

3. Gauß und die Erforschung des Erdmagnetismus in Russland

3.1. Präambel: „Russland ist seit jeher das gelobte Land für Meteorologie und Magnetismus gewesen“

Das Phänomen des Erdmagnetismus im Allgemeinen wurde im 18. Jahrhundert trotz seiner großen Bedeutung für die Schifffahrt nur an einigen wenigen Orten wissenschaftlich untersucht. Eine führende Disziplin innerhalb der Physik am Ende des 18. und zu Anfang des 19. Jahrhunderts war die Elektrizitätslehre. Als bald aber begannen zahlreiche Naturwissenschaftler, vor allem Physiker und Astronomen, auch dem Erdmagnetismus ihre Aufmerksamkeit zu widmen. Diese Forschungsrichtung erforderte beträchtlichen Aufwand: die Ausrüstung von Expeditionen, die Anschaffung der nötigen Instrumente sowie den Bau von magnetischen Observatorien. Diese sollten möglichst eisenfrei errichtet werden. Im Laufe der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts nahm das Interesse am Erdmagnetismus stetig zu, so dass sich schließlich der Erdmagnetismus zu einem großen internationalen Forschungsgebiet entwickelte, dem sich nur wenige Naturwissenschaftler versagten. Man kann zurecht behaupten, dass der Erdmagnetismus dank den verbesserten Methoden, die Gauß und Weber eingeführt hatten, schon in den 1830er Jahren zur führenden Wissenschaft innerhalb der Physik wurde und dies auch für mehrere Jahrzehnte blieb (Reich 2011b).

Bei der Erforschung des Erdmagnetismus spielte Russland eine herausragende Rolle, was aber bislang in der Literatur kaum zur Kenntnis genommen wurde, so beispielsweise in dem Standardwerk „Beiträge zur Geschichte der Erkenntnis des Erdmagnetismus“ (Balmer 1956). Russland, das größte Land der Welt, hatte und hat eine West-Ost- und eine Nord-Südausdehnung wie kein anderes Land. Alexander von Humboldt stellte einen bildlichen Vergleich an: die riesige Ausdehnung Russlands ist größer als der sichtbare Teil des Mondes. Ferner betonte Humboldt, dass großangelegte geophysikalische Messungen in Russland wichtige Ergebnisse liefern würden. Diese bedeutenden Worte sprach Humboldt in seinem Vortrag anlässlich der feierlichen Sitzung der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg am 16./28. November 1829 (Briefwechsel Humboldt–Russland 2009, S. 275).

Es ist auch mehr als natürlich, dass Gauß' und Webers Beiträge zur Erforschung des Erdmagnetismus gerade in Russland auf fruchtbaren Boden fielen. Auch dies wurde bislang in der wissenschaftshistorischen Literatur kaum be-

achtet und gebührend gewürdigt. Adolph Theodor Kupffers Biograph und Nachfolger Michail Aleksandrovič Rykačev beschrieb die herausragende Rolle, die Russland für Gauß spielte, mit folgenden, treffenden Worten: „En aucun pays, la découverte de Gauss n'a eu autant de retentissement qu'en Russie“ (Rykačev 1900, S. 66). Dennoch wurde in der westlichen Literatur die Bedeutung von Gauß' und Webers Forschungen auf dem Gebiet des Erdmagnetismus speziell für Russland bislang kaum erwähnt, so auch nicht in dem Beitrag „The Contributions of Carl Friedrich Gauß to Geomagnetism“ (Garland 1979).

Vor allem Alexander von Humboldt und Adolph Theodor Kupffer war es zu verdanken, dass die Erforschung des Erdmagnetismus seitens der russischen Regierung eine großzügige finanzielle Unterstützung erhielt. Im Jahre 1838 brachte Kupffer in einem „Memorandum“ über die Einrichtung eines Magnetisch-Meteorologischen Observatoriums in St. Petersburg folgenden Gedanken zum Ausdruck: „Russland ist seit jeher das gelobte Land für Meteorologie und Magnetismus gewesen. Die Aufmerksamkeit aller Gelehrten des Auslandes, die sich mit diesem Gegenstande beschäftigen, war immer auf Russland gerichtet, und aus Russland hat man immer die Auflösung der wichtigsten Probleme, die Bestätigung oder die Wiederlegung [sic] der umfassendsten Hypothesen erwartet. [...] Deshalb ist auch Russland, als es eben erst in die Reihe der civilisirten Nationen getreten war, sogleich für magnetische Beobachtungen in Anspruch genommen worden“ (Rykačev 1900, S. 37*). Nachdem im Jahre 1849 das Physikalische Hauptobservatorium in St. Petersburg errichtet worden war, behauptete Kupffer völlig zu recht: „la Russie a été pour ainsi dire la terre promise des magnéticiens“ und: „La position de notre pays, si favorable aux recherches magnétiques et météorologiques, nous impose une haute mission scientifique“ (Kupffer, A. T. 1850/1851, Sp. 85, 87). Zu diesem Zeitpunkt konnte Kupffer schon mehrere magnetische Observatorien und Beobachtungsstationen in Russland nennen (ebenda, Sp. 93–96).

Schon im 18. Jahrhundert wurde in Russland dem Erdmagnetismus Beachtung geschenkt. Sowohl auf wissenschaftlichen Erkundungsexpeditionen als auch an der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg wurden entsprechende Beobachtungen angestellt. Hier sind insbesondere die magnetischen Messungen auf der Zweiten Kamtschatkaexpedition (1733–1743) durch Louis Delisle de La Croyère und Johann Georg Gmelin zu nennen. Eine Instruktion für die physikalischen Untersuchungen bei dieser Expedition wurde 1732 von Daniel Bernoulli unterschrieben, eine andere 1733 von Georg Wolfgang Krafft (Hintzsche 2004, S. 120–131, 295–312, 795). Daniel Bernoulli kehrte im Jahre 1733 nach Basel zurück. Krafft war seit 1731 als Ordentlicher Professor für Mathematik und Physik an der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg tätig.

Im Jahre 1777 erschien im Berliner „Astronomischen Jahrbuch oder Ephemeriden für das Jahr 1779“ eine kleine Deklinationskarte von Johann Heinrich Lambert, auf der zum ersten Mal die Messergebnisse auf dem Lande

aufgezeichnet waren. In Lamberts Abhandlung sind Orte genannt, für die er die Werte der Deklination für die Zeitspanne von 1760 bis 1776 aufführt; davon befinden sich 22 Orte in Russland (Lambert 1777; Hellmann 1895, S. 22).

Zu nennen sind ferner die theoretischen Arbeiten über den Erdmagnetismus von Leonhard Euler sowie die Einrichtung einer magnetischen Beobachtungsstation in St. Petersburg bereits im Jahre 1791. Diese Station, die man als Vorform eines magnetischen Observatoriums bezeichnen kann, wurde außerhalb des Hauses von Johann Albrecht Euler¹ errichtet. Die Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg formulierte für das Jahr 1793 sogar eine Preisfrage, die die Herstellung einer aktuellen erdmagnetischen Weltkarte betraf. Den Preis erhielt der Physiker Christian Gottlieb Kratzenstein in Kopenhagen, der aber zuvor an der Akademie in St. Petersburg als Professor für Mechanik tätig gewesen war (Roussanova 2011a).

Die Erforschung des Erdmagnetismus wurde im 18. Jahrhundert in erster Linie deshalb für notwendig erachtet, weil sie eine wichtige Grundlage für die Schifffahrt darstellte. Im 19. Jahrhundert jedoch ging es nicht allein um die Anwendung, sondern vor allem um die wissenschaftliche Untersuchung dieses rätselhaften Phänomens in allen Richtungen, sowohl zu Wasser als auch zu Lande. So wurden während mehrerer Expeditionen zur See, die unter russischem Kommando standen, magnetische Messungen vorgenommen und aufgezeichnet. Vor allem die arktischen und die antarktischen Gebiete waren oftmals das Ziel solcher Seexpeditionen. Alexander von Humboldt zählt zu den wichtigsten die folgenden Expeditionen: die Weltumsegelung unter dem Kommando von Adam Johann Krusenstern von 1803 bis 1806, die Weltumsegelungen von Otto von Kotzebue² von 1815 bis 1818 und von 1823 bis 1826, die Expedition von Fabian Gottlieb von Bellingshausen und Michail Petrovič Lazarev in das Südliche Eismeer von 1819 bis 1821,³ die Expedition anlässlich der Erkundung der Nordküste Sibiriens und des Eismeres unter Ferdinand von Wrangel von 1820 bis 1824 sowie die Reise um die Welt von Fëdor Petrovič Litke von 1826 bis 1829 (vgl. Humboldt 1845–1862: 4, S. 63–67).

Eine der ersten umfangreichen magnetischen Messungen zu Lande unternahm Friedrich Theodor Schubert im Jahre 1805 als Teilnehmer einer personell bestens ausgestatteten Gesandtschaft nach China. Schubert wurde dabei von seinem Sohn, dem späteren Militärgeodäten Friedrich Theodor Schubert d. J. begleitet. Es war vorgesehen, dass diese Expedition nach Peking führen sollte, man kam aber nur bis etwa zur chinesischen Grenze. Schubert ver-

1 Johann Albrecht Euler, der Sohn von Leonhard Euler, war von 1769 bis 1800 der Konferenzsekretär bzw. der Ständige Sekretär der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg. Sowohl Leonhard Euler als auch Johann Albrecht Euler beschäftigten sich mit dem Erdmagnetismus.

2 An dieser Expedition nahm Emil Lenz teil (Hempel 1999, S. 136–137).

3 An dieser Expedition nahm Ivan Michajlovič Simonov teil.

öffentlichte seine Ergebnisse bereits 1806 im Berliner „Astronomischen Jahrbuch“ (Schubert, F. T. 1806b).

Im Folgenden wird lediglich eine Übersicht über die Erforschung des Erdmagnetismus in Russland angestrebt und keine ausführliche, alle Details umfassende Darstellung. Einige Aspekte dieser Fragestellung sollen in den Kapiteln „A. T. Kupffer“ und „I. M. Simonov“ ausführlicher erörtert werden.

3.2. Der Anfang 1823–1833: Alexander von Humboldt

3.2.1. Alexander von Humboldts erste Aktivitäten in Paris und Berlin

Bereits während seines Studiums an der Bergakademie in Freiberg sowie während seines Aufenthaltes in Paris vor seiner Amerikanischen Reise hatte sich Alexander von Humboldt mit dem Phänomen des Erdmagnetismus sowie mit den speziellen Methoden zu dessen Beobachtung beschäftigt. An der Pariser Sternwarte waren nämlich bereits während des 18. Jahrhunderts zahlreiche, mehr oder minder systematische magnetische Messungen durchgeführt worden. Dies war jedoch zunächst nicht in einem speziell dafür vorgesehenen Gebäude, sondern auf der Sternwarte geschehen.

So verwundert es nicht, dass Humboldt auch während seiner großen Amerikareise von 1799 bis 1804 zahlreiche erdmagnetische Messungen durchführte (Humboldt 1829b). Er stieß dabei auf die schon vorher vermutete Gesetzmäßigkeit, dass die Intensität der magnetischen Kraft vom Äquator bis zu den Polen hin zunehme, d.h. am magnetischen Äquator am geringsten und an den Magnetpolen am stärksten sei. Zurückgekehrt nach Paris, veröffentlichte er seine neu gewonnenen Daten in Zusammenarbeit mit Jean-Baptiste Biot, der sich ebenfalls intensiv mit dem Erdmagnetismus beschäftigte. Das Werk erschien unter dem Titel „Sur les variations du magnétisme terrestre à différentes latitudes“. Hier wurden zwei Hypothesen formuliert, erstens, dass die magnetische Kraft in Gebirgen mit zunehmender Höhe abnehme, und zweitens, dass mit der Entfernung vom magnetischen Äquator die magnetische Kraft zunehme (Humboldt/Biot 1804, S. 435–436). Das Gesetz „der mit der magnetischen Breite veränderlichen Intensität“ hielt Humboldt für eines der wichtigsten Resultate seiner Forschungen (Humboldt 1845–1862: 4, S. 61).⁴

Im Jahre 1805 unternahm Humboldt eine Italienreise, die einzig erdmagnetischen Messungen – vor allem in den Alpen und auf dem Vesuv – gewidmet war. Auch während seines Aufenthaltes in Berlin vom Mai 1806 bis Ende

4 Auch wenn diese Gesetzmäßigkeit bereits vor Humboldt beobachtet worden war, so gebührt diesem doch das Verdienst, durch die erste Veröffentlichung dieses Gesetzes (in: Humboldt/Biot 1804) weitere diesbezügliche Untersuchungen angeregt zu haben (Hellmann 1895, S. 14).

Juni 1807 setzte Humboldt seine erdmagnetischen Beobachtungen fort (Humboldt 1845–1862: 4, S. 64).

Am 14. November 1807 verließ Humboldt Berlin und traf am 8. Dezember in Paris ein, wo er, von Unterbrechungen abgesehen, bis 1827 bleiben sollte. Dort lernte er im Juli 1809 den jungen Physiker und Astronomen François Arago kennen, mit dem er seitdem zeitlebens eine enge Freundschaft pflegte. Im Jahre 1816 bat Arago den Verwaltungsdirektor der Pariser Sternwarte um die Erlaubnis, die täglichen magnetischen Variationen mit Hilfe einer speziellen Boussole zu beobachten, was auch genehmigt wurde. Zwei Jahre später konnten für die Beobachtungen spezielle, von Gambey hergestellte Instrumente angeschafft werden (Lequeux 2008, S. 331–336). Schließlich wurde im Jahre 1823 im Garten der Pariser Sternwarte ein eisenfreier Holzpavillon für magnetische Beobachtungen errichtet. In der Mitte des Pavillons befand sich eine steinerne Säule, die als Fundament für das magnetische Hauptinstrument diente. Dieser Pavillon, „une guérite en bois“ oder „une petite tourelle“ genannt, war das erste magnetische Observatorium, das je errichtet worden war. Diesem folgte später ein zweites magnetisches Observatorium, das abermals durch ein drittes ersetzt wurde (Bigourdan 1931, S. A10–A14; Lequeux 2008, S. 332). Es konnten leider keine bildlichen Darstellungen dieser magnetischen Pavillons in Paris ermittelt werden.

Nunmehr wurde in Paris damit begonnen, systematische Beobachtungen des Erdmagnetismus und dazugehörige Experimente durchzuführen. Arago und Humboldt schmiedeten weitsichtige Pläne – für die Beobachtungen der magnetischen Variationen sollte ein internationales Forschungsprojekt gestartet werden. Mit besonderem Interesse verfolgten Arago und Humboldt ihre bahnbrechenden wissenschaftlichen Ziele, nämlich die Untersuchung der Intensität der magnetischen Kraft und die Beobachtung der magnetischen Perturbationen. Gemeint waren die sogenannten magnetischen Stürme;⁵ speziell wurden auch die Auswirkungen des Polarlichts auf die Erscheinungen des Erdmagnetismus beobachtet.

Gauß' väterlicher Freund Wilhelm Olbers hielt sich im Juli 1812 in einer diplomatischen Mission in der französischen Hauptstadt auf, wo er sich auch mit Humboldt traf. In einem Brief vom 18. Juli 1812 an Gauß schilderte Olbers das Problem der Messungen der täglichen Veränderungen der Abweichung der Magnetnadel, das Humboldt in Paris beschäftigte (Briefwechsel Gauß–Olbers 1909: 1, S. 508–509).

Nachdem Humboldt am 14. April 1827 Paris verlassen hatte, war es Arago, der dort die systematischen magnetischen Beobachtungen bis ins Jahr 1835 fortsetzte. Danach waren es seine Schüler, die weiterhin magnetische Beobachtungen durchführten (Bigourdan 1931, S. A12).

5 Der Terminus „magnetisches Ungewitter“ wurde von Humboldt geprägt (Balmer 1956, S. 490).

3.2.2. Humboldts erste Kontakte mit russischen Wissenschaftlern: Simonov und Kupffer in Paris 1823/25

Auf Grund der Aktivitäten von Humboldt und Arago wurde Paris zu dem Ort, an dem russische Naturwissenschaftler erste Bekanntschaft mit der wissenschaftlichen Erforschung des Erdmagnetismus machten. Es waren zwei junge Professoren der Universität Kasan, Ivan Michajlovič Simonov und Adolph Theodor Kupffer, die in den Jahren 1823 bis 1824 (Simonov bis 1825) auf Staatskosten eine Auslandsreise unternehmen und sich dabei längere Zeit in Paris aufhalten konnten. Dort lernten die beiden russischen Wissenschaftler Humboldt und Arago kennen. Diese verstanden es, Simonov und Kupffer für die Erforschung des Erdmagnetismus zu begeistern und als Mitarbeiter zu gewinnen. Es wurde vereinbart, dass Simonov und Kupffer an ihrer Universität in Kasan magnetische Beobachtungen durchführen sollten, und zwar an denselben Terminen wie in Paris. In seinem „Kosmos“ erinnerte sich Humboldt später wie folgt an die Anfänge dieser Zusammenarbeit: „Als Arago erkannt hatte, daß die durch Polarlicht bewirkten magnetischen Perturbationen sich über Erdstrecken verbreiten, wo die Lichterscheinung des magnetischen Ungewitters nicht gesehen wird, verabredete er gleichzeitige stündliche Beobachtungen 1823 mit unserem gemeinschaftlichen Freunde Kupffer in Kasan, fast 47° östlich von Paris“ (Humboldt 1845–1862: 4, S. 173).

Adolph Theodor Kupffer erinnerte sich anlässlich seines Vortrages „Über magnetische und meteorologische Observatorien in Russland“, den er auf der Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte in Mainz im Jahre 1842 hielt, an den Beginn seiner Beschäftigung mit dem Erdmagnetismus: „Ich befand mich damals gerade in Paris, um Instrumente für ein in Kasan zu begründendes physicalisches Cabinet anzukaufen. Arago forderte mich auf, mich mit einer Gambey'schen Boussole für die täglichen Variationen der Abweichung zu versehen, um in Kasan correspondirende Beobachtungen über den besprochenen Gegenstand zu machen. Dies that ich denn auch, und so kamen die ersten correspondirenden Beobachtungen über die unregelmässigen Bewegungen der Magnetnadel an weit von einander entfernten Punkten zu Stande, und es wurde bewiesen, dass diese geheimnissvollen Bewegungen gleichzeitig an sehr entfernten Orten eintreten“ (Kupffer, A. T. 1842a, S. 72).

3.2.3. Der erste magnetische Pavillon in Russland: Kasan 1825

Gleich nach seiner Rückkehr von Paris nach Kasan im Jahre 1824 versuchte Kupffer, angeregt durch die Pariser Beobachtungen und Pläne, die Errichtung eines magnetischen Pavillons für erdmagnetische Messungen auf dem Gelände der Universität Kasan durchzusetzen. Im Jahre 1825 wurde von einem Universitätsarchitekten ein erster Entwurf für einen derartigen Pavillon vorgestellt. Dabei ist kaum daran zu zweifeln, dass dieser Entwurf an die Pariser Einrich-

tung angelehnt war. In der Tat war Kasan der zweite Ort nach Paris, an dem der Bau eines magnetischen Pavillons geplant und durchgeführt wurde.

Ein kolorierter Entwurf eines magnetischen Pavillons aus dem Jahre 1825 wird im Nationalarchiv der Republik Tatarstan in Kasan aufbewahrt. Es handelt sich wahrscheinlich um eine der frühesten Darstellungen eines magnetischen Pavillons überhaupt (Abb. 2). Schließlich sollte es im Jahre 1828 in Kasan gelingen, diesen Pavillon fertigzustellen (Kupffer, A. T. 1842a; Honigmann 1984, S. 73). Nachdem Kupffer in eben diesem Jahr 1828 einen Ruf nach St. Petersburg angenommen hatte, war es Simonov, der nunmehr entweder allein oder mit Helfern in Kasan magnetische Beobachtungen durchführte.

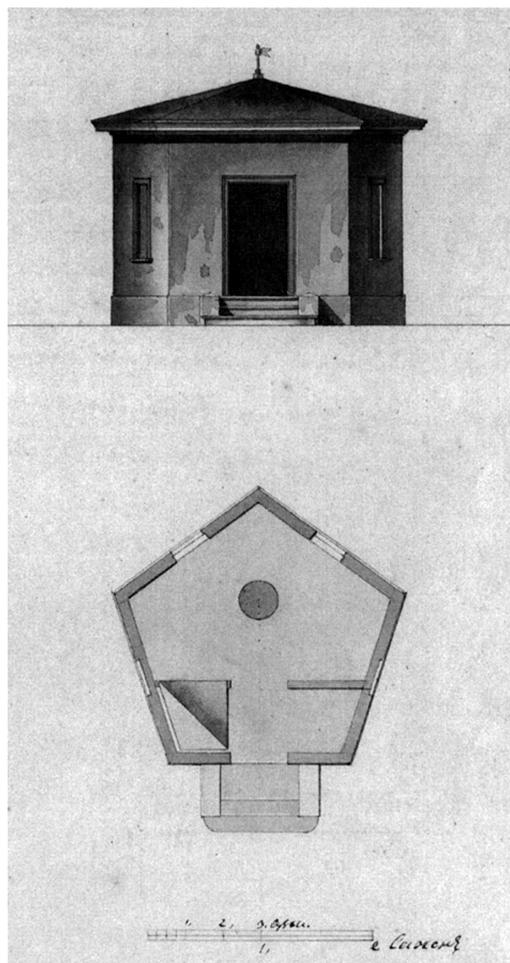


Abb. 2. Entwurf eines Pavillons für erdmagnetische Messungen in Kasan aus dem Jahre 1825

Nationalarchiv der Republik Tatarstan, Kasan, f. 977, op. FMF, № 141, 1. 4.

In St. Petersburg angekommen, gelang es Kupffer alsbald, die Errichtung einer weiteren festen Beobachtungsstation zu erreichen, und zwar hinter der Mauer der Peter-Paul-Festung, auf der Nordseite. Diese Station wurde 1830 in Betrieb genommen. Kurze Zeit danach folgte auch Nikolajew am Schwarzen Meer. Hier wurde an dem dortigen Marineobservatorium ein Magnetisches Observatorium eingerichtet. Dank seinem großen Engagement erreichte Kupffer schon wenige Jahre später, dass in St. Petersburg 1834 auf dem Gelände des Instituts des Korps der Bergingenieure⁶ ein neues Magnetisches Observatorium errichtet und mit neuen Instrumenten ausgestattet wurde.

3.2.4. Humboldts magnetischer Pavillon in Berlin: 1827

Im Herbst 1826 kam Humboldt nach Berlin, um seine endgültige Rückkehr dorthin vorzubereiten. Seine Reise ging über Göttingen, wo er sich am 28. September 1826 mit Gauß traf. Gemeinsam führten sie erdmagnetische Messungen durch (Gauß 1841a, § 27). Während seines Aufenthaltes in Berlin setzte Humboldt im Garten des Schlosses Bellevue bei Berlin seine erdmagnetischen Messungen fort, und zwar am 18. November zusammen mit dem Astronomen Johann Franz Encke und am 1. Dezember zusammen mit Encke und Paul Erman.⁷ Nach seiner endgültigen Rückkehr nach Berlin im Mai 1827 richtete Humboldt im Herbst 1827 nunmehr auch in Berlin einen magnetischen Pavillon ein, das sogenannte magnetische Häuschen. In dem Band der „Annalen der Physik und Chemie“ von 1829 findet sich eine von Humboldt selbst gegebene Beschreibung seines Magnethäuschens: „Der Berliner Apparat, [...] ist gegenwärtig in dem großen Garten des Stadtraths Mendelsohn-Bartholdy fast 400 Schritt von dem Wohnhause aufgestellt, in einem von Bäumen umgebenen Häuschen, welches nach der freundschaftlichen Anordnung des Geheimen Ober-Baurath [sic] Schinkel eigends dazu aus Backsteinen erbaut ist, ohne alles Eisen, mit Nägeln, Hespern und Schloß von rothem Kupfer. Der Besitzer des Gartens hat, mit dem in seiner Familie gleichsam erblichen Interesse für Wissenschaften und geistige Bestrebungen, mit der größten Bereitwilligkeit die kleine Anlage gestattet, und den Beobachtern jede erwünschte Bequemlichkeit verschafft“ (Humboldt 1829a, S. 333).

Als im September 1828 in Berlin die 7. Tagung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte stattfand, war Gauß Humboldts ganz persönlicher Gast. Auch hierbei wurden gemeinsam erdmagnetische Beobachtungen angestellt (Reich 2008). Während Humboldt der Meinung war, erst hier Gauß' Interesse am Erdmagnetismus geweckt zu haben, ließ Gauß Humboldt am 13. Juni 1833 wissen: „Daß die unbedeutenden Versuche, die ich vor 5 Jahren

6 Die aus der Bergschule hervorgegangene Einrichtung hieß ab 1834 Institut des Korps der Bergingenieure (Amburger 1966, S. 471).

7 Alexander von Humboldts Chronologie: <http://www.bbaw.de/bbaw/Forschung/Forschungsprojekte/avh/de/Blanko.2004-12-14.3730549301>.

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“ (Briefwechsel Humboldt–Gauß 1977, S. 46). Humboldt empfand dies als Kränkung und schrieb Gauß drei Jahre lang keine Briefe mehr. Gauß hatte aber Recht, denn tatsächlich lässt sich sein Interesse für den Erdmagnetismus bis in das Jahr 1803 hinein zurückverfolgen (Reich 2011b).

Mit Humboldts Wechsel nach Berlin 1827 und Kupffers Wechsel nach St. Petersburg 1828 wurde das internationale Beobachtungsnetz erweitert. Durch Humboldts Anregungen wurden nunmehr weltweit großangelegte und regelmäßig stattfindende synchrone Beobachtungen in Gang gesetzt. Beispielsweise wurden vom 19. bis zum 20. Dezember 1829 gleichzeitig in Berlin, Freiberg, St. Petersburg, Kasan und Marmato in Kolumbien alle 20 Minuten Beobachtungen durchgeführt (Humboldt 1829a).⁸ Dabei wurde nach Humboldts Terminen und Methoden gearbeitet. Humboldt rief in Berlin einen Magnetischen Verein ins Leben, der von 1829 bis 1834 Bestand haben sollte (Honigmann 1984). Am 20. Januar 1829 schrieb Humboldt an Heinrich Christian Schumacher, den er am 8. Mai 1827 in Altona besucht hatte: „Mein magnet[isches] Haus mit Gambey’s stünd[lichem] Var[iations]Instrument ist in voller Thätigkeit, correspondirend mit Paris, Freiberg (unter der Erde) und Casan mit Instrumenten desselben Meisters“ (Briefwechsel Humboldt–Schumacher 1979, S. 38).

3.2.5. Die magnetischen Beobachtungen von Christopher Hansteen und Georg Adolf Erman in Russland: 1828–1830

Die wissenschaftliche Erforschung Sibiriens setzte sich auch im 19. Jahrhundert fort. Dabei gewannen die erdmagnetischen Beobachtungen zunehmend an Bedeutung, da man dieses Phänomen auch zu Lande erforschen wollte. Anfang des 19. Jahrhundert hatten Sibirienreisen überhaupt Hochkonjunktur. Schon bevor Humboldt im Jahre 1829 seine große Russland- bzw. Sibirienreise antrat, hatten zwei Wissenschaftler eine Forschungsexpedition nach Sibirien angetreten, nämlich Christopher Hansteen in Begleitung von Christian Due und Georg Adolf Erman.

Christopher Hansteen

Der Norweger Christopher Hansteen hatte sich bereits als junger Wissenschaftler ganz und gar der Erforschung des Erdmagnetismus verschrieben (Geelmuyden 1884). In seinem 1819 erschienenen Werk „Untersuchungen

8 Honigmann macht darauf aufmerksam, dass bei einigen Aufzählungen die Ergebnisse von Paris fehlen (Honigmann 1984, S. 76).

über den Magnetismus der Erde“, das in der Gauß-Bibliothek vorhanden ist (Hansteen 1819; GB 856), vertrat er die These, dass es auf der Erde vier Magnetpole gebe, zwei auf der Südhalbkugel und zwei auf der Nordhalbkugel, wobei einer der beiden nördlichen Pole in Sibirien liegen müsse (Josefowicz 2002, S. 74–78). Friedrich Theodor Schuberts magnetische Beobachtungen, die dieser auf seiner Expedition bis an die Grenzen Chinas im Jahre 1805 angestellt hatte, schienen Hansteen dies zu bestätigen (Hansteen 1819, S. VIII). So war es für Hansteen ein großes Anliegen, sich selbst ein Bild zu machen. Im Jahre 1827 beschloss das norwegische Storting, die Volksvertretung, die Reisekosten für eine kleine Gruppe von Wissenschaftlern unter der Führung von Hansteen zu übernehmen. Am 24. Juli 1827 fragte der Berliner Physikprofessor Paul Erman bei Hansteen an, ob sein Sohn Georg Adolf als Assistent bei der Expedition mitwirken könne. Nachdem einer der Teilnehmer abgesagt hatte, konnte nunmehr der erst einundzwanzigjährige Georg Adolf Erman in die Reisegruppe eingegliedert werden. So reiste auch Erman auf Kosten des norwegischen Storting. Hansteen verließ mit seiner Gruppe am 19. Mai 1828 Christiania, wobei ein reiches Instrumentarium an physikalischen Apparaten mitgenommen wurde. Von russischer Seite hatte insbesondere der Finanzminister Georg von Cancrin dafür gesorgt, dass diese Expedition problemlos verlaufen konnte. Die Reise führte zunächst nach St. Petersburg, dann ging es über Jekaterinburg am Ural, Tobolsk am Irtytsch, Obdorsk am Ob nach Irkutsk an der Angara. Erman verließ die Reisegruppe Anfang Januar 1829 in Irkutsk. Der Weg der Hansteenschen Gruppe führte weiter nach Jenissejsk am Jenissej und weiter über Slatoust im mittleren Ural und Orenburg am Ural nach Astrachan, das an der Mündung der Wolga in das Kaspische Meer gelegen ist. Hansteens Reise endete in St. Petersburg, wo ihm von Kaiser Nikolaj I. und seiner Ehefrau Aleksandra Fëdorovna eine Audienz gewährt wurde. Daraufhin kehrte Hansteen nach Christiania zurück, wo er im Juni 1830 eintraf. Kurz davor, am 28. April/10. Mai 1830, war er zum Ehrenmitglied der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg gewählt worden.

Erste wissenschaftliche Ergebnisse veröffentlichte Hansteen in den Jahren von 1829 bis 1831 in den „Annalen der Physik und Chemie“, in den „Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Pétersbourg“ und in den „Astronomischen Nachrichten“. Eine Beschreibung seiner Reise publizierte Hansteen zunächst in Teilstücken in einem norwegischen Volkskalender als sogenannten historischen Teil. Erst im Jahre 1854 erschien eine deutsche Übersetzung des gesamten Reiseberichts (Hansteen 1854). Die wissenschaftlichen Resultate wurden zunächst in mehreren Fachzeitschriften veröffentlicht, bevor sie 1863 als Ganzes unter dem Titel „Resultate magnetischer, astronomischer und meteorologischer Beobachtungen auf einer Reise nach dem östlichen Sibirien“ vorgestellt wurden (Hansteen/Due 1863). Inzwischen hatte Hansteen seine Ergebnisse auf die neuen Gaußschen Maßeinheiten umgerechnet.

Ziel von Hansteens Sibirienreise waren in erster Linie magnetische Messungen gewesen, doch damit einher gegangen waren auch astronomische und meteorologische Beobachtungen, wie sich aus Hansteens Publikation von 1863 ergibt. Es war wohl Gauß, der sich zuerst brieflich an Hansteen wandte. Dies kann man dem ersten Brief Hansteens an Gauß entnehmen, der das Datum 4. April 1832 trägt. Dies geschah also etwa in der Zeit, als Gauß' bahnbrechende Arbeit „*Intensitas vis magneticae terrestri ad mensuram absolutam revocata*“ entstand (Gauß 1833; Gauß 1841a). Insgesamt sind 11 Briefe von Hansteen an Gauß überliefert sowie 6 Briefe von Gauß an Hansteen, und zwar aus dem Zeitraum von 1832 bis 1854.⁹ Seinen letzten Brief vom 7. Juli 1854 richtete Gauß an seinen „Hochverehrten Freund“, eine Anrede, die er nur selten gebrauchte: „Ihr geehrtes noch aus den letzten Tagen des vorigen Jahres herstammendes Schreiben hat manche zum Theil wehmüthige Empfindungen in mir anklingen gemacht. Gern hätte ich Ihre interessanten magnetischen Mittheilungen mit ähnlichem erwiedert. Aber Inclinationsbeobachtungen hatte ich selbst seit 1842 nicht wieder angestellt, und magnetische Beobachtungen überhaupt werden seit Goldschmidts Tode¹⁰ bei hiesiger Sternwarte nur in beschränkterm Maasse ausgeführt.“¹¹ Auch berichtete Gauß von gesundheitlichen Problemen, er sollte einige Monate später, am 23. Februar 1855, sterben. In dem Briefwechsel Gauß-Hansteens spielt der Erdmagnetismus die wichtigste Rolle, die Briefe sind es wert, veröffentlicht zu werden. Hansteen und Gauß kannten sich auch persönlich. Mindestens einmal hat Hansteen Gauß in Göttingen einen Besuch abgestattet, und zwar in der Zeitspanne von Ende August bis Anfang September 1839 (Briefwechsel Gauß–Schumacher 1861: 3, S. 235, 268). Vom 28. August bis zum 10. September machte Hansteen in Göttingen erdmagnetische Beobachtungen, die später in den „Resultaten aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“ veröffentlicht wurden (Hansteen 1841). Seine Daten sowie auch die Daten von zwei weiteren Beiträgen zum Erdmagnetismus hatte Hansteen Gauß am 22. Juli 1841 zukommen lassen.¹²

Dank einem Hinweis in einem Brief, den Kupffer am 28. Juli/9. August 1839 während seines Besuches in Göttingen dem General Čevkin geschrieben hat, kann man vermuten, dass Hansteen bei seinem Aufenthalt in Göttingen bei dem Instrumentenhersteller Meyerstein ein Gaußsches Magnetometer bestellt hatte: „L'instrument Nr. 2 est celui dont je vous ai dit, que l'acquisition devrait être nécessaire. Je n'en ai trouvé qu'un ici, qui était commandé par un astronome allemand dont j'ai oublié le nom“ (Rykačev 1900, S. 49*). Bei dem

9 SUB Göttingen, Gauß, Briefe A: Hansteen, Nr. 1–11 und Gauß, Briefe B: Hansteen, Nr. 1–6. Der Brief von Gauß an Hansteen vom 29. Mai 1832 ist veröffentlicht worden (Gauß-Werke: 12, S. 138–144).

10 Benjamin Goldschmidt war 1851 gestorben.

11 Dieser Brief ist eine Abschrift.

12 SUB Göttingen, Gauß, Briefe A: Hansteen, Brief Nr. 8. Veröffentlicht in: Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre 1840. Göttingen 1841, S. 59–63, 99–112, 113–118.

Instrument Nr. 2 handelt es sich um das von Gauß und Weber gerade erfundene Bifilarmagnetometer (Rykačev 1900, S. 48*). Wahrscheinlich meinte Kupffer Hansteen, den er für einen deutschen Astronomen hielt.

Hansteen veröffentlichte nicht nur die oben erwähnten, sondern auch noch eine weitere Arbeit in Gauß' und Webers Zeitschrift „Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“, und zwar im Jahre 1843. In der Gauß-Bibliothek befindet sich auch Hansteens „Beschreibung und Lage der Universitäts-Sternwarte in Christiania“, die folgende Widmung enthält: „[---] als ein Zeichen der Hochachtung vom Herausgeber“. Die erste Zeile dieser Widmung ist leider wegen Papierverlustes verlorengegangen (Hansteen 1849; GB 855).

Georg Adolf Erman

Georg Adolf Erman hatte an der Universität Berlin studiert und war dort bei dem Mathematiker Enno Heeren Dirksen im Jahre 1823 promoviert worden. Dirksen war ein Schüler von Gauß. Er hatte von 1817 bis 1820 an der Universität Göttingen studiert und wirkte danach an der Universität Berlin; 1824 wurde er dort Ordentlicher Professor für Mathematik.

Erman und Hansteen lernten sich im Jahre 1825 in Berlin persönlich kennen (Kretschmar 1966, S. 65). Von besonderer Bedeutung für den jungen Erman war im Jahre 1827 ein Studienaufenthalt bei dem Astronomen Friedrich Wilhelm Bessel in Königsberg (ebenda, S. 21–22), der Erman auch bei der Auswahl geeigneter astronomischer und magnetometrischer Instrumente für die Reise nach Russland beriet. In Berlin erhielt der junge Erman Unterstützung für seine Sibirienreise auch durch Alexander von Humboldt, der ihm ein Empfehlungsschreiben an den russischen Finanzminister Georg von Cancrin mitgab (ebenda, S. 89). Zusammen mit Hansteens Gruppe reiste Erman bis Irkutsk, wo er sich dann aber verabschiedete, um eigene Wege zu gehen. Seine Reise führte weiter nach Kjachta, Jakutsk, Ochotsk sowie nach Kamtschatka. Von dort reiste er über Sitka in Alaska nach Kalifornien; per Schiff ging es durch die Südsee über Rio de Janeiro nach Portsmouth, durch die Nord- und die Ostsee nach Kronstadt und von dort zurück nach Berlin, wo er 1830 ankam.

Mit seiner Reise verfolgte Erman folgende wissenschaftliche Ziele: astronomische Ortsbestimmungen, magnetische, meteorologische und geognostische Beobachtungen sowie die Sammlung zoologischer und botanischer Objekte. Was die magnetischen Beobachtungen anbelangt, so ging es um „die Bestimmungen der Abweichung mittels des tragbaren Passage-Instruments, der Neigung und Intensität der magnetischen Kraft längs einer zwischen 67° Nördlicher und 60° Südlicher Breite gelegenen und sämtliche Meridiane der Erde durchschneidenden Linie, so wie der täglichen Veränderungen welche diese Erscheinungen an verschiednen Orten erleiden“ (Erman 1833–1848: 1,1, S. XI–XV, hier S. XIV). Einen ersten Bericht über seine erdmagnetischen

Beobachtungen veröffentlichte Erman bereits 1831 unter dem Titel „Ueber die Gestalt der isogonischen, isoklinischen und isodynamischen Linien im Jahre 1829, und die Anwendbarkeit dieser eingebildeten Curven für die Theorie des Erdmagnetismus“. Dieser Bericht wurde um eine Karte ergänzt (Erman 1831).

Ermans gesamter Reisebericht „Reise um die Erde durch Nord-Asien und die beiden Oceane in den Jahren 1828, 1829 und 1830“, der von 1833 bis 1848 gedruckt wurde, besteht aus insgesamt sechs Bänden, drei Bänden mit dem „Historischen Bericht“, zwei Bänden mit „Physikalischen Beobachtungen“ und einem Atlasband. Im zweiten Band des „Historischen Berichts“ kommt Erman auf seinen Aufenthalt in Jakutsk im April 1829 zu sprechen (Erman 1833–1848: 1,2, S. 248–303). Er war dort nämlich mit dem damals berühmten und beliebten Schriftsteller Aleksandr Aleksandrovič Bestužev-Marlinskij zusammengetroffen, der nach dem Dekabristenaufstand von 1825 erst zum Tode verurteilt, schließlich aber nach Jakutsk verbannt worden war. Erman berichtet in seiner „Reise um die Erde“: „Eines Abends, wo viele Jakuten meinen astronomischen Beobachtungen zusahen, überraschten mich in der Finsternis französische Worte und die Frage eines Mannes, ob wir uns sehen wollten, obgleich er Bestújew heiße? Ich beseitigte seinen Zweifel mit dem Sprichworte der Kosacken, daß zwar die Berge stehen, alle Menschen aber mit einander umgehen sollten, und erfreute mich darauf in meiner einsamen Wohnung eines ergreifenden Gespräches.“ Dann folgt eine längere Darstellung von Bestuževs Schicksal, dessen dennoch positiver Geisteshaltung und nach wie vor liberaler Gesinnung, für die Erman durchaus Verständnis zeigte (ebenda, S. 269–275; siehe auch Kretschmar 1966, S. 93–95). Mit einer solchen verständnisvollen Einstellung gegenüber einem Dekabristen hatte Erman keinerlei Chance, Mitglied der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg zu werden oder eine russische Auszeichnung für seine Verdienste zu erhalten (Kretschmar 1966, S. 34–37). Gauß kannte übrigens diese Stelle über Bestužev in Ermans Bericht, denn in Gauß' Exemplar der „Gesamtausgabe der Werke A. Marlinskij's“ (GB 530) findet sich eine entsprechende Anmerkung von Gauß mit Bleistift: „Erman war in Jakutsk 1829 Apr 9–20 Ostern nach Altem Kalender war $\frac{26}{14}$ April“ (Lehfeldt 2011, S. 315, Nr. 15).

Die wissenschaftlichen Ergebnisse Ermans waren laut seiner „Reise um die Erde“ sowohl den „Ortsbestimmungen und Declinationsbeobachtungen auf festem Lande“ als auch den „Inclinationen und Intensitäten“ sowie den „Declinationsbeobachtungen auf der See“ gewidmet. Er untersuchte auch „Periodische Declinationsveränderungen“ (Bände 2,1 und 2,2). Im Vorwort zu Band 2,2 ließ Erman seine Leser wissen: „Von den Inclinationen und Intensitäten welche, durch vorläufige und nur angenäherte Reductionen, aus diesen Beobachtungen folgten, habe ich im September 1837 eine Abschrift an Herrn Major Sabine mitgetheilt und bald darauf eine andere an Herrn Hofrath Gauß. Nach diesen Zahlen-Angaben sind aber dann, für Nord-Asien und für die Nord- und Süd-Hälfte des Großen- und des Atlantischen Oceans, die magnetischen Karten gezeichnet worden, durch welche der Unsterbliche Erfinder der

Theorie des Erdmagnetismus die Wirklichkeit der einzigen Hypothese welche dieselbe involvirte erwiesen, und die 24 Constanten bestimmt hat, welche die abstrakte Theorie zu einer naturgemäß spezialisirten gemacht haben. Auch sind später, bei einer vorläufigen Vergleichung von 273 nach den Gauß'schen Formeln berechneten Werthen mit beobachteten, von jenen angenäherten Angaben meiner Resultate bereits mehrere gedruckt worden“ (Erman 1833–1848: 2,2, S. V–VI). Leider lässt sich im Gauß-Nachlass die von Erman erwähnte Abschrift von Beobachtungsdaten von 1837 nicht mehr finden. In der Gauß-Bibliothek befinden sich aber der Band 1,3 des „Historischen Berichts“, der mit einer Widmung „Herrn Geh. Hofrath C. F. Gauss, der Verf.“ versehen ist, sowie die Bände 2,1 und 2,2 des wissenschaftlichen Teils. Alle drei Bände stehen unter der Signatur GB 75. Es ist denkbar, dass Gauß, als er den 1841 veröffentlichten Band 2,2 erhielt, die von Erman geschickte Abschrift nicht länger aufbewahrt hat.

Seit 1836 stand Erman in Briefwechsel mit Gauß; der letzte Brief trägt das Datum 5. Oktober 1851.¹³ Erhalten sind lediglich die Briefe von Erman an Gauß. In ihnen geht es fast ausschließlich um Erdmagnetismus. Erman berichtete Gauß im Detail über seine vor allem während der Russlandreise angestellten Beobachtungen sowie über seine diesbezüglichen Forschungsergebnisse. Auch diese Briefe warten noch auf ihre Publikation. Gauß übernahm zahlreiche Beobachtungsdaten von Erman, wenn auch diese nicht zur Gänze berücksichtigt werden konnten. So schrieb Gauß am 14. Januar 1839 an Schumacher: „Ich habe von etwa einem halben hundert Oertern die vollständigen magnetischen Elemente (Declination, Inclination und Intensität zugleich) zusammenbringen können. Ich hätte die Anzahl vielleicht verdoppeln können aus Erman's Sibirischen Bestimmungen, aus denen schon ziemlich viele unter jener Anzahl sind; allein es nützt mir nichts, aus Einer Gegend ein Uebermaass aufzunehmen“ (Briefwechsel Gauß–Schumacher 1861: 3, S. 220).

Erman und Gauß kannten sich auch persönlich. Am 19. Juni 1842 hatte Erman zusammen mit Bessel Gauß in Göttingen besucht (Briefwechsel Gauß–Schumacher 1862: 4, S. 76). Bessel war inzwischen Ermans Schwiegervater geworden, nachdem dieser 1834 Marie Bessel geheiratet hatte.

Im Jahre 1839 wurde Gauß' „Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus“ veröffentlicht. Erman schätzte diese Arbeit als einen „epochischen Zuwachs der Naturwissenschaften“, wie es in seiner 1874 erschienenen Arbeit „Grundlagen der Gaussischen Theorie und der Erscheinungen des Erdmagnetismus im Jahre 1829“ heißt (Erman/Petersen 1874, S. 1). In „Berghaus' Physikalischem Atlas“ erschien im Jahre 1841 die Karte der beobachteten Werte der Declination, die Erman auf Grund der von 1827 bis 1831 durchgeführten Beobachtungen zusammengestellt hatte (Abb. 3). Auf der Grundlage der Theorie des Erdmagnetismus von Gauß gelang es Erman, aus seinen 1829 gewonnenen Beobachtungen eine neue Karte für die berechneten Werte der Inklination,

13 SUB Göttingen, Gauß, Briefe A: Erman, A., Nr. 1–12.

der Deklination und der Intensität abzuleiten. Auf diesen Karten wurden ebenfalls die isoklinischen, die isogonischen und die isodynamischen Linien eingetragen. Diese Karten wurden allerdings erst im Jahre 1874 publiziert, 19 Jahre nach Gauß' Tod.

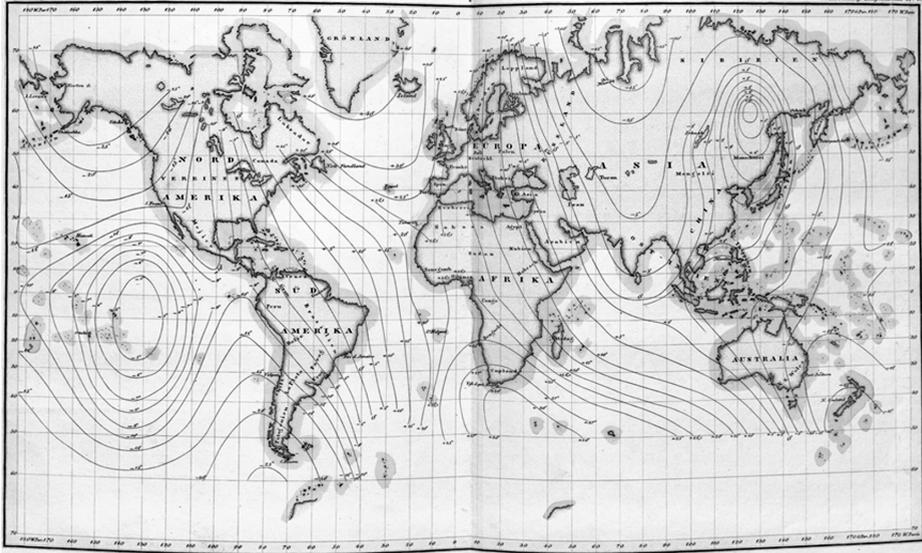


Abb. 3. „Karte für die in den Jahren 1827–1831 beobachteten Werthe der Declination“
von Georg Adolf Erman, Gotha 1841

Aus Berghaus' Physikalischem Atlas, Gotha 1845.

Exemplar der Bibliothek Mathematik und Geschichte der Naturwissenschaften,
Universität Hamburg.

3.2.6. Humboldts magnetische Messungen während seiner Russlandreise: 1829

Am 19. April/1. Mai 1829 kam Humboldt in der russischen Hauptstadt an, wo er zunächst bis zum 8./20. Mai blieb. Dort schlug er der Akademie der Wissenschaften vor, in St. Petersburg ein magnetisches Observatorium zu errichten, wobei sein in Berlin befindlicher magnetischer Pavillon als Vorbild dienen sollte (Kupffer, A. T. 1830, S. 91). Ein Jahr später schrieb Humboldt: „Auf meinen Antrag hat die Kaiserl[iche] Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg ein magnetisches Haus für den trefflichen Physiker Hrn. Prof. Kupffer bauen lassen“ (Dove/Humboldt 1830, S. 359–360). An Ort und Stelle sprach Humboldt mit Adolph Theodor Kupffer über die Fortsetzung von synchronen, in der damaligen Terminologie korrespondierenden Beobachtungen. Es sollte nicht nur in Berlin, Freiberg, Paris und Kasan, sondern auch in St. Petersburg und Nikolajew beobachtet werden, und zwar an den folgenden Ter-

minen: 8. Juli, 5. August, 1. Oktober und 19. Dezember 1829 (ebenda, S. 364). Die Beobachtungen in St. Petersburg wurden zunächst im Physikalischen Kabinett der Akademie der Wissenschaften durchgeführt (ebenda, S. 363).¹⁴ Diesen Beobachtungen widmete Kupffer in seinem Bericht über die Expedition in den Kaukasus besondere Aufmerksamkeit (Kupffer, A. T. 1830, S. 90–101, 102–109).

Humboldt und Kupffer besprachen in St. Petersburg auch die Veränderung der magnetischen Kraft mit zunehmender Höhe, die Humboldt unter anderem schon bei seiner Besteigung des Chimborazo in Ecuador,¹⁵ der damals als der höchste Berg der Erde galt, aufgefallen war. Dieses Phänomen erforderte noch weitere Untersuchungen. Bald darauf reiste Kupffer mit einer wissenschaftlichen Expedition in den Kaukasus. Diese Expedition war von der Akademie der Wissenschaften organisiert und von Kaiser Nikolaj I. finanziert worden. Eines der Ziele war die Besteigung des Elbrus, des höchsten Berges im Kaukasus. Schließlich sollten die von Kupffer auf Grund von Humboldts Anregung angestellten Messungen die wichtige, von Humboldt vermutete Gesetzmäßigkeit eindeutig beweisen: mit zunehmender Höhe nimmt die erdmagnetische Kraft ab. Das wurde in Kupffers Bericht über die Expedition „Voyage dans les environs du mont Elbrouz dans le Caucase“ festgehalten (Kupffer, A. T. 1830, S. 68–90). Nach Beendigung von Humboldts Sibirienreise und von Kupffers Kaukasusexpedition trafen sich die beiden Gelehrten im Spätherbst in St. Petersburg wieder.

Es nimmt nicht Wunder, dass die erdmagnetischen Beobachtungen ein wichtiger und umfangreicher Bestandteil von Humboldts Reise durch Russland im Jahre 1829 waren. Diese Reise stand unter der Schirmherrschaft von Kaiser Nikolaj I., der für sie auch die Kosten trug.¹⁶ Am 26. Oktober/7. November 1829 hielt Humboldt auf Einladung der Kaiserlichen Gesellschaft der Naturforscher zu Moskau im Konferenzsaal der Moskauer Universität einen Vortrag, und zwar über seine Inklinationsbeobachtungen während der Reise. Dieser Vortrag erschien noch im selben Jahr im „Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou“ (Humboldt 1829c).

Einer von Humboldts Reisebegleitern, der Berliner Mineraloge Gustav Rose, dokumentierte in seinem 1837 erschienenen Reisebericht (Rose 1837) zahlreiche magnetische Messungen, die von Humboldt durchgeführt worden waren. Die magnetische Messung in Kasan beschrieb Gustav Rose beispiels-

14 In der Veröffentlichung von Dove ist angegeben, dass die Beobachtungen in St. Petersburg von „Kupffer, Tarkhanoff und Fuß“, in Kasan „in einem besonders dazu erbauten Pavillon von Simonoff und Schestakoff“, in Nikolajew „in einem Zelt nahe der Sternwarte von Lenz, Knorre und Jaskewitz“ durchgeführt wurden (Dove/Humboldt 1830, S. 363).

15 Am 23.6.1802.

16 Nikolaj I. war mit der Prinzessin Friederike Luise Charlotte Wilhelmine verheiratet, der ältesten Tochter König Friedrich Wilhelms III. von Preußen, dessen Kammerherr Humboldt seit 1827 war.

weise mit folgenden Worten: „Herr von Humboldt benutzte den Vormittag um die Inklination der Magnetnadel in Kasan zu bestimmen [...]. Er beobachtete sie im Beisein des Hrn. Curators von Mussin-Puschkin und des Hrn. Soimonoff [sic, Simonov], und erhielt bei dieser Gelegenheit von dem erstern das Versprechen, dass in Kasan ein eigenes magnetisches Observatorium erbaut werden sollte.“ Rose betont in seinem Bericht, dass die Ergebnisse, die Arago in Paris und Kupffer in Kasan bei gleichzeitig durchgeführten Beobachtungen der Perturbationen des täglichen Ganges der Magnetnadel erlangt hatten, „zu der Erbauung so vieler magnetischer Häuser Veranlassung gegeben haben, welche auf Veranlassung des Hrn. v. Humboldt seit 1828 in Europa und Nord-Asien gegründet worden sind“ (Rose 1837, S. 106–107).

Humboldt selbst veröffentlichte seine Ergebnisse mehrfach in den Jahren von 1829 bis 1831 (Humboldt 1829c, 1830a, 1830b, 1831) und auch später noch. In seiner „Asie Centrale“ erschien eine tabellarische Zusammenstellung aller während der Reise angestellten Messungen, in der 27 Orte, einschließlich Berlin, Königsberg und Sandkrug bei Memel, genannt sind (Humboldt 1843: 3, zwischen S. 440–441). Hier folgt eine chronologische Zusammenstellung von Humboldts magnetischen Beobachtungen im Jahre 1829 gemäß der „Chronologie der russisch-sibirischen Reise“ (Briefwechsel Humboldt-Russland 2009, S. 45–52). Wie diese Zusammenstellung zeigt, hatte Humboldt in Russland an insgesamt 24 Orten Messungen ausgeführt:

Datum ¹⁷	Ort
8. Juni 1829	Kasan ¹⁸
20. Juni	Goldgrube von „Berezowskij“
30. Juni	Nishnij Tagil
1. Juli	Berg Blagodat' bei Kuschwa ¹⁹
2. Juli	Hüttenwerk in Nishnjaja Tura
15. Juli	Jekaterinburg
23. Juli	Tobolsk
2. – 4. August	Barnaul
8. August	Smejtinogorsk
20. August	Ust-Kamenogorsk
27. August	Omsk
30. August	Festung Petropawlowsk
6. September	Miass
9. September	Slatoust
12. September	Kyschtym
25. September	Orenburg

17 Datum nach dem Gregorianischen Kalender.

18 Die Messungen in Kasan führte Humboldt am 27.5./8.6.1829 gemeinsam mit Simonov und Lobačevskij durch.

19 Russ. Гора Благодать = Gnadenberg.

28. September	Uralsk
4. Oktober	Saratow
9. Oktober	Sarepta ²⁰
15. Oktober	Insel „Birjuč’ja kosa“ in einem Wolga-Mündungsarm
20. Oktober	Astrachan
29. Oktober	Woronesh
6. November	Moskau ²¹
6. Dezember	St. Petersburg ²²

Von Gauß wurden in seiner 1838 entstandenen „Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus“ mehrere magnetischen Messungen erwähnt, die Humboldt 1829 in Russland vorgenommen hatte (Gauß 1839, S. 155–156). Jedoch beruhte die Bedeutung von Humboldts erdmagnetischen Beobachtungen während seiner Russlandreise nicht allein darauf, dass seine Ergebnisse später von Gauß verwendet wurden. Dank dem ausgezeichneten wissenschaftlichen Ruf Humboldts und seinen diplomatischen Fähigkeiten wurden sowohl weitere russische Gelehrte als auch die russische Regierung auf die Wichtigkeit der Erforschung des Erdmagnetismus aufmerksam. Dies förderte letztlich den Aufbau eines Netzes von magnetischen Beobachtungsstationen in Russland und die Beteiligung des Landes an der internationalen Zusammenarbeit auf diesem Gebiet. Kupffer würdigte in seinem Vortrag im Jahre 1842 in Mainz Humboldts Engagement mit folgenden Worten: „Bald darauf bildete sich durch die unermüdlige Thätigkeit und den Einfluss Alex. v. Humboldts, dessen Name einen so erhabenen Platz in allen Zweigen der Physik der Erde einnimmt, ein Verein von Beobachtern, die es sich zur Aufgabe machten, an bestimmten Tagen des Jahres correspondirende Beobachtungen über die Variationen der Abweichung zu machen, und da sich Alex. v. Humboldt bald darauf, einer Einladung unseres Ministers der Finanzen, des Grafen Cancrin folgend, nach Russland begab, so forderte er die Petersburger Academie der Wissenschaften auf, dem deutschen Vereine beizutreten.“²³ Alle Vorbereitungen waren bereits getroffen; in Kasan war eben ein magnetischer Pavillon erbaut worden; die

20 Glaubensbrüder aus Herrnhut in der Oberlausitz übersiedelten im Jahre 1765 nach Südrussland und gründeten dort am Wolga-Ufer den Ort Sarepta, der sich später zu einer eigenständigen Stadt entwickelte.

21 Im Garten von Peter Eduard Einbrodt in der Nähe von Moskau. Einbrodt hatte an der Universität Moskau Anatomie studiert und wurde dort 1829 Außerordentlicher Professor. Im Jahre 1832 wurde er Nachfolger des berühmten Justus Christian Loder, der Leibarzt des Kaisers Alexander I. gewesen war und an der Universität Moskau lehrte. Bereits in seiner Jugend hatte der in Riga geborene Loder den dritten Teil der 1772 erschienenen „Lettres à une princesse d’Allemagne“ von Leonhard Euler (Euler 1768/72) ins Deutsche übersetzt. Humboldt war mit Loder gut bekannt, die beiden verbanden gemeinsame wissenschaftliche Interessen.

22 Im Botanischen Garten auf der Apothekerinsel zusammen mit A. T. Kupffer.

23 Gemeint ist der 1829 von Humboldt in Berlin gegründete Magnetische Verein (vgl. Honigmann 1984).

Petersburger Academie, in deren Mitte ich in der Zwischenzeit versetzt worden war, hatte bereits meine Vorschläge in Betreff des Baues eines magnetischen Pavillons in St. Petersburg genehmigt, und es war nur noch die Erlaubnis der Regierung zur Verwendung der nöthigen Summen einzuholen; Alex. v. Humboldts Einfluss beschleunigte nicht nur die eingeleiteten Verhandlungen, sondern machte auch, dass neue Beobachtungspunkte hinzukamen, in Nicolaïff, Sitka, Catharinenburg, Barnaul und Nertschinsk“ (Kupffer, A. T. 1842a, S. 72–73).

3.2.7. Bergbesteigungen und magnetische Messungen in Russland

Alexander von Humboldt hatte mit seiner Besteigung hoher Berge in Süd- und in Mittelamerika neue Maßstäbe gesetzt, vor allem mit der Besteigung des ruhenden Vulkans Chimborazo (6.310/6.267 m) am 23. Juni 1802, auch wenn der Gipfel nicht ganz erreicht worden war. Die Bergbesteigungen während Humboldts Amerikanischer Reise von 1799 bis 1804 sowie seine Bergwanderungen und -besteigungen in den Alpen, in den Pyrenäen, aber auch im Fichtel- und im Erzgebirge sowie anderswo wurden mit wissenschaftlichen Zielsetzungen unternommen. Es wurden wissenschaftliche Instrumente mitgenommen und mannigfache Messungen von Temperatur, Luftdruck usw. durchgeführt. Ferner wurden zahlreiche Beobachtungen zur Tier- und zur Pflanzenwelt, über Mineralogie, Wetter usw. angestellt und dokumentiert. Berge mit über 5.000 m Höhe gibt es in den Alpen (höchster Gipfel Mont Blanc 4.810 m) und in den Pyrenäen (Pico de Aneto 3.404 m) nicht, wohl aber im Kaukasus mit dem erloschenen Vulkan Elbrus als höchstem Gipfel (5.642 m). Die Interessen der Naturforscher waren auch auf den siebthöchsten Berg des Kaukasus, den Kasbek (5.047 m), sowie auf den Berg Ararat (5.137 m) im Armenischen Hochland gerichtet. Beide sind ebenfalls erloschene Vulkane.

Humboldt war mit Sicherheit das Vorbild, als die Dorpater Physiker Moritz von Engelhardt und Friedrich Parrot im September 1811 während einer Expedition ins südliche Russland den Fünftausender Kasbek im zentralen Kaukasus zu besteigen versuchten. Für die Wissenschaftler standen bei dieser gesamten Expedition physikalische Messungen und Beobachtungen der Mineralien sowie der Tier- und der Pflanzenwelt im Vordergrund. Schließlich veröffentlichten sie ein Bergprofil (Engelhardt/Parrot 1815), in dem die Vegetationsstufen des Elbrus und des Kasbek, nach Höhenlagen gegliedert, dargestellt waren (Abb. 61). Diese Darstellung der kaukasischen Pflanzenwelt war ganz an Humboldts berühmtes „Naturgemälde der Anden“ angelehnt (Engelhardt/Parrot 1815; siehe S. 572–573).

Die Prüfung der Frage nach der Veränderung der magnetischen Erdkraft in verschiedenen Höhen war schwierig, weil in den Bergen die magnetischen Eigenschaften verschiedener Gesteinsarten die Zuverlässigkeit der Messergebnisse beeinträchtigen (Balmer 1956, S. 203–205). Jedoch hatte Humboldt schon bei den Bergbesteigungen in Süd- und in Mittelamerika als einer der

ersten Forscher die Vermutung geäußert, dass die magnetische Erdkraft mit der Höhe abnehme. Dank Humboldts wissenschaftlichen Veröffentlichungen im Zusammenhang mit seiner Amerikanischen Reise wurden seine Ansichten über dieses Problem bekannt und von mehreren Wissenschaftlern überprüft. Die Ergebnisse waren zunächst widersprüchlich. Im „Kosmos“ behandelt Humboldt diese Frage: „Nimmt die Intensität der Erdkraft in uns erreichbaren Höhen bemerkbar ab? [...] Meine eigenen Gebirgs-Beobachtungen zwischen den Jahren 1799 und 1806 haben mir die Abnahme der Erdkraft mit der Höhe im ganzen wahrscheinlich gemacht, wenn gleich (aus den oben angeführten Störungs-Ursachen) mehrere Resultate dieser vermutheten Abnahme widersprechen“ (Humboldt 1845–1862: 4, S. 93–94). Um diese Annahme zu überprüfen, wurden bei weiteren Bergexpeditionen nunmehr ebenfalls magnetische Instrumente eingesetzt.

Bei seinen Messungen im Jahre 1829 im Kaukasus hatte Kupffer die Abnahme der magnetischen Intensität mit zunehmender Höhe deutlich festgestellt (Kupffer, A. T. 1830, S. 68–90; Balmer 1956, S. 205). In demselben Jahr 1829 bestieg Friedrich Parrot, Professor für Physik in Dorpat, den legendären Berg Ararat im Armenischen Hochland. Auch Parrot war mit magnetischen Instrumenten ausgerüstet. Die Ergebnisse dieser Reise veröffentlichte Parrot erst 1834 in seinem in Berlin erschienenen Werk „Reise zum Ararat“ (Parrot, F. 1834a: 2, S. 4–5, 53–65), das ein Kapitel „Magnetische Beobachtungen“ enthält (siehe S. 574–576). In seinem „Kosmos“ bestätigte Humboldt, dass Kupffer im Kaukasus sowie andere Wissenschaftler in vielen Teilen von Europa, zum Beispiel auf dem Canigou in den Pyrenäen, auf dem Faulhorn und nahe dem Gipfel des Mont Blanc in den Alpen, „die mit der Höhe abnehmende Intensität des Magnetismus bemerkt“ hätten (Humboldt 1845–1862: 4, S. 95).

3.2.8. Georg Fuß' und Alexander Bunes Reise nach Sibirien und China: 1830–1832

Wahrscheinlich hatte bereits Paul Schilling von Canstadt anlässlich seiner Reise in die Mongolei und nach China während der Jahre 1830 bis 1832 auch erdmagnetische Messungen vorgenommen, denn er ließ in Nertschinsk sein magnetisches Beobachtungsinstrument zurück (Fuß, G. 1838, S. 102–103). Schilling war mit Alexander von Humboldt gut bekannt, den er noch von München und Paris her kannte. Auch im Jahre 1829 hatte sich Schilling mehrmals mit Humboldt in St. Petersburg getroffen. Darüber hinaus ist auch belegt, dass Schilling im Besitz einer Gambeyschen Bussole gewesen ist und Messungen der magnetischen Inklination angestellt hat. Doch hauptsächlich war Schillings Reise dem Aufspüren von tibetischen, mongolischen, chinesischen und mandschurischen Handschriften gewidmet (siehe S. 605–606).

Gleichzeitig mit Schillings Expedition finanzierte die Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg eine weitere Reise, die Georg Fuß und Alexander Bunge von 1830 bis 1832 unternahmen. Der Astronom Georg Fuß war ein jüngerer Bruder des Ständigen Sekretärs der Akademie, Paul Heinrich Fuß, und ein Urenkel von Leonhard Euler. Der in Kiew geborene Mediziner und Botaniker Bunge hatte in Dorpat studiert und war vor Antritt der Expedition als Arzt in Barnaul und im Gebiet der Kolyma tätig gewesen. Im Jahre 1829 hatte er in Barnaul mit Alexander von Humboldt Bekanntschaft geschlossen, der damals diese Gegend bereiste (ADB: 47, S. 363). Auf eine Empfehlung Humboldts erhielt Bunge die Weisung, sich der russischen Geistlichen Mission nach Peking als Arzt anzuschließen,²⁴ der er auch nachkam.

Zu den wichtigen Aufgaben der wissenschaftlichen Reise, die Fuß und Bunge durch Sibirien nach China führte, zählten geographische Beobachtungen mit einem Passageninstrument und mit einem Sextanten, Beobachtungen, bei denen die Abweichung, die Neigung und die Intensität des Erdmagnetismus bestimmt werden sollten, sowie orognostische,²⁵ barometrische und thermometrische Beobachtungen (Fuß, G. 1838, S. 61). Die instrumentelle Ausstattung der Expedition war vorzüglich. Für die magnetischen Messungen führte man ein Inklinatorium mit zwei Nadeln und ein Deklinatorium mit sich, wobei beide Instrumente aus der Werkstatt von Gambey in Paris stammten. Dazu kam noch eine kleine Boussole, die nach Bessels Rat am Passageninstrument angebracht war. Fuß kannte die Ergebnisse der Beobachtungen von Johann Georg Gmelin, die dieser um 1735 während der Zweiten Kamtschatkaexpedition²⁶ gewonnen hatte, sowie die von Christopher Hansteen erst kurz vorher in Sibirien ermittelten Messdaten (Fuß, G. 1838, S. 95, 97).

Die Expedition von Fuß und Bunge begann in Wladimir und führte über Nishnij Nowgorod, Kasan, Perm, Jekaterinburg, Omsk, Tomsk nach Irkutsk und schließlich nach Peking, wo sich die Forscher von Dezember 1830 bis Juli 1831, also insgesamt acht Monate lang, aufhielten. Dort wurde Ende des Jahres 1830 ein magnetisches Observatorium eingerichtet und wurden stündlich die Variationen der Magnetnadel beobachtet. Georg Fuß beschreibt die in Peking vorgenommenen Untersuchungen wie folgt: „Bald nachdem die Ausführung der allgemeinen correspondirenden Beobachtungen der stündlichen Variationen der Magnetnadel in Gang getreten war, begannen auch an diesem Orte regelmässige Versuche darüber mit der Abweichungsnadel. Zu diesem Behufe wurde zu Ende des Jahres 1830 im Hôtel der Kaiserlich-Russischen Mission mit möglichster Zweckmässigkeit ein magnetisches [sic] Pavillon errichtet, und

24 Die russische Geistliche Mission in Peking wurde etwa alle zehn Jahre abgelöst.

25 Orognosie = Gebirgskunde.

26 Die sogenannte Zweite Kamtschatkaexpedition stand unter Ägide der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg. Sie dauerte von 1733 bis 1743 und diente der Erforschung Sibiriens, der nördlichen Gebiete des Russländischen Imperiums sowie der Erkundung der Seewege von Ostsibirien nach Nordamerika und Japan.

das Gambey'sche Declinatorium zum zehnjährigen Gebrauche demselben übergeben. Der Ort ist sehr günstig, das Hôtel ist nach Chinesischer Bauart allerseits von hohen Steinmauern umgeben, und enthält in sich fast gar kein Eisen. Damit der Beobachter zugleich Bestimmungen der Abweichung von Zeit zu Zeit auszuführen im Stande wäre, wurde an einer mehr abgelegenen Mauer eine feste Marke zur Auffindung des Meridians errichtet. Ausser den von mir angestellten Variations-Beobachtungen im December 1830 und im März 1831, theile ich zugleich die mir von dem Beobachter Herrn Markscheider Kowanjko²⁷ zugesandten, denselben Monaten des Jahres 1831 und 1832 gehörigen Variationen, mit“ (Fuß, G. 1838, S. 100–101).

Auf dem Rückwege ging in Nertschinsk eines der magnetischen Instrumente zu Bruch. Es erwies sich als großer Vorteil, dass Paul Schilling von Canstadt ein derartiges Instrument in Nertschinsk zurückgelassen hatte, so dass die Expedition weiterhin Beobachtungsdaten sammeln konnte. Georg Fuß berichtet, dass das Instrument von Schilling in Kolpino bei St. Petersburg hergestellt worden und nur von mittelmäßiger Qualität gewesen sei (ebenda, S. 102–103). Wie die von Fuß mitgeteilten Daten zeigen, wurden insgesamt an 83 Orten magnetische Messungen durchgeführt (ebenda, S. 109–112). Die Expeditionsteilnehmer überquerten sechsmal Linien ohne Deklination. Eine dieser schleifenartigen Linien ohne Abweichung lag im europäischen, eine weitere im asiatischen Teil von Russland. Gauß kannte diese oben erwähnte Veröffentlichung von Georg Fuß „Geographische, magnetische und hypsometrische Bestimmungen, abgeleitet aus den Beobachtungen auf einer Reise, die in den Jahren 1830, 1831 und 1832 nach Sibirien und dem chinesischen Reiche [...] unternommen wurde“ in den „Mémoires“ der Akademie in St. Petersburg (Fuß, G. 1838) und hat aus dieser einige Beobachtungsdaten für seine Theorie des Erdmagnetismus entliehen (Gauß 1839, S. 40). Die Veröffentlichung von Fuß wurde von einer geographischen „Karte der Magnetischen Inklination und Intensität in Südost-Sibirien und in der Mongolei“ begleitet, in der 57 Messorte eingezeichnet waren. Eine Kurzversion seiner Ergebnisse, jedoch ohne Karte, hatte Fuß bereits 1834 in den „Astronomischen Nachrichten“ veröffentlicht (Fuß, G. 1834).

3.3. Die Fortsetzung 1833–1843: Carl Friedrich Gauß

Gauß' Arbeiten über den Erdmagnetismus lieferten eine neue Grundlage für die Erforschung dieses Phänomens und leiteten eine neue Epoche in dessen

27 Aleksej Ivanovič Kovan'ko, Hüttenverwalter und Bergingenieur, wurde im Zusammenhang mit Humboldts Russlandsreise erwähnt (Rose 1837, S. 384). Kovan'ko hielt sich von 1830 bis 1837 in der russischen Geistlichen Mission in Peking auf. Er erlernte die chinesische Sprache und erkundete China auch in naturwissenschaftlicher Richtung.

Erforschung ein. Gauß hat gemäß den trefflichen Worten der russischen Gauß-Forscherin T. N. Roze die Geschichte des Erdmagnetismus in zwei Epochen geteilt: „vor Gauß“ und „nach Gauß“ (Roze 1952, S. 286). Dies gilt auch für Russland.

3.3.1. Gauß' „Intensitas“ (1833) und ihre Folgen

Im September 1828 nahm Gauß an der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Berlin teil, die unter der Ägide Alexander von Humboldts stattfand. Auch der junge Physiker Wilhelm Weber war nach Berlin gereist. Das Zusammentreffen von Gauß, Humboldt und Weber in Berlin sollte weitreichende Folgen zeitigen (Reich 2008). Im April 1831 erhielt Weber einen Ruf als Professor der Physik an die Universität Göttingen, und bereits im Herbst 1831 nahm er in Göttingen seine Tätigkeit auf. Damit begann nicht nur seine Zusammenarbeit mit Gauß, sondern auch die lebenslange Freundschaft zwischen diesen beiden herausragenden Wissenschaftlern.

Am 15. Dezember 1832 stellte Gauß den Inhalt seiner bahnbrechenden Arbeit „*Intensitas vis magneticae terrestris ad mensuram absolutam revocata*“ der Königlichen Societät der Wissenschaften zu Göttingen vor. Die Abhandlung selbst erschien zunächst 1833 in der deutschen Übersetzung von Johann Christian Poggendorff (Gauß 1833) und erst 1841 in der lateinischen Originalfassung (Gauß 1841a). Die Arbeit war so bedeutend, dass sie alsbald in mehrere Sprachen übersetzt wurde, so auch ins Russische (siehe S. 113–114). Ferner gelang Gauß im Jahre 1833 die Erfindung eines neuen Instrumentes für magnetische Beobachtungen, des Unifilarmagnetometers. Später konnten Gauß und Weber dieses Instrument noch verbessern, indem sie es zu einem Bifilarmagnetometer weiterentwickelten. Noch in demselben Jahr wurde in Göttingen damit begonnen, auf dem Sternwartengelände ein Magnetisches Observatorium zu errichten. Der Bau war im Herbst 1833 abgeschlossen, die instrumentelle Ausstattung folgte unverzüglich. Bereits in den ersten Monaten des Jahres 1834 konnte dort mit den Beobachtungen begonnen werden (Gauß 1834a und b). Dieses Gebäude, das sogenannte „Gauß-Haus“, existiert noch heute in Göttingen, wenngleich nicht mehr am ursprünglichen Ort.

Gauß und Weber gründeten in Göttingen einen Magnetischen Verein, der den von Humboldt ins Leben gerufenen Magnetischen Verein in Berlin ablöste (Wiederkehr 1964). Bereits seit 1834 konnten Gauß und Weber die Aufgabe übernehmen, die aus aller Welt eintreffenden Beobachtungsdaten zu koordinieren und zu sammeln. Diese wurden von den beiden Forschern auch wissenschaftlich bearbeitet. So wurde der Göttinger Magnetische Verein zum Mittelpunkt eines großen internationalen Projektes zur Erforschung der zeitlichen und der räumlichen Veränderungen des Erdmagnetismus. Göttingen war das neue Zentrum. In der SUB Göttingen befinden sich 15 Kartons, die die

Materialien des Magnetischen Vereins enthalten.²⁸ Die Inhalte dieser Kartons sind bislang kaum zur Kenntnis genommen worden, sie wurden noch nicht wissenschaftshistorisch ausgewertet. Gauß und Weber gründeten ferner die Zeitschrift „Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“, die für die Jahre 1836 bis 1841 herauskam.

Adolph Theodor Kupffer, der seit 1828 als Ordentliches Mitglied der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg wirkte, begriff sofort die bahnbrechende und fundamentale Bedeutung von Gauß' Arbeiten. Noch im Jahre 1833 reiste er nach Göttingen, um Gauß und Weber einen Besuch abzustatten. Sein Ziel war es, die neuen Methoden für erdmagnetische Messungen kennenzulernen, um diese in Russland flächendeckend anwenden zu können. Das galt zunächst für St. Petersburg, Kasan, Nikolajew und sogar für Peking, wo zuvor feste Beobachtungsstationen errichtet worden waren (siehe S. 367–369).

Tatsächlich wurden seit 1835 alle Beobachtungen in Russland gemäß den neuen Regeln von Gauß durchgeführt. Und zwar wurden an vorher bekanntgemachten Terminen jeweils 24 Stunden lang alle 5 Minuten drei Elemente des Erdmagnetismus registriert: die Deklination, die Inklination und die Horizontalintensität. Die russischen magnetischen Observatorien und Beobachtungsstationen wurden mit Magnetometern von Gauß und Weber ausgestattet. Einige Instrumente wurden in Göttingen von dem Instrumentenhersteller Moritz Meyerstein angefertigt. So berichtete Gauß im August 1836 Humboldt nach Berlin: „Der für Casan bestimmte Apparat wird vielleicht schon im nächsten Monat vollendet sein“ (Briefwechsel Humboldt–Gauß 1977, S. 54). Ein weiteres Angebot für die Anfertigung von Magnetometern wurde von der Firma Breithaupt in Kassel unterbreitet.²⁹ Ein Teil der Instrumente wurde nach Gauß-Weberschen Modellen in St. Petersburg von dem Instrumentenhersteller der Mechanischen Kammer der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Theodor Girgensohn, angefertigt.

Anlässlich der Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte in Mainz im Jahre 1842 betonte Kupffer in seinem Vortrag die Priorität Russlands, was die Einführung der Methode von Gauß betrifft: „Was blieb nun noch zu thun übrig? Die neue Methode [von Gauß] in einem grossen Massstabe anzuwenden, und mit Hilfe derselben nicht nur die unregelmässigen Bewegungen der Nadel, sondern überhaupt alle ihre Bewegungen zu erforschen. Dieses ist zuerst in Russland zur Ausführung gekommen [...]“ (Kupffer, A. T. 1842a, S. 73). Die Umstellung auf die Methode von Gauß fasst Kupffer wie folgt zusammen: „Aber alle diese Beobachtungen [vor 1833] betrafen nur die Variationen der Declination und wurden nur achtmal im Jahre während 44 Stunden und mit den damaligen jetzt veralteten Instrumenten vorgenommen. So stand es mit dem Erdmagnetismus, als Gauss seine erfolgrei-

28 SUB Göttingen, Cod. Ms. Magn. Verein, Erdmagnetische Messungen (1832–1861). Hier befinden sich auch Beobachtungsdaten aus Russland.

29 *Astronomische Nachrichten* 12 (Nr. 275), 1835, Sp. 183.

chen Arbeiten bekannt machte: er gab uns ein neues Mittel, die Intensität zu bestimmen, und verbesserte unsere alten Beobachtungsmethoden; er organisierte einen neuen Verein, der nur sechsmal des Jahres und nur 24 Stunden hindurch, aber von 5' zu 5' beobachtete, da die früheren Beobachtungen in Russland nur von 20' zu 20', und in Deutschland von Stunde zu Stunde gemacht worden waren. Die Zeit der Beobachtungen wurde nach demselben Meridian (dem Göttinger) regulirt, so dass sie absolut gleichzeitig waren. Diese Beobachtungen bewiesen abermals und genauer, aber freilich in keinem so grossen Massstabe, die Aehnlichkeit der unregelmässigen Bewegungen der Nadel auf entfernten Punkten“ (ebenda, S. 73). Diese neue Methode von Gauß fand selbstverständlich auch in die um die Mitte der 1830er Jahre gegründeten magnetischen Observatorien in Jekaterinburg, Barnaul und Nertschinsk Eingang.

3.3.2. Gauß' Theorie des Erdmagnetismus: 1838–1840

In der Geschichte der Erforschung des Erdmagnetismus war es ein besonderes Ereignis, ein großer Meilenstein, als es Gauß im Jahre 1838 gelang, über dieses Phänomen eine neue Theorie aufzustellen. Diese erschien 1839 unter dem Titel „Allgemeine Theorie des Erdmagnetismus“ in den „Resultaten aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“ zu Göttingen. Hier formulierte Gauß seine Ziele wie folgt: „In der gegenwärtigen Abhandlung werde ich die allgemeine Theorie des Erdmagnetismus, unabhängig von allen besondern Hypothesen über die Vertheilung der magnetischen Flüssigkeiten im Erdkörper, entwickeln, und zugleich die Resultate mittheilen, welche ich aus der ersten Anwendung der Methode erhalten habe. So unvollkommen diese Resultate auch sein müssen, so werden sie doch einen Begriff davon geben können, was man hoffen darf in Zukunft zu erreichen, wenn einer feinern und wiederholten Ausfeilung derselben erst zuverlässige und vollständige Beobachtungen aus allen Gegenden der Erde werden unterlegt werden können“ (Gauß 1839, S. 5; auch in: Gauß-Werke: 5, S. 125).³⁰ Das bedeutet, dass sich Gauß auf keinerlei Spekulationen über die Ursachen der erdmagnetischen Kraft einließ. Dann fuhr er fort: „Die Grundlage unsrer Untersuchungen ist die Voraussetzung, daß die erdmagnetische Kraft die Gesamtwirkung der magnetisirten Theile des Erdkörpers ist. Das Magnetisirtsein stellen wir uns als eine Scheidung der magnetischen Flüssigkeit vor: diese Vorstellungsweise einmahl angenommen, gehört die Wirkungsart dieser Flüssigkeiten (Abstoßung oder Anziehung des Gleichnamigen oder Ungleichnamigen im verkehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung) zu den erwiesenen physikalischen Wahrheiten. [...] Zur Abmessung der magnetischen Flüssigkeiten legen wir, wie in der Schrift *Intensitas vis magneticae* etc. diejenige Quantität nordlichen Fluidums als

30 Die Zitate orientieren sich an den Originalpublikationen und nicht an der Werkausgabe. In dieser hielt man sich nicht unbedingt an die Schreibweise im Original.

positive Einheit zum Grunde, welche auf eine eben so große Quantität desselben Fluidums in der zur Einheit angenommenen Entfernung eine bewegende Kraft ausübt, die der zur Einheit angenommenen gleich ist. Wenn wir von der magnetischen Kraft, welche in irgend einem Punkte des Raumes, als Wirkung von anderswo befindlichem magnetischen Fluidum, schlechthin sprechen, so ist darunter immer die bewegende Kraft verstanden, welche daselbst auf die Einheit des positiven magnetischen Fluidums ausgeübt wird“ (Gauß 1839, S. 6–7; auch in: Gauß-Werke: 5, S. 126–127).

Die wichtigste Neuerung war, dass Gauß hier eine Potentialfunktion einführte, ohne diese allerdings zu benennen: „Man denke sich das ganze Volumen der Erde, so weit es freien Magnetismus, d. i. geschiedene magnetische Flüssigkeiten enthält, in unendlich kleine Elemente zerlegt, bezeichne unbestimmt die in jedem Elemente enthaltene Menge freien magnetischen Fluidums mit $d\mu$, wobei südliches stets als negativ betrachtet wird; ferner mit ρ die Entfernung des $d\mu$ von einem unbestimmten Punkte des Raumes, dessen rechtwinklige Coordinaten x, y, z sein mögen, endlich mit V das Aggregat der $\frac{d\mu}{\rho}$ mit verkehrtem Zeichen durch die Gesammtheit aller magnetischen Theilchen der Erde erstreckt, oder es sei

$$V = - \int \frac{d\mu}{\rho}.$$

Es hat also V in jedem Punkte des Raumes einen bestimmten Werth, oder es ist eine Function von x, y, z , oder auch von je drei andern veränderlichen Grössen, wodurch man die Punkte des Raumes unterscheidet“ (Gauß 1839, S. 8; auch in: Gauß-Werke: 5, S. 127–128).

Im Folgenden entwickelte Gauß den Ausdruck für $\frac{V}{R}$ in eine Summe mit 24 Koeffizienten, die er als „*Elemente der Theorie des Erdmagnetismus*“ betrachtete (Gauß 1839, S. 31–33; auch in: Gauß-Werke: 5, S. 150–152). Damit, so Gauß, „scheint die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung allen billigen Erwartungen zu genügen, die man von einem ersten Versuche haben durfte. Unser Ausdruck $\frac{V}{R}$ darf also wohl als der Wahrheit nahe kommend betrachtet werden“ (Gauß 1839, S. 43; auch in: Gauß-Werke: 5, S. 162).

Gauß stützte seine Theorie auf Beobachtungen aus insgesamt 91 Punkten aus aller Welt (Abb. 4), die er der geographischen Breite nach anordnete (Gauß 1839, S. 36–39; auch in: Gauß-Werke: 5, S. 158–161). Für jeden Punkt gab Gauß außerdem die Länge, die berechnete und die beobachtete Deklination, die berechnete und die beobachtete Inklination sowie die berechnete und die beobachtete Intensität samt den jeweiligen Differenzen zwischen Beobachtung und Berechnung an. Der nördlichste Punkt der Datensammlung war die Insel Spitzbergen im Nordpolarmeer (+79° 50' Breite). Der südlichste Punkt lag auf dem südamerikanischen Festland, es handelte sich um den Port Famine auf der Brunswick-Halbinsel (–53° 38' Breite). Ein weiterer südlicher Punkt befand sich im Südatlantik auf den Falklandinseln (–51° 32' Breite).

Fast die Hälfte aller von Gauß in seiner Theorie genannten Orte lag entweder in Russland, oder es waren von Russland betriebene Stationen in der Mongolei und in China.³¹ Nach eigenen Angaben verdankte Gauß diese Daten vor allem Hansteen, Erman, Humboldt, Georg Fuß, Fëdorov³² und Reinke³³ (ebenda, S. 40–41; 154–155). Was die Unterschiede zwischen den berechneten und den beobachteten Werten anbelangt, so waren diese meistens klein; es gab aber auch Unterschiede in der Deklination bzw. der Inklination, die mehr als 5° betrug. Für einen ersten Versuch schien Gauß „die Übereinstimmung zwischen Rechnung und Beobachtung allen billigen Erwartungen zu genügen“. Im Folgenden leitete er daraus die Magnetpole sowie die „magnetische Axe“ ab. Gauß wertete aber die Ergebnisse eben nur als ersten Versuch. Es war ihm klar, dass die Beobachtungsdaten eigentlich viel höheren Anforderungen genügen müssten, wie sie damals aber nur an wenigen Punkten erfüllt werden konnten. Auch müssten diese Daten von den unregelmäßigen Bewegungen gereinigt und genau für einen und denselben Zeitpunkt gelten (Gauß 1839, S. 43, 48; auch in: Gauß-Werke: 5, S. 162, 167). Ferner erläuterte Gauß mögliche Modifikationen, mit denen seine Theorie in Zukunft noch verbessert werden könnte.

Als Ergänzung zur „Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus“ publizierten Gauß und Weber im Jahre 1840 unter Mitwirkung von Benjamin Goldschmidt den „Atlas des Erdmagnetismus nach den Elementen der Theorie entworfen“, der als Supplementband zu den „Resultaten aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“ erschien (Gauß/Weber 1840). Dieser Band besteht neben einer ausführlichen Erklärung aus 17 Karten und vier Tafeln. Ziel war es, eine anschauliche Übersicht über die Ergebnisse zu liefern, die bereits in der „Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus“ vorgestellt worden waren. In den Karten I und II sind die von Gauß so genannten Gleichgewichtslinien eingezeichnet, die man heute als Äquipotentiallinien bezeichnet (Abb. 5). Es sind dies die ersten Darstellungen dieser Linien auf der Erdoberfläche (Reich 2011b). Bei der Karte VII für die Linien gleicher westlicher Intensität nach Mercators Projektion sowie bei der Karte VIII für die Linien gleicher westlicher Intensität nach stereographischer Projektion hatten Gauß und Weber sogar die Hilfe eines russischen Wissenschaftlers in Anspruch nehmen können. Dieser, der junge Astronom an der Sternwarte in Moskau, Aleksandr Nikolaevič Drašusov, besuchte nämlich anlässlich einer Fortbildungsreise auch Gauß in Göttingen und half diesem auch bei den Rechnungen. Gauß sprach ihm im „Atlas“ seinen Dank für die „gefällige Beihülfe“ aus (Gauß/Weber 1840,

31 Im Nachtrag zur „Allgemeinen Theorie des Erdmagnetismus“ nannte Gauß die Beobachtungsdaten von weiteren 72 Stationen, darunter befanden sich fünf, die in Russland lagen, nämlich Turuchansk, Wiljuisk, Bogoslowskoie, Jeniseisk, Semipalatinsk und Sitka. Die Daten hatte Hansteen Gauß zukommen lassen (Gauß-Werke: 5, S. 178–179).

32 Vasilij Fëdorovič Fëdorov.

33 Michail Francevič Reinke oder Rejneke.

	Breite	Länge	Declination		
			Berechn.	Beobacht.	Untersch.
1 Spitzbergen	+79°50'	11°40'	+26°31'	+25°12'	+19°19'
2 Hammerfest	70 40	23 46	+12 23	+10 50	+1 33
3 Nagen. Pol. n. Ross	70 5	263 14	+22 23		
4 Rekiavik	64 8	338 5	+40 12		
5 Jukutsk	62 1	129 45	+0 5	+43 14	-3 2
6 Porotowsk	62 1	131 50	+0 4	+4 46	-4 42
7 Nuchinsk	61 57	134 57	+0 3	+2 11	-2 14
8 Tschernomjers	61 51	136 23	0 0	+3 50	0 0
9 Petersburg	59 56	30 19	+6 47	+6 44	+0 3
10 Christiania	59 54	10 44	+19 55	+19 50	+0 5
11 Ochotsk	59 21	143 11	+0 18	+2 18	-2 36
12 Tobolsk	58 11	68 16	-7 19	-10 29	+3 10
13 Tigil Fluss	58 1	158 15	-4 20	-4 6	+0 14
14 Sika	57 3	224 35	-28 43	-28 19	+0 26
15 Tara	56 54	74 4	-7 44	-9 36	+1 52
16 Catharinenburg	56 54	60 34	+5 33	+6 18	+0 58
17 Tomak	56 30	85 4	+1 21	+2 01	+1 13
18 Nishny Nowgorod	56 19	43 57	+7 10	+7 17	+0 27
19 Krasnojarsk	56 1	92 57	+5 49	+6 40	+0 51
20 Kasan	55 48	49 7	+1 7	+2 22	+1 15
21 Medwa	55 46	37 37	+3 26	+3 32	+0 24
22 Königsberg	54 43	20 30	+14 15	+13 22	+0 53
23 Barmut	53 20	83 56	+7 0	+7 25	+0 25
24 Ustretowsk	53 20	121 51	+1 29	+1 21	+0 52
25 Gorbick	53 1	119 9	+2 54	+2 4	+0 49
26 Petropaulowsk	53 0	158 40	+3 34	+4 6	+0 32
27 Uruupina	52 47	120 4	+1 16	+1 4	+0 28
28 Berlin	52 30	13 24	+18 31	+17 5	+0 26
29 Pogromoi	52 30	111 3	+0 38	+0 18	+0 56
30 Irkutsk	52 17	104 17	+2 27	+1 38	+0 49
31 Stretensk	52 15	117 40	+0 54	+0 52	+0 58
32 Stepoi	52 10	106 21	+1 52	+1 8	+0 44
33 Tschelianskoi	52 1	113 27	+0 0	+0 143	-1 13
34 Nertschinsk Stadt	51 56	116 31	+0 42	+2 11	+1 33
35 Werchneudinsk	51 50	107 46	+1 26	+0 24	+1 2
36 Obrenburg	51 45	55 6	+2 48	+3 22	+0 34
37 Argunskoi	51 37	119 56	+2 22	+3 44	+2 22
38 Göttingen	51 32	9 56	+30 28	+18 38	+1 50
39 London	51 31	359 50	+25 37	+24 0	+1 37
40 Nertschinsk Bergw.	51 19	119 37	+1 20	+1 4	+2 46
41 Tschindant	50 34	115 32	+0 34	+2 14	-1 40
42 Charanskaia	50 29	104 44	-2 9	-2 27	+0 18
43 Zurechaitu	50 23	119 3	+1 18	+1 11	+0 53
44 Troitskowsk	50 21	106 45	+1 34	+1 12	+0 52
45 Alagaitzinsk	49 35	117 50	+1 8	+1 54	+1 46
46 Alanskoi	49 28	114 20	+0 16	+0 48	+1 4
47 Mendschinskoi	49 26	108 53	+0 56	+0 12	+1 8
48 Paris	48 52	2 21	+24 6	+22	+2 2
49 Genua	48 13	106 27	+1 30	+1 6	+0 24
50 Urga	47 55	106 42	-1 26	-1 16	+0 10

	Inclination			Intensität		
	Berechn.	Beobacht.	Untersch.	Berechn.	Beobacht.	Untersch.
1	+82° 1'	+81° 11'	+0° 50'	1,599	1,562	+0,037
2	88 48	90 0	+1 12	1,717	1,596	+0,039
3	80 40	77 0	+3 40	1,527		
4	74 36	74 18	+0 18	1,691	1,697	-0,006
5	74 27	74 0	+0 27	1,638	1,724	-0,093
6	74 12	73 37	+0 35	1,633	1,713	-0,060
7	73 48	73 8	+0 40	1,658	1,700	-0,052
8	70 25	71 3	+0 38	1,469	1,410	+0,059
9	72 4	72 7	-0 3	1,459	1,419	+0,037
10	71 36	70 41	+0 55	1,621	1,615	+0,006
11	70 43	71 1	+0 48	1,575	1,537	+0,018
12	69 55	68 28	+1 27	1,583	1,577	+0,006
13	76 30	75 51	+0 39	1,697	1,731	-0,034
14	69 46	70 28	-0 42	1,586	1,555	+0,011
15	68 24	69 16	-0 52	1,535	1,523	+0,012
16	70 33	70 55	-0 22	1,613	1,619	-0,006
17	67 9	68 41	-1 32	1,469	1,442	+0,027
18	70 24	71 0	-0 36	1,638	1,657	-0,019
19	67 13	68 25	-1 12	1,477	1,433	+0,044
20	66 45	68 57	-2 12	1,446	1,404	+0,042
21	67 19	69 26	-2 7	1,410	1,365	+0,045
22	67 30	68 10	+0 20	1,591	1,605	-0,014
23	68 32	68 11	+0 21	1,609	1,658	-0,059
24	68 32	68 22	+0 10	1,611	1,609	-0,019
25	68 32	68 22	+0 10	1,611	1,609	-0,019
26	65 31	63 50	+1 41	1,521	1,489	+0,032
27	68 17	67 53	+0 24	1,612	1,607	+0,005
28	66 45	68 7	-1 22	1,504	1,367	+0,024
29	68 25	68 8	+0 17	1,616	1,640	-0,024
30	68 17	68 14	+0 3	1,616	1,647	-0,031
31	67 55	67 38	+0 17	1,606	1,649	-0,043
32	68 12	68 10	+0 2	1,615	1,653	-0,038
33	67 56	67 56	0 0	1,614	1,658	-0,044
34	67 43	67 11	+0 32	1,614	1,635	-0,021
35	67 55	68 6	-0 11	1,612	1,657	-0,045
36	63 14	64 44	-1 30	1,461	1,433	+0,029
37	67 10	66 54	+0 16	1,605	1,655	-0,050
38	66 43	67 56	-1 13	1,388	1,357	+0,031
39	68 54	69 17	-0 23	1,410	1,372	+0,038
40	66 59	66 33	+0 26	1,593	1,557	+0,024
41	66 35	66 32	+0 3	1,592	1,650	-0,058
42	66 45	66 56	-0 11	1,599	1,643	-0,044
43	66 12	66 13	-0 1	1,584	1,626	-0,042
44	66 38	66 19	+0 19	1,597	1,642	-0,045
45	65 33	64 48	+0 45	1,577	1,583	-0,006
46	67 10	66 20	+0 50	1,609	1,659	-0,050
47	65 48	65 31	+0 17	1,587	1,630	-0,043
48	66 45	67 24	-0 39	1,389	1,348	+0,041
49	64 42	64 29	+0 13	1,574	1,612	-0,038
50	64 23	64 1	+0 21	1,571	1,583	-0,012

	Breite	Länge	Declination		
			Berechn.	Beobacht.	Untersch.
51 Astrachan	+46°20'	48° 0	+1°40'	+1°12'	+0°28'
52 Chologur	46 0	110 34	+0 20	+0 49	-1 9
53 Ergi	45 32	111 25	-0 6	+1 7	-1 13
54 Mtsland	45 4	110 26	+0 30	+0 30	0 0
55 Sentschi	44 45	110 26	-0 30	+0 30	0 0
56 Batschay	44 21	112 55	+0 16	+0 59	-0 43
57 Scharaludurgana	43 13	114 6	+0 32	+0 46	-0 14
58 Neapel	42 52	14 6	+18 53	+17 3	+3 33
59 Chafgan	40 49	114 58	+0 42	+1 13	-0 31
60 Peking	39 54	116 26	+0 58	+1 48	-0 50
61 Terceira	38 39	332 47	+25 17	+24 18	+0 59
62 San Francisco	37 49	237 35	-16 22	-14 55	+1 27
63 Port Praya	11 54	336 30	+16 17	+16 30	-0 13
64 Madras	13 4	80 17	-4 6	-1 1	+3 5
65 Galapagos Insel	-0 50	270 23	-8 57	-9 30	+0 33
66 Acaesunon	7 56	345 36	+14 37	+13 30	+1 7
67 Pernambuco	8 4	325 9	+5 58	+5 54	+0 4
68 Callao	12 4	285 46	-9 6	-10 0	+0 54
69 Keeling Insel	12 5	96 55	+0 23	+1 12	-0 49
70 Bahia	12 59	321 30	+3 12	+4 18	-1 6
71 St. Helena	15 55	354 17	+18 48	+18 0	+0 48
72 Otschete	17 29	210 30	-5 45	-7 34	+1 49
73 Mauritius	20 9	57 31	+11 9	+11 8	+0 9
74 Rio de Janeiro	22 55	316 51	-1 11	-2 8	+0 57
75 Valparaiso	33	288 19	-13 45	-15 18	+1 33
76 Sydney	33 51	151 17	-7 51	-10 24	+1 6
77 Vrg. d. g. Hoffn.	34 11	18 26	+27 24	+28 20	+2 33
78 Monte Video	34 53	303 47	+11 23	+12 0	+0 37
79 K. Georgs Sand	35 2	117 56	+3 12	+5 36	+0 24
80 Neu Seeland	35 46	174 0	-11 10	-14 0	+2 50
81 Concepcion	36 42	286 50	-13 43	-16 48	+2 5
82 Blanco Bay	38 57	298 1	-12 57	-15 0	+2 3
83 Valdivia	39 53	286 31	-16 13	-17 30	+1 17
84 Chiloe	41 51	286 4	-16 56	-18 0	+1 4
85 Hobartown	42 53	147 24	-5 51	-11 6	+5 15
86 Port Low	43 48	285 58	-17 32	-19 48	+2 16
87 Port San Andree	46 35	284 25	-19 4	-20 48	+1 44
88 Port Desire	47 45	294 5	-16 52	-20 12	+3 20
89 R. Santa Cruz	50 7	294 26	-18 23	-19 54	+2 31
90 Falkland Insel	51 32	301 53	-15 16	-19 0	+3 44
91 Port Famine	53 38	289 2	-20 28	-23 0	+2 32

	Inclination			Intensität		
	Berechn.	Beobacht.	Untersch.	Berechn.	Beobacht.	Untersch.
51	+56°59'	+59°58'	-2°59'	1,358	1,334	+0,024
52	62 31	61 54	+1 37	1,545	1,580	-0,035
53	61 58	61 22	+0 36	1,539	1,559	-0,020
54	62 13	61 48	+0 25	1,531	1,594	-0,063
55	61 15	60 42	+0 33	1,529	1,530	-0,001
56	60 46	60 18	+0 28	1,520	1,553	-0,033
57	59 32	59 3	+0 29	1,502	1,538	-0,036
58	56 26	58 53	-2 27	1,271	1,294	+0,023
59	56 51	56 17	+0 34	1,465	1,459	+0,005
60	55 43	54 49	+0 54	1,448	1,453	-0,005
61	68 34	68 6	+0 28	1,469	1,457	+0,012
62	64 14	62 38	+1 36	1,592	1,591	+0,001
63	65 51	65 3	+0 12	1,608	1,156	+0,012
64	4 14	6 52	-2 38	1,038	1,031	+0,007
65	13 24	9 29	+3 55	1,085	1,069	+0,016
66	5 32	1 39	+3 53	0,813	0,873	-0,060
67	13 2	13 13	-0 11	0,939	0,914	+0,005
68	-3 23	-7				

S. IV) und berichtete in einem Brief an Schumacher, dass Drašusov in Göttingen fleißig magnetische Beobachtungen durchführe (Briefwechsel Gauß-Schumacher 1861: 3, S. 226–227).

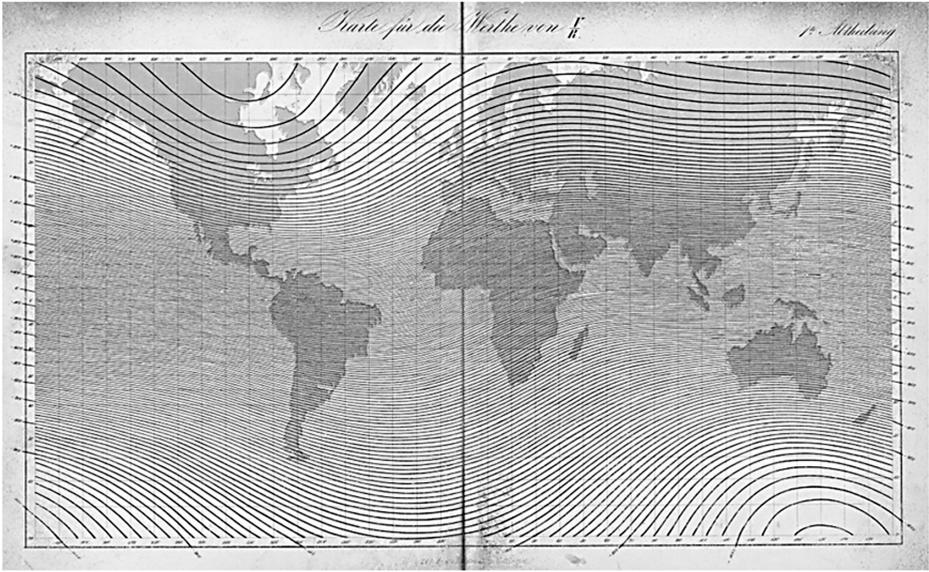


Abb. 5. „Karte für die Werthe von V/R “ von Gauß,
die später so genannten Äquipotentiallinien

Aus: Gauß/Weber 1840, Karte I.

Staatsbibliothek zu Berlin – Preußischer Kulturbesitz, Sign. 4°Kart LS HM My 3677-1.

Im „Atlas“ berücksichtigten Gauß und Weber die Beobachtungsergebnisse von insgesamt 103 Orten, von denen fast die Hälfte entweder russische oder von Russland betriebene Stationen waren.³⁴ Es sind dies fast dieselben, die auch in Gauß' „Allgemeiner Theorie des Erdmagnetismus“ genannt wurden (Gauß 1839, S. 36–39; auch in: Gauß-Werke: 5, S. 158–161); allerdings stimmt die Nummerierung nicht überein. Allein die überaus große Anzahl von Beobachtungsdaten, die aus Russland stammten – aus insgesamt 53 Orten –, macht deutlich, welche große Rolle Russland für Gauß' Theorie des Erdmagnetismus gespielt hat. In der folgenden Tabelle sind alle mit Russland in Zusammenhang stehenden Stationen aufgelistet, und zwar nicht, wie bei Gauß, nach der geographischen Breite geordnet, sondern nach der geographischen Länge, so dass die riesige West-Ost-Erstreckung Russlands deutlich hervortritt. So ist die westlichste russische Station St. Petersburg ($30^\circ 19'$), die beiden östlichsten Petropawlowsk auf Kamtschatka ($158^\circ 40'$) und Sitka auf Alaska ($224^\circ 35'$).

34 Im übrigen Europa wurden neben Berlin und Göttingen folgende Beobachtungsorte genannt: Brüssel, Christiania, Hammerfest, London, Königsberg, Mailand, Neapel, Paris, Reykjavik, Spitzbergen, Stockholm, Toulon.

Die Linie von St. Petersburg bis Sitka zählt 194 Längengrade, d.h. mehr als die Hälfte der 360° umfassenden Erdkugel. Selbst wenn man auf Sitka verzichtet, liegen zwischen St. Petersburg und Kamtschatka mehr als 120°, d.h. gut ein Drittel der Erdkugel. Dabei ist Jakutsk die nördlichste Station (62° 1'); die südlichsten Stationen sind Astrachan (46° 20') und die von Russland betriebene Beobachtungsstation in Peking (39° 54').

Orte magnetischer Beobachtungen in Russland, die in Gauß' Theorie des Erdmagnetismus genannt sind, einschließlich der von Russland betriebenen Beobachtungsorte- und stationen nach Längengraden geordnet³⁵

Nr. nach Gauß 1839 ³⁶	Nr. nach Gauß/Weber 1840 ³⁷	Ortsnamen nach Gauß 1839	Ortsnamen nach ISO-Transkription	Breite	Länge Δ
9	12	Petersburg	St. Peterburg	59° 56'	30° 19'
21	25	Moskwa	Moskva	55° 46'	37° 37'
18	22	Nishny Nowgorod	Nižnij Novgorod	56° 19'	43° 57'
51	57	Astrachan	Astrachan'	46° 20'	48° 0'
20	24	Kasan	Kazan'	55° 48'	49° 7'
36	41	Orenburg	Orenburg	51° 45'	55° 6'
5†	–	Bogoslowskoie	Bogoslovskoe	59° 45'	60° 7'
16	20	Catharinenburg	Ekaterinburg	56° 51'	60° 34'
12	16	Tobolsk	Tobol'sk	58° 11'	68° 16'
15	19	Tara	Tara	56° 54'	74° 4'
11†	–	Semipalatinsk	Semipalatinsk	50° 24'	80° 21'
23	27	Barnaul	Barnaul	53° 20'	83° 56'
17	21	Tomsk	Tomsk	56° 30'	85° 9'
2†	–	Turuchansk	Turuchansk	65° 55'	87° 33'
7†	–	Jeniseisk	Enisejsk	58° 27'	92° 11'
19	23	Krasnojarsk	Krasnojarsk	56° 1'	92° 57'
30	34	Irkuzk	Irkutsk	52° 17'	104° 17'
42	48	Charazaiska	Charazajskaja	50° 29'	104° 44'
32	36	Stepnoi	Stepnoe	52° 10'	106° 21'
49	55	Chunzal*		48° 13'	106° 27'
50	56	Urga*		47° 55'	106° 42'
44	50	Troickosawsk ³⁸	Troickosavsk	50° 21'	106° 45'
35	40	Werchneudinsk	Verchneudinsk	51° 50'	107° 46'
47	53	Menschinskoi	Mendžinskoe	49° 26'	108° 55'
55	62	Sendschi*		44° 45'	110° 26'

35 Die mit (*) markierten Orte lagen in Nordchina, die Daten stammten aber von russischen Expeditionen.

36 Auch in: Gauß-Werke: 5, S. 158, 160. Siehe auch Nachtrag, S. 178 (†).

37 Gauß/Weber 1840, S. 33–34.

38 Festung bei Kjachta.

52	58	Chologur*		46° 0	110° 34
29	33	Pogromnoi	Pogromnoe	52° 30	111° 3
53	59	Ergi*		45° 32	111° 25
46	52	Altanskoi	Altanskoe	49° 28	111° 30
56	63	Batchay*		44° 21	112° 55
33	37	Tschitanskoi	Čitanskoe	52° 1	113° 27
57	64	Scharabudurguna*		43° 13	114° 6
59	67	Chalgan*		40° 49	114° 58
41	47	Tschindant*		50° 34	115° 32
60	68	Pekin[g]		39° 54	116° 26
34	38	Nertschinsk Stadt	Nerčinsk	51° 56	116° 31
45	51	Abagaitujewskoi	Abagajtuevskoe	49° 35	117° 50
31	35	Sretensk	Sretensk	52° 15	117° 40
43	49	Zuruchaitu ³⁹	Zuruchajtuj	50° 23	119° 3
25	29	Gorbizkoi	Gorbickoj	53° 6	119° 9
4†	–	Viluisk	Viljujsk	62° 49	119° 27
40	45	Nertschinsk Bw. ⁴⁰	Nerčinskij zavod	51° 19	119° 37
37	42	Argunskoi	Argunskoj	51° 33	119° 56
27	31	Uriupina	Urjupina	52° 47	120° 4
24	28	Uststretensk	Ust'sretensk	53° 20	121° 51
5	6	Jakutsk	Jakutsk	62° 1	129° 45
6	7	Porotowsk	Porotovsk	62° 1	131° 50
7	8	Nochinsk	Nočinsk	61° 57	134° 57
8	9	Tschernoljes	Černoles	61° 31	136° 23
11	14	Ochotsk	Ochotsk	59° 21	143° 11
13	17	Tigil Fluss ⁴¹	Tigil'	58° 1	158° 15
26	30	Petropaulowsk ⁴²	Petropavlovsk	53° 0	158° 40
14	18	Sitka ⁴³	[Novoarchangel'sk]	57° 3	224° 35

Leider konnten weder in den Briefen von Kupffer noch in denen von Simonov Äußerungen über Gauß' neue Theorie gefunden werden. Es besteht aber kein Zweifel daran, dass diese beiden russischen Kollegen von Gauß dessen Theorie des Erdmagnetismus kannten und sich deren bahnbrechender Bedeutung vollkommen bewusst waren.

39 Priargunsk.

40 Bergwerk.

41 Auf der Halbinsel Kamtschatka.

42 Petropawlowsk-Kamtschatskij.

43 Auf Alaska.

3.4. Die Erforschung des Erdmagnetismus in Russland in der Ära von Gauß

Nachdem Gauß eine neue Epoche in der Erforschung des Erdmagnetismus eingeleitet hatte, wurden in Russland auch weiterhin Forschungsreisen durchgeführt, die ganz oder teilweise magnetischen Beobachtungen dienen sollten. Auch wurden weitere neue magnetische Observatorien und Beobachtungsstationen ins Leben gerufen sowie schon vorhandene durch verbesserte Einrichtungen ersetzt. Im Folgenden seien aber nur die Expeditionen und die Einrichtungen erwähnt, die einen direkten Bezug zu Gauß hatten.

3.4.1. Forschungsreisen

Vasilij Fëdorovič Fëdorov

Ein weiterer Schritt bei der Beobachtung des Erdmagnetismus auf dem Lande, und zwar in West-Sibirien, war eine astronomisch-geographische Reise, die auf Empfehlung Wilhelm Struves in den Jahren von 1832 bis 1837 von Vasilij Fëdorovič Fëdorov unternommen wurde. Fëdorov war ein erfolgreicher Student der Universität Dorpat; er hatte dort sein Studium 1823 begonnen. Im Jahre 1829/30 begleitete er Friedrich Parrot auf dessen Reise in den Kaukasus und zum Ararat (Parrot, F. 1834a). Obwohl Fëdorov von Wilhelm Struve, der damals Professor für Astronomie in Dorpat war, eigentlich nur mit astronomisch-geographischen Arbeiten in der Gegend zwischen 60° und 70° nördlicher Breite beauftragt worden war, führte er auf der Reise auch noch magnetische Beobachtungen durch. Den Bericht über diese Sibirienreise hat Struve selbst 1838 in St. Petersburg, mit einem eigenen Vorwort versehen, herausgegeben (Fëdorov 1838). Dieser Bericht enthält eine vollständige Zusammenstellung der Resultate der magnetischen Messungen. Gauß kannte diese Arbeit; sie ist auch heute noch in der Gauß-Bibliothek vorhanden (GB 373). In seiner Theorie des Erdmagnetismus hat Gauß sogar noch nicht veröffentlichte Beobachtungsdaten von Fëdorov verwendet und diese mit dem Vermerk „Fedor (Handschriftlich mitgeteilt durch v. Struve)“ zitiert (Gauß 1839, S. 40; auch in: Gauß-Werke: 5, S. 154). Hier hatte sich jedoch ein Fehler eingeschlichen: der Name wurde als „Fedor“ statt Fëdorov bzw. Fedorov gedruckt. Nachdem Fëdorov von seiner Sibirienreise zurückgekehrt war, wurde er im selben Jahr 1837 zum Professor der Astronomie an die 1834 gegründete Universität Kiew berufen. Hier hielt er unter anderem die Vorlesungen über die „Ebene und Sphärische Trigonometrie“.

Friedrich Parrot

Der Dorpater Physiker Friedrich Parrot konnte im Jahre 1837 auf Staatskosten eine Reise zum Nordkap unternehmen, bei der er auch magnetische Messun-

gen vornahm. Das Nordkap liegt im nördlichsten Teil Norwegens auf $71^{\circ} 10' 21''$ nördlicher Breite, etwa 520 km nördlich des Polarkreises und ca. 2100 km vom Nordpol entfernt. Während der Reise nahm Parrot an den von Gauß festgesetzten Terminen für synchrone magnetische Beobachtungen teil und ließ Gauß seine Messdaten zukommen. Diese Daten wurden zum Teil in den „Resultaten aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“ veröffentlicht (siehe S. 577–582).

Aleksandr Stepanovič Savel'ev

Was erdmagnetische Beobachtungen anbelangt, so waren in der Tat die Polar-gegenden des europäischen Russlands nur wenig erforscht worden. Lediglich anlässlich von See-Expeditionen war dieses Gebiet mit einbezogen worden. Es war Aleksandr Stepanovič Savel'ev vorbehalten, diese Lücke zu füllen, indem er im Sommer 1841 in dieser Gegend drei Monate lang, von Juni bis August, auf dem Lande magnetische Beobachtungen anstellte. Savel'ev, der junge Schüler des Physikers Emil Lenz, hatte noch vor dem Abschluss seines Studiums an der Universität in St. Petersburg Gelegenheit bekommen, diese Forschungsreise an die Küsten des Weißen und des Eismeeres zu unternehmen. Es waren zehn Orte in Nord-West-Russland, an denen er magnetische Beobachtungen durchführen konnte; von diesen lagen acht jenseits des Polarkreises zwischen 66° und 70° nördlicher Breite. An vier Orten konnte er alle drei Elemente des Erdmagnetismus, nämlich die Deklination, die Inklination und die Intensität messen, und zwar in Mesen, auf dem Kap Kanin Nos, an der Mündung des Flusses Schemtschushnaja und an der Mündung des Flusses Indega. In den Orten Wytegra, auf dem Kap Kargowsky und an der Mündung des Flusses Wasskina auf der Kolgujew-Insel konnte er nur die Inklination und die Intensität messen, und in der Stadt Cholmogory,⁴⁴ an der Mündung des Flusses Kambalnitza, und an der Mündung des Flusses Gussinaja, ebenfalls auf der Kolgujew-Insel, konnte Savel'ev nur noch die Inklination bestimmen (geographische Namen nach Savel'ev 1851). Seine magnetischen Instrumente bestanden laut seiner Beschreibung aus einem Deklinatorium, das von Lenz nach dem „Prinzip von Kupffer“ konstruiert worden war, einem Gambeyschen Inklinatorium mit zwei Magnetnadeln und Magneten zum Magnetisieren sowie einem Weberschen Apparat zur Bestimmung der absoluten magnetischen Intensität. Savel'ev bemerkt *expressis verbis*, dass er die magnetische Intensität nach der Methode von Gauß mit einem Weberschen Apparat bestimmt habe (Savel'ev 1851, S. 202). Die Ergebnisse wurden von Savel'ev wissenschaftlich bearbeitet. Er erwähnt hierzu, dass er „die Werthe der Declination, Inclination und Intensität, nach der Gauss'schen Theorie berechnet“ habe, um sie „mit den beobachteten“ zu vergleichen (ebenda, S. 204). Die von Savel'ev ermittel-

44 Einer der ersten russischen Gelehrten, Michail (Michajlo) Vasil'evič Lomonosov, wurde 1711 in einem Dorf bei Cholmogory geboren.

ten Unterschiede der beobachteten Werte gegenüber den nach der Theorie von Gauß berechneten waren in der Tat sehr klein (ebenda, S. 205).

Den in deutscher Sprache verfassten Bericht „Magnetische Beobachtungen und geographische Orts-Bestimmungen: angestellt im Jahre 1841 während einer Reise an den Küsten des Weissen und Eismeeres“ veröffentlichte Savel'ev in den „Mémoires présentés à l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg“ für das Jahr 1851. Diese Zeitschrift wurde von der Göttinger Bibliothek regulär bezogen und war daher Gauß zugänglich. Es liegt auf der Hand, dass Gauß an dieser Arbeit Interesse gehabt haben muss. Bislang konnten jedoch keinerlei Hinweise auf Gauß' Interesse beziehungsweise auf irgendwelche Kontakte zwischen Gauß und Savel'ev ermittelt werden. Savel'ev bekleidete von 1846 bis 1851 die Außerordentliche Professur für Physik und Physikalische Geographie an der Universität Kasan und wirkte danach in Moskau und in St. Petersburg. In der Gauß-Bibliothek ist kein Sonderdruck von Savel'evs Abhandlung vorhanden. Dennoch wurde ausgerechnet Savel'ev derjenige, der das Andenken an Gauß in Russland in besonderer Weise bewahren sollte, indem er den ersten ausführlichen Nachruf auf den Göttinger Gelehrten unter dem Titel „Carl Friedrich Gauß. Eine biographische Skizze“⁴⁵ veröffentlichte (Savel'ev 1858). Savel'ev war auch Autor einer kurzen Geschichte der Erforschung des Erdmagnetismus, die er in russischer Sprache verfasste (Savel'ev 1856).

3.4.2. Magnetische Observatorien in Russland

Helsingfors

Auch in Finnland, das damals zum Russländischen Imperium gehörte, wurde ein Magnetisches Observatorium errichtet, und zwar in Helsingfors im Jahre 1838 (Holmberg/Nevalinna 2005; Nevalinna/Häkkinen 2010). Die Leitung dieser Institution hatte der finnische Physiker Johan Jakob Nervander inne, der mit Adolph Theodor Kupffer in St. Petersburg in engem Kontakt stand sowie Gauß und Weber persönlich kannte (siehe S. 50). Was die Instrumente anbelangt, so war dieses Magnetische Observatorium bestens ausgestattet (Kupffer, A. T. 1850, S. 9–13; Nervander 1852, S. III–VIII). Die Instrumente für die Messung der Variation der Deklination und der Intensität stammten teilweise von Meyerstein in Göttingen. Man besaß in Helsingfors ein Unifilarmagnetometer, ein Bifilarmagnetometer sowie eine magnetische Waage von Lloyd. Beobachtet wurde nach den Gaußschen Regeln. Im Jahre 1842 wurde Nervander zum Korrespondierenden Mitglied für Physik der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg gewählt; der Gedankenaustausch mit Kupffer wurde damit intensiver.

45 Originaltitel: „Карль-Фридрих Гауссъ. Біографическій очеркъ“.

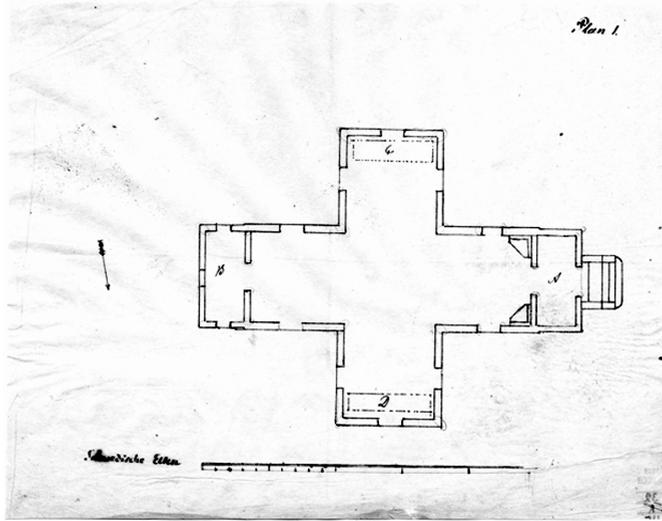


Abb. 6a. Grundriss des Magnetischen Observatoriums in Helsingfors
 Aus einem Brief von J. J. Nervander an A. T. Kupffer vom 11./23. Februar 1843.
 St. Petersburger Filiale des Archivs der Russländischen Akademie der Wissenschaften,
 f. 32, op. 2, № 115, l. 17.

© Санкт-Петербургский филиал Архива Российской Академии наук

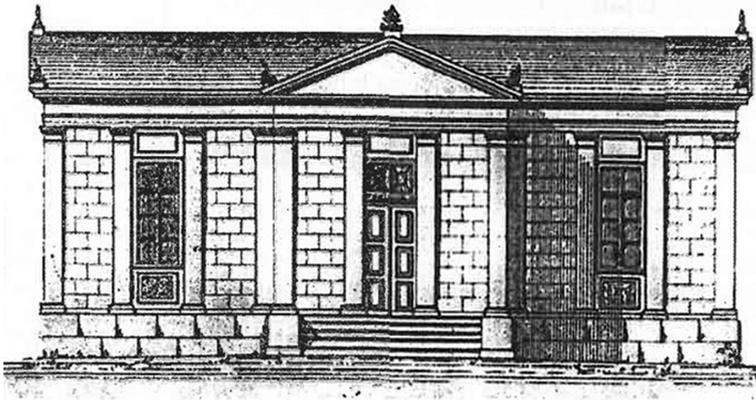


Abb. 6b. Gebäude des Magnetischen Observatoriums in Helsingfors (1845–1920)
 Aus: Holmberg/Nevanlinna 2005, S. 84.

Im Jahre 1845 wurde Nervander Professor für Physik an der Universität Helsingfors. Zu diesem Zeitpunkt war sein Observatorium schon an dem St. Petersburger Programm der kontinuierlichen Beobachtungen beteiligt; die Be-

obachtungen liefen seit 1844. Kupffer war es, der der Akademie in St. Petersburg vorschlug, die Ergebnisse von Nervanders erdmagnetischen Beobachtungen mit einem ganzen Demidov-Preis auszuzeichnen. Kupffers Gutachten über die Abhandlung von Nervander, Professor an der Alexander-Universität⁴⁶ in Helsingfors aus dem Jahr 1848, wurde später unter dem Titel: „Razbor sočinenija Nervandera, professora pri Aleksandrovskom Universitetě v Gel'zingforsě, pod zaglavijem: Observations faites à l'Observatoire magnétique et météorologique de Helsingfors“⁴⁷ zusammen mit den Ergebnissen aus Helsingfors veröffentlicht (Kupffer, A. T. 1850). Dieses in französischer Sprache verfasste Werk ist in der Gauß-Bibliothek vorhanden (GB 1232). In der Tat wurde Nervander daraufhin im Jahre 1848 mit einem halben Demidov-Preis ausgezeichnet (Mezenin 1987, S. 192). Leider verstarb Nervander bereits in demselben Jahr. Sein Nachfolger wurde der Physiker und Mathematiker Henrik Gustaf Borenius, Nervanders Schwiegersohn, der dessen Werk fortsetzte.

Nervander schickte seine Beobachtungsdaten nach St. Petersburg an Kupffer. Diese Berichte wurden erst posthum unter dem Titel „Observations faites à l'Observatoire Magnétique et Météorologique de Helsingfors sous la direction de Jean Jacques Nervander“ in den Jahren von 1850 bis 1873 in sechs Bänden veröffentlicht. Ein Teil der Druckkosten wurde aus dem Preisgeld des Demidov-Preises bezahlt; einen großen Restbetrag schossen die Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg und die Gesellschaft der Wissenschaften in Finnland zu (Nervander 1852, S. III).

Kasan

Was die Erforschung des Erdmagnetismus in Russland anbelangt, so hatte die Universität Kasan an ihr von Anfang an Anteil (siehe S. 68–70). Die Beobachtungen in Kasan wurden seit 1825 zunächst unter der Ägide von Alexander von Humboldt durchgeführt, der die Beobachtungen zu koordinieren unternahm. Die Daten von synchronen magnetischen Beobachtungen wurden nach Berlin an Humboldt geleitet. Veröffentlicht wurden sie in den „Annalen der Physik und Chemie“. So ist zum Beispiel in der Publikation von synchronen Beobachtungen am 5. Mai, am 4. Juni und am 7. August 1830 – es waren Deklinationsmessungen mit gleichzeitigen Temperatur- und Wetterkontrollen alle 20 Minuten von 12 bis 24 Uhr oder sogar bis 2 Uhr durchgeführt worden – angegeben, dass die Beobachter in Kasan Simonov und Šestakov gewesen seien (Dove/Humboldt 1830, Taf. XV). Anfänglich war Kasan mit einer Gambeschen Bussole ausgestattet, die, um die Vergleichbarkeit der Messun-

46 Die Universität in Helsingfors trug zu Ehren von Kaiser Alexander I. den Namen Kaiserliche Alexander-Universität.

47 Originaltitel: „Разборъ сочиненія Нервандера, профессора при Александровскомъ Университетѣ въ Гельзингфорсѣ, подъ заглавіемъ: Observations faites à l'Observatoire magnétique et météorologique de Helsingfors“.

gen zu gewährleisten, mit den Bussolen in Paris und in Berlin identisch war (Briefwechsel Humboldt–Schumacher 1979, S. 38). Die neuen Messmethoden von Gauß sowie die Gaußschen Magnetometer fanden in Kasan unverzüglich Anwendung. So wurde in einem Brief von Gauß an Humboldt festgehalten, dass im August 1836 in Göttingen ein „für Casan bestimmter Apparat“ angefertigt werde (Briefwechsel Humboldt–Gauß 1977, S. 54). Von großer Bedeutung war es, dass Ivan Michajlovič Simonov anlässlich seiner Auslandsreise im Jahre 1842 Gauß in Göttingen einen Besuch abstatten und an Ort und Stelle Gauß' Magnetisches Observatorium besichtigen konnte. Im Jahre 1843 wurde in Kasan ein neues Magnetisches Observatorium errichtet, das den alten magnetischen Pavillon ablöste. Das neue Observatorium befand sich auf dem Universitätsgelände in der Nähe des Botanischen Gartens. Es existiert noch ein Plan des Geländes (Abb. 7), auf dem die Standorte der beiden Einrichtungen zu sehen sind (Nr. 8 und 16).

St. Petersburg

Im Jahre 1828 nahm Adolph Theodor Kupffer einen Ruf an die Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg an. Bald darauf konnte er erreichen, dass auf dem freien Gelände der Peter-Paul-Festung ein Magnetisches Observatorium errichtet wurde. Dieses wurde 1830 in Betrieb genommen (Rykačev 1900, S. 41). Magnetische Beobachtungen konnte man aber auch noch wie früher im Physikalischen Kabinett der Akademie der Wissenschaften durchführen.⁴⁸

Nachdem Kupffer im Jahre 1833 in Poggendorffs „Annalen der Physik und Chemie“ Gauß' „Intensitas“ gelesen hatte, handelte er schnell. Kupffers Pläne, die Methode der absoluten Messungen von Gauß in Russland einzuführen und das System der magnetischen Beobachtungen neu zu organisieren, fanden schon seit Oktober 1833 in seinen Schriften ihren Niederschlag (Rykačev 1900, S. 66–87). Kupffers Projekt wurde auch von dem General Konstantin Vladimirovič Čevkin unterstützt, der 1834 zum Stabschef des Korps der Bergingenieure ernannt worden war. Auch der Finanzminister Georg von Cancrin förderte das Vorhaben und sorgte für die notwendigen Mittel. Es wurden 8.200 Rubel für das Normale Observatorium in St. Petersburg, 10.300 Rubel für Magnetische Observatorien in Jekaterinburg, Nertschinsk und Barnaul und 1.500 Rubel für weitere Beobachtungsstationen zur Verfügung gestellt. Das Projekt von Kupffer „Über die Anordnung von magnetischen und meteorologischen Beobachtungen“, vorgestellt von Čevkin und unterschrieben von Cancrin, genehmigte Nikolaj I. am 13./25. April 1834 mit einem Wort: „Согласен“ (Einverstanden). Kupffer wurde zum Direktor des Normalen Observatoriums am Korps der Bergingenieure in St. Petersburg ernannt, das vor allem die Aufgabe der Ausbildung von Beobachtern übernehmen sollte. Daher erhielt Kupffer auch eine Professur für Erdmagnetismus. Es war dies die

48 Dies war aber ein ungünstiger Ort, weil die Messergebnisse durch die Einflüsse der Stadt beeinträchtigt wurden.

erste Professur für Erdmagnetismus in der Geschichte (ebenda, S. 80–81). Das Normale Observatorium wurde im Innenhof des Instituts des Korps der Bergingenieure errichtet.

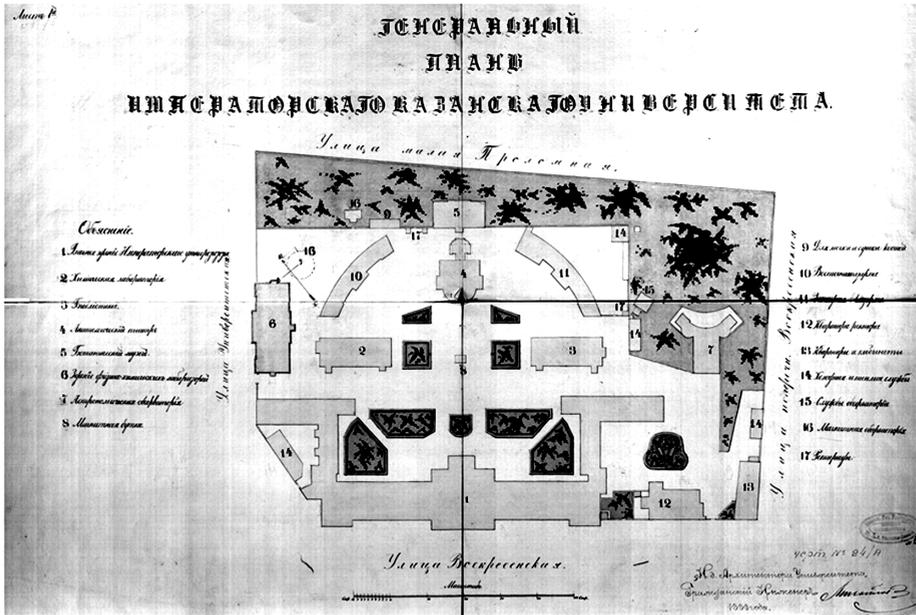


Abb. 7. Generalplan des Geländes der Kaiserlichen Universität Kasan, angefertigt im Jahre 1888

Kasan, N. I. Lobačevskij-Forschungsbibliothek, Abteilung Handschriften und Seltene Drucke, Sign. 9069.

- | | |
|----------------------------|----------------------------------|
| 1. Hauptgebäude | 7. Sternwarte |
| 2. Chemisches Laboratorium | 8. Magnetischer Pavillon |
| 3. Bibliothek | 12. Dienstwohnung des Rektors |
| 4. Anatomisches Theater | 15. Dienstgebäude der Sternwarte |
| 5. Botanisches Museum | 16. Magnetisches Observatorium |

Die weiteren Objekte sind entweder Dienstbauten oder nach 1850 entstanden.

Seit dem Jahr 1838 war Kupffer damit beschäftigt, ein noch größeres Projekt zu verwirklichen. Es ging um eine umfassende physikalische Erforschung der Erde, eine Idee, die auf Humboldt zurückzuführen ist. Humboldt selbst unterstützte diesen Plan nach allen seinen Kräften. Am 9. April 1839 wandte er sich an Nikolaj I.: „Votre Majesté Impériale [...], a aussi comblé tous les voeux, en faisant établir sous la direction éclairée du Ministre des mines, un vaste réseau de stations magnétiques de St. Pétersbourg à l'Oural et de l'Oural à Péking. Les plans que j'avais rêvés dans ma jeunesse, ont été exécutés dans Votre Empire sur une échelle gigantesque. Cette branche utile des sciences physiques, intimement liée aux besoins de l'art nautique, n'a été cultivée dans aucun pays de

l'Europe, comme elle l'est dans la partie du monde que Dieu a placée sous le sceptre de Votre Majesté“ (Rykačev 1900, S. 87). Humboldt schrieb auch an den Finanzminister Cancrin. In seinem Brief vom 11. April 1839 hieß es: „Alles was Sie für die Vergrößerung und Sicherung dieses herrlichen Central-Instituts in Petersburg fortfahren zu thun, wird von der Nachwelt an das viele Grosse und Edle angereihet werden, das Sie unter Ihrem Ministerium geschaffen haben“ (ebenda, S. 42*).

Am 29. Dezember 1839/10. Januar 1840 meldete Kupffer Gauß: „Meine Projecte sind ausgearbeitet, und vorgestellt,⁴⁹ und erwarten nur die Genehmigung des Kaisers, um in Ausführung zu kommen. Sobald diese erfolgt ist, schreibe ich ausführlich“ (Briefwechsel Kupffer–Gauß, Brief Nr. 12). Dreieinhalb Monate später, am 12./24. April 1840, berichtete er Gauß aus St. Petersburg über die Aktivitäten in puncto Erdmagnetismus: „Ausserdem hat bereits Peking den Weberschen kleinen Apparat erhalten; die Gambey'sche Declinations- u[nd] Neigungsbussole sind schon da. Auch in Sitka (NW Port von Amerika) wird ein magnet[isches] Observatorium erbaut, und ich hoffe, dass man auch in Nicolaeff beobachten wird. Auf allen diesen Puncten wird alle 2 Stunden beobachtet, Goettinger Zeit. In Tiflis besteht schon ein magnetisches Observatorium,⁵⁰ welches nur noch einige Instrumente erhalten soll“ (ebenda, Brief Nr. 16).

Im Jahr 1843 gelang es Kupffer, das Normale Observatorium am Korps der Bergingenieure in St. Petersburg in eine zentrale Institution umzuwandeln. Die Hauptaufgabe dieser Institution war es, die Beobachtungen und Ergebnisse von allen Beobachtungsstationen russlandweit zu koordinieren. Das neue Observatorium war wiederum der Obhut des Korps der Bergingenieure unterstellt. Darüber hinaus war diese neu organisierte Zentralinstitution nicht nur für magnetische, sondern auch für meteorologische Beobachtungen zuständig. Ferner sollte es auch die Überprüfung und Normierung der Magnetometer und anderer Instrumente übernehmen. Die Erforschung des Erdmagnetismus in Russland wurde damit gänzlich institutionalisiert und zentralisiert; dies markierte eine ganz und gar neue Entwicklung auf diesem Gebiet.

49 Gemeint ist das „Projet des règlements de l'observatoire physique“ von A. T. Kupffer (Rykačev 1900, S. 123–131).

50 Auf Grund der Initiative von Kupffer wurde 1837 damit begonnen, in Tiflis ein Magnetisch-Meteorologisches Observatorium einzurichten. Die Beobachtungen begannen dort 1839 (Rykačev 1900, S. 194–195). Erst im Jahre 1850 wurde daraus unter der Bezeichnung „Тифлисская магнитно-метеорологическая обсерватория“ (Magnetisch-Meteorologisches Observatorium Tiflis) eine feste Einrichtung. 1865 wurde es der Verwaltung des Statthalters in Kaukasien unterstellt und 1867 umbenannt. Es hieß nun „Тифлисская физическая обсерватория“ (Physikalisches Observatorium Tiflis). Ab 1883 wurde diese Einrichtung der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg untergeordnet (Amburger 1966, S. 477). Von 1899 bis 1901 war dort Iosif Vissarionovič Džugašvili (später Stalin) als Observator tätig.



Abb. 8. Gebäude des Physikalischen Hauptobservatoriums in St. Petersburg,
erbaut von 1846 bis 1849

Photographie vom Ende des 19. Jahrhunderts.

Archiv des Geophysikalischen Hauptobservatoriums in St. Petersburg.

Schließlich wurde 1849 in St. Petersburg das Physikalische Hauptobservatorium ins Leben gerufen, dessen erster Direktor Kupffer wurde. Ihr neues Gebäude wurde von 1846 bis 1849 erbaut (Abb. 8 und 32). Jetzt ging es nicht allein um die Koordinierung, Bearbeitung und Auswertung von magnetischen und meteorologischen Beobachtungen, sondern um die Geophysik in allen ihren Facetten. Eine vergleichbare Institution gab es damals nirgendwo sonst auf der Welt.⁵¹ Kupffer versäumte es nicht, „von dem erfreulichen Fortgang“ nach Göttingen zu berichten. Er schrieb an Gauß: „Die Zahl der neugebauten Observatorien in Russland nimmt immer mehr zu, sie werden nun vollständiger organisirt. [...] In Petersburg selbst ist eben der Bau einer Centralanstalt, nicht nur für Magnetismus und Meteorologie, sondern überhaupt für alle phys[icalischen] Wissenschaften, fertig geworden und im Laufe des Sommers sollen schon die Arbeiten in demselben beginnen; ich werde zu seiner Zeit nicht ermangeln, Ihnen nähere Nachricht darüber zu geben“ (Briefwechsel Kupffer-Gauß, Brief Nr. 27). Dieser Brief von Kupffer an Gauß vom 15./27. Februar 1849 ist leider der letzter, der uns heute vorliegt.

51 Am 23.7.1851 bewilligte der österreichische Kaiser Franz Joseph I. die Gründung der Zentralanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Wien (Hammerl [u.a.] 2001).

Dieses auf der Grundlage von Gauß' Beiträgen zur Erforschung des Erdmagnetismus in St. Petersburg errichtete Physikalische Hauptobservatorium existiert noch heute, wenn es auch einen anderen Namen trägt und in einem neuen Gebäude untergebracht ist. Es ist dies das Geophysikalische Hauptobservatorium.

3.4.3. Die Verleihung von Demidov-Preisen für Beiträge zur Erforschung des Erdmagnetismus

Der Demidov-Preis wurde 1831 von dem Besitzer der Bergwerke im Ural und in Sibirien, Pavel Nikolaevič Demidov, gestiftet und seit 1832 von der Akademie der Wissenschaften in St. Petersburg vergeben. Der Preis wurde für die besten wissenschaftlichen Abhandlungen bestimmt und galt als eine der höchsten Auszeichnungen in Russland, auch war er sehr hoch dotiert (Mezenin 1987). Die Tatsache, dass der Demidov-Preis auch für eine Reihe von Arbeiten vergeben wurde, die ganz oder teilweise dem Erdmagnetismus gewidmet waren, bestätigt die herausragende Stellung, die der Erforschung dieses Phänomens in Russland zukam. Ohne auf die einzelnen Beiträge näher einzugehen, sollen hier wenigstens die Namen der entsprechenden Preisträger genannt werden.

Ein voller Demidov-Preis wurde im Jahre 1836 dem Weltumsegler Admiral Fëdor Petrovič Litke zuerkannt.⁵² Dieser erhielt die Auszeichnung in erster Linie für die umfassende Beschreibung seiner Reise um die Welt von 1826 bis 1829, auf der auch magnetische Messungen durchgeführt worden waren. Litkes magnetische Beobachtungen wurden von Emil Lenz ausgearbeitet und veröffentlicht. Der erste russische Weltumsegler, Admiral Adam Johann Krusenstern, war nur ein Jahr später, im Jahre 1837, der nächste Preisträger. Im Jahre 1842 erhielt den Preis Admiral Ferdinand von Wrangel, der die Nordküste Sibiriens, des Nördlichen Eismeerer erkundet sowie in Sitka in Alaska magnetische Beobachtungen durchgeführt hatte.⁵³ Im Jahre 1848 wurde, wie bereits erwähnt, ein halber Demidov-Preis an Nervander verliehen. Für seine umfangreiche Erforschung des russischen Nordwestens wurde schließlich 1851 dem Vizeadmiral und Hydrographen Michail Francevič Reinke ein voller Demidov-Preis zuerkannt. Auch ihm verdankte Gauß erdmagnetische Beobachtungsdaten (Gauß 1839, S. 40–41; Gauß-Werke: 5, S. 154–155).

52 Die Gutachten für die Preisverleihung an Fëdor Petrovič Litke hatten die Akademiemitglieder Adolph Theodor Kupffer und Emil Lenz verfasst (Mezenin 1987, S. 44).

53 Über die magnetischen Messungen auf Expeditionen im 19. Jahrhundert siehe: Roussanova 2011a.

3.5. Die Förderung der Erforschung des Erdmagnetismus in Russland – Russland als fruchtbarer Boden für die Umsetzung von Humboldts und Gauß' Ideen

Russland ließ sich die Erforschung des Erdmagnetismus sehr viel Geld kosten, mehr als jedes andere Land. Dies wiederum zeigt, für wie wichtig man in Russland die wissenschaftliche Erforschung des Erdmagnetismus hielt, welche Bedeutung dieser Forschungsrichtung eingeräumt wurde. In diesem riesigen Land wurde in relativ kurzer Zeit ein flächendeckendes Beobachtungsnetz aufgebaut, wurden Observatorien errichtet, wurde 1834 in St. Petersburg eine erste Professur für Erdmagnetismus und Meteorologie geschaffen, wurden zahlreiche Beobachter auf Staatskosten ausgebildet und vieles andere mehr. Um die erdmagnetischen Beobachtungen in ganz Russland zusammen mit den meteorologischen Beobachtungen weltweit bekannt zu machen, wurde eine repräsentative Zeitschrift gegründet, der „Annuaire magnétique et météorologique du corps des ingénieurs des mines de Russie“ (Kupffer, A. T. 1837–1846; GB 742). Diese Zeitschrift wurde an alle über diese Gebiete arbeitenden Naturwissenschaftler versandt (vgl. Abb. 31).

Dieses überaus große Engagement Russlands rief weltweit große Bewunderung hervor. So schrieb Adolph Theodor Kupffer in einem Brief vom 13./25. Juli 1839 an seinen Vorgesetzten, den General Čevkin: „on admire partout les encouragemens, que notre gouvernement offre aux sciences“ (Rykačev 1900, S. 44*). Und im selben Jahr ließ Kupffer, nachdem er Gauß in Göttingen einen Besuch abgestattet hatte, am 20. August/1. September 1839 Čevkin wissen, dass ein Genie die Zukunft wahrhaftig vorausahnte: „Il est vrai que le génie pressent l'avenir“ (ebenda, S. 52*). Mit dem Genie meinte er Gauß, der bereits damals die wachsende Bedeutung Russlands bei der Erforschung des Erdmagnetismus voraussah. Allerdings bezieht sich diese Bemerkung unmittelbar auf Gauß, der damals sich mit dem Erlernen der russischen Sprache beschäftigte (vgl. Roussanova 2010c).

Im Königreich Hannover allerdings war die Universität Göttingen der einzige Ort, an dem der Erdmagnetismus als Forschungsgebiet etabliert war. In der Zeit von 1833 bis 1843 standen Gauß und Weber im Mittelpunkt und an der Spitze der Forschung. Weltweit führte man nunmehr erdmagnetische Beobachtungen nach den Göttinger Terminen und mit den in Göttingen konzipierten Instrumenten durch. Gauß gelang es, in Göttingen eine zentrale Institution zu schaffen, in der die weltweiten Aktivitäten koordiniert wurden. Wilhelm Weber aber verlor bereits Ende des Jahres 1837 seine Professur an der Universität Göttingen, weil er den Protest der „Göttinger Sieben“ mitunterschieden hatte. 1842 erhielt er einen Ruf an die Universität Leipzig, Ostern 1843 verließ er Göttingen. Gauß selbst hatte, wie er Christopher Hansteen

mitteilte,⁵⁴ seit 1842 keine magnetischen Beobachtungen mehr angestellt.⁵⁵ Die „Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“ erschienen 1843 zum letztenmal. Es bedeutete dies das „Aus“ für die erdmagnetische Forschung in Göttingen. Die Blütezeit Göttingens bei der Erforschung des Erdmagnetismus hatte gerade einmal zehn Jahre angedauert. Bedenkt man ferner, dass Gauß in seinem „Atlas“ des Erdmagnetismus (Gauß/Weber 1840) nur drei Beobachtungsorte im deutschen Sprachraum anführt, nämlich Berlin,⁵⁶ Königsberg und Göttingen, so bedeutete das Ende in Göttingen auch einen schweren Schlag für die Erforschung des Erdmagnetismus in Deutschland überhaupt. Besonders betrüblich war es, dass die in Göttingen herausgegebene Zeitschrift „Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins“ eingestellt werden musste. Während erdmagnetische Beobachtungen nunmehr auch an anderen Orten in Deutschland ausgeführt wurden, erlebten die „Resultate“ keinerlei Fortsetzung.

In Russland jedoch wurde die Erforschung des Erdmagnetismus auch weiterhin in besonderem Maße gefördert. Kupffers Lebenswerk, die Etablierung eines Physikalischen Hauptinstitutes, wurde zwischen 1839 und 1849 realisiert. Daran hatte mit Sicherheit auch das diplomatische Geschick Alexander von Humboldts einen gehörigen Anteil.⁵⁷ Kaiser Nikolaj I., der Finanzminister Georg von Cancrin und der Präsident der Akademie der Wissenschaften, Sergej Semënovič Uvarov, waren Kupffers Projekt wohlgesonnen. Im Jahre 1849 wurde in St. Petersburg das neue Physikalische Hauptobservatorium eingeweiht, und die alte Zeitschrift „Annuaire“ wurde durch die noch wesentlich umfangreicheren „Annales de l’Observatoire Physique Central“⁵⁸ abgelöst. Dem neuen Institut wurden fast alle in Russland bereits vorhandenen Beobachtungsstationen direkt unterstellt, und es kamen noch weitere hinzu, so in Lugansk, in Bogoslowsk und in Slatoust. Die Einrichtung in Peking wurde zu einem Magnetisch-Meteorologischen Observatorium ausgebaut. Im Jahre 1850 wurde auch in Tiflis ein Magnetisch-Meteorologisches Observatorium gegründet, das später in Physikalisches Observatorium umbenannt wurde (Amburger 1966, S. 477). Das neue Physikalische Hauptinstitut in St. Petersburg

54 SUB Göttingen, Gauß, Briefe B: Hansteen, Brief Nr. 6.

55 Als Wilhelm Weber 1842 den Ruf an die Universität Leipzig angenommen hatte, versprach man ihm den Bau einer „magnetischen Warte“. Nach zähem Ringen war diese Ende des Jahres 1848 fertiggestellt. Jedoch wechselte Weber Ostern 1849 zurück an die Universität Göttingen (Schlote 2004, S. 15–16).

56 In Berlin wurde im Jahre 1835 die alte Akademiesternwarte durch einen von Karl Friedrich Schinkel gestalteten Neubau in Kreuzberg ersetzt; dieser war auch mit einem Magnetischen Observatorium ausgestattet. Am 11.5.1836 wurde dort mit systematischen magnetischen Beobachtungen begonnen (Encke 1840, S. V, S. 129–139).

57 Humboldts Briefe an Nikolaj I. vom 9.4.1839 und an den Finanzminister Georg von Cancrin vom 11.4.1839 spielten dabei eine große Rolle (Rykačev 1900, S. 86–87, 42–43*).

58 Der erste Band dieser Reihe für das Jahr 1847 wurde 1850 gedruckt.

übernahm sofort eine führende Rolle in Russland – Welch ein Höhenflug! Vergleiche mit Göttingen aus den Jahren 1833 bis 1843 liegen auf der Hand. Die sonst noch nirgendwo anders etablierte Disziplin Geophysik war zuallererst in Russland institutionalisiert worden.

Gauß wirkte über alle Grenzen hinweg; sein Beitrag zur Erforschung des Erdmagnetismus ist bis heute von allergrößter Bedeutung. In Russland freilich fielen seine Forschungen auf einen besonders fruchtbaren Boden. Auch der Historiograph des Physikalischen Hauptobservatoriums in St. Petersburg, Michail Aleksandrovič Rykačev, teilt diese Meinung – kein anderes Land habe Gauß' Entdeckungen in so hohem Maße fruchtbringend umgesetzt wie Russland. Dort habe Adolph Theodor Kupffer zu seiner Zeit ein Projekt für ein ganzes System von magnetischen und meteorologischen Beobachtungen verwirklicht:

„Ни въ какой странѣ открытіе Гауса не отразилось съ такою силою, какъ въ Россіи, гдѣ въ это время Купфферъ былъ занятъ проектомъ учрежденія цѣлой системы магнитныхъ и метеорологическихъ наблюдений“ (Rykačev 1899, S. 66).

