

Carl Friedrich Gauß – »Genie, Gigant, Titan«

Hommage an den niedersächsischen Wissenschaftler in seinem 150. Todesjahr

Dieter Kertscher

Zusammenfassung

Carl Friedrich Gauß (1777–1855) ist einer der größten Wissenschaftler aller Zeiten, er wird auf eine Stufe gestellt mit Archimedes, Galilei und Newton. Seine Erkenntnisse auf den Gebieten der Mathematik, der Astronomie, der Physik und der Geodäsie sind auch eineinhalb Jahrhunderte nach ihrer Entstehung aktueller denn je. Aus Anlass seines 150. Todestages wird weltweit seiner gigantischen Leistungen gedacht, insbesondere in seiner Geburtsstadt Braunschweig und in Göttingen, wo er 48 Jahre als Ordinarius und Direktor der Universitäts-Sternwarte gewirkt hat.

Summary

Carl Friedrich Gauß (1777–1855) is one of the most important scientists in history and is put on a level with Archimedes, Galilei and Newton. His findings and conclusions in different areas of mathematics, astronomy, physics and geodesy are even one and a half centuries after their discovery more up-to-date than ever. In memory of the 150th day of his death people worldwide remember his enormous achievements, in particular in the cities of Braunschweig, his native town, and Göttingen, where he has worked as professor and director of the university observatory for 48 years.

1 Einleitung

Carl Friedrich Gauß, das am 30. April 1777 in Braunschweig geborene und dort aufgewachsene Wissenschaftsgenie (s. Anhang 1: Vita von C.F. Gauß) wurde Zeuge und Mitgestalter einer Epoche politischer Umbrüche, aber auch einer Zeit, in der die Wissenschaften große Faszination auf die Gesellschaft ausübten. Universitäten und Sternwarten wurden errichtet, internationaler wissenschaftlicher Austausch begann eine große Rolle zu spielen. Astronomie wurde zum Gesellschaftsthema. Die geodätischen Arbeiten rückten in den Blickpunkt des allgemeinen und speziell des wissenschaftlichen Interesses. Die Größe und Gestalt des Erdkörpers zu bestimmen war das Gebot der Zeit.

Die Geodäsie war zur selbstständigen Wissenschaft erwachsen – dank in erster Linie der französischen Wissenschaftler, die bis ins 18. Jahrhundert auf diesem Gebiet vorangegangen waren. Doch setzte sich im anbrechenden 19. Jahrhundert der hochintelligente junge Mann aus dem Herzogtum Braunschweig diese »Krone der Geodäsie« auf – Carl Friedrich Gauß, wie er sich seit 1794 nannte. Seinen Vornamen Johann verwendete er fortan nicht mehr. Und noch eine Freiheit nahm er sich, was die Schreibweise seines Nachnamens betrifft. Er schrieb sei-

nen Familiennamen teils mit »ß«, ein anderes Mal mit »ss«, also Gauß und/oder Gauss hat die Nachwelt zu akzeptieren.

Einig ist sich dagegen die Nachwelt über das, was dieser außergewöhnliche Wissenschaftler bis zum Ende seines Lebens vollbracht hatte. »Genial, gigantisch, titanisch« – man zog bereits zu Lebzeiten verbale Höchstnoten. Zahllose postume Ehrungen sind in den 150 Jahren nach seinem Tode vorgenommen worden. Zu Recht, wenn seine wissenschaftliche Lebensleistung insgesamt betrachtet wird. Maßeinheiten, Formeln, Verfahren – in der Wissenschaft wird vieles mit dem Namen des Urhebers versehen.

Es gibt keinen zweiten wissenschaftlichen Namensgeber, der so häufig wie Carl Friedrich Gauß gefunden wird. Die Beispiele reichen von der »Gaußschen Normalverteilung« über das »Gaußsche Fehlerfortpflanzungsgesetz«, die »Gaußsche Krümmung«, die »Gauß-Krüger-Koordinaten«, das »Gauß-Markow-Theorem«, »ein Gauß« als physikalische Einheit (die Stärke des magnetischen Feldes wird so gemessen), das »Gaußsche Eliminationsverfahren«, den »Gaußschen Raum« und den »Gaußschen Algorithmus«. Forschungsschiffe tragen seinen Namen, Straßenzüge (s. Abb. 2) und Schulen in zahllosen Städten



Abb. 1: Carl Friedrich Gauß



Abb. 2: Straßenschild für eine von vielen Gaußstraßen in Deutschland

ebenfalls. Medaillen (s. Abb. 3a/3b), Gedenktafeln, Briefmarken, Banknoten (s. Abb. 4a/4b) – weltweit kennt man das Gesicht mit dem markanten Backenbart. Anhang 3 gibt einen Blick auf eine Auswahl der vielfältigen Namensgebungen und Ehrungen frei.

Gauß gehört zu den weltweit wichtigsten Wissenschaftlern, die wie Archimedes, Galilei und Newton parallel in einem ganzen Bündel von Wissenschaftsdisziplinen Bahnbrechendes geleistet haben. Anlass genug, auch an dieser Stelle im Jubiläumsjahr Rückblick zu halten und



Abb. 3a/3b: Gedenkmedaille zum 150. Todesjahr

einige der Gauß'schen Leistungen würdigend herauszustellen.

Sein Studium absolvierte er von 1792–1795 am Collegium Carolinum in Braunschweig, wechselte dann allerdings nicht in die landeseigene braunschweigische Universität in Helmstedt, sondern ging nach Göttingen. Sein großer Förderer, der braunschweigische Herzog Carl Wilhelm Ferdinand, dessen Begabtenstipendiat Gauß ab 1791 war, respektierte, dass die wissenschaftlichen Rahmenbedingungen für Gauß' Fortkommen in Göttingen besser waren. Später dann, 1806, als sein Sponsor aus dem herzoglichen Residenzschloss in Braunschweig in der Schlacht bei Jena und Auerstedt gegen die Franzosen schwer verwundet und wenig später verstorben war, beschloss der 29-Jährige erneut und für immer nach Göttingen zu wechseln.

Zwischendurch hatte der Wissenschaftler als staatlich besoldeter Privatgelehrter in Braunschweig gewirkt. 1806 nahm er den Ruf als Professor der Astronomie (und nicht den der Mathematik, wie vielfach geglaubt wird und wie es auf dem Gauß-Straßenschild in Göttingen bis ins Jahr 2005 noch falsch zu lesen war) und als Sternwarten-

Direktor an. Insgesamt 48 Göttinger Jahre sollten daraus werden. Verlassen hat Gauß seine Sternwarte nur ungern und äußerst selten. Am 23. Februar 1855 ist er dort vor dem Geismar-Tor an seiner Wirkungsstätte verstorben. Diese Sternwarte war für einige Jahrzehnte ein Mittelpunkt des wissenschaftlichen Lebens in Europa, vielleicht sogar der Zentralpunkt. Anhang 1 gibt einen Blick auf den Lebensweg von C.F. Gauß, Anhang 2 auf C.F. Gauß und seine Familie.

In einem ganzen Bündel von Wissenschaftsdisziplinen hat Gauß Bahnbrechendes geleistet: In der Mathematik, Astronomie, Physik, Geophysik und auf dem Gebiet der Geodäsie, der Erd- und der Landesvermessung also. Das Gebäude der mathematischen Statistik ist das Werk von Carl Friedrich Gauß. Und auch als Begründer der Versicherungsmathematik ist er in die Geschichte eingegangen.

In seinem Geburtsort Braunschweig sieht die Bevölkerung »ihren Gauß« laut einer 2005 durchgeführten Umfrage nach dem berühmtesten Bürger nur minimal hinter Herzog Heinrich dem Löwen. In Göttingen und in Braunschweig sind im Jahr 2005 jeweils komplette Jahresprogramme unter dem Titel »Genial – Gauß – Göttingen« und »Gauß 2005 in Braunschweig« ausgerufen worden. In diesem Umfang ist das noch keinem Wissenschaftler in Braunschweig und Göttingen zuteil geworden, auch keinem der über 40 Nobelpreisträger, die längere oder kürzere Zeit in der Universitätsstadt an der Leine gewirkt haben. An dieser Stelle sei noch einmal auf Anhang 3 verwiesen.

2 Geodätische Arbeiten

Im Folgenden soll der Fokus auf einige Leistungen des Carl Friedrich Gauß im geodätischen Bereich gerichtet werden.

2.1 Frühe Gauß'sche geodätische Arbeiten in Braunschweig

Die ersten geodätischen Arbeiten des jungen C.F. Gauß lassen sich (nach der Rückkehr mit abgeschlossenem Studium in Göttingen und seiner Promotion an der Landesuniversität in Helmstedt) in der Stadt und im Herzogtum Braunschweig nachweisen. Getragen von der stets empfundenen Dankbarkeit seinem ihn fördernden Herzog gegenüber und seiner Leidenschaft für geodätische Aufgabenstellungen aller Art, hat Gauß ein über das Stadtgebiet hinaus reichendes und mehr als 100 Punkte umfassendes Triangulationsnetz entworfen und gemessen. Ein Ausschnitt aus diesem Feld trigonometrischer Punkte rund um die Stadt Braunschweig zeigt Abb. 5.

Die Abbildung zeigt einen Teil der von Gauß bestimmten Dreieckspunkte (diese Abbildung verdanken wir dem Institut für Vermessungskunde der Technischen Universität Braunschweig und dem Vermessungsamt der Stadt Braunschweig, die die Gaußschen Punkte in einem Son-



Vorderseite



Rückseite

Abb. 4a/4b: Der 10-DM-Schein mit Gauß (Vorderseite) und mit Gauß'schem Heliotrop und Teil seines Dreiecksnetzes (Rückseite)



Abb. 5: Erste trigonometrische Vermessungen hat Gauß auf diesen Punkten im Stadtgebiet Braunschweigs ausgeführt.

derdruck zum 200. Geburtstag von C.F. Gauß aufgetragen hat). Die von 1802 bis 1807 mit einem von seinem Freund Zach geliehenen Sextanten durchgeführten Arbeiten sollten die Grundlage für eine exakte Landeskarte liefern und darüber hinaus auch ein kleines Mosaiksteinchen liefern auf dem allgegenwärtigen Weg zum großen Ziel jener Zeit: Zur Bestimmung der Figur und Größe des Erdkörpers.

Bereits 1803 hatte Gauß seinem Freund Olbers mitgeteilt, er wolle selbst an Erdmessungen teilnehmen. Er habe den Plan, einst das ganze Land mit einem Dreiecksnetz zu überziehen. Die jetzigen Messungen (in Braunschweig) betrachte er lediglich als »Vorübung«. Die Genauigkeit seiner trigonometrischen Arbeiten faszinierte jedenfalls den angehenden Geodäten damals schon. Nicht gar zu verwunderlich, wenn die Nachwelt erfährt, dass Gauß bei seinen Berechnungen der Koordinaten zur Ausgleichung der unvermeidbaren Beobachtungsfehler die von ihm bereits 1794 entwickelte »Methode der kleinsten Quadrate« angewandt hat. Es ist die Methode, die für die Geodäsie und natürlich für alle messenden Wissenschaften zu größter Bedeutung emporwuchs und die ihre Fortsetzung und ihren krönenden Abschluss in der Mathematischen Statistik erfuhr.

Gauß lebte als staatlich besoldeter Privatgelehrter in Braunschweig. 1800 entwickelte er mit der Gaußschen Osterformel eine Lösung für die nach der Kalenderumstellung noch offene Frage. Nach dem Gregorianischen Kalender fielen im Oktober 1582 zehn Tage aus. Um das Osterdatum für jedes beliebige Jahr rechnerisch ermitteln zu können und nicht auf das Nachschlagen in langen Tabellen angewiesen zu sein, entwickelte Gauß eine geschlossene Formel. Diese wird, mit Modifikationen, noch heute verwendet.

Er beriet (brieflich) bei der Triangulation in Westfalen und begründete seinen Weltruhm als Mathematiker und Astronom durch die Wiederentdeckung des Kleinplaneten Ceres im Jahre 1801.

Es wird vermutet, dass der junge Gauß während seiner Winkelmessarbeiten in der Nähe des später dort errichteten (alten) Bahnhofs seine spätere Ehefrau kennen gelernt hat. »Johanna« (Osthoff) hat er gleich mehrmals aufs Feldbuch zwischen seine Winkelsätze geschrieben (s. Anhang 2: »Gauß und seine Familie«).

Von Gauß stammt bezeichnenderweise der Satz: »Die Theorie soll die Freundin der Praxis sein, nicht deren Sklavin«. So bewegte sich der Mann auch zeitlebens durch sämtliche ihn interessierende Wissenschaftszweige. Was ihm zu Lebzeiten bisweilen den Vorwurf eingebracht hat, er verschwende beispielsweise mit seinen praktischen Vermessungsarbeiten bei seiner Gradmessung auf den trigonometrischen Punkten zwischen Göttingen und Hamburg nur wertvolle Zeit, die er für die Wissenschaftstheorie nutzbringender würde einsetzen können. Inzwischen ist sich die Fachwelt einig: In der Symbiose von Theorie und Praxis konnte das Gauß'sche Lebenswerk zu einem Maximum an Erkenntnissen werden.

2.2 Die Gradmessung im Königreich Hannover

Herausgestellt werden soll die Gradmessung, die Gauß in den Jahren 1821 bis 1825 selbst gemessen und ausgewertet hat, und die nahezu jedermann als Erstes nennt, wenn er nach den Arbeiten von Gauß befragt wird.

Die Sternwarte in Göttingen war 1816 endlich fertig gestellt worden und diente ihm fortan als Wohn- und Arbeitsstätte. Er verließ sein Provisorium im Sternwartenturm in der Turmstraße in der Innenstadt und seine Wohnung in der Kurzen Straße 15, in der später eine Reihe von Göttinger Katasteramtsleitern im einstigen Gauß'schen Arbeitszimmer residieren durften. Heute befindet sich im Gebäude Kurze Straße 15 ein Studentenwohnheim.

Gauß war bestens präpariert für dieses Messvorhaben der hannoverschen Gradmessung (s. Abb. 6). Carl Ludwig Le Coq (preußischer Oberst und Generalquartiermeister der Neutralitätsarmee), Heinrich Christian Schumacher und der französische Eskadronchef Epailly sind in diesem Zusammenhang als Wegbereiter beziehungsweise Partner bei diesem Vorhaben zu nennen. Mit dem preußischen Oberst Le Coq kommunizierte Gauß per Briefwechsel über astronomisch-geodätische Fragen, die Thema bei dessen westfälischer Messkampagne waren. Der französische Ingenieurgeograph Epailly triangulierte durchs besetzte Gebiet des einstigen Königreiches Hannover und des Herzogtums Braunschweig-Lüneburg. 1805 hatte Gauß Gelegenheit, bei diesem Messvorhaben aktiv mit eingebunden zu sein.

Heinrich Christian Schumacher (später Professor der Astronomie in Kopenhagen) profitierte anfangs von Gauß, als dieser in Göttingen eine gründliche Ausbildung in geodätischen und astronomischen Messverfahren erhielt. Rund 1300 Briefe belegen, wie intensiv die wissenschaftliche Zusammenarbeit zwischen diesen beiden

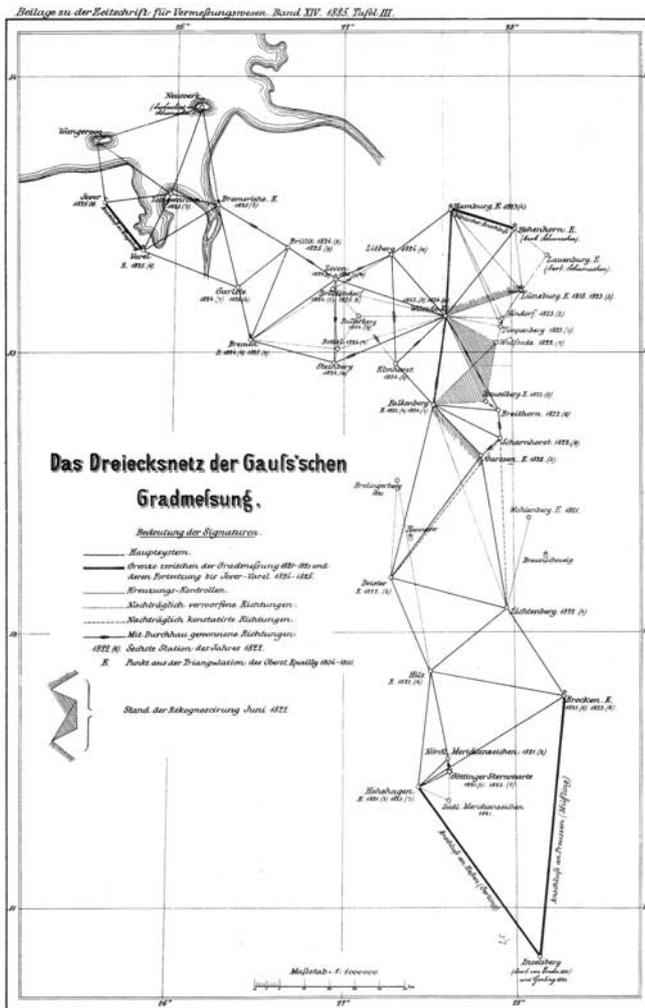


Abb. 6: Das Dreiecksnetz der Gauß'schen Gradmessung

praktizierenden Wissenschaftlern war. So überrascht es nicht sonderlich, dass Gauß am 9. Mai 1820 vom hannoverschen König Georg IV. den »Folge-Auftrag« erhielt, den Meridianbogen (den Schumacher von Skagen bis Lauenburg vermessen hatte) von Hamburg nach Göttingen zu verlängern.

Die besondere Herausforderung für Gauß: Die Lüneburger Heide war zu überbrücken, in deren weiter Fläche es an einer ausreichenden Zahl von geeigneten topografischen Erhebungen mangelte. Epaillys trigonometrisches Netz jedenfalls umging diese Zone im mächtigen westlichen Bogen. Gauß hatte also große Entfernungen zu überbrücken, wenn er die Lüneburger Heide überhaupt mit einem geschlossenen Netz überziehen wollte. Dazu bedurfte es, diese weit entfernten Eckpunkte des trigonometrischen Netzes sichtbar zu machen. Den entscheidenden Anstoß zur Überwindung dieser Herausforderung hat der Trigonometrie auf dem Wilseder Berg erfahren. In den Gauß'schen Aufzeichnungen ist nachzulesen, dass ein weit entfernt gelegener Zielpunkt trotz eines leistungsstarken Fernrohrs nur sehr schwer auszumachen war, der unweit entfernt befindliche schwingende Fensterflügel dagegen »das Pointieren (erheblich) generiere«. Diese Erfahrung ist der Anstoß zur Entwicklung des »Gauß'schen Heliotrops« gewesen.

2.3 Das Heliotrop

Das Heliotrop ist also ein Instrument, das aus der Verbindung eines Fernrohrs mit zwei kleinen, senkrecht aufeinander stehenden Spiegeln besteht. Mithilfe des Spiegelsystems lässt sich das Sonnenlicht an einen beliebigen über viele Kilometer weit entfernten Punkt schicken. Mit dem Fernrohr kann dann der vom Sonnenlicht reflektierte Punkt präzise ausgemacht werden.

Ein solches Gerät, das Heliotrop (s. Abb. 4b), war es der Deutschen Bundesbank 1991 wert, mehr als dreißig Millionen 10-DM-Scheine auf der Rückseite mit diesem Gerät zu versehen. Vorn auf dem häufigsten aller während der Jahre bis zur Einführung des Euros genutzten Geldscheine blickte Gauß den Geldbesitzer an. Dass es sich hierbei um einen seitenverkehrt von rechts nach links blickenden Gauß handelte (das Vorlage-Bild, s. Abb. 1, lässt ihn in die andere Richtung schauen), hat der Verehrung dieses großen Geodäten in keiner Weise Abbruch getan. Die Abb. 4a und 4b zeigen den 10-DM-Schein mit den zahlreichen Gauß'schen Bezügen.

Zum Heliotrop, das auch auf der Rückseite des 10-DM-Scheines dargestellt worden ist, sei erläuternd Folgendes gesagt: Bei dem Gerät handelt es sich um den Sextant Nr. 420 von Edward Troughton, mit eigenhändiger Beschriftung: »Eigenthum des Hofraths Gauss«. Aus »Messing, Glas und Gold« weist der Katalog zur Ausstellung 2005 »Wie der Blitz einschlägt, hat sich das Räthsel gelöst – Carl Friedrich Gauß in Göttingen, Ausstellung im Alten Rathaus« zu diesem Gerät aus. Das Erste Physikalische Institut der Universität Göttingen darf dieses Gerät sein Eigen nennen. Troughton war Gründungsmitglied der Royal Astronomical Society und hat dieses Gerät 1788 fertigen lassen. Dieser zehnzöllige Sextant, den Gauß für seine Winkelmessungen benutzte, wurde mit einem zweiten Spiegel versehen. Gauß bezeichnete ihn als »Vizeheliotrop«.

1820 hat Gauß dieses Gerät entwickelt. 1821 wird den Gauß'schen Aufzeichnungen nach erstmals Heliotroplicht empfangen, vom Inselsberg im Thüringer Wald auf dem Hohen Hagen westlich von Göttingen. Der »Nullpunkt« des Gauß'schen Netzes lag und liegt heute immer noch mitten in seiner Sternwarte. Er ist zu betrachten, wenn der Sternwartenmitarbeiter seinen Schreibtischstuhl zur Seite nimmt, die Klappe im Fußboden anhebt und den Blick frei gibt auf die wenige Zentimeter unter Fußbodenniveau liegende Metallmarke. Außerdem bis heute unverändert im Original zu bestaunen, ist das mehrere Meter hohe steinerne Südliche Meridianzeichen im Friedländer Forst, das Gauß gegen den Abendhimmel nutzte, um sein Fernrohr zu justieren. Abb. 6 zeigt »Das Dreiecksnetz der Gauß'schen Gradvermessung«.

Eine zweite der praktischen Tätigkeit des triangulierenden Gauß entspringende Verbesserung erlebte die geodätische Winkelmessung. Bis zu 120-fache Wiederholungen der Messung eines Winkels steigerten die Genauigkeiten

der Gradmessungskette in eine bis dahin für unmöglich gehaltene Dimension.

In diesen beiden winkelmessstechnischen Fortschritten (Heliotrop und Gaußsche Winkelmessung) lag die eine Stärke der Gauß'schen praktischen Vorgehensweise. In seiner verbesserten Ausgleichstechnik der Vorteil gegenüber allen bisherigen Mess- und Rechenmethoden. Die von ihm entwickelte »Methode der kleinsten Quadrate« (s. Abschnitt 2.4) wurde zu einem weiteren ausgleichungstechnischen Vorteil.

Aus den Gauß'schen Berichten erfahren wir, dass seine praktischen Messarbeiten von 1821 bis 1823 andauerten, ein mühseliges Unterfangen darstellten und mancherlei Entbehrungen mit sich brachten. Das Schlagen von Schneisen auf den bewaldeten Bergkuppen, damit Sichtverbindung zwischen den Dreieckspunkten hergestellt werden konnte, verschlang oft mehr Zeit als die Winkelmessung an sich. Die Fortbewegungsmöglichkeiten und die Quartiere ließen zu wünschen übrig, Personal musste mühsam angelernt werden. Die Witterung tat ein Übriges, ganz abgesehen davon, dass aus Witterungsgründen die Aufenthaltszeiten auf manch einem der Dreieckspunkte sehr viel länger dauerten, als Gauß sich das vorgestellt hatte. Gauß hat seiner Gesundheit in diesen Jahren extrem viel abverlangt.

Ein Unfall – er war mit seiner Kutsche im Gelände umgestürzt – veranlasste Gauß 1823 offenbar, die praktische Messtätigkeit im Gelände gänzlich einzustellen. Mehr als eine Million Messdaten – so schätzen die Experten – wird Gauß auf seiner Dreieckskette zwischen dem Inselfberg (im Thüringer Wald) und der Sternwarte in Altona (bei Hamburg) erzeugt und in seinen Berechnungen bewegt haben. Die Leitung und Koordination dieses Unternehmens »Gradmessung durch das Königreich Hannover« blieb nach 1823 gleichwohl in den Händen von Carl Friedrich Gauß. Die praktischen Arbeiten zur Vollendung der hannoverschen Triangulation übertrug er einer Gruppe von Fachleuten, zu denen im Übrigen auch Gauß' Sohn Joseph gehörte.

1828 publizierte Gauß die Ergebnisse in seiner Schrift »Bestimmung des Breitenunterschiedes zwischen den Sternwarten von Göttingen und Altona«. Sein Beitrag zur Bestimmung der Gestalt der Erde war damit der europäischen sowie der globalen Auswertung übergeben. Bis zur Insel Elba im Mittelmeer würde er gern die in Dänemarks Nordspitze begonnene Gradmessung fortgesetzt und mithilfe der Methode der kleinsten Quadrate ausgeglichen sehen, ließ er seine wissenschaftlichen Mitstreiter wissen.

Wie exakt letztlich die Gauß'schen Ergebnisse als Ganzes waren, das lässt sich, weil die von Gauß 1821 bis 1825 benutzten Dreieckspunkte im Gelände heute nicht mehr erhalten und auch nicht wieder herstellbar sind, nicht mehr konkret bestimmen. Fakt bleibt jedoch, dass die Gauß'sche Gradmessung, was die Organisation, die Winkelmessstechnik und die Auswertung betrifft, weltweit und bis in die heutige Zeit als vorbildlich angesehen wird.

2.4 Methode der kleinsten Quadrate

Gauß hat, was seine theoretischen geodätischen Arbeiten betrifft, auf breitester Front Aufgabenstellungen einer Lösung zugeführt. Die Ausgleichsmethode der kleinsten Quadrate war bei der Ausgleichung der Gauß'schen Graddreieckskette bereits angesprochen worden. Aus einer gegebenen Reihe von Beobachtungen konnte das wahrscheinlichste Resultat abgeleitet werden. Präziser: Aus einem überbestimmten linearen Gleichungssystem, also einem Gleichungssystem, das keine exakte Lösung zulässt, gelangt man zu einer optimal angepassten Lösung. Man minimiert die Summe über alle Abstandsquadrate von x/y -Paaren als Funktion der Unbekannten. Aus der Gauß'schen Fehlerrechnung lässt sich darüber hinaus der Fehler der angepassten Lösung zur tatsächlichen Lösung angeben.

Damit besaß Gauß unter anderem die Basis, sich mit Erfolg an einem weltweiten Wettbewerb zu beteiligen. Überall bemühten sich die Astronomen 1801, durch Berechnung der Umlaufbahn den verloren gegangenen Kleinplaneten Ceres zu orten. Gauß war es, dem es gelang, die Umlaufbahn korrekt zu berechnen. Tatsächlich konnte der Asteroid am Himmel wieder ausgemacht werden. Damit hatte Gauß im Alter von 24 Jahren schlagartig internationale Berühmtheit erlangt. Bei jedem neu aufgefundenen Planetoiden wurde auf das Gauß'sche Berechnungsverfahren zurückgegriffen, sodass sich Gauß veranlasst sah, dieses in seinem astronomischen Hauptwerk, der »Theoria Motus« 1809 ausführlich darzulegen.

Heute spielt die Methode der kleinsten Quadrate auf zahllosen Gebieten eine dominierende Rolle. So etwa beim Vergleich und der Qualitätskontrolle industrieller Erzeugnisse, bei der Zulassung von Arzneimitteln oder bei der Analyse ökonomischer oder sozialer Bevölkerungsstrukturen.

In der 1810 erschienenen »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'schen 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 umfangreichster Normalgleichungssysteme.

3 Schlussbemerkung

Die Nachwelt ist sich auch 150 Jahre nach dem Tode von Carl Friedrich Gauß einig: Er ist einer der größten Wissenschaftler aller Zeiten gewesen. Rund fünfzig Jahre hat er als Ordinarius und Direktor der Göttinger Universitäts-Sternwarte im niedersächsischen Raum gewirkt und Bahnbrechendes sowohl theoretischer- als auch prak-



Abb. 7: In Göttingen, wo Gauß wie in Braunschweig auch zum Ehrenbürger ernannt worden ist, wird mit dem Gauß-Weber-Denkmal und in Braunschweig mit diesem Denkmal dieses Genies gedacht.

tischerseits in der Astronomie, der Mathematik, der Landes- und Erdvermessung sowie auf den Gebieten der Physik und Geophysik geleistet und damit seine Nachwelt beschenkt.

Die Gauß'schen Leistungen beeindrucken umso mehr, als er über keine nennenswerten finanziellen und personellen Mittel verfügte. Er hat vor allem die praktischen geodätischen Arbeiten mit lediglich einer Hand voll Mitarbeiter in unendlicher Kleinarbeit, in einer Vielzahl von Berechnungen und Einzelforschungen durchgeführt. Seine ihm angeborene Sparsamkeit hat dazu geführt, dass die Kosten für seine Triangulation beispielsweise – gemessen am Aufwand für vergleichbare Arbeiten anderer Wissenschaftler oder Militärs – sehr gering ausgefallen sind.

Aus Anlass seines Todestages haben ihn die Stadt Braunschweig zusammen mit dem Landesmuseum, der GLL Braunschweig und der Technischen Universität sowie die Georg-August-Universität, die Stadt Göttingen und die Gauß-Gesellschaft e.V. mit einem kompletten »Gauß-Jahr« und Dutzenden von Aktivitäten geehrt. Wissenschaftler rund um den Erdball haben Carl Friedrich Gauß gedacht.

Die voller Hochachtung ihm und seinen wissenschaftlichen Leistungen würdigend entgegengebrachten Attribute und verliehenen Titel trägt Carl Friedrich Gauß zu

Recht: »Titan of Science«, »King of the Numbers«, »auf eine Stufe mit Archimedes, Newton und Galilei gestellt«, »weltweit die Nummer 1 unter den Geodäten« oder einfach: »Gauss genial«, wie in Göttingen das Gauß'sche Jubiläumsjahr überschrieben worden ist. Seine Erkenntnisse in der reinen und praxisorientierten Mathematik haben eine Fülle von Errungenschaften in Wissenschaft und Technik erst möglich gemacht. Moderne Computerprogramme wären ohne seine Arbeiten nicht denkbar. Ebenso sind seine Berechnungen der Umlaufbahnen von Himmelskörpern heute für Satelliten- und Weltraumtechnik unverzichtbar. In Braunschweig wird C.F. Gauß mit dem Gauß-Denkmal am Fuße des Gauß-Berges verehrt (s. Abb. 7).

Das Lebensmotto dieses Wissenschaftlers lautete: »Weniges, aber Reifes«. Die Nachwelt empfindet das, was er eronnen und ihr übergeben hat, als »Vieles, und Ausgereiftes«. Gauß wäre aber nicht Gauß, wenn er selbst die wissenschaftliche Messlatte nicht nochmals wesentlich höher legen würde, um von den forschenden Nachfolgegenerationen zu fordern: »Nichts ist getan, wenn noch etwas zu tun übrig ist«.

Literatur

Neben der im Text zitierten Literatur ist hier eine Auswahl ergänzender Beiträge von bzw. über Carl Friedrich Gauß angegeben.

- Ambrohn: Der zwölfzöllige Theodolit, welchen Gauß bei seinen Messungen zur hannoverschen Triangulation in den Jahren 1822 und 1823 benutzt hat, *Zeitschrift für Vermessungswesen* 1900, S. 177–180.
- Biegel, Gerd und Reich, Karin: Carl Friedrich Gauß, Genie aus Braunschweig – Professor in Göttingen. Joh. Heinrich Meyer Verlag, 2005.
- Biermann, Kurt-R.: Carl-Friedrich Gauß. Der »Fürst der Mathematiker« in Briefen und Gesprächen. Urania-Verlag Leipzig/Jena/Berlin, 1990.
- Carl Friedrich Gauß, Werke, Band I–XII, Göttingen 1863–1929, herausgegeben von der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Nachdruck Hildesheim/New York, 1973.
- C. F. Gauß und die Landesvermessung in Niedersachsen, herausgegeben von der Niedersächsischen Vermessungs- und Katasterverwaltung, 1955, Niedersächsisches Landesvermessungsamt Hannover mit »Gauß' theoretische geodätische Arbeiten« von G. Lehmann und »Die Triangulation des Königreichs Hannover durch C.F. Gauß (1821–1844)« von Theo Gerardy.
- Die historische Sammlung des I. Physikalischen Institutes der Georg-August-Universität Göttingen. Ausstellungskatalog anlässlich der 250-Jahrfeier der Georg-August-Universität im Jahre 1987, herausgegeben von der Akademie der Wissenschaften in Göttingen.
- Dittmer: Das Heliotrop, ein neues Instrument, erfunden von Hofrat Gauß zu Göttingen, *Hannoversches Magazin*, 1822, S. 500.
- Gauß, Carl Friedrich: Abhandlungen zur Methode der kleinsten Quadrate, in deutscher Sprache herausgegeben von A. Börsch und P. Simon, Berlin, 1887.
- Gauß, Carl Friedrich: *Disquisitiones Arithmeticae*, Mathematisches Hauptwerk, Gauß-Werke, Band I, 1801.
- Gauß, Carl Friedrich: *Theoria Motus Corporum Coelestium in sectionibus conicis solem ambientium*, Astronomisches Hauptwerk, Gauß-Werke, Band VII, 1809, S. 1–280.
- Gauß, Carl Friedrich: *Disquisitiones generales circa superficies curvas*, Allgemeine Untersuchung über krumme Flächen, die späteren so genannten Gauß-Krüger-Koordinaten, *Göttinger Gelehrte Anzeigen*, Gauß-Werke, Band IV, 1827, S. 341–347.
- Gauß, Carl Friedrich: *Dioptrische Untersuchungen*, Abhandlungen der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften Göttingen 1, Gauß-Werke, Band V, 1843, S. 243–276.

- Gauß, Carl Friedrich: Untersuchungen der Gegenstände der höheren Geodäsie, Erste Abhandlung 1843, Abhandlungen der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften Göttingen 2, Gauß-Werke, Band IV, 1844, S. 259–300.
- Gauß, Carl Friedrich: Untersuchungen der Gegenstände der höheren Geodäsie, Zweite Abhandlung 1846, Abhandlungen der kgl. Gesellschaft der Wissenschaften Göttingen 3, Gauß-Werke, Band IV, 1847, S. 301–340.
- Gauß, Carl Friedrich: Anwendung der Wahrscheinlichkeitsrechnung auf die Bestimmung der Bilanz für Witwenkassen. Nachlass, Gauß-Werke, Band IV, 1845–1851, S. 119–172.
- Gauß-Gesellschaft e.V. Göttingen, Mitteilungen Nr. 1–42, 1964–2005, herausgegeben von der Gauß-Gesellschaft e.V., c/o Universitäts-warte, Geismarlandstraße 11, 37083 Göttingen.
- Gäde: Beiträge zur Kenntnis von Gauß' praktischen-geodätischen Arbeiten, Zeitschrift für Vermessungswesen, 1885, S. 113.
- Gerady, Theo: Die Gaußsche Triangulation des Königreiches Hannover (1821–1844) und die preußischen Grundsteuermessungen (1863–73), Niedersächsisches Landesvermessungsamt, Hannover, 1952.
- Hammer: Zur Geschichte des Heliotrops, Zeitschrift für Vermessungswesen, 1897, S. 201.
- Krüger, Louis: Konforme Abbildung des Erdellipsoids in der Ebene, Veröff. d. Kgl. Preuß. Geod. Inst., N. F. Nr. 52, Potsdam, 1912.
- Le Coq, von: Über die trigonometrische Aufnahme in Westphalen, Monatl. Correspondenz 1803, S. 68–81, 136–158, 197–207, 321–331.
- Mahnkopf: Niedersachsen in der Geodäsie [Gauß, Schreiber, Jordan, Krüger], Zeitschrift für Vermessungswesen, 1932, S. 23.
- Mark, Heinrich: Carl Friedrich Gauß und Braunschweig, ein Gedenkblatt zu seinem 150. Geburtstage, 1927.
- Michling, Horst: Carl Friedrich Gauß, Episoden aus dem Leben des princeps mathematicorum, Verlag Göttinger Tageblatt GmbH & CO Göttingen, 3. unveränderte Auflage 1997.
- Mittler, Elmar: »Wie der Blitz einschlägt, hat sich das Räthsel gelöst« – Carl Friedrich Gauß in Göttingen. Katalog zur Ausstellung vom 23.02.–15.05.2005 im Alten Rathaus am Markt in Göttingen: »Genial – Gauss – Göttingen«, 2005, Göttinger Bibliotheksschriften 30.
- Perrier, G.: Petite Histoire de la Géodésie, Paris 1939; deutsche Übersetzung von E. Gigas (Titel: Kurze Geschichte der Geodäsie). Veröff. d. Inst. für Erdmessung, Bd. 2, Bamberg, 1950.
- Reich, Karin mit Folkerts M. und Knobloch, E.: Maß, Zahl und Gewicht, Mathematik als Schlüssel zu Weltverständnis und Weltbeherrschung, 2. überarbeitete und ergänzte Auflage, Wiesbaden, 2001.
- Säckel, P.: C.F. Gauß als Geometer, Nachrichten von der Kgl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Mathem.-physik. Klasse 1917, Beiheft, Berlin, 1917, S. 24.
- Schreiber, O.: Theorie der Projektionsmethode der Hannoverschen Landesvermessung, Hannover, 1866.
- Schur, W.: Festlegung des südlichen Endpunktes der Gaußschen Gradmessung auf der Sternwarte in Göttingen, Astronomische Nachrichten, Bd. 118, 1888, S. 93–94.
- Spehr, F.: Die von Prof. Dr. W. Spehr im Jahre 1829 unternommene Triangulation des Herzogtums Braunschweig, Braunschweiger Magazin, 1868, S. 33.

Anhang 1 – Vita Carl Friedrich Gauß

- 30.4.1777 in Braunschweig geboren
 1784–88 Katharinen-Volksschule
 1788–92 Gymnasium Catharineum
 1792–95 Collegium Carolinum in Braunschweig
 1795–98 Studium Georgia Augusta Göttingen
 1799 Promotion Universität Helmstedt
 1807–55 Professor und Direktor der Sternwarte in Göttingen
 23.2.1855 Todestag

Anhang 2 – Gauß und seine Familie

- 1780–1809 Erste Ehe mit Johanna, geb. Osthoff
 1806 Sohn Joseph geboren (hilft ihm bei seinen trigonometrischen Arbeiten im Felde, später Baurat bei der Hannover'schen Eisenbahngesellschaft, worauf der Vater sehr stolz war). Von Josephs Familie stammen die in Deutschland lebenden Nachfahren ab.
 1808 Tochter Wilhelmine (Minna) geboren
 1809 Sohn Louis geboren
 1810–1831 Zweite Ehe mit Wilhelmine, geb. Waldeck
 1811 Sohn Eugen geboren (emigriert 1830 in die USA)
 1813 Sohn Wilhelm geboren (emigriert 1837 in die USA)
 1816 Tochter Therese geboren. Sie führte nach dem Tode der Mutter seinen Haushalt in der Sternwarte.
 1817–1839 Gauß pflegte seine Mutter in der Sternwarte über deren letzte 22 Jahre (1817–1839)

Anhang 3 – Gauß'sche Namensgebungen und Verehrungen

- Gauß-Krüger-Koordinatensystem
- Gauß als Maßeinheit für Magnetismus
- Gaußsche Normalverteilung
- Gaußsches Fehlerfortpflanzungsgesetz
- Gaußscher Integralsatz
- Gaußsche Krümmung
- Gaußscher Raum
- Gaußsche Quadraturformeln
- Gaußsche Kartenwerke
- Gaußsches Eliminationsverfahren
- Gauß-Objektiv
- Gauß-Prozess
- Gaußscher Algorithmus
- Gauß-Markow-Theorem
- Gauß-Geschütz
- Gauß-Klammer
- Gaußberg in Braunschweig
- Gaußschulen in zahlreichen Städten Deutschlands
- Gauß-Straßen in unzähligen Städten
- Gauß-Denkmale in Braunschweig und Göttingen
- Gaußmotive auf Geldstücken und -scheinen
- Briefmarken mit Gauß-Motiven in aller Welt
- Gauß-Krater auf dem Mond
- Gauß als Symbol für Korrektheit und Zuverlässigkeit in der Werbung

Schließlich gehörten zu Gauß' besonderen Liebhabereien u. a. auch: die Finanzen des Staates, die Verwaltung der Banken und der Eisenbahnen, das Verhältnis zwischen Metallvaluta und Papiergeld.

Anschrift des Autors

Ltd. Vermessungsdirektor Dipl.-Ing. Dieter Kertscher
 Behörde für Geoinformation, Landentwicklung und Liegenschaften
 Braunschweig (GLL), Wilhelmstraße 3, 38100 Braunschweig
 Tel.: +49 531 484-2005, Fax: +49 531 484-2222
 dieter.kertscher@gll-bs.niedersachsen.de