gelang es ihm, mit Hilfe dieser Theorie der Beobachtungsfehler die Bahn des Asteroiden Ceres zu berechnen.

N 4 Carl Friedrich Gauß:

„Berechnung des Osterfestes“.

In: Monatliche Correspondenz zur Beförderung der Erd- und Himmelskunde, 2, 1800, S. 121–130.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 1419

In einer seiner frühesten Veröffentlichungen beteiligte Gauß sich an den Diskussionen zur Bestimmung des bedeutendsten Datums im christlichen Kirchenjahr, des Ostertermins. Mehr als zweihundert Jahre nach Papst Gregors XIII. Reform des Julianischen Kalenders war die Festlegung dieses Termins in den deutschen Ländern immer noch umstritten. Die „Gauß'sche Osterformel“ stellt einen noch heute gültigen numerischen Algorithmus zur Berechnung des Datums des Ostersonntags dar.

N 5 Nikolaus Kopernikus:

De revolutionibus orbium coelestium. Norimbergae 1543.

SUB Göttingen: 4 Gauß-Bibliothek 1442 RARA

Auf Wunsch von Papst Leo X. nahm Nikolaus Kopernikus (1473–1543) astronomische Beobachtungen vor, die eine Kalenderreform ermöglichen sollten. Tatsächlich führten seine Berechnungen zu einer wahren astronomischen Revolution: In „De revolutionibus orbium coelestium“ wird die Vorstellung des Ptolemäischen geozentrischen Universums durch ein heliozentrisches abgelöst. Gauß besaß dieses wertvolle Werk seit 1803.

N 6 Calendarium Gregorianum Perpetuum.

Antverpiae: Plantinus, 1583.

SUB Göttingen: 8 H SUBS 7400

Im Auftrag von Papst Gregor XIII. reformierte die Kirche den Kalender auf der Basis der Kopernikanischen Messungen. Der zunächst nur in den katholischen Ländern eingeführte Gregorianische Kalender tilgte ganze zehn Tage aus dem Jahr 1582, legte das Frühlingsäquinoktium auf den 21. März und schlug eine neue Regel für die Schaltjahre vor. In den protestantischen Ländern Deutschland trat der Gregorianische Kalender erst ein Jahr vor Gauß' Geburt (1776) in Kraft.

N 7 „Übersicht der gemessenen Dreieckssysteme.“ [Faksimile].

Aus: Carl Friedrich Gauß: Werke, Band 9, hrsg. von der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaft. Leipzig 1903.

SUB Göttingen: 4 MATH I, 3253:9

Von 1821 und bis Mitte der 1840er Jahre leitete Gauß die Gradmessung und später die Landesvermessung im Königreich Hannover. Am Ende dieses Projekts waren über 3000 Punkte der Triangulation ermittelt worden, die fast sämtlich von Gauß oder später von Personen, denen er vertraute, korrigiert worden waren. Die Übersichtskarte zeigt die Dreiecksnetze in Norddeutschland.

N 8 Friedrich Wilhelm Breithaupt:

Beschreibung eines Reichenbach'schen Wiederholungs-Kreises, neu construiert von F. W.

Breithaupt, des Heliotropen vom Königl. Grossbritt. Hannöv. Hofrath und Professor Ritter Gauß ... (Magazin zu den neuesten ... mathematischen Instrumenten. H. 2). Cassel 1835.

SUB Göttingen: 4 GEOM PR 3615: 2

Gauß entwickelte um 1820 den Heliotropen, ein Präzisionsinstrument, mit dem die Sonnenstrahlen in die Richtung reflektiert werden konnten, in der die Messung durchgeführt werden sollte. Zu Gauß' Lebzeiten stellte die Firma Breithaupt in Cassel den Heliotropen serienmäßig her. Seit dieser Zeit entwickelte sich in der Region um Göttingen und Cassel ein Zentrum der feinmechanischen und messtechnischen Industrie.

N 9 Carl Friedrich Gauß:

„Bericht über die Art, wie die Hannoverschen Normalpfunde dargestellt sind.“ Be-glaubigte Abschrift der Endfassung. Hannover, 17. Januar 1841.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Physik 29, S. 5–15

Im Jahre 1828 wollte das Hannoversche Ministerium die Unsicherheiten beim Hannoverschen Pfund beseitigen und es genauer an die Maße anpassen, die in anderen Ländern gebräuchlich waren. Es erteilte Gauß den Auftrag, die hierfür notwendigen Untersuchungen durchzuführen. In diesem Bericht beschreibt Gauß, mit welchen Methoden er das neue Hannoversche Normalpfund herstellte, das genau 467,711 g wog. An den Arbeiten war sein Mechaniker Moritz Meyerstein entscheidend beteiligt.

N 10 Analysen-Waage für physikalische und chemische Präzisionswägungen.

Hersteller unbekannt. 1. Hälfte 19. Jh.

Pfunds-Museum Kleinsassen/Röhn

N 11 Französischer Eichnormal-Gewichtssatz von 1 Kilogramm Gesamtgewicht.

Hersteller: Nicolas Fortin. Frankreich ca. 1799-1801.

Pfunds-Museum Kleinsassen/Röhn

Bei seinen Untersuchungen zu den Hannoverschen Normalpfunden stellte Gauß auch Vergleiche mit französischen metrischen Gewichten in Gramm und Kilogramm an. Dieser Gewichtssatz besteht aus 12 Gewichten von 1 bis 500 Gramm, die in der Summe ein Kilogramm wiegen.

N 12 Verschiedene Einsatzgewichte.

Pfunds-Museum Kleinsassen/Röhn

Einsatzgewicht von 1 alt-hannoverschen Pfund, ca. 489,6 g.

H = Hannover. G R mit Krone = Georgius Rex [III.]. Z = Zelle.

Hersteller: Johann Konrad Schön, Rotschmied und Gewichtemacher in Nürnberg. 1779.

Das alt-hannoversche Pfund mit ca. 489,6 g galt um 1800 in Braunschweig-Calenberg

mit Hannover und in Braunschweig-Lüneburg mit Celle. Dagegen wurde in Braunschweig-Grubenhagen mit Göttingen, Braunschweig-Wolfenbüttel und in weiteren Regionen das kölnische Pfund (ca. 468 g) verwendet.

Einsatzgewicht von 2 kölnischen Pfunden, ca. 468 g.

C = Cölnischer Gewichtsstandard.

Hersteller: Christoph Jobst Rothenberger, Rotschmied und Gewichtemacher in Nürnberg.

Dieses Einsatzgewicht wurde 1782 in Göttingen geeicht und ist mit dem alten Göttinger Stadtwappen (Löwe und G unterhalb einer Krone) versehen. Es wurde zweimal nachgeeicht und nach 1836 nachjustiert, was einen neuen Stempel (Pferd und G unter einer Krone) erforderlich machte.

N 13 Einsatzgewicht zu 8 Loth nach neu-hannoverschem Standard ab 1836.

H = Hannover. Geeicht in Stade (Pferd mit Schlüssel).

Hersteller Fa. Lenz, Rotschmied und Gewichtemacher in Nürnberg. 1. Hälfte 19. Jh. Privatbesitz B. Exeler, Rheine

Erst vom 1. Januar 1836 an galt im Königreich Hannover das sogenannte neu-hannoversche Pfund mit einem Gewicht von 467,711 g. Dieses schon seit 1816 in Preußen geltende Gewicht wurde zunächst nur im Zoll- und Steuerwesen eingesetzt, bevor es zum 1. Juli 1837 als allgemeines Landesgewicht eingeführt wurde. Erst im Verlauf der 1850er Jahre trat nach und nach im Königreich Hannover das metrische Pfund mit 500 g Gewicht in Kraft.

N 14 Semimikrowaage Sartorius ME235S.

Ablesbarkeit 0,01 mg

Wägebereich 230 g

Reproduzierbarkeit 0,015 mg (60 g)

0,025 mg (60–230 g)

Max. Linearitätsabweichung 0,1 mg

Messzeit (typisch) 8 s

Gehäuse (B x T x H) 252 x 533 x 292mm

Leihgabe Sartorius AG, Göttingen

Die hier gezeigte moderne Analysenwaage wurde von der in Göttingen ansässigen Sartorius AG entwickelt. Ihr Wägesystem ist aus einem monolithischen Aluminiumblock gefertigt, bei dem es nicht zu Fertigungsschwankungen oder Verformungen kommen kann. Die Waage misst bis zu fünf Stellen nach dem Komma in acht Sekunden (23.000.000 Auflösungsschritte). Die Gründung der Sartorius AG geht auf den Göttinger „Universitätsmechanikus“ Florenz Sartorius zurück, der seit 1870 in seiner „Feinmechanischen Werkstatt F. Sartorius“ kurzarmige Analysenwaagen herstellte

N 15 Carl Friedrich Gauß:

Memorandum-Buch.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Varia 10

In dieses kleine Notiz- oder Memorandumbuch trug der von Zahlen und Maßen faszinierte Gauß alle möglichen Daten und Fakten ein: Instrumentendaten, Titel wissenschaftlicher Werke, Geburtsdaten Göttinger Professoren, Messungen aller Art etc. Auf der aufgeschlagenen Seite links stellt Gauß eine Liste mit „Papierdimensionen in Millimetern“ zusammen, während er rechts präzise Angaben zu der „Peripherie meiner Hüte unten außen gemessen“ zusammenstellt, ein schöner Beleg für sein stetiges Streben nach Präzision.

N 16 Eduard Ritmüller (1805–1869):

Carl Friedrich Gauß.

Federzeichnung, 11,2 x 17,7 cm

Universität Göttingen, Kunstsammlung

Das von dem Göttinger Lithographen Eduard Ritmüller (1805–1869) geschaffene Blatt schildert einen Dialog zwischen Gauß und seiner jüngsten Tochter Therese, die hinten rechts schemenhaft zu sehen ist. Sie fragt ihn: „Pappa, der Thermometer 0 und in Nanking?“ Die Frage bezieht sich nicht auf die chinesische Stadt Nanking, sondern einen dort gewebten leichten Baumwollstoff. Therese wundert sich also, dass ihr Vater bei so kaltem Wetter seine leichte Hose angezogen hat. Er hingegen antwortet: „In Nanking erscheint er $2\frac{1}{3}$ Sekunden später“, wobei unklar bleibt, wer oder was dort später erscheint. Auch in dieser Karikatur drückt sich Gauß' Fasziniertheit von Messungen und Messwerten aus.

Gauß, die Konzertsaalakustik und der Asteroid Pallas: Zwei Miszellen

Manfred R. Schroeder

Konzertsaalakustik

Konzertsäle werden zur Erhöhung des Musikgenusses gebaut. Aber nicht immer ist die Akustik gut, vor allem bei modernen Sälen. Ein prominentes Beispiel dafür war seinerzeit die Philharmonic Hall in New York, deren Akustik nach ihrer Eröffnung im September 1962 sehr beklagt wurde. Vor allem mangelte es an der Wiedergabe der tieferen Tonlagen. Auch hatte man nicht das Gefühl, wirklich in die Musik „eingebunden“ zu sein: Es hörte sich alles entfernt an.

Der Autor, damals in Amerika, wurde zusammen mit drei anderen Fachleuten gebeten, sich des Problems anzunehmen. Später, nach seiner Rückkehr nach Göttingen als Professor für Physik, hat er zusammen mit mehreren Doktoranden (D. Gottlob, F. K. Siebrasse, U. Eycholdt) und mit Unterstützung durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft über zwanzig Konzertsäle in Europa und Amerika akustisch untersucht. Das Hauptergebnis dieser Recherchen war, dass für eine gute Akustik genügend *seitlich* einfallender Schall am Ort des Zuhörers wichtig ist.

Gerade daran mangelt es aber in vielen modernen, breiten Sälen mit niedriger Decke. Der Hauptschall kommt von vorne und wegen der niedrigen Decke von oben. Der seitliche Schall ist wegen der weit auseinander liegenden Seitenwände relativ schwach. Ältere Säle hingegen, z. B. der Wiener Musikvereinssaal, haben meist hohe Decken und sind vergleichsweise schmal, was zu dem akustisch wünschenswerten starken Seitenschall führt.

Ein Akustiker sieht sich heute vor die Aufgabe gestellt, unter Beibehaltung der modernen wirtschaftlichen Saalform (niedrig und breit) gleichwohl die gute Akustik der besten älteren Säle zu erzielen. Als Lösung dieses Problem wurde die breite, seitliche Streuung des von der Decke reflektierten Schalls gefunden. Der Autor hat dies etwa 1975 postuliert und auch Deckenstrukturen angegeben, die für *eine* musikalische Oktave die erwünschte breite Streuung ergeben. Aber wie müssen Deckenstrukturen aussehen, die über *vielen* Oktaven wirksam sind? Lange wusste der Autor keine Antwort, bis er 1977, bei einer Gedenkfeier anlässlich des 200. Geburtstages von Gauß – während eines Vortrages des großen französischen Mathematikers André Weil über Gauß'sche Summen und quadratische Reste – die Lösung des akustischen Streuproblems plötzlich vor sich sah: Die Decke muss nach Vorschrift der quadratischen Reste strukturiert werden. Die daraus resultierenden Streu-Elemente sind heute in der ganzen Welt verbreitet und als QR-Differenzen oder Schroeder-Diffusoren bekannt. Auch in der Göttinger Stadthalle befinden sich derartige Diffusoren.

Auf diese Weise hat eine recht abstrakte mathematische Idee, nämlich die der von Gauß untersuchten quadratischen Reste, zur Lösung von praktischen (und ästhetischen) Problemen geführt.

Asteroid Pallas

Am 5. Mai 1812 schrieb Gauß seinem Freund Friedrich Wilhelm Bessel von einer astronomischen Entdeckung, die er kurz zuvor an der Göttinger Sternwarte gemacht hatte: Die Umlaufzeiten des Asteroiden Pallas und des Jupiters verhalten sich genau wie die ganzen Zahlen 7 und 18. Gauß bat Bessel, diese Information nicht weiterzugeben. Er selbst habe die Entdeckung nur in verschlüsselter Form, als Kryptogramm von 16 Nullen und Einsen, am 25. April in den Göttingischen Gelehrten Anzeigen veröffentlicht:

1111000100101001

Den Schlüssel zur Entzifferung würde er zu geeigneter Zeit bekannt geben. Aber das hat Gauß nie getan, und später hat er sich geärgert, als ihm andere Astronomen die Priorität der Entdeckung streitig machen wollten.

Nachdem ich das Gauß'sche Kryptogramm in einer meiner Vorlesungen über Anwendung der Zahlentheorie an die Tafel geschrieben hatte, gelang es einer meiner Studentinnen, Inga Holube, das Geheimnis zu lüften. Natürlich konnte sie annehmen, dass das Kryptogramm die heute bekannten Zahlen 7 und 18 in binärer Schreibweise enthalten muss. Tatsächlich erhält man diese beiden Zahlen, wenn man das Kryptogramm wie folgt in vier Zifferngruppen unterteilt:

111 1000 10010 1001

Hier ist 111 die Zahl 7 im Binärsystem und 10010 entspricht der 18. Aber was bedeuten die beiden übrigen Zifferngruppen? Die Ziffernfolge 1000 entspricht der 8 im Dezimal-System und 1001 der 9. Hier kam uns Professor H. H. Voigt von der Universitäts-Sternwarte zur Hilfe: Um 1812 wurde nämlich die Pallas als der 8. Planet gezählt und Jupiter als der 9. Planet. Offenbar wollte Gauß mit seinem Kryptogramm sagen: Die Umlaufzeit 7 gehört zum 8. Planeten (Pallas) und die Umlaufzeit 18 zum 9. Planeten (Jupiter).

Aber warum hat Gauß seine Entdeckung nicht einfach publiziert? Hatte er Angst, als Zahlenmystiker verlacht zu werden? Heute ist das Auftreten von Verhältnissen ganzer Zahlen in der nicht-linearen Dynamik (und eine solche ist unser Sonnensystem) eine gut verstandene Tatsache. Meist handelt es sich aber um relativ kleine Zahlen wie 2 oder 3, und so dürfen wir uns auch heute noch ein wenig über das Auftreten von 7 und 18 wundern.

Exponate O

O 1 Wandelement zur Streuung von Schall.

Holz, 60 x 120 cm

Privatbesitz Prof. Dr. M. R. Schroeder, Göttingen

Dieses Wandelement zur Streuung von Schall beruht auf den von Gauß untersuchten „quadratischen Resten“ und den „Gauß’schen Summen“. Die auch „Schroeder-Dif-fusoren“ genannten Strukturen zur Verbesserung der Akustik finden heute weltweite Anwendung und sind auch in der Göttinger Stadthalle eingebaut.

GAUSS ALS MENSCH – GAUSS IN GÖTTINGEN

Göttingen zur Zeit von Carl Friedrich Gauß

Ernst Böhme

Carl Friedrich Gauß hat 51 Jahre seines Lebens in Göttingen verbracht, die Zeit von 1795 bis 1798 als Student und von 1807 bis zu seinem Tode am 23. Februar 1855 als ordentlicher Professor für Astronomie. Die Stadt war ohne Zweifel der Mittelpunkt seines Lebens, hier wurden bis auf den ältesten Sohn alle seine Kinder geboren, hier musste er seine beiden Ehefrauen begraben, hier wirkte er als weltbekannter Wissenschaftler, und hier fand er auf dem Albanifriedhof seine letzte Ruhe. Gleichwohl hat Gauß, der als Student und Ordinarius Angehöriger – „Bürger“ – der Universität war, nie das normale Bürgerrecht der Stadt Göttingen besessen.¹

Damit ist der Umstand angesprochen, der die Geschichte Göttingens seit der Mitte des 18. Jahrhunderts bis heute entscheidend prägt: das Neben-, Gegen- und Miteinander von Stadt und Universität. Die 1737 offiziell eröffnete Georgia Augusta hatte sich insbesondere durch die kluge Politik ihres ersten Kurators Gerlach Adolph Freiherr von Münchhausen in den letzten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts zu der wohl bedeutendsten deutschen Hochschule entwickelt.² Neben bekannten Professoren wie Albrecht von Haller, Johann David Michaelis, Christian Gottlob Heyne, Georg Christoph Lichtenberg und August Ludwig von Schlözer war es vor allem die berühmte Universitätsbibliothek, die Studenten aus ganz Europa und sogar aus Übersee nach Göttingen lockte. Bei Gauß selbst war es nicht anders, schreibt er doch 1799 in seinem Gesuch um Zulassung zur Promotion an den Rektor der Universität Helmstedt: „[...] dann habe ich [...] die Hochschule zu Göttingen aufgesucht. Daß ich diese der

1 Die Göttinger Bürgeraufnahmen, Bde. 3–4, Bd. 6 (Register), hrsg. von Franz Schubert, Göttingen 1991–1993.

2 Eine zusammenfassende Darstellung der Göttinger Universitätsgeschichte bietet Hunger, Ulrich: Die Georgia Augusta als hannoversche Landesuniversität. Von ihrer Gründung bis zum Ende des Königreichs, in: Böhme, Ernst/Vierhaus, Rudolf (Hrsg.): Göttingen. Geschichte einer Universitätsstadt, Bd. 2: Vom Dreißigjährigen Krieg bis zum Anschluss an Preußen – Der Wiederaufstieg als Universitätsstadt, Göttingen 2002 (künftig zitiert als: Universitätsstadt), S. 139–213.

des Vaterlandes [i. e. Helmstedt] vorzog, hatte hauptsächlich seinen Grund in dem Rufe der öffentlichen Bibliothek und der Fülle der literarischen Hilfsmittel [...]“.³

Gleichzeitig war die Universität in der Stadt ein klar abgegrenzter Fremdkörper. Ihre Angehörigen bildeten eine vielfach privilegierte Sondergruppe, sozial herausgehoben und mit eigener Gerichtsbarkeit. Zugleich waren die Professoren mit ihren Familien und die Studenten als Hausbesitzer, Mieter, Kunden und Arbeitgeber selbstverständlich eng mit der Stadt und ihren Bürgern verflochten.

Für diese, die Bürger und ihre Stadt, war die Gründung der Universität zweifellos von unabsehbarem Nutzen gewesen. Zwar hatte sich die Lage Göttingens, das sich zum Ende des 17. Jahrhunderts mit nur ca. 3000 Einwohnern auf dem Tiefpunkt seiner Entwicklung befunden hatte, in den ersten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts bereits wieder gebessert, der eigentliche Aufschwung setzte aber erst nach der Eröffnung der Georgia Augusta ein.⁴ Die Bevölkerungszahl verdoppelte sich von ca. 5.000 im Jahr 1737 auf ca. 10.000 zu Beginn des 19. Jahrhunderts, Handel und Gewerbe belebten sich, nicht zuletzt durch die von Professoren und Studenten ausgehende Nachfrage nach Produkten und Dienstleistungen des gehobenen Bedarfs, und die Infrastruktur wurde verbessert. Straßen wurden ausgebaut oder, wie die Allee (heute: Goetheallee) neu angelegt, stattliche neue Gebäude wie das Accouchierhaus am Geismar Tor errichtet und die Befestigungswerke zur Wallpromenade umgestaltet, fortan eine der großen Sehenswürdigkeiten der Stadt.

Als Carl Friedrich Gauß im November 1807 mit Frau und Sohn in Göttingen eintraf, befanden sich Stadt und Universität auf dem Höhepunkt ihres Ruhmes. Zugleich allerdings gab es unverkennbar Anzeichen, die eine ungewisse Zukunft erahnen ließen. Die Studentenzahl stagnierte ebenso wie die der Einwohner⁵, und zugleich trat die Generation jener Gelehrten ab, die die Georgia Augusta groß gemacht

3 Zitiert nach Küssner, Martha: Carl Friedrich Gauß und seine Welt der Bücher, Göttingen 1979, S. 48

4 Zur wirtschaftlichen Entwicklung: Winnige, Norbert: Die wirtschaftliche Entwicklung Göttingens bis zum Siebenjährigen Krieg, in: Universitätsstadt (Anm. 2), S. 341–393; Gerhard, Hans-Jürgen: Grundzüge der Verfassung, Verwaltung und Wirtschaft der Stadt Göttingen, in: Universitätsstadt (Anm. 2), S. 256–339. Zur Bevölkerungsentwicklung: Sachse, Wieland: Bevölkerungs- und Sozialgeschichte der Stadt Göttingen vom Dreißigjährigen Krieg bis zum Beginn der preußischen Zeit, in: Universitätsstadt (Anm. 2), S. 217–254. Zur Stadtentwicklung: Böhme, Ernst: Göttingen verändert sein Gesicht. Stadtentwicklung zwischen 1650 und 1866, in: Universitätsstadt (Anm. 2), S. 429–450.

5 Während der nächsten zehn Jahre waren gleichbleibend 600–700 Studenten immatrikuliert. Die Einwohnerzahl stagnierte sogar bis zum Beginn der fünfziger Jahre bei 10.000. Zu den Studentenzahlen: 250 Jahre Georg-August-Universität Göttingen. Studentenzahlen 1734/37–1987, Göttingen o. J.; zu den Einwohnerzahlen: Göttinger Statistik. Statistisches Handbuch 1997/98, Göttingen 1999.



Abb. 49
St. Johanniskirche in Göttingen (P 8)

hatten.⁶ Das anspruchsvollste Bauprojekt dieser Zeit und zugleich die künftige Arbeitsstätte des jungen Astronomieprofessors Gauß, die Sternwarte, deren Grundstein 1803 gelegt worden war, konnte erst 1816 vollendet werden.⁷

Verantwortlich für den Stillstand waren vor allem die politischen Umbrüche der napoleonischen Zeit. Bis zum Beginn des 19. Jahrhunderts hatte Göttingen zum Kurfürstentum Hannover gehört, das wiederum Glied des altherwürdigen Heiligen Römischen Reiches war. Der hannoversche Kurfürst war in Personalunion zugleich auch König von Großbritannien. Im Rahmen der in Grundzügen seit 1690 geltenden Göttinger Verfassung war die Stadt von einem vom Kurfürsten eingesetzten Magistrat verwaltet worden, an dessen Spitze ein Kollegium aus drei Bürgermeistern stand. Nachdem Göttingen im Zuge der kriegerischen europäischen Verwicklungen 1805 kurzzeitig von preußischen Truppen besetzt worden war, veränderte sich 1806 mit der Gründung des Rheinbundes und der Auflösung des alten deutschen Reiches die Lage der Stadt grundlegend. Nach der Niederlage Preußens in der Schlacht bei Jena und Auerstedt schuf Napoleon im August 1807 aus verschiedenen Territorien, darunter auch die südlichen kurhannoverschen Landesteile einschließlich Göttingen und das Herzogtum Braunschweig, das Königreich Westphalen, dessen Thron er seinen jüngsten Bruder Jérôme verschaffte.⁸

Der dreißigjährige Professor Gauß reiste im November 1807 also in eine Stadt, die seit wenigen Monaten zu einem französischen Staat gehörte, dessen Verfassung nach dem Willen Napoleons Modellcharakter haben sollte, um die Überlegenheit des französischen Regierungssystems zu zeigen. Dementsprechend waren alle zukunftsweisenden Errungenschaften der Französischen Revolution übernommen worden: die Gleichheit aller (männlichen) Bürger vor dem Gesetz, das allgemeine Staatsbürgerschaftsrecht, die Beseitigung von Privilegien aller Art, ein einheitliches Steuer- und Zollrecht und die Gleichstellung aller Religionsgemeinschaften einschließlich der Juden. Lebensfähig allerdings war das Königreich Westphalen nicht, nicht zuletzt wegen der übermäßigen steuerlichen Lasten, die der Bevölkerung zur Finanzierung der napoleonischen Kriegsmaschinerie aufgebürdet wurden. Die Klagen darüber spiegeln sich auch in der Korrespondenz der Familie Gauß, wenn etwa seine Frau Johanna an ihre Freundin Dorothea Köppe schreibt: „[...] ich will nicht hoffen, daß auch Ihr gezwickt werdet, bei uns ist ein guter Anfang gemacht, wenn es so fortgeht, ist die Aussicht nicht sehr reizend. Meine Bekannten können mir nicht genug den Unter-

6 So starben z. B. Michaelis 1791, Lichtenberg 1799, Schlözer 1809, Heyne 1812.

7 Zum Bau der Sternwarte: Freigang, Christian: Architektur und Städtebau in Göttingen von der Mitte des 17. Jahrhunderts bis 1866, in: Universitätsstadt (Anm. 2), S. 766–812, hier S. 787ff.

8 Zum Folgenden: Lampe, Jörg: Politische Entwicklungen in Göttingen vom Beginn des 19. Jahrhunderts bis zum Vormärz, in: Universitätsstadt (Anm. 2), S. 43–102.

schied zwischen sonst und jetzt beschreiben. Ehemals ein ewiges Schmausen. Nun fürchtet sich jeder, es sich merken zu lassen, daß er noch Geld zum Vergnügen hat.“⁹

Auch gesellschaftlich musste sich die junge Familie Gauß in Göttingen beträchtlich umstellen. Unter den hochangesehenen und selbstbewussten Professorenfamilien der Georgia Augusta hatte sich eine Form des sozialen Umgangs herausgebildet, die auf die Braunschweiger Neuankömmlinge offenbar befremdlich wirkte. Die Bemühungen, sie in diese Kreise aufzunehmen, trafen bei Gauß und seiner Frau jedenfalls nicht auf ungeteilte Zustimmung. „[...] wir werden allenthalben sehr artig, ja von mehrern sehr freundschaftlich aufgenommen (im Vertrauen, Gauß scheint mir hier in ungeheurem Respect zu stehen) [...]“, schreibt Johanna Gauß kurz nach ihrer Ankunft nach Braunschweig. Ein halbes Jahr später teilt sie nach einem Besuch ihrer Mutter mit: „Ich bin nicht im Stande gewesen, sie auch nur ein einziges Mal zum Mitgehen zu bereden, ungeachtet ich es nicht vermeiden konnte, öfter auszugehen, und im Grunde hätte sie auch keine Freude gehabt. Schon das späte Hingehen und zu Hause kommen war ihr verhaßt (gewöhnlich geht man erst nach 6 U. hin, bis gegen 10, wo man wieder geht) größtentheils sind es aber bloß Frauenzimmer, nur bei größern Thees sind Männer: diese sind dann aber oft von 60 bis 80 Personen. Zuerst wird Thee mit Kuchen herumgegeben: dann werden die Spieltische gesetzt, dabei geht Wein und allerlei Gebackenes herum, damit hat denn die Herrlichkeit ein Ende. Ich komme dann, nachdem ich mich ein Paar Stunden gar sehr gewaltig gelangweilt habe, zu Hause, froh mich wieder mit meinem Carl unterhalten zu können.“¹⁰

Grundsätzlich aber hat die Eingliederung in das Königreich Westphalen Göttingen mehr genützt als geschadet. Als Hauptort des neugebildeten Leinedepartements wurde die Stadt erstmals in ihrer Geschichte Sitz mehrerer Behörden und Gerichte mit Zentralfunktion. Das Amt des Bürgermeisters mit der französischen Bezeichnung Maire übte Conrad Julius Hieronymus Tuckermann aus, der diese Funktion bereits 1799 übernommen hatte und sie weit über das Ende der französischen Zeit hinaus bis zu seinem Tode 1831 innehaben sollte. Insbesondere die Universität und ihre Angehörigen erfreuten sich der Förderung durch König Jérôme, so dass sich der Großteil der Göttinger mit der französischen Herrschaft bald gut abfand. Gauß äußerte sich dazu in einem Brief an Karl Köppe: „Im vorigen Winter wurden wir wol etwas hart mitgenommen, auch haben die neuen Einrichtungen manchen bleibenden Verlust mit sich geführt, wenn indeß künftig alles seinen ruhigen Gang geht, so lässt sich manches

9 Brief vom 9. Febr. 1808, zitiert nach Mack, Heinrich (Hrsg.): Carl Friedrich Gauß und die Seinen. Festschrift zu seinem 150. Geburtstage (Werkstücke aus Museum, Archiv und Bibliothek der Stadt Braunschweig, 2), Braunschweig 1927, S. 26.

10 Briefe vom 6. Dez. 1807 und 28. Juni 1808 an Dorothea Köppe, zitiert nach Mack (Anm. 8), S. 22 u. 32.

verschmerzen. Der König hat der Universität seine besondere Protection versichert, und in Rücksicht meiner habe ich [...] viele Hoffnung, daß der Bau der neuen Sternwarte wieder anfangen wird.“¹¹

Der Bau wurde tatsächlich wieder aufgenommen. Noch vor seiner Vollendung allerdings brach im Herbst 1813 die Herrschaft Napoleons und mit ihr das Königreich Westphalen zusammen.¹² Göttingen gehörte jetzt wieder zu Hannover, das ein Jahr später zum Königreich aufstieg und als souveräner Staat Mitglied des Deutschen Bundes wurde, der 1815 an die Stelle des untergegangenen Heiligen Römischen Reiches trat. Innenpolitisch versuchte die hannoversche Regierung, die in westphälischer Zeit eingeführten Reformen rückgängig zu machen, so dass auch in Göttingen die alte Ratsverfassung wieder in Kraft trat. Punktuelle Neuerungen allerdings, wie 1823 die Schaffung der Landdrosteien als neuer staatlicher Mittelbehörden, waren möglich. Göttingen nahm wegen seiner Universität insofern eine Sonderstellung ein, als dass Stadt und Hochschule nicht der eigentlich zuständigen Landdrostei Hildesheim, sondern unmittelbar dem königlichen „Ministerium der geistlichen und Unterrichtsangelegenheiten“ in Hannover unterstellt waren. Diese Ausnahmeregelung wurde erst in der Revolution von 1848 wieder aufgehoben.

In den Friedensjahren, die auf die blutigen Wirren der napoleonischen Zeit folgten, nahmen Stadt und Universität zunächst wieder einen beträchtlichen Aufschwung.¹³ So wurde 1819–20 auf Anregung des Baumeisters Christian Friedrich Andreas Rohns vor dem Albanitor eine der ersten Warmwasserbadeanstalten Deutschlands errichtet. 1830 eröffnete Rohns die nach ihm benannte Ausflugsgaststätte am Hange des Hainbergs und ließ die Umgebung aufforsten und als Volkspark gestalten. Zur gleichen Zeit legte auch die Stadtverwaltung auf dem Hainberg Baumpflanzungen, meist mit Obstbäumen, an und stellte Lauben und Bänke für Spaziergänger auf. Ein Schwerpunkt der Stadtentwicklung war wiederum das Areal um die Allee und ihr Vorfeld der Masch, das durch bedeutsame Baumaßnahmen aufgewertet wurde. Mit dem Neubau für das Anatomische Institut (1827 bis 1829) erhielt die Allee einen eindrucksvollen Blickfang und Abschluss jenseits des Walles, und gleichzeitig legte man dort die erste öffentliche Parkanlage Göttingens an. Der gesamte Bereich wurde an die Stadt angebunden, indem der Wall am Ende der Allee durchbrochen und dort das „Neue“ oder „Alleetor“ eingerichtet wurde.

1834–35 ließ das königlich-hannoversche Kriegsministerium vor dem Geismar Tor eine großzügige neue Kaserne errichten. Wegen der unmittelbaren Nähe zur Sternwarte wurde deren Direktor Gauß um eine Stellungnahme gebeten, die durchaus

11 Brief vom 25. Aug. 1808, zitiert nach Mack (Anm. 8), S. 33.

12 Zum Folgenden: Lampe (Anm. 7), S. 54ff.

13 Zum Folgenden: Böhme (Anm. 4).

negativ ausfiel: „Es bedarf keiner weitläufigen Ausführung, daß jede Errichtung eines neuen hohen Gebäudes in der Nähe der Sternwarte eine Beschränkung der Aussicht, mithin einen mehr oder weniger empfindlichen Nachtheil für diso [sic!] mit sich führt.“ Um eine Beeinträchtigung des erst 1833 – und zwar wegen der darin untergebrachten empfindlichen Instrumente vollständig ohne Eisen – erbauten magnetischen Observatoriums zu vermeiden, forderte er weiterhin: „[...]1) daß die Kaserne nicht an das östliche Ende des angekauften Platzes sondern an das westliche, unmittelbar an der Chaussee [heute: Reinhäuser Landstraße], gesetzt werde und 2) daß, falls die Gewehre nicht in der Kaserne selbst, sondern in einem besondern dazu zu errichtenden Gebäude aufbewahrt werden, dieses auf jenem Platze so entfernt von dem magnetischen Observatorium wie es nur dieser Platz verstattet errichtet werde.“¹⁴ Wie nicht anders zu erwarten, fanden die Einwände des Göttinger Professors bei den Planungen der Militärs keine Berücksichtigung.

Die für die Entwicklung der Innenstadt wohl wichtigste Baumaßnahme in den ersten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts war aber der Ausbau eines zweiten Zentrums für die Universität und damit verbunden die Schaffung eines neuen Stadtraumes. An der Stelle der 1820 abgerissenen Kirche des ehemaligen Franziskaner- oder Barfüßerklosters wurde der „Neue Markt“ angelegt, auf dessen West- und Südseite Baumeister Rohns die stattlichen Gebäude der Justizkanzlei und der Restauration errichtete. 1833 begannen die Planungen für eine neue Universitätsaula, eines der architektonisch bedeutendsten Gebäude Göttingens, die 1837 zum hundertjährigen Jubiläum der Georgia Augusta eingeweiht wurde. Durch die gleichzeitige Errichtung eines Denkmals für den Landesherrn und Förderer der Universität König Wilhelm IV. von England und Hannover, der dem Platz seine Namen gab, und die spätere Gestaltung als Park wurde das neue Areal weiter aufgewertet. Mit der Aula erhielt die Universität einhundert Jahre nach ihrer Gründung erstmals einen ihrer Bedeutung angemessenen, repräsentativen Mittelpunkt, mit dem sie zugleich auch den Osten der Stadt, in dem sie bisher noch nicht vertreten gewesen war, für sich erschloss. Gleichzeitig wurde mit der Schaffung des Wilhelmsplatzes erstmals tief in die gewachsene Struktur des mittelalterlichen Stadtbildes eingegriffen und ein neuer, anspruchsvoll gestalteter, öffentlicher Raum geschaffen.

Mit der Fertigstellung der Sternwarte 1816 war zugleich eine neue Etappe in der Stadtentwicklung erreicht: Erstmals fand eine der wichtigsten Einrichtungen der Universität mit einem qualitätsvollen Bau vor den Toren ihren Platz. Noch besonders unterstrichen wurde die Bedeutung dieses Schrittes dadurch, dass Gauß als Direktor der

14 Schreiben vom 5. Febr. 1834 (Hauptstaatsarchiv Hannover, Hann. 48b Nr. 108); zitiert nach dem bei Müller, Thomas T.: Herr Prof. Gauß hegte Bedenken. Die „Alte Caserne zu Göttingen“ und ihre Geschichte, in: Zeitschrift für Heereskunde 66 (2002) Nr. 405, S. 89, abgebildeten Original.

Sternwarte und sein Kollege Karl Ludwig Harding ihren Wohnsitz an ihre neue Wirkungsstätte verlegten. Hatte man das Wohnen „vor den Toren“ wegen der damit verbundenen Unsicherheit bisher den Unterschichten überlassen, so zogen jetzt erstmals Professoren – und damit Vertreter der sozialen Spitzengruppe der Göttinger Einwohnerschaft – vor den Wall. Dass mit dem Wohnen außerhalb der engen mittelalterlichen Stadt auch ganz praktische Vorteile, vor allem hinsichtlich der Hygiene, verbunden waren, hat diese Entwicklung beschleunigt und war auch Gauß durchaus bewusst. Während der ersten großen Cholera-Epidemie in Deutschland 1831–1832 stellte er fest: „Meine Sternwarte ist wieder der gesundeste Punkt von Göttingen.“¹⁵

Dem Beispiel von Gauß und Harding folgten andere: 1825 bezog der Philosoph Carl Christian Friedrich Krause ein Gartenhaus am Nikolausberger Weg, 1835 ließ sich der Jurist Friedrich Christian Bergmann an der heutigen Bürgerstraße ein Wohnhaus errichten, und 1851 erbaute sich sein Fachkollege Wilhelm Theodor Kraut an der Weender Landsraße die erste vollgültige Professorenvilla außerhalb des Walles. Eines der frühesten und architekturgeschichtlich wichtigsten Beispiele für eine Professorenvilla innerhalb der mittelalterlichen Stadt ist das Haus, das sich der Altphilologe Carl Otfried Müller 1835–36 in der Hospitalstraße errichten ließ.

Auch die Universität schien zunächst ihren Aufstieg fortzusetzen, woran das ständig wachsende Ansehen des Professors Gauß keinen geringen Anteil hatte. Die Studentenzahlen – heute wie früher wichtiges Anzeichen für den Ruf einer Hochschule – stiegen im Sommersemester 1823 mit 1547 Immatrikulierten auf einen bis dahin nicht erreichten Höchststand und hielten sich das ganze Jahrzehnt über der Tausenderschwelle.¹⁶ Dieser Höhenflug fand jedoch in den dreißiger Jahren ein jähes Ende.

Für diesen Umstand sind mehrere Gründe verantwortlich zu machen. So erwuchs der Georgia Augusta in den neu gegründeten oder erneuerten Reformuniversitäten von München (gegründet 1826), Leipzig (reformiert 1830) und vor allem Berlin (gegründet 1810) eine starke Konkurrenz im Wettbewerb um Professoren und Studenten. Wichtiger als diese äußeren Faktoren waren aber innenpolitische Entwicklungen. Obwohl die hannoversche Regierung nach 1813 eine ausgesprochen restaurative Politik verfolgt hatte, blieb das Königreich von den Folgen der Pariser Juli-Revolution des

15 Brief an Schumacher, ca. 12. Okt. 1832, zitiert nach Peters, C. A. F. (Hrsg.): Briefwechsel zwischen C. F. Gauss und H. C. Schumacher, 6 Bände, Altona, 1860–65, Nachdruck Hildesheim 1975, hier Bd. 2, S. 308. Göttingen blieb damals von der Seuche verschont (Löden, Sönke/Scheer, Uta: Als in Göttingen die Cholera nicht ausbrach. Zur Seuchengeschichte Südniedersachsens in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, in: Löneke, Regina/Spiecker, Ira: Reinliche Leiber – Schmutzige Geschäfte. Körperhygiene und Reinlichkeitsvorstellungen in zwei Jahrhunderten, Göttingen o. J. S. 174–190, bes. S. 174ff).

16 250 Jahre (Anm. 5), S. 4.

Jahres 1830 weitgehend verschont.¹⁷ In Göttingen allerdings führte eine Verkettung verschiedener Ursachen zum gewaltsamen Ausbruch der „Göttinger Revolution“. Unter der Führung vor allem von Privatdozenten und Anwälten besetzten am 8. Januar 1831 bewaffnete Aufständische das Rathaus und übernahmen – obwohl der Magistrat formal im Amt blieb – die Macht in der Stadt. Sie forderten insbesondere eine größere politische Mitsprache durch die Wahl einer allgemeinen Ständeversammlung und die Erarbeitung einer neuen Verfassung.

Damit stießen sie allerdings auf den entschlossenen Widerstand der Regierung, die Truppen in einer Stärke von ca. 5000 Mann schickte und die Stadt belagern ließ. Die Aufständischen waren durchaus zum Kampf entschlossen und verbarrikadierten die Tore, mussten aber am 16. Januar kapitulieren. Ihre Anführer – soweit sie nicht ins Ausland fliehen konnten – wurden zu Haftstrafen von drakonischer Härte verurteilt. Wie Gauß diese aufwühlende Zeit erlebte, geht aus den zugänglichen Quellen nicht hervor. Ob für sein Schweigen eine eher unpolitische Haltung verantwortlich war, muss dahingestellt bleiben,¹⁸ sicher ist dagegen, dass zu dieser Zeit seine zweite Frau Wilhelmine, die seit längerem an Schwindsucht litt, ernsthaft erkrankte und am 12. September 1831 starb.¹⁹

Auch in anderer Hinsicht wurden die Verhältnisse in Göttingen 1831 tiefgreifend umgestaltet, denn die nach langen Verhandlungen am 8. April von König Wilhelm IV. erlassene neue Stadtverfassung brachte weitgehende Neuerungen.²⁰ So wurde jetzt auch in Göttingen die Justiz von der allgemeinen Verwaltung getrennt und damit ein wichtiger Schritt auf dem Weg zum bürgerlichen Rechtsstaat getan. Gleichzeitig wurde durch die Schaffung einer gewählten Vertretung der Bürgerschaft, genannt „Bürgervorsteherkollegium“, ein wichtiges demokratisches Element in die Stadtverfassung eingeführt. Das aktive und passive Wahlrecht stand allerdings längst nicht jedem Einwohner zu, sondern nur jenen männlichen Bewohnern, die sowohl das Bürgerrecht besaßen als auch Hausbesitzer waren oder jährlich mindestens fünf Taler Steuern zahlten.

An der Spitze der Stadtregierung stand künftig der „Verwaltende Magistrat“. Er bestand aus dem Magistratsdirektor (seit 1844 mit dem Titel eines Oberbürgermeisters), dem Syndikus, vier Senatoren und einem Sekretär und war somit deutlich kleiner als das alte Stadtr Regiment. Mindestens zwei der Senatoren mussten zur haus-

17 Zum Folgenden: Lampe (Anm. 7), S. 59ff.

18 Die politischen Ansichten von Gauß und ihre möglichen Entwicklungen sind bisher noch nicht gezielt untersucht worden.

19 Worbs, Erich: Carl Friedrich Gauß. Ein Lebensbild, Leipzig 1955, S. 103f.

20 Gerhard, Hans-Jürgen: Grundzüge der Verfassung, Verwaltung und Wirtschaft der Stadt Göttingen, I. Stadtverfassung und Verwaltungsstrukturen, in: Universitätsstadt (Anm. 2). S. 288ff.

besitzenden, gewerbetreibenden Bürgerschaft gehören. Diese beiden unbesoldeten Senatoren konnten nach vier Jahren aus ihrem Amt entlassen werden; für die hauptamtlichen Magistratsmitglieder wurde keine Amtszeit festgesetzt. Das Amt des Magistratsdirektors übernahm nach dem Tode von Tuckermann Georg Christoph Ernst Ebell, der seinerseits 1853 von Ferdinand Heinrich Ludwig Oesterley abgelöst wurde.

Das zweite einschneidende Ereignis der 1830er Jahre in Göttingen, das schlagartig europaweit für Aufmerksamkeit sorgte und heute als ein Meilenstein auf dem Weg zu einer demokratischen Kultur in Deutschland gilt, war der Protest der „Göttinger Sieben“.²¹ 1837, im Jahr des feierlich begangenen hundertjährigen Jubiläums der Georgia Augusta, starb König Wilhelm IV. Mit seinem Tod endete die Personalunion zwischen Großbritannien und Hannover, wo ihm sein Bruder Ernst August auf dem Thron folgte. Der neue, streng konservativ gesinnte Monarch hob die gemäßigt liberale hannoversche Verfassung auf, an die er sich, formal-rechtlich wohl nicht ganz zu Unrecht, nicht gebunden fühlte. Gegen diesen als Willkürakt empfundenen Schritt legten am 18. November 1837 sieben Professoren der Göttinger Universität unter Führung des Historikers Friedrich Christoph Dahlmann schriftlich Protest ein.²² Ihr mutiger Widerstand machte die „Göttinger Sieben“ in Windeseile in ganz Europa bekannt, hatte für sie selbst aber schmerzliche Folgen: Sie verloren ihre Stellung, und drei von ihnen wurden zudem umgehend des Landes verwiesen.

Schaden trugen aber auch Stadt und Universität davon, denn die Unruhen von 1831 und der Protest der „Sieben“ ließen ihr Ansehen steil sinken. Es wurde immer schwieriger, angesehene Professoren nach Göttingen zu berufen, und folglich zogen auch die Studenten andere Universitäten vor. Im Wintersemester 1847/48 erreichte ihre Zahl mit nur noch 582 Immatrikulierten einen erschreckenden Tiefstand.

Obwohl sich Gauß an dem Protest persönlich nicht beteiligte, war er indirekt in doppelter Weise betroffen, da zwei Menschen aus seinem engsten Umfeld zu den „Göttinger Sieben“ gehörten. Seine ihm nahestehende Tochter Wilhelmine, genannt Minna, war mit Heinrich Ewald verheiratet, mit dem sie nach dessen Entlassung 1838 Göttingen verließ, da er einem Ruf an die Universität Tübingen folgte. Dort wurde sie nie recht heimisch und verstarb bereits 1840.²³ Wilhelm Weber, mit dem Gauß eine enge persönliche Freundschaft und eine fruchtbare wissenschaftliche Partnerschaft verband, blieb auf dessen Drängen zwar zunächst noch als Privatmann in Göttingen.

21 Der gegenwärtige Forschungsstand wird zusammengefasst bei Hunger (Anm. 2), S. 197ff. Die Studentenzahlen nach: 250 Jahre (Anm. 5), S. 5.

22 Zu den „Göttinger Sieben“ gehörten außerdem der Jurist Wilhelm Eduard Albrecht, der Theologe und Orientalist Georg Heinrich August Ewald, der Historiker Georg Gottfried Gervinus, die Germanisten Jakob und Wilhelm Grimm und der Physiker Wilhelm Weber.

23 Vgl. die Briefe von Minna Gauß an ihren Vater bei Mack (Anm. 8), S. 90ff.

gen,²⁴ wechselte aber 1843 nach Leipzig. Wie einschneidend Gauß den Weggang von Weber und Ewald empfand, zeigt seine Bewertung in einem Brief von 1838: „In der That hundertmal grösser wäre der Verlust für Göttingen als für sie selbst.“²⁵ Webers Rückkehr 1849 war dann wiederum ganz wesentlich von dem Wunsch nach einem unmittelbaren und ständigen wissenschaftlich-persönlichen Austausch mit Gauß bestimmt.

Die Voraussetzungen dafür, dass der Wunsch Wilhelm Webers nach einer Rückkehr an die Georgia Augusta in Erfüllung ging, schuf die Revolution von 1848, die auch in Göttingen hohe Wellen geschlagen hat.²⁶ Es gab Aufmärsche, Auszüge und Versammlungen, in Proklamationen und kurzlebigen Zeitungen verschafften sich die unterschiedlichsten politischen Stimmen Gehör, ohne dass es aber zu einer dramatischen Zuspitzung wie 1831 gekommen wäre. Obwohl Vieles, das damals gefordert und angeregt wurde, wenig später im Sande verlief oder zurückgenommen werden musste, erhoben in der Revolution von 1848 doch erstmals auch in Göttingen breite Bevölkerungsschichten einen Anspruch auf politische Mitsprache.

Der über siebzigjährige Gauß allerdings stand diesem Treiben fremd, wenn nicht ablehnend gegenüber, wie sein Brief vom 20. August 1849 an Wilhelm Arnold Eschenburg zeigt: „Die öffentlichen Zustände sind überall in Deutschland so unerfreulich, daß Niemand der darein verwickelt ist, zu beneiden ist. Auch in Lippe Detmold [...] scheint ein Teil der Pandora-Giftbüchse aus den sog. Märzerrungenschaften ausgeschüttet zu sein. Mögen die Stürme in Deutschland bald ausgetobt haben [...].“²⁷ Wenige Wochen zuvor, am 16. Juli 1849, hatte der Göttinger Magistrat Gauß das Ehrenbürgerrecht verliehen.

Zu diesem Zeitpunkt führte Carl Friedrich Gauß schon lange ein sehr zurückgezogenes Leben und hatte Göttingen seit dem Tod seiner Frau Minna nicht mehr verlassen.²⁸ Gleichwohl hatte er sich nicht resigniert oder gar verbittert von seiner Umwelt abgewandt. Im Gegensatz zu seiner Haltung zur Revolution von 1848 blieb seine Aufgeschlossenheit gegenüber technischen Neuerungen groß, und so setzte er

24 Am 19. Febr. 1839 schreibt Minna Ewald an ihren Vater: „Ich freue mich nur, dass Du Weber noch immer in Göttingen hast, und dadurch so wenig Dein wissenschaftlicher als Dein freundschaftlicher Verkehr mit ihm unterbrochen ist.“ (zitiert nach Mack (Anm. 8), S. 97).

25 Brief an Schumann vom 7. Jan. 1838, zitiert nach Peters (Anm. 14), Bd. 2, S. 193.

26 Zum Folgenden Schumann, Peter: Göttingen zwischen 1848 und 1899, in: Universitätsstadt (Anm. 2), S. 104ff.

27 Zitiert nach Mack (Anm. 8), S. 63. Eschenburg war Staatsminister im Fürstentum Lippe-Detmold.

28 Am 22. April 1848 schreibt er an Dorothea Köppe: „Späterhin habe ich alle Reisebeweglichkeit verloren und seit 17 Jahren habe ich keine einzige Nacht außerhalb meines Hauses [i. e. die Sternwarte] zugebracht.“ (zitiert nach Mack (Anm. 8), S. 61).

seine Hoffnungen auf die Eisenbahn, deren Ausbau damals das Verkehrswesen revolutionierte. In dem bereits angeführten Brief vom 22. April 1848 betont er: „Immer habe ich auf die Zeit mich getröstet, wo auch Göttingen von dem Eisenbahnnetz berührt sein würde, und wo ich denn auch leichter es hätte möglich machen können, Braunschweig einmahl wieder zu sehen [...]. Aber leider haben die jetzt alles umstürzenden Zeitverhältnisse auch jene Hoffnung wieder in die Ferne gerückt, wo bei meinem Alter wenig darauf zu rechnen ist, ob ich die Verwirklichung erlebe.“

In gewisser Hinsicht ging seine Hoffnung dennoch in Erfüllung, denn noch zu seinen Lebzeiten wurde Göttingen an das Schienennetz angeschlossen. Der 31. Juli 1854, der Tag, an dem die Eisenbahnstrecke von Alfeld nach Göttingen eröffnet und der hiesige Bahnhof mit einem prächtigen Fest eingeweiht wurde, war für die Stadt ein Datum von großer Bedeutung. Dass es dazu kam, war vor allem dem tatkräftigen Einsatz von Bürgermeister Ferdinand Oesterley zu verdanken, der den Bahnanschluss gegen die auch diesmal nicht fehlenden Bedenkenträger durchgesetzt hatte. Der Erfolg gab Oesterley recht. Göttingen, das sich – von der Universität einmal abgesehen – seit seinen spätmittelalterlichen Glanzzeiten nicht wesentlich verändert hatte, wurde dadurch an die Schwelle des 20. Jahrhunderts katapultiert. Die seit Jahrzehnten bei etwa 10.000 verharrende Einwohnerzahl verdoppelte sich binnen dreißig Jahren, Wirtschaftsbetriebe siedelten sich an, und durch die Entstehung neuer Wohnviertel sprengte die Stadt endgültig den Ring des mittelalterlichen Walles.

Durch den Bahnhof änderte sich auch die Ausrichtung der Stadt. War der Hauptverkehr bisher auf der Nord-Süd-Achse zwischen Weender und Geismar Tor durch die Stadt gerollt, so erreichten Menschen und Güter Göttingen jetzt von Westen über den Bahnhof und die „Allee“, an deren Eingang nicht zufällig der Gastwirt Carl Gebhard 1862 ein stattliches Hotel erbaute. Nutzen können hat Carl Friedrich Gauß allerdings die Segnungen des neuen Verkehrsmittels nicht mehr. Nachdem seine Gesundheit bereits in den letzten Jahren stark angegriffen gewesen war, starb er am 23. Februar 1855 in seiner Wohnung in der Sternwarte.



Abb. 50 Eröffnung der Eisenbahn in Göttingen am 30. Juli 1854 (P 10)

Exponate P

P 1 Heinrich Christoph Grape (1761–1834):

STERNWARTE in Göttingen.

Radierung (Stammbuchblatt), 8 x 13,7 cm

Signiert: Bey Grape in Göttingen

Städtisches Museum Göttingen: Inv.-Nr. 1929/248-1

In der Straße Klein Paris – der heutigen Turmstraße – war 1751 auf einem ehemaligen Befestigungsturm der inneren Stadtmauer die erste Universitäts-Sternwarte eingerichtet worden. Dieses mehr schlechte als rechte Provisorium war bis zur Fertigstellung der neuen Sternwarte 1816 der Arbeitsplatz von Gauß.

P 2 Christian Andreas Besemann (1760–1818):

DIE NEUE STERNWARTE BEY GÖTTINGEN 1817.

Radierung, 13 x 19,2 cm

Signiert C. Besemann del. Göttingen bey G. Rocca

Städtisches Museum Göttingen: Inv.-Nr. 1943/27

Die neue Göttinger Sternwarte unmittelbar nach ihrer Fertigstellung im Jahre 1816. Ansicht von Südwesten auf die Gartenfassade und den linken Wohnflügel. Im noch nicht eingefriedeten Garten zeugen Steinblöcke davon, dass die Bauarbeiten erst kürzlich abgeschlossen wurden. Links im Hintergrund die Albani-Kirche.

P 3 Christian Andreas Besemann (1760–1818):

Die Neue Sternwarte bey Göttingen, 1814.

Radierung (Stammbuchblatt)

Signiert: Besemann del & sc. 1814

Städtisches Museum Göttingen: Inv.-Nr. 1921/198

Die Abbildung zeigt den Rohbau der Sternwarte während des mehrjährigen Baustopps noch ohne die beiden seitlichen Wohnflügel. Links im Hintergrund sind das Accouchierhaus und die Türme von St. Johannis zu erkennen.

P 4 Friedrich Besemann (1796–1854):

Die Sternwarte bey Göttingen.

Radierung, teilkoloriert, 11,1 x 17,4 cm

Städtisches Museum Göttingen: Inv.-Nr. 1905/109

Nach der endgültigen Fertigstellung der Sternwarte wurde für Unbefugte der Zugang über die Freitreppe auf die Terrasse durch ein Eisengitter versperrt. Quer durch das Bild verläuft die belebte Geismarer Chaussee, die heutige Geismar Landstraße.

P 5 Eduard Ritmüller (1805–1869):

C. F. Gauss auf der Terrasse der Göttinger Sternwarte.

Lithographie, 25,5 x 36 cm

Signiert: Gem. u. lith. v. E. Ritmüller

Städtisches Museum Göttingen: Inv.-Nr. 1954/212

Nicht zufällig ließ sich Gauß in dieser Weise auf der Terrasse der Sternwarte abbilden. Links stellt das Fraunhofer'sche Heliometer den Bezug zur Wissenschaft her, während seine legere Kleidung und rechts der Lehnstuhl ihn als Hausherrn kennzeichnen. Dem Betrachter wird klar: Gauß steht vor „seiner“ Sternwarte.

P 6 Carl Friedrich Schmidt (1789–nach 1858):

OESTLICHE ANSICHT VON GÖTTINGEN.

Radierung

Signiert: C. Schmidt delin. L. Hess Sc.

Städtisches Museum Göttingen: Inv.-Nr. 1954/400

Blick von dem noch unbewaldeten Hainberg auf die Stadt, deren Silhouette mit den Türmen von St. Michael, St. Albani, St. Johannis und St. Jacobi sich seit dem Spätmittelalter nicht wesentlich geändert hat. Links der Kuppelbau der neuen Sternwarte.

P 7 Ernst Ludwig Riepenhausen (1762–1840):

Präfectur und Museum zu Göttingen.

Radierung (Stammbuchblatt), 7,9 x 12,9 cm

Städtisches Museum Göttingen: Inv.-Nr. 1904/784-33

Im Hintergrund die Paulinerkirche mit dem rechtwinklig anschließenden Physikalischen Kabinett. Von hier aus installierten Carl Friedrich Gauß und Wilhelm Weber 1833 über den Johanniskirchturm zur Sternwarte die Leitung des ersten elektromagnetischen Telegraphen.

Links das ehemalige Wohnhaus des Orientalisten Johann David Michaelis, im Königreich Westphalen Amtssitz des Präfekten.

P 8 St. Johannes Kirche.

Farblithographie (aus dem Blatt „Erinnerung an Göttingen“, um 1860), 12,5 x 8,9 cm

Signiert: Lith. Anst. v. G. Honig, Göttingen, Verlag & Eigenthum v. G. Steuber's Kunsthandlung Göttingen

Städtisches Museum Göttingen: Inv.-Nr. 1931/452

Blick von Süd-Osten (Ecke Zindel-/Johannisstraße) auf die Johanniskirche. Über den rechten, den Nordturm, in dem sich die Wohnung des städtischen Türmers befand, lief die Telegraphenleitung von der Paulinerkirche zum Accouchierhaus und weiter zur Sternwarte.

P 9 Heinrich Christoph Grape (1762–1834):

Entbindungshospital zu Göttingen.

Radierung (Stammbuchblatt), 7,3 x 12,9 cm

Signiert: Bey Wiederholdt in Göttingen

Städtisches Museum Göttingen: Inv.-Nr. 1904/657

Das Entbindungshospital, das „Accouchierhaus“, war 1785–1791 als Neubau der Göttinger Frauenklinik – der ersten Einrichtung ihrer Art in Deutschland – errichtet worden.

Über sein Dach führte vom Johanniskirchturm zur Sternwarte die Leitung des Gauß-Weber-Telegraphen.

P 10 Fritz Schneider:

Erinnerung an den Festzug bei Eröffnung der Eisenbahn in Göttingen am 30. Juli 1854.

Lithographie, 22,5 x 34 cm

Signiert: Gez. u. lith. v. Fritz Schneider

Städtisches Museum Göttingen: Inv.-Nr. 1922/310

Feierliche Eröffnung des Göttinger Bahnhofs am 31. Juli 1854. Um die zahlreichen Gäste zu bewirten, waren zwischen der Parkanlage und dem Bahnhofsgebäude Festzelte errichtet worden. Links das Anatomische Institut.

P 11 Friedrich Künkler:

Carl Friedrich Gauß.

Gipsbüste mit Sockel, 38,5 x 38,5 x 60 cm

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Friedrich Künkler modellierte diese Büste im Jahre 1810 nach einer Lebendgesichtsmaske des jungen Gauß.

P 12 Friedrich Schaper:

C. F. Gauss.

Gipsstatue auf Sockel, 21,5 x 21 x 62 cm

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Entwurfsmodell für das überlebensgroße Braunschweiger Gaußdenkmal am Okerwall, das durch Georg Howaldt gegossen und am 27. Juni 1880 feierlich enthüllt wurde.

P 13 Carl Friedrich Gauß:

Ehrenbürgerbrief der Stadt Göttingen. 14. Juli 1849.

Stadtarchiv Braunschweig: G IX 21, 44,18

Anlässlich seines goldenen Doktorjubiläums wurde Gauß 1849 zum Ehrenbürger Göttingens (und auch Braunschweigs) ernannt. Nach den Worten des Göttinger Phy-

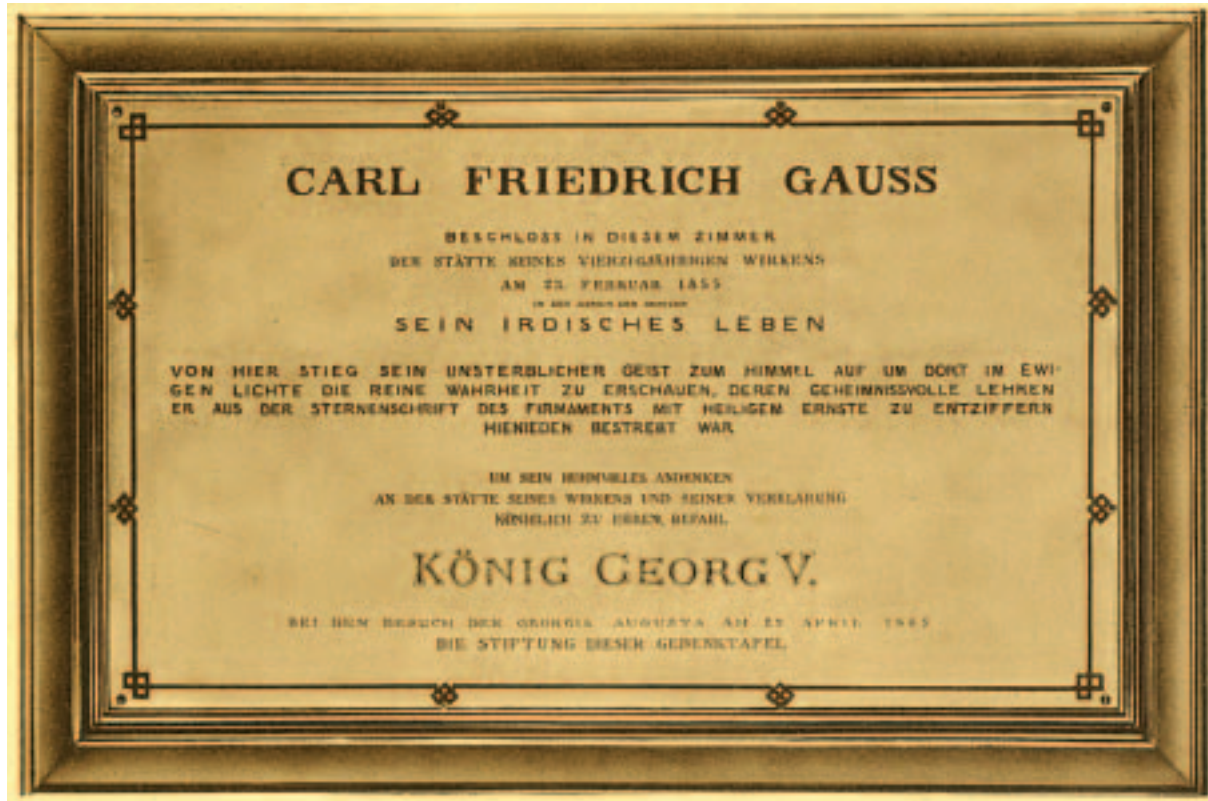


Abb. 51 Ehrentafel zum Tode von Gauß (P 16)

siologen Rudolph Wagner (1805–1864) war Gauß „unter allen Anerkennungen, welche er empfing, die des Ehrenbürgerrechts der Stadt Göttingen die ihm liebste“.

P 14 Hausmütze von Gauß.

Samt mit Baumwollfutter, ca. 20 x 13 cm

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Gauß besaß verschiedene schwarze Samtmützen, die er gerne trug. Diese Hausmütze ist vermutlich jene, die er trug, als er am 23. Februar 1855 gegen 1 Uhr nachts im Lehnstuhl sitzend starb.

P 15 Schreibtafel mit eigenhändiger Signatur „C. F. Gauß“.

Porzellan, 17 x 11,5 cm

Städtisches Museum Göttingen: Inv.-Nr.1907/289

Beilage:

Therese Gauß:

Brief an Auguste Ewald, geb. Schleiermacher. Göttingen, 23. März 1855.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe D: Therese Gauß, Nr. 33

Therese Gauß schrieb einen Monat nach dem Tod ihres Vaters: „Meine liebe Auguste, ich möchte so gern neben einem herzlichen Glückwunsch Ihnen ein Zeichen meiner Liebe geben und kann zu deren innigem Ausdruck nichts Besseres finden als die Gabe irgendeines, der mir ja alle so theuren Andenken von Vater. Ich habe die Spuren seiner Hand von dem Schreibtäfelchen nicht verwischt, weil ich weiß, daß es Ihnen so augenblicklich um so lieber ist und damit Sie auch sehen, daß er es in Gebrauch gehabt hat“.

P 16 Ehrentafel zum Tode von Carl Friedrich Gauß.

Gerahmte Messingtafel, 82 x 56 cm

Universitäts-Sternwarte Göttingen

Diese Gedenktafel zum Tode von Gauß wurde am 27. April 1865 von König Georg V. gestiftet. Sie wurde zunächst in dem Sterbezimmer des Wissenschaftlers in der Sternwarte aufgehängt.

Carl Friedrich Gauß als Wissenschaftler und als Mensch im Spiegel seiner Korrespondenz

Menso Folkerts

Carl Friedrich Gauß hat mit mehr als 350 Personen korrespondiert. Insgesamt sind etwa 2500 von Gauß geschriebene Briefe und etwa 5100 an ihn gerichtete Briefe an ihn bekannt. Der größte Teil seiner wissenschaftlichen Korrespondenz wird in der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen verwahrt; die Mehrzahl seiner privaten Briefe befinden sich im Stadtarchiv Braunschweig. Gut 40 % der bekannten Briefe sind vollständig publiziert worden.

Mit seinen „Disquisitiones arithmeticae“ („Untersuchungen über höhere Arithmetik“) und mit seinen Bahnberechnungen des Planetoiden Ceres (1801) wurde Gauß fast schlagartig berühmt, und es entwickelte sich eine Korrespondenz mit Wissenschaftlern in der ganzen Welt. Da Gauß sehr sprachgewandt war, konnte er fremdsprachliche Briefe nicht nur verstehen, sondern sogar häufig in der Sprache ihres Absenders beantworten. Es verwundert nicht, dass Astronomen und Mathematiker einen besonders großen Anteil unter seinen Korrespondenten stellten.

Gauß' Briefe zeigen ihn jedoch nicht nur als Wissenschaftler, sondern auch als Menschen. Ihm näher stehenden Personen teilte Gauß auch private Angelegenheiten mit, und er fragte sie bisweilen um Rat¹.

Im Folgenden sollen einige der Korrespondenten Gauß' vorgestellt werden, die in besonderer Weise mit ihm verbunden waren: drei Astronomen (Wilhelm Olbers, Friedrich Wilhelm Bessel, Heinrich Christian Schumacher), ein Universalgelehrter (Alexander von Humboldt), eine Mathematikerin (Sophie Germain), ein Studienfreund (Wolfgang Bolyai), ein Schüler und späterer Freund (Christian Ludwig Gerling) und schließlich seine drei Söhne.

1. Wilhelm Olbers (1758–1840)

Olbers war beinahe 20 Jahre älter als Gauß. Er promovierte 1780 in Göttingen in der Medizin und wirkte anschließend bis zu seinem Tod in seiner Heimatstadt Bremen als Arzt. Seine florierende Praxis hinderte ihn nicht daran, seiner Leidenschaft, der Astronomie, nachzugehen. Er richtete 1799 in seinem Haus eine Sternwarte ein und war

1 Einen guten Überblick gibt Gerardy, Theo: Gauß und seine Freunde, in: Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft, 7 (1970), S. 11–23.

maßgeblich an der Gründung der Astronomischen Gesellschaft in Lilienthal bei Bremen beteiligt. Olbers veröffentlichte 1797 eine neue Methode der Bahnberechnung von Kometen, die ihn weltweit bekannt machte. Er war zudem ein guter Beobachter und entdeckte zwei Planetoiden und sechs Kometen.

Olbers' Arbeiten zur Bahnberechnung von Himmelskörpern brachten ihn in Verbindung zu Gauß. Am 1. Januar 1801 hatte G. Piazzi zwischen der Mars- und Jupiter-Bahn den ersten Planetoiden, die Ceres, entdeckt. Wegen schlechter Witterung und einer Erkrankung Piazzis ging der neu gefundene Planetoid aber schon vom 11. Februar 1802 an wieder verloren. Gauß gelang es, aus den wenigen bekannten Positionen die Bahn der Ceres zu berechnen, so dass Olbers die Ceres wenig später wieder auffinden konnte. Daraufhin bat Gauß Olbers, ihm die von ihm beobachteten Positionen mitzuteilen, da er in Braunschweig keine eigenen Beobachtungen vornehmen konnte. Gauß schrieb²: „Mit der herzlichsten Theilnahme gratuliere ich Ihnen zu diesem glänzenden, der erhabenen Wissenschaft geleisteten Dienste, welchen Sie so vielen anderen, nicht minder wichtigen beifügen. Möchten Sie dieses aufrichtige Zeugnis meiner Gesinnungen nicht verschmähen, und Ihrem wärmsten Verehrer ein Plätzchen in Ihrer Freundschaft einräumen.“ Olbers antwortete, er fühle sich geschmeichelt, „die Achtung eines Mannes zu erhalten, den ich als einen so ausgezeichneten Geometer und Analysten verehere“, und nahm das Freundschaftsangebot an³.

Damit begann eine enge Beziehung, die bis zu Olbers' Tod (1840) währen sollte. Mehr als 700 Briefe dokumentieren die gegenseitige Hochschätzung, die bald zu einer echten Freundschaft wurde. Als Gauß Ende 1802 das Angebot erhielt, als Direktor der Sternwarte nach Petersburg zu gehen, wandte er sich an Olbers und offenbarte ihm seine Abneigung, an einer Universität zu lehren⁴: „Gegen das Dociren habe ich einmal eine wahre Abneigung; das perennirende [= ewige] Geschäft eines Professors der Mathematik ist doch im Grunde nur, das ABC seiner Wissenschaft zu lehren; aus den wenigen Schülern, die einen Schritt weiter gehen [...], werden die meisten nur Halbwisser; denn die selteneren Anlagen wollen sich nicht durch Vorlesungen bilden lassen, sondern bilden sich selbst. Und mit diesen undankbaren Arbeiten verliert der Professor seine edle Zeit.“ Olbers nutzte seine Kontakte nach Göttingen, und er konnte schließlich erreichen, dass Gauß die Leitung der dortigen Sternwarte übertragen wurde. Der Briefwechsel zeigt auf, welche Schwierigkeiten zuvor zu überwinden waren.

Gauß betrachtete Olbers als väterlichen Freund, den er in wissenschaftlichen Dingen ebenso um Rat fragte wie in persönlichen Angelegenheiten. Olbers hat manche Arbeiten Gauß' angeregt, ihre Entstehung verfolgt und Vorschläge zur Ausarbei-

2 Brief vom 18. 1. 1802; Schilling, C. (Hrsg.): Wilhelm Olbers. Sein Leben und seine Werke. Zweiter Band: Briefwechsel zwischen Olbers und Gauß, Abth. 1, Berlin 1900. S. 1.

3 Schilling (Anm. 2), S. 3.

4 Schilling (Anm. 2), S. 105f.

tung gemacht. So schickte Gauß die erste Fassung seines astronomischen Hauptwerks, der „*Theoria motus corporum coelestium*“ („Theorie der Bewegung der Himmelskörper“), 1802 an Olbers. Allein aufgrund der brieflichen Diskussion ist der Inhalt dieses Entwurfs bekannt. Besonders ergiebig ist der Briefwechsel auch wegen der Bemerkungen über die Methode der kleinsten Quadrate sowie der beiderseitigen Beobachtungen und Bahnberechnungen der Planetoiden und Kometen.

Zumindest ebenso interessant sind aber auch die persönlichen Bemerkungen. Gauß teilte Olbers ohne Vorbehalte Privatangelegenheiten mit. Olbers war Pate von Gauß' Tochter Wilhelmine und von Gauß' Sohn Wilhelm. Als sein Sohn Eugen 1830 Deutschland verlassen wollte, bat Gauß Olbers um Unterstützung und reiste selbst nach Bremen, um gemeinsam mit Olbers Eugens Überfahrt nach Amerika vorzubereiten. Als Olbers 1830 das goldene Doktordiplom erhalten sollte, trug Gauß Sorge, dass Olbers' Ehrentitel, die diesem selbst nicht genau bekannt waren, in korrekter Form auf dem Diplom vermerkt wurden.

2. Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846)

Bessel ging im Alter von 15 Jahren als Kaufmannslehrling an ein Übersee-Handelshaus nach Bremen und bildete sich dort im Selbststudium in der Mathematik weiter. Olbers entdeckte 1804 sein Talent und ebnete ihm den Weg zur Astronomie. Er erreichte, dass Bessel 1806 Observator in Lilienthal wurde. Ohne je ein akademisches Studium absolviert zu haben, wurde Bessel 1810 Professor für Astronomie in Königsberg und Direktor der dortigen Sternwarte; diese Positionen hatte er bis zu seinem Tod inne. Bessel zählt zu den bedeutendsten Astronomen seiner Zeit und leistete auch in der Mathematik und in der Geodäsie wichtige Beiträge.

Durch Olbers' Vermittlung traten Gauß und Bessel 1804 in Korrespondenz. Es sind 75 Briefe von Gauß an Bessel und 119 Briefe von Bessel an Gauß bekannt⁵. Sie behandeln vorwiegend wissenschaftliche Probleme und kaum private Dinge. 1807 lernten sich Gauß und Bessel persönlich in Bremen bei Olbers kennen, und es entwickelte sich zwischen beiden ein freundschaftliches Verhältnis. Als Bessel in Königsberg als nicht promovierter Professor mit Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, trug Gauß Sorge, dass Bessel 1811 in Göttingen ehrenhalber promoviert wurde.

Der zunächst herzliche Ton der Briefe wurde nach 1833 getrübt⁶. Ursache für diesen Umstand war ein Brief Bessels aus dem Jahre 1837. Dort heißt es u.a.⁷:

5 Ediert von [Auwers, Arthur]: Briefwechsel zwischen Gauß und Bessel, Leipzig 1880.

6 Siehe hierzu Biermann, Kurt-R.: Über die Beziehungen zwischen C. F. Gauß und F. W. Bessel, in: Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft, 3 (1966), S. 7–20.

7 Auwers (Anm. 5), S. 516f.

„Sie haben nie die Verpflichtung anerkannt, durch zeitige Mittheilung [...] Ihrer Forschungen die *gegenwärtige* Kenntniss der Gegenstände derselben zu befördern; Sie leben für die Nachwelt. Dieses ist aber ganz gegen meine Ansicht. [...] Wo würden die mathematischen Wissenschaften, nicht allein in Ihrer Wohnung, sondern in ganz Europa jetzt sein, wenn Sie alles ausgesprochen hätten, was Sie aussprechen konnten! – Es ist nicht nöthig, diesen Gegenstand weiter zu verfolgen; auch fürchte ich, nur zu wiederholen, was Ihnen hundert Mal gesagt ist.“

Insbesondere der letzte Satz hat Gauß sehr getroffen, wie er 1848 Schumacher mitteilte: „Ich habe mich s.Z. durch denselben [= Bessels Brief] sehr verletzt gefühlt, und zwar noch mehr durch den unziemenden Ton als durch die Sache selbst. In der That hat Bessel sich in der letzten Zeile zu einem Ton vergessen, den ich selbst nicht einmahl gegen einen Untergebenen mir erlauben würde.“ Als nach Bessels Tod sein mit Gauß geführter Briefwechsel zur Publikation anstand, vertrat Gauß die Ansicht, dieser Brief Bessels solle nicht aufgenommen werden.

Dies zeigt, wie empfindlich Gauß reagieren konnte, wenn er der Meinung war, ihm werde nicht die gebotene Ehrerbietung entgegengebracht. Sicherlich meinte Bessel es gut und wollte lediglich erreichen, dass Gauß seine neuen Erkenntnisse nicht, wie es für ihn charakteristisch war, auf längere Zeit unveröffentlicht ließ, sondern dass er sie möglichst rasch publizierte. Die Entfremdung zwischen Gauß und Bessel hat jedoch nie ihre gegenseitige wissenschaftliche Wertschätzung gemindert. Als Bessel 1846 starb, war Gauß betroffen; er schrieb Schumacher, er sei „schmerzlichst erschüttert, so sehr man auch des Ablebens gewärtig sein und ihm ein baldiges Ende seiner Leiden gewünscht werden musste. Unsere Verbindung bestand seit 1804, und von den älteren Freunden sind jetzt nur noch ein Paar am Leben.“

3. Heinrich Christian Schumacher (1780–1850)

Schumacher stammte aus Bramstedt (Holstein). Er studierte Rechtswissenschaft in Kiel und Göttingen und promovierte 1806 in Göttingen. Danach bildete er sich in Hamburg als Autodidakt in der Mathematik weiter, für die er sich seit seiner Jugend interessierte. Nach einer kurzen Tätigkeit als Direktor der Sternwarte in Mannheim (1813–1815) ging Schumacher in den dänischen Dienst. 1817 führte er eine Vermessung von Schleswig und Holstein durch. Er lebte in dem zu dieser Zeit dänischen Altona, wo ihm der dänische König 1823 eine Sternwarte erbauen ließ. Schumacher war der Gründer und Herausgeber der „Astronomischen Nachrichten“, die zur bedeutendsten astronomischen Zeitschrift ihrer Zeit wurden. 1824 bestimmte er in Zusammenarbeit mit dem englischen „Board of Longitude“ den Längenunterschied zwischen den Sternwarten in Greenwich und Altona.

Schumacher wandte sich 1808 aus eigenem Antrieb an Gauß, um ihn zu bitten, eine von einem Spanier gestellte mathematische Aufgabe zu lösen. Wenig später

beschloss er, fortan nur noch Mathematik und Astronomie zu betreiben, und bat Gauß, sich bei ihm auf diesen Gebieten weiterbilden zu dürfen⁸. Gauß war über diesen Plan sehr erfreut: Da Schumacher kein mathematischer Anfänger sei, genüge es, ihm von Zeit zu Zeit Winke zu geben. „Dass ich dies überall, wo Gelegenheit dazu seyn wird mit dem grössten Vergnügen thun werde, daran dürfen Sie nicht zweifeln; der Genuss, den die Beschäftigung mit den erhabenen Wissenschaften gewährt, die das Glück meines Lebens machen, kann ja dadurch nur erhöht werden, dass wir ihn mit andern theilen, die von einer gleichen Liebe beseelt werden.“⁹

Schumachers Aufenthalt bei Gauß (1808–09) führte zu einer intensiven Freundschaft, die ungetrübt bis zu Schumachers Tod anhielt. Die Korrespondenz, die beide zwischen 1808 und 1850 führten, bildet mit mehr als 1300 Briefen den bei weitem umfangreichsten Briefwechsel von Gauß¹⁰.

Breiten Raum nehmen hier astronomische Themen ein: Beobachtungen und Bahnrechnungen von Planeten und Kometen, Instrumente, astronomische Literatur, Beiträge für Schumachers Zeitschrift, wissenschaftliche und private Informationen über Personen, die mit Schumacher infolge seiner publizistischen Tätigkeit in Verbindung standen. Nachdem Schumacher 1816 vom dänischen König den Auftrag zu einer Gradmessung zwischen Skagen und Lauenburg erhalten hatte, erreichte er mit der ihm eigenen diplomatischen Gewandtheit, dass Gauß 1820 damit beauftragt wurde, die dänische Gradmessung durch das Königreich Hannover fortzusetzen. Über diese Arbeiten unterrichtet der Briefwechsel detailliert. Gauß nutzte Schumachers Kontakte nach England, um mit seiner Vermittlung Bücher und Instrumente nach Göttingen zu transportieren. Er besprach mit Schumacher, der wie Gauß recht sprachgewandt war, auch philologische Probleme. Darüber hinaus zog Gauß, ähnlich wie Olbers, Schumacher auch in privaten Angelegenheiten ins Vertrauen.

Schumacher betonte immer wieder Gauß' wissenschaftliche Überlegenheit; seine Briefe enden zumeist mit der Wendung „Ihr ewig dankbarer H. C. Schumacher“, während Gauß als „Stets der Ihrige C. F. Gauß“ unterschreibt. Nicht immer teilte Schumacher Gauß' Ansichten. Er war jedoch sehr diplomatischer Natur und äußerte sich Gauß gegenüber stets auf überaus höfliche Weise; kritische Bemerkungen teilte er äußerstenfalls Dritten mit. Ein Beispiel soll genannt werden¹¹: Als der Postmeister

8 Peters (Anm. 10). Bd. 1, S. 5.

9 Peters (Anm. 10), Bd. 1, S. 6.

10 Ediert von Peters, C. A. F.: Briefwechsel zwischen C. F. Gauss und H. C. Schumacher, 6 Bände, Altona 1860–1865; Ergänzungen von Gerardy, Theo: Nachträge zum Briefwechsel zwischen Carl Friedrich Gauß und Heinrich Christian Schumacher, Göttingen 1969.

11 Folkerts, Menso: Die Entdeckung der Planetoiden Astraea und Hebe durch K. L. Hencke, in: Folkerts, Menso/Kirschner, Stefan/Schmidt-Kaler, Theodor (Hrsg.): Florilegium Astronomicum. Festschrift für Felix Schmeidler, München 2001, S. 107–140, hier: S. 121.

K. L. Hencke 1847 den neuen Planetoiden Hebe entdeckte, schlug Gauß als Symbol für Hebe ein Weinglas vor. Schumacher teilte seine Bedenken nicht direkt Gauß mit, sondern schrieb an den Berliner Astronomen J. F. Encke: „Für einen verdorbenen Philologen wie mich, hat die Idee, die alten Götter des Olympos aus modernen Weingläsern trinken zu lassen, etwas Befremdendes. [...] Ich kann mir gar nicht ausreden, daß unser großer Freund in Göttingen bei dem Zeichen für Heben nicht den Schalk im Nacken gehabt habe. Es liegt etwas unwiderstehlich comisches darin, sich die alten Götter des Olympos ihren Nectar, statt aus Schaalen, aus englischen Portweingläsern schlürfend zu denken. Stellen Sie sich Jupiter vor, wie er das von Hebe gefüllte (wahrscheinlich geschliffene) Glas erhebt, und es vor dem Auge haltend mit bedenklicher Miene untersucht, ob der Nectar auch *schön sey*.“

4. Alexander von Humboldt (1769–1859)

Alexander von Humboldt ist oft als der letzte Universalgelehrte bezeichnet worden. Seine Forschungsreise nach Amerika (1799–1804) und die Publikation seiner Reiseergebnisse begründeten seinen Ruhm. Humboldts Bemühungen, die Naturwissenschaften zu popularisieren, gipfeln im „Kosmos“, der in fünf Bänden die gesamte materielle Welt beschreibt. Nach 1804 lebte Humboldt überwiegend in Paris, seit 1827 in Berlin. Durch die Pariser Mathematiker, die Gauß sehr schätzten, wurde Humboldt auf Gauß aufmerksam, und er versuchte, allerdings erfolglos, Gauß für die Berliner Akademie zu gewinnen.

Wir kennen 32 Briefe Humboldts an Gauß und wissen von 20 Gegenbriefen¹². Gauß lernte Humboldt persönlich 1826 kennen, als Humboldt nach Berlin reiste, um seine endgültige Übersiedlung vorzubereiten. Seit dieser Zeit entwickelte sich eine regere Korrespondenz. Gauß nahm auf Humboldts Einladung hin 1828 an der Naturforscherversammlung in Berlin teil und wohnte während der Tagung bei Humboldt. In zwei Briefen gab Gauß seiner Freude auf das Zusammentreffen bzw. seines Dankes für die „unvergeßlichen Tage“, die er in Humboldts Gesellschaft hatte verbringen können, Ausdruck: Sie hätten zu den glücklichsten Tagen seines Lebens gezählt¹³. Humboldt informierte bei dieser Gelegenheit Gauß über seine geomagnetischen Forschungen. Dies trug dazu bei, dass Gauß sich in der Folgezeit der Erforschung dieses Phänomens zuwandte. So verwundert es nicht, dass der Erdmagnetismus eine wichtige Rolle im Briefwechsel mit Humboldt einnahm.

12 Ediert von Biermann, Kurt-R.: Briefwechsel zwischen Alexander von Humboldt und Carl Friedrich Gauß, Berlin 1977.

13 Biermann (Anm. 12), S. 33 und 37.

Eben dieses Thema führte aber auch zu einer vorübergehenden Verstimmung¹⁴: Als Humboldt 1833 schrieb, Gauß sei wohl durch ihn zu seiner Beschäftigung mit dem Erdmagnetismus angeregt worden, erwiderte Gauß wahrheitsgemäß, aber undiplomatisch¹⁵: „Daß die unbedeutenden Versuche, die ich vor 5 Jahren bei Ihnen zu machen das Vergnügen hatte, mich der Beschäftigung mit dem Magnetismus zugewandt hätten, kann ich zwar nicht eigentlich sagen, denn in der That ist mein *Verlangen* danach so alt, wie meine Beschäftigung mit den exacten Wissenschaften überhaupt, also weit über 40 Jahr; allein ich habe den Fehler, daß ich erst dann recht eifrig mich mit einer Sache beschäftigen mag, wenn mir die Mittel zu einem rechten Eindringen zu Gebote stehen, und daran fehlte es früher.“ Humboldt war über diese Äußerungen verärgert und nahm erst drei Jahre später den Briefwechsel wieder auf.

Auf der Berliner Tagung hatte Gauß auch den jungen Physiker Wilhelm Weber (1804–1891) kennen und schätzen gelernt. Auf Gauß' Empfehlung wurde Weber 1831 nach Göttingen berufen, und in den folgenden Jahren wurde er der engste Mitarbeiter Gauß': Gemeinsam bauten die beiden Wissenschaftler ein weltweites geomagnetisches Beobachtungsnetz auf und entwickelten den ersten elektromagnetischen Telegraphen (1833). Diese Zusammenarbeit wurde 1837 abrupt unterbrochen, da Weber zu den „Göttinger Sieben“ gehörte, die wegen ihres Protestes gegen die Aufhebung der Hannoverschen Verfassung aus dem Staatsdienst entlassen wurden. Gauß bemühte sich intensiv um die Rückgängigmachung der Amtsenthebung. Er bat Humboldt in ergreifenden Worten um eine Intervention zugunsten Webers. Obwohl Humboldt alles tat, was in seiner Macht stand, konnte er dennoch nichts erreichen.

Gauß und Humboldt unterschieden sich sehr in ihrer Herkunft und Lebensweise, in ihren politischen und religiösen Anschauungen und in ihren wissenschaftlichen Neigungen. Trotzdem erwiesen sie sich bis zuletzt eine freundschaftliche Toleranz. Dies zeigt ein für Gauß sehr ungewöhnlicher Brief, in dem es u.a. heißt¹⁶:

„Ich kann nicht unterlassen, übermorgen, den 9. December, in tiefer Rührung einen Tag zu feiern, dessen ergreifende Bedeutung von keiner solchen Willkür berührt wird. Es ist dies der Tag, wo Sie, mein hochverehrter Freund, in ein Gebiet übergehen, in welches noch keiner der Koryphäen der exacten Wissenschaften eingedrungen ist, der Tag, wo Sie dasselbe Alter erreichen, in welchem Newton seine durch 30766 Tage gemessene irdische Laufbahn geschlossen hat. Und Newtons Kräfte waren in diesem Stadium gänzlich erschöpft: Sie stehen zur höchsten Freude der ganzen

14 Siehe Biermann, Kurt-R.: Carl Friedrich Gauß im Spiegel seiner Korrespondenz mit Alexander von Humboldt, in: Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft, 4 (1967), S. 5–18, vor allem S. 10f.

15 Biermann (Anm. 12), S. 46f.

16 Brief vom 7. 12. 1853; Biermann (Anm. 12), S. 113.

wissenschaftlichen Welt noch im Vollgenuß Ihrer bewundernswürdigen Kraft da. Mögen Sie in diesem Genuß noch viele Jahre bleiben.“

5. Sophie Germain (1776–1831)

Im Jahre 1804 schrieb ein „Monsieur Le Blanc“ aus Paris an Gauß und berichtete, er habe die „Disquisitiones arithmeticae“ („Untersuchungen über höhere Arithmetik“) studiert und mit ihrer Hilfe ein schwieriges zahlentheoretisches Problem lösen können. Gauß merkte rasch, dass der ihm unbekannte Briefschreiber den Inhalt der „Disquisitiones“ tatsächlich begriffen hatte. Zu dieser Zeit wusste er noch nicht, dass sich hinter dem Namen „Le Blanc“ eine Frau verbarg: Sophie Germain¹⁷, die Tochter eines wohlhabenden Seidenhändlers, die im Selbstunterricht bedeutende mathematische Kenntnisse erworben und diese durch Vorlesungsnachschriften der École Polytechnique erweitert hatte. Wahrscheinlich wurde sie durch Lagrange und Legendre auf Gauß' zahlentheoretisches Hauptwerk aufmerksam. Gauß lobte in seiner Antwort den Beweis und schrieb wenig später an Olbers¹⁸: „Neulich habe ich die Freude gehabt, einen Brief von einem jungen Geometer aus Paris Le Blanc zu erhalten, der sich mit Enthusiasmus mit der höheren Mathematik vertraut macht, und mir Proben gegeben hat, daß er in meine Disquis. Arith. tief eingedrungen ist.“

Als Napoleons Truppen 1806 Braunschweig besetzen, konnte Germain erreichen, dass ein französischer Kommandeur um Gauß' Sicherheit bemüht war. Daraufhin gab sie in einem Brief an Gauß ihre wahre Identität preis. Germain begründete ihr Verhalten mit folgenden Worten: „Aus Furcht vor der Lächerlichkeit, die sich mit dem Titel einer gelehrten Frau verbindet, habe ich seinerzeit den Namen von Herrn Le Blanc angenommen, um Ihnen zu schreiben und Ihnen meine Bemerkungen mitzuteilen.“ In seiner Antwort schrieb Gauß in französischer Sprache:

„Der Geschmack an den abstrakten Wissenschaften im allgemeinen und im besonderen an den Geheimnissen der Zahlen ist äußerst selten, darüber braucht man sich nicht zu wundern: Die reizenden Zauber dieser erhabenen Wissenschaft enthüllen sich in ihrer ganzen Schönheit nur denen, die den Mut haben, sie gründlich zu untersuchen. Wenn aber eine Person weiblichen Geschlechts, die infolge unserer Sitten und unserer Vorurteile auf unendlich viel mehr Hindernisse und Schwierigkeiten stoßen muß als die Männer, um sich mit ihrer heiklen Erforschung vertraut zu machen, dennoch versteht, diese Hürden zu überwinden und in die verborgensten Geheimnisse einzudringen, dann muß sie ohne Zweifel edelsten Mut, ganz außerge-

17 Siehe hierzu Leibrock, Gerd: Meine Freundin Sophie. Carl Friedrich Gauß' Brieffreundschaft mit Sophie Germain, in: Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft, 38 (2001), S. 17–28.

18 Schilling (Anm. 2), S. 237.

wöhnliches Talent, überlegenen Geist besitzen. In der Tat, nichts konnte mir auf angenehmere und unzweideutigere Art beweisen, daß die Reize dieser Wissenschaft, die mein Leben mit so vielen Genüssen verschönt haben, nicht eingebildet sind, als die Vorliebe, mit der Sie sie beehrt haben.“

Dies zeigt, wie unvoreingenommen Gauß Frauen in der Wissenschaft gegenüber war, und dies lange bevor sie ihre Gleichberechtigung an den Universitäten erreichten. Dennoch brach Gauß den Briefkontakt 1808 ab, vermutlich aufgrund der vielen Aufgaben, mit denen er nach seiner Berufung nach Göttingen beschäftigt war. Als ihm 1810 die Lalande-Medaille verliehen wurde, schlug Gauß vor, Sophie Germain damit zu beauftragen, mit dem Preisgeld eine Pendeluhr zu erwerben – was auch geschah. Germain starb 1831 mit 55 Jahren. Aus Anlass der Hundertjahrfeier der Universität Göttingen rief Gauß sie 1837 nochmals in Erinnerung und betonte, sie wäre der Ehrendoktorwürde würdig gewesen.

6. Wolfgang (Farkas) Bolyai (1775–1856)

Eine besonders herzliche Freundschaft verband Gauß mit Wolfgang (Farkas) Bolyai, einem Ungarn aus Siebenbürgen. 1796, ein Jahr später als Gauß, wurde Bolyai in Göttingen immatrikuliert. Bei dem Professor für Astronomie K. F. von Seyffer trafen sich beide zum ersten Mal. „Nach diesem begegneten wir uns auf dem Walle“, berichtet Bolyai¹⁹, „jeder war allein – gesellten uns – giengen zu einander – und bald schwuren wir unter der Fahne der Wahrheit Brüderschaft.“ Bolyai schreibt weiter²⁰: „Uns verband die (sich äusserlich nicht zeigende) Leidenschaft für die Mathematik und unsere sittliche Übereinstimmung, so dass wir oft mit einander wandernd, jeder mit den eigenen Gedanken beschäftigt, stundenlang wortlos waren.“ Beide besuchten auch Braunschweig, wo Gauß' Mutter Bolyai fragte, „ob aus ihrem Sohn etwas werde?“ und auf meine Antwort ‚der erste Mathematiker in Europa‘ in Thränen zerflos.“²¹

Die gemeinsame Zeit in Göttingen war nur kurz: Gauß kehrte 1798 nach Braunschweig zurück, Bolyai trat 1799 die Heimreise an. Kurz zuvor hatten sie sich noch einmal in Clausthal getroffen – es sollte ein Abschied für immer werden. 1804 wurde Bolyai in Maros-Vásárhely in Siebenbürgen Professor für Mathematik und Physik, wo er mehr als 40 Jahre lehrte.

19 Schmidt, Franz/Stäckel, Paul (Hrsg.): Briefwechsel zwischen Carl Friedrich Gauß und Wolfgang Bolyai, Leipzig 1899, S. 152.

20 Schmidt/Stäckel (Anm. 19), S. 178.

21 Schmidt/Stäckel (Anm. 19), S. 152.

Die ungewöhnliche Verbundenheit zwischen Gauß und Bolyai zeigt sich in ihrem sehr persönlichen Briefwechsel²². Von 1797 bis 1853 wurden 24 Briefe von Bolyai an Gauß und 22 Gegenbriefe gewechselt; allerdings wurde der zunächst lebhafteste Briefaustausch später seltener. Bolyai war die einzige Person außerhalb seiner Familie, der Gauß im vertraulichen „Du“ schrieb. Die Briefe zeigen die unterschiedlichen Charaktere der beiden Wissenschaftler: Bolyai war lebhaft, enthusiastisch, aber auch sprunghaft und bisweilen depressiv; der junge Gauß war ruhiger und zielgerichteter, hatte aber auch einen Hang zu trüben Stimmungen. Ihre schwärmerische Zuneigung zeigt sich in zahlreichen Briefen. So schreibt Bolyai 1798²³: „Hast Du den letzten Septembris des Abends zwischen 8 und 10, und vorzüglich um 9, geraucht? Mir wird die Zeit heilig bis in mein Grab – es kömmt mir so vor, als ein Opfer-Tag.“ Gauß antwortete²⁴: „Dein Brief wurde mir grade am Abend, den letzten vorigen Monats gebracht, als ich mich hingesetzt hatte um den Feiertag unserer Freundschaft zu begehen; da sitze ich in meinem Lehnstuhl, setze Dir Deine Pfeife gestopft hin und träume dich zu mir herüber mit deinem schwarzen Jäckchen und mit deinem schwarzen Casquet und unterhalte mich mit dir von vergangenen Zeiten und gerade dann wird mir in deinem Briefe durch deine Frage die Gewissheit gebracht, dass Du jetzt eben so an mich denkst, dass mein Traum kein Traum ist, möchte ich sagen. Mehr brauche ich nicht hinzuzusetzen um die Anwendung zu machen.“

Bolyai hatte die Freude, zu erleben, dass sein Sohn Johann (János; 1802–1860) zu einem begabten Mathematiker heranreife. 1816 wandte sich der Vater mit der Frage an Gauß, ob sein Sohn sich bei ihm in der Mathematik weiterbilden könne, aber Gauß antwortete nicht. 1831/1832 schickte Bolyai ein Werk seines Sohnes an Gauß, in dem Johann zeigt, dass eine widerspruchsfreie Geometrie auch dann möglich ist, wenn auf das Parallelenpostulat verzichtet wird. Mit dieser Schrift wurde J. Bolyai (neben N. Lobačevskij) zum Begründer der nichteuklidischen Geometrie. Gauß antwortete²⁵:

„Jetzt Einiges über die Arbeit Deines Sohnes.

Wenn ich damit anfangen ‚dass ich solche nicht loben darf‘: so wirst Du wohl einen Augenblick stutzen: aber ich kann nicht anders; sie loben hiesse mich selbst loben: denn der ganze Inhalt der Schrift, der Weg, den Dein Sohn eingeschlagen hat, und die Resultate zu denen er geführt ist, kommen fast durchgehends mit meinen eigenen, zum Theile schon seit 30–35 Jahren angestellten Meditationen überein. In der That bin ich dadurch auf das Äusserste überrascht.

22 Ediert von Schmidt/Stäckel (Anm. 19).

23 Schmidt/Stäckel (Anm. 19), S. 9.

24 Schmidt/Stäckel (Anm. 17), S. 10f.

25 Brief vom 6. 3. 1832; Schmidt/Stäckel (Anm. 19), S. 109.

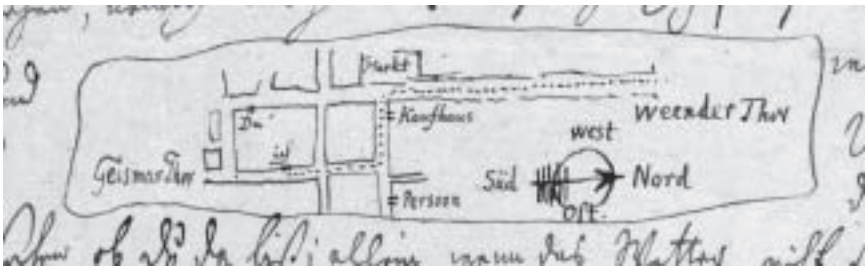
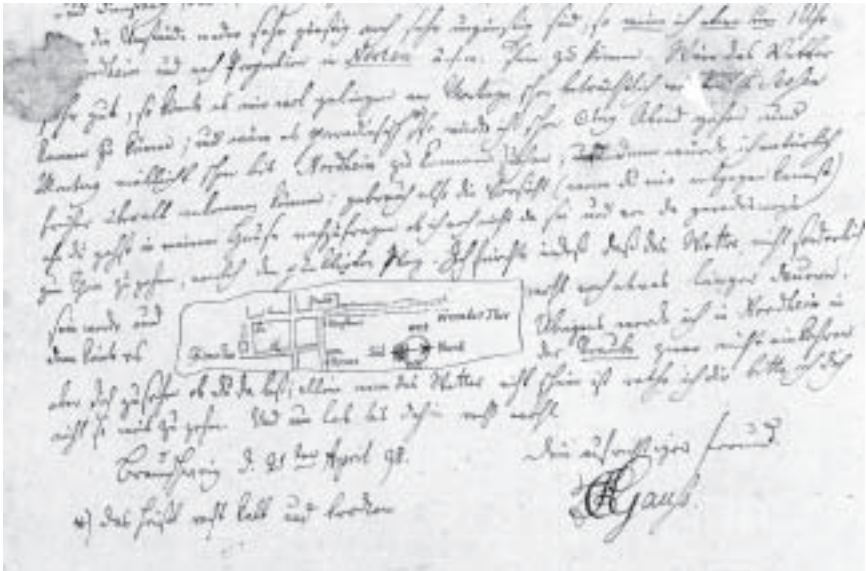


Abb. 52
Gauß' eigenhändige Wegskizze für Wolfgang Bolyai (Q 8)

Mein Vorsatz war, von meiner eigenen Arbeit, von der übrigens bis jetzt wenig zu Papier gebracht war, bei meinen Lebzeiten gar nichts bekannt werden zu lassen. Die meisten Menschen haben gar nicht den rechten Sinn für das, worauf es dabei ankommt, und ich habe nur wenige Menschen gefunden, die das, was ich ihnen mittheilte, mit besonderem Interesse aufnahmen. Um das zu können, muss man erst recht lebendig gefühlt haben, was eigentlich fehlt, und darüber sind die meisten Menschen ganz unklar. Dagegen war meine Absicht, mit der Zeit Alles so zu Papier zu bringen, dass es wenigstens mit mir dereinst nicht unterginge.

Sehr bin ich also überrascht, dass diese Bemühung mir nun erspart werden kann und höchst erfreulich ist es mir, dass gerade der Sohn meines alten Freundes es ist, der mir auf eine so merkwürdige Art zugekommen ist.“

Diese Form des Lobes, die für Gauß nicht ungewöhnlich ist, hat den jungen Bolyai enttäuscht und verbittert. Daraufhin veröffentlichte der Vater die Arbeit seines Sohnes 1832 in der Form eines Anhangs zu einem eigenen Werk.

Gauß' Wertschätzung der Arbeit J. Bolyais zeigt sich auch in einem Brief an Christian Ludwig Gerling²⁶:

„Noch bemerke ich, daß ich dieser Tage eine kleine Schrift aus Ungarn über die Nicht-Euklidische Geometrie erhalten habe, worin ich alle meine eigenen Ideen und Resultate wiederfinde, mit großer Eleganz entwickelt, obwohl in einer für jemand, dem die Sache fremd ist, wegen der Konzentrierung etwas schwer zu folgendem Form. Der Verfasser ist ein sehr junger österreichischer Offizier, Sohn eines Jugendfreundes von mir, mit dem ich 1798 mich oft über die Sache unterhalten hatte, wiewohl damals meine Ideen noch viel weiter von der Ausbildung und Reife entfernt waren, die sie durch das eigne Nachdenken dieses jungen Mannes erhalten haben. Ich halte diesen jungen Geometer v. Bolyai für ein Genie erster Größe.“

Die füreinander empfundene Zuneigung Gauß' und Bolyais blieb trotz dieses Ereignisses ungetrübt. Ein Brief, den Gauß 1848, kurz vor seinem 71. Geburtstag, an Bolyai schrieb, gibt einen Einblick in seine Gefühlswelt²⁷:

„Mein theurer alter Freund.

Mit wehmüthiger Rührung habe ich deinen Brief vom 18 Januar erhalten. Er war mir wie eine Geisterstimme aus längst verklungener Zeit, wenigstens ein Aufruf mich noch einmahl in jene Zeit zurückzusetzen, zwischen der und dem jetzigen Augenblick so viele für uns beide so schwere Jahre liegen. Es ist wahr, mein Leben ist mit Vielem geschmückt gewesen, was die Welt für beneidenswerth hält. Aber glaube mir,

26 Schaefer, Clemens (Hrsg.): Briefwechsel zwischen Carl Friedrich Gauß und Christian Ludwig Gerling, Berlin 1927, S. 387.

27 Schmidt/Stäckel (Anm. 19), S. 132.

lieber Bolyai, die herben Seiten des Lebens, wenigstens, des meinigen, die sich wie der rothe Faden dadurch ziehen, und denen man im höhern Alter immer wehrloser gegenüber steht, werden nicht zum hundersten Theile aufgewogen von dem Erfreulichen. Ich will gern zugeben, dass dieselben Schicksale, die zu tragen mir so schwer geworden ist, und noch ist, manchem andern viel leichter gewesen wären, aber die Gemüthsverfassung gehört zu unserm Ich, der Schöpfer unsrer Existenz hat sie uns mitgegeben, und wir vermögen wenig daran zu ändern. Ich finde dagegen in diesem Bewusstsein der Nichtigkeit des Lebens, was doch jedenfalls der grössere Theil der Menschheit beim Annähern des Ziels aussprechen muss, mir die stärkste Bürgschaft für das Nachfolgen einer schönern Metamorphose darbietet. Mit dieser, mein theurer Freund, wollen wir uns trösten, und dadurch den nöthigen Gleichmuth zu gewinnen suchen; um damit bis ans Ende auszuharren.“

7. Christian Ludwig Gerling (1788–1864)

Gerling studierte seit 1809 zunächst in Helmstedt und dann in Göttingen, wo er unter Gauß theoretische und praktische Astronomie betrieb; u.a. berechnete er die Bahn des Planetoiden Vesta. 1812 ging Gerling als Lehrer an das Lyzeum in Kassel und erhielt 1817 eine Professur in Marburg, die er bis zu seinem Tod innehatte. Gerling war weniger ein Forscher als ein ausgezeichnete akademischer Lehrer. Im Anschluss an die hannoversche Landesvermessung durch Gauß führte Gerling die Vermessung von Hessen durch. Gauß hat Gerling sehr geschätzt; u.a. empfahl er ihn 1830 für die Physikprofessur in Göttingen.

Gerlings Briefwechsel mit Gauß begann 1810, als Gerling bei Gauß Vorlesungen hörte, und endete mit Gauß' Tod. Insgesamt sind fast 450 Briefe vorhanden²⁸. Sie zeigen, dass aus dem Schüler-Lehrer-Verhältnis allmählich eine fast gleichberechtigte Partnerschaft und eine Freundschaft wurde, die beide Männer bis zum Tod verband. Mindestens ebenso wichtig wie die wissenschaftlichen Themen, die im Briefwechsel behandelt werden (sie betreffen vor allem mathematische und geodätische Fragen), sind die persönlichen Angelegenheiten, die vor allem Gauß und seine Familie betreffen. Es ist überraschend, dass Gauß sich öfters an seinen ehemaligen Schüler Gerling mit der Bitte um Rat und Unterstützung wandte. Die Beziehung zwischen Gauß und Gerling wandelte sich vor allem durch ein für Gauß einschneidendes Ereignis: das Verschwinden seines Sohnes Eugen und dessen Auswanderung nach Amerika. Gauß, der nicht wusste, wie er darauf reagieren sollte, wandte sich an Olbers, Schumacher und Gerling. Während Olbers und Schumacher vor allem Trost spendeten, zeigte sich

28 Ediert von Schaefer (Anm. 26) und Gerardy, Theo: Christian Ludwig Gerling an Carl Friedrich Gauß. Sechzig bisher unveröffentlichte Briefe, Göttingen 1964.

Gerling als lebensstüchtiger Menschenkenner. Er trug wesentlich dazu bei, dass die Beziehung Gauß' zu seinem Sohn nicht nur nicht abbrach, sondern dass sie sich im Laufe der Zeit wieder halbwegs erholte. Auch in der Beziehung Gauß' zu seinem jüngstem Sohn Wilhelm nahm Gerling eine Vermittlerrolle ein.

8. Gauß' Söhne (Joseph, 1806–1873; Eugen, 1811–1896; Wilhelm, 1813–1879)²⁹

Gauß war zweimal verheiratet. 1805 heiratete er Johanna Osthoff (1780–1809), die Tochter eines Weißgerbermeisters, eine heitere, verständige und unkomplizierte Frau. 1806 wurde ihr erstes Kind, Joseph (1806–1873), geboren. Es folgten eine Tochter, Wilhelmine (genannt Minna; 1808–1840), und ein zweiter Sohn, Ludwig (Louis, 1809–1810). Von Ludwigs Geburt genas Gauß' Ehefrau nicht mehr: Sie verstarb nach nur vier Jahren Ehe, ohne ein Alter von 30 Jahren erreicht zu haben. Gauß' Totenklage, die er selbst niederschrieb, ist ein erschütterndes persönliches Dokument und ein ergreifendes Denkmal einer großen Liebe³⁰.

Kurz nach dem Tod seiner Frau vermählte sich Gauß mit Minna Waldeck (1788–1831), der Tochter eines Göttinger Professors. Minna war von schwächlicher Gesundheit und hatte auch nicht den für Gauß' erste Ehefrau charakteristischen fröhlichen Charakter. Aus der zweiten Ehe gingen ebenfalls drei Kinder hervor: Eugen (1811–1896), Wilhelm (1813–1879) und Therese (1816–1864).

Gauß hing sehr an seinen Töchtern. Die älteste, Wilhelmine, heiratete 1830 den Göttinger Orientalisten H. Ewald, der 1837 als einer der „Göttinger Sieben“ aus dem Staatsdienst entlassen wurde und nach Tübingen ging; dort starb sie wenig später. Die jüngere Tochter, Therese, übernahm nach dem Tod von Gauß' zweiter Ehefrau den väterlichen Haushalt und pflegte ihren Vater bis zu dessen Tode. Gauß liebte Therese innig; er sagte einmal: „Das Beste und Größte, was Gott uns beiden gewähren könnte, würde das eine sein: daß wir beide an einem Tage sterben würden.“

Gauß' ältester Sohn Joseph nahm schon mit 15 Jahren an der hannoverschen Gradmessung seines Vaters teil. 1824 trat er in die hannoversche Armee ein, erreichte aber nie mehr als den Rang eines Oberleutnants. Auch in dieser Zeit half Joseph seinem Vater bei Vermessungsarbeiten. Später war er an der Planung der ersten Eisenbahnen im Hannoverschen beteiligt. 1836 reiste er nach Amerika, um das dortige Eisenbahnwesen zu studieren. Er verließ die Armee und trat als Direktor in die Leitung

29 Siehe hierzu Gerardy, Theo: C. F. Gauß und seine Söhne, in: Mitteilungen der Gauss-Gesellschaft, 3 (1966), S. 25–35.

30 Mehrfach gedruckt, zuletzt in Biermann, Kurt-R. (Hrsg.): Carl Friedrich Gauß. Der „Fürst der Mathematiker“ in Briefen und Gesprächen, Leipzig/Jena/Berlin 1990, S. 79f.

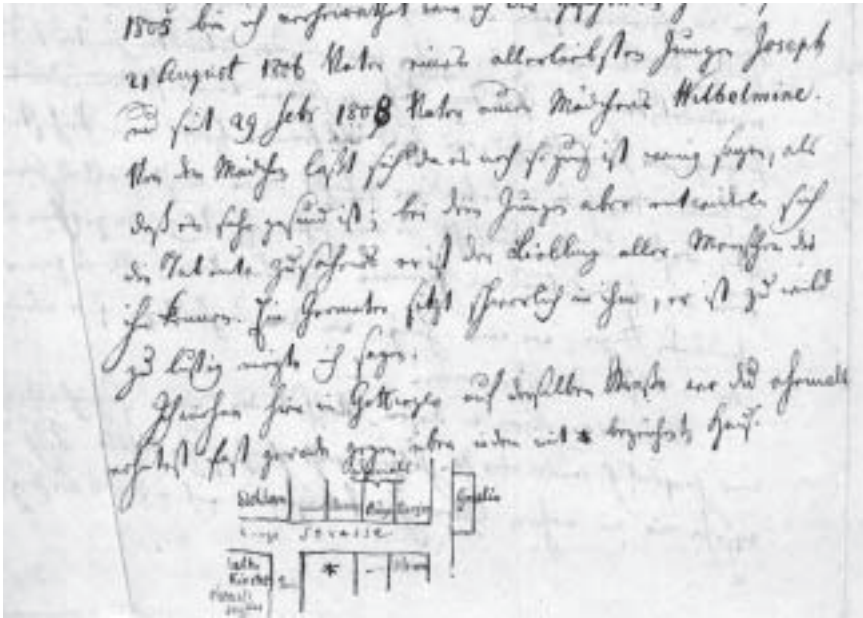


Abb. 53
 Gauß' eigenhändige Zeichnung der Lage seines Hauses in der Kurzen Straße (Q 9)

der hannoverschen Eisenbahnen ein. Nach 1846 beaufsichtigte er den Bau dieser Bahnen. Er starb als Oberbaurat in Hannover.

Joseph Gauß hat niemals gegen seinen Vater rebelliert, sondern ihn nach Möglichkeit unterstützt. Dies dokumentiert der Briefwechsel zwischen Vater und Sohn. 345 Briefe von Joseph und 147 an ihn sind erhalten, aber bis auf wenige Ausnahmen bislang nicht publiziert. Viele dieser Briefe beziehen sich auf gemeinsame Vermessungstätigkeiten. Es werden aber auch familiäre Angelegenheiten besprochen, u.a. die Schwierigkeiten, die Gauß mit seinen beiden jüngsten Söhnen hatte. Joseph kümmerte sich insbesondere um Wilhelm, der zeitweise nicht weit von ihm entfernt lebte und mit dem er in herzlichem Kontakt stand. Im Rahmen seiner Amerikareise besuchte Joseph 1836 auch seine Brüder. Die Berichte über ihre Lebensverhältnisse und über die Zustände in den Vereinigten Staaten gehören zu den interessantesten Teilen des Briefwechsels.

Eugen war Gauß' klügstes Kind. Wegen der schwächlichen Gesundheit seiner Mutter verbrachte Eugen ebenso wie sein jüngerer Bruder Wilhelm einen großen Teil seiner Jugend außerhalb von Göttingen; beide besuchten das Gymnasium in Celle. Eugen war aufgeweckt und begabt; er zeigte schon früh ein Talent für Sprachen und Mathematik. Sein Vater erlaubte ihm aber nicht, diese Fächer zu studieren. Das Jura-studium, das Eugen in Göttingen begann, sagte ihm nicht zu. Er begann, ein lockeres Studentenleben zu führen. Dies missfiel seinem Vater, und es kam schließlich zum Bruch. Daraufhin tauchte Eugen unter. Gauß ließ seinen Sohn suchen und bediente sich dabei auch der Hilfe Olbers', Schumachers und Gerlings. Als Eugen gefunden wurde, ließ sein Vater seinen „nichtsutzigen Sohn“ im September 1830 von Bremen nach Nordamerika ausreisen. Eugens Versuche, in den Vereinigten Staaten von Amerika Fuß zu fassen, scheiterten anfänglich: Er trat in die Armee ein, die ihm aber nicht zusagte, und schlug sich dann mit verschiedenen Beschäftigungen durch. Das Geld, das sein Vater ihm gegeben hatte, war längst ausgegeben; weitere finanzielle Unterstützung erhielt er nicht, obwohl er seinen Vater dringlich darum bat. Schließlich gelang es ihm doch, Fuß zu fassen. Er ließ sich als Geschäftsmann in Missouri nieder und brachte es dort zu großem Reichtum.

Eugens jüngerer Bruder, Wilhelm, erlernte die Landwirtschaft, hielt es aber nirgends lange aus. Er war nicht so unzugänglich wie Eugen, aber ähnlich unausgeglichen. Gerling half Gauß auch hier. Wilhelm folgte dem Beispiel seines Bruders und wanderte 1837 nach Nordamerika aus; kurz zuvor hatte er eine Nichte Bessels geheiratet. Er kam schließlich in der Nähe seines Bruders als Schuhgroßhändler und Farmer zu Wohlstand. Eugen und Wilhelm hatten zahlreiche Kinder; ihre Nachfahren leben weit verbreitet in den Vereinigten Staaten.

Nur drei Briefe Gauß' an Eugen und nur ein Brief an Wilhelm sind erhalten. Die Gegenbriefe sind vorhanden: 16 stammen von Eugen und 74 von Wilhelm. Seine meisten Briefe schrieb Eugen aus Amerika, die meisten Briefe Wilhelms stammen aus

frühen Jahren und zeigen, welche Schwierigkeiten er an seinen verschiedenen Ausbildungsstellen hatte. Sehr aufschlussreich ist ein Brief des Vaters, den er 1832, kurz nach dem Tod seiner zweiten Ehefrau, an Eugen schrieb. Er klagt seinen Sohn mit den bittersten Worten an und macht ihn für den Tod seiner Mutter verantwortlich. Später rang sich Gauß zu einer versöhnlicheren Haltung Eugen gegenüber durch und zahlte ihm 1838 sogar das Erbteil seiner Mutter aus. Die späteren Briefe Eugens und Wilhelms sind sehr versöhnlicher Natur: Die Söhne informieren den Vater über ihre sich ständig vergrößernden Familien, sie schicken Bilder ihrer Kinder und berichten über das Gedeihen der Geschäfte. Darüber hinaus enthalten die Briefe interessante Darstellungen über das Leben in den Vereinigten Staaten.

Gauß' Korrespondenz zeigt nicht nur die Entstehungsgeschichte seiner wissenschaftlichen Werke auf, sondern erlaubt auch Einblicke in seine Gefühlswelt, in seine Stärken und Schwächen. Der Gaußforscher K.-R. Biermann hat dies so formuliert³¹:

„Nein, Gauß war kein Heros; er war ein Mensch mit seinem Widerspruch, ein zweifelnder und suchender, von Stimmungen nicht freier, sehr vom Wetter abhängiger, leidender Mensch mit einem Hang zum Fatalismus, weich und sensibel, verletzlich, meist pessimistisch, zuzeiten aber auch fröhlich. [...].

Büßt Gauß dadurch an Faszination ein? Im Gegenteil. Die Bewunderung für die Leistungen des in überaus starkem Maße von der ihn umgebenden Lebensatmosphäre Abhängigen wird noch gesteigert, wenn wir nun wissen und verstehen, dass er seine unsterblichen Werke unter nach seinen Maßstäben die geistige Kreativität keineswegs fördernden Umständen schuf, dass harte Arbeit unter ihm widrigen Umständen einen erheblich größeren Anteil im Verhältnis zur genialen Intuition hat, als früher angenommen, wenn wir erkennen, dass er nicht nur mit ungünstigen Arbeitsbedingungen und Schicksalsschlägen, sondern auch mit sich selbst zu ringen hatte.“

31 Biermann (Anm. 30), S. 30.

Exponate Q

Q 1 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Wilhelm Olbers. Braunschweig, 18. Januar 1802.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Olbers, Nr. 1

Dieser erste Brief Gauß' an den Bremer Arzt und Astronomen Wilhelm Olbers (1758–1840) eröffnete eine mehr als 700 Briefe umfassende Korrespondenz, die bis zu Olbers' Tod andauerte. In ihm bringt Gauß seine Wertschätzung des Wissenschaftlers zum Ausdruck: „Der feinste Geometer und der vollendete Astronom – das sind zwei Titel, die ich von ganzem Herzen einzeln hoch schätze, und denen ich mit leidenschaftlicher Wärme huldige, wenn sie vereint sind.“

Q 2 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Wilhelm Olbers. Braunschweig, 26. Oktober 1802.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Olbers, Nr. 21

Gegen Ende des Jahres 1802 erhielt Gauß das Angebot, als Direktor der Sternwarte nach St. Petersburg zu gehen. Brieflich legt Gauß seine Bedenken gegenüber diesem Schritt dar und offenbart Olbers seinen Unwillen, an einer Universität zu lehren: „Gegen das Dociren habe ich einmal eine wahre Abneigung; das perennirende Geschäft eines Professors der Mathematik ist doch im Grund nur, das ABC seiner Wissenschaft zu lehren [...]; denn die selteneren Anlagen wollen sich nicht durch Vorlesungen bilden lassen, sondern bilden sich selbst. Und mit diesen undankbaren Arbeiten verliert der Professor seine edle Zeit.“

Q 3 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Wilhelm Olbers. Göttingen, 13. September 1830.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: Olbers, Nr. 310

Ein Beispiel des vertrauensvollen Umganges Gauß' mit Olbers ist dieser Brief, in dem Gauß der Klage über das Zerwürfnis mit seinem Sohn Eugen (1811–1896) Ausdruck verleiht: „Gibt es ein härteres schmerzlicheres Loos, als wenn ein Vater nur sehnlich wünschen muss, dass sein Sohn ihm nie wieder vor die Augen kommen möge. [...]. Ich kann, ich darf ihm nicht wieder Vater sein, als wenn er, und wie schwach ist die Hoffnung dazu, einst nach Jahren ein ganz veränderter, und auf eigenen Füßen stehender Mensch geworden ist.“

Q 4 Friedrich Wilhelm Bessel:

Brief an Carl Friedrich Gauß. Königsberg, 28. Mai 1837.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe A: Bessel, Nr. 108

Die etwa 200 Briefe umfassende Korrespondenz Gauß' mit dem Königsberger Astro-

nomen Friedrich Wilhelm Bessel (1784–1846) war vorrangig wissenschaftlicher Natur. Ihr Verhältnis war nach den in diesem Brief geäußerten – nicht unberechtigten – Vorwürfen Bessels getrübt: „Sie haben nie die Verpflichtung anerkannt, durch zeitige Mittheilung eines dem ganzen angemessenen Theils Ihrer Forschungen die gegenwärtige Kenntnis der Gegenstände derselben zu befördern; Sie leben für die Nachwelt.“

Q 5 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Heinrich Christian Schumacher. Göttingen, 2. Oktober 1808.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe A: Schumacher, Nr. 2

Gauß' Korrespondenz mit dem Altonaer Astronomen Heinrich Christian Schumacher (1780–1850) bildet mit mehr als 1300 Briefen den bei weitem umfangreichsten Briefwechsel von Gauß. 1808 wandte sich Schumacher mit der Bitte an Gauß, sich bei ihm in der Mathematik und Astronomie weiterbilden zu dürfen. Erfreut sagte dieser seine Unterstützung zu: „der Genuss, den die Beschäftigung mit den erhabenen Wissenschaften gewährt, die das Glück meines Lebens machen, kann ja dadurch nur erhöht werden, dass wir ihn mit andern theilen, die von einer gleichen Liebe beseelt werden.“ Schumachers anschließender Aufenthalt bei Gauß (1808/09) führte zu einer lebenslangen intensiven Freundschaft.

Q 6 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Alexander von Humboldt. Göttingen, 13. Mai 1838.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: A. v. Humboldt, Nr. 2

In Gauß' Korrespondenz mit Alexander von Humboldt (1769–1859) nahm der Erdmagnetismus eine wesentliche Rolle ein. In diesem Brief allerdings berührt Gauß eine andere ihm wichtige Frage. Angesichts der Amtsentlassung seines Göttinger Kollegen Wilhelm Weber (1804–1891), der zu den „Göttinger Sieben“ gehörte, bittet Gauß Humboldt um eine Intervention zugunsten Webers: „Ich hatte früher große Hoffnung, Weber für Göttingen zu erhalten; sie sind in der letzten Zeit fast verschwunden. Ich setze jetzt fast meine letzte Hoffnung nur noch auf Sie. Möchten Sie bei der jetzigen Anwesenheit unseres Königs [Ernst August von Hannover] in Berlin [...] einen günstigen Augenblick finden, die Zerstörung aller meiner Hoffnungen noch zu hindern und uns Weber zu erhalten.“ – Humboldt konnte trotz seiner Bemühungen eine Rückgängigmachung der Amtsenthebung nicht erreichen.

Q 7 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Sophie Germain. Braunschweig, 30. April 1807.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß, Briefe B: Germain, Nr. 3

Die französische Mathematikerin Sophie Germain (1776–1831) hatte 1804 Gauß brieflich eigene Forschungsergebnisse präsentiert, die auf seinen „Disquisitiones arithme-

ticae“ basierten. Dies hatte sie unter dem Pseudonym „Monsieur le Blanc“ getan, da sie befürchtete, als Frau in den Wissenschaften nicht ernst genommen zu werden. Nachdem sie ihre Identität schließlich doch preisgegeben hatte, schrieb Gauß ihr in französischer Sprache: „Wenn [...] eine Person weiblichen Geschlechts, die infolge unserer Sitten und unserer Vorurteile auf unendlich viel mehr Hindernisse und Schwierigkeiten stoßen muß als die Männer, um sich mit ihrer heiklen Erforschung vertraut zu machen, dennoch versteht, diese Hürden zu überwinden und in die verborgensten Geheimnisse einzudringen, dann muß sie ohne Zweifel edelsten Mut, ganz außergewöhnliches Talent, überlegenen Geist besitzen.“

Q 8 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Wolfgang Bolyai. Braunschweig, 21. April 1798.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß, Briefe B: Bolyai, Nr. 3

Beilage:

2 Briefcouverts (Gauß an Bolyai, zw. 1800 und 1804)

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß, Briefe B, Bolyai, Beilage 3–4

Eine besonders herzliche Freundschaft verband Gauß mit dem ungarischen Mathematiker und Physiker Wolfgang Bolyai (1775–1856). In diesem Brief vom 21. April 1798 teilt Gauß seinem Göttinger Studienfreund seine bevorstehende Abreise aus Braunschweig nach Göttingen mit, wo er am 24. April einzutreffen beabsichtigt. Da er seine genaue Ankunftszeit nicht kenne, bittet er Bolyai, ihm zur Begrüßung entgegen zu kommen. Im Sinne einer Erläuterung fügt er eine Skizze des Göttinger Stadtbereichs ein, in der die Linie Geismar und Weender Tor, der er Bolyai zu folgen bittet, punktiert dargestellt ist.

Q 9 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Wolfgang Bolyai. Göttingen, 20. März 1808.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß, Briefe B: Bolyai, Nr. 18

Mit diesem Brief reagiert Gauß auf ein Schreiben Bolyais, mit dem dieser ihren drei Jahre lang unterbrochenen Kontakt wieder aufgenommen hatte. Er berichtet u.a. von seinem Ruf nach Göttingen, von seiner Heirat und von seinem Haus in der Kurzen Straße, in der auch Bolyai einst gewohnt hatte. Auch diesen Bericht versieht er mit einer kleinen Skizze, die die Lage seines Hauses verdeutlicht.

Q 10 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Wolfgang Bolyai. Göttingen, 6. März 1832.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß, Briefe B: Bolyai, Nr. 20

1831/32 schickte Bolyai Gauß ein mathematisches Werk seines Sohnes Johann zu, mit dem dieser neben Nikolaj Lobačevskij zum Begründer der nichteuklidischen Geometrie wurde. Anstelle des erwarteten Lobes der Schrift jedoch schreibt Gauß: „[...]“

sie loben hiesse mich selbst loben: denn der ganze Inhalt der Schrift, der Weg, den Dein Sohn eingeschlagen hat, und die Resultate zu denen er geführt ist, kommen fast durchgehends mit meinen eigenen, zum Theile schon seit 30–35 Jahren angestellten Meditationen überein“; diese seien jedoch unveröffentlicht geblieben. Der junge Bolyai reagierte enttäuscht und verbittert. Die Freundschaft seines Vaters mit Gauß jedoch blieb unbeeinträchtigt.

Carl Friedrich Gauß' Beschäftigung mit der russischen Sprache

Werner Lehfeldt

Aus Carl Friedrich Gauß' schriftlicher Hinterlassenschaft, d.h. aus den von ihm selbst und den nach seinem Tod von anderen zum Druck beförderten wissenschaftlichen Abhandlungen sowie aus seiner umfangreichen Korrespondenz mit zahlreichen Briefpartnern, lässt sich deutlich erkennen, dass der große Gelehrte überaus gründliche Kenntnisse der klassischen Sprachen besaß und sich in den Feinheiten der französischen und der englischen Sprache auskannte. Es ist auch bekannt, dass Gauß zu Beginn seines im Herbst 1795 aufgenommenen Studiums in Göttingen bei Christian Gottlob Heyne Vorlesungen über Klassische Philologie hörte und eine Zeit lang schwankend war, ob er sich für das Studium der alten Sprachen oder das der Mathematik entscheiden sollte. Obgleich bereits im Frühjahr 1796 die Entdeckung der Konstruierbarkeit des regelmäßigen Siebzehnecks mit Zirkel und Lineal den Ausschlag dafür gab, dass nunmehr die Entscheidung endgültig zugunsten der Mathematik getroffen wurde, hat Gauß sein Leben lang nicht aufgehört, sich mit sprachlichen und philologischen Problemen zu beschäftigen. Das wohl eindrucksvollste Zeugnis für dieses anhaltende Interesse findet man in dem umfangreichen, über Jahrzehnte hinweg geführten Briefwechsel zwischen Gauß und dem Altonaer Astronomen Heinrich Christian Schumacher, in dem man immer wieder auf Erörterungen von Feinheiten der lateinischen, der englischen und der französischen Sprachen stößt. Erörterungen, die belegen, in welchem hohem Maße es Gauß wichtig war, die von ihm gelesenen Texte in diesen Sprachen so genau wie möglich zu verstehen bzw. sich in ihnen selbst so exakt wie nur möglich auszudrücken.

Zu Beginn seines siebten Lebensjahrzehnts, zu dem Zeitpunkt, da durch die Amtsenthebung seines Kollegen und Freundes Wilhelm Weber Gauß' physikalische Schaffensperiode ihr Ende fand, erfuhren die sprachlichen Interessen des princeps mathematicorum eine Belebung. Dies äußerte sich in der Weise, dass sich Gauß dazu entschloss, die russische Sprache zu erlernen, die Sprache des Landes, mit dem er seit dem Beginn seiner wissenschaftlichen Laufbahn durch vielfältige personelle und institutionelle Beziehungen eng verbunden war¹. Über den Verlauf dieses Studiums, über die dabei erzielten Fortschritte sowie über einige der von Gauß gelesenen russischen Autoren finden sich insbesondere in dem mit Schumacher geführten Briefwechsel sowie in Gauß' Korrespondenz mit anderen Briefpartnern – darunter v.a. mit Paul Heinrich Fuß, dem Ständigen Sekretär der Petersburger Akademie, mit den Astrono-

1 Vgl. dazu im Einzelnen: Reich 2003.

men Christian Ludwig Gerling, Wilhelm Struve und Johann Franz Encke sowie mit dem Kasaner Physikprofessor Adolph Theodor Kupffer – zahlreiche Hinweise. Nicht wenige von ihnen sind in der Gauß-Literatur bereits publiziert und kommentiert worden². Wenn aus Anlass der Göttinger Gauß-Ausstellung des Jahres 2005 noch einmal die Geschichte von Gauß' Russischstudium nachgezeichnet werden soll, so geschieht das nicht zuletzt deshalb, weil der Autor bei der Beschäftigung mit den *Rossica* aus Gauß' privater Bibliothek auf etliche bisher unbeachtete Äußerungen des Gelehrten über seine Beschäftigung mit dem Russischen gestoßen ist und er ein bisher ebenfalls unbeachtet gebliebenes russischsprachiges Zeugnis von Gauß' Interesse an den Schriften des Mathematikers N. I. Lobačevskij gefunden hat.

Soweit bekannt, findet sich der erste Hinweis auf Gauß' Beschäftigung mit dem Russischen im Postskriptum eines an Schumacher gerichteten Briefes vom 17. August 1839: „Im Anfange des vorigen Frühjahrs hatte ich, Aneignung irgend einer neuen Fertigkeit als eine Art Verjüngung betrachtend, angefangen, mich mit der russischen Sprache zu beschäftigen (ich hatte früher es einmal mit dem Sanskrit versucht dem ich aber gar keinen Geschmack abgewinnen konnte), und fand schon viel Interesse daran“. Durch den Wunsch der Regierung in Hannover, Gauß möge die Regulierung von Maß und Gewicht beschleunigt abschließen, sei diese Beschäftigung jedoch unterbrochen worden, „so dass ich das Wenige, was ich gelernt, wol jetzt grossentheils wieder vergessen haben werde. Demungeachtet denke ich künftig einmahl wieder anzufangen“.³ Aus dieser Bemerkung wird deutlich, dass Gauß sich nicht primär deshalb dem Studium des Russischen zuwandte, um russischsprachige wissenschaftliche Arbeiten lesen zu können. Dennoch hat er die einmal erworbenen Russischkenntnisse auch zu diesem Zweck eingesetzt, wovon noch im Einzelnen die Rede sein wird.

Schumacher, den Gauß in dem erwähnten Brief um Hilfe bei der Beschaffung russischer Bücher gebeten hatte, reagierte umgehend und sandte seinem „theuersten Freund“ am 22. August 1839 einen „russischen astronomischen Kalender“, weil ihm schien, dass „einem Astronomen auch ein astronomischer Kalender gute Dienste leisten“⁴ müsse beim Erlernen fremder Sprachen. Auf seine in demselben Brief vorsichtig geäußerte Anregung, Gauß möge zum Zwecke der Zerstreung vielleicht „vortheilhafter das Schachspiel“⁵ wählen, erhielt Schumacher am 8. September 1839 aus Göttingen folgende bezeichnende Antwort: „Das Schachspiel ist mir keineswegs fremd, sondern in frühern Zeiten sehr familiär gewesen. Es ist aber meinen sonstigen Be-

2 Vgl. z.B. Gauß 1900, 232–239; Biermann 1964; 1990, 26f.; Küssner 1979, 84; Reich 1977, 44; 2003.

3 Briefwechsel Gauß-Schumacher Nr. 641, S. 242.

4 Briefwechsel Gauß-Schumacher Nr. 645, S. 248.

5 Ebenda.

schäftigungen zu sehr analog um als eine Erholung betrachtet werden zu können, dazu ist etwas von jenen Heterogenes nöthig“.⁶

In den Monaten, die auf diesen Brief folgten, muss Gauß recht intensiv dem Studium des Russischen obgelegen haben. Dies dürfen wir aus mehreren schriftlichen Bekundungen des Gelehrten schließen. Am 8. August 1840 bedankte er sich bei Schumacher für die Übersendung der Beschreibung der Kasaner Sternwarte und fügte diesem Dank folgende Bemerkung an: „Mit meinem Russischen bin ich so weit, dass ich mit einem Wörterbuche, ohne übermässig vieles Aufschlagen, dergleichen wohl verstehen kann. Kupffer's Rukowodstwo (Anleitung magnetische und meteorologische Beobachtungen zu machen) lese ich mit einer gewissen Fertigkeit, so dass ich für Eine Seite zuweilen kaum ein halb Dutzend mahl das Wörterbuch zu befragen habe“.⁷ Ganz ähnlich äußerte sich Gauß wenige Tage später in einem Brief an Adolph Theodor Kupffer selbst, den Verfasser der besagten „Anleitung“. Am 13. August 1840 schrieb er ihm: „Mit dem Russischen schreite ich wenn auch langsam, doch immer etwas fort, und nehme an dieser reichen und bildsamen Sprache recht viel Interesse. Ihr rukowodstvo lese ich mit einiger Fertigkeit, und mit vielem Vergnügen“⁸. Wir erkennen aus diesen Äußerungen, dass Gauß von Anfang an das Russische nicht nur zum Zwecke der Erholung betrieben hat, sondern auch, um wissenschaftliche Literatur lesen zu können. Dennoch stand der Wunsch nach etwas seinen sonstigen Beschäftigungen Heterogenem weiterhin im Vordergrund, wengleich hier größere Schwierigkeiten auf den Autodidakten warteten. Letzteres bezeugt der schon erwähnte Brief von Gauß an Schumacher vom 8. August 1840: „Mit Dichtern geht es schwerer. Ich besitze drei Bände von Puschkin's Werken, wo ich aber immer mehr unbekannte Wörter als bekannte finde, und also nur sehr langsam etwas lesen kann. Sein Boris Godunow spricht mich sehr an. Lieber wäre es mir aber prosaische Unterhaltungslectüre zu besitzen, z.B. Russische Originalromane oder auch Uebersetzungen, z.B. von Walter Scott.“⁹ Schumacher versäumte es nicht, Gauß' Bitte zu erfüllen, er möge „demnächst derartiges aus Petersburg mir einiges mitbringen wollen“¹⁰. Am 7. Oktober 1840, „nach einer langen (6 Tage) und stürmischen Seefahrt aus Petersburg zurückgekommen“¹¹, meldete er nach Göttingen: „Ihre Commission in Bezug auf gute Russische Romane hat Schubert besorgt. Er hat für Sie Bestúscheff's Werke gekauft, die zu den besten prosaischen Schriften gehören, und

6 Briefwechsel Gauß-Schumacher Nr. 650, S. 269.

7 Briefwechsel Gauß-Schumacher Nr. 706, S. 394.

8 SUB Göttingen, Gauß-Nachlass.

9 Briefwechsel Gauß-Schumacher Nr. 706, S. 394.

10 Ebenda.

11 Briefwechsel Gauß-Schumacher Nr. 711, S. 402.

das Russische Volksleben treu darstellen“.¹² Von sich aus fügte Schumacher der angekündigten Büchersendung „noch Gretsches grosse Russische Grammatik (französisch geschrieben) hinzu, die nach dem einstimmigen Urtheil in Petersburg das Beste seyn soll, was über Russische Grammatik existiert“.¹³

Tatsächlich spricht alles dafür, dass Gauß sämtliche sechs Bände der 1828 erschienenen Ausgabe der Werke des Puškin-Zeitgenossen Aleksandr Aleksandrovič Bestužev-Marlinskij (1797–1837) unter Zuhilfenahme von N. Grečs „Grammaire raisonnée de la langue russe“¹⁴ und von Ch. Ph. Reiffs russisch-französischem Wörterbuch¹⁵ – Gauß bezeichnet letzteres in einem Brief an A. T. Kupffer vom 18. Februar 1840 als „ein höchst vortreffliches Beförderungsmittel“¹⁶ – intensiv durchgelesen hat, denn alle diese Bände weisen vielfältige Gebrauchsspuren von Gauß' Hand auf, die uns einen Einblick in die Art von Gauß' Russischlektüre gewähren. Wir finden hier Anmerkungen grammatikalischer Art, nicht selten mit Verweisen auf die entsprechenden Paragraphen der Grammatik von N. Greč, Anmerkungen zur Bedeutung von Lexemen, ungezählte Druckfehlerberichtigungen und an zwei Stellen sogar sachliche Korrekturen – dies alles zusammen ein eindrückliches Zeugnis der Sorgfalt, mit der Gauß russische Schriften gelesen hat.

Vom Anfang der 1840er Jahre ist uns eine explizite Äußerung von Gauß über seinen Umgang mit russischsprachigen mathematischen Schriften überliefert. Der Anlass zu dieser Äußerung geht auf den russischen Major K. Janiš zurück, der Gauß am 30. Juni 1841 von Altona aus sein Werk „O načalach ravnověsija i dviženija“ („Über die Grundlagen von Gleichgewicht und Bewegung“) übersandte und Gauß um eine Beurteilung dieser Schrift bat. Offenbar deshalb, weil Gauß auf diese Bitte nicht reagiert hatte, schrieb Schumacher am 26. Dezember 1841 an seinen vertrauten Göttinger Korrespondenzpartner: „Der Major v. Jaenisch, der Ihnen, mein theuerster Freund, sein Buch über Mechanik (in russischer Sprache) gesandt, wünscht sehr Ihr Urtheil darüber zu wissen“.¹⁷ Gauß antwortete auf diese dringende Bitte bereits drei Tage später: „Es gibt zweierlei Arten, ein mathematisches Buch zu lesen, eine, wo man Zeile für Zeile &c. durchgeht, eine andere, wo man viel überspringt und nur das Wichtigste genau betrachtet. Zu dem ersten hätte meine Kenntnis der russischen Sprache wohl ausgereicht, aber ein Buch von 413 S. auf diese Art zu lesen, würde einen enormen Zeitaufwand kosten. Für die zweite Art zu lesen, wo man schnell einen summarischen Ueberblick muss fassen können, ist meine Sprachkenntnis noch

12 Briefwechsel Gauß-Schumacher Nr. 711, S. 403.

13 Ebenda.

14 Gretsches 1837.

15 Reiff 1835–36.

16 SUB Göttingen, Gauß-Nachlass.

17 Briefwechsel Gauß-Schumacher Nr. 757, S. 44.

viel zu unvollkommen ...“.¹⁸ Offenbar hat sich Gauß nicht die Mühe gemacht, das Buch von K. Janiš durchzuarbeiten, obwohl sich dieser am 12./24. Dezember 1845 noch einmal mit einem Brief an ihn gewandt und um eine Beurteilung seines Werks gebeten hat.¹⁹

Von größerem Interesse als das Buch von K. Janiš, der als Repetitor für Mechanik am Institut für die Verkehrswege tätig war, mussten für Gauß die Schriften von N. I. Lobačevskij sein, der unabhängig von ihm die nichteuklidische Geometrie entwickelt hatte. Höchstwahrscheinlich auf Lobačevskijs Schrift „Priměnenie Voobražaemoj Geometrii k někotorym integralam“ („Anwendung der imaginären Geometrie auf einige Integrale“), Kasan 1836, bezieht sich Gauß in einem an Johann Franz Encke gerichteten Brief vom 1. Februar 1841: „Ich fange an, das Russische mit einiger Fertigkeit zu lesen, und finde dabei viel Vergnügen. Hr. Knorre hat mir eine kleine in russischer Sprache geschriebene Abhandlung von Lobatschewsky (in Kasan) geschickt und dadurch so wie durch eine kleine Schrift über Parallellinien (wovon eine höchst alberne Anzeige in GERSDORFS Repertorium steht) bin ich recht begierig geworden, mehr von diesem scharfsinnigen Mathematiker zu lesen. Wie mir Knorre sagte, enthalten die (in russischer Sprache geschriebenen) Abhandlungen der Universität Kasan eine Menge Aufsätze von ihm“.²⁰ Offenbar hat sich Gauß in der Folge darum bemüht, Lobačevskijs Arbeiten zur nichteuklidischen Geometrie in die Hände zu bekommen. Am 4. Februar 1844 erwähnte er in einem an Chr. L. Gerling gerichteten Brief, Lobačevskij habe über die nichteuklidische Geometrie „in russischer Sprache viele sehr ausgedehnte Abhandlungen gegeben (meistens in den Zapiski Kazanskago Universiteta, Memoiren der Kasanschen Universität), zum Theil auch in besondern Brochuren, die ich, glaube ich, alle besitze, aber ihre genaue Lecture noch verschoben habe, bis ich mich einmal mit Musse wieder in dieses Fach werfen kann und das Lesen russischer Bücher mir noch geläufiger ist als jetzt“.²¹

Bei dem Hinweis auf die „Učenyja Zapiski“ („Gelehrte Denkschriften“) der Universität Kasan hat Gauß vermutlich an Lobačevskijs „Novyja načala geometrii s polnoju teoriej paralel’nych“ („Neue Anfangsgründe der Geometrie mit einer vollständigen Theorie der Parallelen“) gedacht, die 1836–1838 in dieser Zeitschrift erschienen sind. In seiner Bibliothek (SUB Göttingen) befinden sich gegenwärtig allerdings nur die sechs Bände des Jahrgangs 1839, die keine mathematischen Abhandlungen enthalten.

Lobačevskijs berühmtes Vorgängerwerk „O načalach Geometrii“ („Über die Anfangsgründe der Geometrie“) ist nicht in den „Gelehrten Denkschriften“ erschienen, sondern bereits 1829–1830 in „Kazanskij Věstnik“ („Kasaner Bote“). Diese Zeit-

18 Briefwechsel Gauß-Schumacher Nr. 758, S. 45.

19 SUB Göttingen, Gauß-Nachlass.

20 Gauß 1900, S. 232.

21 Gauß 1900, S. 235 f.; vgl. auch Biermann 1990, S. 136.

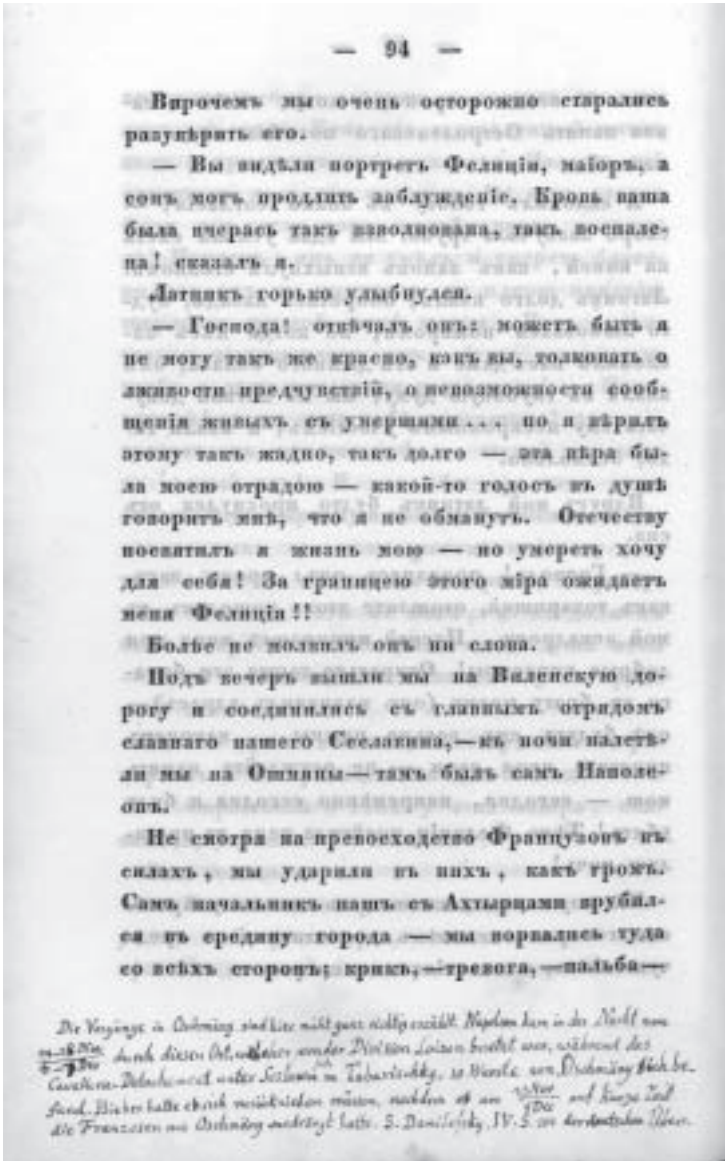


Abb. 54

Gauß' Bemerkung zu Aleksandr Bestužev-Marlinskijs „Latnik, Erzählung eines Partisanenoffiziers“ (R 5)

schrift hat Gauß Anfang 1844 offenbar noch nicht besessen; denn in einem Brief an Gerling vom 8. Februar 1844 heißt es, dass „in Deutschland schwerlich ein Exemplar des Kasanschen Boten von 1829–1830 zu finden sein möchte“²² – ein Hinweis darauf, dass Gauß daran interessiert gewesen ist, die Abhandlung „O načalach Geometrii“ zu studieren.

In der Tat finden sich in Gauß' privater Bibliothek, die in der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek zu Göttingen aufbewahrt wird, zwei Nummern des „Kasaner Boten“ von 1830 mit dem vorletzten und dem letzten Teil dieser Abhandlung. Vermutlich hat Lobačevskij von Gauß' Interesse an seiner Schrift erfahren und dem Göttinger Gelehrten diese beiden Zeitschriftennummern zukommen lassen. Allerdings fehlen die ersten Teile der Abhandlung, möglicherweise hat Lobačevskij fünfzehn Jahre nach ihrem Erscheinen von ihnen keine Druckexemplare mehr besessen. Die dadurch entstandene Lücke wird aber durch eine kürzlich in Gauß-Nachlass aufgefundene zwanzig Seiten umfassende russischsprachige Handschrift geschlossen, die die ersten Teile von Lobačevskijs „O načalach Geometrii“ enthält. Diese Teile sind im „Kasaner Boten“ in den Februar-, März-, April-, November- und Dezemberheften des Jahrgangs 1829 sowie den März-, April-, Juli- und Augustheften des Jahrganges 1830 veröffentlicht worden, wie es in der dem eigentlichen Text vorangehenden Einleitung heißt. Zusammen mit den gedruckten Teilen aus Gauß' Bibliothek ergeben sie den Gesamttext von Lobačevskijs Abhandlung. Ein Sternchen rechts von dem Titel verweist auf eine Fußnote am unteren Ende der ersten Seite: „Izvlačeno samim Sočinitelem iz razsuždenija pod nazvanjem: Exposition succinte des principes de la Géométrie etc., čitannago im v zasėdanii Otdělenija fiziko-matematičeskich nauk, v fevralě 1826 goda“ („Ausgezogen vom Verfasser selbst aus einer Abhandlung unter dem Titel: Exposition succinte des principes de la Géométrie etc., von ihm vorgelesen auf der Sitzung der Abteilung der physikalisch-mathematischen Wissenschaften im Februar 1826“). Es konnte noch nicht überprüft werden, ob die Handschrift tatsächlich von Lobačevskij selbst angefertigt worden ist. Wie diese Frage auch immer beantwortet werden mag – wichtig ist, dass Gauß Gelegenheit hatte, Lobačevskijs „Anfangsgründe“ zur Gänze im russischen Original zu studieren. Es ist bekannt, dass Gauß Lobačevskij, der die nichteuklidische Geometrie „auf eine meisterhafte Art in ächt geometrischem Geiste“²³ entwickelt habe, hoch geschätzt und 1842 für die Aufnahme des russischen Gelehrten in die Göttinger Akademie gesorgt hat.

In Gauß' Bibliothek finden sich noch weitere russischsprachige mathematische Werke – meistens Geschenke ihrer Verfasser –, von denen sich jedoch nicht eindeutig feststellen lässt, ob Gauß sie studiert hat. Lediglich über das „Lexikon der reinen und

22 Gauß 1900, S. 236 f.

23 Briefwechsel Gauß-Schumacher, Nr. 1118 (28. November 1846), S. 247; Biermann 1990, S. 51.

der angewandten Mathematik“ des Zahlen- und Wahrscheinlichkeitstheoretikers V. Ja. Bunjakovskij gibt es einen entsprechenden Hinweis. Am 13. August 1840 schrieb Gauß an A. Th. Kupffer: „Vor einigen Monaten erhielt ich über Berlin den ersten Theil von Hrn. Bunjakovski's mathematischem Wörterbuche; ich bitte bei Gelegenheit demselben für dies angenehme Geschenk meinen verbindlichsten Dank zu bezeugen; ich habe bereits mehrere Artikel desselben mit Vergnügen durchgelesen“.²⁴ Möglicherweise ist der letzte Satz lediglich eine Höflichkeitsfloskel, denn Gauß' Exemplar von Bunjakovskijs „Lexikon“ ist bis heute unaufgeschnitten geblieben.

Dass Gauß zumindest bis in das Jahr 1844 hinein bisweilen Zeit für das Studium des Russischen gefunden hat, belegt ein Brief von ihm an Paul Heinrich Fuß vom 9. August 1844: „Das Vergnügen welches mir die Beschäftigung mit der russischen Sprache und Literatur gewährt, ist nicht erkaltet, und wird mir wohl stets treu bleiben“.²⁵ In demselben Brief bat Gauß den Ständigen Sekretär der Petersburger Akademie, ihm „ein Paar belletristischer Sachen mitzuschicken“,²⁶ etwa Puškins „Kapitanskaja dočka“ („Die Hauptmannstochter“). Tatsächlich aber dürfte Gauß' „russische Sprachperiode“ bald nach diesem Brief ihr Ende gefunden haben. Dies geht aus einem Brief hervor, den Gauß am 11. Dezember 1846 an Wilhelm Struve, den Direktor der Dorpater Sternwarte, gerichtet hat: „Mit meiner russischen Sprachkenntniß werde ich wohl etwas zurückgekommen sein, da ich seit länger als einem Jahre nicht dazu habe kommen können, auch nur einen russischen Buchstaben anzusehen, ich hoffe jedoch in der ersten freien Zeit das Versäumte schnell nachzuholen“.²⁷ Ob sich Gauß' Hoffnung erfüllt hat, muss gegenwärtig offen bleiben. Soweit mir bekannt, sind aus den letzten Lebensjahren des Gelehrten keine Zeugnisse über eine Fortsetzung seiner Beschäftigung mit dem Russischen mehr überliefert.

Literatur

- Biermann, K.-R.: 1964, Einige Episoden aus den russischen Sprachstudien des Mathematikers C. F. Gauß, in: Forschungen und Fortschritte 38, 44–46.
- Biermann, K.-R. (Hrsg.) 1990, Carl Friedrich Gauss. Der „Fürst der Mathematiker“ in Briefen und Gesprächen, Leipzig, Jena, Berlin.
- Briefwechsel Gauß-Schumacher: Briefwechsel zwischen C. F. Gauss und H. C. Schumacher. Herausgegeben von C. A. F. Peters. Dritter Band, Altona 1861; Vierter Band, Altona 1862; Fünfter Band, Altona 1863.
- Gauß, C. F.: 1900, Werke, Achter Band, Leipzig.

24 SUB Göttingen, Gauß-Nachlass.

25 Ebenda.

26 Ebenda.

27 Ebenda.

- Gretsch, N.: 1837, *Grammaire raisonnée de la langue russe, précédé d'une introduction sur l'histoire de cet idiome, de son alphabet et de sa grammaire*, par N. Gretsch, ... Ouvrage traduit du russe et arrangé pour la langue française, avec l'accent tonique sur tous les mots cités, par Ch. Ph. Reiff, Chevalier de l'ordre de Ste-Anne, Auteur de la *Grammaire Russe à l'usage des étrangers* et du *Dictionnaire étymologique de la Langue Russe*. Saint-Pétersbourg.
- Küssner, M.: 1979, *Carl Friedrich Gauß und seine Welt der Bücher*, Frankfurt, Zürich.
- Reich, K.: 1977, *Carl Friedrich Gauß 1777/1977*, München.
- Reich, K.: 2003, 'Gauß und Russland, Russland und Gauß', in: *Russland und die „Göttingische Seele“*, hrsg. von Elmar Mittler und Silke Glitsch, Göttingen, S. 365–384
- Reiff, Ch. Ph.: 1835–36, *Russko-francuzskij slovar'*, v kotorom russkija slova raspoločeny po proischoždeniju ili Étimologičeskij leksikon russkago jazyka, udostoennyj Imperatorskoj Akademiej nauk polnoj premii Demidova. Sostavlenyj Filippom Rejfom, Sočinitelem Russkoj Grammatiki dlja inostrancev, i Perevodčikom Prostrannoj Russkoj Grammatiki N. I. Greča. Tom pervyj. Sanktpeterburg. 1835. Tom vtoroj. Sanktpeterburg. 1836.

Exponate R

R 1 A.[leksej Pavlovič] Bolotov:

Kurs vysšej i nizšej geodezii. [Kursus der höheren und der niederen Geodäsie]. 2 Bde, St. Petersburg 1845–1849. Hier Bd. 1, St. Petersburg 1845.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 295

Aleksej Pavlovič Bolotov (1803–1853) war seit 1832 Professor für Geodäsie an der Militärakademie in St. Petersburg. 1845 besuchte er Gauß in Göttingen und dürfte ihm bei dieser Gelegenheit dieses Lehrbuch der höheren und der niederen Geodäsie geschenkt haben. Die Widmung auf dem Titelblatt lautet in deutscher Übersetzung: „Dem berühmtesten Geometer des XIX. Jahrhunderts, Herrn Gauß, von dem ihn hochverehrenden Autor“.

R 2 Handschrift der 1829/30 in der Zeitschrift „Kazanskij Věstnik“ [„Kasaner Bote“] veröffentlichten Teile der Abhandlung „O načalach Geometrii“ [„Über die Anfangsgründe der Geometrie“] N. I. Lobačevskijs.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Ausz. 37–42, Bl. 1-20

Beilage: Kazanskij Věstnik („Kasaner Bote“), 28, 1830, 3,1 u. 3,2

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 103

In Gauß' Bibliothek finden sich zwei Bände der Zeitschrift „Kazanskij Věstnik“ [„Kasaner Bote“] aus dem Jahre 1830, in denen die zweite Fortsetzung und der Abschluss von N. I. Lobačevskijs berühmter Abhandlung „O načalach Geometrii“ [„Über die Anfangsgründe der Geometrie“] abgedruckt sind.

Die Bände, in denen 1829 der Anfang und die erste Fortsetzung veröffentlicht worden sind, fehlen. Diese Lücke wird durch die ausgestellte Handschrift geschlossen. Offenbar hat Lobačevskij die Handschrift anfertigen lassen, damit Gauß die gesamte Abhandlung studieren könne.

R 3 Nikolaj [Ivanovič] Lobačevskij:

Priměnenie Voobražaemoj Geometrii k někotorym integralam. [Anwendung der imaginären Geometrie auf einige Integrale]. Kasan 1836.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 913

Am 1. Februar 1841 schrieb Gauß an Johann Franz Encke über N. I. Lobačevskij, er sei „recht begierig geworden, mehr von diesem scharfsinnigen Mathematiker zu lesen“. Das ausgestellte Exemplar von Lobačevskijs Abhandlung „Priměnenie Voobražaemoj Geometrii k někotorym integralam“ [„Anwendung der imaginären Geometrie auf einige Integrale“] bestätigt Gauß' Interesse an Lobačevskijs nichteuklidischer Geometrie. Auf Seite 5 befindet sich eine Bleistifteintragung von Gauß' Hand.

R 4 Carl Friedrich Gauß:

Brief an Paul Heinrich Fuß. Göttingen, 8. Mai 1844.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe B: P. H. v. Fuß, Nr. 2

Auf Bitte von Gauß hatte Paul Heinrich Fuß (1797–1855), der Ständige Sekretär der Petersburger Akademie, im Jahre 1843 N. M. Karamzins berühmtes Geschichtswerk „Istorija Gosudarstva Rossijskago“ [„Geschichte des Russischen Staates“] nach Göttingen geschickt. Am 8. Mai 1844 bedankte sich Gauß bei Fuß für die Übersendung des „Schlüssels“ zu diesem Werk.

R 5 Aleksandr Aleksandrovič Bestužev[-Marlinskij]:

Russkie pověsti i razskazy. [Russische Novellen und Erzählungen]. 8 Bde, 3. Aufl., St. Petersburg 1838.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 530

In Gauß' Bibliothek findet sich eine vollständige Ausgabe der Erzählungen und Novellen des Puškin-Zeitgenossen Aleksandr Aleksandrovič Bestužev-Marlinskij (1797–1837). Sämtliche Bände dieser Ausgabe weisen vielfältige Randbemerkungen von Gauß' Hand auf – ein Beleg dafür, dass Gauß sie alle sorgfältig durchgelesen hat. Auf Seite 94 des 2. Bandes (4. Teils) befindet sich eine handschriftliche Bemerkung Gauß' zu der Erzählung „Latnik, razskaz Partizanskago oficera“ [„Latnik, Erzählung eines Partisanenoffiziers“].

R 6 Ivan Michajlovič Simonov:

Brief an Carl Friedrich Gauß. Hamburg, 13. Oktober 1842.

SUB Göttingen: Cod. Ms. Gauß Briefe A: Simonoff, Nr. 1

Ivan Michajlovič Simonov (1785–1855), Professor für Anatomie in Kasan, besuchte Gauß vom 28. bis zum 30. September 1842 in Göttingen. In seinen 1844 veröffentlichten Reiseerinnerungen beschreibt er diesen Besuch. Der erste Abschnitt des ausgestellten Briefes von Simonov an Gauß vom 13. Oktober 1842 ist auf russisch abgefasst.

R 7 Nicolaus Gretch:

Grammaire raisonnée de la langue Russe, précédée d'une introduction sur l'histoire de cet idiome, de son alphabet et de sa grammaire. 2 Bde, St. Petersburg 1837.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 47

Gauß hat diese Grammatik, „die nach dem einstimmigen Urtheil in Petersburg das Beste seyn soll, was über Russische Grammatik existiert“ (H. Chr. Schumacher an Gauß), 1840 von Schumacher als Geschenk erhalten. Davon, dass Gauß dieses Werk wirklich benutzt hat, zeugen v.a. die Auszüge, die sich in der Ausgabe der Werke A. A. Bestužev-Marlinskij (vgl. Nr. 5) finden.

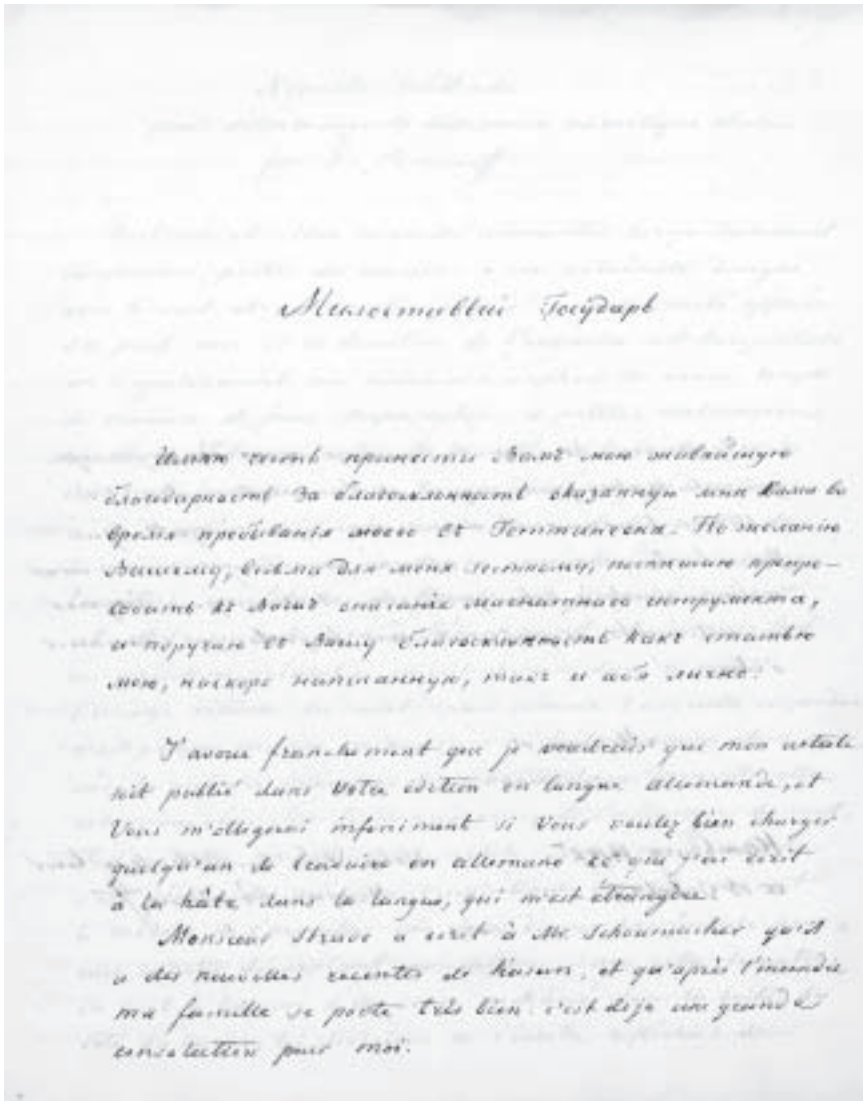


Abb. 55
Erste Seite des Briefes Ivan Simonovs an Gauß (R 6)

R 8 Karl Philipp Reiff:

Russko-francuzskij Slovar' = Dictionnaire russe-français, dans lequel les mots sont classés par familles, ou dictionnaire étymologique de la langue russe. 2 Bde, St. Petersburg 1835–36.

SUB Göttingen: Gauß-Bibliothek 608

Bei diesem Exemplar handelt es sich um ein Geschenk des Kasaner Physikprofessors Adolph Theodor Kupffer an Gauß. In seinem Dankschreiben vom 18. Februar 1840 bezeichnet Gauß das Reiff'sche Wörterbuch als „ein höchst vortreffliches Beförderungsmittel“.

Gauß-Zitate

Claudia Leuner-Haverich

„Nichts ist getan, wenn noch etwas zu tun übrig ist.“

Gauß: Werke, Bd. 5 (nach Vorbs 1955, S. 43).

„Der Mangel an mathematischer Bildung gibt sich durch nichts so auffallend zu erkennen wie durch maßlose Schärfe im Zahlenrechnen.“

„Die meisten Menschen haben wenig Sinn für solche geistigen Genüsse, die nur durch Anstrengungen errungen werden können, und die doch gerade dadurch einen ebenso sehr erhöhten als veredelten Reiz erhalten.“

„Ich habe die Bibliothek gesehen, und ich verspreche mir davon einen nicht geringen Beitrag zu meiner glücklichen Existenz in Göttingen.“

Brief Gauß' an Zimmermann nach Braunschweig (nach Küssner 1979, S. 48).

Gauß bei einer Rede anlässlich der Feier zu seiner 50-jährigen Promotion: „Banale Phrasen haben in Göttingen niemals gegolten ...“

W. Sartorius v. Waltershausen: Gauss zum Gedächtnis, 1856, Neudruck 1965, S. 69.

„Es gibt für die Seele eine Befriedigung höherer Art, dazu habe ich das Materielle eigentlich gar nicht nötig.“

Zitat Gauß' nach W. Sartorius v. Waltershausen 1856, Neudruck 1965, S. 101/102.

„Ob ich die Mathematik auf ein Paar Dreckklumpen anwende, die wir Planeten nennen, oder auf rein arithmetische Probleme, es bleibt sich gleich, die letztern haben nur noch einen höhern Reiz für mich.“

Zitat Gauß' nach W. Sartorius v. Waltershausen 1856, Neudruck 1965, S. 101/102.

„Es gibt in dieser Welt einen Genuss des Verstandes, der in der Wissenschaft sich befriedigt und einen Genuss des Herzens der hauptsächlich darin besteht, dass die Menschen einander die Mühsale, die Beschwerden des Lebens sich gegenseitig erleichtern.“

Gauß im Alter, nach W. Sartorius v. Waltershausen 1856, Neudruck 1965, S. 103.

„Die Geschichte mit dem Apfel ist zu einfältig“, sagte er, „ob der Apfel fiel oder es bleiben liess wie kann man glauben, dass dadurch eine solche Entdeckung verzögert oder beschleunigt wäre, aber die Begebenheit ist gewiss folgende. Es kam ein Mal zu dem Newton irgend ein dummer, zudringlicher Mensch, der ihn befragte, wie er zu seinen grossen Entdeckungen gekommen sei. Da aber Newton sich überzeugte, was für ein Geisteskind er vor sich habe, und er den Menschen los sein wollte, habe er geantwortet, es sei ihm ein Apfel auf die Nase gefallen, was auch jenem, der befriedigt von dannen ging, vollkommen einleuchtete.“

Zitat Gauß' nach W. Sartorius v. Waltershausen 1856, Neudruck 1965, S. 84/85.

„Wahrlich, es ist nicht das Wissen, sondern das Lernen, nicht das Besitzen, sondern das Erwerben, nicht das Dasein, sondern das Hinkommen, was den größten Genuß gewährt.“

Gauß in einem Brief an seinen Freund F. Bolyai, Göttingen 2. 9. 1808.

„Ich bin Conjecturen abgerechnet, die ausser der Berechnung liegen für's Leben an Göttingen gekettet, zwar ohne förmliche Versprechungen, aber durch das Band aufrichtiger Dankbarkeit für sehr liberales Benehmen unserer Regierung. Ohne mehrere sehr zufällige Umstände hätte meine Angelegenheit leicht einen andern Ausgang nehmen können.“

Gauss in einem Brief an Pfaff, etwa 1825.

„Man darf nicht das, was uns unwahrscheinlich und unnatürlich erscheint, mit dem verwechseln, was absolut unmöglich ist.“

„Ich habe die Unart, ein lebhaftes Interesse bei mathematischen Gegenständen nur da zu nehmen, wo ich sinnreiche Ideenverbindungen und durch Eleganz oder Allgemeinheit sich empfehlende Resultate ahnen darf.“

„Wissen vor Meinen, Sein vor Scheinen.“

„Es ist nicht das Wissen, sondern das Lernen, nicht das Besitzen, sondern das Erwerben, nicht das Dasein, sondern das Hinkommen, was den größten Genuß gewährt.“

Schreiben Gauss an F. Bolyai, Göttingen, 2. 9. 1808.

„Gott rechnet“,

pfl egte Gauß nach einem Bericht seines Arztes zu sagen. Er gab damit dem Gedanken Ausdruck, dass die Zahl es sei, die die geheimnisvolle Ordnung des Kosmos durchwalte (Worbs 1955, S. 17).

„Die Wissenschaft soll die Freundin der Praxis sein, aber nicht ihre Sklavin.“

Gauß im Gespräch – nach M. A. Stern (Worbs 1955, S. 117).

„Unabhängigkeit, das ist das große Lösungswort für alle Geistesarbeit in die Tiefe.“

Nach Worbs 1955, S. 141.

„Welche Vorzüge auch große Orte in Rücksicht auf andere Genüsse haben mögen, so können Sie doch nirgends eine größere Wärme für diejenigen Bestrebungen antreffen, die darauf gerichtet sind, der Natur ihre Geheimnisse abzulauschen“ (Anmerkung: als in Göttingen).

In einem Brief Gauß an P. Schilling von Cannstadt, Göttingen, 11. 9.1835.

„Wäre ich ein Rothschild, so würde ich einen Fonds von einer Million stiften, dessen Zinsen jährlich unter die 400 ältesten Bewohner eines großen Staats verteilt würden mit der Bedingung, dass ihr Alter und fortdauerndes Leben auf das vollkommenste nachgewiesen sei. So würde man schon zuverlässige Resultate erhalten.“

Gauß in einem Brief an Alexander von Humboldt, Göttingen, 14./15. 4.1846.

„Sie ahnen nicht, wieviel Poesie in der Berechnung einer Logarithmentafel enthalten ist“,

zitiert Moritz von Castor, ein Student, Gauß (nach Küssner, Göttingen 1979, S. 83).

Göttinger Bibliotheksschriften

(lieferbare Titel, Stand: 1. 1. 2005)

1. Edith Stein. Studentin in Göttingen 1913-1916. Ausstellung zum 100. Geburtstag 7.10.-28.10.1991. 1991. 118 S. 4,- €
2. Der Brocken und sein Alpengarten. Erinnerungen – Dokumentationen. Ausstellung vom 17.3.-5.6.1993. 1993. 81 S. 4,- €
3. Übersicht über die Systematik des Bandrealkataloges der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen. Bearb.: G.-J. Bötte u. D. Sickmüller. 1993. XIII, 75, 126 S. 5,- €
4. Neues Heimatland Brasilien. Texte und Bilder zur kulturellen Entwicklung der deutsch-brasilianischen Bevölkerung in Südbrasilien. Begleitband zur Ausstellung vom 10.1.-19.2.1994 / Sandra Messele-Wieser, Lothar Wieser. 1994. IV, 84 S. 4,- €
5. Möglichkeiten der Beschaffung und Bereitstellung digitaler Karten im Sondersammelgebiet. DFG-Projektstudie. Bearb. von Christiane Beckert. 2002. 142 S. 10,- €
6. Kröger, Detlef: European and international Copyright protection. Microcopies and databases. 1995. 283 S. 19,- €
7. Bestandserhalt durch Konversion: Microverfilmung und alternative Technologien. Beiträge zu drei Fachtagungen des EU-Projekts MICROLIB. 1995. 208 S. 16,- €
10. Sibirien Finnland Ungarn : Finnisch-ugrische Sprachen und Völker in der Tradition eines Göttinger Sondersammelgebiets. Ausstellung in der Paulinerkirche vom 28.2.-9.4.1998. 344 S. 6,- €
13. „Goethe ist schon mehrere Tage hier, warum weiß Gott und Goethe“: Vorträge zur Ausstellung „Der gute Kopf leuchtet überall hervor“ – Goethe, Göttingen und die Wissenschaft. 2000. VI, 295 S. 14,- €
14. Towards consensus on the electronic use of publications in libraries: strategy issues and recommendations / Thomas Dreier. 2001. 120 S. 7,- €
16. Zehn Jahre Pica in Niedersachsen und Deutschland. Skizzen eines Erfolges. 2001. 181 S. 5,- €
17. „Wohne immer in meinem Herzen und in den Herzen meiner Freunde allesbelebende Liebe!“ Friedrich Leopold Graf zu Stolberg (1750-1819). Aus der literarisch-historischen Sammlung des Grafen Franz zu Stolberg-Stolberg, 1210-1750-2001 / Bearb. von Paul Kahl. 2001. 143 S. 10,- €
18. Johann Heinrich Voß. 1751-1826. Idylle, Polemik, Wohllaut. 2001. 298 S. 15,- €
19. Weltbild – Kartenbild. Geographie und Kartographie in der frühen Neuzeit / Bearb. von Mechthild Schuler. 2. Aufl. 2002. 94 S. 10,- €
20. LIBER – Ligue des Bibliothèques Européennes de Recherche. Architecture Group Seminar. Leipzig, March 19 - March 23, 2002. The Effective Library. Vision, Planning Process and Evaluation in the Digital Age. **Documentation of new library buildings in Europe.** 2002. 319 p. 35,- €
21. Das Göttinger Nobelpreiswunder – 100 Jahre Nobelpreis. 2. Aufl. 2002. 377 S. 22,- €
22. 300 Jahre St. Petersburg – Russland und die „Göttingische Seele“. 2. Aufl. 2004. 502 S. 14,- €

- | | |
|---|--------|
| 23. Das Göttinger Nobelpreiswunder – 100 Jahre Nobelpreis. Vortragsband. 2004. 194 S. | 11,– € |
| 24. Daniela Grebler, Kornelia Priesel-Agidigbi, Dirk Steinert: In Sachen AACR2. Eine Bibliographie zur Second edition der Anglo-American cataloguing rules mit originalsprachigen und übersetzten Ausgaben sowie englisch- und deutschsprachiger Sekundärliteratur 1978-2002. 2004. V, 160 S. | 10,– € |
| 25. LIBER – Ligue des Bibliothèques Européennes de Recherche. Architecture Group Seminar. Bozen/Bolzano, March 17-March 19, 2004. The Renaissance of the Library – adaptable library buildings. Documentation of new library buildings in Europe. 2004. 367 p. | 36,– € |
| 26. Edward S. Curtis: The North American Indian. Die Indianer Nordamerikas. Ausstellung in der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen, 29.2.-18.4.2004 / Mit einer Einf. von Hans Christian Adam. 2004. 72 S. | 9,– € |
| 27. Dieter Cherubim, Ariane Walsdorf: Sprachkritik als Aufklärung – Die Deutsche Gesellschaft in Göttingen im 18. Jahrhundert. 2004. 201 S. | 16,– € |
| 28. Anne Ørbæk Jensen, Claus Røllum-Larsen, Inger Sørensen: Wahlverwandtschaften – Zwei Jahrhunderte musikalischer Wechselwirkungen zwischen Dänemark und Deutschland. 2004. 115 S. | 15,– € |
| 29. Nützliches Vergnügen. Kinder- und Jugendbücher der Aufklärungszeit aus dem Bestand der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen und der Vordemann-Sammlung. 2004. 259 S. | 22,– € |
| 32. Kerstin Thielert: „[...] des Tragens eines deutschen akademischen Grades unwürdig.“ Die Entziehung von Dokortiteln an der Georg-August-Universität Göttingen im „Dritten Reich“. 2004. 83 S. | 8,– € |

CD-ROM der SUB Göttingen

(lieferbare Titel, Stand: 1. 1. 2005)

- | | |
|---|--------|
| Die ganze Welt ist aus Papier. Graphiken und Objekte zu allen Gelegenheiten 1800-1930. | 18,– € |
| „Der gute Kopf leuchtet überall hervor“ – Goethe, Göttingen und die Wissenschaft. | 15,– € |
| Gutenberg digital. Göttinger Gutenberg-Bibel, Musterbuch und Helmaspergersches Notariatsinstrument. | 54,– € |
| Weltbild – Kartenbild. Geographie und Kartographie in der frühen Neuzeit. | 20,– € |
| Das Göttinger Nobelpreiswunder – 100 Jahre Nobelpreis. | 18,– € |
| 300 Jahre St. Petersburg – Russland und die „Göttingische Seele“. | 14,– € |
| The North American Indian – Fotografien von Edward S. Curtis. | 6,– € |
| Nützliches Vergnügen. Kinder- und Jugendbücher der Aufklärungszeit aus dem Bestand der Niedersächsischen Staats- und Universitätsbibliothek Göttingen und der Vordemann-Sammlung. | 12,– € |