42253
C
C. & G. SURVEY,
LIBRARY AND ARCHIVES
FEB 1 9 1910
Acc No. 34938

ZEIT- UND ORTS-BESTIMMUNGEN

DER DEUTSCHEN SÜDPOLAR-EXPEDITION 1901—1903

BEARBEITET VON

J. DOMKE

NEBST ERÖRTERUNGEN ÜBER DIE

MEER- UND EISFAHRT DES „GAUSS“

VON

ERICH VON DRYGALSKI

13

I. EINLEITNUG
II. INSTRUMENTE, EINRICHTUNGEN UND BEOBACHTUNGSMETHODEN
III. ZEIT- UND ORTSBESTIMMUNGEN, BEARBEITET UND DARGELEGT VON J. DOMKE
IV. DIE FAHRT DES „GAUSS“ AUF SEE UND IM EISE

MIT TAFEL XIV
UND 18 ABBILDUNGEN IM TEXT

Q
115
.D483
1905
Bol. 1,
Heft 2

LIBRARY
NOV 07 2008
National Oceanic &
Atmospheric Administration
U.S. Dept. of Commerce

National Oceanic and Atmospheric Administration

International Polar Year (IPY) 2007-2008

ERRATA NOTICE

One or more conditions of the original document may affect the quality of the image, such as:

Discolored pages
Faded or light ink
Binding intrudes into the text

This has been a co-operative project between the NOAA Central Library and the Climate Database Modernization Program, National Climate Data Center (NCDC). To view the original document contact the NOAA Central Library in Silver Spring, MD at (301) 713-2607 x124 or Library.Reference@noaa.gov.

HOV Services
12200 Kiln Court
Beltsville, MD 20704-1387
February 25, 2008

Blank page retained for pagination

49253
C

I. Einleitung.

In den nachstehenden Ausführungen sind die Ergebnisse mitgeteilt worden, welche den Weg des „Gauss“ und seine Aufenthaltsorte, also die Land- und Ozean-Stationen der Expedition festlegen, und zwar sowohl die, welche durch astronomische Arbeiten gewonnen wurden, als auch diejenigen, welche auf nautischen Beobachtungsmethoden beruhen oder an frühere Bestimmungen anschließen. Wenn der Inhalt dieser drei Gruppen der Natur der Sache nach nicht gleichartig ist, so hat eine Expedition doch stets mit allen dreien zu rechnen und sie miteinander zu verbinden. Es dürfte deshalb von Interesse sein, zu sehen, wie es bei der Deutschen Südpolar-Expedition geschah.

Die Einteilung ist so getroffen worden, daß die astronomischen Orts- und Zeit-Bestimmungen einerseits (Abschnitt III) und die nautischen andererseits (Abschnitt IV) in sich geschlossen erscheinen und leicht gesondert betrachtet werden können, wie es der Fachmann wünschen wird. Immerhin empfiehlt sich auch ein Vergleich, da beide Arbeitsmethoden naturgemäß ineinander übergehen und die Verwendung der einen oder anderen erst aus dem Zusammenhang zu verstehen ist. Auf Reisen kann man nicht immer die absolut beste Methode wählen, sondern wird sich bisweilen mit der nächstliegenden begnügen müssen.

An der Ausführung der Beobachtungen sind fast alle Mitglieder der Expedition beteiligt gewesen, wenn naturgemäß auch in verschiedenem Umfang. Die Wahl und allgemeine Anlage der Routen lag bei mir, die Ausführung der Schiffswege im einzelnen bei Kapitän H. Ruser. Damit war gegeben, daß die astronomische Bestimmung der Hauptstationen und der ganze Zeitdienst wesentlich durch mich oder nach meinen Angaben erfolgt ist, die Ortsbestimmungen während der Seefahrt durch H. Ruser und die Schiffsoffiziere W. Lerche, R. Vahsel und L. Ott. Durch ständige Hilfeleistung bei den Beobachtungen und vereinzelt durch eigene Messungen haben die genannten vier Herren auch bei den astronomischen Bestimmungen der Hauptorte mitgewirkt und, nach der Rückkehr der Expedition nach Afrika, im Juni und Juli 1903 die Chronometeranschlüsse durch Vergleiche mit dem Zeitball des Kriegshafens Simonstown vollzogen. Die Bestimmungen des astronomischen Punktes am Gaussberg rühren zum größten Teil von R. Vahsel her. Andererseits bin ich bei der Bestimmung der Schiffsorte während der Fahrt des „Gauss“ im Eise beteiligt gewesen, indem ich Beobachtungen mit Prismenkreis und künstlichem Horizont auf Schollen ausführte, während die Schiffsoffiziere gleichzeitig Sonnenhöhen über der Eiskimm maßen. Auch die wissenschaftlichen Mitglieder der Expedition, namentlich

H. Gazert und E. Philippi, haben sich teils durch Hilfeleistungen beim Beobachten, vereinzelt auch durch eigene Messungen an den Zeitbestimmungen beteiligt.

Bei den Schlittenreisen wurden, wo nicht astronomische Bestimmungen ausgeführt werden konnten, die Positionen durch Führung eines Bestecks, also wie bei der Fahrt des Schiffes, bestimmt. Die Richtungen dafür wurden mit dem Kompaß gemessen und die Weglängen, welche bei dem Schiff aus der Logrechnung folgen, teils geschätzt und teils mit der Uhr ermittelt, nachdem die Zeiten, welche für das Zurücklegen bestimmter Weglängen zu Fuß oder auf dem Hundeschlitten erforderlich waren, vor und während der Schlittenreisen bei verschiedenartigen Wegbeschaffenheiten wiederholt festgestellt worden waren. Das Abschätzen von Weglängen im Eise war stets schwierig und der optischen Täuschungen wegen vielfachen Irrtümern unterworfen, so daß man sich darauf nicht verlassen konnte. Für die Einhaltung der Richtungen haben dagegen Marken, die wir an den Eisbergen hatten, gute Dienste geleistet, wobei es allerdings auch manche Verwechslungen gab. Eisberge haben gelegentlich auch für die Kurse des „Gauss“ im Scholleneise als Marken gedient, wenn natürlich auch nur für kurze Zeiten, da sie dann meist schwammen, also selbst bewegt waren.

Auf Kerguelen hatte die Expedition den Vorteil, an die Bestimmung der englischen Expedition zur Beobachtung des Venusdurchgangs im Jahre 1874 und ihre Verbindung mit der gleichzeitigen deutschen Station, die bei Betsy-Cove an der Nordseite der Observations-Halbinsel lag, durch A. Auwers anschließen zu können; unsere Station lag in der Beobachtungsbucht am Orte der früheren englischen. Von astronomischen Arbeiten kamen hier für uns also wesentlich Zeitbestimmungen in Betracht, welche im Januar 1902 von mir eingeleitet und dann durch E. Werth, J. Enzensperger und K. Luyken fortgesetzt worden sind. Die Kartierung der Umgebung der Kerguelenstation beruht auf Triangulation und Kompaßpeilungen, teilweise auch auf Bestecksführungen, die vornehmlich von E. Werth herrühren.

Die Bearbeitung des astronomischen Materials der Expedition lag in den Händen von J. Domke, dessen Darlegungen im dritten Abschnitt dieser Arbeit mitgeteilt worden sind. Seiner Kenntnis, Sorgfalt und kritischen Schärfe ist die Expedition hier wie bei anderen Teilen der Auswertung ihres Materials zu herzlichem Dank verbunden. Schon bei der instrumentellen und methodischen Vorbereitung unserer astronomischen Arbeiten, wie auch nach der Heimkehr bei der Verarbeitung des Materials und Nachprüfung der Instrumente durften wir uns des kundigen Rates und der bereitwilligen Mitwirkung von M. Schnauder in Potsdam erfreuen, dem ich dafür auch an dieser Stelle danke, gleichwie Herrn B. Wannach in Potsdam, der Deutschen Seewarte in Hamburg und der Sternwarte in Kiel für die Prüfung der Chronometer und Uhren vor und nach der Expedition. An den Reduktionen haben sich auch die Herren A. Dinter in Charlottenburg und L. Distel in München gelegentlich beteiligt.

Endlich darf ich auch an dieser Stelle erwähnen, daß die instrumentelle und methodische Anlage meiner astronomischen Arbeiten auf einer Anweisung beruht hat, welche die Herren A. Auwers und F. R. Helmert als Mitglieder des wissenschaftlichen Beirats für die Vorbereitung der Expedition verfaßt haben. Dieselbe hat unseren Arbeiten zugrunde gelegen, ist in wesentlichen Punkten unmittelbar befolgt worden und hat in anderen, wo die örtlichen Verhältnisse Änderungen bedingten, als Anhalt gedient. Beiden Herren ist die Expedition zu aufrichtigem Danke verpflichtet, gleichwie Herrn Th. Albrecht in Potsdam, welcher vor der Ausreise noch persönlich praktische Ratschläge gab.

II. Instrumente, Einrichtungen und Beobachtungsmethoden.

1. Die Instrumente und Stationen.

Das Instrument der Haupt-Expedition für astronomische Stationsbeobachtungen war das Universal Nr. 2892 von Max Hildebrand (früher August Lingke & Co.) in Freiberg in Sachsen mit 13,5 cm großen verdrehbaren Kreisen, die von 10 zu 10 Minuten geteilt waren. Beschreibung und Abbildung entsprechender Instrumente findet man in dem Katalog der Firma, Abteilung IIIA, Nr. 39. Für die Zwecke der Expedition und auf deren Wunsch waren an den sonst üblichen Konstruktionen einige Änderungen getroffen worden, wobei wir uns des Entgegenkommens der Firma erfreuten.

Jeder Grad der Kreise war mikroskopisch voll beziffert. Die Ablesung des Höhenkreises erfolgte durch Schraubenmikroskope, deren Trommelteile einen wahren Wert von 5″ hatten, so daß 0.5″ geschätzt werden konnten, und die Ablesung des Horizontalkreises durch Skalenmikroskope, wobei 10 Skalenteile gleich 10′ der Kreisteilung waren, so daß damit 0,1′ = 6″ geschätzt werden konnten. Ein Aufsuchkreis war in ganze Grade geteilt und durch einen Index ablesbar. Die Aufsatzlibelle gab 4.44″ und die Höhenkreislibelle 5.49″ an; sie hatten Luftkammern und waren so gelagert, daß sie sich in ihren Fassungen ausdehnen konnten.

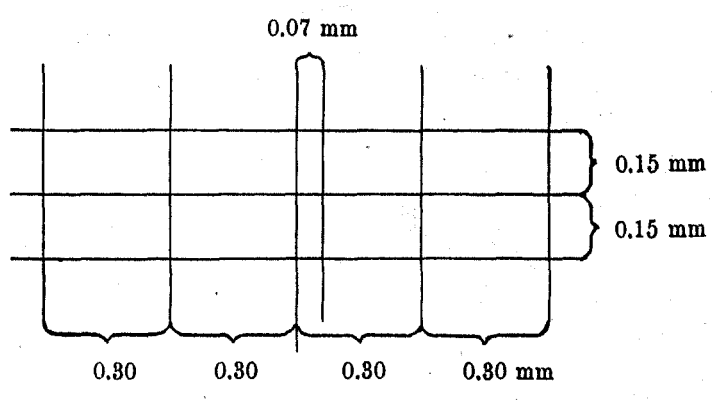


Fig. 1. **Das Fadennetz des großen Universal-Instruments.**

Das Fernrohr mit dreifachem Objektiv hatte eine Öffnung von 61 mm, eine Brennweite von 27 cm und ein $^1/_2$- sowie ein $^1/_3$zölliges achromatisches Okular. Die Fassung des Objektivs war aus Nickelstahl von etwa gleichem Ausdehnungskoeffizienten wie der des Glases. Außer den Sonnengläsern hatte das Fernrohr ein Schneeglas, ein Okularprisma mit Sonnenglas, eine Sonnenblende, zugleich als Taukappe dienend, mit herausnehmbaren, durchscheinenden Zelluloideinsätzen von verschiedener Öffnung für Sonnen- und Mondbeobachtungen. Ein zweites Okularprisma fehlte, wäre aber sehr erwünscht gewesen. Die Feldbeleuchtung erfolgte durch die Mitte des Fernrohrkörpers. Das Fadennetz war, wie Fig. 1 zeigt, worin die Zahlen Millimeter bedeuten. Der zweite kürzere Mittelfaden darin war mir angeraten worden, um in der Mitte sowohl am Faden, wie zwischen zwei Fäden einstellen zu können, doch habe ich von der letzteren Methode nicht Gebrauch gemacht, was wohl wesentlich an der Individualität des Beobachters lag. Infolgedessen habe ich den zweiten Faden als Unbequemlichkeit empfunden, da er leicht zu Verwechslungen Anlaß gab und so immer besondere Aufmerksamkeit erforderte.

Die gleich starken, genauen Zylinder der Fernrohrachse und die langgeformte, fast bis an die letztere heranreichende Vertikalachse, sowie deren Mantel bestanden aus gehärtetem Stahl. Die Entlastungsschraube der Vertikalachse war für die genaue Regulierung des Achsenganges mit einer Trommel mit Teilung versehen.

Die vorderen Fassungen aller Okulare, des Okularprismas, der Sonnengläser, sowie die Köpfe aller Bewegungsschrauben waren mit Hartgummi verkleidet. Auch der Dreifuß erhielt einen Ring aus Hartgummi, um das Instrument daran tragen zu können. Die Fußspitzen (Schuhe), Flügelmuttern und Knebelschrauben der Stative, deren eines feste, ein zweites zusammenschiebbare Beine hatte, waren ebenfalls mit Hartgummi überzogen, was für die Aufstellung auf Eis zweckmäßig und für die Handhabung in der Kälte angenehm war.

Der Horizontalkreis hatte eine Schutzdecke mit einer größeren Öffnung, die mit einer Klappe geschlossen war; man konnte gut zur Teilung gelangen, um sie zu reinigen, wozu bei dem unausgesetzten Beschlagen aller Metallteile und Gläser mit vereisenden Athemdämpfen sehr häufig die Notwendigkeit vorlag.

Drei Fußplatten dienten zur Aufstellung auf Stein, kamen dazu jedoch nicht zur Verwendung; eine Zentrierspitze diente zur Einrichtung.

Zur Reserve führte die Hauptexpedition noch ein zweites Universal, Max Hildebrand Nr. 2893, mit, welches jedoch nicht zur Verwendung gelangte. Es unterschied sich von dem oben beschriebenen nur dadurch, daß es auch für den Höhenkreis Skalenmikroskope hatte, nicht Schraubenmikroskope wie jenes. Sonst war die Konstruktion die gleiche.

Die erwähnten Holzstative dieser Universale waren gut. Das feste ist auf der Winterstation des „Gauss“ dauernd benutzt worden und hat sich bewährt. Da die Station auf einem schwimmenden Scholleneisfelde lag, ein auf Land fest zu errichtender Steinpfeiler also nicht zur Verfügung stand, war die Aufstellung auf dem Stativ der Lage entsprechend die beste. Ein Steinpfeiler auf dem Eise hätte des größeren Gewichts wegen unsicherer gestanden, da er leichter eingeschmolzen wäre, und ein durch eine Steinplatte abgedeckter Eispfeiler, wie es vorgesehen gewesen war, erwies sich trotz der anhaltenden Kälte nicht als genügend stabil, wie aus Versuchen hervorging. So gab das Stativ mit festen Beinen die beste Aufstellung. Das andere Stativ mit zusammenschiebbaren Beinen ist nur ausnahmsweise bei gelegentlicher Verwendung des Universals auf Stationen von kürzerer Dauer zur Verwendung gelangt.

Mit dem Universal waren die für astronomische Arbeiten wichtigsten Instrumente die Chronometer und Uhren, welche schon zu Zwecken der langen Seereise und sodann in Erwartung starker Inanspruchnahme durch die Polarkälte besonders reichlich vorgesehen worden waren. Die Hauptexpedition besaß die folgenden Chronometer:

Schlesicky, Frankfurt a. M., 3015
Knoblich, Altona, 2303
Nardin, Loccle (Schweiz), $\frac{55}{8555}$
Bröcking, Hamburg, 1183
Bröcking, Hamburg, 1333.

Die ersten drei gingen nach mittlerer Zeit und die letzten beiden nach Sternzeit. Die beiden Chronometer von Bröcking waren für die Expedition besonders hergestellt worden. Der Chronometer von Nardin mit elektrischem Kontakt zum Registrieren war fertig, als die Expedition sich im Sommer 1899 an die Firma wandte, und wurde schon damals erworben. Die Chronometer von Knoblich und Schlesicky wurden der Expedition im Sommer 1901 von der Marine überlassen, nachdem beide in der soeben vorausgegangenen Konkurrenzprüfung als erstklassig befunden

und zum Ankauf durch die Marine bestimmt worden waren. Alle Chronometer sind vor der Expedition längere Zeit verglichen worden, und zwar Nardin im Geodätischen Institut zu Potsdam, die übrigen im Chronometerinstitut der Deutschen Seewarte zu Hamburg. Die vorherige Prüfung des Ganges erstreckte sich auch auf Temperaturen, die unter 0° herabgingen, soweit sich das machen ließ, freilich lange nicht bis zu den Kältegraden, welche sie teilweise später überstehen mußten.

Wie aus den weiter unten mitgeteilten Einzelheiten hervorgeht, haben die vier deutschen Chronometer sich gut bewährt und allen Arbeiten der Expedition eine sichere Grundlage geboten. Diesbezügliche Befürchtungen, welche das Chronometerinstitut der Seewarte vor der Ausreise des „Gauss“ wiederholt geäußert hatte, sind nicht in Erfüllung gegangen. Die Gangwerte, ihre Störungen und deren Gründe sind unten mitgeteilt worden. Die letzteren lagen in den natürlichen Verhältnissen und wären auch durch weitere Prüfungen vor der Expedition nicht zu beseitigen oder zu mildern gewesen, haben unsere Arbeiten auch nicht beeinträchtigt. Die Chronometerausrüstung ist reichlich, doch kaum zu reichlich gewesen; unter Umständen sind drei Instrumente gleichzeitig bei verschiedenen wissenschaftlichen Arbeiten in Dienst gewesen. Das vierte war dann eine notwendige Reserve, da die unvermeidliche Exposition der in Dienst befindlichen Instrumente immerhin auch zum Versagen derselben führen konnte, während das fünfte, der Registrierchronometer von Nardin, seinen besonderen Zweck bei Schwerkraftsbeobachtungen zu erfüllen hatte.

Wäre dieses letztgenannte Instrument zuverlässig gewesen, hätte es zugleich als Reservechronometer dienen können und mithin eines von den andern entbehrlich gemacht. Dieses war jedoch nicht der Fall, wie schon die Vorprüfung in Potsdam gezeigt hatte. Während der Expedition war sein Gang so ungleichmäßig, daß es nicht zur Ableitung des Ganges eines mittleren Chronometers benutzt ist; auch war es das einzige, welches in der Kälte stehen blieb. Die Stockung wurde durch eine gründliche Reinigung mit Naphta beseitigt, doch war der Gang nachher noch schlechter als zuvor und hat schließlich ganz versagt. Seinen Hauptzweck, bei Schwerkraftsbeobachtungen zu dienen, hat es zusammen mit einer Pendeluhr noch erfüllt gehabt, doch nur bei weitgehender Kontrolle durch die anderen Chronometer und stetem, die Arbeiten erschwerenden Schutz vor niederen Temperaturen, was für die anderen nicht erforderlich war. So sind fünf Chronometer im ganzen nicht zuviel gewesen.

Die Standorte der Chronometer während der Seefahrt waren an drei Stellen des Schiffes, nämlich im Instrumentenschrank des Navigationszimmers auf dem Oberdeck und in den Kleiderschränken meiner Kabine und der H. Rusers, die mittschiffs im Zwischendeck lagen, und zwar einander gegenüber, jene an Backbord, diese an Steuerbord. Den ersten Standort, welcher den größten Temperaturschwankungen ausgesetzt war, hatte meistens Schlesicky 3015 inne, vorübergehend an seiner Stelle auch Knoblich 2303. Das dort befindliche Instrument diente zur täglichen Navigation. Die anderen Chronometer waren auf die beiden anderen gleichwertigen Standorte verteilt, zu denen zeitweise während der Hinfahrt als vierter für ein Instrument (Bröcking 1183) noch die unweit der Kabine Rusers gelegene, derselben gleichwertige Kabine Ott trat. In den Kabinen waren die Temperaturschwankungen während der Seefahrt etwas, doch nicht viel geringer, als im Navigationszimmer. Sie waren durchschnittlich wärmer, in den Tropen, wie in den kalten Meeren. Es ist nicht hervorgetreten, daß der eine Standort

vor den anderen besondere Vorteile hatte. Alle Chronometer hingen cardanisch in Holzkasten, die ihrerseits in stark gepolsterten größeren Kasten standen. In einem dieser letzteren für jeden Standort lag ein Stabthermometer, dessen Angaben für alle Instrumente des betreffenden Standortes galten.

Auf der Winterstation des „Gauss“ wurde der Standort im Navigationszimmer eingezogen, weil er nunmehr ungünstiger wurde als die andern; er war der Winterkälte naturgemäß weit mehr ausgesetzt als diese, die im Zwischendeck lagen. An seine Stelle trat für Bröcking 1183 die astronomische Hütte auf dem Eise, während Schlesicky und Knoblich in der Kabine Ruser Platz fanden und Bröcking 1333, sowie Nardin in meiner Kabine verblieben, wenn sie nicht vorübergehend auch bei wissenschaftlichen Arbeiten draußen z. B. im magnetischen Observatorium oder in der astronomischen Hütte verwandt wurden. Die Thermometerverteilung war der während der Seefahrt analog. Die Temparaturschwankungen in den Kabinen waren gering, zwischen 0° und + 10° im Laufe des Winters und innerhalb 3° etwa im Laufe des Tages. In der astronomischen Hütte waren sie stark, da Bröcking 1183 zwischen 0° und — 30° C temperiert gewesen ist, zeitweilig auch noch niedriger. Das Instrument ist dort völliger Einhüllung mit Schnee, der überall eindrang, sowie anderen Unbilden des antarktischen Wetters fast ein Jahr hindurch ausgestzt gewesen. Im Vertrauen auf die Zahl der vorhandenen Chronometer ist diese Aufstellung gewagt worden und hat nicht versagt, vielmehr befriedigende Resultate gegeben, wie die mitgeteilten Gangwerte zeigen werden. Unter allen Umständen war sie einem jedesmaligen Transport des Instrumentes aus dem Schiff nach der astronomischen Hütte vorzuziehen, da ein solcher durch die damit verbundenen Temperatursprünge gefährlicher gewesen wäre, ganz abgesehen von den unvermeidlichen Erschütterungen; Standortsveränderungen haben auch sonst ungünstig gewirkt.

Vor der Expedition war an elektrische oder andere Thermostaten gedacht worden, um das Instrument bei den Beobachtungen vor den niederen Temperaturen zu schützen, natürlich auch an elektrische Übertragungen zu der Beobachtungshütte von einem geschützten Standort im Schiff aus. Von solchen Maßnahmen wurde dann aber Abstand genommen, und zwar in der richtigen Erwägung, daß sie die Beobachtungen komplizieren. Vermutlich wären sie auch nicht zur Benutzung gelangt oder hätten versagt. Die Beobachtungen waren in der Kälte so schwierig und von Zufällen abhängig, daß die stete Bereitschaft des Chronometers am Ort der Beobachtung ohne weitere Umstände mir noch heute als eine wesentliche Bedingung dafür erscheint, daß überhaupt beobachtet werden konnte.

Da der Versuch, den Chronometer in der Winterkälte zu lassen, geglückt ist, darf man ihn auch für künftige Fälle empfehlen. Kürzere Zeiten ist er auch bei Bröcking 1333 gelungen, bei Nardin nicht. Dieses Instrument mußte im Schiffe belassen und von dort her durch elektrische Leitung mit dem Kontaktapparat für Schwerkraftsbestimmungen in der astronomischen Hütte verbunden werden, was manche Erschwerungen brachte und natürlich nur bei diesem Registrierchronometer möglich war. Die Bedingung dafür, die Aufstellung in der Winterkälte zu versuchen, ist aber das Vorhandensein eines Reservechronometers, da man von vornherein nicht wissen kann, ob ein Instrument die Kälte verträgt, oder nicht.

Über die Behandlung der Chronometer, ihre Vergleichungen und deren Ergebnisse ist später weiteres mitgeteilt worden. Hier sei nur noch erwähnt, daß sie kurz vor der Abreise

der Expedition, nämlich im Juli 1901, nochmals nachgesehen, gereinigt und geölt worden sind, nachher nicht mehr. Auffällig ist die starke und gleichartige Gangänderung der vier guten Chronometer nach dem Verlassen des Winterlagers bei dem gleichzeitigen Wiederbeginn der Schiffsschwankungen und dem bald darauf folgenden Eintritt höherer Temperaturen.

Neben den Chronometern standen der Haupt-Expedition sieben astronomische Uhren zur Verfügung, und zwar vier von Lange u. Söhne in Glashütte, Qualität Ia, die für die Expedition besonders gearbeitet worden waren, zwei ältere Uhren von Lange u. Söhne, die ich schon bei der Grönland-Expedition der Berliner Gesellschaft für Erdkunde 1891—93 benutzt hatte, und eine Uhr französischen Ursprungs mit von Sekunde zu Sekunde springendem Zeiger, die ich in Berlin gekauft hatte. Der Zweck dieser letzten war, bei astronomischen oder magnetischen Feldbeobachtungen zu dienen, wo man den Sekundenschlag brauchte und die Chronometer nicht zur Verfügung hatte, da der $^2/_5$ Sekundenschlag der anderen Uhren für Aug- und Ohr-Beobachtungen unbequem ist. Der Gang dieser letzten Uhr war brauchbar, wenn auch nicht so gut, wie bei den Uhren von Lange u. Söhne; der Schlag war etwas leise, aber hinreichend. Leider hat diese Uhr bald versagt und konnte nicht wieder in Gang gesetzt werden. Auch die beiden älteren Lange-Uhren sind schon auf der Hinreise zu Schaden gekommen. Sie wurden in Kapstadt im November 1901 repariert, doch nicht so gut, daß sie wieder völlig zuverlässig waren, und sind deshalb nur zu Interpolationen, Routenaufnahmen und Nebenarbeiten verwandt worden, wobei sie gute Dienste geleistet haben.

Von den vier Uhren, Qualität Ia, gingen drei nach mittlerer Zeit und eine nach Sternzeit; eine von den ersteren war unkompensiert, um nötigenfalls als Temperaturintegrator zu dienen. Für diesen Zweck war sie vorzüglich, ist aber kaum genügend ausgenutzt worden. Eine Expedition hat verhältnismäßig wenig Bedürfnis für eine solche Uhr, und ich würde an ihrer Stelle künftig lieber noch eine kompensierte Uhr, die nach mittlerer Zeit geht, wählen, gleichwie ich die Sternzeittaschenuhr lieber nach mittlerer Zeit reguliert gewünscht hätte, da man solche Uhren nicht genug haben kann. Auch bei uns wurde stellenweise schon Mangel empfunden, der sehr fühlbar gewesen wäre, wenn die Expedition das Schiff hätte verlassen müssen. Freilich ist außer den oben erwähnten drei älteren Uhren auch eine der nach mittlerer Zeit regulierten, erstklassigen zu Schaden gekommen, da bei Benutzung in der Winterkälte die Spitze einer feinen Achse brach und nicht ersetzt werden konnte. Mit solchen Zufällen muß man aber rechnen. So war schließlich nur eine erstklassige, nach mittlerer Zeit gehende Uhr übriggeblieben, und das ist zu wenig, da von diesen Instrumenten alles abhängen kann. Die unkompensierte Uhr bot hier natürlich keinen Ersatz, die gute Sternzeituhr wohl, doch häufig nur nach Umrechnung, was in Zeiten der Not schwer empfunden wird.

Die unkompensierte Uhr lag meistens bei einem der Chronometer, für welchen Temperaturintegrationen wünschenswert waren; die kompensierten Uhren wurden getragen und dienten zu Längenbestimmungen durch Zeitübertragung, magnetischen Schwingungsbeobachtungen, Routenaufnahmen, auch zu den Schwerkraftsbestimmungen und anderen Dingen. Sie haben sich, soweit sie in Gang blieben, vortrefflich bewährt und sind unter den verschiedensten äußeren Bedingungen eine sichere Grundlage unserer Arbeiten gewesen. Sonst waren noch verschiedene gewöhnliche Taschenuhren zur Stelle, die bei Routenaufnahmen, meteorologischen Arbeiten und Interpolationen auf kürzeren Intervallen zur Verwendung kamen, für feinere Arbeiten aber naturgemäß nicht.

Für die Schwerkraftsbestimmungen stand der Haupt-Expedition außer dem Registrierchronometer von NARDIN noch eine Halbsekundenpendeluhr mit Nickelstahlpendel von STRASSER und ROHDE zur Verfügung. Dieselbe war nach mittlerer Zeit reguliert und ging, wenn sie in Betrieb sein konnte, gut; ihre Verwendung unterlag aber Störungen, die in der Lage der Station auf einem schwimmenden Scholleneisfelde begründet waren, das nicht allein mit Ebbe und Flut, sondern auch mit Dünungen schwankte, die von ferne her unter das Eis drangen. Die Schwankungen mit Ebbe und Flut störten nicht, da das Niveau dabei ruhig blieb, doch die Dünungen verursachten Veränderungen des Horizonts, die in einem langsamen, rhythmischen Hin- und Herwandern der Libellen zu beobachten waren und mitunter so stark wurden, daß die Pendeluhr stehen blieb. Nur in den Wintermonaten, Mai bis inkl. August, fielen diese Störungen fort, weil das Eis damals in weitem Abstand von der Gaussstation fest lag und die vom offenen Meer im Norden her vordringenden Dünungen abschwächte. Noch im April und wieder im September mußte man dagegen auch bei schönem Wetter gewärtigen, daß die Pendeluhr plötzlich stehen blieb.

Eine zweite Schwierigkeit für die Verwendung der Pendeluhr lag in den niedrigen Temperaturen und war doppelter Art. Einmal waren die Stahlblättchen, an welchen das schwingende Uhrpendel hing, in der Kälte so starr geworden, daß das in heimatlichen Temperaturen für sie abgeglichene Uhrgewicht nicht mehr ausreichte. Dem Übelstand wurde durch ein doppelt so schweres Gewicht und durch eine Vergrößerung der in Betracht kommenden Elastizitätsverhältnisse erfolgreich abgeholfen. Diese letztere wurde durch eine Verlängerung der Stahlblättchen erreicht. Zweitens hat die Kontaktvorrichtung in der Kälte versagt, weil die sich im Pendelgang periodisch berührenden und so den Stromschluß bewirkenden Metallteile vereisten, wodurch der regelmäßige Stromschluß verhindert wurde. Reinigungen halfen diesem Übelstand ab, doch nie für lange Zeit, denn bei jeder Öffnung des Gehäuses zum Aufziehen oder auch zum Uhrvergleich, wenn das Türfenster außen beschlagen war, so daß man nicht hindurchsehen konnte, kam trotz größter Vorsicht immer so viel Feuchtigkeit in das Innere, daß die Metallteile von neuem vereisten. Trockenversuche mit Chlorkalcium halfen nicht. Eine zeitweilige Unterbringung der Uhr in wärmeren Räumen, z. B. im Laboratorium des „Gauss“, entfernte die Feuchtigkeit wirksamer, doch half das nur so lange, bis die Uhr wieder in die Kälte hinauskam. Eine dauernde Aufstellung innerhalb des wärmeren Schiffes, die dann versucht wurde, begegnete wieder dem anderen Übelstand größerer Unruhe, da der „Gauss“ sich bei jedem Sturm stark neigte und die Uhr dann zum Stillstand kam. Da solche Stürme häufig waren, konnte im Schiff keine Gangperiode von hinreichender Dauer erzielt werden.

Schließlich wurde für die Pendeluhr ein besonderes Eishaus innerhalb unseres aus vielen Schollen zusammengeschweißten Feldes auf derselben Scholle erbaut, auf welcher auch die astronomische Hütte stand, was den Vorteil hatte, daß es nur einmal pro Tag zum Vergleich betreten werden mußte, während in der astronomischen Hütte, wo die Uhr auf eigenem Stativ zuvor gestanden hatte, die häufige Anwesenheit des Beobachters mehr Feuchtigkeit entwickelte. In diesem Eishaus war das Beschlagen trotz niederer Temperaturgrade geringer, und es wurde auch eine Gangperiode von genügender Dauer erzielt, in welcher die Schwerkraftsbeobachtungen zur Ausführung kamen, und zwar im Oktober 1902. Schollenschwankungen durch Dünungen konnten in dieser Zeit schon fühlbar sein, blieben glücklicherweise aber in der Periode der

Beobachtungen aus. Außer der Ruhe der Niveaus war der ungestörte Gang der Uhr selbst hierfür der beste Beweis. Er bekundete zugleich, daß die zur Schwerkraftsbestimmung in Schwingung versetzten Pendel ebenfalls einen ungestörten Gang gehabt haben und daß das Ergebnis dieser ersten Schwerebestimmung auf schwimmendem Eis somit ein sicheres ist.

Von Reflexionsinstrumenten standen der Haupt-Expedition ein kleiner Prismenkreis und ein Aluminiumsextant von HAECKE in Berlin, sowie vier Sextanten zur Verfügung, welche Eigentum der Schiffsoffiziere waren. Die letzteren dienten zu den laufenden Bestimmungen während der Seefahrt an Bord, sowie gelegentlich auch zu Beobachtungen auf der Winterstation und auf Schlittenreisen, unter welch letzteren die des II. Offiziers R. VAHSEL im Oktober 1902 am Gaussberg die wichtigsten waren. Von den Schiffsoffizieren wurden fast ausschließlich Sonnenhöhen gemessen, Sternhöhen und Monddistanzen nur vereinzelt. In Abwechslung mit den eigenen Instrumenten wurde von ihnen der Aluminiumsextant von HAECKE seiner Leichtigkeit wegen gern benutzt. Die Teilung desselben hat sich nicht gut gehalten und mit der Zeit bei der Ablesung Schwierigkeiten bereitet.

Den Prismenkreis brauchte ich selbst, und zwar auf Nebenstationen oder Schlittenreisen, sowie auf der Winterstation zu Sonnenbeobachtungen in den Zeiten, in welchen das Universal der Schollenschwankungen wegen nicht mehr fest genug stand und der helle Polartag Sternbeobachtungen unmöglich machte, schließlich auch während der Fahrt des „Gauss“ im Eise, um zu den Beobachtungen der Schiffsoffiziere, die über dem mit Eis belegten natürlichen Horizont maßen, Vergleichsbestimmungen über einem künstlichen Quecksilberhorizont zu erlangen. Mehrfach habe ich mit dem Prismenkreis auch Monddistanzen gemessen und bediente mich dabei gern eines Bügelstativs, auf welchem er sich bequem um zwei Achsen drehen ließ; die Beobachtungen wurden hierdurch wesentlich erleichtert und beschleunigt. Die Längenbestimmungen durch Monddistanzen haben, wie üblich, kein gutes Resultat ergeben und sind auch nicht zur Ableitung der Endergebnisse benutzt worden; sie sind aber nichts desto weniger unentbehrlich, weil sie häufig die einzige Methode sind, die man anwenden kann.

Der Quecksilberhorizont, den ich benutzt habe, war von CASELLA. Es ist dieses eine runde, zweiteilige Dose von etwa 10 cm Durchmesser, die oben durch eine ebene Glasplatte fest verschlossen ist. Dieser Horizont braucht nicht geöffnet zu werden. Das Quecksilber befindet sich in dem unteren Teile der Dose und tritt bei leichter Drehung desselben gegen den oberen Teil in diesen letzteren ein und bei Rückdrehung wieder zurück. Ein Verlust oder eine Verunreinigung des Quecksilbers ist hierbei ausgeschlossen; auch ist das Instrument sehr handlich. Anfänglich hat man bei der Benutzung Schwierigkeiten, das richtige Sonnenbild zu finden, da neben demselben Spiegelungen des Quecksilberbildes an der verschließenden Glasplatte und von diesen wieder Rückspiegelungen am Quecksilber erscheinen. Man gewöhnt sich aber bald, das richtige Bild zu finden. Es zittert bei leiser Berührung, während die Glasbilder feststehen, und ist von allen das hellste. Ich ziehe diesen CASELLAschen Horizont jedem andern vor.

Schließlich gehörte zu der astronomischen Ausrüstung der Haupt-Expedition ein Fernrohr von STEINHEIL von 68 mm Öffnung und 30 Zoll Brennweite mit einem terrestrischen Okular von 25facher Vergrößerung und zwei astronomischen Okularen von 30facher und 60facher Vergrößerung. Dazu war nach den Angaben von M. SCHNAUDER eine sehr praktische Montierung

zum Drehen in zwei Richtungen von O. Töpfer in Potsdam geliefert werden. Das Instrument war vorzüglich. Es sollte zur Beobachtung von Sternbedeckungen dienen, doch konnten solche des Wetters wegen trotz häufiger Ansätze nicht ausgeführt werden. So ist es nicht seinem Werte entsprechend zur Verwendung gekommen. Es könnte bei ähnlichen Expeditionen fortbleiben, da man sich zur Beobachtung von Sternbedeckungen auch einfacherer und sonst schon verfügbarer Fernrohre bedienen kann.

Es ist hier der Ort, auch der Handfernrohre zu gedenken, welche die Haupt-Expedition besaß. Es waren drei einfache, lichtstarke Fernrohre für den Schiffsgebrauch und sechs Prismendoppelferngläser von Zeiss. Von den letzteren hatte eins 12fache, eins 8fache und zwei 6fache Vergrößerung. Die beiden übrigen waren Relieffernrohre. Von diesen hatte das eine die Vorrichtung zum Distanzmessen bis drei Kilometer, die uns z. B. für die Messung von Eisbergentfernungen vom Schiff aus nützlich war, da man bei gleichzeitigen Winkelmessungen mit dem Sextanten dann die Dimensionen des Eisbergs feststellen konnte. Das Instrument ließ sich auch auf schwankendem Schiff gut handhaben und nach einer eingetretenen Dejustierung an einer bekannten Entfernung leicht korrigieren. Auch das andere Relieffernrohr wurde gern benutzt. Von den vier erstgenannten Prismendoppelferngläsern wurden auf See die schwächeren Vergrößerungen bevorzugt, weil es bei den stärkeren schwer war, das Instrument ruhig genug zu halten. Bei den Schlittenreisen ist mir jedoch die stärkste Vergrößerung die wünschenswerteste gewesen, und ich habe mit ihr manches feststellen können, was ich sonst nicht gesehen hätte. Die obige Ausrüstung mit Handferngläsern war reichlich, doch sind alle auch dauernd benutzt worden.

Von Hilfsinstrumenten für astronomische Arbeiten kann ich an den meteorologischen kurz vorübergehen, weil dieselben in dem meteorologischen Teil dieses Werkes Erwähnung finden. Das meteorologische Inventar der Haupt-Expedition war ihrem Zweck entsprechend natürlich reichlich. Bei den astronomischen Arbeiten wurden die kleinen Schleuderthermometer von Fuess gern verwandt, auch auf der Winterstation, da sie zur Einlage in Chronometerkasten, zur schnellen Ermittlung von Instrumenten- und Lufttemperaturen und zu allen anderen Zwecken sehr bequem sind. Der Lufdruck wurde auf Nebenstationen mit Bohneschen Aneroiden ermittelt und auf der Winterstation entweder auch mit einem großen Bohneschen Aneroid, das in der astronomischen Hütte lag, oder, wenn dieses eingefroren war, dem Normalbarometer der Gaussstation direkt entnommen. Schleuderthermometer für die verschiedenen Zwecke habe ich zwanzig mitgehabt, und das war nicht zu viel. Von Aneroiden waren vier kleine Reiseinstrumente und ein großes, sehr empfindliches, alle von Bohne, zur Stelle und sind auch alle zur Verwendung gekommen.

Ein wunder Punkt in unserer Ausrüstung, welcher alle wissenschaftlichen Arbeiten betraf, waren die Beobachtungslampen, obgleich denselben natürlich besondere Aufmerksamkeit gewidmet worden war und Lampen der verschiedensten Konstruktion reichlich zur Stelle waren in Gestalt von Sturmlaternen, Zweiradlampen, Schiffskompaßlaternen, Kugellampen, Ochsenaugen und anderen Systemen, für Petroleum sowohl wie für Öl. In den Stürmen hat aber kein System genügt, so daß für die meteorologische Station schließlich eine von einer Trockenbatterie gespeiste elektrische Beleuchtung benutzt werden mußte. Die Dynamomaschine des „Gauss“ kam während der Überwinterung nicht zur Verwendung, weil wir der Kohlenersparnis wegen den Kessel nicht

in Betrieb haben konnten, der mitgenommene Windmotor zum Ersatz nicht genügte und der unaufhörlichen Stürme wegen von seinem Platz auf dem Maschinendeckshaus des „Gauss“ wieder entfernt werden mußte.

Bei den astronomischen Arbeiten hat die Beleuchtung natürlich nicht unter den Stürmen, wohl aber sehr erheblich unter der Kälte zu leiden gehabt. Öl wurde fest und unbenutzbar, und auch das Petroleum wurde dick und trübe. Die Gläser beschlugen ständig infolge des Temperaturgegensatzes innerhalb und außerhalb der brennenden Laterne. Innen wurde das Gefäß beim Gebrauch von Petroleum häufig so warm, daß das Petroleum vergaste, Stichflammen gab und die Gefäße auflötete. Zur Verhütung dessen mußte man die Lampen öffnen, damit die Gefäße abkühlten, hatte danach aber sicher mit Niederschlägen am mittlerweile auch abgekühlten Glase zu rechnen. Zur Reinigung war dann ein erneutes Öffnen notwendig, was auch nicht für lange half. Kurz es war ein ständiger Kampf, und man mußte froh sein, wenn die Lampen im Moment des Gebrauchs wirklich gebrauchsfähig waren. Von diesen Schwierigkeiten der Beleuchtung in der Kälte wird man sich schwer eine Vorstellung machen; sie kosten viel Zeit und Arbeit und beeinträchtigen damit indirekt auch die Beobachtungen selbst. Für künftige Fälle würde ich raten, sich für Beobachtungszwecke auf andere Beleuchtungsmittel als Öl und Petroleum einzurichten, am besten wohl auf Elektrizität durch Mitnahme kleiner, aber nicht zu schwacher Akkumulatorlampen und geeigneter Vorrichtungen zu ihrer Füllung, unabhängig von den durch die Kessel oder Windmotoren in Betrieb zu setzenden elektrischen Einrichtungen des Schiffes.

Ebenso schwierig ist es gewesen, die Drehung der Instrumentenachsen durch Schmieren hinreichend leicht zu erhalten. Ich habe bei Temperaturen beobachten müssen, in denen das Quecksilber gefror oder doch dem Gefrierpunkt nahe war, und bei diesen haben auch die feinsten, sicher in bester Qualität von kundigen mechanischen Werkstätten gelieferten Instrumentenöle versagt. Das Drehen um die Achsen war häufig nur bei Anwendung einer gewissen Gewalt möglich, die natürlich für die Güte der Beobachtungen schädlich war; es kam auch vor, daß die Drehung überhaupt nicht gelang. Das Schmieren mit Petroleum führte etwas weiter, doch ist auch dieses dick und trübe geworden. Ich habe zuletzt ein Gewehrschmiermittel, Ferruginol, angewandt, in welchem Äther enthalten war. Dasselbe war unbeständig, reichte aber für manche Beobachtungssätze aus. Gedacht wurde unsererseits auch an Graphit, doch ist die Probe dafür nicht gemacht worden. Man wird dieser Frage der Schmiermittel wie der Beleuchtungsfrage bei künftigen Polarexpeditionen besondere Aufmerksamkeit zuwenden müssen, und ich glaube, daß sich darin noch manche Erleichterung schaffen läßt, die uns gefehlt hat.

Von literarischen Hilfsmitteln bei den astronomischen Beobachtungen habe ich außer dem Fundamental-Katalog für den südlichen Sternhimmel von A. Auwers, der am meisten bot, sowohl die deutschen wie die englischen und amerikanischen nautischen Jahrbücher benutzt. Bei Sternbeobachtungen hatte ich am liebsten das amerikanische Jahrbuch (American Ephemeris), bei den Reduktionen das englische (Nautical Almanac) zur Hand, bei Mondbeobachtungen und -reduktionen das englische. Das deutsche nautische Jahrbuch ist vorzüglich übersichtlich und klar, bietet aber weniger als die anderen und reichte mir häufig nicht aus; nur für Sonnenbeobachtungen und -reduktionen habe ich es immer verwandt. Für Sternbeobachtungen muß man daneben das Berliner Astronomische Jahrbuch verwenden, um das Gleiche zu haben, wie

in den englischen und amerikanischen Büchern allein. Die Verwendung dieser einen oder anderen Ephemeride wird bei dem Beobachter teilweise auch Geschmackssache sein. Ich trat allen dreien mit dem gleichen Maß von Vorbereitung entgegen und gelangte zu dem obigen Urteil durch den Gebrauch.

Für die Reduktionen habe ich stets mit gleichem Vorteil TH. ALBRECHTS „Formeln und Hülfstafeln", sowie die vier-, fünf- und sechsstelligen Logorithmentafeln desselben Verfassers angewandt, die mir nicht allein der eigenen Übung wegen, sondern auch objektiv als die besten erscheinen. Sehr erwünscht ist auch der darin mitgeteilte mathematische Formelschatz. Von Lehrbüchern benutzte ich BRÜNNOW und CHAUVENET, von denen das letztere heute wohl den Vorzug verdient. Für einfachere Orientierungen ist das neue Lehrbuch der Navigation der Deutschen Marine vortrefflich, und auch das Handbuch der nautischen Instrumente darf man als ein unentbehrliches Hilfsmittel hierbei bezeichnen.

Von den geodätischen Instrumenten der Haupt-Expedition, die gelegentlich auch astronomischen Zwecken gedient haben, kann hier nur kurz die Rede sein. Dazu gehörte der Pendelapparat nebst Zubehör, das kleine Universal von M. HILDEBRANDT Nr. 2923, ein photogrammetrischer Apparat von L. OTT in Kempten, Stangen und Bänder zur Basismessung, Mirenscheiben und -spitzen nebst Klammern zur Befestigung, Lattenrichter, Stahlbandmaße zu 10 und zu 25 m, ein Holzmeterstab und ein fein geteiltes Stahllineal auch zu Zeichenzwecken. Diese Apparate haben namentlich zu Triangulations- und Kartierungszwecken gedient; ihre Einrichtung und Verwendung ist bei der Darlegung dieser Arbeiten (Band I und Band II, p. 3ff.) beschrieben worden und der Pendelapparat bei der Mitteilung der Schwerkraftbestimmungen (Band I).

Nach dieser Besprechung der Instrumente habe ich der astronomischen Station der Haupt-Expedition am Winterlager des „Gauss" zu gedenken und hier zunächst der Beobachtungshütte. Dieselbe, in Potsdam aus Holz konstruiert, war 4 m lang und 2 m breit und bestand innerhalb dieses Umfanges aus zwei gleich großen Teilen, die zu einer Hütte zusammengesetzt oder auch getrennt als Einzelhütten aufgestellt werden konnten. Wände, Fußboden und das platte Dach bestanden aus Holzplatten von je ein Quadratmeter Größe, die mit Klammern leicht an das Balkengerüst befestigt wurden, welches seinerseits die Fugen zwischen den Platten deckte. Diese Einrichtung hatte den Vorteil, daß jede Stelle der Hütte freigemacht werden konnte, um unten die Stative unabhängig von dem Holzboden auf dem Eisuntergrund aufzustellen, nach allen Seiten Horizontalwinkel messen und nach oben in allen Richtungen Höhen beobachten zu können. Letzteres war bald nicht mehr nötig, weil ich den astronomischen Dienst ganz auf Meridianbeobachtungen (Höhen und Passagen) einrichtete; infolgedessen wurde das Dach derart geändert, daß ein mittlerer Längsstreifen mittels einer einfachen Zugvorrichtung geöffnet werden konnte, während die beiden Seitenstreifen nun ganz befestigt wurden. Die so bewirkte Öffnung eines Meridianspalts war hinreichend und leichter auszuführen als die Entfernung aller einzelnen Dachplatten; auch gewann die Hütte dadurch an Festigkeit, was sich als wünschenswert erwiesen hatte, nachdem vorher die Dachplatten in einem Sturm einmal fortgeführt und das ganze Innere so vollständig mit Schnee erfüllt gewesen war, daß die Instrumente darin ausgegraben werden mußten. Da die Stürme immer aus Osten kamen, wurde die Einrichtung so getroffen, daß die Meridianplatte nach Osten hin aufschlug.

Innerhalb der Hütte stand das Universal auf einem Stativ in der Mitte der südlichen Hälfte direkt auf dem Eis. In der Südostecke stand ein Eispfeiler mit dem Pendelapparat, in der Südwestecke zeitweise die Pendeluhr auf ihrem Stativ, beides auf dem Eis nach Entfernung der entsprechenden Bodenplatten der Hütte. Über diesen Instrumenten waren an dem Balkengerüst Konsolen befestigt für Chronometer, Lampen, Bücher usw. Auch die beiden nördlichen Ecken der Hütte hatten Konsolen. Unten in der Nordostecke stand der Kontaktapparat mit Fernrohr für die Pendelbeobachtungen, nebst Batterie, Relais, Galvanometer und anderem Zubehör. In der Mitte des nördlichen Teils der Hütte stand ein zweites Stativ, welches für das STEINHEILsche Fernrohr oder für das kleine Universal zu geodätischen Zwecken benutzt wurde. An den Längswänden unten befanden sich Kasten zur Aufbewahrung von Instrumenten und Zubehörteilen.

So hat die Hütte viel enthalten. Es hatte Vorteil, die Einrichtung für Schwerkraftsbeobachtungen und astronomische Messungen am gleichen Ort zu haben, weil so Transporte von Chronometern und anderen Dingen erspart wurden und die einzelnen Beobachter sich andererseits auch nicht störten. Die Möglichkeit, bei Abnahme der oberen Wandplatten vom Universal aus ringsherum Horizontalwinkel messen zu können, war geboten, weil die Station auf einem schwimmenden Eisfeld lag, dessen etwaige Verschiebungen im ganzen und in seinen Teilen durch Triangulationen kontrolliert werden mußten. Die Hütte ist mit Vorteil auch zu photographischen Arbeiten benutzt worden, so für die Aufnahme von Eisstrukturen an geschliffenen Eisplatten durch H. GAZERT; durch Abnahme der verschiedenen Wand- und Dachplatten konnte man die Beleuchtung trefflich variieren. Schneedicht war die Hütte nicht, und es haben sich innen gelegentlich auch kräftige Wehen gebildet. Eine Schwerkraftsbestimmung ist auf diese Weise vereitelt worden, astronomische Arbeiten aber natürlich nicht, da diese bei den Schneestürmen schon an sich unmöglich waren. Die Instrumente wurden immer noch durch Kappen geschützt. Mühsam war es in den Schneestürmen zum Chronometervergleich hineinzukommen und danach wieder die Türe zu schließen; ohne einen Gehilfen mit Spaten gelang das nicht, doch ist in den Schneestürmen eine Begleitung für den Weg vom Schiff bis zur Hütte auch sonst notwendig gewesen. Er war etwa 250 m lang, doch dann nur mit Hilfe von Kabeln zu finden, an denen man sich entlang zog, schon um sich halten zu können.

Nahezu im Meridian der Hütte waren zwei Miren angelegt worden. Die nördliche lag 255 m vom Universal entfernt und diente als Meridianmarke bei Zeitbestimmungen, sowie auch zur Kontrolle der Lage des Eisfeldes zwischen den einzelnen Beobachtungstagen. Ihr Azimut wurde, so oft es anging, von neuem mit σ Octantis bestimmt und nur, wenn dieser kleine Polstern bei der milchigen Trübe des Himmels unsichtbar war, als unverändert benutzt. Die Südmire lag nur 29 m vom Universal entfernt auf einem Eishügel, der die weitere Aussicht nach Süden verdeckte. Sie diente wesentlich als Hilfspunkt in dem Dreiecksnetz, dessen wiederholte Vermessung die Lage des Eisfeldes kontrollierte; um als Meridianmarke bei Zeitbestimmungen dienen zu können, lag sie zu nahe. Die Beleuchtung beider Miren erfolgte mit Petroleumlampen, die in Kästen hinter der Mirenscheibe standen und ihr Licht durch einen Schlitz zum Universal gelangen ließen. Die Kompaßlampen des „Gauss“ waren hierfür besonders geeignet und ihr Licht auch bei der weiteren Nordmire und der kalten schweren Luft, die unten über dem Eisfeld lagerte, in der Regel von genügender Helle. Bei größeren Entfernungen müßte man jedoch für die Anlage solcher Miren höhere Standpunkte wählen, da die Luft

unmittelbar über dem Eisfeld besonders dick und auch am meisten durch Eisnebel getrübt ist. Dann würde allerdings die Bedienung der Miren schwierig werden, da bei Dunkelheit auch kurze Wege über die unruhige Eisoberfläche sehr beschwerlich waren. Für die Beobachtungen wäre ein weiterer Abstand auch der Nordmire wohl vorteilhaft gewesen, doch mußte man sich der Schwierigkeiten des Eisfeldes wegen mit der geringeren Entfernung begnügen.

Wenn ich die Vorteile und die Nachteile der astronomischen Station am Winterlager des „Gauss" aus dem Gesagten noch kurz zusammenfasse, so waren die Nachteile in erster Linie in der Lage auf einem schwimmenden Eisfeld begründet. Hebung und Senkung des Eisfeldes mit den Gezeiten ist freilich auch bei den Pendelbeobachtungen nicht als störend empfunden worden, wohl aber im Sommer und den anschließenden Zeiten des Frühjahrs und des Herbstes, also schon im September und noch im April, gelegentliche Schwankungen der Schollen, die von Dünungen herrührten und an einem rhythmischen Wandern der Blasen in den Libellen kenntlich waren. Dieses wurde schon bei Besprechung der Pendeluhr erwähnt (Seite 106). Außerdem hat das ganze Eisfeld im Laufe des Jahres eine kleine Drehung erfahren, deren Betrag und Verlauf unten dargelegt ist. Dieselbe begann mit dem Aufbruch einer Spalte etwa 300 m westlich von der astronomischen Hütte, der einen Sprung des Miren-Azimuts und danach eine langsame Drehung der Nordrichtung gegen Osten hin zur Folge hatte und eine ständige Kontrolle der letzteren durch Azimutbestimmungen notwendig machte. Die Aufstellung auf Eis hat keine Nachteile erkennen lassen.

Die Beobachtungen waren durch die Kälte, welche die Beweglichkeit um die Achsen, die Beleuchtung und die Klarheit der Gläser beeinträchtigte, ferner durch Eisnebel unten und milchigen Schleier oben, bisweilen auch durch Südlicht erschwert, die den am meisten anwendbaren Polstern σ Octantis bei seiner Kleinheit verdeckten. Es ist vorgekommen, daß ich zu sechs Einstellungen von σ Octantis trotz günstigen Wetters $2^1/_2$ Stunden gebraucht habe. Die vielen Schneestürme ließen es besonders im Winter weit seltener, als es wünschenswert war, zu Beobachtungen kommen, während in den Sommermonaten Dezember und Januar die blendende Helle des Polartages Sternbeobachtungen fast gänzlich verhinderte.

Ein Vorteil der Station, der zufällig erreicht war, doch für künftige Fälle beachtenswert ist, lag darin, daß die astronomische Hütte frei von Verschüttung durch Schneewehen blieb, während unser erstes magnetisches Observatorium und auch andere Anlagen durch solche zugrunde gingen und verlegt werden mußten. Das wäre bei der astronomischen Hütte besonders empfindlich gewesen. Dieser günstige Umstand kam daher, daß die Hütte in Lee des Schiffes lag, nämlich direkt westlich vom „Gauss", der eine genau nord-südliche Richtung hatte und quer zu den herrschenden östlichen Schneestürmen lag. Vom Bug und vom Heck des Schiffes beginnend haben sich mächtige Wehen noch weit an der 250 m entfernten Hütte vorbeigezogen; diese selbst dazwischen blieb aber frei, da eine Wehe, die mittschiffs vom Schornstein des „Gauss" und dem Maschinenhaus ausging, im Laufe des Jahres nicht bis zur astronomischen Hütte anwuchs. Auch haben die feinsten, kaum sichtbaren Aschenteile, die aus dem Schornstein gekommen und von den östlichen Luftströmungen hauptsächlich nach Westen zerteilt waren, dazu beigetragen, Schneeansammlungen direkt westlich vom „Gauss" zu zerstören, da sie den Schmelzprozeß in der Sonne beförderten. Dieses waren günstige Momente für die Lage der astronomischen Hütte, an die bei der Anlage nicht gedacht worden ist und die sich auch schwer vorhersehen lassen, da Schneewehen

ganz unberechenbare Bahnen einschlagen. Immerhin sollte man in künftigen Fällen, soweit es möglich ist, diese Momente bewußt mit in Betracht ziehen. Sie haben uns viel Arbeit erspart und die Resultate verbessert.

Die Kerguelenstation[1]) konnte ihre astronomischen Arbeiten an die im Jahre 1874 am gleichen Ort gelegene englische Station zur Beobachtung des Durchgangs der Venus vor der Sonnenscheibe anschließen und teilweise auch noch deren Pfeiler und sonstige Einrichtungen benutzen. Sie hat wesentlich Zeitbestimmungen auszuführen gehabt, die im Januar 1902 mit dem Universal M. Hildebrandt Nr. 2892 und dem Prismenkreis von Haecke von mir eingeleitet und später durch E. Werth, J. Enzensperger und K. Luyken mit einem kleinen Universal von M. Hildebrandt, sowie mit einem Theodoliten von Cook und einem Sextanten fortgesetzt worden sind. Von Chronometern standen der Expedition Bröcking Nr. 1330, ferner Hornby 411, Frodsham und Baker 6149 und Hewitt 865 zur Verfügung, sowie zwei Uhren von Lange und Söhne Qualität Ia. Eine besondere astronomische Beobachtungshütte hat die Station nicht errichtet, sondern ihre Instrumente im Bedarfsfalle jedesmal aufgestellt. Abgesehen von einem großen Universal und einem Fernrohr zur Beobachtung von Sternbedeckungen entsprach die astronomisch-geodätische Ausrüstung der Kerguelenstation in jeder Beziehung der der Haupt-Expedition. Schwerkraftsbestimmungen sind im Januar 1902 mit dem Apparat der letzteren von mir auch auf Kerguelen ausgeführt worden.

Von weiteren festen Stationen der Expedition, die sie neu bestimmt hat, ist der astronomische Punkt am Gaussberg hervorzuheben, der mit dem kleinen Universal M. Hildebrandt Nr. 2923 und mit dem Sextanten R. Vahsels in Verbindung mit zwei Uhren von Lange und Söhne, Qualität Ia festgelegt worden ist. Die Beobachtungen erfolgten im Freien immer an derselben Stelle unweit des Zeltlagers an der Nordseite des Gaussbergs (Band II, Tafel I). Außerdem sind einige Stationen zu erwähnen, die bei vorübergehenden Aufenthalten während der Schlittenreisen, während der Vermessungen auf dem Inlandeise und während der Fahrt des „Gauss“ durch das Scholleneis mit dem Theodoliten, dem Prismenkreis oder mit Sextanten festgelegt worden sind. Die Ergebnisse dieser Bestimmungen sind im dritten Abschnitt dieser Arbeit mitgeteilt worden.

Von früher bestimmten Positionen, an welche die Expedition anschließen konnte, waren außer Kerguelen die wichtigsten die Sternwarten von Kiel und Kapstadt, sowie die Hafensignale von Kapstadt, Simonstown, St. Helena und Ponta Delgada auf San Miguel (Azoren). Die Positionen dieser Orte sind in allen nautischen Tabellen und Segelhandbüchern enthalten. Für Peilungen zur Chronometerkontrolle während der Fahrt, ohne später bei der Ableitung der Chronometergänge und -stände berücksichtigt zu werden, kam das Hafensignal von Dover, dann Kap Lizard, Madeira, Porto grande auf Saõ Vicente (Kapverden), St. Paul, Neu-Amsterdam, Durban und Ascension in Betracht, deren Orte auch aus den Segelanweisungen entnommen wurden, während unsere Anpeilungen von Possession-Eiland der Crozet-Gruppen und von Heard-Eiland umgekehrt die früher angenommenen und auf Seekarten oder in Segelhandbüchern mitgeteilten Positionen dieser Inseln kontrollieren können, da unsere Chronometerstände bei beiden gut bekannt waren.

[1]) Über Einzelheiten der Ausrüstung und Lage dieser Station sind im II. und VI. Bande dieses Werkes durch E. Werth und K. Luyken nähere Mitteilungen gemacht worden, so daß hier wenige ergänzende Angaben genügen.

Die mitgeteilten ozeanischen Stationen des „Gauss“ sind zum weitaus größten Teil aus Messungen von Sonnenhöhen gewonnen worden und beruhen auf unseren von J. Domke neu abgeleiteten Chronometerständen. Die Positionen des Schiffsjournals sind also auf Grund der nach der Rückkehr ermittelten Stände und Gänge korrigiert worden. Wo solche Bestimmungen fehlen, sind die Orte des „Gauss“ aus dem mit Log und Kompaß geführten Besteck interpoliert und für die Besteckversetzung korrigiert worden, worüber im vierten Abschnitt nähere Mitteilungen erfolgen.

2. Die Beobachtungsmethoden.

Die von der Expedition zu verwendenden zweckmäßigsten Methoden sind in der (S. 100) erwähnten Anleitung von A. Auwers dargelegt gewesen. Sie seien hier kurz erwähnt zugleich mit den Abweichungen davon, welche durch die lokalen Verhältnisse erforderlich wurden.

Für Zeitbestimmungen waren zwei Gruppen von Methoden empfohlen worden, Höhen und Kulminationen. Die Höhen sollten vorzugsweise von hellen Sternen zwischen 45 und 70° südlicher Deklination bei Abständen von etwa drei bis fünf Stunden von ihrer Kulmination gemessen und auf die östliche und westliche Seite möglichst gleich verteilt werden. Die Zeiten für die Messungen auf der Ostseite und auf der Westseite sollten im Mittel nahe zusammenfallen; ihre Anzahl sowie die Höhen selbst sollten auf beiden Seiten angenähert die gleichen sein, und die Reihenfolge der Messungen zu beiden Seiten und in beiden Kreislagen unter Drehen und Durchschlagen des Fernrohres symmetrisch. Hierfür sollte auf der Hauptstation das große Universal, auf Nebenstationen das kleine oder auch der Prismenkreis dienen. In den Sommermonaten November bis Januar sollten Sonnenhöhen mit dem Prismenkreis bei Stundenmitteln von 5^h—6^h morgens und abends nach Bedarf hinzugezogen werden. Die Methode der Kulminationen war nur für die Hauptstation empfohlen worden, wenn das große Universal eine feste Aufstellung im Meridian erhalten konnte, um Passagen an Sternen verschiedener Deklinationen und symmetrisch in beiden Kreislagen nach Umlegung des Instruments in seinen Lagern zu beobachten. Lediglich für Gangbestimmungen, z. B. in der Zeit der Pendelbeobachtungen, konnten Passagen durch den Meridian eines scharf einstellbaren irdischen Objektes zur Aushilfe dienen.

Bei der Lage unserer Station auf einem schwimmenden Scholleneisfeld konnte die Methode der Kulminationen nicht zur Verwendung kommen, weil der Standort des Instruments sich bewegen konnte und tatsächlich auch eine geringe Drehung gehabt hat. Der Meridian mußte bei jeder Beobachtungsreihe erst von neuem bestimmt werden. Irdische Objekte von bekanntem und unveränderlichem Azimut waren aus dem gleichen Grunde nicht vorhanden; auch die Formen der Eisberge, welche die einzig verwendbaren irdischen Objekte gewesen wären, waren nicht scharf genug, um den Meridian danach einrichten zu können. Die Methode der Höhen ist auf Nebenstationen verwandt worden, und zwar wesentlich in Gestalt der Messung von Sonnenhöhen mit dem Prismenkreis, seltener mit dem kleinen Universal. Auf der Hauptstation wurde dieselbe in den hellen Sommermonaten zur Ergänzung herangezogen. Sternhöhen habe ich dagegen selten gemessen. Die meisten Zeitbestimmungen der Haupt-Expedition sind durch Messung von Sternazimuten zu beiden Seiten nahe am Meridian ausgeführt worden.

Der Grund dieser Maßnahme lag in der kurzen Dauer günstiger Beobachtungszeiten, welche ein möglichst schnelles Arbeiten zur Pflicht machte, ferner in der meist vorhandenen milchigen

Trübe, welche selten beide Seiten des Himmels für Höhenbeobachtungen frei ließ, bisweilen auch an den Südlichtern, die denselben Effekt hatten, und nicht zum mindesten an der Kälte, welche das Aufsuchen der Sterne mit dem Fernrohr sehr erschwert hat. Für Beobachtung von Azimuten am Meridian waren die Sterne mit Hilfe der Nordmire leicht zu finden, ehe die Gläser beschlagen waren und ohne die starren Achsen viel und gewaltsam drehen zu müssen, während das Aufsuchen der Sterne für Höhenmessungen außerhalb des Meridians viel Zeit erforderte. Bei Beobachtungen am Meridian war es ferner möglich, die Hütte an den Seiten geschlossen zu lassen, während man sie für Höhen außerhalb des Meridians ganz öffnen mußte. Dieses war für den Beobachter in der großen Kälte wesentlich schwerer und auch an sich eine zeitraubende Arbeit, weil die Wandplatten festgefroren waren. So schien die Verwendung von Sternazimuten am Meridian die beste Methode zu sein.

Daß im übrigen jede Möglichkeit zu Zeitbestimmungen benutzt worden ist, braucht nicht besonders betont zu werden; das war bei der Ungunst der Witterung, also wesentlich der vielen Schneestürme wegen unbedingt geboten. In jeder Woche Zeitbestimmungen zu machen, wie es in der Anweisung von Auwers als genügend bezeichnet worden war, ist ausgeschlossen gewesen. Im August 1902 z. B. lag nicht ein einziges Mal die Möglichkeit zum Beobachten vor. Dank der Güte unserer Chronometer hat der Zeitdienst, wie ihn das Wetter erlaubte, indessen genügt. Vergleichungen aller Chronometer und Uhren sind während der ganzen Reise täglich erfolgt, desgleichen Temperaturbestimmungen der Chronometer. Nur die Reihenfolge dieser Vergleiche zwischen den einzelnen Instrumenten hat etwas gewechselt, je nach den Standorten, welche dieselben für den jeweiligen Gebrauch haben mußten. An jedem Standort ist ein Thermometer stationiert gewesen und beim Vergleich abgelesen worden.

Für die Polhöhenbestimmung war entweder die Messung von verschiedenen Zenitdistanzen bis zu etwa 70° bei fester Meridianstellung des Instruments an Süd- und Nordsternen in möglichst gleichen Abständen und in beiden Kreislagen empfohlen worden oder die Beobachtung von Zirkummeridian-Zenitdistanzen einzelner Sterne zwischen 30 und 70° möglichst gleichmäßig im Norden und im Süden am Meridian und ebenfalls in beiden Kreislagen. Die letztere Methode ist zur Verwendung gelangt, weil der Meridian selbst nicht fest lag und immer erst bestimmt werden mußte. Auch hierbei hat die Nordmire gute Dienste geleistet. Für Nebenstationen, sowie zum Vergleich ihrer Resultate mit denen der Hauptstation und zur Aushilfe auf dieser sind auch Zirkummeridianhöhen der Sonne mit dem Prismenkreis beobachtet worden, wie es in der Anweisung verlangt worden war. Erweiterte Beobachtungsreihen im Anschluß hieran zum Studium der lokalen Refraktion konnten dagegen nicht ausgeführt werden.

Für absolute Längenbestimmungen waren zur Ermittlung der Zeit des Nullmeridians in genau bestimmter Ortszeit der Reihenfolge ihrer Wirksamkeit nach an erster Stelle die Beobachtung von Sternbedeckungen, sodann die von Mondkulminationen, Mondazimuten und Monddistanzen empfohlen worden. Auf Sternbedeckungen ist bei jeder Gelegenheit geachtet worden und eine größere Summe graphischer und rechnerischer Vorarbeit zur Vorausbestimmung der angenäherten Eintrittzeiten dieser Phänome getan, doch leider ohne Erfolg, da die Beobachtung selbst immer durch das Wetter vereitelt worden ist. Die Beobachtung von Mondkulminationen unterblieb aus dem gleichen Grunde wie Meridianbeobachtungen für Zeit- und Breitenbestimmung, doch Mondazimute nahe am Meridian in

Verbindung mit den Azimuten geeigneter, dem Mond naher Sterne sind auf der Hauptstation mehrfach beobachtet worden und haben die absolute Längenbestimmung für dieselbe geliefert.

Außerdem liegen auf der Haupt- wie auf Nebenstationen auch einige Messungen der Distanz Sonne — Mond mittels des Prismenkreises vor, wobei das Bügelstativ zur Aufstellung desselben besonders gute Dienste getan hat. Die Ergebnisse dieser Bestimmungen sind unten mitgeteilt worden, doch nur zur Kontrolle anderweitig erlangter Resultate und Beleuchtung der Distanzmethode, nicht zur Ableitung der Längen selbst.

Relative Längenbestimmungen mittels Zeitübertragung sind bei jeder Gelegenheit zur Verwendung gekommen. Auf ihnen beruhen die Schiffspositionen zwischen den astronomischen Positionen fester Orte, die Längenpositionen auf Schlittenreisen, insbesondere die geographische Länge des astronomischen Punktes am Gaussberg, sowie die Positionen von Inseln (Possession-Insel der Crozet-Gruppe und Heard-Eiland), insofern dieselben von den früheren Annahmen abwichen.

Die erforderlichen Azimute für astronomische, geodätische, magnetische und andere Zwecke gingen aus den Meridianbestimmungen der astronomischen Arbeiten hervor und wurden an diese angeschlossen. Zur vorläufigen Orientierung auf der Hauptstation, sowie gelegentlich später zur Ergänzung und auf allen Nebenstationen wurden die Azimute mit Hilfe der Sonne gewonnen, und zwar immer durch gleichzeitige Einstellung zweier Ränder am mittleren Horizontal- und am mittleren Vertikalfaden des Fernrohrs des Universals, sowie danach symmetrisch der entsprechenden, entgegengesetzten Ränder. Diese Methode ist einfach und hat sich bewährt; man kann bei ihr verschiedene Zwecke gleichzeitig erreichen.

Sonnenbeobachtungen werden überhaupt bei Expeditionen immer im Vordergrund stehen müssen; sie werden auf Nebenstationen fast ausschließlich zur Verwendung kommen und auf Hauptstationen zur Ergänzung unentbehrlich sein. Wenn es sich nicht gerade um Azimutmessungen handelte, habe ich für Sonnenbeobachtungen immer am liebsten zum Prismenkreis und zum künstlichen Horizonte gegriffen, und ich möchte auch glauben, daß man damit im ganzen schneller und sicherer arbeiten wird als mit dem Theodolit. Nur wenn ich geodätische Arbeiten ausführte, habe ich auch die astronomischen in direktem Anschluß an jene mit dem Theodoliten vorgenommen. In Polargebieten treten Sonnenbeobachtungen im Winter zurück, in den hellen Sommermonaten aber um so mehr in den Vordergrund, so daß sie in Summa dieselbe große Wichtigkeit haben werden wie bei Expeditionen in anderen Breiten. Aus diesem Grunde wird es sich auch empfehlen, worauf ich schon hinwies, die meisten Chronometer und Uhren nach mittlerer Zeit gehen zu lassen. Expeditionen haben mit anderen Verhältnissen zu rechnen als feste Observatorien, und werden der Schnelligkeit und der Leichtigkeit der Ausführung wegen manchmal zu Sonnenbeobachtungen greifen müssen, auch wenn Sternbeobachtungen methodisch vorzuziehen sind.

3. Die Beobachtungsbedingungen.

Von der Verwendung der Instrumente und den Schwierigkeiten, welche in der Polarkälte vorhanden waren, habe ich vorher gesprochen, desgleichen von der Ungunst des Wetters, welches selten Beobachtungen gestattet hat. Die ausgeführten Beobachtungen sind in den folgenden Abschnitten in extenso mitgeteilt worden, so daß man daraus ersehen kann, wie oft und wie lange astronomische Arbeiten möglich waren; es sind nicht viele Stunden, wo es der Fall war,

ungenutzt geblieben. Um nun zu zeigen, wie die Beobachtungen vor sich gingen und mit welchen Schwierigkeiten man zu tun hatte, gebe ich im folgenden einige Auszüge aus meinen persönlichen Tagebüchern, welche die Lage des Beobachters und die Möglichkeiten zur Arbeit erläutern. Ich treffe eine Auswahl, obgleich von allen Beobachtungsreihen ähnliche Notizen vorliegen; eine vollständige Wiedergabe würde aber Wiederholungen bringen und die Charakteristik der Beobachtungslage nicht weiter ergänzen.

Am 22. Februar 1902 war der „Gauss" eingeschlossen worden. Bis zum 2. März 1902 hofften wir auf Befreiung und stellten entsprechende Bemühungen an. Danach begann der Aufbau der wissenschaftlichen Station auf den größeren Schollen der Umgebung. Am 5. März wurde das Holzmaterial für die astronomische Hütte ausgepackt, am 18. kam das große Universal heraus. Am 19. wurde die Hütte nach vorangegangener Orientierung mit Sonnenazimuten errichtet und am 22. das Universal darin aufgestellt, desgleichen die Halbsekundenpendeluhr. Am 25. März wurde die Hütte durch einen Sturm abgedeckt und mit Schnee erfüllt, wonach die Instrumente zur Reinigung wieder ins Schiff gebracht werden mußten. Am 27. März erfolgte die Aufstellung von neuem. Danach begannen die Beobachtungen von der Hütte aus, während vorher meist mit dem Prismenkreis neben der Hütte gearbeitet worden war. Am 24. April ist die Hütte dann nochmals von einem Sturm abgedeckt und ganz mit Schnee erfüllt gewesen, wurde aber schnell wieder instand gesetzt, und zwar nun mit stark befestigten Dachplatten, in welchen nur der Meridianspalt gegen Osten hin aufzuziehen war. Ich lasse nunmehr einige charakteristische Aufzeichnungen über die Beobachtungen folgen:

7. April 1902. Morgens Sonne zwischen einzelnen Wolken. Ich messe vormittags Azimute, wobei sich der Himmel schnell bezieht. Die letzte, noch notwendige Einstellung war schwer zu erhalten. Nachmittags, etwa um 5 Uhr, bricht plötzlich Sturm los. Abends ist die Luft dunstig und es herrscht Schneetreiben, doch darüber sieht man die Sterne. Wieder einmal verschmelzen Himmel, Erde und Meer. Beobachtungen sind wegen des Schneetreibens unten unmöglich.

9. April 1902. Das Wetter ist klar und sonnig. In der Nacht ist das Thermometer auf $-29°$ C. gesunken und auch heute ist es bitter kalt. Ich messe Sonnenhöhen und Azimute mit dem kleinen Universal. Die Pendeluhr in der Hütte steht. Das Werk wird herausgenommen, mit Naphta gereinigt, mit Glyzerin geölt und dann wieder eingesetzt. Es funktioniert aber nicht, wohl wegen der Kälte. Es sind $-20°$ in der astronomischen Hütte. Nachmittags wird trianguliert. Es scheint Bewegung im Eis zu sein. Man hört es knarren, sieht aber nichts. Auch das Niveau des kleinen Universals läßt nichts wahrnehmen. Dieses dreht sich noch gut um seine Achsen, während das große Universal schon ganz ungefügig ist, auch weil die Federn versagen, der Kälte wegen, ebenso wie die Stahlblättchen der Pendeluhr. Das schöne Wetter hält bis 6^h abends an. Als ich kurz danach zu Sternbeobachtungen hinausgehe, ist dichte Bewölkung bei Stille. Um 11^h scheinen einige Sterne durch den Schleier, doch ist es wenig sichtig und die Beobachtung geht nicht. Schneller Wechsel. In der astronomischen Hütte sind $-19°$ C.

12. April 1902. Das Nachtminimum war $-27{,}5°$. Auch morgens ist es noch sehr kalt. Ich mache Meridianbestimmungen. Das in Petroleum gebadete große Universal funktioniert etwas besser, doch bleibt für die Beweglichkeit noch viel zu wünschen übrig. Schließlich nehme ich Mittagshöhen mit der Sonne. Es ist schwer, die Holzplatten von der astronomischen Hütte abzunehmen, was doch in Potsdam sehr leicht ging. Die Pendeluhr geht.

Nachmittags und abends messe ich Azimute am Meridian. Es geht sehr gut. Nur ist der kleine Polstern (σ Octantis) schwer zu finden. Das Beobachten wird dann schwierig, weil die Achsen nicht drehen und die Gläser beschlagen. Bald ist σ Octantis nicht mehr zu sehen, weil alles beschlagen ist, innen und außen. Ich trage beim Beobachten zum erstenmal den Timiak (Bluse aus Wolfspelz) und friere trotz langen Stehens bei — 28° darin nicht. Es ist ganz behaglich, das Wetter allerdings auch still. Der Himmel ist milchig trübe. Solange die Sonne über dem Horizont war, konnte man die Sterne schwer finden. Auch Südlicht störte.

15. April 1902. Nachmittags werden die Meridianmiren gesetzt. Ein Schlitz von 1 mm Breite darin ist zu dünn, wenn das Lampenlicht dahinter bei der Nordmire auf 255 m Entfernung auch noch sichtbar ist. 2 mm Breite war bei dem hellen Licht vor Sonnenuntergang gut. Fadenbeleuchtung des Fernrohrs hindert die Sichtbarkeit nicht. Nach Sonnenuntergang in der Dunkelheit war das Licht aber erst nach längerem Suchen zu finden und das Bild auch dann viel schlechter als bei Tage. Der Grund ist Beschlagen des Fernrohrs. Die Schlitze werden noch erweitert. Abends war wundervoller Sternhimmel. Ein Funkeln, wie ich es noch nie gesehen. Viele Sternschnuppen. Bittere Kälte, die in der Nacht auf — 32° sinkt.

17. April 1902. Die Niveaus sind heute sehr unruhig. Ausschläge bis zu 4 Pars am großen Universal. (Es waren Schollenschwanknngen infolge von Dünung). Die Miren sind gut, nur versagt in der Südmire die Lampe. Das Fernrohr beschlägt, doch man gewöhnt sich daran. Der Himmel ist milchig trübe. Zum Beobachten trage ich Holzwolle in den Skallern (Schuhe aus Renntierfell mit der Haarseite nach außen), und unten Sohlen aus Pinguinfell, doch sind die warmen Füße auch damit noch nicht erfunden.

3. Juni 1902. Morgens sternklar, nur im Süden eine Dunstbank über dem Horizont. Bald liegen Eisnebel über den Schollen und Bergen, die empfindlich kalt sind und die Sichten stören. Die Berge erscheinen darin riesig vergrößert. Es wird nur ein Dreieckspunkt fertig.

Nachmittags ist der Himmel bezogen; dann wird er um 6^h ganz klar. Mondbeobachtungen verliefen trotzdem schwierig. Alle Achsen sind hart, die Schrauben eingefroren, die Federn wirkungslos und die Gläser beschlagen. Zu sechs Einstellungen von σ Octantis werden $2^1/_2$ Stunden gebraucht. So kommt man nicht weit, zumal die Lampe der Nordmire mehrfach verlöschte. Schwere Arbeit.

4. Juni 1902. Es ist still und sternklar, indessen sind um 8^h morgens kleinere Sterne mit bloßem Auge nicht mehr zu sehen. Über dem Horizont liegt Dunst und wohl auch höher hinauf. Eisnebel zieht sich zusammen, der die Sichten stört und die Nordmire verdeckt, obgleich das Licht darin brennt.

10. Juni 1902. Nachmittags sind Sterne sichtbar, doch der Himmel ist milchig trübe. Bald ist nichts mehr zu sehen. Um 7^h p. wird es klar. Ich nahm zum Beobachten zum ersten Male eine Wollkappe vor das Gesicht, noch über Mund und Nase. Dadurch wurde das Beschlagen der Gläser vermindert. Auch die Achsen sind heute nicht so hart.

15. Juni 1902. Heute ist gewaltige Refraktion. Von der Reeling des „Gauss“ (also etwa 2 m über der Oberfläche des Eises) ist der Gaussberg zu sehen (Höhe 371 m, Entfernung ca. 85 km), was noch nie der Fall war. Das Wetter ist dabei ungewöhnlich klar. Nur am Horizont ist Dunst, der auch die Sonne verdeckt, so daß man nur ihren Standort erkennt. Ich messe Azimute, Zeit, Länge und Polhöhe. Es geht heute wunderbar gut. Das Beschlagen der

Gläser war noch nie so gering, stört heute gar nicht. Das Okularprisma ist verlegt, wodurch die Beobachtung von σ Octantis sehr erschwert ist. Von 4^h p. an war Südlicht, am schönsten um 8^h p. Vom Horizont in SSW gehen divergierende geschlungene Strahlen aus, stellenweise von großer Intensität. Ein zweiter Knoten am Horizont in NNO ist schwächer. Im Laufe des Abends wird es wieder trüber. Die letzten Beobachtungen von σ Octantis waren schon schwer. Die Sterne verschwanden in der Milch des Himmels.

19. Juni 1902. Beobachtungen werden gleich nach dem Mittagessen ca. 1^h begonnen. Es ist am ganzen Himmel aber schwerer Dunst. Um 2^h p., also nach Sonnenuntergang, ist Procyon und andere helle Sterne noch nicht zu sehen. Ich warte bis 3^h. Der Dunst bleibt störend. Von N zieht eine dichte Nebelbank herauf. σ Octantis ist bei beleuchteten Fäden nicht zu beobachten und auch größere Sterne sehr schwer. Dann ballten sich am Himmel leichtere Wolken zusammen, zwischen denen der Himmel eine violett blaue Farbe annahm, in dem die Sterne besser, aber nicht klar sichtbar waren. Doch um den Pol blieb Milch. Der kürzeste Tag steht bevor. Wie werden sich die Beobachtungen erst gestalten, wenn es heller wird.

28. Juni 1902. Morgens ist das Wetter klarer und still. Der Mond steht im Dunst, doch am Zenit sind Sterne sichtbar, nur etwas durch Südlicht verschleiert. Morgens werden Azimute mit β Hydri gemessen, die gut gehen, dann Miren, dann Zeitsterne. Noch vor Sonnenaufgang verschwinden aber auch die hellen Sterne, selbst die I. Größe sind im Dunst nicht mehr zu sehen. Nachmittags werden einige Zeitsterne beobachtet, auch σ Octantis, freilich mit Mühe und Not. Während eines Umlegens der Achse zur Beobachtung von β Hydri bezieht sich der Himmel, so daß diese Sterne in der anderen Kreislage nicht mehr und danach gar nichts mehr zu beobachten ist. Um 7^h p. klärt es wieder auf und es wird nun so klar, wie noch nie zuvor. Man sieht mit dem bloßen Auge auch die kleinsten Sterne und am südlichen Kreuz den dunklen Fleck (Kohlensack, wie ihn die Seeleute nennen) in tiefer Färbung. Von $10—11^h$ p. zieht sich ein schöner Südlichtbogen von NNO bis SW, der dann verschwindet.

1. Juli 1902. Früh ist es klar, doch die Sterne sind lichtschwach. Ein heller Streif zieht sich von O nach W über den Himmel. Ich bin zweifelhaft, ob es Südlicht oder Wolke ist, vermute ersteres. Um 3^h p. sieht es klar aus, ist aber nicht. σ Octantis läßt sich bei beleuchteten Fäden nicht einstellen. Ich messe einige Höhen, zwei Zeitsterne und Mire. Die Luft wird immer dicker. Ein schwaches Südlicht schwingt sich am Horizont im O wie ein umgekehrtes S, also so: S, über den Himmel. Es ist sehr kalt. Andauernd über 30° Kälte. Beim Beobachten beschlagen die Fernrohre merkwürdig wenig. Aber die Schrauben und Federn sind furchtbar hart. Die Höhenschrauben gehen fast gar nicht mehr, erst nach längeren Versuchen.

5. Juli 1902. Morgens sind die Sterne von Höfen umgeben. Es ist ganz still. In der astronomischen Hütte ist das Petroleum in der Kälte trübe geworden.

22. Juli 1902. Morgens heller Vollmond. Größere Sterne funkeln stark, noch um $^1/_2$8 Uhr, obgleich es stark dämmert. Wetter ist still und kalt. Abends werden Azimute zum magnetischen Observatorium beobachtet nach Signalen mit Pfeifen, die gut funktionieren. Nachher werden noch σ Octantis und sechs Zeitsterne gemessen, doch es ist milchig und trübe. σ Octantis war schwer zu sehen. Über dem Eis liegt Nebel. Das Beschlagen und Befrieren der Gläser war stark, auch die Schrauben gingen sehr schwer.

1. September 1902. Beim Beobachten kommt Westwind auf, der die Lampen verlöscht. Nur größere Sterne sind sichtbar. Später kalter Eisnebel.

12. September 1902. Ca. 300 m westlich von der Hütte wurde eine neue Spalte gefunden, die das Eisfeld in meridionaler Richtung durchschneidet. Sie ist weiter nördlich schon am 9. September gesehen, am 8. noch nicht. Sie kann eine Neuöffnung der breiten Spalte gewesen sein, welche am 10. Juni in gleicher Lage gefunden wurde und welche wohl dem ungewöhnlich heftigen Westwinde vom 23—26. Mai ihre Entstehung verdankte. Diese Westwinde haben die vorher und nachher herrschenden Oststürme wirksam unterbrochen und manche Veränderungen veranlaßt. Auch unsere Azimute können durch diese Spalte verändert worden sein. (Es war der Fall, wie aus den unten mitgeteilten Beobachtungen hervorgeht.) Abends mache ich Zeit- und Mondbeobachtungen. Kleine Sterne sind nicht sichtbar, σ Octantis ist unmöglich zu beobachten. Am Himmel ist dichter Dunst bis etwa 8° Höhe über dem Horizont.

15. November 1902. Abend ist hell und sonnig. Um 11^h p. sind nur drei große Sterne zu sehen.

22. November 1902. Das Niveau ist unruhig. Klares Wetter. Abends $^1/_2$12 Uhr sehe ich mit bloßem Auge trotzdem keine Sterne mehr. Mit dem Fernrohr wird mühsam einer entdeckt.

5. Dezember 1902. Von 10^h p. ab werden Sterne beobachtet, die Azimute mit β Hydri. Die Sterne sind schwer zu finden, lassen sich dann aber bis dritter Größe gut beobachten.

22. Dezember 1902. Von 10^h p. an Sternbeobachtungen versucht. Die Lichtfülle ist sehr groß und die Resultate gering. Die Station kann eingehen.

Dem letzten Eindruck wurde Folge gegeben. Das Eis wurde unruhiger und die am 12. September erwähnte Spalte langsam breiter, so daß die Azimute des Feldes sich dauernd änderten. Da der Aufbruch des Eises und die Befreiung des „Gauss“ für die nächste Zeit erhofft wurde und, wenn überhaupt, in dieser Zeit eintreten mußte, in welcher die Lichtfülle für Sternbeobachtungen zu groß blieb und die Veränderlichkeit der Azimute störend war, hatte es keinen Zweck, die Station in der Hütte bestehen zu lassen. Die Instrumente wurden deshalb Ende Dezember 1902 in das Schiff gebracht und die Hütte abgebrochen. Der astronomische Dienst wurde in Sonnenbeobachtungen mit dem kleinen Universal oder dem Prismenkreis fortgesetzt. Der Aufbruch des Eises und die Befreiung des „Gauss“ erfolgte am 8. Febrar 1903.

In die darauffolgende Zeit bis zum Verlassen des Eises am 9. April 1903 fallen außer gelegentlichen Monddistanzen zur Bestimmung der absoluten Länge fast ausschließlich Sonnenbeobachtungen. Mehrfach wurden nun Sonnenhöhen gleichzeitig über dem Quecksilberhorizont und über dem Eishorizont gewonnen, um den Einfluß des Eises auf die Lage des natürlichen Horizontes zu erkennen.

Am 9. April 1903 begann die Rückreise aus dem Eis. Sichtungen von Kerguelen, St. Paul, Neu-Amsterdam, Port Natal und Ascension haben während derselben die Chronometer kontrolliert, genauere Vergleiche in Simonstown bei Kapstadt, St. Helena und Ponta Delgada (Azoren) fundamentale Stand- und Gangbestimmungen geboten. Die nautischen Bestimmungen dazwischen erfolgten in der üblichen Weise durch Wahrnehmung jeder Gelegenheit, in welcher sich Sonnenhöhen messen ließen, und durch die Führung des Bestecks. Die Rückreise endete am 25. November 1903 in Kiel.

III. Die Beobachtungen und Resultate.

1. Zeitbestimmungen.

Die Zeitbestimmungen der Expedition zur Kontrolle der Chronometer lassen sich in zwei Gruppen teilen, von denen die erste sämtliche Beobachtungen auf Kerguelen, die zweite diejenigen auf der Winterstation des „Gauss“ und im Treibeise umfaßt. Die Bestimmungen auf Kerguelen beruhen ausnahmslos auf Höhenmessungen der Sonne und hellerer Fixsterne mittels Prismenkreis und Universalinstrument, während auf der Winterstation nach der festen Aufstellung des Universals in der astronomischen Hütte zum Zwecke der Zeitbestimmung nur Azimutmessungen in der Nähe des Meridians angestellt wurden. Vor der Aufstellung des Universals und nach dem Abbruch der Stationsbeobachtungen wurde der Zeitdienst durch Messungen von Sonnenhöhen mit dem Prismenkreis aufrecht erhalten.

Die Beobachtungen sind in der üblichen Weise ausgeführt und unter Berücksichtigung der Instrumentalfehler streng ausgewertet worden. Die reduzierten Messungswerte, sowie die Ergebnisse der Rechnung, welche in tabellarischer Zusammenstellung hier folgen werden, dürften genügen, um einen Überblick über den Umfang und die Genauigkeit der Beobachtungen zu gewinnen.

a) Zeitbestimmungen auf Kerguelen.

Das Universalinstrument stand bei diesen Messungen auf dem Steinpfeiler, welcher von der englischen Expedition im Jahre 1874 zur Beobachtung des Venusdurchganges im Hintergrund der Beobachtungsbucht (Observatory Bay) des Royal Sund errichtet worden war. Die geographischen Koordinaten dieses Punktes sind nach dem „Account of Observations of the Transit of Venus 1874“ $\varphi = -49^\circ 25' 11'',5$ $\lambda = 4^h\ 39^m\ 32^s,5$ östl. Gr.

Nach der Interpretation von Auwers, Venusdurchgang, Bd. VI, S. 343 geht durch Anschluß des Punktes an den Beobachtungspfeiler der gleichzeitigen deutschen Station an Betsy Cove, einer Bucht der Accessible Bai an der Nordseite der Observationshalbinsel, dessen Länge zu $4^h\ 40^m\ 44^s,88$ ermittelt wird, der Wert der Länge über in $\lambda = 4^h\ 39^m\ 33^s,45$.

Dieser letztere ist bei der rechnerischen Auswertung der Zeitbestimmungen zugrunde gelegt worden.

Die Sonnen- und Fixsternkoordinaten wurden dem Berliner Astronomischen Jahrbuch entnommen. Bei den Örtern derjenigen beobachteten Fixsterne, für welche das Jahrbuch Ephemeriden nicht enthält, bin ich auf den Nautical Almanac zurückgegangen und, wo auch dieser versagte, auf den „Fundamentalkatalog für Zonenbeobachtungen am Südhimmel und Südlicher Polarkatalog für die Epoche 1900.“ Bei dieser Anordnung waren nur wenig scheinbare Örter zu rechnen, und wenn auch die eingeführten Sternkoordinaten nicht auf einheitlicher Basis beruhten, so war ihre absolute Genauigkeit für den vorliegenden Fall völlig ausreichend.

Bei der Reduktion der mit dem Universalinstrument Hildebrandt Nr. 2892 beobachteten Zenitdistanzen ist der Zenitpunktfehler nicht angebracht worden. Da der Fehler nur einen geringen Betrag erreichte und außerdem die Messungen stets in beiden Fernrohrlagen ausgeführt worden waren, hat diese Vernachlässigung um so weniger Bedenken, als die Lage des Zenit-

punktes nicht durch Einstellung terrestrischer Objekte bestimmt und fortlaufend kontrolliert worden ist.

Vom 10. bis zum 29. Januar 1902 wurde bei den Zeitbestimmungen das Chronometer Nardin $\frac{55}{8855}$ benutzt, welches darnach mit der Haupt-Expedition die Station verließ und durch Bröcking 1330 ersetzt wurde. An die Stelle des letzteren trat am 26. September 1902 das Chronometer Hewitt 411 und fand bis zum Abbruch der Kerguelenstation Verwendung.

Über die Ableitung der endgültigen Chronometerstände aus den Ergebnissen der Zeitbestimmungen wird weiter unten berichtet werden. Hier mögen einstweilen die Beobachtungen selbst und die daraus berechneten jeweiligen Uhrstände tabellarisch geordnet Platz finden.

Zeitbestimmungen auf Kerguelen.

Datum astron.	Chronometer	Chronometer-Angabe U	Instrument	Fernrohrlage	Objekt	Zenitdistanz[1])	M. Z. Greenw. berechnet	Δ U	Zahl der Einzelmess.
1902		h m s					h m s	m s	
Jan. 10	Nardin	0 41 56.5	Prismenkr.		-⊖-	66° 8′ 15″	0 42 4.5	+0 8.0	2
„ 12	„	15 32 12.2	„		„	53 49 42	15 32 20.7	+0 8.5	3
„ 12	„	15 38 11.3	„		„	52 51 9	15 38 25.9	+0 14.6	3
„ 12	„	15 43 41.5	„		„	51 59 34	15 43 48.8	+0 7.3	2
„ 15	„	0 27 49.5	H. 2892	r.	„	64 8 58	0 28 16.7	+0 27.2	2
„ 15	„	0 38 25.5	„	l.	„	65 47 51	0 38 26.0	+0 0.5	2
„ 15	„	0 51 42.9	„	l.	„	67 55 45	0 51 36.9	−0 6.0	2
„ 15	„	1 1 7.6$_5$	„	r.	„	69 32 14	1 1 36.1	+0 28.4	2
„ 15	„	1 9 17.9	„	r.	„	70 50 52	1 9 46.8	+0 28.9	2
„ 15	„	1 18 20.0	„	l.	„	72 11 47	1 18 14.1	−0 5.9	2
„ 16	„	15 20 38.5	„	r.	„	56 28 11	15 20 32.5	−0 6.0	2
„ 16	„	15 57 4.0	„	l.	„	50 34 28	15 57 30.1	+0 26.1	2
„ 16	„	23 38 53.5	„	l.	„	56 16 31	23 38 50.1	−0 3.4	2
„ 16	„	23 47 17.1	„	r.	„	57 42 42	23 47 42.9	+0 25.8	2
„ 19	„	15 12 20.7	„	$\frac{1}{2}$(l+r)	„	58 20 58	15 12 37.0	+0 16.3	2
„ 19	„	15 15 53.8	„	„	„	57 46 31	15 16 9.9	+0 16.1	2
„ 20	„	23 29 8.5	„	l.	„	55 8 41	23 29 20.2	+0 11.7	2
„ 20	„	23 36 51.4	„	r.	„	56 28 5	23 37 34.4	+0 43.0	2
„ 21	„	15 4 5.8	„	r.	„	60 4 38	15 4 27.8	+0 22.0	2
„ 21	„	15 12 39.3$_5$	„	l.	„	58 36 55	15 13 29.6	+0 50.2	2
„ 25	„	15 53 22.4	„	r.	„	52 57 50	15 54 12.3	+0 49.9	2
„ 25	„	16 1 21.7$_5$	„	l.	„	51 38 15	16 2 41.5	+1 19.7	2
„ 25	„	16 12 11.3	„	l.	„	49 57 41	16 13 32.3	+1 21.0	2
„ 25	„	16 19 42.2	„	r.	„	48 54 15	16 20 27.7	+0 45.5	2
„ 27	„	23 43 23.4	„	l.	„	58 28 34	23 44 6.2	+0 42.8	2
„ 27	„	23 54 55.6	„	r.	„	60 26 4	23 56 14.2	+1 18.6	2
„ 28	„	0 13 54.8	„	r.	„	63 30 42	0 15 11.9	+1 17.1	2
„ 28	„	0 28 28.2	„	l.	„	65 50 18	0 29 30.0	+1 1.8	2
„ 29	„	17 7 44.8	„	r.	„	42 50 57	17 9 3.0	+1 18.2	2
„ 29	„	17 31 58.3	„	l.	„	39 44 26	17 33 18.1	+1 19.8	2
„ 30	Br. 1330	23 45 49.8	H. 2924	r.	„	59 31 31	23 47 27.2	+1 37.4	4
„ 31	„	0 7 7.8	„	l.	„	62 57 17	0 8 40.9	+1 33.1	4
Febr. 2	„	15 10 56.1	„	r.	„	61 26 53	15 12 22.2	+1 26.1	4
„ 2	„	15 21 42.8	„	l.	„	59 42 1	15 23 14.3	+1 31.5	4
„ 25	„	15 51 56.6	„	r.	„	60 49 13	15 53 22.2	+1 25.6	4
„ 25	„	16 11 3.8	„	l.	„	57 58 21	16 12 33.9	+1 30.1	2

[1]) Korrigiert wegen Refr. und Parall., aber nicht korrigiert wegen Zenitpunktfehler des Universals.

Datum astron.	Chronometer	Chronometer-Angabe U	Instrument	Fernrohr-lage	Objekt	Zenit-distanz[1]) ([1] vgl. S. 122)	M. Z. Greenw. berechnet	Δ U	Zahl der Einzel-mess.
1902		h m s					h m s	m s	
März 2	Br. 1330	15 11 44.5	H. 2924	r.	⊕	68° 20′ 2″	15 13 14.6	+ 1 30.1	4
„ 2	„	15 24 5.8	„	l.	„	66 24 20	15 25 35.3	+ 1 29.5	4
„ 13	„	3 55 14.5	„	r.	γ Corvi	59 53 22	3 56 42.3	+ 1 27.8	2
„ 13	„	4 5 13.8	„	l.	„	58 16 32	4 6 45.4	+ 1 31.6	2
„ 14	„	15 5 46.4	„	r.	⊕	72 26 59	15 7 14.1	+ 1 27.7	4
„ 14	„	15 19 19.7	„	l.	„	70 21 18	15 20 50.2	+ 1 30.5	4
„ 20	„	15 23 18.5	„	r.	„	71 23 4	15 24 46.2	+ 1 27.7	4
„ 20	„	15 33 32.4	„	l.	„	69 51 25	15 35 3.0	+ 1 30.6	2
„ 22	„	3 4 58.6	„	r.	α Virg.	78 16 5	3 6 23.0	+ 1 24.4	4
„ 22	„	3 15 55.5	„	l.	„	76 28 33	3 17 22.8	+ 1 27.3	4
„ 22	„	3 33 51.7	„	l.	β Corvi	56 21 45	3 35 16.6	+ 1 24.9	4
„ 22	„	3 43 56.8	„	r.	„	54 43 32	3 45 20.8	+ 1 24.0	4
„ 30	„	3 44 18.3	„	r.	α Virg.	66 47 25	3 45 39.7	+ 1 21.4	4
„ 30	„	3 54 11.9	„	l.	„	65 12 22	3 55 35.7	+ 1 23.8	4
April 3	„	2 32 29.4	„	r.	β Corvi	58 41 11	2 33 50.1	+ 1 20.7	4
„ 3	„	2 41 37.3	„	l.	„	57 11 34	2 42 59.9	+ 1 22.6	4
„ 3	„	2 53 36.9	„	½(r+l)	α Virg.	72 26 14	2 54 59.0	+ 1 22.1	4
„ 17	„	4 41 17.3	„	r.	α Can. maj.	61 25 18	4 42 34.6	+ 1 17.3	4
„ 17	„	4 52 18.1	„	l.	„	63 12 0	4 53 33.4	+ 1 15.3	4
Mai 8	„	2 7 14.1	„	r.	α Librae	67 44 28	2 8 37.1	+ 1 23.0	4
„ 8	„	2 15 29.4	„	l.	„	66 23 37	2 16 53.4	+ 1 24.0	4
„ 8	„	2 28 17.1	„	r.	α Leporis	64 1 9	2 29 41.8	+ 1 24.7	4
„ 8	„	2 40 24.6	„	l.	„	65 59 26	2 41 47.4	+ 1 22.8	4
„ 15	„	4 5 47.2	„	l.	α Scorpii	52 15 53	4 7 14.1	+ 1 26.9	4
„ 15	„	4 15 20.4	„	r.	„	50 43 0	4 16 44.8	+ 1 24.4	4
„ 17	„	2 32 35.0	„	r.	α Can. maj.	59 42 58	2 34 1.4	+ 1 26.4	4
„ 17	„	2 40 28.3	„	l.	„	60 58 48	2 41 52.5	+ 1 24.2	4
„ 21	„	3 42 40.6	„	½(l+r)	α Scorpii	52 11 34	3 44 5.2	+ 1 24.6	4
„ 25	„	2 24 52.1	„	l.	α Can. maj.	63 33 17	2 26 19.1	+ 1 27.0	4
„ 25	„	2 33 10.1	„	r.	„	64 54 37	2 34 39.4	+ 1 29.3	4
Juni 3	„	1 56 10.8	„	r.	„	64 40 15	1 57 47.8	+ 1 37.0	4
„ 3	„	2 5 19.2	„	l.	„	66 9 51	2 6 58.0	+ 1 38.8	4
„ 9	„	0 37 27.1	„	l.	„	55 49 30	0 39 7.6	+ 1 40.5	4
„ 9	„	0 43 29.5	„	r.	„	56 46 45	0 45 10.5	+ 1 41.0	4
„ 15	„	4 55 12.1	„	r.	π Sagitt.	53 58 44	4 56 52.1	+ 1 40.0	4
„ 15	„	5 4 11.4	„	l.	„	52 31 54	5 5 53.3	+ 1 41.9	4
„ 15	„	5 23 31.8	„	r.	δ Corvi	51 9 41	5 25 14.0	+ 1 42.2	4
„ 15	„	5 30 59.7	„	l.	„	52 17 2	5 32 40.9	+ 1 41.2	4
„ 24	„	1 44 23.4	„	r.	δ Can. maj.	65 25 24	1 46 10.9	+ 1 47.5	4
„ 24	„	1 53 52.1	„	l.	„	66 55 31	1 55 38.5	+ 1 46.4	4
„ 24	„	2 1 24.9	„	r.	α Scorpii	46 52 53	2 3 10.6	+ 1 45.7	4
„ 24	„	2 9 40.6	„	l.	„	45 32 58	2 11 28.5	+ 1 47.9	4
„ 30	„	0 22 29.8	„	r.	„	59 7 11	0 24 17.5	+ 1 47.7	4
„ 30	„	0 29 39.1	„	l.	„	57 57 11	0 31 28.2	+ 1 49.1	4
„ 30	„	0 35 50.8	„	r.	α Can. maj.	68 54 52	0 37 40.2	+ 1 49.4	4
„ 30	„	0 41 50.8	„	l.	„	69 53 9	0 43 37.7	+ 1 46.9	4
Juli 8	„	1 46 34.9	„	r.	σ Sagitt.	63 47 24	1 48 26.0	+ 1 51.1	4
„ 8	„	1 54 2.0	„	l.	„	62 35 10	1 55 55.9	+ 1 53.9	4
„ 8	„	2 1 12.9	„	r.	α Hydrae	67 57 22	2 3 4.3	+ 1 51.4	4
„ 8	„	2 7 17.5	„	l.	„	68 55 12	2 9 8.2	+ 1 50.7	4
„ 20	„	0 59 32.3	„	r.	σ Sagitt.	63 46 15	1 1 22.3	+ 1 50.0	4
„ 20	„	1 6 35.7	„	l.	„	62 37 38	1 8 29.7	+ 1 54.0	4
„ 20	„	1 14 17.0	„	r.	α Hydrae	68 0 1	1 16 9.8	+ 1 52.8	4
„ 20	„	1 20 33.3	„	l.	„	68 59 30	1 22 24.0	+ 1 50.7	4
„ 29	„	3 49 34.0	„	r.	δ Corvi	63 38 15	3 51 31.5	+ 1 57.5	4

Datum astron.	Chronometer	Chronometer-Angabe U	Instrument	Fernrohrlage	Objekt	Zenitdistanz[1]) ([1] vgl. S. 122)	M. Z. Greenw. berechnet	△ U	Zahl der Einzelmess.
1902		h m s					h m s	m s	
Juli 29	Br. 1330	3 57 19.0	H. 2924	l.	δ Corvi	64° 53′ 24″	3 59 14.4	+ 1 55.4	4
Aug. 12	„	1 53 18.5	„	r.	„	53 55 17	1 55 9.9	+ 1 51.4	4
„ 12	„	2 1 13.3	„	l.	„	55 8 7	2 3 0.2	+ 1 46.9	4
„ 22	„	1 49 32.9	„	r.	„	59 31 25	1 51 28.3	+ 1 55.4	4
„ 22	„	1 58 8.7	„	l.	„	60 53 29	2 0 0.1	+ 1 51.4	4
Sept. 10	„	2 27 34.4	„	l.	α Pisc. austr.	53 7 1	2 29 35.0	+ 2 0.6	4
„ 10	„	2 33 41.1	„	r.	„	52 7 49	2 35 39.3	+ 1 58.2	4
							M. Ortszeit:		
„ 26	H. 411	6 52 24.4	„	r.	„	45 42 31	6 51 42.5	— 0 41.9	4
„ 26	„	6 59 39.7	„	l.	„	44 31 2	6 59 2.1	— 0 37.6	4
Okt. 10	„	9 40 1.8	„	l.	σ Sagitt.	51 44 2	9 40 15.8	+ 0 14.0	4
„ 10	„	9 46 41.4	„	r.	„	52 49 54	9 47 0.0	+ 0 18.6	4
Nov. 7	„	9 32 36.2	„	½ (l+r)	β Orionis	69 59 7	9 30 33.9	— 2 2.3	4
„ 7	„	9 31 34.3	„	½ (l+r)	„	70 9 38	9 29 40.2	— 1 54.1	4
Dez. 8	„	9 24 17.7	„	l.	δ Can. maj.	56 56 5	9 22 47.5	— 1 30.2	4
„ 8	„	9 34 42.0	„	r.	„	55 14 54	9 33 6.8	— 1 35.2	4
1903									
Jan. 7	„	9 56 21.9	„	r.	β Ceti	59 47 36	9 53 52.3	— 2 29.6	4
„ 7	„	10 3 3.4	„	l.	„	60 53 0	10 0 35.4	— 2 28.0	4
„ 7	„	10 12 22.3	„	l.	„	62 23 32	10 9 52.3	— 2 30.0	4
„ 7	„	10 18 44.5	„	r.	„	63 25 30	10 16 12.7	— 2 31.8	4
„ 16	„	9 27 34.9	„	l.	„	60 49 0	9 24 47.5	— 2 47.4	4
„ 16	„	9 33 52.4	„	r.	„	61 50 15	9 31 4.4	— 2 48.0	4
„ 22	„	9 39 18.9	„	l.	„	66 30 0	9 36 5.6	— 3 13.3	4
„ 22	„	9 49 40.6	„	r.	„	68 11 41	9 46 29.7	— 3 10.9	4
„ 26	„	10 0 26.7	„	r.	„	72 17 2	9 55 58.4	— 4 28.3	4
„ 26	„	10 6 44.1	„	l.	„	73 17 0	10 2 10.4	— 4 33.7	4
„ 26	„	10 48 41.9	„	r.	γ Corvi	68 38 53	10 44 12.4	— 4 29.5	4
„ 26	„	10 56 4.7	„	l.	„	67 26 31	10 51 36.2	— 4 28.5	4
Febr. 6	„	8 26 19.6	„	l.	β Ceti	64 41 54	8 25 57.6	— 0 22.0	4
„ 6	„	8 34 34.4	„	r.	„	66 2 21	8 34 17.1	— 0 17.3	4
„ 6	„	9 40 11.6	„	r.	γ Corvi	72 4 13	9 39 55.6	— 0 16.0	4
„ 6	„	9 48 3.2	„	l.	„	70 47 5	9 47 50.2	— 0 13.0	4
„ 21	„	9 18 0.5	„	r.	„	66 24 13	9 15 44.8	— 2 15.7	4
„ 21	„	9 28 45.4	„	l.	„	64 39 2	9 26 30.2	— 2 15.2	4

Unter der Annahme, daß der Uhrgang sowie die Deklinationsänderung des beobachteten Gestirns für die kurze Zeit, welche zwischen zwei einander zugeordneten Messungen bei verschiedener Kreislage liegt, vernachlässigt werden kann, soll aus den erhaltenen Uhrständen rückwärts der Zenitpunktfehler der benutzten Universalinstrumente abgeleitet werden. Es sei die an die Kreisablesung bei F. r. anzubringende Korrektion wegen ungenauer Lage des Zenitpunktes: Z in Bogensekunden, die bei den Fernrohrlagen r. und l. ermittelten Uhrstände $\triangle U_r$ und $\triangle U_l$, so ist:

$$Z = + \frac{\triangle U_r - \triangle U_l}{2} \cdot \frac{15 \cos \varphi \cos \delta \sin t}{\sin z}.$$

Für den Stundenwinkel t und die Zenitdistanz z können mittlere Werte eingeführt werden; auch genügt eine dreistellige Rechnung. Die letztere ergibt:

Zenitpunktfehler der auf Kerguelen benutzten Universalinstrumente.

Tag	$\Delta U_r - \Delta U_l$	t	z	Z	Tag	$\Delta U_r - \Delta U_l$	t	z	Z
1902	s				1902	s			
Jan. 15	+ 26.7	75° 53′	64° 58′	+ 130″	Juni 3	— 1.8	71° 22′	65° 25′	— 9″
„ 15	+ 34.4	81 41	68 44	+ 166	„ 9	+ 0.5	57 10	56 18	+ 2
„ 15	+ 34.8	86 2	71 31	+ 167	„ 15	— 1.9	— 57 43	53 15	+ 9
„ 16	— 32.1	— 57 51	53 31	+ 154	„ 15	+ 1.0	48 59	51 43	+ 5
„ 16	+ 29.2	63 11	56 59	+ 142	„ 24	+ 1.1	83 18	66 10	+ 5
„ 20	+ 31.3	60 26	55 48	+ 150	„ 24	— 2.2	— 52 21	46 13	+ 11
„ 21	— 28.2	— 65 45	59 21	+ 137	„ 30	— 1.4	— 71 22	58 32	+ 7
„ 25	— 29.8	— 53 38	52 18	+ 140	„ 30	+ 2.5	77 29	69 24	+ 12
„ 25	— 35.5	— 49 0	49 25	+ 163	Juli 8	— 2.8	— 78 48	63 11	+ 13
„ 27	+ 35.8	64 11	59 27	+ 173	„ 8	+ 0.7	66 18	68 26	+ 3
„ 28	+ 15.3	72 14	64 40	+ 75	„ 20	— 4.0	— 78 49	63 12	+ 19
„ 29	— 1.6	— 33 9	41 18	+ 6	„ 20	+ 2.1	66 24	68 30	+ 10
„ 30	+ 4.3	66 1	61 14	+ 21	„ 29	+ 2.1	68 54	64 16	+ 10
Febr. 2	— 5.4	— 64 8	60 34	+ 26	Aug. 12	+ 4.5	53 32	54 32	+ 21
„ 25	— 4.5	— 52 41	59 24	+ 20	„ 22	+ 4.0	62 33	60 12	+ 19
März 2	+ 0.6	— 63 20	67 22	— 3	Sept. 10	— 2.4	— 66 21	52 37	+ 12
„ 13	— 3.8	— 62 2	59 5	+ 18	„ 26	— 4.3	— 54 47	45 7	+ 21
„ 14	— 2.8	— 63 57	71 24	+ 13	Okt. 10	+ 4.6	61 57	52 17	+ 22
„ 20	— 2.9	— 59 33	70 37	+ 13	Dez. 8	— 5.0	— 67 38	56 5	+ 24
„ 22	— 2.9	— 82 58	77 22	+ 14	1903				
„ 22	— 0.9	— 63 9	55 33	+ 4	Jan. 7	— 1.6	65 43	60 20	— 8
„ 30	— 2.4	— 65 22	66 0	+ 11	„ 7	— 1.8	69 41	62 55	— 9
April 3	— 1.9	— 66 50	57 56	+ 9	„ 16	— 0.6	67 15	61 20	— 3
„ 17	+ 2.0	66 34	62 19	+ 10	„ 22	+ 2.4	76 31	67 21	+ 12
Mai 8	— 1.0	— 72 50	67 4	+ 5	„ 26	+ 5.4	84 55	72 47	+ 26
„ 8	+ 1.9	72 12	65 0	+ 9	„ 26	— 1.0	— 75 53	68 3	+ 5
„ 15	— 2.5	— 60 32	51 29	+ 12	Febr. 6	+ 4.7	73 27	65 22	+ 23
„ 17	+ 2.2	63 31	60 21	+ 11	„ 6	— 3.0	— 81 5	71 26	+ 15
„ 25	+ 2.3	69 32	64 14	+ 11	„ 21	— 0.5	— 72 0	65 32	+ 2

Die so ermittelten Zenitpunkte werden stark durch die Beobachtungsfehler beeinflußt; immerhin war es wünschenswert, sie zu berechnen, da man unter der im allgemeinen zutreffenden Annahme, daß die Lage des Zenitpunktes innerhalb kürzerer Zeiträume sich gar nicht oder nur unerheblich ändert, rückwärts einen Schluß auf die Größe der Beobachtungsfehler selbst ziehen kann. Auffällig ist zunächst die scheinbar geringe Konstanz der Zenitpunktlage am großen Universal Hildebrandt Nr. 2892, nämlich bei den Beobachtungen im Januar 1902. Hier läßt sich z. B. für Jan. 15 unmittelbar nachweisen, daß die Änderung in der Tat nur eine scheinbare ist. Nimmt man nämlich das Mittel aus je zwei bei verschiedenen Kreislagen erhaltenen Uhrständen, so ergeben sich folgende Werte für ΔU und die ihnen entsprechenden Zenitpunkte Z:

$$\Delta U = +13^s{,}85;\ +11^s.2;\ +11^s{,}5.$$
$$Z = +130''\quad +166''\quad +167''.$$

Das ist eine nur wenig befriedigende Übereinstimmung. Man erkennt aber, daß der Zenitpunkt in Wirklichkeit konstant gewesen ist. Ich möchte glauben, daß dies für die ganze mit dem großen Universal ausgeführte Beobachtungsreihe bis Jan. 29, 1902 der Fall gewesen ist, und stütze diese Annahme mit der Tatsache, daß die am Jan. 28 und 29 gewonnenen Uhrstände sonst auf einen sehr ungleichmäßigen Gang nicht nur des bei der Messung benutzten Chronometers Nardin, sondern auch der übrigen mit Nardin verglichenen Chronometer deuten würden, was für die letzteren nicht anzunehmen ist.

Erheblich geringer sind die Unterschiede der für das kleine Universal Hildebrandt Nr. 2924, welches vom Februar 1902 an benutzt wurde, ermittelten Zenitpunkte. Man wird auch die letzteren wenigstens für die vorliegende Diskussion als konstant annehmen und die scheinbaren Änderungen den Beobachtungsfehlern zur Last legen dürfen. Denn setzt man schätzungsweise die mittlere Unsicherheit der berechneten Zenitpunkte gleich 10″, so würde dies einen Fehler von etwa $1^s,0$ in der Zeitbestimmung zur Folge haben. (Im I. Vertikal ändert sich die Zenitdistanz in Kerguelen in 1^s um 9″,6.) Das ist ein Betrag, den man mit Rücksicht auf die ungünstigen Beobachtungsverhältnisse wohl als zulässig betrachten kann.

Über die Ableitung der Chronometerstände aus den oben erhaltenen Ständen der Beobachtungsuhren wird später zusammenhängend berichtet werden.

b) Zeitbestimmungen auf der Winterstation des „Gauss“.

Die Bestimmungen erfolgten von 1902 Febr. 26 bis April 3 durch Messungen von Sonnenhöhen mittels Prismenkreises und künstlichen Horizontes. Nach Errichtung der astronomischen Hütte und Aufstellung des großen Universals Hildebrandt Nr. 2892 in derselben wurde der Zeitdienst lediglich durch Messung von Azimuten geeigneter Fixsterne in der Nähe des Meridians bewirkt. Die Gründe, welche diese Methode am geeignetsten erscheinen ließen, sind in dem II. Abschnitt des vorliegenden Heftes erörtert worden. Nach Abbruch der Hütte konnte dann wieder nur der Prismenkreis Verwendung finden.

Der geographische Ort der Winterstation war, wie durch besondere Untersuchungen weiter unten festgestellt worden ist, durch die Koordinaten

$$\varphi = -66^\circ\, 2'\, 9'' \qquad \lambda = 5^h\, 58^m\, 32^s \text{ östl. Gr.}$$

gegeben. Diese wurden bei allen Berechnungen zugrunde gelegt. Im einzelnen liegen folgende Prismenkreis-Beobachtungen vor:

Zeitbestimmungen mit dem Prismenkreis auf der Winterstation des „Gauss“.

a) Vor Errichtung der astronomischen Hütte.

Datum	Uhr	Uhrangabe U	Wahre Höhe ⊖	M. Z. Greenw. berechnet	Δ U	Abweichung vom Mittelwert v	v v
1902		h m s		h m s	m s		
Febr. 26	B	11 29 31.3	13° 28′ 3″	11 22 29.9	— 7 1.4		
„ 26	„	11 32 48.3	13 11 4	11 25 18.9	— 7 29.4		
„ 26	„	11 35 20.0	12 56 0	11 27 48.5	— 7 31.5		
„ 26	„	11 37 28.8	12 40 28	11 30 22.7	— 7 6.1		
„ 27	„	10 51 55.6	16 48 8	10 45 16.7	(— 6 38.9)	s	
„ 27	„	10 52 17.1	16 51 22	10 44 43.5	— 7 33.6	— 0.3	0.1
„ 27	„	10 52 12.3	16 51 39	10 44 40.5	— 7 31.8	+ 1.5	2.3
„ 27	„	10 52 18.9	16 51 14	10 44 44.9	— 7 34.0	— 0.7	0.5
„ 27	„	10 52 31.0	16 50 2	10 44 57.2	— 7 33.8	— 0.5	0.2
März 1	„	10 7 12.4	20 20 44	9 59 41.4	— 7 31.0	+ 2.5	6.3
„ 1	„	10 6 43.8	20 23 27	9 59 10.6	— 7 33.2	+ 0.3	0.1
„ 1	„	10 6 48.3	20 23 14	9 59 13.6	— 7 34.7	— 1.2	1.4
„ 1	„	10 6 32.5	20 24 39	9 58 57.5	— 7 35.0	— 1.5	2.3
„ 7	„	10 31 22.3	15 53 36	10 23 37.4	— 7 44.9	— 0.4	0.2
„ 7	„	10 31 23.4	15 53 31	10 23 38.4	— 7 45.0	— 0.5	0.3

Datum	Uhr	Uhrangabe U	Wahre Höhe ⊖	M. Z. Greenw. berechnet	Δ U	Abweichung vom Mittelwert v	v v
1902		h m s		h m s	m s	s	
März 7	B	10 31 18.6	15° 53′ 48″	10 23 35.4	— 7 43.0	+ 1.5	2.3
„ 7	„	10 31 24.5	15 53 23	10 23 39.6	— 7 44.9	— 0.4	0.2
„ 11	„	10 14 18.2	15 55 53	10 6 25.8	— 7 52.4	0.0	0.0
„ 11	„	10 14 15.0	15 56 12	10 6 22.6	— 7 52.4	0.0	0.0
„ 11	„	10 14 9.1	15 56 42	10 6 17.1	— 7 52.0	+ 0.4	0.2
„ 11	„	10 14 5.1	15 57 7	10 6 12.3	— 7 52.8	— 0.4	0.2
„ 16	„	3 44 1.5	20 32 19	3 35 47.6	(— 8 13.9)		
„ 16	„	3 44 33.6	20 35 22	3 36 32.4	— 8 1.2	— 1.5	2.3
„ 16	„	3 44 8.2	20 33 52	3 36 10.2	— 7 58.0	+ 1.7	2.9
„ 16	„	3 44 8.8	20 33 46	3 36 9.0	— 7 59.8	— 0.1	0.0
„ 17	„	3 27 37.8	19 3 12	3 19 42.5	— 7 55.3	+ 4.2	17.6
„ 17	„	3 27 37.5	19 2 45	3 19 36.0	— 8 1.5	— 2.0	4.0
„ 17	„	3 27 36.0	19 2 44	3 19 36.0	— 8 0.0	— 0.5	0.3
„ 17	„	3 27 37.5	19 2 47	3 19 36.3	— 8 1.2	— 1.7	2.9
„ 22	„	9 52 6.0	13 34 38	9 43 43.9	— 8 22.1	— 4.1	16.8
„ 22	„	9 52 4.5	13 34 45	9 43 42.6	— 8 21.9	— 3.9	15.2
„ 22	„	9 52 6.8	13 33 48	9 43 54.1	— 8 12.7	+ 5.3	28.1
„ 22	„	9 52 10.7	13 33 42	9 43 55.3	— 8 15.4	+ 2.6	6.8
April 3	„	4 11 59.2	15 39 39	4 2 55.2	— 9 4.0	— 6.6	43.6
„ 3	„	4 12 18.7	15 40 59	4 3 20.1	— 8 58.6	— 1.2	1.4
„ 3	„	4 12 6.0	15 40 17	4 3 7.7	— 8 58.3	— 0.9	0.8
„ 3	„	4 12 2.8	15 40 4	4 3 3.4	— 8 59.4	— 2.0	4.0
„ 3	„	9 10 41.5	12 8 17	9 1 51.6	— 8 49.9	+ 7.5	56.3
„ 3	„	9 10 43.8	12 8 15	9 1 52.4	— 8 51.4	+ 6.0	36.0
„ 3	„	9 6 37.5	12 26 17	8 57 39.8	— 8 57.7	— 0.3	0.1
„ 3	„	9 6 20.7	12 27 36	8 57 20.8	— 8 59.9	— 2.5	6.3
b) Nach Abbruch der astronomischen Hütte.							
Dez. 22	„	5 49 19.1	22 24 33	— 0 11 0.2	— 6 0 19.3	— 0.7	0.5
„ 22	„	5 49 28.3	22 23 27	— 0 10 49.5	— 6 0 17.8	+ 0.8	0.6
„ 26	„	5 8 16.0	26 44 46	— 0 52 18.6	— 6 0 34.6	— 2.8	7.8
„ 26	„	5 8 14.4	26 44 51	— 0 52 19.4	— 6 0 33.8	— 2.0	4.0
„ 26	„	5 8 2.3	26 45 58	— 0 52 30.3	— 6 0 32.6	— 0.8	0.6
„ 26	„	5 7 41.3	26 47 26	— 0 52 44.8	— 6 0 26.1	+ 5.7	32.5
1903							
Jan. 4	„	5 58 19.5	21 39 26	— 0 2 49.4	— 6 1 8.9	+ 1.7	2.9
„ 4	„	6 13 38.9	20 7 36	+ 0 12 26.7	— 6 1 12.2	— 1.6	2.6
„ 6	„	5 49 0.5	22 30 36	— 0 12 15.7	— 6 1 16.2	+ 3.1	9.6
„ 6	„	5 49 52.0	22 25 51	— 0 11 28.9	— 6 1 20.9	— 1.6	2.6
„ 6	„	5 51 0.3	22 18 33	— 0 10 16.5	— 6 1 16.8	+ 2.5	6.3
„ 6	„	5 50 58.1	22 19 25	— 0 10 25.3	— 6 1 23.4	— 4.1	16.8
„ 12	„	5 19 15.3	25 6 19	— 0 42 31.4	— 6 1 46.7	— 3.7	13.7
„ 12	„	5 19 8.4	25 6 27	— 0 42 32.5	— 6 1 40.9	+ 2.1	4.4
„ 12	„	5 19 13.1	25 5 54	— 0 42 26.9	— 6 1 40.0	+ 3.0	9.0
„ 12	„	5 19 18.5	25 5 22	— 0 42 21.6	— 6 1 40.1	+ 2.9	8.4
„ 12	„	5 34 26.7	23 33 54	— 0 27 21.3	— 6 1 48.0	— 5.0	25.0
„ 12	„	5 34 22.5	23 33 39	— 0 27 18.7	— 6 1 41.2	+ 1.8	3.2
„ 12	„	5 35 31.7	23 26 9	— 0 26 14.8	— 6 1 46.5	— 3.5	12.3
„ 12	„	5 35 20.0	23 27 21	— 0 26 16.7	— 6 1 36.7	+ 6.3	39.7
„ 12	„	5 57 43.9	21 11 30	— 0 3 56.8	— 6 1 40.7	+ 2.3	5.3
„ 12	„	5 57 35.5	21 13 15	— 0 4 13.9	— 6 1 49.4	— 6.4	41.0
„ 12	„	5 57 39.1	21 11 53	— 0 4 0.4	— 6 1 39.5	+ 3.5	12.3
„ 12	„	5 57 7.8	21 15 41	— 0 4 38.4	— 6 1 46.2	— 3.2	10.2
„ 14	„	5 55 13.8	21 13 54	— 0 6 30.3	— 6 1 44.1	+ 3.2	10.2

Datum	Uhr	Uhrangabe U	Wahre Höhe ⊖	M. Z. Greenw. berechnet	Δ U	Abweichung vom Mittelwert v	v v
1903		h m s		h m s	m s	s	
Jan. 14	B	5 55 6.3	21° 14′ 41″	—0 6 38.0	—6 1 44.3	+ 3.0	9.0
„ 14	„	5 55 20.8	21 13 2	—0 6 21.6	—6 1 42.4	+ 4.9	24.0
„ 14	„	5 55 46.9	21 10 29	—0 5 56.4	—6 1 43.3	+ 4.0	16.0
„ 14	„	6 13 7.0	19 26 37	+0 11 4.2	—6 2 2.8	— 15.5	240.3
„ 14	„	6 12 57.0	19 27 24	+0 11 6.2	—6 1 50.8	— 3.5	12.3
„ 14	„	6 11 41.0	19 35 15	+0 9 58.4	—6 1 42.6	+ 4.7	22.1
„ 14	„	6 11 41.8	19 34 43	+0 9 53.5	—6 1 48.3	— 1.0	1.0
„ 16	„	4 45 12.8	28 4 14	—1 16 33.7	—6 1 46.5	+ 7.7	59.3
„ 16	„	4 47 34.5	27 51 1	—1 14 21.3	—6 1 55.8	— 1.6	2.6
„ 16	„	5 15 30.6	25 2 16	—0 46 25.2	—6 1 55.8	— 1.6	2.6
„ 16	„	5 16 39.9	24 54 48	—0 45 12.5	—6 1 52.4	+ 1.8	3.2
„ 16	„	5 16 38.7	24 55 11	—0 45 16.3	—6 1 55.0	— 0.8	0.6
„ 16	„	5 15 32.8	25 2 15	—0 46 25.2	—6 1 58.0	— 3.8	14.4
„ 16	„	5 34 56.7	23 3 36	—0 26 57.7	—6 1 54.4	— 0.2	0.0
„ 16	„	5 34 58.1	23 3 34	—0 26 57.3	—6 1 55.4	— 1.2	1.4
„ 16	„	5 35 3.4	23 3 1	—0 26 51.4	—6 1 54.8	— 0.6	0.4
„ 16	„	5 34 58.6	23 3 24	—0 26 55.5	—6 1 54.1	+ 0.1	0.0
„ 17	„	4 45 56.0	27 53 9	—1 16 4.5	—6 2 0.5	+ 0.4	0.2
„ 17	„	4 45 27.6	27 55 54	—1 16 31.9	—6 1 59.5	+ 1.4	2.0
„ 17	„	4 45 14.8	27 57 34	—1 16 49.1	—6 2 3.9	— 3.0	9.0
„ 17	„	4 44 38.7	28 0 57	—1 17 9.9	—6 1 48.6	+ 12.3	151.3
„ 17	„	5 11 30.0	25 19 5	—0 50 32.0	—6 2 2.0	— 1.1	1.2
„ 17	„	5 11 41.9	25 17 45	—0 50 18.9	—6 2 0.8	+ 0.1	0.0
„ 17	„	5 11 33.3	25 19 0	—0 50 31.3	—6 2 4.6	— 3.7	13.7
„ 17	„	5 11 32.0	25 19 3	—0 50 31.7	—6 2 3.7	— 2.8	7.8
„ 17	„	5 30 44.8	23 22 4	—0 31 18.8	—6 2 3.6	— 2.7	7.3
„ 17	„	5 30 55.7	23 20 54	—0 31 7.4	—6 2 3.1	— 2.2	4.8
„ 17	„	5 30 56.2	23 20 21	—0 31 1.8	—6 1 58.0	+ 2.9	8.4
„ 17	„	5 30 35.9	23 22 47	—0 31 26.2	—6 2 2.1	— 1.2	1.4
„ 26	„	4 36 42.9	27 18 11	—1 25 46.1	—6 2 29.0	+ 1.1	1.2
„ 26	„	4 36 48.9	27 17 44	—1 25 41.4	—6 2 30.3	— 0.2	0.0
„ 26	„	4 36 40.6	27 18 38	—1 25 50.9	—6 2 31.5	— 1.4	2.0
„ 26	„	4 36 42.7	27 18 21	—1 25 47.6	—6 2 30.3	— 0.2	0.0
„ 26	„	4 52 40.3	25 43 40	—1 9 51.0	—6 2 31.3	— 1.2	1.4
„ 26	„	4 52 29.3	25 44 29	—1 9 59.0	—6 2 28.3	+ 1.8	3.2
„ 26	„	4 52 13.7	25 46 12	—1 10 16.2	—6 2 29.9	+ 0.2	0.0
„ 26	„	4 52 27.8	25 44 52	—1 10 2.8	—6 2 30.6	— 0.5	0.3
Febr. 4	„	4 34 5.0	25 29 48	—1 28 36.8	—6 2 41.8	— 1.0	1.0
„ 4	„	4 33 56.4	25 30 20	—1 28 42.2	—6 2 38.6	+ 2.2	4.8
„ 4	„	4 33 46.1	25 31 13	—1 28 51.4	—6 2 37.5	+ 3.3	10.9
„ 4	„	4 33 30.4	25 32 40	—1 29 6.3	—6 2 36.7	+ 4.1	16.8
„ 4	„	4 57 39.3	23 10 53	—1 5 5.7	—6 2 45.0	— 4.2	17.6
„ 4	„	4 59 23.5	23 0 19	—1 3 19.5	—6 2 43.0	— 2.2	4.8
„ 4	„	4 59 30.6	22 59 41	—1 3 9.0	—6 2 39.6	+ 1.2	1.4
„ 4	„	5 0 6.5	22 56 9	—1 2 37.9	—6 2 44.4	— 3.6	13.0

Die hier aufgeführten Sonnenhöhen sind Mittelwerte aus je zwei Einstellungen des oberen und unteren Sonnenrandes, wegen Refraktion und Parallaxe verbessert. Da jedesmal eine ganze Reihe von mindestens acht Einzelmessungen erfolgt ist, läßt sich leicht eine Diskussion über die erreichte Genauigkeit anstellen. Zu diesem Zweck sind bereits in der obigen Tabelle die Abweichungen von den Mittelwerten und ihre Quadrate mitgeteilt. Die Beobachtungen des ersten Tages, Febr. 26, stimmen sehr schlecht überein; aus dem Verlauf des berechneten

Uhrstandes ist jedoch zu entnehmen, daß die beiden in der Mitte liegenden Ergebnisse die richtigen sein werden. Aus den Quadraten der übrigbleibenden Fehler findet man für die einzelnen Beobachtungstage die nachfolgenden mittleren Fehler einer Doppelmessung:

Mittlere Fehler der Zeitbestimmungen mit dem Prismenkreis an der Winterstation des „Gauss".

Datum	m	Zahl der Doppelmessungen	Datum	m	Zahl der Doppelmessungen	Datum	m	Zahl der Doppelmessungen
1902	s		1902	s		1903	s	
Febr. 27	± 1.0	4	April 3	± 4.6	8	Jan. 12	± 4.1	12
März 1	1.8	4	Dez. 22	1.0	2	„ 14	6.9	8
„ 7	1.0	4	„ 26	3.9	4	„ 16	3.1	10
„ 11	0.3	4	1903			„ 17	4.3	12
„ 16	1.6	3				„ 26	1.0	8
„ 17	2.9	4	Jan. 4	2.3	2	Febr. 4	3.2	8
„ 22	4.7	4	„ 6	3.4	4			

Auf den geringen Wert der nur aus wenigen Messungen abgeleiteten mittleren Fehler braucht kaum hingewiesen zu werden. Der auffallend große Fehler für Jan. 14 hat darin seinen Grund, daß eine Beobachtung ziemlich stark herausfällt und ebenso gut hätte verworfen werden können. Im allgemeinen darf man annehmen, daß die Unsicherheit einer einzigen Doppeleinstellung weniger als fünf Sekunden in der Zeitbestimmung ausmacht, so daß der für die Ableitung der Uhrstände aus den Prismenkreis-Beobachtungen zugrunde gelegte Mittelwert kaum einen Fehler von 3^s enthalten dürfte.

Bei den Azimutbeobachtungen, die in der astronomischen Hütte der Winterstation des „Gauss" mit dem großen Universalinstrument Hildebrandt 2892 ausgeführt worden sind, wurde folgendermaßen verfahren: es wurden in der Nähe des Meridians in beiden Fernrohrlagen Durchgänge von Zeitsternen durch alle fünf Vertikalfäden beobachtet, dabei der Azimutkreis und das Aufsatzniveau in beiden Lagen abgelesen. Ferner wurde ein polnaher Stern, meistens σ Octantis, auf den Mittelfaden gebracht und wieder Horizontalkreis und Niveau beobachtet. Alle Beobachtungen wurden wegen Neigung der Horizontalachse, sowie wegen der Kollimationsfehler verbessert; außerdem fand bei allen Zeitsternen eine Reduktion der einzelnen Fadendurchgänge auf den Mittelfaden statt. Es wurde bei dieser letzten auf das Azimut, welches nur innerhalb weniger Grade schwankte, keine Rücksicht genommen.

Um die genannten Reduktionen ausführen zu können, war es nötig, aus dem vorhandenen Beobachtungsmaterial die äquatorealen Fadendistanzen, sowie den Kollimationsfehler abzuleiten. Die Fadendistanzen wurden aus 40 Sterndurchgängen mit einer für den vorliegenden Zweck völlig ausreichenden Genauigkeit abgeleitet. Bei dem Mangel an polnahen Sternen — β Hydri war der einzige beobachtete Stern, der dafür in Betracht kam — schien es angemessen, auch schneller laufende Sterne in den Bereich dieser Untersuchung zu ziehen, und zwar habe ich als untere Grenze der Deklinationen den Wert — 50° angenommen und allen Beobachtungen das gleiche Gewicht gegeben.

Die Fäden werden mit den Ziffern 1 bis 5 bezeichnet und werden in dieser Reihenfolge bei „Fernrohr Ost" und „oberer Kulmination" durchlaufen, wenn das Instrument

im Meridian steht. Die ermittelten äquatorealen Abstände vom Mittelfaden Nr. 3 sind folgende:

Fadendistanzen des Universals Hildebrandt 2892.

Faden Nr.	Abstand vom Mittelfaden	Mittl. Fehler dieses Mittelwertes	Mittl. Fehler einer Beobachtung
	s	s	s
1	30.658	± 0.086	± 0.54
2	15.460	± 0.075	± 0.47
4	15.608	± 0.089	± 0.56
5	30.865	± 0.089	± 0.56

Eine direkte Messung der Fadendistanzen mit Hilfe des Azimutalkreises durch Anvisieren eines terrestrischen Objektes ergab für den

Faden Nr.	den Wert:	Abweichung
	s	s
1	30.80	+ 0.14
2	14.87	— 0.59
4	14.90	— 0.71
5	30.47	— 0.40

Diese Beträge, die augenscheinlich den zuvor abgeleiteten an Genauigkeit nachstehen, beruhen auf einer einzigen Messung und sind nicht weiter berücksichtigt worden.

Auf eine genaue Ermittelung des Kollimationsfehlers brauchte kein großes Gewicht gelegt zu werden, da ausnahmslos in beiden Fernrohrlagen beobachtet worden ist. Aus 74 Visuren nach der 279 m entfernten Nordmire ergab sich im Mittel

$$c = \pm 77''.0$$

wo das $\left\{\begin{matrix}+\\-\end{matrix}\right\}$ Vorzeichen für die Fernrohrlage $\left\{\begin{matrix}\text{links}\\\text{rechts}\end{matrix}\right\}$ zu nehmen ist. Ein mittlerer Fehler wurde nicht berechnet, da aus den Beobachtungen deutlich hervorgeht, daß der Kollimationsfehler im Laufe der Beobachtungen eine geringe, aber stetige Änderung erfahren hat. Es genügte indes vollständig, den abgeleiteten Mittelwert für sämtliche Messungen zugrunde zu legen. Zu erwähnen ist noch, daß die Exzentrizität des Fernrohrs in dem Geodätischen Institut zu Potsdam nach der Rückkehr der Expedition zu 110.51 mm ermittelt worden ist.

Der Gang der Rechnung war folgender: Nachdem sämtliche beobachteten Azimute wegen Kollimation und Neigung verbessert und die einzelnen Fadendurchgangszeiten auf den Mittelfaden reduziert waren, wurden zunächst näherungsweise für jede Beobachtungsreihe die Uhrfehler berechnet. Hierbei ergab sich eine Genauigkeit, die im allgemeinen bereits zur Berechnung des Azimuts des jeweiligen Polsternes ausreichte. In anderen Fällen, nämlich wo σ Octantis nicht mit angeschlossen war, fand noch eine zweite Näherungsrechnung statt. Alsdann wurden auf Grund der genähert bekannten Uhrkorrektionen die Azimute der Polsterne scharf berechnet und dadurch die Meridianpunkte des Horizontalkreises festgelegt. Durch Verbindung der erhaltenen Werte mit den Azimutablesungen der Zeitsterne ergab sich schließlich das wahre Azimut der letzteren und daraus der gesuchte Uhrstand.

Bei der Kontrolle der Azimutkorrektionen wegen Achsenneigung und Kollimationsfehler wurde ein graphisches Verfahren zur Anwendung gebracht, welches eine sehr schnelle und

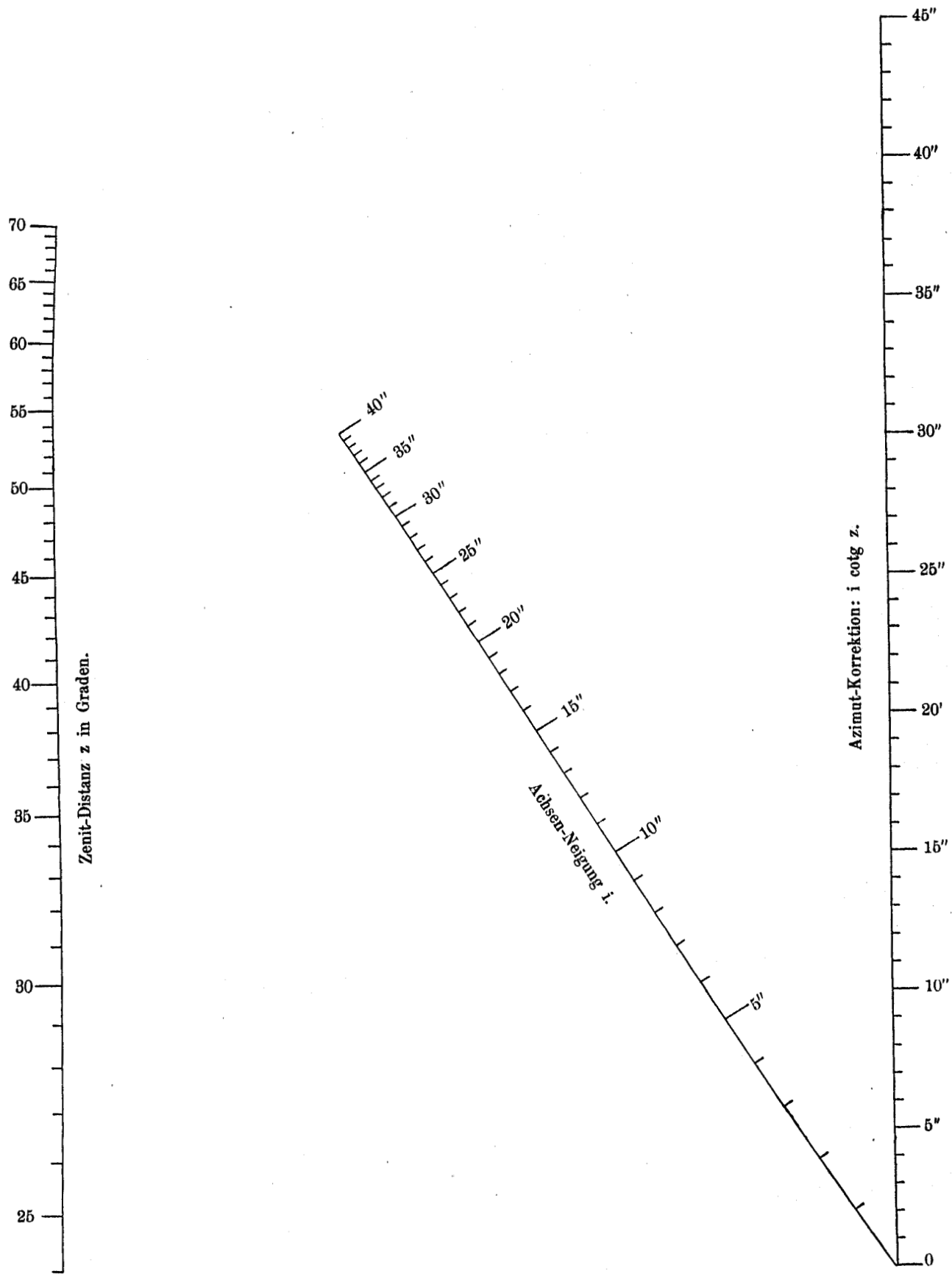

Zenit-Distanz z in Graden.
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
Achsen-Neigung i.
40″
35″
30″
25″
20″
15″
10″
5″
Azimut-Korrektion: i cotg z.
45″
40″
35″
30″
25″
20′
15″
10″
5″
0

Fig. 2.

sichere Ermittelung der Werte i cotg z und c cosec z mit einer für den vorliegenden Zweck völlig hinreichenden Genauigkeit gestattet. Da dies Verfahren von allgemeinem Interesse sein dürfte, so mag es hier kurz erörtert werden.

Zur Bestimmung der Korrektion i cotg z konstruiert man ein Tableau auf folgende Art (Fig. 2): Es werden in einem Abstand von etwa 150 mm zwei senkrechte Parallelen gezogen. Dann rechnet man die Werte a cotg z von Grad zu Grad aus, etwa in dem Zenitdistanzintervall 25 bis 90 Grad, wobei a eine willkürliche, den Maßstab bestimmende Konstante ist, die zweckmäßig gleich 100 angenommen wird, da man in diesem Falle die Beträge 100 cotg z unmittelbar aus Kotangententafeln entnehmen kann. Die erhaltenen Zahlen werden als Längen in mm auf der linken Parallelen von oben ab aufgetragen, die Teilstriche aber mit der Bezifferung „Grade Zenitdistanz" versehen. Der Nullpunkt der gewonnenen Skale, welcher bei $z = 90°$ liegt, wird darauf mit dem unteren Endpunkt der rechts stehenden Parallelen, der zweckmäßig in derselben Höhe wie der mit 25° bezifferte Strich der linken Linie angenommen wird, durch eine Gerade verbunden. Nun trägt man von dem unteren Endpunkt der rechten Parallelen auf dieser äquidistante Teile aufwärts an, welche das Produkt i cotg z bezeichnen und nach Bogensekunden fortschreiten. Die Länge der Sekundenintervalle wählt man so, daß die Skale auch für große Neigungen bei $z = 25°$ noch ausreicht. Endlich werden für das kleinste z (also hier 25°) die Beträge i cotg z für alle vorkommenden Neigungen, diese nach Sekunden fortschreitend, berechnet, in die rechts stehende Skale in Blei eingetragen und die erhaltenen Punkte der Reihe nach mit dem Punkte 25° der linken Skale verbunden. Die Schnittpunkte dieser Verbindungslinien mit der schrägen Linie bestimmen eine neue Skale, welche mit den Argumenten i in Sekunden zu beziffern ist. Damit ist das Tableau fertiggestellt. Zum Gebrauch legt man ein Lineal, am besten aus Zelluloid oder Glas, so auf das Tableau, daß es die gegebene Zenitdistanz (auf der linken Vertikalskale) mit der gegebenen Neigung (auf der schrägen Skale) verbindet; die gradlinige Verlängerung trifft die rechte Vertikalskale und gibt an dieser unmittelbar den gesuchten Wert i cotg z. Das Tableau für c cosec z wird ganz analog angefertigt (Fig. 3). Die Theorie des Verfahrens ist so einfach, daß sie hier nicht näher erörtert zu werden braucht.

Die beiden Tableaux haben hier Aufnahme gefunden; sie sind allgemein gültig und geben die Beträge der Korrektionen innerhalb der Bogensekunde richtig an.

Bei der Benutzung eines und desselben Instruments kann man insofern noch eine weitere Vereinfachung vornehmen, als man in der Querskala nicht i in Sekunden, sondern in Teilen des Aufsatzniveaus angibt, dann fällt auch die jedesmalige Umwandlung der Partes in Sekunden fort.

Da die Berechnung des Stundenwinkels der Zeitsterne aus dem Azimut nach der strengen Formel unbequem ist, habe ich ein Näherungsverfahren angewandt, welches sich als sehr bequem und für den vorliegenden Fall, wo der Stundenwinkel nur bis auf wenige Zeitminuten ansteigt, völlig ausreichende Werte ergab. Es ist:

$$\sin t = \operatorname{tg} a \,(-\cos\varphi \operatorname{tg}\delta - \sin\varphi \cos t).$$

Da cos t sich in dem ganzen Bereich der Beobachtungen nur wenig ändert, infolge der genäherten Kenntnis des Stundenwinkels aber schon hinlänglich sicher bekannt ist, so wurde

eine kleine Tabelle gerechnet, welche zu dem Argument t in Zeit das Glied $\sin \varphi \cos t$ auf 5 Dezimalstellen ergab. Diese Tabelle mag hierunter Platz finden.

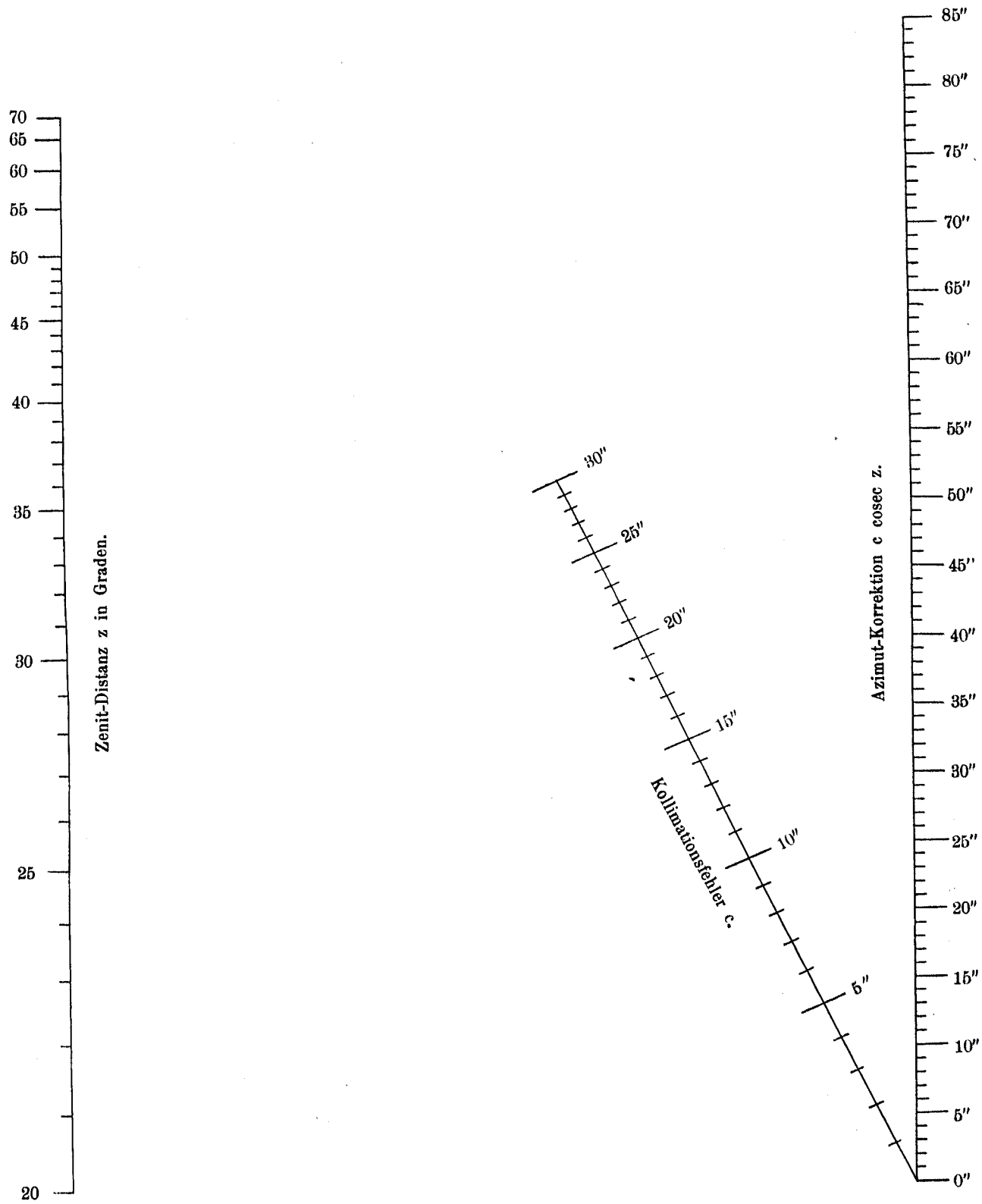


Fig. 3.

$\sin \varphi \cos t = 0.91 \ldots$

t	0s	10s	20s	30s	40s	50s	60s
m							
0	380	380	380	380	380	379	379
1	379	379	378	378	378	377	377
2	377	376	376	375	374	373	372
3	372	371	370	369	368	367	366
4	366	365	364	362	361	360	358
5	358	357	356	354	353	351	349
6	349	347	345	343	341	339	337
7	337	335	333	331	329	327	324
8	324	322	319	317	314	312	310
9	310	307	304	301	298	296	293

In der nachfolgenden Tabelle sind die wahren Azimute der Zeitsterne und die auf den Mittelfaden reduzierten Durchgangszeiten, sowie die abgeleiteten Uhrstände übersichtlich zusammengestellt. Dabei stellt jede Zeile Mittelwerte aus je zwei zusammengehörigen Fernrohrlagen dar.

Zeitbestimmungen durch Universal-Beobachtungen an der Winterstation des „Gauss".

Datum	Chronometer	U	Objekt	Azimut	Sternzeit Greenwich	△ U gegen Gr. Stzt.	Abw. vom Mittel v	v v
1902		h m s			h m s	m s		
Apr. 12	Br. 1183	0 19 27.1	α Argus	177° 59′ 16″	0 26 18.9	(+ 6 51.8)	s	
„ 12	„	0 42 2.8	α Can. maj.	177 51 43	0 49 5.6	+ 7 2.8	+ 0.6	0.4
„ 12	„	4 0 21.8	α Leonis	179 19 9	4 7 23.3	+ 7 1.5	— 0.7	0.5
„ 17	„	5 38 38.9	β Leonis	179 56 53	5 45 46.8	+ 7 7.9		
„ 18	„	3 58 1.8	α Leonis	179 51 1	4 5 15.4	+ 7 13.6	+ 0.7	0.5
„ 18	„	4 16 10.3	μ Hydrae	179 49 57	4 23 23.2	+ 7 12.9	0.0	0.0
„ 18	„	4 53 17.2	ι Antliae	177 12 34	5 0 29.7	+ 7 12.5	— 0.4	0.2
„ 18	„	5 4 23.2	β Crateris	178 54 48	5 11 35.7	+ 7 12.5	— 0.4	0.2
Juni 3	„	8 9 42.0	α Bootis	178 37 32	8 18 31.5	+ 8 49.5		
„ 10	B.	8 49 56.5	β Centauri	176 28 11	8 1 28.0	— 48 28.5		
„ 11	„	5 15 43.1	μ Hydrae	177 33 14	4 30 37.2	— 45 5.9		
„ 11	„	7 32 58.9	β Crucis	174 59 57	6 48 12.2	— 44 46.7		
„ 15	Br. 1183	3 16 32.3	α Hydrae	179 32 56	3 25 48.1	+ 9 15.8	— 1.7	2.9
„ 15	„	5 7 15.6	δ Crateris	179 48 48	5 16 32.6	+ 9 17.0	— 0.5	0.3
„ 15	„	5 22 11.8	ξ Hydrae	179 19 19	5 31 29.5	+ 9 17.7	+ 0.2	0.0
„ 15	„	6 0 22.1	ε Corvi	178 58 31	6 9 39.5	+ 9 17.4	— 0.1	0.0
„ 15	„	7 31 3.5	m Virg.	179 18 14	7 40 21.7	+ 9 18.2	+ 0.7	0.5
„ 15	„	7 52 32.0	π Hydrae	180 9 44	8 1 50.8	+ 9 18.8	+ 1.3	1.7
„ 27	„	23 3 1.2	β Orionis	179 33 45	23 12 47.9	+ 9 46.7		
„ 28	„	4 44 20.6	α Pisc. austr.	—0 5 30	4 54 10.0	+ 9 49.4	+ 0.8	0.6
„ 28	„	5 8 1.2	δ Crateris	179 25 12	5 17 49.0	+ 9 47.8	— 0.8	0.6
„ 28	„	5 21 22.4	ξ Hydrae	179 26 21	5 31 10.5	+ 9 48.1	— 0.5	0.3
„ 28	„	5 57 39.6	ε Corvi	179 42 11	6 7 28.6	+ 9 49.0	+ 0.4	0.2
Juli 11	„	9 4 28.7	β Librae	179 35 21	9 14 38.7	+ 10 10.0	— 0.6	0.4
„ 11	„	9 52 45.6	β′ Scorp.	179 37 25	10 2 25.2	(+ 9 39.6)		
„ 11	„	10 1 56.5	δ Oph.	179 36 38	10 12 6.8	+ 10 10.3	— 0.3	0.1
„ 11	„	10 15 33.6	α Scorp.	179 42 56	10 25 44.4	+ 10 10.8	+ 0.2	0.0
„ 11	„	10 25 8.9	ζ Oph.	179 23 38	10 35 19.2	+ 10 10.3	— 0.3	0.1
„ 11	„	10 55 45.6	η Oph.	180 6 13	11 5 57.1	+ 10 11.5	+ 0.9	0.8
„ 22	„	11 28 24.9	κ Scorp.	179 11 26	11 39 8.7	+ 10 43.8	— 0.6	0.4
„ 22	„	11 50 48.5	γ Sagitt.	179 49 3	12 1 32.6	+ 10 44.1	— 0.3	0.1
„ 22	„	11 59 39.5	μ Sagitt.	179 40 57	12 10 23.8	+ 10 44.3	— 0.1	0.0

Datum	Chronometer	U	Objekt	Azimut	Sternzeit Greenwich	Δ U gegen Gr. Stzt.	Abw. vom Mittel v	v v
1902		h m s			h m s	m s	s	
Juli 22	Br. 1183	12 11 30.1	α Argus	0° 10′ 4″	12 22 15.4	+ 10 45.3	+ 0.9	0.8
„ 25	„	10 16 57.6	α Scorp.	178 58 11	10 27 52.1	+ 10 54.5	— 0.4	0.2
„ 25	„	10 33 27.1	ε Scorp.	180 23 2	10 44 21.1	+ 10 54.0	— 0.9	0.8
„ 25	„	10 44 4.3	ζ Arae	177 40 44	10 54 59.5	+ 10 55.2	+ 0.3	0.1
„ 25	„	10 56 9.1	η Oph.	179 45 10	11 7 4.5	+ 10 55.4	+ 0.5	0.3
„ 25	„	11 7 27.8	θ Oph.	179 42 20	11 18 22.6	+ 10 54.8	— 0.1	0.0
„ 25	„	11 18 20.7	α Arae	178 0 32	11 29 16.2	+ 10 55.5	+ 0.6	0.4
Sept. 12	„	13 23 16.5	M_1	175 22 15	13 37 0.8	+ 13 44.3		
„ 12	„	13 53 38.4	M_3	165 58 38	14 7 22.9	+ 13 44.5		
„ 12	„	13 56 1.1	M_2	165 58 38	14 9 46.0	+ 13 44.9		
„ 12	„	13 25 41.2	M_2	175 22 15	13 39 24.8	+ 13 43.6		
„ 12	„	14 55 21.8	A Capric.	177 31 30	15 10 4.0	(+ 14 42.2)		
„ 12	„	15 8 14.7	ζ Capric.	179 6 0	15 25 16.9	(+ 17 2.2)		
„ 12	„	15 17 22.2	β Aquarii	179 4 51	15 31 8.0	+ 13 45.8		
„ 12	„	15 49 34.2	α Gruis	180 12 36	16 3 12.3	+ 13 38.1		
„ 30	„	15 51 56.4	α Aquarii	178 57 5	16 6 5.2	+ 14 8.8	— 0.3	0.1
„ 30	„	16 42 3.4	α Pisc. austr.	179 5 55	16 56 12.8	+ 14 9.4	+ 0.3	0.1
Okt. 2	„	14 32 17.3	μ Aquarii	179 16 1	14 46 24.7	+ 14 7.4		
„ 2	„	14 45 34.8	γ Microsc.	179 24 25	14 58 21.9	(+ 12 47.1)		
„ 2	„	15 37 13.4	γ Gruis	179 15 50	15 51 17.6	+ 14 4.2		
„ 2	„	15 50 16.4	α Aquarii	179 26 46	16 4 17.6	+ 14 1.2		
„ 2	„	16 10 39.6	γ Aquarii	178 11 15	16 24 39.2	+ 13 59.6		
„ 2	„	16 43 1.9	α Pisc. austr.	178 47 12	16 57 3.6	+ 14 1.7		
„ 5	„	17 37 55.9	α Qu. 274 G.	179 8 58	17 52 17.0	+ 14 21.1	+ 1.2	1.4
„ 5	„	18 29 36.3	β Ceti	178 47 39	18 43 57.2	+ 14 20.9	+ 1.0	1.0
„ 5	„	18 42 52.0	α Sculpt.	179 20 42	18 57 11.7	+ 14 19.7	— 0.2	0.0
„ 5	„	18 53 17.3	β Phoen.	177 40 55	19 7 38.4	+ 14 21.1	+ 1.2	1.4
„ 5	„	19 8 10.3	Scu. 109 G.	179 15 1	19 22 28.6	+ 14 18.3	— 1.6	2.6
„ 5	„	19 23 51.4	α Erid.	179 5 45	19 36 34.1	(+ 12 42.7)		
„ 5	„	19 37 56.5	ζ Ceti	178 46 32	19 52 15.0	+ 14 18.5	— 1.4	2.0
„ 8	„	17 3 18.9	γ Sculpt.	178 54 25	17 17 54.2	+ 14 35.3	+ 0.2	0.0
„ 8	„	17 16 49.0	β Sculpt.	179 5 39	17 31 23.9	+ 14 34.9	— 0.2	0.0
„ 8	„	17 27 19.3	μ Sculpt.	178 7 51	17 41 54.6	+ 14 35.3	+ 0.2	0.0
„ 8	„	17 35 22.5	δ Sculpt.	178 20 16	17 49 57.2	+ 14 34.7	— 0.4	0.2
„ 8	„	17 46 4.7	π Phoen.	176 25 27	18 0 40.2	+ 14 35.5	+ 0.4	0.2
„ 25	„	17 29 7.3	δ Sculpt.	180 19 50	17 44 26.1	+ 15 18.8	— 0.3	0.1
„ 25	„	17 45 0.7	33 Pisc.	180 26 14	18 0 19.9	+ 15 19.2	+ 0.1	0.0
„ 25	„	18 7 1.1	α Crucis	180 2 49	18 22 19.2	+ 15 18.1	— 1.0	1.0
„ 25	„	19 21 11.4	α Erid.	179 7 47	19 36 32.1	+ 15 20.7	+ 1.6	2.6
„ 25	„	19 30 39.0	ζ Ceti	180 39 26	19 45 57.4	+ 15 18.4	— 0.7	0.5
„ 25	„	19 40 8.3	β Centauri	0 27 23	19 55 27.5	+ 15 19.2	+ 0.1	0.0
„ 27	„	19 4 6.9	θ′ Ceti	180 20 19	19 19 30.3	+ 15 23.4	— 1.5	2.3
„ 27	„	19 21 40.9	α Erid.	178 36 30	19 37 6.0	+ 15 25.1	+ 0.3	0.1
„ 27	„	19 30 58.1	ζ Ceti	180 31 56	19 46 22.5	+ 15 24.4	— 0.4	0.2
„ 27	„	19 40 5.0	β Centauri	0 26 41	19 55 32.1	+ 15 27.1	+ 2.3	5.3
„ 27	„	20 18 1.5	α Centauri	0 9 17	20 33 26.6	+ 15 25.1	+ 0.3	0.1
„ 27	„	20 26 25.3	γ Ceti	179 26 54	20 41 49.2	+ 15 23.9	— 0.9	0.8
„ 30	„	17 29 33.3	δ Sculpt.	180 7 46	17 44 59.5	+ 15 26.2	0.0	0.0
„ 30	„	17 39 58.9	ω Pisc.	180 6 3	17 55 25.4	+ 15 26.5	+ 0.3	0.1
„ 30	„	17 51 39.5	33 Pisc.	178 29 12	18 7 6.7	+ 15 27.2	+ 1.0	1.0
„ 30	„	18 4 12.6	α Crucis	0 26 59	18 19 35.3	+ 15 22.7	— 3.5	12.3
„ 30	„	18 25 7.1	β Ceti	179 52 51	18 42 34.4	+ 15 27.3	+ 1.2	1.4
„ 30	„	19 5 45.1	θ′ Ceti	179 50 21	19 21 12.4	+ 15 27.3	+ 1.2	1.4
Nov. 10	„	19 4 25.4	θ′ Ceti	180 5 11	19 20 21.8	+ 15 56.4	— 1.2	1.4
„ 10	„	19 20 14.4	α Erid.	179 26 7	19 36 12.1	+ 15 57.7	+ 0.1	0.0
„ 10	„	19 30 8.6	ζ Ceti	180 36 46	19 46 6.3	+ 15 57.7	+ 0.1	0.0

Datum	Chronometer	U	Objekt	Azimut	Sternzeit Greenwich	Δ U gegen Gr. Stzt.	Abw. vom Mittel v	v v
1902		h m s			h m s	m s	s	
Nov. 10	Br. 1183	19 40 43.4	β Centauri	0° 15′ 55″	19 56 41.9	+ 15 58.5	+ 0.9	0.8
„ 10	„	19 51 45.5	ξ′ Ceti	180 25 7	20 7 42.9	+ 15 57.4	— 0.2	0.0
„ 10	„	20 53 30.6	α Forn.	179 59 17	21 9 28.6	+ 15 58.0	+ 0.4	0.2
Dez. 5	„	22 16 34.7	α Tauri	179 32 44	22 33 33.4	(+ 16 58.7)		
„ 5	„	23 16 21.7	α Leporis	178 51 54	23 33 29.8	+ 17 8.1		

Die dieser Rechnung zugrunde gelegten scheinbaren Örter waren folgende:

Benutzte scheinbare Örter.

Tag	*	α app.	δ app.	Tag	*	α app.	δ app.
1902		h m s		1902		h m s	
April 12	α Argus	6 21 46.6	— 52° 38′ 58″	Juli 25	θ Oph.	17 16 3.3	— 24° 54′ 5″
„ 12	α Can. maj.	6 40 50.7	— 16 35 15	„ 25	α Arae	17 24 21.1	— 49 47 56
„ 12	α Leonis	10 3 11.4	+ 12 26 31	Sept. 12	M_1 [1])	19 20 40.13	— 15 14 35.0
„ 17	β Leonis	11 44 6.1	+ 15 6 58	„ 12	M_2 [1])	19 23 4.60	— 15 17 49.8
„ 18	α Leonis	10 3 11.3	+ 12 26 31	„ 12	A Capric.	21 1 27.7	— 25 23 32
„ 18	μ Hydrae	10 21 23.3	— 16 20 32	„ 12	ζ Capric.	21 21 8.4	— 22 49 49
„ 18	ι Antliae	10 52 11.8	— 36 7 7	„ 12	β Aquar.	21 26 27.8	— 5 59 44
„ 18	β Crat.	11 6 52.8	— 22 17 50	„ 12	α Gruis	22 2 8.1	— 47 25 49
Juni 3	α Bootis	14 11 14.0	+ 19 41 30	„ 30	α Aquar.	22 0 48.7	— 0 47 19
„ 10	β Cent.	13 56 59.4	— 59 54 22	„ 30	α Pisc. austr.	22 52 18.1	— 30 8 9
„ 11	μ Hydrae	10 21 22.6	— 16 20 31	Okt. 2	μ Aquar.	20 47 25.7	— 9 20 41
„ 11	β Crucis	12 42 3.4	— 59 9 39	„ 2	γ Microsc.	20 55 20.8	— 32 38 11
„ 15	α Hydrae	9 2 47.5	— 8 14 19	„ 2	γ Gruis	21 48 3.9	— 37 49 16
„ 15	δ Crat.	11 14 28.3	— 14 15 14	„ 2	α Aquar.	22 0 48.8	— 0 47 18
„ 15	ξ Hydrae	11 28 13.0	— 31 19 21	„ 2	γ Aquar.	22 16 39.5	— 1 52 25
„ 15	ε Corvi	12 5 7.3	— 22 4 50	„ 2	α Pisc. austr.	22 52 18.1	— 30 8 7
„ 15	m Virg.	13 36 30.8	— 8 12 42	„ 5	α Qu. 274 G.	23 48 20.7	— 24 46 4
„ 15	π Hydrae	14 0 50.6	— 26 12 52	„ 5	β Ceti	0 38 44.1	— 18 31 5
„ 27	β Orionis	5 9 50.2	— 8 18 57	„ 5	α Sculpt.	0 53 56.8	— 29 52 51
„ 28	α Pisc. austr.	22 52 16.7	— 30 8 5	„ 5	β Phoen.	1 1 46.3	— 47 14 16
„ 28	δ Crat.	11 14 28.1	— 14 15 13	„ 5	Scu. 109 G.	1 19 0.9	— 31 27 2
„ 28	ξ Hydrae	11 28 12.8	— 31 19 20	„ 5	α Erid.	1 34 7.4	— 57 43 44
„ 28	ε Corvi	12 5 7.2	— 22 4 50	„ 5	ζ Ceti	1 46 41.1	— 10 48 48
Juli 11	β Librae	15 11 47.0	— 9 1 22	„ 8	γ Sculpt.	23 13 35.8	— 33 3 38
„ 11	β′ Scorp.	15 59 47.7	— 19 32 18	„ 8	β Sculpt.	23 27 47.1	— 38 21 18
„ 11	δ Oph.	16 9 15.7	— 3 26 30	„ 8	μ Sculpt.	23 35 33.2	— 32 36 32
„ 11	α Scorp.	16 23 27.7	— 26 12 56	„ 8	δ Sculpt.	23 43 53.2	— 28 39 59
„ 11	ζ Oph.	16 31 49.1	— 10 22 5	„ 8	π Phoen.	23 53 55.2	— 53 17 17
„ 11	η Oph.	17 4 49.0	— 15 36 9	„ 25	δ Sculpt.	23 43 53.0	— 28 40 1
„ 22	κ Scorp.	17 35 47.0	— 38 58 44	„ 25	33 Pisc.	0 0 23.1	— 6 14 56
„ 22	γ Sagitt.	17 59 35.0	— 30 25 26	„ 25	α Crucis	12 21 10.3	— 62 33 28
„ 22	μ Sagitt.	18 7 58.1	— 21 4 56	„ 25	α Erid.	1 34 7.6	— 57 43 50
„ 22	α Argus	6 21 45.6	— 52 38 33	„ 25	ζ Ceti	1 46 41.3	— 10 48 49
„ 25	α Scorp.	16 23 27.6	— 26 12 56	„ 25	β Cent.	13 56 56.4	— 59 54 9
„ 25	ε Scorp.	16 43 53.0	— 34 6 58	„ 27	θ′ Ceti	1 19 11.5	— 8 40 59
„ 25	ζ Arae	16 50 35.8	— 55 50 15	„ 27	α Erid.	1 34 7.6	— 57 43 51
„ 25	η Oph.	17 4 49.0	— 15 36 9	„ 27	ζ Ceti	1 46 41.3	— 10 48 50

[1]) Mond-Kulminationsstern, über dessen Koordinaten in dem Abschnitt „Längenbestimmung der Winterstation“ näheres mitgeteilt werden wird.

Tag	*	α app.	δ app.	Tag	*	α app.	δ app.
1902		h m s		1902		h m s	
Okt. 27	β Cent.	13 56 56.4	— 59° 54′ 8″	Nov. 10	θ′ Ceti	1 19 11.5	— 8° 41′ 1″
„ 27	α Cent.	14 32 59.1	— 60 25 48	„ 10	α Erid.	1 34 7.4	— 57 43 55
„ 27	γ Ceti	2 38 17.5	+ 2 49 39	„ 10	ζ Ceti	1 46 41.3	— 10 48 51
„ 30	δ Sculpt.	23 43 53.0	— 28 40 1	„ 10	β Cent.	13 56 56.7	— 59 54 5
„ 30	ω Pisc.	23 54 20.6	+ 6 19 42	„ 10	ξ′ Ceti	2 7 52.7	+ 8 23 32
„ 30	33 Pisc.	0 0 23.0	— 6 14 57	„ 10	α Forn.	3 7 58.7	— 29 21 58
„ 30	α Crucis	12 21 10.4	— 62 33 27	Dez. 5	α Tauri	4 30 22.8	+ 16 18 47
„ 30	β Ceti	0 38 44.1	— 18 31 8	„ 5	α Lep.	5 28 28.6	— 17 53 35
„ 30	θ′ Ceti	1 19 11.5	— 8 41 0				

Die Berechnung der Azimute der Polsterne ist für jede Fernrohrlage einzeln durchgeführt worden, wie aus der folgenden Zusammenstellung ersichtlich ist.

Azimute der Polsterne.

Datum	Chronometer	U	Objekt	Verbesserte Ablesung am Horizontalkreis A	Berechnetes Azimut a	a — A	Fernrohrlage	Abweichung vom Mittel
1902		h m s						
April 12	Br. 1183	3 34 56.7	σ Oct.	27° 23′ 43″	— 1° 8′ 58″	— 28° 32′ 41″	r.	+ 11″
„ 12	„	3 37 54.2	„	27 22 59	— 1 10 4	— 28 33 3	r.	— 11
„ 12	„	3 44 58.2	„	27 18 36	— 1 12 39	— 28 31 15	l.	— 5
„ 12	„	3 47 55.0	„	27 17 23	— 1 13 43	— 28 31 6	l.	+ 4
„ 17	„	3 47 49.2	„	27 17 1	— 1 13 39	— 28 30 40	l.	+ 14
„ 17	„	3 49 54.7	„	27 17 37	— 1 14 11	— 28 31 48	l.	— 54
„ 17	„	3 52 45.5	„	27 14 49	— 1 15 25	— 28 30 14	l.	+ 40
„ 17	„	4 19 42.2	„	27 10 23	— 1 24 23	— 28 34 46	r.	— 5
„ 17	„	4 22 27.0	„	27 9 40	— 1 25 14	— 28 34 54	r.	— 13
„ 17	„	4 24 33.7	„	27 8 31	— 1 25 53	— 28 34 24	r.	+ 17
„ 18	„	3 10 38.7	„	27 36 52	— 0 59 29	— 28 36 21	l.	— 3
„ 18	„	3 12 50.0	„	27 36 6	— 1 0 21	— 28 36 27	l.	— 9
„ 18	„	3 14 30.5	„	27 35 5	— 1 1 2	— 28 36 7	l.	+ 11
„ 18	„	3 19 8.8	„	27 30 36	— 1 2 52	— 28 33 28	r.	— 7
„ 18	„	3 21 0.3	„	27 29 43	— 1 3 35	— 28 33 18	r.	+ 3
„ 18	„	3 22 51.5	„	27 28 57	— 1 4 19	— 28 33 16	r.	+ 5
Juni 3	„	6 51 14.8	„	26 54 40	— 1 51 16	— 28 45 56	l.	+ 47
„ 3	„	6 58 5.6	„	26 55 40	— 1 51 25	— 28 47 5	l.	— 22
„ 3	„	7 1 49.0	„	26 55 42	— 1 51 27	— 28 47 9	l.	— 26
„ 3	„	7 30 35.0	„	26 50 8	— 1 50 45	— 28 40 53	r.	— 45
„ 3	„	7 36 36.5	„	26 49 33	— 1 50 23	— 28 39 56	r.	+ 12
„ 3	„	7 41 25.2	„	26 49 33	— 1 50 2	— 28 39 35	r.	+ 33
„ 11	B.	6 26 38.6	„	28 10 0	— 1 42 35	— 29 52 35	l.	
„ 11	„	6 32 42.0	„	28 8 26	— 1 43 41	— 29 52 7	r.	
„ 15	Br. 1183	3 57 31.0	„	28 35 32	— 1 9 55	— 29 45 27	l.	+ 96
„ 15	„	3 44 0.0	„	28 34 35	— 1 12 17	— 29 46 52	l.	+ 11
„ 15	„	3 48 54.0	„	28 34 49	— 1 14 2	— 29 48 51	l.	— 108
„ 15	„	3 58 36.0	„	28 32 13	— 1 16 2	— 29 48 15	r.	+ 41
„ 15	„	4 8 53.5	„	28 28 34	— 1 20 52	— 29 49 26	r.	— 30
„ 15	„	4 12 40.0	„	28 27 1	— 1 22 5	— 29 49 6	r.	— 10
„ 27	„	21 33 28.1	β Hydri	60 26 50	30 43 40	— 29 43 10	l.	— 39
„ 27	„	21 35 30.6	„	60 30 29	30 47 28	— 29 43 1	l.	— 30
„ 27	„	21 37 11.8	„	60 33 10	30 50 26	— 29 42 44	l.	— 13
„ 27	„	21 39 16.2	„	60 36 33	30 53 53	— 29 42 40	l.	— 9
„ 27	„	21 41 59.3	„	60 38 56	30 57 58	— 29 40 58	l.	+ 93

Datum	Chronometer	U	Objekt	Verbesserte Ablesung am Horizontalkreis A	Berechnetes Azimut a	a — A	Fernrohrlage	Abweichung vom Mittel
1902		h m s						
Juni 27	Br. 1183	21 45 33.6	β Hydri	60° 43′ 43″	31° 2′ 53″	— 29° 40′ 50″	r.	+ 20
„ 27	„	21 49 3.4	„	60 48 2	31 7 5	— 29 40 57	r.	+ 13
„ 27	„	21 50 37.9	„	60 50 3	31 8 50	— 29 41 13	r.	— 3
„ 27	„	21 51 55.2	„	60 51 7	31 10 6	— 29 41 1	r.	+ 9
„ 27	„	21 53 16.6	„	60 53 18	31 11 30	— 29 41 48	r.	— 38
„ 28	„	5 32 52.0	σ Oct.	27 59 13	— 1 42 37	— 29 41 50	l.	— 9
„ 28	„	5 36 7.0	„	27 58 30	— 1 43 12	— 29 41 42	l.	— 1
„ 28	„	5 38 7.0	„	27 57 58	— 1 43 33	— 29 41 31	l.	+ 10
„ 28	„	5 41 43.6	„	27 57 49	— 1 44 11	— 29 42 0	r.	— 14
„ 28	„	5 43 24.9	„	27 57 7	— 1 44 28	— 29 41 35	r.	+ 11
„ 28	„	5 45 37.0	„	27 56 55	— 1 44 49	— 29 41 44	r.	+ 2
Juli 11	„	9 18 26.3	„	25 47 41	— 1 32 10	— 27 19 51	r.	+ 10
„ 11	„	9 20 12.0	„	25 48 30	— 1 31 40	— 27 20 10	r.	— 9
„ 11	„	9 21 40.2	„	25 48 47	— 1 31 16	— 27 20 3	r.	— 2
„ 11	„	9 26 48.5	„	25 52 6	— 1 29 47	— 27 21 53	l.	0
„ 11	„	9 31 16.4	„	25 53 17	— 1 28 29	— 27 21 46	l.	+ 7
„ 11	„	9 32 49.2	„	25 53 45	— 1 28 1	— 27 21 46	l.	+ 7
„ 11	„	9 43 42.3	„	25 57 28	— 1 24 38	— 27 22 6	l.	— 13
„ 11	„	10 40 57.8	β Hydri	4 55 23	— 22 27 22	— 27 22 45	l.	— 10
„ 11	„	10 42 50.2	„	4 47 27	— 22 34 57	— 27 22 24	l.	+ 11
„ 11	„	10 46 35.5	„	4 28 59	— 22 51 0	— 27 19 59	r.	— 2
„ 11	„	10 48 18.1	„	4 21 50	— 22 58 4	— 27 19 54	r.	+ 3
„ 22	„	10 0 8.4	σ Oct.	26 1 23	— 1 18 53	— 27 20 16	l.	+ 2
„ 22	„	10 5 22.2	„	26 3 20	— 1 17 3	— 27 20 23	l.	— 5
„ 22	„	10 7 1.8	„	26 3 49	— 1 16 27	— 27 20 16	l.	+ 2
„ 22	„	10 18 53.8	„	26 6 18	— 1 12 5	— 27 18 23	r.	+ 28
„ 22	„	10 20 34.2	„	26 7 40	— 1 11 27	— 27 19 7	r.	— 16
„ 22	„	10 22 52.0	„	26 8 27	— 1 10 35	— 27 19 2	r.	— 11
„ 25	„	9 44 39.8	„	25 56 54	— 1 23 58	— 27 20 52	l.	+ 8
„ 25	„	9 46 12.0	„	25 57 41	— 1 23 29	— 27 21 10	l.	— 10
„ 25	„	9 47 39.1	„	25 57 59	— 1 23 0	— 27 20 59	l.	+ 1
„ 25	„	10 23 38.1	„	26 8 40	— 1 10 11	— 27 18 51	r.	— 2
„ 25	„	10 25 17.8	„	26 9 10	— 1 9 33	— 27 18 43	r.	+ 6
„ 25	„	10 26 48.8	„	26 9 55	— 1 8 58	— 27 18 53	r.	— 4
Sept. 12	„	14 34 31.8	β Hydri	356 29 59	— 31 3 42	— 27 33 41	l.	+ 56
„ 12	„	14 36 37.5	„	356 33 36	— 31 0 56	— 27 34 32	l.	+ 5
„ 12	„	14 37 55.2	„	356 36 25	— 30 59 13	— 27 35 38	l.	— 61
„ 12	„	14 41 53.7	„	356 39 16	— 30 54 45	— 27 34 1	r.	— 95
„ 12	„	14 43 26.4	„	356 41 25	— 30 50 40	— 27 32 5	r.	+ 21
„ 12	„	14 45 16.4	„	356 43 42	— 30 47 30	— 27 31 12	r.	+ 74
Okt. 2	„	15 0 27.6	τ Oct.	24 52 13	— 2 37 50	— 27 30 3	r.	— 12
„ 2	„	15 2 24.2	„	24 54 25	— 2 35 36	— 27 30 1	r.	— 10
„ 2	„	15 4 19.6	„	24 56 1	— 2 33 21	— 27 29 22	r.	+ 29
„ 2	„	15 5 51.0	„	24 58 16	— 2 31 35	— 27 29 51	r.	0
„ 2	„	15 7 22.4	„	25 0 25	— 2 29 47	— 27 30 12	r.	— 21
„ 2	„	15 8 32.4	„	25 1 10	— 2 28 25	— 27 29 35	r.	+ 16
„ 2	„	15 13 22.2	„	25 4 29	— 2 22 40	— 27 27 9	l.	— 9
„ 2	„	15 15 17.0	„	25 6 23	— 2 20 21	— 27 26 44	l.	+ 16
„ 2	„	15 16 39.1	„	25 8 23	— 2 18 42	— 27 27 5	l.	— 5
„ 2	„	15 17 48.2	„	25 9 50	— 2 17 18	— 27 27 8	l.	— 8
„ 2	„	15 18 48.5	„	25 10 53	— 2 16 5	— 27 26 58	l.	+ 2
„ 2	„	15 20 4.2	„	25 12 23	— 2 14 32	— 27 26 55	l.	+ 5
„ 5	„	17 50 54.0	σ Oct.	29 17 51	1 47 16	— 27 30 35	l.	— 13
„ 5	„	17 52 36.1	„	29 17 44	1 47 27	— 27 30 17	l.	+ 5
„ 5	„	17 54 21.4	„	29 17 35	1 47 39	— 27 29 56	l.	+ 26

Datum	Chronometer	U	Objekt	Verbesserte Ablesung am Horizontalkreis A	Berechnetes Azimut a	a — A	Fernrohrlage	Abweichung vom Mittel
1902		h m s						
Okt. 5	Br. 1183	17 59 52.2	σ Oct.	29° 18′ 57″	1° 48′ 12″	— 27° 30′ 45″	l.	— 23
„ 5	„	18 3 3.4	„	29 18 54	1 48 29	— 27 30 25	l.	— 3
„ 5	„	18 4 40.0	„	29 18 50	1 48 38	— 27 30 12	l.	+ 10
„ 5	„	18 10 17.5	„	29 21 23	1 49 4	— 27 32 19	r.	— 13
„ 5	„	18 13 6.4	„	29 21 39	1 49 16	— 27 32 23	r.	— 17
„ 5	„	18 15 40.0	„	29 21 25	1 49 26	— 27 31 59	r.	+ 7
„ 5	„	18 17 38.6	„	29 21 37	1 49 33	— 27 32 4	r.	+ 2
„ 5	„	18 19 12.3	„	29 21 43	1 49 38	— 27 32 5	r.	+ 1
„ 5	„	18 20 19.8	„	29 21 24	1 49 41	— 27 31 43	r.	+ 23
„ 8	„	16 32 18.1	„	29 6 25	1 32 8	— 27 34 17	r.	— 27
„ 8	„	16 34 38.2	„	29 6 25	1 32 45	— 27 33 40	r.	+ 10
„ 8	„	16 36 23.1	„	29 7 19	1 33 13	— 27 34 6	r.	— 16
„ 8	„	16 38 46.0	„	29 7 27	1 33 50	— 27 33 37	r.	+ 13
„ 8	„	16 40 13.3	„	29 7 44	1 34 12	— 27 33 32	r.	+ 18
„ 8	„	16 46 41.6	„	29 7 22	1 35 49	— 27 31 33	l.	+ 4
„ 8	„	16 48 39.1	„	29 8 5	1 36 17	— 27 31 48	l.	— 11
„ 8	„	16 50 47.4	„	29 8 23	1 36 47	— 27 31 36	l.	+ 1
„ 8	„	16 53 32.8	„	29 8 58	1 37 25	— 27 31 33	l.	+ 4
„ 8	„	16 55 0.1	„	29 9 20	1 37 45	— 27 31 35	l.	+ 2
„ 25	„	18 42 5.1	„	29 22 51	1 50 21	— 27 32 30	l.	— 5
„ 25	„	18 43 36.1	„	29 22 48	1 50 21	— 27 32 27	l.	— 2
„ 25	„	18 45 56.4	„	29 22 27	1 50 21	— 27 32 6	l.	+ 19
„ 25	„	18 48 6.5	„	29 22 47	1 50 20	— 27 32 27	l.	— 2
„ 25	„	18 49 50.1	„	29 22 54	1 50 19	— 27 32 35	l.	— 10
„ 25	„	18 52 27.1	„	29 24 30	1 50 16	— 27 34 14	r.	+ 14
„ 25	„	18 54 33.1	„	29 24 12	1 50 14	— 27 33 58	r.	+ 30
„ 25	„	18 56 14.8	„	29 24 32	1 50 11	— 27 34 21	r.	+ 7
„ 25	„	18 57 43.1	„	29 24 57	1 50 9	— 27 34 48	r.	— 20
„ 25	„	18 59 6.4	„	29 25 3	1 50 6	— 27 34 57	r.	— 29
„ 27	„	19 49 52.1	„	29 17 38	1 45 47	— 27 31 51	r.	+ 134
„ 27	„	19 51 46.5	„	29 19 38	1 45 31	— 27 34 7	r.	— 2
„ 27	„	19 54 46.4	„	29 19 46	1 45 6	— 27 34 40	r.	— 35
„ 27	„	19 56 7.3	„	29 19 47	1 44 54	— 27 34 53	r.	— 48
„ 27	„	19 57 32.5	„	29 19 32	1 44 38	— 27 34 54	r.	— 49
„ 27	„	20 0 44.4	„	29 17 30	1 44 19	— 27 33 11	l.	+ 7
„ 27	„	20 2 7.7	„	29 17 38	1 43 58	— 27 33 40	l.	— 22
„ 27	„	20 3 17.6	„	29 16 54	1 43 47	— 27 33 7	l.	+ 11
„ 27	„	20 4 37.7	„	29 16 53	1 43 34	— 27 33 19	l.	— 1
„ 27	„	20 5 50.3	„	29 16 34	1 43 22	— 27 33 12	l.	+ 6
„ 30	„	18 35 33.3	„	29 22 32	1 50 20	— 27 32 12	l.	— 7
„ 30	„	18 37 38.9	„	29 21 39	1 50 22	— 27 31 17	l.	+ 48
„ 30	„	18 39 22.8	„	29 22 35	1 50 23	— 27 32 12	l.	— 7
„ 30	„	18 40 42.1	„	29 22 47	1 50 23	— 27 32 24	l.	— 19
„ 30	„	18 43 5.3	„	29 22 46	1 50 24	— 27 32 22	l.	— 17
„ 30	„	18 48 57.3	„	29 24 11	1 50 22	— 27 33 49	r.	— 6
„ 30	„	18 50 30.8	„	29 23 58	1 50 21	— 27 33 37	r.	+ 6
„ 30	„	18 52 28.8	„	29 23 56	1 50 18	— 27 33 38	r.	+ 5
„ 30	„	18 53 52.9	„	29 24 3	1 50 17	— 27 33 46	r.	— 3
„ 30	„	18 55 34.0	„	29 23 59	1 50 14	— 27 33 45	r.	— 2
Nov. 10	„	20 12 22.0	„	29 16 52	1 42 10	— 27 34 42	l.	+ 13
„ 10	„	20 14 4.0	„	29 16 43	1 41 51	— 27 34 52	l.	+ 3
„ 10	„	20 15 23.3	„	29 16 36	1 41 36	— 27 35 0	l.	— 5
„ 10	„	20 17 5.0	„	29 16 17	1 41 17	— 27 35 0	l.	— 5
„ 10	„	20 18 22.0	„	29 16 3	1 41 2	— 27 35 1	l.	— 6
„ 10	„	20 20 51.0	„	29 15 49	1 40 34	— 27 35 15	r.	— 7

Datum	Chronometer	U	Objekt	Verbesserte Ablesung am Horizontalkreis A	Berechnetes Azimut a	a — A	Fernrohrlage	Abweichung vom Mittel
1902		h m s						
Nov. 10	Br. 1183	20 22 8.0	σ Oct.	29° 15′ 23″	1° 40′ 18″	— 27° 35′ 5″	r.	+ 3
„ 10	„	20 23 43.0	„	29 15 1	1 39 59	— 27 35 2	r.	+ 6
„ 10	„	20 25 11.5	„	29 14 48	1 39 41	— 27 35 7	r.	+ 1
„ 10	„	20 26 30.3	„	29 14 34	1 39 25	— 27 35 9	r.	— 1
Dez. 5	„	21 51 39.2	„	58 48 57	31 14 19	(— 27 34 38)	l.	
„ 5	„	21 54 41.7	β Hydri	58 54 46	31 16 12	— 27 38 34	l.	+ 11
„ 5	„	21 56 14.2	„	58 55 54	31 17 7	— 27 38 47	l.	— 2
„ 5	„	21 57 37.5	„	58 56 33	31 17 47	— 27 38 46	l.	— 1
„ 5	„	21 59 8.4	„	58 57 18	31 18 25	— 27 38 53	l.	— 8
„ 5	„	22 2 0.3	„	58 56 7	31 19 20	— 27 36 47	r.	— 12
„ 5	„	22 3 16.1	„	58 56 27	31 19 35	— 27 36 52	r.	— 17
„ 5	„	22 4 35.4	„	58 56 15	31 19 54	— 27 36 21	r.	+ 14
„ 5	„	22 5 56.2	„	58 56 52	31 20 2	— 27 36 50	r.	— 15
„ 5	„	22 7 11.2	„	58 56 17	31 20 11	— 27 36 6	r.	+ 29

Die Größe A — a gibt die Lage des Meridianpunktes am Horizontalkreise des Universals an. Als Mittel der Einzelbestimmungen erhält man für die Beobachtungstage die folgenden Meridianpunkte:

Meridianpunkte des Universals.

Tag	A — a	Zahl der Beob.	Polstern	Tag	A — a	Zahl der Beob.	Polstern
1902				1902			
April 12	28° 32′ 1″	4	σ Oct.	Juli 25	27° 19′ 55″	6	σ Oct.
„ 17	28 32 48	6	„	Sept. 12	27 33 32	6	β Hydri
„ 18	28 34 50	6	„	Okt. 2	27 28 25	12	τ Oct.
Juni 3	28 44 46	6	„	„ 5	27 31 14	12	σ Oct.
„ 11	29 52 21	2	„	„ 8	27 32 44	10	„
„ 15	29 48 0	6	„	„ 25	27 33 26	10	„
„ 27	29 41 50	10	β Hydri	„ 27	27 33 41	10	„
„ 28	29 41 44	6	σ Oct.	„ 30	27 32 54	10	„
Juli 11	27 20 57	7	„	Nov. 10	27 35 1	10	„
„ 11	27 21 15	4	β Hydri	Dez. 5	27 37 40	9	β Hydri
„ 22	27 19 35	6	σ Oct.				

Die Änderungen der Lage des Meridianpunktes sind nur zum geringen Teil auf eine Drehung des Eisfeldes, auf welchem die Hütte stand, zurückzuführen. Eine solche hat in der Tat stattgefunden, wie aus den Azimutbestimmungen einiger mit der astronomischen Hütte in starrer Verbindung stehender Marken mit Sicherheit hervorgeht.

Die Fehler bei der Zeitbestimmung durch Azimutbeobachtungen setzen sich aus einer größeren Anzahl elementarer Fehler zusammen, von denen die erheblichsten die folgenden sind: Fehler in der Auffassung des Zeitmoments beim Durchgang der Zeitsterne, Fehler in der Ablesung des Horizontalkreises und Teilfehler des letzteren, die nämlichen beiden letzten Fehler auch bei der Beobachtung der Polsterne. Andere Fehler, z. B. in der Einstellung der Polsterne auf den Mittelfaden, in der Bestimmung der Achsenneigung, Änderung des Meridianpunktes während der Beobachtung u. dgl., dürften wenig ins Gewicht fallen.

Diskutabel sind auf Grund des vorliegenden Materials zunächst die Unsicherheiten in der Auffassung der Durchgangszeiten der Zeitsterne. Da mit ganz verschwindenden Ausnahmen stets alle Fäden beobachtet wurden, so habe ich eine Anzahl von Reduktionen auf den Mittelfaden herausgriffen und die Abweichungen der aus den einzelnen Fadenzeiten berechneten Durchgangszeiten von dem Mittelwert der letzteren gebildet. Es ergaben sich aus 44 Sterndurchgängen die folgenden mittleren Fehler für eine einzelne Fadenbeobachtung (m) und für das Mittel aus den 5 reduzierten Zeiten (M).

Fehler der Fadenbeobachtungen und ihrer Mittel.

m				M			
s	s	s	s	s	s	s	s
± 0.7	± 0.4	± 0.5	± 0.8	± 0.3	± 0.2	± 0.2	± 0.3
1.2	0.3	0.8	0.7	0.5	0.1	0.4	0.3
0.4	0.5	0.7	0.3	0.2	0.2	0.3	0.1
0.5	0.5	0.3	0.5	0.2	0.2	0.1	0.2
0.4	0.7	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.1
0.2	0.7	0.4	0.3	0.1	0.3	0.2	0.2
0.4	0.3	0.2	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2
0.3	0.8	0.7	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2
0.5	1.2	0.6	0.6	0.2	0.6	0.3	0.3
0.4	0.5	0.3	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2
0.3	0.5	0.2	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2

Im Mittel ist

$$m = \pm\, 0^s{,}49$$
$$M = \pm\, 0{,}22.$$

Hiernach hat man im Durchschnitt für eine einzelne Fadenbeobachtung einen mittleren Fehler von $0^s{,}5$, für das Mittel aus den auf den Mittelfaden reduzierten Beobachtungszeiten einen solchen von $0^s{,}22$ zu gewärtigen. Für die Polsterne lassen sich ähnliche Angaben nicht ermitteln, da bei diesen nur im Mittelfaden selbst beobachtet worden ist. Dagegen kann man durch Vergleichung der erhaltenen Werte selbst einen Anhalt zur Beurteilung derjenigen Genauigkeit gewinnen, welche bei der Ermittelung des Meridianpunktes erreicht worden ist. Eine oberflächliche Betrachtung der Zusammenstellung (Seite 137 ff.) läßt zunächst erkennen, daß noch systematische Unterschiede in den gewonnenen Meridianpunkten bei den verschiedenen Fernrohrlagen vorhanden sind; diese rühren naturgemäß davon her, daß der Kollimationsfehler Schwankungen unterworfen war, die hier nicht berücksichtigt sind. Man kann daher, da der jeweilige Kollimationsfehler nicht bekannt ist, nur die bei derselben Fernrohrlage erhaltenen Meridianpunkte miteinander vergleichen. In der folgenden Tabelle sind die mittleren Fehler sowohl einer einzigen Einstellung als auch des bei jeder Fernrohrlage erhaltenen Mittelwertes zusammengestellt.

Fehler der Polsterneinstellungen.

Tag	Polstern	Fernrohrlage	mittl. Fehler		Anzahl der Einstellungen	Tag	Polstern	Fernrohrlage	mittl. Fehler		Anzahl der Einstellungen
1902						1902					
April 17	σ Oct.	l.	± 49″	± 28″	3	Juni 3	σ Oct.	r.	± 40″	± 23″	3
„ 17	„	r.	16	9	3	„ 15	„	l.	100	58	3
„ 18	„	l.	10	6	3	„ 15	„	r.	37	21	3
„ 18	„	r.	6	4	3	„ 27	β Hydri	l.	53	24	5
Juni 3	„	l.	41	24	3	„ 27	„	r.	23	10	5

Tag	Polstern	Fernrohr-lage	mittl. Fehler		Anzahl der Ein-stellungen	Tag	Polstern	Fernrohr-lage	mittl. Fehler		Anzahl der Ein-stellungen
1902						1902					
Juni 28	σ Oct.	l.	± 10″	± 5″	3	Okt. 5	σ Oct.	r.	± 14″	± 6″	6
„ 28	„	r.	13	7	3	„ 8	„	r.	20	9	5
Juli 11	„	r.	10	5	3	„ 8	„	l.	6	3	5
„ 11	„	l.	9	5	4	„ 25	„	l.	11	5	5
„ 22	„	l.	4	2	3	„ 25	„	r.	24	11	5
„ 22	„	r.	24	14	3	„ 27	„	r.	77	35	5
„ 25	„	l.	9	5	3	„ 27	„	l.	13	6	5
„ 25	„	r.	5	3	3	„ 30	„	l.	28	12	5
Sept. 12	β Hydri	l.	59	34	3	„ 30	„	r.	5	2	5
„ 12	„	r.	86	50	3	Nov. 10	„	l.	8	4	5
Okt. 2	τ Oct.	r.	19	8	6	„ 10	„	r.	5	2	5
„ 2	„	l.	10	4	6	Dez. 5	β Hydri	l.	8	4	4
„ 5	σ Oct.	l.	17	7	6	„ 5	„	r.	21	9	5

Von Wichtigkeit ist es auch, zu untersuchen, welchen Einfluß ein Fehler in der angenommenen Polhöhe auf die Azimut- und Zeitbestimmung ausübt. Die Differentialformel

$$\pm\frac{d\,a}{d\,\varphi} = \sin a \operatorname{cotg} z$$

ergibt für σ Oct. im ungünstigsten Falle $\pm\frac{d\,a}{d\,\varphi} = 0{,}07$; für β Hydri wird der Quotient erheblich größer, nämlich

am 27. Juni	$\pm\frac{d\,a}{d\,\varphi} = 1{,}48$
11. Juli	0,65
12. Sept.	1,46
5. Dez.	1,38

Nimmt man als Unsicherheit der Breite den Betrag von 10″ an, so ist der Azimutfehler aus vorstehenden Zahlen sofort ersichtlich.

Bei der Berechnung der Stundenwinkel der Zeitsterne hat ein Breitenfehler nur sekundäre Fehler des Stundenwinkels zur Folge, die außer Betracht bleiben können.

Unter Würdigung der hauptsächlichsten Fehlerquellen wird man sagen dürfen, daß die Unsicherheit in der Festlegung des jeweiligen Meridianpunktes im allgemeinen den Betrag von 30″ nicht überschreitet. Diesem Fehler entspricht in der Zeitbestimmung bei einem Stern von der

Deklination + 10°	der Zeitfehler 2.0^s für O. C.	
0	1.8	
— 10	1.7	
— 20	1.5	
— 30	1.3	und 2.3^s für U. C.
— 40	1.1	2.5
— 50	0.9	2.8
— 60		3.2

Man hätte hiernach auf einen Maximalfehler von etwa 3^s zu rechnen. Eine unmittelbare Vergleichung der erhaltenen Uhrstände läßt diesen aus der Unsicherheit des Meridianpunktes entspringenden Fehler nicht erkennen, da Sterndurchgänge zwischen Zenit und Südpol nicht

beobachtet sind und infolgedessen der zufällige Fehler des Meridianpunktes für jede Reihe systematisch wird. Dennoch ist es nützlich, die einzelnen aus verschiedenen Sterndurchgängen gewonnenen Uhrstände miteinander zu vergleichen und die mittleren Fehler anzugeben.

Fehler der Uhrstände.

Tag	Mittlerer Fehler eines Uhrstandes	Mittlerer Fehler des Mittelwertes	Zahl der beob. Sterne	Tag	Mittlerer Fehler eines Uhrstandes	Mittlerer Fehler des Mittelwertes	Zahl der beob. Sterne
	s	s			s	s	
April 12	± 0.9	± 0.7	2	Okt. 5	± 1.3	± 0.5	6
„ 18	0.5	0.3	4	„ 8	0.3	0.1	5
Juni 15	1.0	0.4	6	„ 25	0.9	0.4	6
„ 28	0.8	0.4	4	„ 27	1.3	0.5	6
Juli 11	0.6	0.3	5	„ 30	1.8	0.7	6
„ 22	0.7	0.3	4	Nov. 10	0.7	0.3	6
„ 25	1.0	0.4	6	Dez. 5	0.4	0.3	2

Es sei bemerkt, daß die Fehlerrechnung hier sowohl, als auch vorher nicht völlig scharf durchgeführt worden ist, so daß die letzte der mitgeteilten Stellen nicht immer streng richtig sein wird. Dies war aber auch für den vorliegenden Zweck nicht erforderlich, denn es handelte sich lediglich darum, einen summarischen Überblick über die erreichte Genauigkeit zu gewinnen.

Berücksichtigt man den Umstand, daß der aus der Unsicherheit des Meridianpunktes entstehende Zeitfehler nur bei Sternen, die nahe der U. C. beobachtet sind, einen Betrag von 3^s erreichen kann, daß aber dieser Fehler, soweit er für den Mittelwert einer Reihe in Frage kommt, erheblich geringer sein muß, und zieht man ferner die soeben abgeleiteten mittleren Beobachtungsfehler der Mittelwerte in Betrag, so dürfte man zu dem Schlusse kommen, daß die Unsicherheit einer jeden Uhrkorrektion, als Mittelwert einer Beobachtungsreihe gedacht, bei diesen Azimutmessungen den Betrag von drei Sekunden nirgends überschreitet. Das ist im Hinblick auf die Güte des benutzten Universals eine mäßige Genauigkeit, für die beabsichtigten Zwecke aber und die Schwierigkeit der Situation und der Beobachtungen durchaus hinreichend.

Die Beobachtungen von Sept. 12 weisen ganz augenfällige Unstimmigkeiten auf, für die sich eine bestimmte Erklärung nicht finden läßt. Die Beobachtungen sind an diesem Tage besonders schwierig gewesen. σ Octantis war nicht zu sehen, weil eine dichte Dunstkappe den Himmel überzog. Der Meridianpunkt mußte deshalb nur aus der Nordmire abgeleitet werden, deren Azimut an dem Tage aber unsicher war, weil sich kurz zuvor, vermutlich am 8. September, eine neue Spalte geöffnet hatte, welche Verschiebungen innerhalb des Eisfeldes bewirkte. Die aus den Mondsternen allein abgeleiteten Uhrkorrektionen stimmen zwar in sich überein, sind aber sicher unrichtig, wie aus der späteren Bearbeitung der Uhrstände hervorgeht. Auch die Ergebnisse der Beobachtungen von Okt. 2 sind nicht einwandsfrei, da sie einen ausgesprochenen Gang zeigen.

2. Ableitung der Chronometer- und Uhrstände.

a) Hauptexpedition.

Die weitere Bearbeitung des durch die Zeitbestimmungen unmittelbar gewonnenen Materials fand unter Zuhilfenahme der Uhrvergleichungen statt, welche regelmäßig nahezu um dieselbe Tageszeit, und zwar täglich während der ganzen Dauer der Expedition bezw. der Kerguelenstation ausgeführt worden sind. Es wurden für jede Beobachtungsepoche aus dem Stande der

Beobachtungsuhr die Stände derjenigen Chronometer abgeleitet, bei welchen man auf Grund der während der Expedition gemachten Wahrnehmungen einen möglichst gleichmäßigen Gang voraussetzen durfte. Es waren dies die Chronometer Schlesicky Nr. 3015, Knoblich Nr. 2303, Bröcking Nr. 1183 und Bröcking Nr. 1333. Die beiden ersteren gaben mittlere Greenwicher Zeit, die beiden letzteren Greenwicher Sternzeit. Bei den Vergleichungen dienten zur Übertragung die Taschenuhren: Lange 43921, 43302, 43301, in den Uhrjournalen bezeichnet mit: B, D und LS, von denen die ersteren beiden nach mittlerer Zeit, die letztere nach Sternzeit ging.

Die Interpolation der Uhrstände zwischen den einzelnen Zeitbestimmungen bezw. zwischen diesen und den Zeitermittelungen an Land geschah in folgender Weise. Es wurde aus den vier obengenannten Chronometern gewissermaßen ein mittleres Chronometer konstruiert und dessen Stand für alle diejenigen Epochen ermittelt, für welche zuverlässige Zeitanschlüsse oder Zeitbeobachtungen vorlagen. Zwischen diesen Epochen wurde graphisch interpoliert; es hatte dies kein Bedenken, da der Gang des mittleren Chronometers naturgemäß sehr gleichmäßig und nebenhei auch noch klein war, so daß die Interpolation in einem bequemen Maßstabe geschehen konnte.

Die Uhrvergleichungen sind nach einem Schema ausgeführt worden, welches im Verlaufe der Expedition im allgemeinen dasselbe blieb und dessen Anordnung aus dem folgenden, willkürlich herausgegriffenen Protokoll ersichtlich ist.

Dienstag, 24. Juni 1902.

	h	m	s		h	m	s
B	5	1	35	P	5	1	49.2
		2	5				19
LS	11	0	30	1183	4	59	32.2
			50				52.2
Schles.	11	5	18	B	5	16	50
			38			17	10.2
B	5	18	20	Kn.	11	33	41.4
			35				56.6
B	5	20	25	N	11	14	14.6
			45				34.6
B	5	22	25	U	3	58	19.2
			35				29.2
B	5	23	40	D	5	15	57.2
			55			16	12.2
B	5	25	0	LS	11	21	36.7
			15				51.3
LS	11	23	0	1333	5	18	50
			20			19	10

In den Vergleich eingeschlossen ist hier außer den obengenannten Instrumenten noch die Pendeluhr P, das Registrierchronometer von Nardin N und die unkompensierte Taschenuhr U von Lange u. Söhne. Art und Reihenfolge der Vergleiche waren jeweilig durch die verschiedenen Standorte der Instrumente, sowie danach bestimmt, ob sie nach mittlerer oder nach Sternzeit gingen. Bei gleicher Standortsverteilung, die durch die verschiedenartigen Arbeiten der Expedition bedingt war und danach wechselte, wurde nach Möglichkeit immer die gleiche Art und Reihenfolge der Vergleiche eingehalten. Schwierigkeiten bereiteten im Winter vornehmlich die Vergleiche mit den in der astronomischen Hütte befindlichen Instrumenten P und Br. 1183,

da in den Schneestürmen schon der Weg vom Schiffe dorthin nur mit besonderem Kraftaufwand ausgeführt werden konnte. Im Schiffe selbst hat nur die Beleuchtung gelegentlich die Vergleichung erschwert.

Die Aufgabe besteht nun zunächst darin, aus dem durch Zeitbestimmungen gewonnenen Stande einer Uhr den Stand des mittleren Chronometers auf Grund dieser Vergleichung abzuleiten.

Bezeichnet der Name des Chronometers seine Angabe bei der Vergleichung und setzt man zur Abkürzung die Stände:

$$\left.\begin{array}{l}\triangle\ \text{Schles.} = a\\ \triangle\ \text{Knobl.} = b\end{array}\right\}\ \text{gegen M. Z. Gr.}$$

$$\left.\begin{array}{l}\triangle\ 1183 = c\\ \triangle\ 1333 = d\end{array}\right\}\ \text{gegen Sternzt. Gr.}$$

$$\begin{aligned}\text{und ferner:}\quad a - b &= \mathrm{I} = \text{Knobl.} - \text{Schles.}\\ c - d &= \mathrm{II} = 1333 - 1183\\ a - d &= \mathrm{III}\\ \Sigma &= \mathrm{B} - \mathrm{LS} + \delta\end{aligned}$$

$$\text{wo } \delta = \text{Sternzt.} - \text{M. Z. für das Argument } \mathrm{B} + \triangle \mathrm{B},$$

$$\text{so ist: } \mathrm{III} = (1333 - \mathrm{LS}) - (\text{Schles.} - \mathrm{B}) - \Sigma$$

und es wird das Mittel aus den Ständen der vier Hauptchronometer oder, was dasselbe bedeutet, der Stand s des mittleren Chronometers

$$s = a - [{}^1/_4\,(\mathrm{I} - \mathrm{II}) + {}^1/_2\,\mathrm{III}] = {}^1/_4\,(a + b + c + d).$$

Die Formeln können naturgemäß kein allgemeineres Interesse beanspruchen; sie sind so gewählt, daß sie auf Grund der Uhrvergleichungen unmittelbar Verwendung finden können.

Der Stand s ist, nachdem sämtliches Beobachtungsmaterial berücksichtigt war, für jeden Greenwicher Mittag interpoliert worden. Nachdem dies geschehen, konnten die Korrektionen sämtlicher Uhren ohne Schwierigkeit aus den Werten s mit Hilfe der aus den Uhrvergleichungen folgenden Standdifferenzen abgeleitet werden.

Die ermittelten Uhrstände erfüllen daher die folgenden Bedingungen:

1. sie tragen den festen Zeitanschlüssen und den astronomischen Zeitbestimmungen streng Rechnung;

2. sie sind mit den Uhrvergleichungen im Einklang und

3. sie ergeben einen möglichst gleichmäßigen Gang des mittleren Chronometers für diejenigen Zeiträume, in welchen interpoliert werden mußte.

Feste Punkte in der Standkurve des mittleren Chronometers lieferten:

1. Der Uhrstand am 19. August 1901 kurz nach der Abreise der Expedition, welcher beim Passieren von Kap Lizard, das angepeilt werden konnte, verifiziert wurde;

2. eine Zeitballvergleichung in Kapstadt von 1901 November 23;

3. die astronomischen Zeitbestimmungen auf Kerguelen im Januar 1902;

4. die Zeitbestimmungen auf der Winterstation des „Gauss“ unter Zugrundelegung der absolut bestimmten Länge dieser Station, von 1902 Febr. 26 bis 1903 Febr. 4;

5. eine Reihe von Zeitballbeobachtungen vor Simonstown von 1903 Juni 12 bis Aug. 1 und zwei einzelne Beobachtungen, 1903 Aug. 28 und Sept. 1 bei St. Helena;

6. eine Uhrvergleichung auf dem Observatorium von Ponta Delgada, Azoren, von 1903 Nov. 9;
7. eine Uhrvergleichung in Kiel, 1903 Dez. 3.

Mit Rücksicht auf den Zweck, den die abzuleitenden Uhrstände zu erfüllen haben, und im Hinblick auf die Genauigkeit der Zeitbestimmungen, sowie auf die Länge derjenigen Intervalle, in welchen interpoliert werden mußte, erschien es ausreichend, die Uhrstände im allgemeinen auf ganze Sekunden zu berechnen. Nur für die Zeiten der Pendelbeobachtungen, bei welchen lediglich der Gang der Chronometer in Frage kam, wurden Zehntelsekunden berücksichtigt.

In der nachstehenden Tabelle sind die für die festen Zeitanschlüsse, sowie für die astronomischen Bestimmungen ermittelten jeweiligen Uhrstände, sowie die Werte s, also die Standkorrektionen des mittleren Chronometers, zu dem Argument: M. Z. Greenwich chronologisch zusammengestellt. Zur Bequemlichkeit für die weitere Verwertung dieser Zahlen und um die Übersichtlichkeit zu erhöhen, sind außerdem die Tage nach ihrer Bezifferung in der Julianischen Periode unter Weglassung der drei ersten Stellen 241 angegeben worden. Ein Punkt hinter der Sekundenzahl bedeutet, daß die folgende Ziffer (Zehntelsekunde) 4, 5 oder 6 lautet.

Standkorrektionen der Beobachtungsuhren und des mittleren Chronometers bei Zeitbestimmungen.

Jul. Per. 241	Tag (M. Z. Gr.)	Beobachtungs-Uhr	△ U	s berechnet	s ausgeglichen	Diff.
	1901				m s	
5616	Aug. 19.0		m s	m s	— 0 37	s
5712	Nov. 23.0	Schles.	+ 2 1	+ 0 24.	+ 0 24.	± 0
	1902					
5760.0	Jan. 10.0	Nardin	(+ 0 8.0)	+ 0 47.	+ 0 56.	(— 9)
62.6	„ 12.6	„	+ 0 10.1	+ 1 0	+ 1 1	— 1
65.0	„ 15.0	„	+ 0 12.2	+ 1 6	+ 1 6	0
66.7	„ 16.7	„	+ 0 10.1	+ 1 8	+ 1 9	— 1
67.0	„ 17.0	„	+ 0 11.2	+ 1 11	+ 1 10	+ 1
69.6	„ 19.6	„	+ 0 16.2	+ 1 47	+ 1 53	— 6
71.0	„ 21.0	„	+ 0 27.3	+ 1 50	+ 1 56	— 6
71.6	„ 21.6	„	+ 0 36.1	+ 1 56	+ 1 57	— 1
75.7	„ 25.7	„	+ 1 4.0	+ 2 8	+ 2 6	+ 2
78.0	„ 28.0	„	+ 1 5.1	+ 2 5	+ 2 10	— 5
79.7	„ 29.7	„	+ 1 19.0	+ 2 18	+ 2 10.	+ 7.
5807.5	Febr. 26.5	B	— 7 30.5	+ 2 14	+ 2 14.	— 0.
08.5	„ 27.5	„	— 7 33.3	+ 2 13	+ 2 15.	— 2.
10.4	März 1.4	„	— 7 33.5	+ 2 19	+ 2 17.	+ 1.
16.4	„ 7.4	„	— 7 44.5	+ 2 26.	+ 2 24	+ 2.
20.4	„ 11.4	„	— 7 52.4	+ 2 27	+ 2 28	— 1
25.2	„ 16.2	„	— 7 59.7	+ 2 35	+ 2 35	— 0.
26.1	„ 17.1	„	— 7 59.5	+ 2 34.	+ 2 36	— 1.
31.4	„ 22.4	„	— 8 18.0	+ 2 43.	+ 2 41.	+ 2
43.2	Apr. 3.2	„	— 8 57.4	+ 2 52	+ 2 52	0
43.4	„ 3.4	„	— 8 57.4	+ 2 52	+ 2 52	0
52.0	„ 12.0	Br. 1183	+ 7 2.2	+ 2 58	+ 2 58	0
57.2	„ 17.2	„	+ 7 7.9	+ 3 1	+ 3 3	— 2
58.2	„ 18.2	„	+ 7 12.9	+ 3 2	+ 3 4	— 2
5904.1	Juni 3.1	„	+ 8 49.5	+ 3 38	+ 3 39	— 1
11.1	„ 10.1	B	— 6 0 33.6	+ 3 47.	+ 3 44.	+ 3
12.0	„ 11.0	„	— 6 0 34.0	+ 3 50	+ 3 45	+ 5
16.0	„ 15.0	Br. 1183	+ 9 17.5	+ 3 49.	+ 3 48	+ 1.

Jul. Per. 241	Tag (M. Zt. Gr.)	Beobachtungs-Uhr	△ U	s berechnet	s ausgeglichen	Diff.
	1902		m s	m s	m s	s
5928.7	Juni 27.7	Br. 1183	+ 9 46.7	+ 3 59.	+ 3 58	+ 1.
29.0	„ 28.0	„	+ 9 48.6	+ 4 1	+ 3 58.	+ 2.
42.1	Juli 11.1	„	+ 10 11.8	+ 4 8	+ 4 9	— 1
53.2	„ 22.2	„	+ 10 44.4	+ 4 18	+ 4 18	0
56.1	„ 25.1	„	+ 10 54.7	+ 4 20	+ 4 20	0
6005.1	Sept. 12.1	„	+ 13 44.3	+ 5 32	+ 5 5	(+ 27)
23.2	„ 30.2	„	+ 14 9.1	+ 5 23	+ 5 23	0
25.2	Okt. 2.2	„	(+ 14 1.9)	+ 5 13	+ 5 25	(— 12)
28.3	„ 5.3	„	+ 14 19.9	+ 5 26	+ 5 28	— 2
31.2	„ 8.2	„	+ 14 35.1	+ 5 27	+ 5 31	— 4
48.2	„ 25.2	„	+ 15 19.1	+ 5 53	+ 5 48.	+ 4.
50.2	„ 27.2	„	+ 15 24.8	+ 5 55	+ 5 51	+ 4
53.2	„ 30.2	„	+ 15 26.2	+ 5 54	+ 5 54	0
64.2	Nov. 10.2	„	+ 15 57.6	+ 6 4	+ 6 6	— 2
89.3	Dez. 5.3	„	+ 17 8.1	+ 6 30	+ 6 31	— 1
			h m			
6106.0	„ 22.0	B	— 6 0 18.6	+ 6 40	+ 6 43	— 3
10.0	„ 26.0	„	0 31.8	+ 6 45	+ 6 44	+ 1
	1903					
19.0	Jan. 4.0	„	1 10.6	+ 6 47	+ 6 46	+ 1
21.0	„ 6.0	„	1 19.3	+ 6 47	+ 6 47	0
27.0	„ 12.0	„	1 43.0	+ 6 50	+ 6 50	0
29.0	„ 14.0	„	1 47.3	+ 6 54	+ 6 51	+ 3
31.0	„ 16.0	„	1 54.2	+ 6 55.	+ 6 52.	+ 3
32.0	„ 17.0	„	2 0.9	+ 6 54	+ 6 53	+ 1
40.9	„ 25.9	„	2 30.1	+ 7 1	+ 7 4	— 3
49.9	Febr. 3.9	„	2 40.8	+ 7 20	+ 7 20	0
			h m s			
6277.9	Juni 11.9	Schles.	+ 0 20 51.0			
82.2	„ 16.2	„	20 56.4	+ 6 17.4	+ 6 17.	0
82.9	„ 16.9	„	20 57.8		+ 6 17	
83.9	„ 17.9	„	20 58.2		+ 6 16	
84.9	„ 18.9	„	20 59.5		+ 6 15.	
87.9	„ 21.9	„	21 3.4		+ 6 13.	
89.0	„ 23.0	„	21 5.0		+ 6 12.	
90.0	„ 24.0	„	21 6.0		+ 6 12	
91.0	„ 25.0	„	21 7.5	+ 6 11.6	+ 6 11	+ 0.
92.0	„ 26.0	„	21 7.1	+ 6 9.3	+ 6 10.	— 1
92.9	„ 26.9	„	21 10.5		+ 6 9.	
95.3	„ 29.3	„	21 12.7	+ 6 7.6	+ 6 7.	0
96.2	„ 30.2	„	21 13.7	+ 6 8.3	+ 6 7	+ 1
97.0	Juli 1.0	„	21 14.5	+ 6 7.6	+ 6 6.	+ 1
99.1	„ 3.1	„	21 16.6	+ 6 5.4	+ 6 5	+ 0.
99.9	„ 3.9	„	21 17.2		+ 6 4.	
6301.9	„ 5.9	„	21 19.2		+ 6 3	
03.2	„ 7.2	„	21 20.2	+ 6 1.7	+ 6 2	0
04.2	„ 8.2	„	21 20.5	+ 5 59.9	+ 6 1	— 1
05.2	„ 9.2	„	21 22.7	+ 6 1.2	+ 6 0.	+ 1
06.2	„ 10.2	„	21 23.9	+ 6 0.1	+ 6 0	0
06.9	„ 10.9	„	21 24.8		+ 5 59.	
09.3	„ 13.3	„	21 27.4		+ 5 58	
10.2	„ 14.2	„	21 28.4	+ 5 57.4	+ 5 57	+ 0.
11.3	„ 15.3	„	21 29.9	+ 5 56.6	+ 5 56	+ 0.
12.2	„ 16.2	„	21 31.0	+ 5 56.3	+ 5 56	0
13.2	„ 17.2	„	21 33.1	+ 5 56.2	+ 5 55.	+ 0.

Jul. Per. 241	Tag (M. Zt. Gr.)	Beobachtungs-Uhr	Δ U	s berechnet	s ausgeglichen	Diff.
	1903		m s	m s	m s	s
6314.2	Juli 18.2	Schles.	21 34.4	+ 5 55.3	+ 5 55	0
16.3	„ 20.3	„	21 37.0	+ 5 53.7	+ 5 54	0
17.3	„ 21.3	„	21 38.8	+ 5 53.7	+ 5 53.	0
17.9	„ 21.9	„	21 39.6		+ 5 53	
19.2	„ 23.2	„	21 41.1	+ 5 52.3	+ 5 52.	0
20.2	„ 24.2	„	21 42.1	+ 5 52.0	+ 5 52	0
21.4	„ 25.4	„	21 43.6	+ 5 51.5	+ 5 51.	0
23.4	„ 27.4	„	21 46.5	+ 5 51.4	+ 5 51	+ 0.
24.2	„ 28.2	„	21 47.6	+ 5 50.6	+ 5 50.	0
25.3	„ 29.3	„	21 48.4	+ 5 50.0	+ 5 49.	+ 0.
26.3	„ 30.3	„	21 49.0		+ 5 49	
28.2	Aug. 1.2	„	21 52.1		+ 5 48	
55.3	„ 28.3			+ 5 32	+ 5 32	0
59.3	Sept. 1.3			+ 5 29	+ 5 29	0
6428.4	Nov. 9.4			+ 2 54	+ 2 54	0
51.9	Dez. 2.9			+ 2 24	+ 2 24	0

Die Uhrstände aus den Beobachtungen von 1902 Sept. 12 und Okt. 2 fügen sich dem Gange der Wert s nur schlecht ein. Da schon aus der Berechnung hervorgeht, daß diese Stände nicht einwandsfrei sind, so wurden sie hier nicht berücksichtigt. Das letztere gilt auch für die am 10. Jan. erhaltene Uhrkorrektion, die offenbar mit einem größeren Fehler behaftet ist.

Die Interpolation der Beträge s für jeden einzelnen Tag erfolgte auf graphischem Wege. Die Kurve ist hier beigefügt (Fig. 4). Die interpolierten Stände des mittleren Chronometers sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Interpolierte Stände des mittleren Chronometers.

Tag	s	Tag	s	Tag	s	Tag	s	Tag	s
1901	m s		m s		m s		m s		m s
Aug. 19	— 0 37.	Sept. 8	— 0 25	Sept. 28	— 0 11	Okt. 18	+ 0 1.	Nov. 7	+ 0 14
„ 20	37	„ 9	24.	„ 29	10.	„ 19	2	„ 8	14.
„ 21	36.	„ 10	23.	„ 30	10	„ 20	3	„ 9	15.
„ 22	36	„ 11	23	Okt. 1	9.	„ 21	3.	„ 10	16
„ 23	35	„ 12	22	„ 2	9	„ 22	4	„ 11	16.
„ 24	— 0 34.	„ 13	— 0 21.	„ 3	— 0 8.	„ 23	+ 0 4.	„ 12	+ 0 17
„ 25	33.	„ 14	21	„ 4	8	„ 24	5	„ 13	17.
„ 26	33	„ 15	20	„ 5	7.	„ 25	6	„ 14	18.
„ 27	32.	„ 16	19	„ 6	7	„ 26	7	„ 15	19.
„ 28	32	„ 17	18.	„ 7	6.	„ 27	7.	„ 16	20
„ 29	— 0 31.	„ 18	— 0 18	„ 8	— 0 5.	„ 28	+ 0 8	„ 17	+ 0 21
„ 30	31	„ 19	17	„ 9	5	„ 29	9	„ 18	21.
„ 31	30.	„ 20	16.	„ 10	4.	„ 30	9.	„ 19	22
Sept. 1	29.	„ 21	16	„ 11	4	„ 31	10	„ 20	23
„ 2	29	„ 22	15	„ 12	3.	Nov. 1	10.	„ 21	23.
„ 3	— 0 28.	„ 23	— 0 14.	„ 13	— 0 3	„ 2	+ 0 11	„ 22	+ 0 24
„ 4	27.	„ 24	14	„ 14	2	„ 3	11.	„ 23	24.
„ 5	27	„ 25	13	„ 15	1.	„ 4	12	„ 24	25
„ 6	26.	„ 26	12.	„ 16	— 0 0.	„ 5	13	„ 25	26
„ 7	25.	„ 27	11.	„ 17	+ 0.	„ 6	13.	„ 26	26.

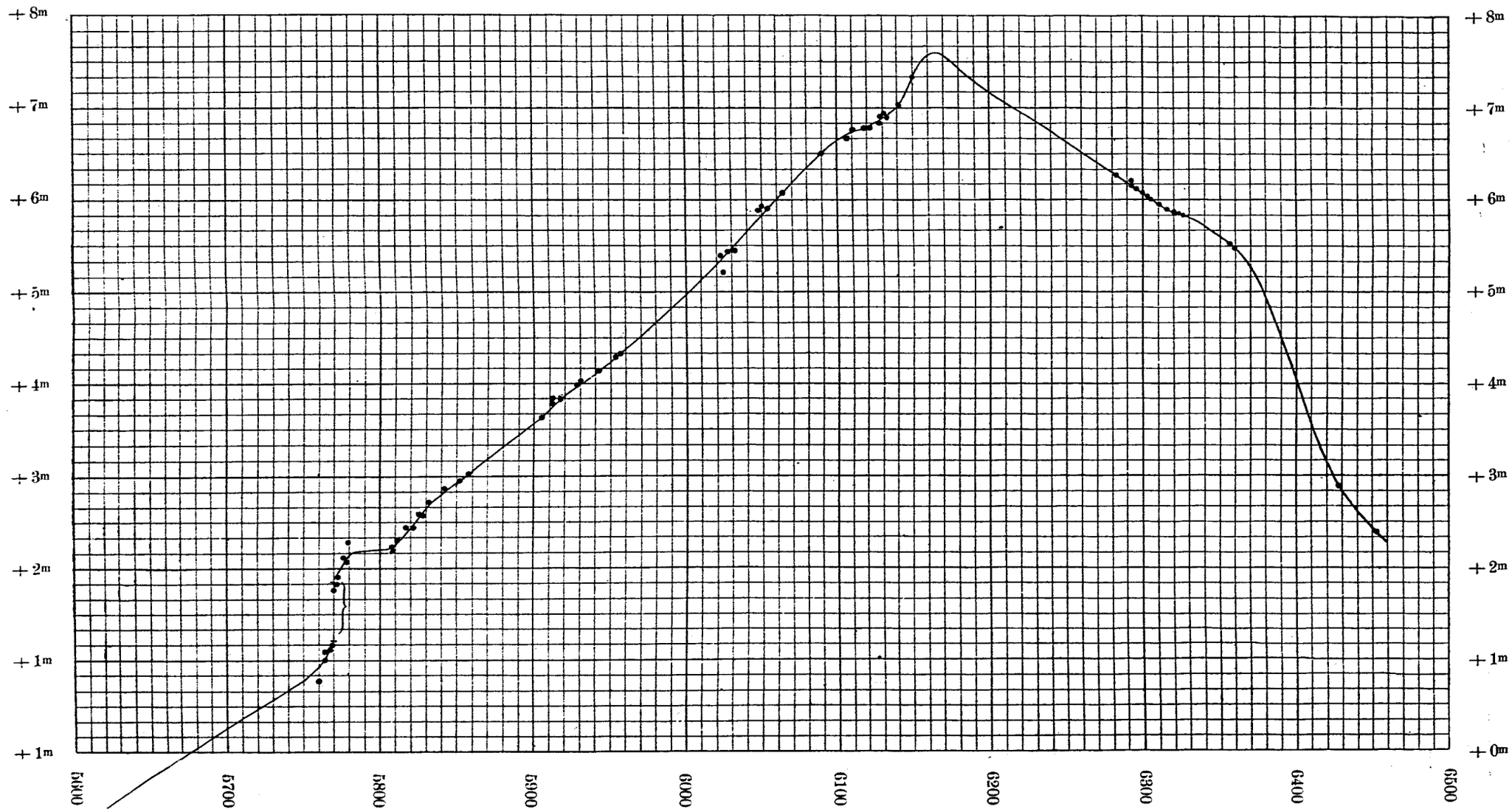


Fig. 4. **Kurve der Werte s** (Stand des mittleren Chronometers).

Tag	s	Tag	s	Tag	s	Tag	s	Tag	s
1901	m s		m s		m s		m s		m s
Nov. 27	+0 27.	Jan. 16	+1 8	März 7	+2 23.	Apr. 26	+3 10	Juni 15	+3 48
„ 28	28	„ 17	10	„ 8	25	„ 27	10.	„ 16	49
„ 29	28.	„ 18	+1 12	„ 9	26.	„ 28	11	„ 17	49.
„ 30	29	„ 19	+1 52	„ 10	28	„ 29	11.	„ 18	50
Dez. 1	29.	„ 20	54	„ 11	29	„ 30	12	„ 19	51
„ 2	+0 30	„ 21	+1 56	„ 12	+2 30	Mai 1	+3 13	„ 20	+3 52
„ 3	30.	„ 22	1 58	„ 13	31	„ 2	14	„ 21	53
„ 4	31	„ 23	2 0	„ 14	32	„ 3	15	„ 22	53.
„ 5	32	„ 24	2.	„ 15	33	„ 4	16	„ 23	54
„ 6	32.	„ 25	4.	„ 16	34.	„ 5	17	„ 24	55
„ 7	+0 33	„ 26	+2 6.	„ 17	+2 36	„ 6	+3 18	„ 25	+3 56
„ 8	33.	„ 27	7.	„ 18	37.	„ 7	18.	„ 26	56.
„ 9	34	„ 28	8.	„ 19	39	„ 8	19	„ 27	57
„ 10	34.	„ 29	9.	„ 20	40	„ 9	19.	„ 28	58
„ 11	35.	„ 30	10.	„ 21	41	„ 10	20	„ 29	58.
„ 12	+0 36	„ 31	+2 10.	„ 22	+2 42	„ 11	+3 21	„ 30	+3 59.
„ 13	36.	Febr. 1	11	„ 23	43	„ 12	22	Juli 1	4 0
„ 14	37.	„ 2	11	„ 24	44	„ 13	23	„ 2	1
„ 15	38	„ 3	11	„ 25	45	„ 14	23.	„ 3	2
„ 16	38.	„ 4	11	„ 26	46	„ 15	24	„ 4	3
„ 17	+0 39	„ 5	+2 11	„ 27	+2 46.	„ 16	+3 25	„ 5	+4 4
„ 18	39.	„ 6	11	„ 28	47.	„ 17	26	„ 6	5
„ 19	40	„ 7	11.	„ 29	48.	„ 18	26.	„ 7	5.
„ 20	40.	„ 8	11.	„ 30	49	„ 19	27	„ 8	6
„ 21	41.	„ 9	11.	„ 31	50	„ 20	27.	„ 9	7
„ 22	+0 42	„ 10	+2 11.	Apr. 1	+2 50.	„ 21	+3 28	„ 10	+4 8
„ 23	42.	„ 11	12	„ 2	51.	„ 22	29	„ 11	9
„ 24	43	„ 12	12	„ 3	52	„ 23	30	„ 12	9.
„ 25	44	„ 13	12	„ 4	53	„ 24	31	„ 13	10
„ 26	44.	„ 14	12	„ 5	53	„ 25	32	„ 14	11
„ 27	+0 45	„ 15	+2 12	„ 6	+2 54	„ 26	+3 33	„ 15	+4 12
„ 28	45.	„ 16	12	„ 7	55	„ 27	33.	„ 16	13
„ 29	46	„ 17	12	„ 8	55.	„ 28	34	„ 17	13.
„ 30	47	„ 18	12	„ 9	56	„ 29	34.	„ 18	14
„ 31	47.	„ 19	12.	„ 10	56.	„ 30	35	„ 19	15
1902									
Jan. 1.	+0 48	„ 20	+2 12.	„ 11	+2 57	„ 31	+3 36	„ 20	+4 16
„ 2	48.	„ 21	12.	„ 12	58	Juni 1	37	„ 21	17
„ 3	49	„ 22	12.	„ 13	2 59	„ 2	38	„ 22	17.
„ 4	50	„ 23	13	„ 14	3 0	„ 3	39	„ 23	18
„ 5	50.	„ 24	13	„ 15	1	„ 4	40	„ 24	19
„ 6	+0 51	„ 25	+2 13	„ 16	+3 2	„ 5	+3 41	„ 25	+4 20
„ 7	52	„ 26	13.	„ 17	2.	„ 6	41.	„ 26	21
„ 8	53	„ 27	14.	„ 18	3	„ 7	42	„ 27	21.
„ 9	54	„ 28	16	„ 19	3.	„ 8	42.	„ 28	22
„ 10	56	März 1	17	„ 20	4	„ 9	43	„ 29	23
„ 11	+0 58	„ 2	+2 18	„ 21	+3 5	„ 10	+3 44	„ 30	+4 24
„ 12	1 0	„ 3	19	„ 22	6	„ 11	45	„ 31	25
„ 13	1.	„ 4	20	„ 23	7	„ 12	46	Aug. 1	26
„ 14	3.	„ 5	21	„ 24	8	„ 13	46.	„ 2	27
„ 15	6	„ 6	22	„ 25	9	„ 14	47	„ 3	28

Tag	s	Tag	s	Tag	s	Tag	s	Tag	s
1902	m s		m s		m s	1903	m s		m s
Aug. 4	+4 29	Sept. 23	+5 15	Nov. 12	+6 8	Jan. 1	+6 45	Febr. 20	+7 36
„ 5	30	„ 24	16	„ 13	9	„ 2	45	„ 21	36
„ 6	30.	„ 25	17	„ 14	10	„ 3	45	„ 22	35.
„ 7	31	„ 26	18	„ 15	11	„ 4	45.	„ 23	35
„ 8	32	„ 27	19	„ 16	12	„ 5	46	„ 24	34
„ 9	+4 33	„ 28	+5 20	„ 17	+6 13	„ 6	+6 46.	„ 25	+7 33
„ 10	34	„ 29	21	„ 18	14	„ 7	47	„ 26	32
„ 11	34.	„ 30	22.	„ 19	15	„ 8	47.	„ 27	31
„ 12	35	Okt. 1	23.	„ 20	16	„ 9	48	„ 28	30
„ 13	36	„ 2	25	„ 21	17	„ 10	48.	März 1	29
„ 14	+4 37	„ 3	+5 26	„ 22	+6 18	„ 11	+6 49	„ 2	+7 28
„ 15	38	„ 4	27	„ 23	19	„ 12	49.	„ 3	27
„ 16	39	„ 5	28	„ 24	20	„ 13	50	„ 4	26
„ 17	40	„ 6	29	„ 25	21	„ 14	50.	„ 5	25
„ 18	41	„ 7	30	„ 26	22	„ 15	51	„ 6	24
„ 19	+4 42	„ 8	+5 31	„ 27	+6 23	„ 16	+6 52	„ 7	+7 23
„ 20	43	„ 9	32	„ 28	24	„ 17	52.	„ 8	22
„ 21	43.	„ 10	33	„ 29	25	„ 18	53	„ 9	21
„ 22	44	„ 11	34	„ 30	26	„ 19	54	„ 10	20
„ 23	45	„ 12	35	Dez. 1	27	„ 20	55	„ 11	19.
„ 24	+4 46	„ 13	+5 36	„ 2	+6 28	„ 21	+6 56	„ 12	+7 19
„ 25	47	„ 14	37	„ 3	29	„ 22	57	„ 13	18
„ 26	48	„ 15	38	„ 4	30	„ 23	58	„ 14	17
„ 27	49	„ 16	39	„ 5	31	„ 24	6 59	„ 15	16.
„ 28	50	„ 17	40	„ 6	32	„ 25	7 0	„ 16	16
„ 29	+4 51	„ 18	+5 41	„ 7	+6 33	„ 26	+7 2	„ 17	+7 15
„ 30	52	„ 19	42	„ 8	34.	„ 27	4	„ 18	14.
„ 31	52.	„ 20	43	„ 9	35.	„ 28	6	„ 19	14
Sept. 1	53	„ 21	44	„ 10	37	„ 29	8	„ 20	13.
„ 2	54	„ 22	45	„ 11	37.	„ 30	10	„ 21	13
„ 3	+4 55	„ 23	+5 46	„ 12	+6 38	„ 31	+7 12	„ 22	+7 12
„ 4	56	„ 24	47	„ 13	38.	Febr. 1	14	„ 23	11.
„ 5	57	„ 25	48.	„ 14	39	„ 2	16	„ 24	11
„ 6	58	„ 26	49.	„ 15	39.	„ 3	18	„ 25	10.
„ 7	4 59	„ 27	51	„ 16	40	„ 4	20	„ 26	10
„ 8	+5 0	„ 28	+5 52	„ 17	+6 40.	„ 5	+7 22	„ 27	+7 9
„ 9	1.	„ 29	53	„ 18	41	„ 6	24	„ 28	8.
„ 10	2.	„ 30	54	„ 19	41.	„ 7	26	„ 29	8
„ 11	4	„ 31	55	„ 20	42	„ 8	28	„ 30	7.
„ 12	5	Nov. 1	56	„ 21	42.	„ 9	30	„ 31	7
„ 13	+5 6	„ 2	+5 57	„ 22	+6 43	„ 10	+7 31.	April 1	+7 6.
„ 14	7	„ 3	58	„ 23	43.	„ 11	33	„ 2	5.
„ 15	8	„ 4	5 59.	„ 24	44	„ 12	33.	„ 3	5
„ 16	8.	„ 5	6 1.	„ 25	44	„ 13	34	„ 4	4.
„ 17	9	„ 6	2	„ 26	44	„ 14	34.	„ 5	4
„ 18	+5 10	„ 7	+6 3	„ 27	+6 44.	„ 15	+7 35	„ 6	+7 3
„ 19	11	„ 8	4	„ 28	44.	„ 16	35	„ 7	2.
„ 20	12	„ 9	5	„ 29	44.	„ 17	35.	„ 8	2
„ 21	13	„ 10	6	„ 30	45	„ 18	35.	„ 9	1.
„ 22	14	„ 11	7	„ 31	45	„ 19	36	„ 10	1

Tag	s	Tag	s	Tag	s	Tag	s	Tag	s
1903	m s		m s		m s		m s		m s
Apr. 11	+7 0	Mai 31	+6 27.	Juli 20	+5 54.	Sept. 8	+5 21	Okt. 28	+3 16
„ 12	6 59.	Juni 1	27	„ 21	53.	„ 9	20	„ 29	14
„ 13	59	„ 2	26	„ 22	53	„ 10	19	„ 30	12
„ 14	58	„ 3	25	„ 23	52.	„ 11	17.	„ 31	10
„ 15	57.	„ 4	24.	„ 24	52	„ 12	16.	Nov. 1	8
„ 16	+6 57	„ 5	+6 24	„ 25	+5 52	„ 13	+5 15	„ 2	+3 6
„ 17	56	„ 6	23.	„ 26	51.	„ 14	13	„ 3	4
„ 18	55.	„ 7	23	„ 27	51	„ 15	11	„ 4	2
„ 19	55	„ 8	22.	„ 28	50.	„ 16	9	„ 5	3 0
„ 20	54.	„ 9	22	„ 29	50	„ 17	7	„ 6	2 58
„ 21	+6 54	„ 10	+6 21	„ 30	+5 49	„ 18	+5 5	„ 7	+2 56.
„ 22	53	„ 11	20	„ 31	48.	„ 19	3	„ 8	55
„ 23	52.	„ 12	19.	Aug. 1	48	„ 20	5 1	„ 9	54
„ 24	51.	„ 13	19	„ 2	47.	„ 21	4 59	„ 10	53
„ 25	51	„ 14	18.	„ 3	47	„ 22	57	„ 11	51.
„ 26	+6 50	„ 15	+6 18	„ 4	+5 46.	„ 23	+4 55	„ 12	+2 50
„ 27	49.	„ 16	17.	„ 5	46	„ 24	52	„ 13	49
„ 28	49	„ 17	17	„ 6	46	„ 25	49	„ 14	47
„ 29	48.	„ 18	16	„ 7	45.	„ 26	47	„ 15	45.
„ 30	47.	„ 19	15.	„ 8	45	„ 27	44	„ 16	44
Mai 1	+6 47	„ 20	+6 15	„ 9	+5 44.	„ 28	+4 41	„ 17	+2 43
„ 2	46.	„ 21	14	„ 10	44	„ 29	38	„ 18	41.
„ 3	46	„ 22	13.	„ 11	43	„ 30	35	„ 19	40.
„ 4	45	„ 23	12.	„ 12	42.	Okt. 1	32	„ 20	39
„ 5	44.	„ 24	12	„ 13	42	„ 2	30	„ 21	37
„ 6	+6 43.	„ 25	+6 11	„ 14	+5 41	„ 3	+4 27	„ 22	+2 35.
„ 7	43	„ 26	10.	„ 15	40.	„ 4	24	„ 23	34.
„ 8	42.	„ 27	9.	„ 16	40	„ 5	21	„ 24	33
„ 9	42	„ 28	8.	„ 17	39.	„ 6	18	„ 25	32
„ 10	41.	„ 29	7.	„ 18	39	„ 7	15	„ 26	31
„ 11	+6 41	„ 30	+6 7	„ 19	+5 38	„ 8	+4 12	„ 27	+2 30
„ 12	40	Juli 1	6.	„ 20	37.	„ 9	9	„ 28	29
„ 13	39.	„ 2	6	„ 21	36.	„ 10	6	„ 29	28
„ 14	39	„ 3	5	„ 22	36	„ 11	3	„ 30	27
„ 15	38.	„ 4	4.	„ 23	35	„ 12	4 0	Dez. 1	26
„ 16	+6 37.	„ 5	+6 3.	„ 24	+5 34.	„ 13	+3 57	„ 2	+2 25
„ 17	37	„ 6	3	„ 25	34	„ 14	53	„ 3	24
„ 18	36.	„ 7	2	„ 26	33.	„ 15	50		
„ 19	35.	„ 8	1.	„ 27	33	„ 16	47		
„ 20	35	„ 9	0.	„ 28	32	„ 17	44		
„ 21	+6 34	„ 10	+6 0	„ 29	+5 31.	„ 18	+3 41		
„ 22	33.	„ 11	5 59.	„ 30	30.	„ 19	38		
„ 23	33	„ 12	58.	„ 31	29.	„ 20	36		
„ 24	32	„ 13	58	Sept. 1	29	„ 21	33		
„ 25	31.	„ 14	57	„ 2	28	„ 22	31		
„ 26	+6 31	„ 15	+5 56.	„ 3	+5 27	„ 23	+3 28		
„ 27	30	„ 16	56	„ 4	26	„ 24	25		
„ 28	29.	„ 17	55.	„ 5	25	„ 25	23		
„ 29	29	„ 18	55	„ 6	23.	„ 26	20		
„ 30	28.	„ 19	54.	„ 7	22	„ 27	18		

Der Verlauf der Standkurve des mittleren Chronometers ist höchst merkwürdig: die Kurve zeigt einen aufsteigenden Ast für die Zeit bis Ende Februar 1903 und daran anschließend einen stark abfallenden Ast. Das Maximum der Kurve ist nur unsicher definiert; es fällt in die Zeit, wo das Schiff zu treiben begann.

Bemerkenswert ist das starke Ansteigen der Kurve für den Aufenthalt auf Kerguelen und der darauf folgende minimale Aufstieg für die Fahrt von Kerguelen zur Eiskante. Bei dem Festliegen des Schiffes wird die Kurve sofort wieder steiler und behält ihre Richtung fast unverändert bis zum Abbruch der Winterstation. Die geringe Standänderung auf der Fahrt zur Eiskante würde nur eine scheinbare sein, wenn man annimmt, daß die geographische Länge der Winterstation mit einem größeren Fehler von etwa 30^s behaftet ist; dann würde nämlich die Kurve vom Tage 5808 ab um 30^s höher liegen. Von einer solchen Annahme habe ich abgesehen, denn es zeigt sich ganz offenbar, daß der Gang des mittleren Chronometers während der Seefahrt geringer positiv ist, als bei festem Aufenthalt.

Eine Diskussion des Kurvenverlaufes, soweit derselbe von etwaigen thermischen Einflüssen abhängig ist, wird später folgen. Hier mag nur noch darauf hingewiesen werden, daß die gezeichnete Kurve die Beobachtungen hinreichend genau wiedergibt: von einzelnen Zeitbestimmungen abgesehen, die sich schon bei der Berechnung als nicht ganz einwandfrei zeigten, liegen die beobachteten Werte so nahe an der Kurve, daß Abweichungen von 5 Sekunden kaum vorkommen.

Die Werte s liefern nun in Verbindung mit den Ergebnissen der Uhrvergleichungen die Korrektionen der einzelnen Uhren selbst. Der Vollständigkeit wegen sind hier die Stände aller Uhren der Hauptexpedition tabellarisch für den Greenwicher Mittag eines jeden Tages zusammengestellt.

Uhrstände der Hauptexpedition.

a. Die Hauptchronometer.

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333	Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1133
1901	m s	m s	m s	m s	1901	m s	m s	m s	m s
Aug. 19	−0 21	−0 26	−1 1	−0 41	Sept. 9	+0 4	−0 59	−0 42	∓0 0
„ 20	20	28	1 0	39	„ 10	5	1 0	41	+0 2
„ 21	19	30	0 59	37	„ 11	6	1	41	4
„ 22	18	32	58	34	„ 12	8	2	40	5
„ 23	17	34	57	32	„ 13	9	3	40	7
„ 24	16	36	56	30	„ 14	10	4	39	9
„ 25	14	38	54	28	„ 15	12	5	39	10
„ 26	13	40	53	26	„ 16	14	6	38	12
„ 27	12	41	52	24	„ 17	16	7	38	14
„ 28	11	43	51	22	„ 18	17	8	37	16
„ 29	−0 10	−0 44	−0 50	−0 20	„ 19	+0 19	−1 10	−0 37	+0 18
„ 30	9	46	49	18	„ 20	20	11	36	20
„ 31	8	48	49	17	„ 21	22	12	36	21
Sept. 1	7	50	48	15	„ 22	24	13	35	23
„ 2	5	51	47	13	„ 23	26	14	35	25
„ 3	4	53	46	11	„ 24	28	16	34	27
„ 4	3	54	45	9	„ 25	30	17	33	28
„ 5	2	55	44	7	„ 26	32	18	32	30
„ 6	∓0 0	56	43	6	„ 27	34	20	32	32
„ 7	+0 2	57	43	4	„ 28	35	21	31	34
„ 8	+0 3	−0 58	−0 42	−0 2	„ 29	+0 37	−1 23	−0 31	+0 36

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1901	m s	m s	m s	m s
Sept. 30	+ 0 39	− 0 24	− 0 30	+ 0 37
Okt. 1	40	26	30	39
„ 2	42	27	30	40
„ 3	43	29	29	42
„ 4	45	30	29	44
„ 5	47	32	28	45
„ 6	48	34	28	47
„ 7	49	36	27	49
„ 8	50	38	27	51
„ 9	52	40	26	53
„ 10	+ 0 53	− 1 41	− 0 25	+ 0 55
„ 11	55	43	25	57
„ 12	57	44	24	0 59
„ 13	0 59	46	23	1 2
„ 14	1 0	47	23	4
„ 15	2	49	22	6
„ 16	3	50	21	9
„ 17	5	52	20	11
„ 18	6	54	19	13
„ 19	7	56	19	15
„ 20	+ 1 9	− 1 57	− 0 19	+ 1 17
„ 21	10	1 59	19	19
„ 22	12	2 1	18	21
„ 23	13	3	17	23
„ 24	15	4	16	25
„ 25	16	6	15	27
„ 26	18	8	14	29
„ 27	20	10	13	31
„ 28	22	12	12	33
„ 29	23	14	11	35
„ 30	+ 1 25	− 2 17	− 0 10	+ 1 37
„ 31	26	19	9	39
Nov. 1	28	21	7	41
„ 2	29	24	6	43
„ 3	31	26	5	45
„ 4	32	28	3	47
„ 5	34	30	2	50
„ 6	35	33	1	52
„ 7	37	35	∓ 0 0	54
„ 8	38	37	0 1	56
„ 9	+ 1 40	− 2 39	+ 0 3	+ 1 58
„ 10	41	42	4	2 0
„ 11	43	44	6	2
„ 12	44	46	7	4
„ 13	46	49	9	7
„ 14	47	51	10	9
„ 15	49	54	12	11
„ 16	50	2 57	14	13
„ 17	52	3 0	16	15
„ 18	53	2	17	17
„ 19	+ 1 55	− 3 5	+ 0 19	+ 2 19
„ 20	56	7	20	21
„ 21	58	10	22	24
„ 22	1 59	12	23	26
„ 23	2 1	15	25	28
„ 24	2	17	26	30
„ 25	4	20	27	33

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1901	m s	m s	m s	m s
Nov. 26	+ 2 5	− 3 22	+ 0 28	+ 2 35
„ 27	6	24	29	37
„ 28	8	26	30	39
„ 29	9	29	31	41
„ 30	11	31	33	44
Dez. 1	12	33	34	46
„ 2	14	36	35	48
„ 3	15	38	36	51
„ 4	17	41	38	53
„ 5	18	43	39	55
„ 6	+ 2 19	− 3 46	+ 0 40	+ 2 58
„ 7	20	48	41	3 0
„ 8	22	51	42	2
„ 9	23	53	44	4
„ 10	25	56	45	7
„ 11	26	3 59	46	9
„ 12	28	4 1	47	11
„ 13	29	4	49	13
„ 14	31	7	50	16
„ 15	32	10	51	18
„ 16	+ 2 34	− 4 13	+ 0 52	+ 3 20
„ 17	36	16	53	23
„ 18	38	19	54	25
„ 19	39	23	56	27
„ 20	41	26	57	29
„ 21	43	30	0 58	31
„ 22	45	34	1 0	34
„ 23	46	38	1	36
„ 24	48	42	2	38
„ 25	50	46	4	40
„ 26	+ 2 51	− 4 50	+ 1 5	+ 3 42
„ 27	53	54	6	44
„ 28	55	57	7	47
„ 29	2 58	5 1	9	49
„ 30	3 0	4	10	52
„ 31	3	7	12	55
1902				
Jan. 1	6	11	13	3 58
„ 2	8	14	15	4 1
„ 3	11	17	16	4
„ 4	14	21	18	7
„ 5	+ 3 16	− 5 24	+ 1 19	+ 4 10
„ 6	19	27	21	13
„ 7	22	30	23	15
„ 8	25	33	26	17
„ 9	28	36	29	20
„ 10	31	39	31	23
„ 11	35	42	33	26
„ 12	38	45	35	30
„ 13	41	48	38	35
„ 14	44	52	42	40
„ 15	+ 3 47	− 5 55	+ 1 46	+ 4 45
„ 16	51	5 58	50	50
„ 17	54	6 1	54	54
„ 18	3 57	4	58	4 58
„ 19	4 0	7	+ 4 33	5 1
„ 20	3	10	37	5

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1902	m s	m s	m s	m s
Jan. 21	+4 6	−6 13	+4 41	+5 9
„ 22	10	16	45	14
„ 23	14	19	49	19
„ 24	18	22	53	23
„ 25	21	25	4 57	27
„ 26	23	28	5 0	31
„ 27	26	31	3	34
„ 28	30	34	6	37
„ 29	32	38	8	40
„ 30	33	42	10	42
„ 31	+4 35	−6 47	+5 12	+5 44
Febr. 1	37	52	14	46
„ 2	38	6 57	15	48
„ 3	40	7 2	16	49
„ 4	41	7	18	50
„ 5	42	12	19	51
„ 6	45	17	20	53
„ 7	47	21	21	56
„ 8	49	25	22	5 58
„ 9	51	29	23	6 1
„ 10	+4 53	−7 33	+5 24	+6 3
„ 11	55	37	25	5
„ 12	57	42	26	7
„ 13	4 59	46	28	9
„ 14	5 0	51	29	11
„ 15	2	7 56	30	14
„ 16	3	8 1	32	16
„ 17	5	6	33	18
„ 18	7	10	33	19
„ 19	9	15	34	21
„ 20	+5 11	−8 19	+5 36	+6 24
„ 21	12	24	37	25
„ 22	14	29	38	27
„ 23	16	33	39	29
„ 24	18	38	40	31
„ 25	20	43	41	34
„ 26	23	48	43	37
„ 27	26	52	45	40
„ 28	29	8 56	47	44
März 1	32	9 0	48	47
„ 2	+5 35	−9 4	+5 50	+6 51
„ 3	38	8	52	54
„ 4	40	12	54	6 57
„ 5	42	15	5 57	7 0
„ 6	44	19	6 0	4
„ 7	47	23	3	8
„ 8	49	26	5	11
„ 9	52	29	7	15
„ 10	55	33	10	19
„ 11	5 58	37	12	23
„ 12	+6 0	−9 41	+6 14	+7 26
„ 13	3	45	16	30
„ 14	6	48	18	33
„ 15	9	52	19	36
„ 16	12	56	21	40
„ 17	15	9 59	24	44
„ 18	18	10 3	26	47

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1902	m s	m s	m s	m s
März 19	+6 21	−10 7	+6 28	+7 50
„ 20	24	10	30	53
„ 21	27	14	32	7 57
„ 22	30	18	34	8 0
„ 23	33	22	37	4
„ 24	35	26	39	7
„ 25	38	29	41	10
„ 26	40	33	44	13
„ 27	42	38	46	17
„ 28	44	42	48	20
„ 29	+6 47	−10 47	+6 50	+8 23
„ 30	49	51	52	26
„ 31	52	55	54	30
Apr. 1	55	10 58	55	33
„ 2	57	11 2	56	36
„ 3	6 59	6	57	39
„ 4	7 1	10	57	42
„ 5	4	14	58	46
„ 6	7	19	6 59	49
„ 7	10	23	7 0	52
„ 8	+7 13	−11 27	+7 1	+8 55
„ 9	16	31	2	8 59
„ 10	18	35	3	9 2
„ 11	21	38	3	5
„ 12	24	43	3	8
„ 13	27	47	3	11
„ 14	30	51	4	14
„ 15	33	55	6	18
„ 16	36	11 59	9	21
„ 17	39	12 3	10	24
„ 18	+7 42	−12 7	+7 11	+9 27
„ 19	44	12	12	31
„ 20	47	15	13	34
„ 21	49	19	14	38
„ 22	52	23	15	41
„ 23	55	27	17	44
„ 24	57	31	19	47
„ 25	7 59	35	21	50
„ 26	8 2	38	24	53
„ 27	4	42	26	55
„ 28	+8 6	−12 46	+7 28	+9 58
„ 29	8	52	31	10 1
„ 30	10	12 57	33	4
Mai 1	13	13 1	35	7
„ 2	15	6	37	9
„ 3	18	10	39	12
„ 4	21	14	41	15
„ 5	23	18	43	18
„ 6	25	23	45	20
„ 7	27	27	47	23
„ 8	+8 29	−13 31	+7 49	+10 25
„ 9	31	35	52	29
„ 10	33	39	55	32
„ 11	35	43	57	35
„ 12	37	48	7 59	37
„ 13	39	53	8 1	40
„ 14	42	56	3	42

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1902	m s	m s	m s	m s
Mai 15	+8 44	−14 0	+8 5	+10 45
„ 16	46	5	7	49
„ 17	48	9	10	52
„ 18	50	13	13	55
„ 19	52	18	15	10 57
„ 20	54	22	18	11 0
„ 21	56	27	20	3
„ 22	8 59	31	22	6
„ 23	9 1	34	24	9
„ 24	3	38	27	12
„ 25	+9 6	−14 42	+8 29	+11 15
„ 26	8	47	31	18
„ 27	10	51	34	21
„ 28	12	14 56	36	23
„ 29	14	15 0	38	26
„ 30	16	4	40	29
„ 31	18	8	43	32
Juni 1	20	12	46	35
„ 2	22	16	49	39
„ 3	23	20	51	42
„ 4	+9 25	−15 24	+8 53	+11 45
„ 5	27	29	56	49
„ 6	29	33	58	52
„ 7	31	37	8 59	55
„ 8	33	41	9 1	11 58
„ 9	35	46	3	12 1
„ 10	37	50	5	4
„ 11	39	54	7	7
„ 12	41	15 58	10	11
„ 13	43	16 3	12	14
„ 14	+9 45	−16 7	+9 14	+12 17
„ 15	47	11	16	20
„ 16	49	14	19	24
„ 17	51	18	21	27
„ 18	53	23	23	30
„ 19	55	27	24	33
„ 20	57	30	26	36
„ 21	9 59	35	28	39
„ 22	10 1	40	31	42
„ 23	3	44	34	45
„ 24	+10 5	−16 48	+9 36	+12 48
„ 25	7	53	38	52
„ 26	9	16 57	40	55
„ 27	11	17 1	43	12 58
„ 28	13	6	46	13 1
„ 29	15	10	48	4
„ 30	17	16	50	7
Juli 1	19	20	53	10
„ 2	21	24	55	13
„ 3	24	29	57	15
„ 4	+10 27	−17 32	+9 59	+13 18
„ 5	29	37	10 1	22
„ 6	31	41	3	25
„ 7	33	45	5	28
„ 8	35	49	7	31
„ 9	38	52	9	34
„ 10	40	17 56	11	37

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1902	m s	m s	m s	m s
Juli 11	+10 42	−18 0	+10 13	+13 40
„ 12	44	5	15	43
„ 13	46	9	17	46
„ 14	48	14	19	49
„ 15	50	18	21	51
„ 16	52	23	24	54
„ 17	54	27	28	13 57
„ 18	56	31	31	14 0
„ 19	10 58	35	35	3
„ 20	11 0	39	38	6
„ 21	+11 2	−18 43	+10 41	+14 9
„ 22	4	48	44	12
„ 23	6	51	48	15
„ 24	8	18 56	51	17
„ 25	9	19 1	54	20
„ 26	11	6	10 57	23
„ 27	13	11	11 0	26
„ 28	15	16	2	28
„ 29	17	21	5	31
„ 30	19	25	8	34
„ 31	+11 21	−19 30	+11 11	+14 36
Aug. 1	24	34	15	39
„ 2	26	38	19	43
„ 3	28	43	22	46
„ 4	30	48	25	48
„ 5	32	52	28	50
„ 6	34	19 57	31	52
„ 7	36	20 2	34	55
„ 8	38	6	37	14 58
„ 9	41	10	40	15 1
„ 10	+11 43	−20 15	+11 43	+15 5
„ 11	45	19	46	8
„ 12	47	24	49	10
„ 13	49	28	52	13
„ 14	51	32	55	16
„ 15	53	37	11 59	19
„ 16	55	42	12 3	21
„ 17	11 57	47	6	23
„ 18	12 0	52	9	26
„ 19	2	20 56	12	28
„ 20	+12 5	−21 0	+12 15	+15 31
„ 21	8	4	18	35
„ 22	10	9	21	38
„ 23	11	14	23	41
„ 24	13	18	25	43
„ 25	15	22	28	46
„ 26	17	26	31	49
„ 27	19	30	34	52
„ 28	21	33	37	56
„ 29	24	38	40	15 59
„ 30	+12 26	−21 42	+12 43	+16 2
„ 31	28	46	46	5
Sept. 1	30	51	48	8
„ 2	32	21 55	50	11
„ 3	34	22 0	52	14
„ 4	36	4	54	17
„ 5	39	8	57	20

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1902	m s	m s	m s	m s
Sept. 6	+ 12 41	− 22 13	+ 13 0	+ 16 23
„ 7	44	16	2	25
„ 8	46	20	5	28
„ 9	49	23	8	31
„ 10	52	27	11	35
„ 11	54	32	14	38
„ 12	57	36	17	42
„ 13	12 59	41	20	45
„ 14	13 1	46	22	47
„ 15	4	50	25	50
„ 16	+ 13 7	− 22 54	+ 13 28	+ 16 53
„ 17	10	22 58	31	55
„ 18	12	23 3	34	16 57
„ 19	15	7	37	17 0
„ 20	17	12	40	2
„ 21	19	16	43	5
„ 22	21	20	46	8
„ 23	23	24	49	11
„ 24	26	28	52	14
„ 25	28	32	55	17
„ 26	+ 13 31	− 23 36	+ 13 57	+ 17 20
„ 27	34	40	14 0	23
„ 28	37	44	3	27
„ 29	40	48	6	30
„ 30	43	52	8	32
Okt. 1	45	23 56	11	35
„ 2	47	24 0	14	38
„ 3	49	4	17	41
„ 4	51	8	19	44
„ 5	54	12	21	46
„ 6	+ 13 56	− 24 16	+ 14 24	+ 17 49
„ 7	13 59	20	27	52
„ 8	14 1	24	30	55
„ 9	4	28	33	17 58
„ 10	6	32	35	18 1
„ 11	9	36	38	4
„ 12	12	40	40	7
„ 13	15	44	43	10
„ 14	17	49	46	13
„ 15	19	53	49	16
„ 16	+ 14 21	− 24 57	+ 14 52	+ 18 19
„ 17	23	25 0	55	22
„ 18	25	4	14 58	25
„ 19	27	8	15 0	28
„ 20	29	12	3	31
„ 21	30	17	6	(Im Freien benutzt)
„ 22	31	22	8	48
„ 23	33	25	10	50
„ 24	35	29	12	53
„ 25	37	33	14	55
„ 26	+ 14 40	− 25 37	+ 15 17	+ 18 58
„ 27	43	40	20	19 2
„ 28	45	43	22	5
„ 29	48	47	24	7
„ 30	50	51	26	10
„ 31	53	54	29	14

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1902	m s	m s	m s	h m s
Nov. 1	+ 14 56	− 25 59	+ 15 31	+ 19 17
„ 2	14 59	26 3	33	20
„ 3	15 2	7	35	22
„ 4	5	10	37	25
„ 5	8	14	40	27
„ 6	10	18	43	29
„ 7	12	21	46	32
„ 8	14	24	49	36
„ 9	16	28	52	39
„ 10	18	32	55	42
„ 11	+ 15 20	− 26 36	+ 15 58	+ 19 45
„ 12	22	40	16 1	48
„ 13	24	43	4	51
„ 14	26	47	7	54
„ 15	28	51	10	56
„ 16	30	55	13	19 59
„ 17	32	26 59	16	20 2
„ 18	34	27 3	20	5
„ 19	36	8	23	9
„ 20	38	13	26	12
„ 21	+ 15 40	− 27 17	+ 16 29	+ 20 15
„ 22	42	21	33	18
„ 23	44	26	36	21
„ 24	46	30	39	24
„ 25	48	35	41	27
„ 26	50	39	44	30
„ 27	52	43	47	33
„ 28	54	47	50	36
„ 29	56	51	53	39
„ 30	15 59	54	56	42
Dez. 1	+ 16 2	− 27 57	+ 16 59	+ 20 45
„ 2	4	28 0	17 2	49
„ 3	6	5	4	52
„ 4	8	9	6	55
„ 5	11	13	9	20 58
„ 6	13	17	11	21 1
„ 7	16	20	13	4
„ 8	18	23	16	8
„ 9	20	27	18	12
„ 10	22	31	21	15
„ 11	+ 16 24	− 28 35	+ 17 23	+ 21 17
„ 12	25	40	24	20
„ 13	26	44	26	23
„ 14	28	48	28	26
„ 15	30	53	30	29
„ 16	32	28 56	32	32
„ 17	34	29 0	34	35
„ 18	36	5	36	38
„ 19	37	10	38	41
„ 20	38	14	40	44
„ 21	+ 16 40	− 29 18	+ 17 42	+ 21 47
„ 22	42	22	44	50
„ 23	43	27	45	53
„ 24	45	31	46	−5 57 3
„ 25	46	36	47	57 0
„ 26	47	42	49	56 57
„ 27	49	47	50	54

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1902	m s	m s	m s	h m s
Dez. 28	+ 16 52	− 29 51	+ 17 51	− 5 56 52
„ 29	55	54	52	50
„ 30	57	29 59	53	48
„ 31	16 58	30 4	54	45
1903				
Jan. 1	17 0	9	55	42
„ 2	2	14	56	39
„ 3	3	20	57	37
„ 4	5	24	58	34
„ 5	7	29	17 59	31
„ 6	8	34	18 0	28
„ 7	+ 17 10	− 30 38	+ 18 1	− 5 56 25
„ 8	12	42	3	22
„ 9	14	46	5	18
„ 10	16	51	6	15
„ 11	18	30 55	7	12
„ 12	20	31 0	8	10
„ 13	23	4	9	7
„ 14	25	8	11	56 3
„ 15	27	12	12	55 59
„ 16	29	17	13	56
„ 17	+ 17 31	− 31 21	+ 18 15	− 5 55 52
„ 18	33	25	16	49
„ 19	36	29	18	46
„ 20	38	34	19	43
„ 21	41	37	21	39
„ 22	43	41	22	36
„ 23	46	45	24	31
„ 24	48	49	26	27
„ 25	51	53	28	23
„ 26	54	31 56	30	19
„ 27	+ 17 58	− 32 0	+ 18 32	− 5 55 14
„ 28	18 2	3	35	9
„ 29	6	6	37	5
„ 30	10	9	40	55 0
„ 31	14	12	42	54 55
Febr. 1	18	14	45	50
„ 2	22	17	48	45
„ 3	26	20	50	40
„ 4	30	23	53	34
„ 5	33	27	56	28
„ 6	+ 18 36	− 32 31	+ 18 58	− 5 54 23
„ 7	40	34	19 0	19
„ 8	43	38	3	14
„ 9	47	41	5	9
„ 10	50	46	7	5
„ 11	53	49	9	54 0
„ 12	56	53	11	53 56
„ 13	18 58	32 57	12	53
„ 14	19 0	33 1	13	50
„ 15	1	7	15	47
„ 16	+ 19 3	− 33 11	+ 19 16	− 5 53 44
„ 17	5	16	16	41
„ 18	7	20	17	38
„ 19	9	25	18	36
„ 20	10	30	18	33
„ 21	12	35	19	30

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1903	m s	m s	m s	h m s
Febr. 22	+ 19 13	− 33 41	+ 19 20	− 5 53 27
„ 23	14	47	20	25
„ 24	15	53	19	23
„ 25	16	33 59	19	21
„ 26	17	34 5	19	19
„ 27	18	10	19	17
„ 28	19	16	18	15
März 1	19	23	18	13
„ 2	20	29	17	11
„ 3	20	35	16	10
„ 4	+ 19 21	− 34 41	+ 19 16	− 5 53 8
„ 5	21	47	15	6
„ 6	22	53	15	4
„ 7	22	34 59	14	2
„ 8	23	35 5	13	53 0
„ 9	23	11	13	52 57
„ 10	23	17	13	55
„ 11	24	22	12	54
„ 12	25	27	12	52
„ 13	26	33	12	50
„ 14	+ 19 26	− 35 38	+ 19 11	− 5 52 48
„ 15	27	44	11	46
„ 16	28	49	11	44
„ 17	29	35 54	11	41
„ 18	30	36 0	11	39
„ 19	30	5	10	37
„ 20	31	10	10	34
„ 21	32	15	10	32
„ 22	32	20	10	29
„ 23	33	25	10	27
„ 24	+ 19 33	− 36 30	+ 19 10	− 5 52 24
„ 25	34	35	9	21
„ 26	35	41	9	19
„ 27	36	46	9	17
„ 28	36	51	8	14
„ 29	37	36 56	8	12
„ 30	38	37 1	8	9
„ 31	39	7	7	7
Apr. 1	39	12	7	5
„ 2	40	16	6	3
„ 3	+ 19 40	− 37 21	+ 19 5	− 5 52 1
„ 4	41	26	5	51 59
„ 5	41	31	5	56
„ 6	41	36	5	54
„ 7	41	41	4	52
„ 8	42	45	4	49
„ 9	42	50	4	47
„ 10	42	37 55	3	45
„ 11	42	38 0	3	43
„ 12	43	4	3	41
„ 13	+ 19 43	− 38 9	+ 19 3	− 5 51 39
„ 14	44	13	3	36
„ 15	44	18	2	35
„ 16	45	23	2	34
„ 17	45	29	2	31
„ 18	46	34	2	29
„ 19	46	39	1	27

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1903	m s	m s	m s	h m s
Apr. 20	+ 19 47	— 38 44	+ 19 1	— 5 51 25
„ 21	48	48	1	23
„ 22	48	53	0	21
„ 23	49	38 58	0	19
„ 24	50	39 3	0	16
„ 25	50	9	0	14
„ 26	51	15	0	11
„ 27	52	19	19 0	9
„ 28	53	24	18 59	7
„ 29	53	30	59	5
„ 30	+ 19 54	— 39 35	+ 18 59	— 5 51 3
Mai 1	55	40	58	1
„ 2	56	46	57	51 0
„ 3	58	51	57	50 58
„ 4	19 59	39 56	57	57
„ 5	20 0	40 1	56	56
„ 6	1	6	56	54
„ 7	2	12	56	52
„ 8	4	17	56	51
„ 9	5	21	56	50
„ 10	+ 20 6	— 40 27	+ 18 56	— 5 50 48
„ 11	7	32	56	47
„ 12	8	38	57	45
„ 13	9	43	57	43
„ 14	11	48	58	41
„ 15	13	53	58	40
„ 16	14	40 58	58	38
„ 17	15	41 4	58	36
„ 18	16	10	58	34
„ 19	17	15	57	33
„ 20	+ 20 18	— 41 21	+ 18 57	— 5 50 32
„ 21	19	26	57	30
„ 22	21	31	57	28
„ 23	22	37	57	26
„ 24	23	43	56	25
„ 25	24	49	56	23
„ 26	26	54	56	21
„ 27	27	41 59	56	19
„ 28	29	42 4	55	17
„ 29	30	10	55	15
„ 30	+ 20 31	— 42 16	+ 18 55	— 5 50 13
„ 31	32	22	55	11
Juni 1	34	28	54	10
„ 2	35	34	54	8
„ 3	36	40	54	6
„ 4	37	46	53	4
„ 5	39	52	53	2
„ 6	41	42 58	52	50 0
„ 7	43	43 4	53	49 58
„ 8	45	9	53	55
„ 9	+ 20 47	— 43 15	+ 18 53	— 5 49 52
„ 10	48	20	53	50
„ 11	50	27	52	47
„ 12	51	34	52	45
„ 13	53	41	51	42
„ 14	54	47	51	39
„ 15	55	54	51	36

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1903	m s	m s	m s	h m s
Juni 16	+ 20 56	— 44 1	+ 18 50	— 5 49 33
„ 17	58	8	50	30
„ 18	20 58	14	49	26
„ 19	21 0	21	49	23
„ 20	1	28	49	20
„ 21	2	35	48	17
„ 22	3	42	48	13
„ 23	5	49	48	10
„ 24	6	44 55	47	7
„ 25	7	45 1	47	4
„ 26	+ 21 7	— 45 11	+ 18 45	— 5 49 1
„ 27	10	18	45	48 57
„ 28	12	24	45	54
„ 29	13	31	45	51
„ 30	14	36	45	47
Juli 1	15	42	45	45
„ 2	16	49	45	42
„ 3	17	45 56	45	40
„ 4	17	46 3	45	37
„ 5	18	10	44	35
„ 6	+ 21 19	— 46 17	+ 18 44	— 5 48 32
„ 7	20	24	44	29
„ 8	21	32	43	27
„ 9	22	37	46	23
„ 10	24	44	45	20
„ 11	25	51	45	17
„ 12	26	46 57	46	14
„ 13	27	47 4	46	11
„ 14	28	11	45	8
„ 15	30	18	44	6
„ 16	+ 21 31	— 47 25	+ 18 45	— 5 48 3
„ 17	33	31	46	47 59
„ 18	34	39	46	56
„ 19	36	46	45	53
„ 20	37	47 53	45	50
„ 21	38	48 0	45	47 46
„ 22	40	6	45	43
„ 23	41	13	45	40
„ 24	42	20	45	36
„ 25	43	27	45	32
„ 26	+ 21 45	— 48 33	+ 18 46	— 5 47 28
„ 27	46	39	46	24
„ 28	47	47	46	20
„ 29	48	48 54	46	17
„ 30	49	49 1	46	14
„ 31	51	8	46	10
Aug. 1	52	15	46	7
„ 2	53	21	46	4
„ 3	55	28	46	47 1
„ 4	56	34	46	46 57
„ 5	+ 21 58	— 49 41	+ 18 46	— 5 46 54
„ 6	21 59	48	46	51
„ 7	22 1	49 54	46	47
„ 8	2	50 1	46	44
„ 9	4	7	46	41
„ 10	5	14	46	38
„ 11	7	21	45	36

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1903	m s	m s	m s	h m s
Aug. 12	+ 22 8	− 50 28	+ 18 45	−5 46 33
„ 13	9	34	45	30
„ 14	10	41	45	27
„ 15	11	47	45	24
„ 16	13	50 53	45	21
„ 17	15	51 0	46	18
„ 18	16	7	46	15
„ 19	17	14	46	12
„ 20	18	21	45	10
„ 21	19	27	45	8
„ 22	+ 22 20	− 51 34	+ 18 44	−5 46 5
„ 23	21	41	44	3
„ 24	23	47	44	46 0
„ 25	25	51 53	45	45 56
„ 26	26	52 0	45	53
„ 27	28	6	45	51
„ 28	29	13	44	49
„ 29	30	20	44	46
„ 30	31	27	44	44
„ 31	32	34	43	41
Sept. 1	+ 22 33	− 52 41	+ 18 43	−5 45 38
„ 2	34	48	42	35
„ 3	36	52 54	42	32
„ 4	37	53 1	41	30
„ 5	38	8	41	28
„ 6	39	15	40	26
„ 7	40	22	39	24
„ 8	41	29	39	22
„ 9	42	36	38	20
„ 10	43	43	38	18
„ 11	+ 22 43	− 53 50	+ 18 37	−5 45 16
„ 12	44	53 57	36	14
„ 13	45	54 4	35	13
„ 14	45	12	34	11
„ 15	45	19	33	10
„ 16	45	27	32	9
„ 17	45	34	30	9
„ 18	45	42	29	8
„ 19	45	50	28	7
„ 20	45	54 58	27	6
„ 21	+ 22 45	− 55 5	+ 18 26	− 5 45 5
„ 22	45	12	24	4
„ 23	44	20	23	4
„ 24	44	28	22	3
„ 25	43	36	21	3
„ 26	43	44	19	3
„ 27	42	55 53	17	3
„ 28	41	56 1	15	3
„ 29	40	10	13	4
„ 30	39	18	11	4
Okt. 1	+ 22 38	− 56 26	+ 18 9	− 5 45 5
„ 2	37	34	7	6
„ 3	36	43	5	6
„ 4	35	56 52	3	7
„ 5	34	57 0	18 1	7
„ 6	33	9	17 59	8
„ 7	32	17	57	8

Tag	Schles. 3015	Knobl. 2303	Bröck. 1183	Bröck. 1333
1903	m s	m s	m s	h m s
Okt. 8	+ 22 31	− 57 25	+ 17 56	− 5 45 8
„ 9	30	34	54	8
„ 10	29	43	52	8
„ 11	28	57 52	50	8
„ 12	26	58 0	48	8
„ 13	25	8	46	9
„ 14	23	17	44	9
„ 15	22	26	41	11
„ 16	21	35	39	11
„ 17	20	44	37	11
„ 18	+ 22 19	− 58 52	+ 17 36	− 5 45 10
„ 19	18	59 1	35	10
„ 20	17	10	33	10
„ 21	16	18	31	10
„ 22	16	26	29	9
„ 23	15	34	28	9
„ 24	14	41	26	9
„ 25	13	50	24	9
„ 26	13	59 58	22	8
„ 27	12	1 0 5	21	8
„ 28	+ 22 12	− 1 0 13	+ 17 19	− 5 45 7
„ 29	12	21	18	6
„ 30	11	30	17	5
„ 31	11	38	16	4
Nov. 1	11	46	15	3
„ 2	11	1 0 53	14	2
„ 3	11	1 1 0	13	1
„ 4	11	7	12	45 0
„ 5	11	14	11	44 59
„ 6	11	21	10	58
„ 7	+ 22 11	− 1 1 29	+ 17 9	− 5 44 57
„ 8	11	36	8	56
„ 9	11	43	7	54
„ 10	12	50	7	52
„ 11	12	1 1 57	6	50
„ 12	12	1 2 4	5	49
„ 13	12	10	4	47
„ 14	11	18	4	45
„ 15	11	26	3	43
„ 16	11	33	2	40
„ 17	+ 22 11	− 1 2 40	+ 17 2	− 5 44 37
„ 18	11	47	1	34
„ 19	12	1 2 54	17 0	32
„ 20	11	1 3 1	16 59	30
„ 21	10	8	58	28
„ 22	10	15	57	26
„ 23	10	21	56	23
„ 24	9	29	55	21
„ 25	9	37	54	18
„ 26	9	44	53	15
„ 27	+ 22 9	− 1 3 52	+ 16 52	− 5 44 12
„ 28	9	1 4 0	51	9
„ 29	9	7	50	44 6
„ 30	11	13	49	43 59
Dez. 1	12	20	48	53
„ 2	12	24	48	51
„ 3	11	30	47	48

b) Registrier-Chronometer Nardin, Kerguelen-Chronometer Bröcking 1330 und Uhren von Lange u. Söhne.[1])

Tag	Nardin	U	Gi	B	LS	D	Bröcking 1330
1901	m s	h m s	m s		m s	m s	
Aug. 19	−0 10	(−0 0 20)	+0 24	m s	−1 8	+0 10	
„ 20	9	+0 1 22	23	−0 3	3	11	
„ 21	7	3 4	25	2	1 0	12	
„ 22	4	4 50	24	3	0 56	11	
„ 23	−0 1	6 39	24	3	52	8	
„ 24	+0 2	8 29	23	4	50	6	
„ 25	4	10 0	22	4	47	4	
„ 26	6	11 5	21	6	45	+0 1	
„ 27	9	12 6	22	6	42	−0 3	
„ 28	12	13 8	23	6	40	7	
„ 29	+0 15	+0 14 13	+0 24	−0 7	−0 36	−0 8	
„ 30	18	15 19	26	8	32	9	
„ 31	20	16 23	26	10	28	12	
Sept. 1	23	17 28	28	10	23	15	
„ 2	25	18 37	30	10	19	18	
„ 3	26	19 50	31	11	14	22	
„ 4	25	21 10	33	12	9	26	
„ 5	24	22 32	33	14	4	28	
„ 6	25	23 53	34	12	0 0	27	
„ 7	26	25 13	36	13	+0 5	28	m s
„ 8	+0 26	+0 26 34	+0 38	−0 13	+0 9	−0 29	+0 7
„ 9	26	27 58	40	11	13	32	9
„ 10	26	29 26	40	13	17	35	12
„ 11	28	31 2	41	12	21	35	14
„ 12	29	33 8	43	13	24	36	16
„ 13	29	35 13	42	14	31	35	19
„ 14	32	36 38	37	16	36	34	21
„ 15	36	38 2	33	16	40	35	23
„ 16	39	40 14	36	14	+0 5	36	26
„ 17	40	42 9	38	15	9	38	28
„ 18	+0 42	+0 44 7	+0 39	−0 14	+0 14	−0 39	+0 30
„ 19	43	46 7	40	12	19	41	33
„ 20	45	47 59	42	12	24	43	36
„ 21	45	49 53	41	13	28	45	38
„ 22	46	51 53	42	11	33	45	41
„ 23	48	53 49	44	10	38	44	45
„ 24	50	55 44	46	8	42	44	48
„ 25	52	57 43	47	6	46	44	50
„ 26	53	0 59 36	48	6	51	45	52
„ 27	53	1 1 26	50	6	0 56	46	54
„ 28	+0 53	+1 3 18	+0 52	−0 5	+1 0	−0 45	+0 57
„ 29	53	5 9	54	5	5	47	0 59
„ 30	53	6 51	55	5	10	47	1 1
Okt. 1	54	8 21	56	4	13	47	3
„ 2	54	10 5	57	5	18	47	6
„ 3	54	11 50	57	5	23	47	10
„ 4	55	13 34	57	4	26	45	12
„ 5	56	15 16	58	4	30	45	14
„ 6	57	16 51	0 59	3	35	44	15
„ 7	56	18 19	1 0	5	40	45	15

[1]) Nähere Angaben über die Chronometer und Uhren, sowie über die in diesen Tabellen dafür angewandten Bezeichnungen sind S. 102ff., S. 113 und S. 144 gegeben worden. Gi und Sav., die dort noch nicht erklärt sind, bezeichnen die S. 105 erwähnten beiden älteren Uhren von Lange u. Söhne.

Tag	Nardin	U	Gr	B	LS	D	Bröcking 1330
1901	m s	h m s	m s	m s	m s	m s	m s
Okt. 8	+0 57	+1 19 46	+1 3	−0 4	+1 45	−0 43	+1 17
„ 9	57	21 15	4	5	50	42	19
„ 10	57	22 46		5	1 56	41	20
„ 11	57	24 18		6	2 0	42	22
„ 12	57	25 51		6	6	39	23
„ 13	58	27 21		6	11	37	25
„ 14	56	28 48		7	16	34	26
„ 15	57	30 12		7	20	30	27
„ 16	57	31 35		7	25	26	29
„ 17	56	32 56		8	30	21	30
„ 18	+0 54	+1 34 18		−0 9	+2 35	−0 18	+1 31
„ 19	53	35 46		9	40	15	32
„ 20	51	37 8		10	43	10	33
„ 21	50	38 18		10	48	6	34
„ 22	49	39 25		12	52	−0 3	35
„ 23	48	40 35		12	2 57	+0 1	36
„ 24	46	41 45		13	3 1	5	37
„ 25	44	42 58		13	6	9	38
„ 26	42	44 0		14	12	13	39
„ 27	41	44 44		15	16	17	40
„ 28	+0 41	+1 45 21		−0 16	+3 21	+0 21	+1 40
„ 29	43	46 5		17	25	25	41
„ 30	45	46 53		18	29	29	41
„ 31	47	47 39		19	34	32	42
Nov. 1	48	48 21		21	39	35	42
„ 2	47	49 1		−0 23	43	38	42
„ 3	47	49 41		+0 25	48	41	42
„ 4	46	50 21		30	53	44	42
„ 5	45	50 46		30	3 57	49	44
„ 6	44	51 8		29	4 2	52	43
„ 7	+0 43	+1 51 42		+0 27	+4 7	+1 56	+1 43
„ 8	43	52 21		34	11	1	44
„ 9	44	52 48		27	15	5	45
„ 10	42	53 5		20	20	8	44
„ 11	40	53 15		14	24	12	43
„ 12	41	53 24		9	28	16	44
„ 13	40	53 31		+0 2	33	20	42
„ 14	42	53 40		−0 4	37	24	44
„ 15	43	53 47		10	42	28	43
„ 16	45	53 54		15	46	33	43
„ 17	+0 47	+1 53 59		−0 22	+4 51	+1 36	+1 43
„ 18	49	54 17		27	4 56	37	43
„ 19	50	54 54		31	5 1	33	
„ 20	53	55 43		35	7	26	
„ 21	56	56 9		39	12	23	
„ 22	+0 59	56 29		43	17	25	
„ 23	+1 1	57 14		48	21	27	
„ 24	2	58 0		54	26	30	
„ 25	3	58 45		0 59	30	34	
„ 26	3	1 59 31		1 5	35	38	
„ 27	+1 3	+2 0 16		−1 11	+5 39	+1 42	
„ 28	2	1 2		17	44	45	
„ 29	2	1 47		22	48	48	
„ 30	1	2 33		28	53	52	
Dez. 1	1	3 18		33	5 57	56	
„ 2	1 0	4 4		39	6 1	1 59	
„ 3	0 59	4 49		44	6	2 3	

Tag	Nardin	U	Gr	B	LS	D	Bröcking 1330
1901	m s	h m s		m s	m s	m s	
Dez. 4	+0 57	+2 5 35		−1 50	+6 10	+2 6	
„ 5	54	6 20		1 55	15	10	
„ 6	52	7 6		2 1	19	13	
„ 7	50)	7 52	m s	6	24	17	
„ 8	48	8 38	−2 24	12	28	20	
„ 9	47	9 14	29	16	33	23	
„ 10	46	9 47	24	20	39	25	
„ 11	44	10 23	44?	24	44	27	
„ 12	44	11 9	+2 12	29	49	30	
„ 13	43	11 50	6	34	6 54	33	
„ 14	+0 43	+2 12 29	+2 2	−2 38	+7 0	+2 35	
„ 15	43	12 51	1 56	40	5	34	
„ 16	44	13 17	51	44	10	35	
„ 17	45	13 43	48	49	16	39	
„ 18	46	13 48	48	53	20	40	
„ 19	45	13 30	50	2 57	25	43	
„ 20	45	12 49	52	3 0	30	46	m s
„ 21	45	11 59	53	5	36	49	+1 46
„ 22	44	11 13	55	8	42	52	45
„ 23	42	10 44	56	13	46	55	44
„ 24	+0 41	+2 10 9	+1 57	−3 19	+7 52	+2 57	+1 43
„ 25	40	9 33	57	24	7 57	3 0	41
„ 26	40	8 58	58	29	8 3	3	39
„ 27	39	8 26	1 59	31	9	6	38
„ 28	40	8 12	2 1	34	14	10	38
„ 29	40	7 46	3	37	20	16	37
„ 30	40	7 20	6	40	26	20	37
„ 31	39	6 41	8	43	32	23	37
1902							
Jan. 1	38	6 2	10	47	39	27	36
„ 2	36	5 23	11	50	45	30	36
„ 3	+0 35	+2 4 44	+2 13	−3 54	+8 52	+3 34	+1 35
„ 4	33	4 5	15	3 57	8 58	37	35
„ 5	30	3 33	16	4 0	9 6	41	34
„ 6	27	2 50	18	3	12	45	35
„ 7	23	1 29	19	4	16	48	33
„ 8	24	2 39	20	2	21	52	(37)
„ 9	19	2 55	22	11	28	50	34
„ 10	17	3 21	23	17	34	52	34
„ 11	15	3 53	24	20	39	55	34
„ 12	13		26	24	46		33
„ 13	+0 10	+0 0 50	+2 27	−4 27	+5 53	−3 30	+1 33
„ 14	11	1 13	28	31	6 0	28	33
„ 15	12	1 37	30	34	7	26	33
„ 16	12	1 54	27	38	14	22	33
„ 17	10	2 21	25	42	19	19	34
„ 18	13	2 45	20	48	25	20	33
„ 19	18	3 16	17	52	32	15	
„ 20	24	3 56	10	54	38	14	
„ 21	34	4 43	9	4 57	44	9	
„ 22	39	5 20	7	5 0	49	4	
„ 23		+0 6 4	+2 6	−5 5	+6 55	−3 0	
„ 24	0 57	6 52	2 2	9	7 0	2 55	
„ 25	1 0	7 38	1 58	12	5	51	
„ 26	3	8 23	54	17	10	47	
„ 27	7	9 8	−5 36	21	14	−4 49	
„ 28	10	9 38	39	25	18	44	

Tag	Nardin	U	Gi	B	L S	D
1902	m s	h m s	h m s	m s	m s	m s
Jan. 29	+1 12	+0 10 21	−5 42	−5 29	+7 20	−4 40
„ 30	11	11 7	46	35	23	37
„ 31	6	11 51	49	39	26	35
Febr. 1	1 2	12 22	52	46	29	32
„ 2	0 59	13 3	56	53	32	31
„ 3	57	12 55	5 59	5 57	35	29
„ 4	56	12 24	6 1	6 4	38	28
„ 5	55	11 43	5 58	9	43	27
„ 6	57	11 15	55	14	48	24
„ 7	55	10 28	55	19	54	22
„ 8	+0 54	+0 9 44	−5 54	−6 25	+7 59	−4 20
„ 9	54	8 49	51	29	8 3	18
„ 10	54	7 53	48	33	7	16
„ 11	57	6 42	44	38	11	14
„ 12	0 59	5 34	41	44	15	12
„ 13	1 0	4 22	40	49	+6 7	9
„ 14	0 58	2 56	43	56	10	6
„ 15	1 2	+0 1 18		6 59	14	2
„ 16	6	−0 0 27	−6 23 35	7 2	16	58
„ 17	15	2 23	37	5	17	57
„ 18	+1 24	−0 4 21	−6 23 39	−7 7	+6 19	−4 53
„ 19	28	6 7	40	10	23	3 49
„ 20	37	7 50	42	13	26	45
„ 21	45	9 43	39	17	28	42
„ 22	51	11 38	40	20	29	40
„ 23	53	12 59	40	22	31	36
„ 24	51	14 5	43	26	35	32
„ 25	48	15 16	45	27	37	29
„ 26	45	16 37	48	30	40	27
„ 27	1 55	18 23	47	30	45	21
„ 28	+2 1	−0 20 28	−6 23 46	−7 32	+6 53	−3 16
März 1	4	22 43	47	34	6 59	12
„ 2	8	25 6	48	37	7 3	8
„ 3	11	27 39	44	37	8	3 2
„ 4	10	30 11	45	39	11	2 59
„ 5	8	32 4	45	42	15	53
„ 6	5	33 39	48	44	19	47
„ 7	2 2	35 11	51	46	23	42
„ 8	1 58	36 51	47	48	27	37
„ 9	56	38 40	44	48	32	31
„ 10	+1 53	−0 40 40	−6 23 44	−7 50	+7 36	−2 26
„ 11	51	42 44	−5 58 45	51	40	20
„ 12	47	44 54	44	52	43	16
„ 13	45	47 5	44	56	48	9
„ 14	43	49 10	43	7 57	50	5
„ 15	41	51 34	44	8 0	52	2 0
„ 16	39	54 6	43	7 59	7 57	1 54
„ 17	37	56 33	40	8 1	8 6	47
„ 18	35	0 58 59	37	3	11	43
„ 19	33	1 1 13	34	5	17	39
„ 20	+1 31	−1 3 32	−5 58 31	−8 9	+8 24	−1 35
„ 21	29	5 49	28	13	28	32
„ 22	26	7 51	25	18	33	28
„ 23	24	9 43	22	22	38	25
„ 24	19	11 34	19	27	43	21
„ 25	17	13 0	15	32	47	17
„ 26	11	14 18	12	36	52	14

Tag	Nardin	U	Gi	B	LS	D	P
1902	m s	h m s	h m s	h m s	h m s	m s	
März 27	+1 8	−1 15 54	−5 58 9	−8 38	+8 58	−1 10	
„ 28	6	17 47	10	41	9 4	1 4	
„ 29	2	19 59	5	44	8	0 59	
„ 30	1 0	22 9	7	47	12	54	
„ 31	0 56	24 20	3	48	16	50	
April 1	55	26 25	1	50	19	43	
„ 2	51	28 26	2	53	24	38	h m s
„ 3	49	30 41	3	57	28	33	−5 29 4
„ 4	51	32 56		8 58	32	28	2
„ 5	49	35 4		9 5	38	22	1
„ 6	+0 46	−1 37 14		−5 58 10	+9 43	−0 17	−5 58 1
„ 7	43	39 32		13	49	12	57 59
„ 8	38	41 45		17	9 54	6	58
„ 9	35	44 7		21	−5 58 59	−0 1	
„ 10	31	46 40		25	54	+0 4	
„ 11	29	49 7		27	49	9	
„ 12	26	51 39		30	43	14	−5 58 11
„ 13	26	54 38		31	37	19	15
„ 14	26	1 57 28		32	30	25	19
„ 15	25	2 0 15		32	25	30	24
„ 16	+0 25	−2 2 54		−5 58 33	−5 58 19	+0 35	−5 58 28
„ 17	27	5 30		34	13	39	32
„ 18	28	8 5		36	8	43	36
„ 19	29	10 54		38	58 3	45	43
„ 20	30	13 27	Sav.	40	57 55	50	48
„ 21	29	15 51	+7 22		49		52
„ 22	27	−2 15 45	18		43		56
„ 23	28	18 17	15		37		58 58
„ 24	29	21 0	10		31		59 1
„ 25	29	23 39	7 2		25		4
„ 26	+0 28	−2 26 6	6 58		−5 57 20		
„ 27	27	28 25	+6 50		15		4
„ 28	29	30 47	46		9		7
„ 29	32	33 23	46		57 3		9
„ 30	35	36 23	47		56 57		17
Mai 1	38	39 31	51		51		35
„ 2	35	42 31	47		45		19
„ 3	33	45 31	50		39		29
„ 4	32	48 37	48		32		4
„ 5	31	51 36	41		25		−5 59 37
„ 6	+0 28	−2 54 25	+6 44		−5 56 18		
„ 7	25	56 52	38		11		41
„ 8	22	2 59 8	29		56 5		45
„ 9	20	3 1 23	25		55 56		48
„ 10	17	3 36	28		50		50
„ 11	15	6 6	26		44		53
„ 12	13	8 25	26		37		5 59 57
„ 13	9	10 52	23		31		6 0 2
„ 14	8	13 28	20		24		7
„ 15	5	16 4	18		15		7
„ 16	+0 3	−3 18 37		−5 59 23	−5 55 7	−5 57 38	−6 0 16
„ 17	3	20 42		27	2	32	16
„ 18	5	22 44		31	55	27	20
„ 19	7	24 55		35	48	21	23
„ 20	11	27 8		40	41	16	23
„ 21	20	29 21		43	35	10	26

Tag	Nardin	U	B	L S	D	P
1902	m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s
Mai 22	+0 36	−3 31 29	−5 59 47	−5 54 28	−5 57 6	−6 0 28
„ 23	50	33 31	50	24	57 1	29
„ 24	0 59	35 41	53	17	56 55	26
„ 25	1 11	37 59	5 59 56	11	48	27
„ 26	20	40 33	6 0 0	54 4	43	33
„ 27	32	43 13	2	53 57	36	37
„ 28	47	45 37	6	52	30	40
„ 29	1 59	47 48	10	47	25	43
„ 30	2 3	49 48	13	41	18	44
„ 31	0	51 41	16	36	13	45
Juni 1	+2 2	−3 53 35	−6 0 20	−5 53 29	−5 56 6	−6 0 46
„ 2	7	55 29	23	22	55 59	47
„ 3	15	57 23	25	16	54	48
„ 4	22	3 59 25	25	11	47	53
„ 5	25	4 1 34	27	6	42	59
„ 6	31	3 41	29	53 1	34	0 59
„ 7	39	5 43	32	52 55	30	1 0
„ 8	40	7 39	34	50	23	1
„ 9	47	9 39	36	46	17	1
„ 10	2 58	11 27	36	38	10	1
„ 11	+3 9	−4 13 24	−6 0 39	−5 52 32	−5 55 5	−6 1 5
„ 12	23	15 28	42	27	54 58	9
„ 13	32	17 23	45	22	50	9
„ 14	31	19 6	49	17	45	11
„ 15	34	20 47	51	10	38	
„ 16	38	22 29	54	52 3	31	16
„ 17	46	24 13	0 58	51 59	25	18
„ 18	50	25 50	1 3	53	20	19
„ 19	3 57	27 34	7	46	14	23
„ 20	4 2	29 30	10	42	8	29
„ 21	+4 7	−4 31 25	−6 1 14	−5 51 37	−5 54 2	−6 1 35
„ 22	17	33 29	19	32	54 7	40
„ 23	30	35 33	22	27	53 50	40
„ 24	43	37 22	27	22	44	41
„ 25	4 49	38 7	31	17	39	43
„ 26	5 9		35	13	33	46
„ 27	43		38	51 6	27	47
„ 28			42	50 59	21	49
„ 29			46	52	16	51
„ 30			51	49	10	
Juli 1			−6 1 53	−5 50 40	−5 53 2	
„ 2			55	32	52 52	
„ 3	−6 1 49		1 58	28	51	
„ 4	26	−6 3 22	2 0	23	44	
„ 5	18	5 6	4	16	38	
„ 6	8	6 54	9	12	32	
„ 7	1 3	8 42	13	8	27	
„ 8	1 1	10 19	17	5	22	
„ 9	0 56	11 53	20	50 0	18	
„ 10	49	13 33	23	49 55	14	
„ 11	−6 0 42	−6 15 13	−6 2 27	−5 49 49	−5 52 8	
„ 12	36	17 2	31	43	52 5	
„ 13	30	14 44	34	38	51 59	
„ 14	28	20 40	38	33	54	
„ 15	23	22 37	41	28	50	
„ 16	19	24 30	43	−5 57 59	47	
„ 17	9	26 14	47	53	41	

Tag	Nardin	U	B	L S	D	P
1902	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	
Juli 18	— 5 59 59	— 6 27 50	— 6 2 50	— 5 57 47	— 5 51 36	
„ 19	46	29 19	54	41	31	
„ 20	37	30 43	57	34	27	
„ 21	30	32 16	2 59	28	20	
„ 22	22	33 49	3 2	21	15	
„ 23	14	35 32	3	15	9	
„ 24	7	37 24	5	12	6	h m s
„ 25	59 2	39 9	8	57 6	51 2	— 5 58 12
„ 26	58 54	41 12	10	56 57	50 56	16
„ 27	43	43 14	13	50	49	22
„ 28	— 5 58 35	— 6 45 25	— 6 3 17	— 5 56 45	— 5 50 45	
„ 29	27	47 27	21	39	40	— 5 57 8
„ 30	21	49 34	24	34	36	14
„ 31	13	51 43	27	30	29	23
Aug. 1	58 2	53 44	29	24	24	
„ 2	57 52	55 49	32	18	19	
„ 3	42	6 57 57	34	12	13	
„ 4	32	7 0 22	38	9	9	
„ 5	21	2 48	41	5	2	
„ 6	11	4 59	44	56 2	+ 3 5	
„ 7	— 5 57 1	— 7 7 10	— 6 3 48	— 5 55 56	+ 3 9	
„ 8	56 51	9 14	52	51	15	
„ 9	37	11 11	54	46	21	
„ 10	27	13 7	3 58	40	27	
„ 11	17	15 8	4 1	36	32	
„ 12	56 6	17 0	4	31	37	
„ 13	55 58	18 39	7	27	42	
„ 14	52	20 36	9	20	47	
„ 15	44	22 50	12	14	52	
„ 16	33	25 17	14	7	3 56	
„ 17	— 5 55 20	— 7 27 46	— 6 4 17	— 5 55 2	+ 4 0	
„ 18	55 9	30 12	20	54 55	7	
„ 19	54 58	32 40	22	51	12	
„ 20	48	35 1	24	44	19	
„ 21	38	37 10	27	40	25	
„ 22	30	38 59	31	35	30	
„ 23	25	40 47	36	31	33	
„ 24	21	42 31	38	26	39	
„ 25	17	44 12	41	19	45	
„ 26	16	45 50	46	14	48	
„ 27	— 5 54 15	— 7 47 23	— 6 4 50	— 5 54 9	+ 4 52	
„ 28	14	48 58	51	54 3	4 58	
„ 29	17	50 35	53	53 58	5 4	
„ 30	16	52 6	56	53		
„ 31	14	53 37	4 59	47		
Sept. 1	54 5	55 20	5 1	40		
„ 2	53 58	57 20	4	31		
„ 3	52	7 59 27	7	26		
„ 4	50	8 1 26	8	17		
„ 5	47	3 17	11	10		
„ 6	— 5 53 43	— 8 5 10	— 6 5 15	— 5 53 1		
„ 7	38	6 57	16	52 56		
„ 8	35	8 43	19	47		
„ 9	26	10 31	20	38		
„ 10	16	12 41	22	30		
„ 11	53 6	15 5	25	23		
„ 12	52 59	17 23	28	14		

Tag	Nardin	U	B	L S	Sav.	Gi	P
1902	h m s	h m s	h m s	h m s			
Sept. 13	— 5 52 55	— 8 19 33	— 6 5 30	— 5 52 5			
„ 14	50	21 53	33	1	h m s		
„ 15	44	24 5			— 5 56 18		
„ 16	34	26 21			15		
„ 17	22	29 1			6		
„ 18	15	31 44			7		
„ 19	10	34 19			7		
„ 20	52 4	36 47			56 9		
„ 21	51 56	39 15			55 57		
„ 22	45	41 37			50		
„ 23	— 5 51 51	— 8 44 17			— 5 55 45		
„ 24	48	46 35			— 5 55 13		
„ 25	42	48 54			9		
„ 26	33	51 19			13		
„ 27	26	53 52			11		
„ 28	19	56 38			55 5		
„ 29	14	8 59 34			54 59	h m s	
„ 30	9	9 2 18			50	— 5 55 44	
Okt. 1	5	4 52			41	38	
„ 2	51 1	7 20			32	33	
„ 3	— 5 50 57	— 9 9 33			— 5 54 31	— 5 55 28	
„ 4	53	11 34			21	23	
„ 5	49	13 52			21	16	
„ 6	43	16 33			22	10	
„ 7	38	19 10			22	55 3	
„ 8	36	21 37			20	54 58	
„ 9	36	23 59			14	53	
„ 10	37	26 25			9	47	
„ 11	37	29 1			54 4	40	
„ 12	36	31 39			53 51	34	
„ 13	— 5 50 34	— 9 34 20			— 5 53 45	— 5 54 27	
„ 14	36	37 0	— 6 5 28		37	22	
„ 15	38	39 16	31	— 5 48 24			
„ 16	41	41 6	34	18			
„ 17	44	42 46	38	14			
„ 18	48	44 27	42	8			
„ 19	52	46 9	46	48 2			
„ 20	50	47 40	51	47 57			
„ 21	55	49 17	5 56	51			
„ 22	58	51 8	6 1	46			
„ 23	— 5 50 58	— 9 52 49	— 6 6 5	— 5 47 43			
„ 24	51 0	54 18	8	39			
„ 25	50 58	55 45	12	32			
„ 26	53	57 28	16	25			
„ 27	48	9 59 11	19	17			
„ 28	43	10 0 54	23	12			h m s
„ 29	36	2 44	27	8			— 5 58 57
„ 30	28	4 30	32	47 1			57
„ 31	16	6 31	36	46 52			55
Nov. 1	8	8 31	40	45			53
„ 2	— 5 50 0	— 10 10 36	— 6 6 44	— 5 46 39			— 5 57 36
„ 3	49 48	12 56	47	32			34
„ 4	40	14 55	51	27			32
„ 5	34	16 41	6 56	22			30
„ 6	28	18 20	7 1	15			27
„ 7	24	19 49	6	9			23
„ 8	20	21 7	11	4			19

Tag	Nardin	U	B	L S	Gi
1902	h m s	h m s	h m s	h m s	
Nov. 9	— 5 49 16	— 10 22 22	— 5 57 11	— 5 58 58	
„ 10	10	23 41	15	54	
„ 11	5	25 3	21	49	
„ 12	49 1	26 25	26	45	
„ 13	48 56	27 53	31	40	
„ 14	53	29 27	35	35	
„ 15	49	31 1	40	31	
„ 16	49	32 47	46	27	
„ 17	42	34 23	51	19	h m s
„ 18	37	35 57	55	14	— 5 58 33
„ 19	— 5 48 33	— 10 37 31	— 5 57 59	— 5 58 9	29
„ 20	30	39 6	58 3	58 4	25
„ 21	25	40 41	7	57 59	22
„ 22	19	42 22	11	54	17
„ 23	14	44 7	15	47	14
„ 24	8	46 3	19	42	13
„ 25	4	48 1	22	38	58 6
„ 26	48 0	49 50	27	31	57 58
„ 27	47 58	51 40	31	26	50
„ 28	57	53 16	35	23	43
„ 29	— 5 47 56	— 10 54 42	— 5 58 39	— 5 57 19	— 5 57 35
„ 30	55	55 58	42	14	27
Dez. 1	54	57 13	46	7	19
„ 2	53	10 58 53	49	57 0	12
„ 3	51	11 0 39	53	56 53	57 6
„ 4	50	2 33	56	46	56 58
„ 5	49	4 16	58 59	39	
„ 6	48	5 40	59 5	34	
„ 7	45	7 9	7	26	
„ 8	41	8 41	10	20	
„ 9	— 5 47 35	— 11 10 20	— 5 59 15	— 5 56 15	
„ 10	27	11 45	19	8	
„ 11	19	13 12	23	1	
„ 12	13	14 31	28	56	
„ 13	10	15 51	34	49	
„ 14	5	17 8	39	41	
„ 15	47 2	18 35	45	35	
„ 16	46 55	20 2	50	29	
„ 17	55	21 17	54	22	
„ 18	54	22 44	5 59 58	15	
„ 19	— 5 46 54	— 11 24 15	— 6 0 3	— 5 55 9	
„ 20	54	25 42	7	55 4	
„ 21	46 57	27 14	11	54 57	
„ 22	47 3	28 53	15	51	
„ 23	10	30 28	20	44	
„ 24	14	32 6	24	39	
„ 25	15	33 51	28	33	
„ 26	17	35 35	33	25	
„ 27	20	37 22	38	18	
„ 28	20	39 8	42	13	
„ 29	— 5 56 39	— 11 40 55	— 6 0 45	— 5 54 8	
„ 30		42 44	49	54 4	
„ 31		44 36	54	53 58	
1903					
Jan. 1		46 30	0 59	53	
„ 2		48 47	1 2	46	
„ 3		50 44	8	40	

Tag	U	B	L S	Gr
1903	h m s	h m s	h m s	
Jan. 4	— 11 52 48	— 6 1 12	— 5 53 34	
„ 5	54 48	16	28	
„ 6	56 46	20	21	
„ 7	11 58 22	24	14	
„ 8	12 0 18	28	7	
„ 9	2 25	31	53 0	
„ 10	4 40	34	52 53	
„ 11	6 47	39	48	
„ 12	9 4	43	44	
„ 13	11 19	46	39	
„ 14	— 12 13 49	— 6 1 50	— 5 52 31	
„ 15	16 17	54	26	
„ 16	18 13	1 58	22	
„ 17	19 54	2 2	14	
„ 18	22 0	4	8	
„ 19	24 24	6	52 0	
„ 20	27 0	9	51 54	
„ 21	29 37	12	49	
„ 22	32 16	17	43	
„ 23	34 35	19	37	
„ 24	— 12 36 46	— 6 2 22	— 5 51 32	
„ 25	38 53	25	25	
„ 26	41 1	27	18	
„ 27	43 22	28	12	
„ 28	45 52	29	51 6	
„ 29	48 20	31	50 59	
„ 30	50 43	34	53	
„ 31	53 19	34	48	
Febr. 1	56 5	36	41	
„ 2	12 58 49	39	32	h m s
„ 3	— 13 1 42	— 6 2 41	— 5 50 25	— 5 52 5
„ 4	3 28	41	17	2
„ 5	5 0	42	11	52 0
„ 6	6 42	44	50 4	51 58
„ 7	8 16	46	49 57	56
„ 8	10 0	50	51	52
„ 9	11 41	52	46	51
„ 10	13 0	2 57	40	50
„ 11	13 53	3 1	33	47
„ 12	14 51	6 3 5	49 28	51 46
„ 13	— 13 16 9	— 5 58 56	— 5 58 40	— 5 58 16
„ 14	17 35	59 1	35	15
„ 15	18 42	7	30	15
„ 16	19 51	11	27	14
„ 17	20 53	15	22	13
„ 18	21 55	18	16	9
„ 19	23 17	21	12	6
„ 20	24 37	25	6	58 1
„ 21	25 59	27	58 0	57 58
„ 22	27 15	32	57 55	55
„ 23	— 13 28 26	— 5 59 36	— 5 57 51	— 5 57 52
„ 24	29 40	38	48	49
„ 25	31 0	42	43	45
„ 26	32 24	46	38	41
„ 27	33 52	50	32	39
„ 28	35 20	53	28	35
März 1	36 54	57	22	34

Tag	U	B	L S	Gr
1903	h m s	h m s	h m s	h m s
März 2	— 13 38 28	— 6 0 0	— 5 57 18	— 5 57 32
„ 3	40 24	4	13	29
„ 4	42 7	6	8	25
„ 5	43 43	10	57 4	22
„ 6	45 28	10	56 59	19
„ 7	47 29	13	55	18
„ 8	49 17	17	53	16
„ 9	51 1	19	47	12
„ 10	52 30	21	41	10
„ 11	54 17	23	39	7
„ 12	— 13 56 9	— 6 0 26	— 5 56 36	— 5 57 5
„ 13	58 0	30	32	3
„ 14	13 59 44	34	26	57 1
„ 15	14 1 33	38	20	56 58
„ 16	3 22	40	17	56
„ 17	5 9	43	13	53
„ 18	6 52	48	8	50
„ 19	8 35	52	3	46
„ 20	10 22	54	56 1	42
„ 21	11 58	56	55 56	40
„ 22	— 14 13 22	— 6 0 59	— 5 55 52	— 5 56 37
„ 23	14 53	1 3	47	34
„ 24	16 26	7	43	32
„ 25	18 17	9	37	29
„ 26	20 10	9	31	26
„ 27	21 54	11	25	21
„ 28	23 39	15	21	19
„ 29	25 21	18	17	16
„ 30	27 7	21	12	12
„ 31	29 8	23	6	7
Apr. 1	— 14 31 8	— 6 1 26	— 5 55 1	— 5 56 3
„ 2	32 57	— 5 22 0	— 5 24 16	— 5 22 36
„ 3	34 36	3	11	34
„ 4	36 6	7	7	30
„ 5	37 31	11	24 3	25
„ 6	39 1	15	23 59	28
„ 7	40 31	18	53	26
„ 8	42 6	20	49	25
„ 9	43 10	24	44	27
„ 10	44 18	27	40	27
„ 11	— 14 45 21	— 5 22 30	— 5 23 34	— 5 22 25
„ 12	46 25	34	31	24
„ 13	47 16	39	27	23
„ 14	47 53	40	20	19
„ 15	48 23	43	16	14
„ 16	49 2	48	12	10
„ 17	49 35	54	7	7
„ 18	50 17	22 58	23 3	8
„ 19		23 2	22 57	8
„ 20		2	50	5
„ 21		— 5 23 4	— 5 22 45	— 5 22 4
„ 22		9	42	3
„ 23	+ 0 1 21	11	37	3
„ 24	1 39	15	32	22 1
„ 25	1 34	20	27	21 59
„ 26	1 15	25	23	58
„ 27	1 8	28	17	56

Tag	U	B	L S	Gi
1903	h m s	h m s	h m s	h m s
April 28	+0 1 11	−5 23 32	−5 22 11	−5 21 57
„ 29	1 36	36	22 3	52
„ 30	2 1	38	21 56	46
Mai 1	2 18	39	48	42
„ 2	2 26	42	42	39
„ 3	2 49	44	36	33
„ 4	3 26	48	31	34
„ 5	4 14	53	−0 26	+0 32
„ 6	5 11	5 23 59	19	35
„ 7	6 14	−0 0 15	−0 54	40
„ 8	+0 7 25	−0 0 20	−0 46	+0 45
„ 9	8 38	26	39	50
„ 10	9 57	33	33	52
„ 11	11 1	40	25	
„ 12	12 1	46	15	
„ 13	13 3	52	−0 5	
„ 14	14 5	0 59	+0 5	
„ 15	15 23	1 5	11	
„ 16	16 44	12	20	
„ 17	18 10	19	27	
„ 18	+0 19 24	−1 26	+0 33	
„ 19	20 31	32	39	
„ 20	21 37	38	0 50	
„ 21	22 38	44	1 0	
„ 22	23 48	50	6	
„ 23	24 50	1 57	15	
„ 24	25 53	2 1	19	
„ 25	27 4	8	27	
„ 26	28 23	13	33	
„ 27	29 41	18	41	
„ 28	+0 30 56	−2 24	+1 47	
„ 29	32 13	31	1 55	
„ 30	33 24	38	2 5	
„ 31	34 21	44	15	
Juni 1	35 6	51	22	
„ 2	35 49	2 58	29	
„ 3	36 32	3 5	36	
„ 4	37 0	12	45	
„ 5	37 18	17	2 55	
„ 6	37 42	24	3 1	
„ 7	+0 38 5	−3 30	+3 10	
„ 8	38 29	37	16	
„ 9	38 34	43	21	
„ 10		50		
„ 11	0 42	3 57	−0 51	
„ 12	0 46	4 4	43	
„ 13	0 50	11	35	
„ 14	0 43	18	28	Sav.
„ 15	0 47	25	14	h m s
„ 16	0 59	31	9	−1 59 20
„ 17	−1 7	−4 37	−0 3	18
„ 18	1 15	42	+0 3	16
„ 19	1 22	50	10	14
„ 20	1 29	4 57	15	12
„ 21	2 10	5 5	20	13
„ 22	2 46	12	26	18
„ 23	3 12	19	32	23

Tag	U	B	L S	Sav.
1903	m s	m s	m s	h m s
Juni 24	−3 26	−5 25	+0 44	1 59 29
„ 25	3 43	31	43	39
„ 26	4 29	40	48	1 59 49
„ 27	4 59	46	0 54	2 0 0
„ 28	5 29	52	1 1	10
„ 29	5 41	5 58	6	20
„ 30	5 39	6 4	12	30
Juli 1	5 47	11	19	40
„ 2	6 1	17	25	51
„ 3	6 7	24	30	
„ 4	−6 16	−6 31	+1 34	
„ 5	6 25		38	
„ 6	6 36		45	
„ 7	6 50		52	
„ 8	6 57		1 56	
„ 9	7 8		2 3	
„ 10	7 24		8	
„ 11	7 48		19	
„ 12	8 5		25	
„ 13	8 21		30	
„ 14	−8 43		+2 35	
„ 15	9 19		39	
„ 16	9 55		44	
„ 17	10 43		48	
„ 18	11 26		53	
„ 19	12 1		2 59	
„ 20	12 37		3 5	
„ 21	12 58		12	
„ 22	13 6		19	
„ 23	13 14		26	
„ 24	−13 21		+3 33	
„ 25	(13 42)		40	
„ 26	(14 4)		47	
„ 27	(14 26)		53	
„ 28	14 48		3 58	
„ 29	15 1		4 5	
„ 30	15 13		11	
„ 31	15 20		18	
Aug. 1	15 22		+13 9	
„ 2	15 36	−9 41		
„ 3	−15 53	47	+0 24	
„ 4	16 0	52	35	
„ 5	16 0	9 58	44	
„ 6	15 52	10 5	0 53	
„ 7	15 45	11	1 3	
„ 8	15 44	18	12	
„ 9	15 59	24	20	
„ 10	16 13	30	28	
„ 11	16 18	36	32	
„ 12	16 19	42	37	
„ 13	−16 17	−10 48	+1 42	
„ 14	16 12	10 55	48	
„ 15	16 2	11 3	52	
„ 16	15 46	9	1 57	
„ 17	15 35	15	2 2	
„ 18	15 30	21	7	
„ 19	15 28	28	9	

Tag	U	B	LS	Tag	U	B	LS
1903	h m s	m s	m s	1903	h m s	m s	m s
Aug. 20	— 15 27	— 11 35	+ 2 11	Okt. 13	+ 0 41 6	— 1 57	+ 5 47
„ 21	15 21	41	15	„ 14	42 44	2 4	49
„ 22	15 7	47	20	„ 15	44 20	13	51
„ 23	14 44	53	25	„ 16	45 46	21	52
„ 24	14 18	11 58	29	„ 17	47 4	28	55
„ 25	14 1	12 4	34	„ 18	48 21	36	5 59
„ 26	13 50	11	40	„ 19	49 29	43	6 2
„ 27	13 36	18	46	„ 20	50 36	50	5
„ 28	13 14	25	50	„ 21	51 34	2 56	9
„ 29	12 49	32	2 56	„ 22	52 35	3 2	13
„ 30	— 12 27	— 12 39	+ 3 0	„ 23	+ 0 53 44	— 3 9	+ 6 15
„ 31	12 3	45	4	„ 24	54 55	17	17
Sept. 1	11 36	12 52	9	„ 25	55 47	26	20
„ 2	11 5	13 0	14	„ 26	56 23	34	23
„ 3	10 37	6	19	„ 27	57 6	42	26
„ 4	10 11	14	23	„ 28	57 53	50	32
„ 5	9 42	21	27	„ 29	58 38	3 58	36
„ 6	9 3	28	31	„ 30	0 59 24	4 6	40
„ 7	8 22	33	35	„ 31	1 0 13	13	45
„ 8	7 39	39	41	Nov. 1	0 58	21	49
„ 9	— 6 51	— 13 45	+ 3 47	„ 2	+ 1 1 28	— 4 29	+ 6 53
„ 10	5 54	13 52	52	„ 3	1 51	36	6 58
„ 11	4 55	14 0	3 57	„ 4	2 15	42	7 3
„ 12	3 59	7	4 0	„ 5	2 43	48	6
„ 13	2 57	13	3	„ 6	3 4	4 54	9
„ 14	1 50	21	8	„ 7	3 31	5 2	12
„ 15	— 0 40	29	13	„ 8	4 5	11	16
16	+ 0 28	38	18	„ 9	4 36	19	19
„ 17	1 37	46	22	„ 10	5 4	26	24
„ 18	2 46	14 55	26	„ 11	5 24	35	31
„ 19	+ 3 55	— 15 3	+ 4 31	„ 12	+ 1 5 35	— 5 45	+ 7 37
„ 20	5 8	11	35	„ 13	5 35	5 52	43
„ 21	6 19	19	38	„ 14	5 20	6 1	48
„ 22	7 31	26	41	„ 15	5 7	9	7 54
„ 23	8 50	35	46	„ 16	4 47	16	8 0
„ 24	10 16	43	50	„ 17	4 12	23	5
„ 25	11 36	50	53	„ 18	3 24	31	9
„ 26	12 51	15 57	56	„ 19	2 23	39	12
„ 27	14 16	16 5	4 58	„ 20	1 25	48	16
„ 28	15 53	+ 0 1	5 1	„ 21	1 0 34	6 57	19
„ 29	+ 17 30	— 0 6	+ 5 4	„ 22	+ 0 59 51	— 7 5	+ 8 24
„ 30	19 9	14	9	„ 23	59 16	13	29
Okt. 1	20 50	21	13	„ 24	58 27	22	34
„ 2	22 34	28	17	„ 25		29	38
„ 3	24 24	36	20	„ 26		36	41
„ 4	26 22	43	24	„ 27		43	45
„ 5	28 19	50	28	„ 28		50	48
„ 6	30 11	0 58	30	„ 29	+ 0 47 25	7 57	8 52
„ 7	31 56	1 6	32	„ 30		8 4	9 12
„ 8	33 35	15	35	Dez. 1		8	20
„ 9	+ 0 35 7	— 1 24	+ 5 38	„ 2		— 8 14	+ 9 26
„ 10	36 37	33	41	„ 3		17	30
„ 11	38 5	42	43				
„ 12	39 34	50	45	„ 18		— 9 30	+ 10 40

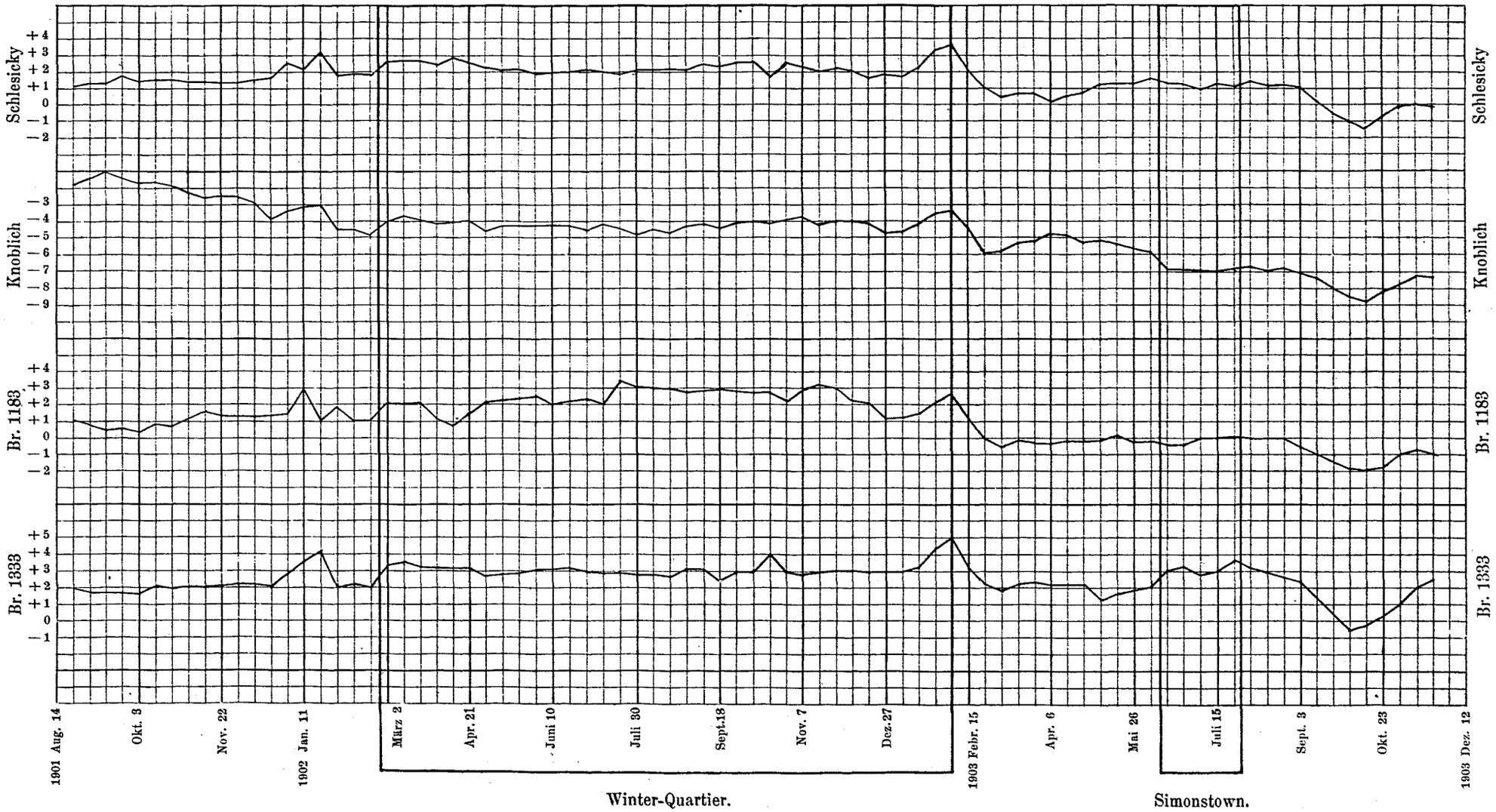
Um eine Abhängigkeit der Uhrgänge von der Temperatur feststellen zu können, habe ich zunächst für die vier Hauptchronometer den mittleren täglichen Gang

für Intervalle von je 10 Tagen gebildet und dazu die entsprechende Mitteltemperatur hinzugefügt. Es ergibt sich dann die folgende Tabelle. Das Zeitargument gilt jedesmal für die Mitte der Dekade.

Temperatur und Uhrgang.

Zeitargument	Mittl. täglicher Gang (g) und Mitteltemperatur (t)									
	Schles.		Knobl.		Br. 1183		Br. 1333		Mittl. Chron.	
	g	t	g	t	g	t	g	t	g	t
1901	s		s		s		s		s	
Aug. 24	+ 1.1		— 1.8		+ 1.1		+ 2.1	23°.4	+ 0.6	
Sept. 3	1.3		1.4		0.8		1.8	24.9	0.6.	
„ 13	1.4	26°.6	1.0		0.5	30°.3	1.8	27.8	0.7	
„ 23	1.8	27.5	1.3		0.6	30.2	1.8	28.6	0.7	
Okt. 3	1.5	25.7	1.7		0.4	29.7	1.7	27.1	0.5.	
„ 13	+ 1.6	24.6	— 1.6		+ 0.8	30.1	+ 2.2	25.5	+ 0.7	
„ 23	1.6	21.9	1.8		0.7	26.7	2.0	23.8	0.6.	
Nov. 2	1.5	19.2	2.3		1.2	25.2	2.1	21.0	0.6	
„ 12	1.5	16.9	2.5		1.6	21.3	2.1	18.5	0.7	
„ 22	1.4		2.4		1.3		2.2		0.6.	
Dez. 2	+ 1.4		— 2.4		+ 1.2		+ 2.3		+ 0.6.	
„ 12	1.6	15.8	2.8		1.2	23.8	2.3	20.2	0.6	
„ 22	1.7	7.8	3.8		1.3	16.9	2.1	13.9	0.6	
1902										
Jan. 1	2.6		3.3		1.5		2.9	14.5	0.6	
„ 11	2.2	10.7	3.1		2.9	13.8	3.7	12.0	1.7	
„ 21	+ 3.2	10.8	— 3.0		+ 1.0		+ 4.1	13.0	+ 1.3	
„ 31	1.9	8.7	4.4		1.9	16.5	2.0	13.3	0.4.	
Febr. 10	2.0	3.3	4.4		1.1	14.8	2.3	10.7	0.1	
„ 20	1.8	0.6	4.7		1.1	11.3	2.0	8.0	0.1	
März 2	2.7	4.7	4.0		2.2	8.5	3.4	5.6	1.0.	
„ 12	+ 2.8	8.2	— 3.6	8°.2	+ 2.1	5.9	+ 3.6	4.4	+ 1.2.	+ 6°.7
„ 22	2.7	9.2	3.9	9.2	2.2	8.5	3.3	5.8	1.0.	8.2
Apr. 1	2.5	8.6	4.1	8.6	1.3	— 2.5	3.2	4.5	0.7.	4.8
„ 11	2.9	7.1	4.0	7.1	0.8	— 13.6	3.2	2.2	0.8	0.7
„ 21	2.6	8.1	3.9	8.1	1.5	— 16.5	3.2	2.7	0.8	+ 0.6
Mai 1	+ 2.3	6.6	— 4.5	6.6	+ 2.1	— 17.4	+ 2.7	— 17.4	+ 0.8	— 5.4
„ 11	2.1	9.8	4.2	9.8	2.2	— 12.6	2.9	— 12.6	0.7	— 1.4
„ 21	2.2	8.9	4.2	8.9	2.4	— 13.1	2.9	— 13.1	0.8	— 2.1
„ 31	1.9	10.4	4.2	10.4	2.5	— 14.5	3.1	— 14.5	0.8	— 2.1
Juni 10	2.0	9.9	4.2	9.9	2.0	— 10.0	3.1	— 10.0	0.7	0.0
„ 20	+ 2.0	8.9	— 4.2	8.9	+ 2.2	— 17.0	+ 3.2	— 17.0	+ 0.8	— 4.1
„ 30	2.2	7.3	4.4	7.3	2.3	— 20.6	3.0		0.8	
Juli 10	2.1	8.7	4.1	8.7	2.0	— 12.8	2.9	+ 6.7	0.8	+ 2.8
„ 20	1.9	8.6	4.3	8.6	3.3	— 14.3	2.9	7.3	0.8	+ 2.6
„ 30	2.1	5.7	4.7	5.7	3.1	— 19.1	2.8	4.5	0.9	— 0.8
Aug. 9	+ 2.1	6.1	— 4.4	6.1	+ 3.0	— 20.7	+ 2.8	5.2	+ 0.8	— 0.8
„ 19	2.2	4.7	4.6	4.7	3.0	— 20.7	2.7	4.5	0.9	— 1.7
„ 29	2.1	6.2	4.2	6.2	2.7	— 15.6	3.1	7.1	0.9	+ 1.0
Sept. 8	2.5	3.8	4.1	3.8	2.8	— 15.9	3.1	5.1	1.1	— 0.8
„ 18	2.4	3.5	4.3	3.5	2.9	— 13.0	2.6	2.5	0.9	— 0.9
„ 28	+ 2.6	3.3	— 4.0	3.3	+ 2.8	— 11.7	+ 3.0	2.7	+ 1.1	— 0.6
Okt. 8	2.6	4.7	4.0	4.7	2.6	— 11.2	2.9	2.6	1.0	+ 0.2
„ 18	1.8	7.0	4.1	7.0	2.7	— 6.4	4.0	5.4	1.0	+ 3.3
„ 28	2.6	8.9	3.8	8.9	2.3		3.0	6.3	1.1	
Nov. 7	2.3	9.1	3.7	9.1	2.8	— 1.5	2.8	8.2	1.1	+ 4.5
„ 17	+ 2.0	6.6	— 4.1	6.6	+ 3.2	— 2.5	+ 3.0	7.6	+ 1.0	+ 4.6
„ 27	2.2	7.4	3.9	7.4	2.9	— 0.9	3.1	7.6	1.0	5.4

Fig. 5. **Täglicher Gang**
der Chronometer: Schlesicky 3015, Knoblich 2303, Bröcking 1183 und Bröcking 1333.



Zeitargument	Mittl. täglicher Gang (g) und Mitteltemperatur (t)									
	Schles.		Knobl.		Br. 1183		Br. 1333		Mittl. Chron.	
	g	t	g	t	g	t	g	t	g	t
1902	s		s		s		s		s	
Dez. 7	2.1	8°.9	4.0	8°.9	2.2	+ 1°.8	3.1	8°.0	1.0	6°.9
„ 17	1.7	10.3	4.2	10.3	2.0	+ 1.5	3.0	8.4	0.5	7.6
„ 27	1.8	9.2	4.7	9.2	1.1	+ 6.2	3.0	6.6	0.2	7.8
1903										
Jan. 6	+ 1.8	6.7	— 4.6	6.7	+ 1.2	7.7	+ 3.0	5.6	+ 0.4	6.7
„ 16	2.3	4.8	4.2	4.8	1.4	4.8	3.3	5.7	0.7	5.0
„ 26	3.3	3.8	3.5	3.8	2.1	6.5	4.4	4.5	1.6	4.7
Febr. 5	3.6	5.4	3.4	3.1	2.5	5.4	5.0	5.4	1.9.	4.8
„ 15	2.0	10.2	4.4	1.3	1.1	10.2	3.2	4.9	+ 0.4.	6.7
„ 25	+ 1.0	9.5	— 5.9	+ 0.5	— 0.1	9.5	+ 2.2	3.9	— 0.8	5.9
März 7	0.5	7.3	5.8	— 0.1	0.5	7.3	1.9	4.1	0.9	4.7
„ 17	0.7	7.4	5.3	+ 0.2	0.2	7.4	2.3	5.6	0.7	5.2
„ 27	0.7	7.0	5.2	— 2.9	0.3	7.0	2.4	3.9	0.5.	3.8
Apr. 6	0.3	9.7	4.8	— 0.1	0.4	9.7	2.2	6.7	0.6.	6.5
„ 16	+ 0.6	14.4	— 4.8	+ 6.8	— 0.2	14.4	+ 2.2	14.2	— 0.6	12.5
„ 26	0.7	18.0	5.2	15.4	— 0.2	18.0	2.2	16.9	0.7	17.1
Mai 6	1.2	22.7	5.2	23.3	— 0.2	23.3	1.4	23.4	0.6	23.2
„ 16	1.2	24.2	5.4	25.1	+ 0.1	25.1	1.7	25.2	0.7	24.9
„ 26	1.3	23.8	5.6	25.1	— 0.2	25.1	1.9	25.0	0.6.	24.8
Juni 5	+ 1.6	19.3	— 5.8	21.3	— 0.2	21.3	+ 2.1	22.3	— 0.6.	21.0
„ 15	1.3	16.7	6.8	17.7	0.4	17.7	3.0		0.6	
„ 25	1.3	16.1	6.8	16.7	0.4	16.7	3.3		0.8	
Juli 5	1.0	16.5	6.8	18.1	0.0	18.1	2.7		0.7	
„ 15	1.3	15.1	6.9	17.2	0.0	17.2	3.0	16.9	0.6	16.6
„ 25	+ 1.2	15.1	— 6.8	17.3	+ 0.1	17.3	+ 3.6	16.1	— 0.5	16.5
Aug. 4	1.5	16.9	6.6	19.0	0.0	19.0	3.3	17.6	0.4.	18.1
„ 14	1.3	17.4	6.7	18.9	0.0	18.9	2.9	18.6	0.6.	18.5
„ 24	1.3	18.6	6.6	20.5	— 0.2	20.5	2.6	20.4	0.6.	20.0
Sept. 3	1.1	20.3	6.9	22.3	0.5	22.3	2.4	22.5	1.0.	21.8
„ 13	+ 0.4	23.2	— 7.3	24.8	— 1.0	24.8	+ 1.4	24.5	— 1.6	24.3
„ 23	— 0.4	24.9	7.9	26.4	1.4	26.4	+ 0.5	26.8	2.4	26.1
Okt. 3	— 1.0	27.2	8.4	28.1	1.9	28.1	— 0.5	28.7	2.9	28.0
„ 13	— 1.3	25.5	8.7	26.8	2.0	26.8	— 0.2	27.1	3.1	26.6
„ 23	— 0.7	22.3	8.1	25.6	1.7	25.6	+ 0.3	25.7	2.5	24.8
Nov. 2	— 1.0	19.7	— 7.6	24.2	— 1.0	24.2	+ 1.0	24.2	— 1.9.	23.1
„ 12	0.0	19.8	7.1	16.7	0.7	19.8	2.0	19.1	1.3.	18.9
„ 22	— 0.2	17.4	7.2	12.4	1.0	17.4	2.5	16.6	1.3	16.0

Der mittlere tägliche Gang der vier Chronometer ist in der nebenstehenden graphischen Darstellung wiedergegeben (Fig. 5):

Bildet man weiter die Mittelwerte für Gruppen von je 50 Tagen, so erhält man die folgende Tabelle:

Temperatur und Uhrgang.

Zeitargument	Schles. 3015		Knobl. 2303		Br. 1183		Br. 1333		Mittl. Chron.	
	t	g	t	g	t	g	t	g	t	g
1901								s		
Sept. 13		s				s	26°.4	+ 1.8		
Nov. 2	20°.7	+ 1.5.			20°.7	+ 1.1	22.5	+ 2.1		
Dez. 22							15.2	+ 2.8		

Zeitargument	Schles. 3015		Knobl. 2303		Br. 1183		Br. 1333		Mittl. Chron.	
	t	g	t	g	t	g	t	g	t	g
1902		s		s		s		s		
Febr. 10	5°.6	+ 2.3			12°.8	+ 1.6	11°.1	+ 2.8		
April 1	8.2	+ 2.7	8°.2	— 3.9	— 3.6	+ 1.6	3.9	+ 3.3	+ 4°.2	+ 0.9
Mai 21	9.1	+ 2.1	9.1	— 4.3	— 13.5	+ 2.2	— 13.5	+ 2.9	— 2.2	+ 0.8
Juli 10	7.8	+ 2.1	7.8	— 4.3	— 16.8	+ 2.6	+ 0.3	+ 2.9	— 0.1	+ 0.8
Aug. 29	4.9	+ 2.3	4.9	— 4.3	— 17.2	+ 2.9	4.9	+ 2.9	— 0.6	+ 0.9
Okt. 18	6.6	+ 2.4	6.6	— 3.9	— 7.7	+ 2.7	5.0	+ 3.1	+ 1.9	+ 1.0
Dez. 7	8.5	+ 2.0	8.5	— 4.2	+ 1.2	+ 2.3	7.6	+ 3.0	6.5	+ 0.7
1903										
Jan. 26	6.2	+ 2.6	3.9	— 4.0	6.9	+ 1.7	5.2	+ 3.8	5.6	+ 1.0
März 17	8.2	+ 0.6	— 0.5	— 5.4	8.2	— 0.3	4.8	+ 2.2	5.2	— 0.7
Mai 6	20.6	+ 1.0	+ 19.1	— 5.2	21.2	— 0.1	20.9	+ 1.9	20.5	— 0.6.
Juni 25	16.7	+ 1.3	18.2	— 6.6	18.2	— 0.2				
Aug. 14	17.7	+ 1.3	19.6	— 6.7	19.6	— 0.1	19.0	+ 3.0	19.0	— 0.7
Okt. 3	24.6	— 0.6	26.3	— 8.1	26.3	— 1.6	26.6	+ 0.3	26.0	— 2.5

Die Abhängigkeit der Gangwerte von der Temperatur tritt in dieser Zusammenstellung deutlich hervor. Offenbar ist aber die Temperatur nicht das einzige Argument; es kommt sicher noch eine Einwirkung der Feuchtigkeit hinzu und zeitweise auch der Schiffsbewegung. Über die Feuchtigkeit der Luft liegen besondere Beobachtungen nicht vor; es ist hier nur zu bemerken, daß eine künstliche Trocknung durch hygroskopische Materialien bei keinem Chronometer stattgefunden hat. Ob es unter diesen Umständen zulässig ist, den Gang als Funktion der Temperatur allein auszugleichen, erscheint zweifelhaft; es soll jedoch der Versuch gemacht werden, da die übrigbleibenden Fehler jedenfalls einen Schluß auf Gangstörungen, die nicht mit der Temperatur zusammenhängen, gestatten. Vorher mag eine graphische Darstellung der Gänge und der entsprechendeu Temperaturen Platz finden (Fig. 6).

Ausgleichung des Ganges als Funktion der Temperatur

der Chronometer Schlesicky 3015, Knoblich 2303, Bröcking 1183 und 1333 nach der Formel $g = g_0 + a\,(t - 15) + b\,(t - 15)^2$.

a) Schlesicky 3015.

Gänge nach der Temperatur geordnet:

t	g Beob.	g Rech.	v Beob.-Rech.	v v
	s	s	s	
4°.9	+ 2.3	+ 2.28	+ 0.02	0.00
5.6	+ 2.3	+ 2.30	0.00	0.00
6.2	+ 2.6	+ 2.32	+ 0.28	0.08
6.6	+ 2.4	+ 2.32	+ 0.08	0.01
7.8	+ 2.1	+ 2.33	— 0.23	0.05
8.2	+ 2.7	+ 2.33	+ 0.37	0.14
[8.2]	[+ 0.6]	+ 2.33		
8.5	+ 2.0	+ 2.33	— 0.33	0.11
9.1	+ 2.1	+ 2.31	— 0.21	0.04
16.7	+ 1.3	+ 1.58	— 0.28	0.09
17.7	+ 1.3	+ 1.42	— 0.12	0.01
20.6	+ 1.0	+ 0.83	+ 0.17	0.03
20.7	+ 1.5	+ 0.81	+ 0.69	0.48
24.6	— 0.6	— 0.24	— 0.36	0.13

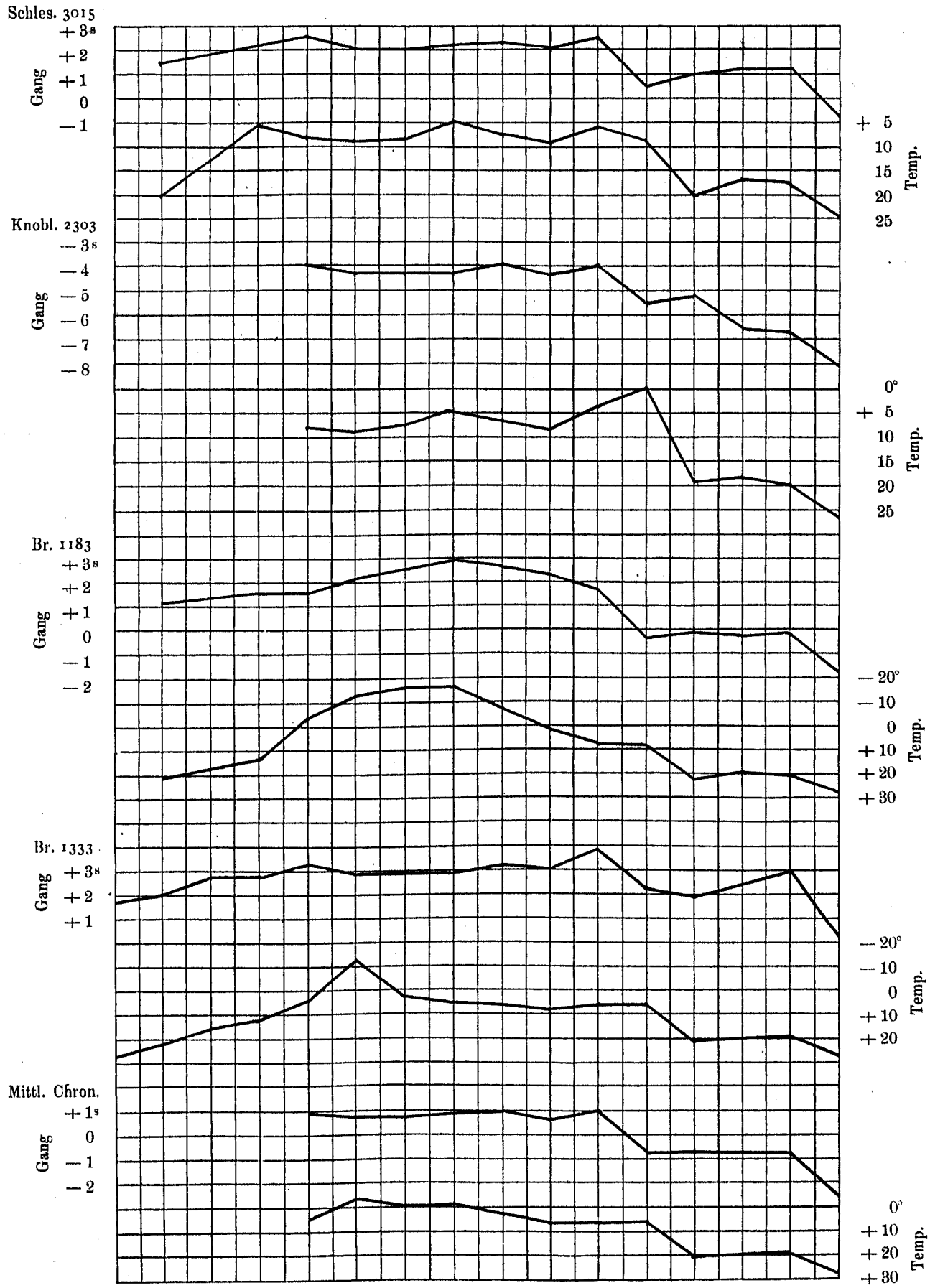

Schles. 3015
Gang
+3s
+2
+1
0
−1
+ 5
10
15
20
25
Temp.
Knobl. 2303
Gang
−3s
−4
−5
−6
−7
−8
0°
+ 5
10
15
20
25
Temp.
Br. 1183
Gang
+3s
+2
+1
0
−1
−2
−20°
−10
0
+10
+20
+30
Temp.
Br. 1333
Gang
+3s
+2
+1
−20°
−10
0
+10
+20
Temp.
Mittl. Chron.
Gang
+1s
0
−1
−2
0°
+10
+20
+30
Temp.

Fig. 6.

Die strenge Ausgleichung liefert unter Vernachlässigung des eingeklammerten, stark herausfallenden Wertes $+0^s.6$ die Gangformel:

$$g_t = +\,1^s.84 - 0^s.1323\,(t-15) - 0^s.00881\,(t-15)^2$$
$$\pm\ 0.19 \quad \pm\ 0.0156 \qquad\qquad \pm\ 0.00339$$

Die mittleren Fehler der Konstanten sind hier beigefügt. Die Quadratsumme der übrigbleibenden Fehler beträgt 1.17, der mittlere Fehler einer Beobachtung (Gruppenmittel): $\pm\,0^s.34$.

b) Knoblich 2303.

Die Gruppenmittel sind folgende:

t	g Beob.	g Rech.	v Beob.-Rech.	v v
	s	s	s	
− 0°.5	− 5.4	− 4.90	− 0.50	0.25
+ 3.9	− 4.0	− 4.36	+ 0.36	0.13
+ 4.9	− 4.3	− 4.29	− 0.01	0.00
+ 6.6	− 3.9	− 4.25	+ 0.35	0.12
+ 7.8	− 4.3	− 4.25	− 0.05	0.00
+ 8.2	− 3.9	− 4.25	+ 0.35	0.12
+ 8.5	− 4.2	− 4.26	+ 0.06	0.00
+ 9.1	− 4.3	− 4.29	− 0.01	0.00
+ 18.2	− 6.6	− 5.66	− 0.94	0.88
+ 19.1	− 5.2	− 5.91	+ 0.71	0.50
+ 19.6	− 6.7	− 6.04	− 0.66	0.44
+ 26.3	− 8.1	− 8.49	+ 0.39	0.15

Die ausgeglichene Gangformel lautet:

$$g_t = -\,4^s.96 - 0^s.1820\,(t-15) - 0^s.01152\,(t-15)^2$$
$$\pm\ 0.24 \quad \pm\ 0.0230 \qquad\qquad \pm\ 0.00278$$

Die Quadratsumme der übrigbleibenden Fehler beträgt 2.59 und der mittlere Fehler eines Gruppenmittels $\pm\,0^s.54$.

c) Bröcking 1183.

Gruppenmittel:

t	g Beob.	g Rech.	v Beob.-Rechn.	v v
	s	s	s	
− 17°.2	+ 2.9	+ 2.63	+ 0.27	0.07
− 16.8	+ 2.6	+ 2.61	− 0.01	0.00
− 13.5	+ 2.2	+ 2.54	− 0.34	0.12
− 7.7	+ 2.7	+ 2.34	+ 0.36	0.13
− 3.6	+ 1.6	+ 2.12	− 0.52	0.27
+ 1.2	+ 2.3	+ 1.81	+ 0.49	0.24
+ 6.9	+ 1.7	+ 1.36	+ 0.34	0.12
+ 8.2	− 0.3	+ 1.24	− 1.54	2.37
+ 12.8	+ 1.6	+ 0.79	+ 0.81	0.66
+ 18.2	− 0.2	+ 0.17	− 0.37	0.14
+ 19.6	− 0.1	± 0.00	− 0.10	0.01
+ 20.7	+ 1.1	− 0.14	+ 1.24	1.54
+ 21.2	− 0.1	− 0.21	+ 0.11	0.01
+ 26.3	− 1.6	− 0.91	− 0.69	0.48

Die ausgeglichene Gangformel ist diese:

$$g_t = + 0^s.55 - 0^s.1126\,(t-15) - 0^s.00150\,(t-15)^2$$
$$\pm\ 0.26 \quad \pm\ 0.0310 \qquad \pm\ 0.00122$$

Die Quadratsumme der übrigbleibenden Fehler beträgt 6.16 und der mittlere Fehler eines Gruppenmittels $\pm$ 0ˢ.75.

d) Bröcking 1333.

Gruppenmittel:

t	g Beob.	g Rechn.	v Beob.-Rechn.	v v
	s	s	s	
— 13°.5	+ 2.9	+ 2.70	+ 0.20	0.04
+ 0.3	+ 2.9	+ 3.18	— 0.28	0.08
+ 3.9	+ 3.3	+ 3.15	+ 0.15	0.02
+ 4.8	+ 2.2	+ 3.12	— 0.92	0.85
+ 4.9	+ 2.9	+ 3.12	— 0.22	0.05
+ 5.0	+ 3.1	+ 3.12	— 0.02	0.00
+ 5.2	+ 3.8	+ 3.11	+ 0.69	0.48
+ 7.6	+ 3.0	+ 3.03	— 0.03	0.00
+ 11.1	+ 2.8	+ 2.86	— 0.06	0.00
+ 15.2	+ 2.8	+ 2.57	+ 0.23	0.05
+ 19.0	+ 3.0	+ 2.23	+ 0.77	0.59
+ 20.9	+ 1.9	+ 2.03	— 0.13	0.02
+ 22.5	+ 2.1	+ 1.85	+ 0.25	0.06
+ 26.4	+ 1.8	+ 1.35	+ 0.45	0.20
+ 26.6	+ 0.3	+ 1.31	— 1.01	1.02

Ausgeglichene Gangformel:

$$g_t = + 2^s.59 - 0^s.0789\,(t-15) - 0^s.00263\,(t-15)^2$$
$$\pm\ 0.17 \quad \pm\ 0.0171 \qquad \pm\ 0.00097$$

Summe der Fehlerquadrate: [v v] = 3.46.

Mittl. Fehler einer Gruppe: $\pm$ 0ˢ.54.

e) Mittleres Chronometer.

Gruppenmittel, nach Temperaturen geordnet:

t	g Beob.	Erste Ausgleichung			Zweite Ausgleichung		
		g Rechn.	v	v v	g Rechn.	v	v v
	s	s	s		s	s	
— 2°.2	+ 0.8	+ 0.76	+ 0.04	0.00	+ 0.74	+ 0.06	0.004
— 0.6	+ 0.9	+ 0.78	+ 0.12	0.01	+ 0.85	+ 0.05	0.002
— 0.1	+ 0.8	+ 0.77	+ 0.03	0.00	+ 0.87	— 0.07	0.005
+ 1.9	+ 1.0	+ 0.76	+ 0.24	0.06	+ 0.94	+ 0.06	0.004
+ 4.2	+ 0.9	+ 0.70	+ 0.20	0.04	+ 0.96	— 0.06	0.004
[+ 5.2]	[— 0.7]	+ 0.66	— 1.36	1.85			
+ 5.6	+ 1.0	+ 0.64	+ 0.36	0.13	+ 0.94	+ 0.06	0.004
+ 6.5	+ 0.7	+ 0.60	+ 0.10	0.01	+ 0.90	— 0.20	0.040
+ 19.0	— 0.7	— 0.81	+ 0.11	0.01	— 0.61	— 0.09	0.008
+ 20.5	— 0.6	— 1.06	+ 0.46	0.21	— 0.93	+ 0.33	0.109
+ 26.0	— 2.5	— 2.18	— 0.32	0.10	— 2.36	— 0.14	0.020

Die erste Ausgleichung, bei welcher keine Beobachtung ausgeschlossen wurde, lieferte die Formel:

$$g_t = - 0^s.21 - 0^s.1313\,(t-15) - 0^s.00437\,(t-15)^2$$
$$\pm\ 0.32 \quad \pm\ 0.0256 \qquad \pm\ 0.00272$$

Mit Rücksicht auf den eingeklammerten, stark herausfallenden Wert wurde unter Weglassung des letzteren die Ausgleichung wiederholt und es ergab sich die Gleichung:

$$g_t = +\,0^s.10 - 0^s.1509\,(t-15) - 0^s.00661\,(t-15)^2$$
$$\pm\ 0.10 \quad \pm\ 0.0082 \qquad \pm\ 0.00087$$

Die mittleren Fehler der Konstanten gehen hier auf den dritten Teil ihres früheren Betrages hinab, die Fehlerquadratsumme von 2.42 auf 0.20 und der mittl. Fehler einer Beobachtung von $\pm\,0^s.55$ auf $\pm\,0^s.17$, so daß der Ausschluß des verdächtigen Wertes gerechtfertigt erscheint.

Nach den Untersuchungen der Seewarte vom Frühjahr und Sommer 1901 hatten die Gangkonstanten der vier Chronometer die folgenden Werte:

Schlesicky	3015	$g_0 = +\,1^s.53$	$a = +\,0^s.006$	$b = -\,0^s.0021$
Knoblich	2303	$+\,0.41$	$+\,0.001$	$-\,0.0014$
Bröcking	1183	$+\,1.97$	$-\,0.026$	$-\,0.0059$
Bröcking	1333	$+\,2.62$	$-\,0.072$	$-\,0.0045$

Diese Konstanten ergeben mittels der Formel:

$$g = g_0 + a\,(t-15) + b\,(t-15)^2$$

die Gänge bei der Temperatur t.

Man erhält daraus folgende Tabelle des täglichen Ganges:

t	Schles.	Knobl.	Br. 1183	Br. 1333	Mittelwert	t
	s	s	s	s	s	
− 20°	− 1.25	− 1.34	− 4.35	− 0.37	− 1.83	− 20°
− 15	− 0.54	− 0.88	− 2.56	+ 0.73	− 0.81	− 15
− 10	+ 0.07	− 0.49	− 1.07	+ 1.61	+ 0.03	− 10
− 5	+ 0.57	− 0.17	+ 0.13	+ 2.26	+ 0.70	− 5
0	+ 0.97	+ 0.08	+ 1.03	+ 2.69	+ 1.19	0
+ 5	+ 1.26	+ 0.26	+ 1.64	+ 2.89	+ 1.51	+ 5
+ 10	+ 1.45	+ 0.37	+ 1.95	+ 2.87	+ 1.66	+ 10
+ 15	+ 1.53	+ 0.41	+ 1.97	+ 2.62	+ 1.63	+ 15
+ 20	+ 1.51	+ 0.38	+ 1.69	+ 2.15	+ 1.43	+ 20
+ 25	+ 1.38	+ 0.28	+ 1.12	+ 1.45	+ 1.06	+ 25
+ 30	+ 1.15	+ 0.11	+ 0.25	+ 0.53	+ 0.51	+ 30

Durch Vergleichung der aus dem Beobachtungsmaterial der Expedition abgeleiteten Formeln mit denjenigen der Seewarte ergeben sich die folgenden Gangdifferenz-Gleichungen:

$$g_{(Exp.)} - g_{(Seew.)} = +\,0^s.31 - 0^s.138\,(t-15) - 0^s.0067\,(t-15)^2 \text{ für Schlesicky } 3015$$
$$-\,5.37 - 0.183 \qquad - 0.0101 \qquad \text{Knoblich } 2303$$
$$-\,1.42 - 0.087 \qquad + 0.0044 \qquad \text{Bröcking } 1183$$
$$-\,0.03 - 0.007 \qquad + 0.0019 \qquad \text{Bröcking } 1333$$

Bei Br. 1333 herrscht eine vorzügliche Übereinstimmung, während die Gangformeln der anderen Chronometer sich so stark geändert haben, daß einzelne Koeffizienten in ganz anderer Größenordnung erscheinen; auffallend ist auch die beträchtliche Änderung der Konstanten g_0 bei Knoblich 2303.

Gegen die oben ermittelten Gangformeln kann der Einwand geltend gemacht werden, daß sie nicht auf einem hinreichend homogenen Material beruhen, da sich dies über einen Zeitraum von etwa 24 Monaten erstreckt. In der Tat wird man den Gangformeln nur eine bedingte Berechtigung zuerkennen müssen, um so mehr, als sie die Gang-Verhältnisse nur einseitig und

daher unvollkommen darstellen können, da die Einwirkung anderer Argumente, wie Feuchtigkeit, Schiffsbewegung u. dgl. dabei nicht in Rücksicht gezogen werden konnte.

Angesichts dieser Umstände erscheint es nützlich, die nach der Ausgleichung übrigbleibenden Fehler chronologisch zu ordnen und für die vier Chronometer nebeneinander zu stellen.

Zeitargument	Schles. 3015	Knobl. 2303	Br. 1183	Br. 1333	Mittl. Chr.
1901					
Sept. 13				s + 0.45	
Nov. 2	s + 0.69		s + 1.24	+ 0.25	
Dez. 22				+ 0.23	
1902					
Febr. 10	0.00		+ 0.81	— 0.01	
Apr. 1	+ 0.37	s + 0.35	— 0.52	+ 0.15	s — 0.06
Mai 21	— 0.21	— 0.01	— 0.34	+ 0.20	+ 0.06
Juli 10	— 0.23	— 0.05	— 0.01	— 0.28	— 0.07
Aug. 29	+ 0.02	— 0.01	+ 0.27	— 0.22	+ 0.05
Okt. 18	+ 0.08	+ 0.35	+ 0.36	— 0.02	+ 0.06
Dez. 7	— 0.33	+ 0.06	+ 0.49	— 0.03	— 0.20
1903					
Jan. 26	+ 0.28	+ 0.36	+ 0.34	+ 0.69	+ 0.06
März 17	+ 0.37	— 0.50	— 1.54	— 0.92	
Mai 6	+ 0.17	+ 0.71	+ 0.11	— 0.13	+ 0.33
Juni 25	— 0.28	— 0.94	— 0.37		
Aug. 14	— 0.12	— 0.66	— 0.10	+ 0.77	— 0.09
Okt. 3	— 0.36	+ 0.39	— 0.69	— 1.01	— 0.14

Diese übrigbleibenden Fehler lassen kaum einen Gang erkennen; nur soviel läßt sich entnehmen, daß die Werte für das Jahr 1901 sämtlich positiv sind und daß bei 3 Chronometern in der Zeit um den 17. März 1903 eine auffällige Unstetigkeit herrscht. Dies hat offenbar zum Teil seinen Grund in der starken Unsicherheit, mit welcher die für jene Zeit abgeleiteten Uhrstände behaftet sind. Es war die Periode, in welcher die Expedition sich im treibenden Eise befand, die Schiffsschwankungen zunahmen und Zeitbeobachtungen durch die Ungunst des Wetters und die Beweglichkeit der Eisschollen besonders erschwert waren.

Da im allgemeinen anzunehmen ist, daß die den Uhrgang störenden Einflüsse bei allen vier Chronometern in ähnlichem Sinne gewirkt haben, so bietet die regellose Verteilung der übrigbleibenden Fehler immerhin eine gewisse Gewähr für die Gültigkeit der abgeleiteten Gangformeln.

Nach Rückkehr der Expedition sind die vier Chronometer auf der Kieler Sternwarte in der Zeit vom 3. Dezember 1903 bis 14. März 1904 täglich mit einer Normal-Pendeluhr verglichen worden, und zwar vom 3. Dezember bis 6. Januar bei einer mittleren Temperatur von $+1^{\circ}.37$, vom 7. Januar bis 10. Februar bei $+16^{\circ}.32$ und vom 11. Februar bis 14. März bei $+1^{\circ}.82$. Aus diesen drei Gruppen von Vergleichungen ergab sich der mittlere tägliche Gang für

	I	II	III
Schles. 3015	$+2^{s}.59$	$+0^{s}.26$	$+0^{s}.24$
Knobl. 2303	— 7.15	— 6.12	— 6.56
Bröck. 1183	— 0.27	+ 0.51	+ 0.86
Bröck. 1333	+ 4.37	+ 2.80	+ 4.41
Temp.	$+1^{\circ}.37$	$+16^{\circ}.32$	$+1^{\circ}.82$

Dies Ergebnis erscheint wenig befriedigend; die Chronometer Schles. und Br. 1183 zeigen überhaupt keine Abhängigkeit von der Temperatur, bei Knobl. ergibt sich aus den Gruppen I und II ein linearer Temperaturkoeffizient von $+0^s.069$, aus den Gruppen II und III beim Rückgang dagegen ein solcher von $+0^s.030$. Nur Bröck. 1333 zeigt in den Gruppen I und III eine gute Übereinstimmung. Der Temperaturkoeffizient beträgt für dies Chronometer im Mittel: $-0^s.108$. Rechnet man aus der auf S. 179 für Br. 1333 abgeleiteten Gangformel:

$$g_t = +2^s.59 - 0^s.0789\,(t-15) - 0^s.00263\,(t-15)^2$$

für die 3 Gruppentemperaturen die Gänge aus, so folgt:

$$g\,(1^\circ.37) = +3^s.18$$
$$g\,(16.32) = +2.48$$
$$g\,(1.82) = +3.17$$

Also auch bei diesem Chronometer ist keine sichere Konstanz des Temperaturgliedes vorhanden. Es ist anzunehmen, daß Standortsveränderungen mit ihren Temperatur- und Feuchtigkeitsprüngen am meisten ungünstig auf die Gänge eingewirkt haben, da Knobl. 2303 und Br. 1183, bei welchen ein Standorts-Wechsel am häufigsten vorkam, die größten Gangveränderungen zeigen, während Br. 1333, welches nur ganz vorübergehendem Wechsel unterworfen gewesen ist, die größte Konstanz gehabt hat. Besonders ungünstig ist Knobl. 2303 dadurch beeinflußt gewesen, daß es noch im Eise (März 1903) zur Verwendung für die Navigation von dem bisherigen Standort in der wärmeren Kabine des Kapitäns in das Kartenzimmer an Deck gebracht wurde. Von diesem Wechsel hat das Instrument sich nicht wieder erholt. Br. 1183 ist der Kälte am meisten ausgesetzt gewesen, da es für den ganzen Winter aus dem wärmeren Schiff in die astronomische Beobachtungsstätte versetzt war. Der Wechsel kommt in einer systematischen Änderung der Fehlergrößen für diese Zeit zum Ausdruck, sowie in einer verhältnismäßig großen Gesamtänderung des Ganges, und scheint mehr gewirkt zu haben, als die niederen Temperaturen in längerer, doch gleichmäßiger Einwirkung.

Bei der Diskussion der Temperatureinflüsse auf Chronometer und Uhren ist das Verhalten einer nichtkompensierten Taschenuhr von besonderem Interesse, welche die Bezeichnung „Lange 43002“ trägt, in den Uhrjournalen der Expedition und daher auch in den nachstehenden Darlegungen aber mit „U“ bezeichnet ist. Diese Uhr hat naturgemäß einen sehr großen Temperaturkoeffizienten, so daß sie gewissermaßen als Temperatur-Integrator angesehen werden kann und als solcher tatsächlich die Mitteltemperaturen mit erheblicher Schärfe erkennen läßt. War bei der Ableitung der Gangformeln der vier Chronometer zu berücksichtigen, daß eine der wesentlichsten Fehlerquellen in der Unsicherheit der Standkorrektionen lag, während die Temperaturmessung verhältnismäßig genau war, so kehren sich die Verhältnisse bei der Taschenuhr U gerade in das Gegenteil um. Hier tritt der Standfehler vollkommen gegen den Temperaturfehler zurück, um so mehr, als die Temperatur nur einmal am Tage gemessen ist, so daß die tatsächlich wirkende Mitteltemperatur von der aus den Thermometerablesungen gewonnenen Temperatur abweichen kann.

Der Ableitung der Gangformel liegt folgendes Beobachtungsmaterial zugrunde:

Gang der unkompensierten Uhr U.

Zeit-Argum.	g	t	$\bar{g}$	l	Zeit-Argum.	g	t	$\bar{g}$	l
1901	s		s	s	1902	s		s	s
Aug. 24	+ 87	23°.0	+ 50	[+ 37]	Okt. 8	— 149	2°.6	— 154	+ 5
Sept. 3	+ 74	24.9	+ 69	+ 5	„ 18	— 111	5.4	— 126	+ 15
„ 13	+ 105	28.0	+ 100	+ 5	„ 28	— 107	6.3	— 117	+ 10
„ 23	+ 115	28.7	+ 107	+ 8	Nov. 7	— 95	8.2	— 98	+ 3
Okt. 3	+ 99	27.1	+ 91	+ 8	„ 17	— 96	7.6	— 104	+ 8
„ 13	+ 87	25.5	+ 75	+ 12	„ 27	— 99	7.6	— 104	+ 5
„ 23	+ 66	23.6	+ 56	+ 10	Dez. 7	— 94	8.0	— 100	+ 6
Nov. 2	+ 38	20.9	+ 29	+ 9	„ 17	— 86	8.4	— 96	+ 10
„ 12	+ 14	18.2	+ 2	+ 12	„ 27	— 106	6.6	— 114	+ 8
„ 22	+ 38				1903				
Dez. 2	+ 46				Jan. 6	— 122	7.7	— 103	[— 19]
„ 12	+ 35	20.2	+ 22	+ 13	„ 16	— 137	4.8	— 132	— 5
„ 22	— 32	13.9	— 41	+ 9	„ 26	— 142	3.8	— 142	0
1902					Febr. 5	— 118	5.4	— 126	+ 8
Jan. 1	— 34				„ 15	— 70	10.2	— 78	+ 8
„ 11					„ 25	— 83	9.5	— 85	+ 2
„ 21	+ 39				März 7	— 106	7.3	— 107	+ 1
„ 31	+ 20				„ 17	— 103	7.4	— 106	+ 3
Febr. 10	— 62	10.3	— 77	+ 15	„ 27	— 107	7.0	— 110	+ 3
„ 20	— 99	7.7	— 103	+ 4	Apr. 6	— 85	9.7	— 83	— 2
März 2	— 120	4.9	— 131	+ 11	„ 16		14.4		
„ 12	— 128	4.2	— 138	+ 10	„ 26		18.0		
„ 22	— 116	5.8	— 122	+ 6	Mai 6	+ 52	22.7	+ 47	+ 5
Apr. 1	— 128	4.5	— 135	+ 7	„ 16	+ 70	24.2	+ 62	+ 8
„ 11	— 154	2.2	— 158	+ 4	„ 26	+ 70	23.8	+ 58	+ 12
„ 21		2.7			Juni 5		19.3		
Mai 1	— 170	0.9	— 171	+ 1	„ 15	— 5	16.7	— 13	+ 8
„ 11	— 145	2.8	— 152	+ 7	„ 25	— 25	16.1	— 19	— 6
„ 21	— 132	4.4	— 136	+ 4	Juli 5	— 11	16.5	— 15	+ 4
„ 31	— 126	5.1	— 129	+ 3	„ 15	— 31	15.1	— 29	— 2
Juni 10	— 115	6.2	— 118	+ 3	„ 25	— 16	15.1	— 29	+ 13
„ 20	— 104	6.4	— 116	+ 12	Aug. 4	— 5	16.9	— 11	+ 6
„ 30					„ 14	+ 3	17.4	— 6	+ 9
Juli 10	— 105	6.7	— 113	+ 8	„ 24	+ 16	18.6	+ 6	+ 10
„ 20	— 99	7.3	— 107	+ 8	Sept. 3	+ 31	20.3	+ 23	+ 8
„ 30	— 127	4.5	— 135	+ 8	„ 13	+ 63	23.2	+ 52	+ 11
Aug. 9	— 121	5.2	— 128	+ 7	„ 23	+ 79	24.9	+ 69	+ 10
„ 19	— 131	4.5	— 135	+ 4	Okt. 3	+ 106	27.2	+ 92	+ 14
„ 29	— 90	7.1	— 109	+ 19	„ 13	+ 89	25.5	+ 75	+ 14
Sept. 8	— 132	5.1	— 129	— 3	„ 23	+ 57	22.3	+ 43	+ 14
„ 18	— 148	2.5	— 155	+ 7	Nov. 2	+ 34	19.7	+ 17	+ 17
„ 28	— 152	2.7	— 153	+ 1	„ 12	+ 4	16.7	— 13	+ 17

Zur Ausgleichung der täglichen Gänge als Funktionen der Temperatur wurde zunächst näherungsweise gesetzt:

$$\bar{g} = -180^s + 10^s\,t$$

und dann die Differenzen gebildet: g (Beob.) — $\bar{g}$ = l.

Die Beträge $\bar{g}$ und l sind der obigen Zusammenstellung beigefügt. Während die Temperaturen zwischen + 1° und + 29° variieren, lassen die Werte l eine Abhängigkeit von den verschiedenen Temperaturen nicht erkennen, so daß es zulässig erscheint, der Ausgleichung eine lineare Funktion zugrunde zu legen. Die eingeklammerten beiden l werden im weiteren Verlauf der Rechnung vernachlässigt werden, da die entsprechenden Temperaturen, wie aus den

Beobachtungsjournalen hervorgeht, mit größeren Unsicherheiten behaftet sind. Die Ergebnisse der Ausgleichung sind aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

t	l (Beob.)	l (Rech.)	v	v v	t	l (Beob.)	l (Rech.)	v	v v
	s	s	s			s	s	s	
24°.9	+ 5	+ 10.0	— 5.0	25	8°.2	+ 3	+ 6.3	— 3.3	11
28.0	+ 5	10.7	— 5.7	32	7.6	+ 8	6.2	+ 1.8	3
28.7	+ 8	10.8	— 2.8	8	7.6	+ 5	6.2	— 1.2	1
27.1	+ 8	10.5	— 2.5	6	8.0	+ 6	6.3	— 0.3	0
25.5	+ 12	10.1	+ 1.9	4	8.4	+ 10	6.3	+ 3.7	14
23.6	+ 10	9.7	+ 0.3	0	6.6	+ 8	5.9	+ 2.1	4
20.9	+ 9	9.1	— 0.1	0	4.8	— 5	5.5	— 10.5	110
18.2	+ 12	8.5	+ 3.5	12	3.8	0	5.3	— 5.3	28
20.2	+ 13	8.9	+ 4.1	17	5.4	+ 8	5.7	+ 2.3	5
13.9	+ 9	7.6	+ 1.4	2	10.2	+ 8	6.7	+ 1.3	2
10.3	+ 15	6.8	+ 8.2	67	9.5	+ 2	6.6	— 4.6	21
7.7	+ 4	6.2	— 2.2	5	7.3	+ 1	6.1	— 5.1	26
4.9	+ 11	5.6	+ 5.4	29	7.4	+ 3	6.1	— 3.1	10
4.2	+ 10	5.4	+ 4.6	21	7.0	+ 3	6.0	— 3.0	9
5.8	+ 6	5.8	+ 0.2	0	9.7	— 2	6.6	— 8.6	74
4.5	+ 7	5.5	+ 1.5	2	22.7	+ 5	9.5	— 4.5	20
2.2	+ 4	4.9	— 0.9	1	24.2	+ 8	9.8	— 1.8	3
0.9	+ 1	4.7	— 3.7	14	23.8	+ 12	9.7	+ 2.3	5
2.8	+ 7	5.1	+ 1.9	4	16.7	+ 8	8.2	— 0.2	0
4.4	+ 4	5.4	+ 1.4	2	16.1	— 6	8.0	— 14.0	196
5.1	+ 3	5.6	— 2.6	7	16.5	+ 4	8.1	— 4.1	17
6.2	+ 3	5.8	— 2.8	8	15.1	— 2	7.8	— 9.8	96
6.4	+ 12	5.9	+ 6.1	37	15.1	+ 13	7.8	+ 5.2	27
6.7	+ 8	6.0	+ 2.0	4	16.9	+ 6	8.2	— 2.2	5
7.3	+ 8	6.1	+ 1.9	4	17.4	+ 9	8.3	+ 0.7	0
4.5	+ 8	5.5	+ 2.5	6	18.6	+ 10	8.6	+ 1.4	2
5.2	+ 7	5.6	+ 1.4	2	20.3	+ 8	9.0	— 1.0	1
4.5	+ 4	5.5	— 1.5	2	23.2	+ 11	9.6	+ 1.4	2
7.1	+ 19	6.0	+ 13.0	169	24.9	+ 10	10.0	0.0	0
5.1	— 3	5.6	— 8.6	74	27.2	+ 14	10.5	+ 3.5	12
2.5	+ 7	5.0	+ 2.0	4	25.5	+ 14	10.1	+ 3.9	15
2.7	+ 1	5.1	— 4.1	17	22.3	+ 14	9.4	+ 4.6	21
2.6	+ 5	5.0	0.0	0	19.7	+ 17	8.8	+ 8.2	67
5.4	+ 15	5.7	+ 9.3	86	16.7	+ 17	8.2	+ 8.8	77
6.3	+ 10	5.9	+ 4.1	17					

Die ausgeglichene Gangformel lautet:

$$g_t = + 4^s.47 + 0^s.222\, t + \bar{g}_t$$
$$\pm 1.05 \pm 0.071$$

mithin:

$$g_t = - 175^s.53 + 10^s.222\, t$$
$$\pm 1.05 \quad \pm 0.071$$

Aus Beobachtungen im geodät. Institut vom Jahre 1900/01 ergab sich die Gangformel:

$$g_t = + 10^s.2\, t - \left\{\frac{191^s}{194}\right\} \frac{\text{liegend}}{\text{hängend.}}$$

Der Temperaturfaktor stimmt also in beiden Formeln absolut überein und diese Konstanz gibt der Uhr einen ganz besonderen Wert, insofern als man berechtigt sein wird, den Gang der Uhr U an Stelle der Beobachtungstemperatur als Argument für die Gangformel desjenigen

Chronometers einzuführen, welches mit der Uhr U gleichzeitig denselben Temperaturen ausgesetzt war. Eine derartige Uhr kann demnach für den in Frage stehenden Fall vollständig ein Thermometer ersetzen; jedoch wird es nötig sein, das konstante Glied der Gangformel stetig unter Kontrolle zu halten, was keine Schwierigkeiten bietet.

Eine Diskussion der anderen Taschenuhren von Lange u. Söhne hinsichtlich ihrer Beeinflussung durch die Temperatur ist nicht angängig, da dieselben meistens getragen wurden.

b) Kerguelen-Station.

Die Ableitung der Chronometerstände für die Zeit des Aufenthalts der Hauptexpedition auf Kerguelen ist im voraufgehenden Abschnitt behandelt worden. Am 31. Januar 1902, nach der Abreise der Hauptexpedition, beginnen die Zeitbestimmungen auf der Kerguelen-Station für diese allein und schließen am 21. Februar 1903 ab. Die Ergebnisse dieser Zeitbestimmungen sind auf pag. 121 ff. mitgeteilt und diskutiert worden. Die Station verfügte über die vier Chronometer: Bröcking 1330, Hewitt 865, Frodsham & Baker 6149 und Hornby 411.

Das erstere ließ die Hauptexpedition zurück, das letzte war von dem Dampfer „Tanglin", welcher einen Teil der Stationsbesatzung von Sydney nach Kerguelen gebracht hatte, übernommen worden, während die beiden anderen von dem Observatorium bei Kapstadt auf Ansuchen gütigst leihweise zur Verfügung gestellt worden waren. Sie sind Anfang April 1902 auf der Station eingetroffen.

Als Beobachtungsuhr diente bis zum 10. September 1902 der Chronometer Br. 1330, von da ab bis zum Schluß Hornby 411. Die vier Instrumente sind, soweit möglich, täglich miteinander und mit mehreren Taschenuhren, die für magnetische und meteorologische Beobachtungen gebraucht wurden, verglichen worden. Da sich aus vorbereitenden Rechnungen ergab, daß der Gang der Chronometer Hewitt und Frodsham & Baker weniger gleichmäßig verlief, als derjenige von Br. 1330, so wurde zur Interpolation der Uhrstände nur das letztere Instrument benutzt, da nicht anzunehmen war, daß durch Einführung eines mittleren Chronometers die Sicherheit in der Ableitung der Uhrstände erhöht würde. Dazu kommt noch der Umstand, daß Br. 1330 für die ganze Zeit der Stationsbeobachtungen entweder selbst bei den Zeitbestimmungen unmittelbar diente, oder im andern Falle direkt an die Beobachtungsuhr angeschlossen war.

Die aus den Beobachtungen folgenden Stände von Br. 1330 sind folgende:

Stände des Hauptchronometers auf Kerguelen in den Beobachtungszeiten.

Mittl. Zt. Kerguelen	Δ Br. 1330 beob.	Δ Br. 1330 ausgegl.	Diff.	Mittl. Zt. Kerguelen	Δ Br. 1330 beob.	Δ Br. 1330 ausgegl.	Diff.
1902	m s	m s	s	1902	m s	m s	s
Jan. 31.19	+ 1 35.3	+ 1 35.6	— 0.3	Apr. 3.31	+ 1 21.9	+ 1 21.8	+ 0.1
Febr. 2.83	1 28.2	1 32.7	— 3.9	„ 17.39	1 16.3	1 16.3	0.0
„ 25.86	1 27.9	1 28.3	— 0.4	Mai 8.29	1 23.6	1 23.4	+ 0.2
März 2.83	1 29.8	1 29.0	+ 0.8	„ 15.37	1 25.7	1 25.4	+ 0.3
„ 13.36	1 29.7	1 29.9	— 0.2	„ 17.30	1 25.3	1 25.4	— 0.1
„ 14.83	1 29.1	1 29.7	— 0.6	„ 21.35	1 24.6	1 26.5	— 1.9
„ 20.84	1 29.2	1 27.7	+ 1.5	„ 25.30	1 28.2	1 29.1	— 0.9
„ 22.34	1 25.2	1 27.0	— 1.8	Juni 3.28	1 37.9	1 37.1	+ 0.8
„ 30.35	1 22.6	1 23.3	— 0.7	„ 9.22	1 40.8	1 40.0	+ 0.8

Mittl. Zt. Kerguelen	△ Br. 1330 beob.	△ Br. 1330 ausgegl.	Diff.	Mittl. Zt. Kerguelen	△ Br. 1330 beob.	△ Br. 1330 ausgegl.	Diff.
1902	m s	m s	s	1902	m s	m s	s
Juni 15.41	+ 1 41.3	+ 1 42.1	— 0.8	Nov. 7.40	+ 1 46.6	+ 1 46.5	+ 0.1
„ 24.28	1 46.9	1 45.8	+ 1.1	Dez. 8.39	1 39.9	1 40.1	— 0.2
„ 30.22	1 48.5	1 48.9	— 0.4	1903			
Juli 8.28	1 51.8	1 51.4	+ 0.4	Jan. 7.42	1 6.2	1 6.0	+ 0.2
„ 20.24	1 51.9	1 53.1	— 1.2	„ 16.39	0 51.0	0 51.2	— 0.2
„ 29.36	1 56.5	1 54.5	+ 2.0	„ 22.40	0 39.5	0 39.8	— 0.3
Aug. 12.28	1 49.2	1 49.5	— 0.3	„ 26.43	0 33.7	0 33.7	0.0
„ 22.27	1 53.4	1 53.6	— 0.2	Febr. 6.38	+ 0 12.1	+ 0 12.2	— 0.1
Sept. 10.30	1 59.4	1 59.2	+ 0.2	„ 21.39	— 0 20.6	— 0 20.6	0.0
„ 26.29	1 57.4	1 57.3	+ 0.1	Apr. 21	— 7 56.7		0.0
Okt. 10.41	1 58.9	1 58.8	+ 0.1				

Der letzte Uhrstand (April 21) ergab sich aus Vergleichungen auf dem Russell Observatory in Sydney. Die Ausgleichung der beobachteten Standkorrektionen erfolgte auf graphischem Wege, nachdem zuvor rechnerisch ein lineares Glied in Abrechnung gebracht war, um günstigere Verhältnisse im Maßstabe der Kurve herbeizuführen. Aus der vorhergehenden Zusammenstellung, welche die ausgeglichenen Uhrstände enthält, sieht man sofort, daß sich die Kurve den Beobachtungen recht gut anschließt. Da die Ausgleichung selbst keine bemerkenswerten Gesichtspunkte bietet, so mögen hier nur ihre Ergebnisse Platz finden. Gleichzeitig sind in der nachstehenden Tabelle die Standkorrektionen der drei anderen Chronometer in Intervallen von 5 zu 5 Tagen hinzugefügt. Für Hornby 411 liegen nur für die Zeit von Februar 20 bis April 1 (1902) regelmäßige tägliche Anschlußvergleichungen vor.

Standkorrektionen der auf Kerguelen benutzten Chronometer.

Mittl. Mittag Kerguelen	Br. 1330	Gang für 5 Tage	Hewitt 865	Gang für 5 Tage	Frodsh. & B. 6149	Gang für 5 Tage	Hornby 411	Gang für 5 Tage
1902	m s							
Jan. 11	+ 1 30.5	+ 2.4						
„ 16	32.9	+ 2.3						
„ 21	35.2	+ 2.0						
„ 26	37.2	— 1.4						
„ 31	35.8	— 5.5						
Febr. 5	+ 1 30.3	— 1.9						
„ 10	28.4	— 0.6						
„ 15	27.8	+ 0.1					h m s	
„ 20	27.9	+ 0.3					— 2 3 4.4	— 21.4
„ 25	28.2	+ 0.6					3 25.8	— 20.2
März 2	+ 1 28.8	+ 0.9					— 2 3 46.0	— 22.1
„ 7	29.7	+ 0.2					4 8.1	— 26.0
„ 12	29.9	— 0.7					4 34.1	— 24.9
„ 17	29.2	— 2.0					4 59.0	— 26.6
„ 22	27.2	— 2.4					5 25.6	— 26.8
„ 27	+ 1 24.8	— 2.2					— 2 5 52.4	— 25.8
Apr. 1	22.6	— 0.8					6 18.2	
„ 6	21.8	— 1.8	m s — 0 29.7	— 1.5	m s — 30 9.8	+ 4.0		
„ 11	20.0	— 2.5	31.2	— 1.0	30 5.8	+ 5.0		
„ 16	17.5	+ 0.1	32.2	— 1.2	30 0.8	+ 6.4		
„ 21	+ 1 17.6	+ 2.6	— 0 33.4	— 1.0	— 29 54.4	+ 4.1		
„ 26	20.2	+ 1.2	34.4	— 1.3	29 50.3	+ 3.8		

Mittl. Mittag Kerguelen	Br. 1330	Gang für 5 Tage	Hewitt 865	Gang für 5 Tage	Frodsh. & B. 6149	Gang für 5 Tage
1902	m s		m s		h m s	
Mai 1	+ 1 21.4	+ 1.2	— 0 35.7	— 1.7	— 0 29 46.5	+ 4.0
„ 6	22.6	+ 1.6	37.4	— 2.7	29 42.5	+ 2.6
„ 11	24.2	+ 1.0	40.1	— 4.0	29 39.9	+ 0.7
„ 16	25.2	+ 0.8	44.1	— 4.5	29 39.2	— 11.5
„ 21	26.0	+ 3.3	48.6	— 4.7	29 50.7	— 26.4
„ 26	+ 1 29.3	+ 6.3	— 0 53.3	— 4.0	— 0 30 17.1	— 29.2
„ 31	35.6	+ 2.6	0 57.3	— 4.5	30 46.3	— 33.2
Juni 5	38.2	+ 2.0	1 1.8	— 3.9	31 19.5	— 11.5
„ 10	40.2	+ 1.9	5.7	— 4.6	31 31.0	— 14.6
„ 15	42.1	+ 1.6	10.3	— 4.2	31 45.6	— 15.3
„ 20	+ 1 43.7	+ 2.5	— 1 14.5	— 4.6	— 0 32 0.9	— 11.2
„ 25	46.2	+ 2.4	19.1	— 4.6	32 12.1	— 5.7
„ 30	48.6	+ 1.5	23.7	— 4.9	32 17.8	— 5.7
Juli 5	50.1	+ 1.9	28.6	— 5.1	32 23.5	— 8.2
„ 10	52.0	+ 1.1	33.7	— 5.0	32 31.7	— 8.9
„ 15	+ 1 53.1	+ 0.4	— 1 38.7	— 4.7	— 0 32 40.6	— 11.6
„ 20	53.5	+ 0.9	43.4	— 5.3	32 52.2	— 15.7
„ 25	54.4	+ 0.2	48.7	— 6.0	33 7.9	— 27.6
„ 30	54.6	— 2.4	1 54.7	— 7.5	33 35.5	— 37.5
Aug. 4	52.2	— 1.6	2 2.2	— 8.8	34 13.0	— 33.8
„ 9	+ 1 50.6	— 0.6	— 2 11.0	— 6.5	— 0 34 46.8	— 36.7
„ 14	50.0	+ 0.7	17.5	— 4.3	35 23.5	— 52.1
„ 19	50.7	+ 3.7	21.8	— 2.7	36 15.6	— 49.8
„ 24	54.4	+ 3.6	24.5	— 1.2	37 5.4	— 51.8
„ 29	58.0	+ 1.9	25.7	— 0.8	37 57.2	— 47.8
Sept. 3	+ 1 59.9	— 1.0	— 2 26.5	— 1.0	— 0 38 45.0	— 52.0
„ 8	58.9	+ 0.8	27.5	— 1.3	39 37.0	— 50.0
„ 13	59.7	— 1.1	28.8	— 1.4	40 27.0	— 49.4
„ 18	58.6	— 1.9	30.2	— 1.7	41 16.4	— 49.6
„ 23	56.7	+ 1.1	31.9	— 2.1	42 6.0	— 47.6
„ 28	+ 1 57.8	+ 1.3	— 2 34.0	— 2.5	— 0 42 53.6	— 45.9
Okt. 3	59.1	+ 0.4	36.5	— 3.0	43 39.5	— 45.2
„ 8	59.5	— 1.4	39.5	— 3.8	44 24.7	— 42.9
„ 13	58.1	— 0.6	43.3	— 4.9	45 7.6	— 45.7
„ 18	57.5	— 1.6	48.2	— 5.3	45 53.3	— 43.7
„ 23	+ 1 55.9	— 3.6	— 2 53.5	— 5.6	— 0 46 37.0	— 45.9
„ 28	52.3	— 3.8	2 59.1	— 4.9	47 22.9	— 43.9
Nov. 2	48.5	— 1.9	3 4.0	— 3.9	48 6.8	— 43.7
„ 7	46.6	— 4.3	7.9	— 2.8	48 50.5	— 46.7
„ 12	42.3	— 2.6	10.7	— 2.0	49 37.2	— 47.7
„ 17	+ 1 39.7	— 2.6	— 3 12.7	— 1.0	— 0 50 24.9	— 45.9
„ 22	37.1	+ 0.2	13.7	— 0.5	51 10.8	— 45.4
„ 27	37.3	+ 0.2	14.2	+ 0.2	51 56.2	— 41.3
Dez. 2	37.5	+ 2.7	14.0	— 0.2	52 37.5	— 36.6
„ 7	40.2	— 1.4	14.2	— 0.3	53 14.1	— 43.4
„ 12	+ 1 38.8	— 1.6	— 3 14.5	— 0.3	— 0 53 57.5	— 46.1
„ 17	37.2	— 2.0	14.8	— 0.6	54 43.6	— 46.7
„ 22	35.2	— 8.6	15.4	— 0.9	55 30.3	— 49.3
„ 27	26.6	— 8.3	16.3	— 1.4	56 19.6	— 47.6
1903						
Jan. 1	18.3	— 10.3	17.7	— 2.5	57 7.2	— 53.4
„ 6	+ 1 8.0	— 8.1	— 3 20.2	— 3.3	— 0 58 0.6	— 53.9
„ 11	0 59.9	— 8.0	23.5	— 3.7	58 54.5	— 51.3
„ 16	51.9	— 10.0	27.2	+ 0.4	59 45.8	— 55.4
„ 21	41.9	— 7.6	26.8	+ 3.7	1 0 41.2	— 40.8

Mittl. Mittag Kerguelen	Br. 1330	Gang für 5 Tage	Hewitt 865	Gang für 5 Tage	Frodsh. & B. 6149	Gang für 5 Tage
1903	m s		m s		h m s	
Jan. 26	+ 34.3	— 6.8	— 3 23.1	+ 1.1	— 1 1 22.0	— 46.6
„ 31	27.5	— 11.7	22.0	— 0.6	2 8.6	— 55.1
Febr. 5	15.8	— 13.7	22.6	— 1.0	3 3.7	— 54.2
„ 10	2.1	— 9.8	23.6	— 0.9	3 57.9	— 52.8
„ 15	— 7.8	— 8.8	24.5	— 0.9	4 50.7	— 48.1
„ 20	16.6	— 15.9	— 3 25.4	— 1.5	— 1 5 38.8	— 52.7
„ 25	32.5	(— 40.4)	26.9	(— 3.8)	5 31.5	(— 89.5)
Apr. 21	— 7 56.7		— 4 8.7		— 1 21 56.2	

Bemerkenswert ist zunächst der außerordentlich ungleichmäßige Gang von Frodsham & Baker während der Zeit bis Mitte des August und ferner der stark negative Gang der drei Chronometer Br. 1330, Hewitt und Fr. & B. während der Seereise nach Australien im März und April 1903. Hier zeigt sich wieder die auch bei den Chronometern der Hauptexpedition beobachtete Erscheinung, daß der Gang auf See beschleunigt wird.

Eine Vergleichung des Ganges mit der Temperatur ist nach Maßgabe des vorhandenen Beobachtungsmaterials nur bei dem Chronometer Br. 1330 und auch bei diesem lediglich für die Zeit von 1902 Febr. 1 bis Aug. 19 möglich. Hierunter sind die mittleren Temperaturen für je 5 Tage mit den entsprechenden Gängen zusammengestellt.

Uhrgang und Temperatur bei dem Chronometer Bröcking 1330.

Mittl. Tag	Mittl. Temp.	Mittl. tägl. Gang beob.	Mittl. tägl. Gang berechnet	v	Mittl. Tag	Mittl. Temp.	Mittl. tägl. Gang beob.	Mittl. tägl. Gang berechnet	v
1902		s	s	s	1902		s	s	s
Febr. 7	16°.7	— 0.4	+ 0.13	— 0.53	Mai 18	16°.4	+ 0.2	+ 0.09	+ 0.11
„ 12	16.1	— 0.1	+ 0.06	— 0.16	„ 23	—	+ 0.7		
„ 17	18.0	+ 0.0	+ 0.28	— 0.28	„ 28	17.8	+ 1.3	+ 0.26	+ 1.04
„ 22	16.5	+ 0.1	+ 0.11	— 0.01	Juni 2	17.1	+ 0.5	+ 0.18	+ 0.32
„ 27	17.3	+ 0.1	+ 0.20	— 0.10	„ 7	—	+ 0.4		
März 4	17.6	+ 0.2	+ 0.24	— 0.04	„ 12	17.9	+ 0.4	+ 0.27	+ 0.13
„ 9	16.9	0.0	+ 0.15	— 0.15	„ 17	15.2	+ 0.3	— 0.05	+ 0.35
„ 14	17.0	— 0.1	+ 0.16	— 0.26	„ 22	17.7	+ 0.5	+ 0.25	+ 0.25
„ 19	17.5	— 0.4	+ 0.22	— 0.62	„ 27	17.2	+ 0.5	+ 0.19	+ 0.31
„ 24	16.7	— 0.5	+ 0.13	— 0.63	Juli 2	17.3	+ 0.3	+ 0.20	+ 0.10
„ 29	15.3	— 0.4	— 0.04	— 0.36	„ 7	15.9	+ 0.4	+ 0.03	+ 0.37
April 3	15.4	— 0.2	— 0.03	— 0.17	„ 12	16.6	+ 0.2	+ 0.12	+ 0.08
„ 8	—	— 0.4			„ 17	16.3	+ 0.1	+ 0.08	+ 0.02
„ 13	—	— 0.5			„ 22	15.8	+ 0.2	+ 0.02	+ 0.18
„ 18	16.8	+ 0.0	+ 0.14	— 0.14	„ 27	17.0	+ 0.0	+ 0.16	— 0.16
„ 23	17.7	+ 0.5	+ 0.25	+ 0.25	Aug. 1	—	— 0.5		
„ 28	17.2	+ 0.2	+ 0.19	+ 0.01	„ 6	—	— 0.3		
Mai 3	15.8	+ 0.2	+ 0.02	+ 0.18	„ 11	15.5	— 0.1	— 0.02	— 0.08
„ 8	16.2	+ 0.3	+ 0.07	+ 0.23	„ 16	18.9	+ 0.1	+ 0.39	— 0.29
„ 13	16.7	+ 0.2	+ 0.13	+ 0.07					

Es ist versucht worden, den Gang als eine lineare Funktion darzustellen. Mittels strenger Ausgleichung ergab sich die Beziehung:

$$g = + 0^s.105 + 0^s.120\ (t - 16.5)$$
$$\pm 0.18 \qquad \pm 0.066$$

Aus dem Betrage der hinzugefügten mittleren Fehler ersieht man, daß das konstante Glied sowohl als der Temperatur-Koeffizient nur geringen Anspruch auf Reellität besitzen. Das ist nicht auffallend, da sämtliche Temperaturen innerhalb des kleinen Bereichs von $3^{\circ}.7$ liegen. Noch deutlicher tritt das Mißlingen des Versuchs hervor, wenn man die übrigbleibenden Fehler: „Beobachtung—Rechnung" bildet; diese Fehler (v) sind in der vorhergehenden Zusammenstellung beigefügt. Sie sind bis April 18 sämtlich negativ, von da ab bis Juli 22 ausnahmslos positiv. Vor der Abreise der Expedition war das Chronometer kurze Zeit auf der Deutschen Seewarte untersucht worden. Die ermittelte Gangformel lautete:

$$g = +1^{s}.47 + 0^{s}.012\,(t-15) - 0.0016\,(t-15)^{2},$$

enthält also ein wesentlich kleineres Temperaturglied.

Die Chronometer Hewitt 865 und Frodsham & Baker 6149 sind in der Zeit vom 22. Jan. bis 17. März 1902 auf der Kap-Sternwarte untersucht worden. Es ergaben sich dabei die folgenden Werte des täglichen Ganges:

Tag	Täglicher Gang Hewitt 865	Fr. & B. 6149
	s	s
Jan. 22 bis Jan. 29	— 1.49	+ 0.81
„ 29 „ Febr. 5	— 1.34	+ 0.49
Febr. 5 „ „ 13	— 1.61	+ 0.50
„ 13 „ „ 19	— 1.65	+ 0.82
„ 19 „ „ 26	— 1.43	+ 0.70
„ 26 „ März 5	— 1.79	+ 0.16
März 5 „ „ 12	— 1.94	+ 0.23
„ 12 „ „ 17	— 2.78	+ 0.62

Temperatur-Koeffizienten sind dabei nicht ermittelt. Für Frodsham & Baker 6149 liegen jedoch noch thermische Untersuchungen vom Jahre 1899/1900 vor, welche in Greenwich ausgeführt wurden. Das hierauf bezügliche Zertifikat gibt folgendes an:

1899	Okt.	7	bis	Okt.	21	Temp. = 55°.3 F.	Tägl. Gang =	+ 3s.0
„	„	21	„	„	28	88.2		+ 2.4
„	„	28	„	Nov.	4	93.0		+ 1.1
„	Nov.	4	„	Dez.	16	54.0		+ 1.8
„	Dez.	16	„	„	23	43.6		+ 2.4
„	„	23	„	März	10	45.9		+ 2.4
1900	März	10	„	„	24	44.0		— 1.9
„	„	24	„	Mai	5	49.1		— 1.3
„	Mai	5	„	Juli	7	57.8		— 1.7
„	Juli	7	„	Aug.	4	69.2		— 1.0
„	Aug.	4	„	„	18	63.6		— 1.5

Die Gangwerte schmiegen sich dem Verlauf der Temperatur durchaus nicht an, so daß es nicht möglich ist, aus diesen Bestimmungen eine Gangformel abzuleiten. Dieselbe Regellosigkeit spricht sich auch in der oben mitgeteilten Tabelle aus.

3. Geographische Ortsbestimmungen und Azimutmessungen.

a) Winterlager des „Gauss".

Die Breite des Winterlagers wurde durch Messung von Zirkummeridian-Zenitdistanzen hellerer Fixsterne mittels des großen Universals Hild. Nr. 2892 bestimmt. Beobachtet wurden

im ganzen 15 Sterne und zwar in beiden Fernrohrlagen; 12 davon waren Nordsterne in dem Deklinationsbereich von $+15°$ bis $-31°$ und 3 waren Südsterne. Zu den letzteren habe ich auch σ Oct. gerechnet, dessen Zenitdistanz einmal bei einem Stundenwinkel von $4^1/_2{}^h$ gemessen wurde. Die Berechnung der Refraktion erfolgte nach den strengen Tafeln in Albrechts Tafelsammlung unter Berücksichtigung der Zehntel-Bogensekunden. Es schien diese Genauigkeit geboten, da der Höhenkreis des Instruments Ablesungen auf ganze Sekunden zuläßt. Die Messungen wurden an den Tagen Juni 10, 11, 15 und 19, sowie Juli 1 ausgeführt; als Beobachtungsuhr diente an den ersten beiden Tagen die Taschenuhr B, an den beiden folgenden das Chronometer Bröcking Nr. 1183 und am letzten Tage das Chronometer Nardin Nr. $\frac{55}{8555}$. Die korrespondierenden Zeitbestimmungen fielen auf die Tage Juni 10, 11, 15, 27, 28 und Juli 11.

Aus vorbereitenden Näherungsrechnungen ergab sich die Breite $\varphi = -66° 2' 10''$, und mit diesem Wert sind zunächst die Zeitbestimmungen streng berechnet worden. Letztere brauchten nicht wiederholt zu werden, da als zweiter Näherungsbetrag der Breite gefunden wurde $-66° 2' 9'',0$ und die eine Sekunde Breitenänderung auf die Zeitbestimmungen ohne merklichen Einfluß bleiben mußte.

Die Zeitbestimmungen ergaben die folgenden Uhrstände gegen Orts-Sternzeit zu dem Argument: Uhrangabe

Tag	Uhr	Angabe der Uhr	Δ U
		h m	h m s
Juni 10	B	8 50	+5 10 3.5
„ 11	B	5 16	+5 13 26.1
„ 11	B	7 33	+5 13 45.3
„ 15	Br. 1183	5	+6 7 49.5
„ 27	„	23	+6 8 18.7
„ 28	„	5	+6 8 20.6
Juli 11	„	10	+6 8

Die Korrektion des Chronometers Nardin für Juli 1 ist aus derjenigen von Br. 1183 abgeleitet worden, nachdem der Stand des letzteren aus den obigen Bestimmungen für Juli 1 interpoliert war.

Die Reduktion der beobachteten Zenitdistanzen auf den Meridian erfolgte nach dem gewöhnlichen Schema und zwar für beide Fernrohrlagen gesondert. Nur bei den polnahen Sternen σ Oct. und β Hydri wurde die Breite aus den Zenitdistanzen direkt berechnet.

Die Ergebnisse der einzelnen Bestimmungen sind aus der nebenstehenden Tabelle ersichtlich. —

Das Ergebnis dieser Breitenbestimmung ist demnach $\varphi = -66° 2' 9''.0$ mit einem mittl. Fehler von $\pm 5.''4$. Der mittlere Fehler einer Doppelmessung in beiden Fernrohrlagen ist $\pm 20''.7$.

Zur Diskussion dieser recht erheblichen Fehler sind die Sterne S. 192 mit den abgeleiteten Breiten nach Zenitdistanzen geordnet:

Ergebnisse der Breitenbestimmungen an der Winterstation des „Gauss“.

Tag	Uhr	U Uhrangabe	Δ U Red. auf Ortssternzeit	θ Ortssternzeit	*	α_*	δ_*	$\pm t_*$	z_*	Red. auf Merid.	Meridian-Zenitdist.	φ Mittel	v
		h m s	h m s	h m s		h m s		h m s				— 66°	
Juni 10	B	9 13 53.5	+ 5 10 7.5	14 24 1.0	σ Oct.	19 5 31.8	— 89° 14′ 45″.5	4 41 31	23° 43′ 15″.2			2′ 21″.8[1])	— 12″.8
	„	9 20 28.2	10 7.7	30 35.9	„			4 34 56	23 41 36.5				
	„	9 38 48.8	10 11.5	49 0.3	α Libr.	14 45 30.5	— 15 38 14.4	3 30	50 24 21.0	12.2	50 24 8.8	2 16.4	— 7.4
	„	9 44 35.4	10 12.5	54 47.9	„			9 17	50 25 21.1	85.9	50 23 55.2		
	„	10 3 17.2	10 15.5	15 13 32.7	β Libr.	15 11 47.1	— 9 1 22.9	1 36	57 1 4.4	2.4	57 1 2.0	2 7.5	+ 1.5
	„	10 8 52.4	10 16.5	19 8.9	„			7 22	57 1 18.1	51.0	57 0 27.1		
Juni 15	Br. 1183	5 56 54.1	+ 6 7 49.5	12 4 43.6	ε Corvi	12 5 7.3	— 22 4 50.4	0 24	43 56 18.1	0.2	43 56 17.9	1 35.2	+ 33.8
	„	6 3 50.1	„	11 39.6	„			6 32	43 57 57.4	45.7	43 57 11.7		
	„	6 17 31.8	„	25 21.3	β Hydri	0 20 34.7	— 77 47 50.8	11 55 13	36 9 54.4			1 41.4[1])	+ 27.6
	„	6 27 59.8	„	35 49.3	„			44 45	36 9 47.2				
Juni 19	Br. 1183	3 13 35.0	+ 6 7 59.2	9 21 34.2	α Hydrae	9 22 47.4	— 8 14 19.0	1 13	57 47 47.8	1.4	57 47 46.4	2 42.8	— 33.8
	„	3 19 56.5	„	27 55.7	„			5 8	57 49 25.9	24.6	57 49 1.3		
	„	3 25 33.0	„	33 32.2	o Leon.	9 35 56.5	+ 10 20 5.6	2 24	76 20 20.6	4.6	76 20 16.0	1 36.4	+ 32.6
	„	3 32 1.5	„	40 0.7	„			4 4	76 23 21.3	13.4	76 23 7.9		
	„	3 51 58.2	„	59 57.4	α Leon	10 3 10.5	+ 12 26 35.0	3 13	78 28 56.5	8.2	78 28 48.3	2 22.2	— 13.2
	„	3 52 9.8	„	10 0 9.0	„			3 1	78 29 13.4	7.2	78 29 6.2		
	„	4 11 30.0	„	19 29.2	μ Hydrae	10 21 22.5	— 16 20 30.5	1 53	49 41 34.9	3.6	49 41 31.3	2 12.4	— 3.4
	„	4 15 20.8	„	23 20.0	„			1 58	49 41 56.5	3.9	49 41 52.6		
	„	5 4 8.4	„	11 12 7.6	δ Crat.	11 14 28.2	— 14 15 13.5	2 21	51 48 0.4	5.4	51 47 55.0	2 45.2	— 36.2
	„	5 9 3.3	„	17 2.5	„			2 34	51 47 14.8	6.5	51 47 8.3		
	„	5 36 59.6	„	44 58.8	β Leon.	11 44 5.5	+ 15 7 13.3	0 53	81 8 50.2	0.6	81 8 49.6	1 58.0	+ 11.0
	„	5 42 1.4	„	50 0.6	„			5 55	81 10 0.4	27.3	81 9 33.1		
Juli 1	Nard.	10 45 28.0	+ 41 19.2	11 26 47.2	ξ Hydrae	11 28 12.7	— 31 19 19.3	1 25	34 42 52.5	2.6	34 42 49.9	2 13.3	— 4.3
	„	10 49 19.8	19.8	30 39.6	„			2 27	34 43 5.1	7.0	34 42 58.1		
	„	10 59 32.6	21.5	40 53	β Leon.	11 44 5.3	+ 15 7 4.0	3 12	81 9 16.5	8.0	81 9 8.5	2 6.4	+ 2.6
	„	11 5 2.5	22.5	46 24	„			2 19	81 9 16.5	4.2	81 9 12.3		
	„	11 23 30.0	25.4	12 4 55.4	ε Corvi	12 5 7.1	— 22 4 49.4	0 12	43 57 25.3	0.0	43 57 25.3	2 12.7	— 3.7
	„	11 29 16.2	26.4	10 42.6	„			5 35	43 57 54.3	33.0	43 57 21.3		
	„	11 35 56.4	27.5	17 23.9	β Hydri	0 20 36.4	— 77 47 49.0	11 56 47	36 10 10.8			2 3.3[1])	+ 5.7
	„	11 41 41.8	28.5	23 10.3	„			11 57 26	36 9 59.2				
											Mittel	2 9.0 ± 5.4	

[1]) Besonders berechnet.

I. Nordsterne.

	z	Kreis-lagen	Temp. C	φ + 66° K. W.	φ + 66° K. O.	φ (K. W.) − φ (K. O.)	φ + 66° ½ (K. W. + K. O.)	Bemerkung
				—	—		—	
β Leonis	81°.2	O. W.	— 33°.0	2′ 8″.3	2′ 4″.5	— 3″.8	2′ 6″.4	Bei K. O. liegt ev. die Blase des Niveaus an.
β Leonis	81.2	W. O.	— 31.0	1 36.3	2 19.8	+ 43.5	1 58.0	
α Leonis	78.5	O. W.	— 29.9	2 31.2	2 13.3	— 17.9	2 22.2	
o Leonis	76.4	W. O.	— 29.9	0 10.4	3 2.3	+ 171.9	1 36.4	Blase liegt ev. in beiden Lagen an.
α Hydrae	57.8	O. W.	— 29.9	3 20.3	2 5.4	— 74.9	2 42.8	
β Librae	57.0	W. O.	— 22.5	2 24.9	1 50.0	— 34.9	2 7.5	Bei K. O. liegt ev. Blase an.
δ Crateris	51.8	W. O.	— 30.9	3 8.5	2 21.8	— 46.7	2 45.2	
α Librae	50.4	W. O.	— 22.2	2 23.2	2 9.6	— 13.6	2 16.4	Wie vorher.
μ Hydrae	49.7	W. O.	— 30.8	2 1.8	2 23.1	+ 21.3	2 12.4	Bei K. W. Blase?
ε Corvi	43.9	O. W.	— 33.1	2 10.7	2 14.7	+ 4.0	2 12.7	
ε Corvi	43.9	O. W.	— 20.5	2 2.1	1 8.3	— 53.8	1 35.2	
ξ Hydrae	34.7	W. O.	— 33.0	2 9.2	2 17.4	+ 8.2	2 13.3	Bei K. O. Blase?
II. Südsterne.								
σ Oct.	23.7	W. O.	— 22.0	2 9.3	2 34.4	+ 25.1	2 21.8	Bei K. O. Blase?
β Hydri	36.2	W. O.	— 33.3	1 56.9	2 9.6	+ 12.7	2 3.3	
β Hydri	36.2	W. O.	— 21.8	2 7.9	1 15.0	— 52.9	1 41.4	

Es ist möglich, daß bei einigen Messungen die Niveaublase nicht mehr frei spielte, sondern an einem Ende feststand. Man sieht jedoch, daß diejenigen Sterne, bei welchen dies zu befürchten ist, durchaus nicht besonders schlechte Werte liefern, so daß nachträglich kein Grund vorliegt, sie zu verwerfen.

Trennt man Nord- und Südsterne, so folgt

aus den ersteren $\varphi = -66^\circ\ 2'\ 10''.7$

aus den letzteren $\quad -66\ \ 2\ \ \ 2.2.$

Nach Zenitdistanzen geordnet ergibt sich

z	φ + 66°	Gruppen-mittel	z	φ + 66°	Gruppen-mittel
23°.7	— 2′ 21″.8		51°.8	— 2′ 45″.2	
34.7	2 13.3	— 2′ 5″.0	57.0	2 7.5	— 2′ 31″.8
36.2	2 3.3		57.8	2 42.8	
36.2	1 41.4		76.4	1 36.4	
43.9	1 35.2		78.5	2 22.2	— 2′ 0.″8
43.9	2 12.7	— 2′ 4″.2	81.2	1 58.0	
49.7	2 12.4		81.2	2 6.4	
50.4	2 16.4				

Ein Gang, der auf eine Fernrohrdurchbiegung oder auf systematische Refraktionsfehler hindeuten würde, ist in den Gruppenmitteln nicht angedeutet. Ordnet man nach den Beobachtungstemperaturen, so folgt:

t	φ + 66°	Gruppen-mittel	t	φ + 66°	Gruppen-mittel	t	φ + 66°	Gruppen-mittel
— 20°.5	— 1′ 35″.2		— 29°.9	— 1′ 36″.4		— 31°.0	— 1′ 58″.0	
— 21.8	1 41.4		— 29.9	2 22.2		— 33.0	2 13.3	
— 22.0	2 21.8	— 2′ 0″.5	— 29.9	2 42.8	— 2′ 19″.8	— 33.0	2 6.4	— 2′ 6″.7
— 22.2	2 16.4		— 30.8	2 12.4		— 33.1	2 12.7	
— 22.5	2 7.5		— 30.9	2 45.2		— 33.3	2 3.3	

Auch in diesen Gruppenmitteln ist kein Gang zu erkennen, so daß gegen die Temperaturkorrektion der mittleren Refraktion hiernach nichts zu erinnern wäre.

Es gelingt in der Tat nicht, die verschiedenen Werte der Breite von irgend einem Argument abhängig zu machen, so daß man dem zufälligen Beobachtungsfehler einen großen Spielraum zuschreiben muß. Der Einfluß des Breitenfehlers auf die Ergebnisse der Zeitbestimmungen ist bereits auf S. 142 erörtert worden. Dort habe ich als zu befürchtende Unsicherheit des Breitenwertes 10″ angenommen. Das ist vielleicht im Hinblick auf einen mittleren Fehler von 5″½ etwas wenig. Da aber der Breitenfehler nur Fehler zweiter Ordnung bei der Zeitermittelung durch Azimutmessungen in der Nähe des Meridians zur Folge hat, wenn der Meridianpunkt des Horizontalkreises durch einen dem Pole sehr nahe stehenden Stern festgelegt wird, kann man ihn für den vorliegenden Fall ohne Schaden auch etwas größer annehmen. Nur die vereinzelten, aus Beobachtungen von β Hydri abgeleiteten Meridianpunkte und die auf letztere gegründeten Zeitbestimmungen können in geringem Maße beeinflußt werden.

Die geographische Länge der Winterstation wurde durch Azimutmessungen des Mondes im Anschluß an Fixsterne in der Nähe des Meridians bestimmt. Die Beobachtungen verteilen sich auf beide Kreislagen und konnten bei vier Bestimmungen so angeordnet werden, daß während einer Anschlußmessung die Vertikalachse des Universals geklemmt blieb und daher der Mondrand sowohl als der Fixstern bei unveränderter Azimutablesung an allen 5 Fäden beobachtet wurde. Da aber die Zenitdistanz beim Mond und dem Vergleichsstern nicht dieselbe war, so ergaben sich abweichende Kollimations- und Neigungskorrektionen, die entsprechend berücksichtigt wurden. Bei den übrigen Anschlüssen mußte der Horizontalkreis zur Bestimmung der Azimutdifferenzen benutzt werden.

Als Vergleichssterne dienten die folgenden: μ Hydrae, ι Antliae, ε Corvi, m Virg., α Can. min. und zwei kleine Sterne, die im folgenden M_1 und M_2 genannt werden mögen und deren Koordinaten aus 8 bzw. 10 verschiedenen Katalogen entnommen worden sind, und zwar unter Berücksichtigung der Katalogverbesserungen nach Auwers, Astr. Nachr. 134,33 bzw. 3414.

Die scheinbaren Örter der zuerst genannten Sterne an den Beobachtungstagen sind folgende:

	1902	Naut. Alm.	Berl. A. J.	Auwers Fund.-Katalog. A. N. Bd. 143
		h m s	s	
μ Hydrae	Apr. 18	10 21 23.32	23.29	
		— 16° 20′ 32″.1	32″.5	
„	Juni 11	10 21 22.60	22.59	
		— 16 20 30.7	31.2	
ι Antliae	Apr. 18	10 52 11.94	—	11.82
(B. A. C. 3755)		— 36 37 4.4		7.1
ε Corvi	Juni 15	12 5 7.35	7.33	
		— 22 4 49.9	50.4	
m Virg.	„ 15	13 36 30.78	—	
		— 8 12 42.3		
α Can. min.	Mai 13	7 34 11.36	11.37	
		+ 5 28 18.4	18.8	

Der Rechnung wurden die Angaben des Berl. A. J. für μ Hydrae, ε Corvi und α Can. min., des Naut. Alm. für m Virg., dagegen für ι Antliae, dessen Identität mit B. A. C. 3755 sich erst später herausstellte, die Zahlen des Auwersschen Fundamentalkataloges zugrunde gelegt.

Der mittlere Ort des Sternes M_1 ergab sich aus den folgenden Katalogen:

Katalog	Nr.	$\alpha_{1902.0}$	Anzahl der Beobb.	Gew. (?)	$\delta_{1902.0}$	Anzahl der Beobb.	Gew. (?)
		h m s					
Taylor	8923	19 20 36.56	7	1	— 15° 14′ 51″.0	2	1
Armagh I . . .	4042	36.64	7	1	(49)	0	0
Greenw. 12 y I .	1728	—	0	0	52.5	7	1
Greenw. 12 y II .	1728	36.46	5	1	—	0	0
Cap	3832	36.40	1	1	51.5	1	1
Yarnall 3 Ed. . .	8478	36.63	2	1	51.7	4	1
Greenw. 10 y . .	3161	36.56	5	2	52.1	7	2
Radel III . . .	5160	36.50	3	2	51.2	3	2

Die einfachen Mittelwerte sind:

$$19^h\ 20^m\ 36^s.54$$
$$-15^\circ\ 14'\ 51''.6$$

Unter Zugrundlegung der willkürlich angenommenen Gewichte ergibt sich:

$$19^h\ 20^m\ 36^s.54$$
$$-15^\circ\ 14'\ 51''.7,$$

also nur ein verschwindend kleiner Unterschied in δ.

Die Koordinaten des Sternes M_2 wurden aus den folgenden Katalogen entnommen:

Katalog	Nr.	$\alpha_{1902.0}$	Anzahl der Beobb.	$\delta_{1902.0}$	Anzahl der Beobb.
		h m s			
Taylor	8946	19 23 1.01	3	— 15° 18′ 8″.2	2
Armagh I . . .	4063	1.27	7	—	0
Paris I	26148	1.10	1	—	0
Cap I.	3840	0.98	2	5.7	1
Yarnall 3 ed. . .	8504	0.90	2	6.6	3
Paris II	26148	0.96	4	6.9	1
Cap III	1654	0.95	1	6.5	1
Paris III . . .	26148	0.77	1	6.8	1
Armagh II . . .	2427	—	0	5.2	4
Radel III . . .	5173	1.02	3	7.4	3

Die einfachen Mittelwerte sind:

$$19^h\ 23^m\ 1^s.00$$
$$-15^\circ\ 18'\ 6''.7$$

Gewichte einzuführen, ist hier nicht versucht worden.

Die Beobachtung beider Sterne in Verbindung mit dem Monde fand am 12. Sept. statt. Die Reduktion auf den scheinbaren Ort ist für

$$M_1 + 3^s.59 + 16''.7$$
$$M_2 + 3.60 + 16''.9$$

Die Mondkoordinaten sind dem Naut. Alm. direkt entnommen worden, ebenso die Parallaxe und der Durchmesser.

Die Berechnung der absoluten Längen ist nach den in Chauvenet I S. 373ff. mitgeteilten Formeln 6stellig durchgeführt. Bei den Anschlüssen an M_1 und M_2 wurden beide Kreislagen

besonders behandelt, da man zunächst annehmen konnte, daß diese Bestimmungen wegen der Ausschaltung der Kreisablesungen besonders genau waren. Diese Annahme traf indes nicht zu.

Die einzelnen Ergebnisse der Anschlußmessungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Nimmt man auch für die Sterne M_1 und M_2 Mittelwerte aus beiden Kreislagen an, so erhält man die folgenden Längenwerte:

Apr. 18	☾ und	μ Hydrae	L = 5h 58m 56s.9	v = + 24s.6	vv = 605
„	„ „	ι Antliae	59 12.1	+ 39.8	1584
Mai 13	„ „	α Can. min.	58 8.8	— 23.5	552
Juni 11	„ „	μ Hydrae	58 34.3	+ 2.0	4
„ 15	„ „	ε Corvi	58 53.0	+ 20.7	428
„	„ „	m Virg.	58 27.6	— 4.7	22
Sept. 12	„ „	M_1	58 38.3	+ 6.0	36
„	„ „	M_1	57 52.8	— 39.5	1560
„	„ „	M_2	58 57.8	+ 25.5	650
„	„ „	M_2	57 41.7	— 50.6	2550
			Mittel 5h 58m 32s.3		[vv] = 8001

Der mittlere Fehler einer Bestimmung $m = \pm 29^s.8$
und derjenige des Mittels $M = \pm 9.4$

Drei wesentliche Fehlerquellen beeinflussen das gewonnene Resultat: 1. Die Unsicherheit in der Messung der Azimutdifferenz, 2. die Unsicherheit des angenommenen Uhrstandes und 3. der Fehler in der Auffassung der Fadendurchgangszeiten.

Eine Diskussion der ersten Fehlerquelle wird unmittelbar durch die in der Rechnung auftretende Größe a ermöglicht.

Es ist

$$a = \frac{[9.39675] \cos \delta \cos q}{\sin z} \cdot \triangle \alpha - \frac{[8.22066] \sin q}{\sin z} \cdot \triangle \delta$$

wo $\triangle \alpha$ und $\triangle \delta$ die Änderungen der Mondkoordinaten bezeichnen. Sei fernerer $\triangle A$ die beobachtete Azimutdifferenz zwischen Mond und Stern, so wird der Längenfehler

$$d L^s = \frac{d (\triangle A'')}{a}.$$

Die Größe a hat folgende Werte:

April 18	a = 0,540	
Mai 13	0,567	
Juni 11	0,560	
Juni 15	0,583	
Sept. 12	0,645	(mittlerer Wert).

Sieht man von der letzten Beobachtung ab, bei welcher der Azimutalkreis geklemmt war, so genügt es zu setzen:

$$d L^s = \frac{d (\triangle A'')}{0,56}.$$

Die Unsicherheit der gemessenen Azimutdifferenz ist auf etwa 15″ zu veranschlagen, so daß $d L = \pm 27^s$ würde; das ist ein Betrag, welcher ungefähr dem Fehler einer einzelnen Längenbestimmung entspricht.

Längenbestimmungen

	μ Hydrae	☾	ι Antliae	α Can. min.
	h m s	h m s	h m s	h m s
L′ genähert	5 58 18.0	5 58 18.0	5 58 18.0	5 59 0.0
Orts-Sternzt.	10 21 55.0	10 37 49.3	10 59 1.9	7 37 35.6
Greenw. Sternzt.	4 23 37.0	4 39 31.3	5 0 43.9	1 38 35.6
α	10 21 23.3	10 38 42.9	10 52 11.8	7 34 11.4
δ	— 16° 20′ 32″	+ 3° 54′ 52″.3	— 36° 37′ 7″	+ 5° 28′ 19″
Azim. berechn.	— 0 9 58.3	— 0 2 10.8	— 2 47 29.5	— 0 53 35.0
Azim.-Diff. berechn.	0 7 47.5		2 45 18.7	12 2.5
„ „ beob.	0 7 26.5		2 44 49.5	12 31.5
d L	+ 3ˢ.9		+ 54ˢ.1	— 51ˢ.2
L	5 58 56.9		5 59 12.1	5 58 8.8

	☾	M_1	M_2	☾	M_1	M_2
	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s
L′ genähert	5 59 0.0	5 59 0.0	5 59 0.0	5 59 0.0	5 59 0.0	5 59 0.0
Orts-Sternzt.	19 20 12.9	19 27 7.6	19 29 33.1	19 36 29.6	19 43 7.4	19 45 31.3
Greenw. Sternzt	13 21 12.9	13 28 7.6	13 30 33.1	13 37 29.6	13 44 7.4	13 46 31.3
α	19 14 54.49	19 20 40.13	19 23 4.60	19 15 28.23	19 20 40.13	19 23 4.60
δ	— 17° 9′ 25″.3	— 15° 14′ 35″.0	— 15° 17′ 49″.8	— 17° 8′ 16″.4	— 15° 14′ 35″.0	— 15° 17′ 49″.8
Azim. berechn.	— 2 0 45.1	— 2° 0 36.1	— 2° 0 59.2	— 6 59 16.0	— 6° 58 55.5	— 6 58 57.9
Azim.-Diff. berechn.		— 9.0	+ 14.1		— 20.5	— 18.1
„ „ beob.		— 0.6	— 0.6		— 0.5	— 0.5
dL		— 128.8	+ 228.6		— 308.5	— 278.0
L		5 58 47.2	5 59 22.6		5 58 29.5	5 58 33.0
Kreislage	K. W.	K. W.	K. W.	K. O.	K. O.	K. O.

Die zweite Fehlerquelle, die Unsicherheit der angenommenen Uhrkorrektion, kann nur eine unerhebliche Verfälschung des Ergebnisses zur Folge haben. Die Korrektion überträgt ihren gesamten Fehler unmittelbar auf die Länge; da aber der Uhrstand innerhalb ± 3ˢ als richtig anzunehmen ist, so kann die erhaltene Länge durch diese Fehlerquelle auch nur um diesen Betrag unrichtig werden.

Zur Diskussion der dritten Fehlerquelle ist es nötig, auf die einzelnen Fadenbeobachtungen zurückzugehen. Die auf den Mittelfaden reduzierten (bei dem Monde unter Berücksichtigung seiner Rektaszensionsänderung) Durchgangszeiten waren folgende unter Vernachlässigung der Stunden und Minuten:

April 18						Mai 13			
μ Hydrae		Mond		ι Antliae		α Can. min.		Mond	
K. O.	K. W.	K. W.	K. O.	K. O.	K. W.	K. O.	K. W.	K. O.	K. W.
8ˢ.9	12ˢ.2	14ˢ.3	55ˢ.3	54ˢ.4	39ˢ.7	42ˢ.9	8ˢ.5	40ˢ.1	2ˢ.3
8.8	12.2	14.1	55.3	56.8	38.9	41.5	9.7	39.6	2.5
9.2	11.5	14.2	55.5	55.0	40.2	42.5	8.8	39.7	1.4
8.6	11.2	14.0	55.1	54.3	39.4	42.3	8.7	39.5	1.4
9.1	**11.3**	**13.9**	**54.3**	**54.5**	**38.8**	**42.4**	**9.0**	**39.6**	**0.9**
8.9	11.7	14.1	55.1	55.0	39.4	42.3	8.9	39.7	1.7
± 0.1	± 0.2	± 0.1	± 0.2	± 0.5	± 0.3	± 0.2	± 0.2	± 0.1	± 0.3

aus Mondazimuten.

☾	☾	μ Hydrae	ε Corvi	☾	m Virg.
h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s
5 59 0.0	5 59 0.0	5 59 0.0	5 59 0.0	5 59 0.0	5 59 0.0
8 37 0.7	10 7 7.0	10 29 7.6	12 8 11.9	13 25 45.5	13 38 53.3
2 38 0.7	4 8 7.0	4 30 7.6	6 9 11.9	7 26 45.5	7 39 53.3
8 35 18.7	10 4 19.4	10 21 22.6	12 5 7.3	13 24 38.5	13 36 30.8
+ 13° 14′ 14″.6	+ 6° 57′ 18″.8	— 16° 20′ 31″	— 22° 4′ 50″.4	— 9° 52′ 22″.2	— 8° 12′ 42″
— 0 41 32.5	— 1 0 2.5	— 2 26 15.6	— 1 1 36.7	— 37 54.8	— 0 41 39.4
		1 26 13.1	23 41.9		3 44.6
		1 26 27.5	23 46.0		4 3.5
		— 25s.7	— 7s.0		— 32s.4
		5 58 34.3	5 58 53.0		5 58 27.6

☾	M_1	M_2	☾	M_1	M_2
h m s	h m s	h m s	h m s	h m s	h m s
5 59 0.0	5 59 0.0	5 59 0.0	5 59 0.0	5 59 0.0	5 59 0.0
19 52 36.3	19 59 17.5	20 1 41.3	20 5 36.7	20 11 41.2	20 14 2.9
13 53 36.3	14 0 17.5	14 2 41.3	14 6 36.7	14 12 41.2	14 15 2.9
19 16 2.31	19 20 40.13	19 23 4.60	19 16 28.58	19 20 40.13	19 23 4.60
— 17° 7′ 6″.4	— 15° 14′ 35″.0	— 15° 17′ 49″.8	— 17° 6′ 12″.2	— 15° 14′ 35″.0	— 15° 17′ 49″.8
— 11 59 16.1	— 11 59 2.6	— 11 59 12.0	— 15 48 47.5	— 15 47 34.0	— 15 47 11.6
	— 13.5	— 4.1		— 73.5	— 95.9
	— 0.5	— 0.5		— 0.1	— 0.1
	— 208.2	— 58.7		— 114s.2	— 150s.9
	5 58 39.8	5 58 54.3		5 57 5.8	5 56 29.1
	K. O.	K. O.		K. W.	K. W.

Juni 11				Juni 15					
Mond		μ Hydrae		ε Corvi		Mond		m Virg.	
K. W.	K. O.	K. O.	K. W.	K. O.	K. W.	K. W.	K. O.	K. O.	K. W.
18s.0	15.s7	35s.0	51s.5	54s.9	50s.1	54s.0	58s.8	1s.0	7s.2
17.6	15.1	34.5	52.1	54.1	49.8	53.5	58.4	0.2	6.3
17.3	15.4	33.6	52.0	53.0	50.5	53.4	58.4	0.2	6.2
16.9	14.5	34.1	51.8	54.4	49.3	52.6	58.3	0.0	6.8
17.2	**14.0**	**34.0**	**52.0**	**54.2**	**50.9**	**53.0**	**56.8**	**0.4**	**5.8**
17.4	14.9	34.2	51.9	54.1	50.1	53.3	58.1	0.4	6.5
± 0.2	± 0.3	± 0.2	± 0.1	± 0.3	± 0.3	± 0.2	± 0.35	± 0.2	± 0.25

Sept. 12						Sept. 12					
Mond		M_1		M_2		Mond		M_1		M_2	
K. W.	K. O.	K. W.	K. O.	K. W.	K. O.	K. O.	K. W.	K. O.	K. W.	K. O.	K. W.
22s.1	38s.6	—	16s.7	41s.8	—	5s.6	45s.4	26s.2	50s.2	49s.6	—
21.4	39.4	—	16.7	41.4	—	5.4	45.8	27.4	50.4	51.0	—
22.2	38.5	—	15.8	42.4	39s.8	5.2	45.5	26.3	(46.4)	50.8	—
21.8	38.3	17s.4	16.2	42.0	41.0	5.1	46.2	26.4	49.7	50.6	12s.2
22.0	**38.0**	**15.8**	**16.4**	**42.7**	**40.2**	**5.0**	**45.6**	**26.2**	**50.6**	**49.4**	**11.6**
21.9	38.6	16.6	16.4	42.1	40.3	5.3	45.7	26.5	50.2	50.3	11.9
± 0.1$_5$	± 0.2	(± 0.8)	± 0.2	± 0.2	± 0.3$_5$	± 0.1	± 0.1$_5$	± 0.2	± 0.2	± 0.3	(± 0.3)

Bezeichnet man die mittleren Fehler der Durchgangszeiten mit m und m′ in den beiden Kreislagen, so wird der mittlere Fehler des Mittelwertes sein:

$$M = \tfrac{1}{2}\sqrt{m^2 + m'^2}$$

und der mittlere Fehler der beobachteten Zeitdifferenz (Mond — Stern)

$$M' = \tfrac{1}{2}\sqrt{M_{☾}^2 + M_{*}^2}.$$

Läßt man die in der obigen Zusammenstellung hinzugefügten mittleren Fehler trotz der geringen Anzahl der einzelnen Beobachtungswerte gelten, so ergeben sich folgende Werte M′ bei dem Anschluß des Mondes an

μ Hydrae	M′ = ± 0ˢ.16
ι Antliae	0.32
α Can. min.	0.21
μ Hydrae	0.21
ε Corvi	0.29
m Virg.	0.25
M_1	(0.43)
M_2	0.23
M_1	0.17
M_2	(0.23).

Sieht man von dem ersten Anschluß an M_1 und dem letzten an M_2, wo bei dem Stern in der einen Kreislage nur zwei Fäden beobachtet waren, ab, so läßt sich der mittlere Fehler eines Zeitanschlusses im Durchschnitt zu $\pm 0^s.23$ angeben. Die Mondbewegung in α war an den fünf Beobachtungstagen $2^s.08$, $2^s.30$, $1^s.97$, $2^s.04$, $2^s.16$ für 1^m, im Mittel: $2^s.11$. Es wird daher eine Unsicherheit in der Zeitbeobachtung von $0^s.23$ einen Fehler von $6^s.5$ in der Länge unmittelbar zur Folge haben.

Als mittlerer Fehler einer Längenbestimmung war gefunden worden: $m = \pm 29^s,8$. Legt man diesen der Azimutmessung allein zur Last, so erhält man einen Azimutfehler von $\pm (29.8 \cdot 0.56)'' = \pm 16''.7$; das ist etwa der Betrag, welcher oben a priori angenommen wurde. Es dürfte zulässig sein, die aus den drei Quellen entstehenden Fehler in der Länge, f_1 f_2 f_3, durch die Proportion zu verbinden:

$$f_1 : f_2 : f_3 = 27 : 3 : 7$$

und zu setzen:

$$29,8 = \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + f_3^2}.$$

Dann ergibt sich:

$$f_1 = \pm 28^s.7 \qquad f_2 = \pm 3^s.2 \qquad f_3 = \pm 7^s.4,$$

das sind Beträge, welche mit den vorher angesetzten Fehlern 27^s, 3^s und $6^s.5$ wohl mehr durch Zufall fast genau übereinstimmen.

Hiermit mag die Diskussion ihren Abschluß finden. Das Endergebnis der Ortsbestimmung ist:

Winterstation des „Gauss“ $\varphi = -66^\circ\ 2'\ 9''.0 \pm 5''.4$

$$\left.\begin{array}{l} L = 5^h\ 58^m\ 32^s.3 \pm 9^s.4 \\ L = 89^\circ\ 38'\ 5'' \pm 2'\,21'' \end{array}\right\} \text{östlich Greenwich.}$$

Die Erdbogenlänge in Meter beträgt für die Breite der Winterstation:

31,0 d φ'' in Breite,
189 d L^s in Länge,

so daß die mittleren Fehler werden:

in Breite ± 167 m,
in Länge ± 1777 m.

b) Gaussberg, Astronomischer und Magnetischer Punkt, Inlandeis und Aufenthalte bei Schlittenreisen.

Die Bestimmung der geographischen Koordinaten des Gaussberg erfolgte auf der vierten Schlittenreise in der Zeit von Sept. 26 bis Okt. 9. Beobachtet wurden ausschließlich Sonnenhöhen mit Sextant und künstlichem Horizont, und zwar wurden die Messungen vor- und nachmittags bei einem Stundenwinkel von etwa $\mp 4^h$ und um Mittag angestellt, so daß zunächst Ortszeit und Breite genähert berechnet werden konnten. Als Beobachtungsuhren dienten die Taschenuhren L S und B, welche vor Beginn und nach Beendigung der Schlittenreise an die Hauptchronometer angeschlossen waren. Mit Hilfe der vorher ermittelten Länge der Winterstation des „Gauss" und des bekannten mittleren Ganges der Uhren während der Schlittenreise führten die Zeitbestimmungen auf die Kenntnis der Längendifferenz: Gaussberg — Winterstation und damit der Länge selbst, und ferner konnte aus den Zirkummeridianhöhen der Sonne durch Einführung der richtigen Sonnendeklination die Breite endgültig abgeleitet werden.

Die erste Näherung ergab als Breite:

$$\varphi = -66^\circ\, 48'.$$

Der zweite Wert:

$$\varphi = -66^\circ\, 47'\, 48''$$

konnte schon als definitiver angesehen werden.

Unter Zugrundelegung dieser Breite und des zweiten Näherungswertes der Länge: $L = 5^h\, 57^m\, 15^s$ gestaltete sich die Berechnung der Uhrstände folgendermaßen:

Uhrstände am Gaussberg.

Tag 1902	Uhr	U	h ☉	δ ☉	Wahre Ortszeit	Δ U gegen wahre Ortszeit	Δ L S gegen Orts-Sternzt.	Δ B gegen Mittl. Ortszt.
		h m s			h m s	h m s	m s	
Sept. 26	L S	16 19 30.4	10° 41′ 26″	— 0° 56′ 50″	+ 4 17 32.3	— 12 1 58.1	+ 6 45.6	
		20 20.3	36 49		18 23.4	1 56.9	47.0	
								m s
„ 28	B	8 11 49.0	13 56 2	— 1 35 49	— 3 47 31.4	+ 0 0 39.6	(+ 6 58)	— 8 17.5
		22 11.7	14 48 58		36 59.9	48.4	(+ 7 7)	(8.7)
„ 28	L S	16 16 28.2	12 18 12	— 1 43 30	+ 4 7 38.9	— 12 8 49.3	+ 7 5.4	
		19 58.2	11 59 31		11 8.3	49.9	5.4	
		23 6.2	11 42 30		14 17.9	48.3	7.5	
„ 30	„	16 19 22.2	13 24 26	— 2 30 12	+ 4 3 24.2	— 12 15 58.0	+ 7 9.4	
		22 6.5	13 9 48		6 9.4	57.1	10.7	
		24 59.2	12 54 39		8 59.4	59.8	8.5	
Okt. 2	„	16 52 8.3	11 48 57	— 3 17 19	+ 4 29 2.6	— 12 23 5.7	+ 7 19.9	
		57 20.2	11 20 5		34 5.0	15.2	11.2	
		59 1.5	11 11 0		35 50.2	11.3	15.4	
„ 5	B	7 39 44.4	13 49 59	— 4 18 29	— 4 17 24.7	+ 2 50.9	(+ 7 28)	— 8 20.4
		41 21.4	13 58 56		15 46.6	52.0	(+ 7 29)	19.1
		43 13.9	14 9 45		13 47.3	58.8	(+ 7 35)	12.5
„ 5	L S	16 46 18.0	14 24 9	— 4 26 42	+ 4 12 32.7	— 12 33 45.3	+ 7 31.5	
		48 54.8	14 10 17		15 5.7	50.1	28.1	
		51 16.0	13 57 11		17 29.5	46.5	31.1	
„ 8	B	7 53 4.0	16 11 54	— 5 27 58	— 4 3 9.2	+ 3 46.8	(+ 7 57)	— 8 17.7
		54 51.1	16 21 38		1 19.7	49.2	(+ 8 0)	15.3
		56 43.4	16 31 36		3 59 27.3	49.3	(+ 8 0)	15.2

Die Uhrstände vor Beginn der Schlittenreise und nach Beendigung derselben waren folgende:

Tag	△ L S	△ B
	h m s	h m s
1902 Sept. 11	— 5 52 23	— 6 5 25.
„ „ 12	52 14	5 28
„ „ 13	52 5	5 30
„ „ 14	52 1	5 33
„ Okt. 15	— 5 48 25	— 6 5 31
„ „ 16	48 18	5 34
„ „ 17	48 13.	5 38.
„ „ 18	48 7.	5 42.

Während der Schlittenexpedition sind die Uhren L S und B wiederholt verglichen worden (stets vormittags):

Tag	L S	B	△ L S — △ B
	h m s	h m s	m s
Sept. 26	10 5 0	10 3 52.3	+ 14 59.3
„ 28	10 23 0	10 14 15.0	+ 15 16.8
„ 30	10 14 0	9 57 37.8	+ 15 30.0
Okt. 2	10 0 30	9 36 21.8	+ 15 33.6
„ 5	10 0 0	9 24 20.0	+ 15 49.4
„ 6	10 12 0	9 32 27.0	+ 15 54.4
„ 7	10 39 0	9 55 38.0	+ 16 5.7

Die Differenzen △ L S — △ B mögen dazu dienen, die Uhr B zu eliminieren und ihre Angaben durch diejenigen von L S zu ersetzen. Es ergeben sich dann die in Klammern gesetzten Werte in der Rubrik: „△ L S gegen Ortssternzeit“ der Tabelle auf S. 199.

Interpoliert man die Stände △ L S gegen Greenw. Sternzeit zwischen Sept. 14 und Okt. 15 linear für die Beobachtungszeiten und stellt sie den ermittelten Ständen gegen Gaussberg-Ortssternzeit gegenüber, so ergibt sich unmittelbar die Länge des Gaussbergs gegen Greenwich.

Geographische Länge des Gaussbergs.

1902	△ L S gegen Sternzt.		Länge L	△ B gegen Mittl. Zt.		Länge L
	Gaussberg	Greenwich (linear interpol.)		Gaussberg	Greenw.	
	m s	h m s	h m s	m s	h m s	h m s
Sept. 26	+ 6 46	— 5 50 36	5 57 23	— 8 13	— 6 5 32	5 57 19
	6 47	50 36	23	11	„	21
„ 28	6 58	50 24	22	17.	„	14.
	7 7	50 24	31	9	„	23
	7 5	50 22	27	14	„	18
	7 5	50 22	27	14	„	18
	7 7.	50 22	29.	12	„	20
„ 30	7 9	50 8	17	22	„	10
	7 11	50 8	19	20	„	12
	7 8.	50 8	16.	23	„	9
Okt. 2	7 20	49 54	14	24	„	8
	7 11	49 54	5	23	„	9

1902	Δ L S gegen Sternzt. Gaussberg	Δ L S gegen Sternzt. Greenwich (linear interpol.)	Länge L	Δ B gegen Mittl. Zt. Gaussberg	Δ B gegen Mittl. Zt. Greenw.	Länge L
	m s	h m s	h m s	m s	h m s	h m s
	+ 7 15	— 5 49 54	5 57 9	— 8 19	— 6 5 32	5 57 13
Okt. 5	7 28	49 35	3	20	„	12
	7 29	49 35	4	19	„	13
	7 35	49 35	10	12.	„	19.
„ 5	7 31.	49 33	4.	18.	„	13.
	7 28	49 33	1	22	„	10
	7 31	49 33	4	19	„	13
„ 8	7 57	49 14	11	18	„	14
	8 0	49 14	14	15	„	17
	8 0	49 14	14	15	„	17

Die großen Unterschiede in der so ermittelten Länge zeigen, daß die Uhr L S während der Schlittenexpedition so ungleichmäßig gegangen ist, daß eine Interpolation der Stände kaum zulässig ist. Legt man andererseits die Uhr B allen Beobachtungen zugrunde, so ergeben sich die drei letzten Spalten der Tabelle.

Die mit der Uhr B erhaltenen Längen stimmen erheblich besser miteinander überein, da die größten Differenzen zweier Werte nur 15^s betragen, gegenüber 30^s bei der Uhr L S.

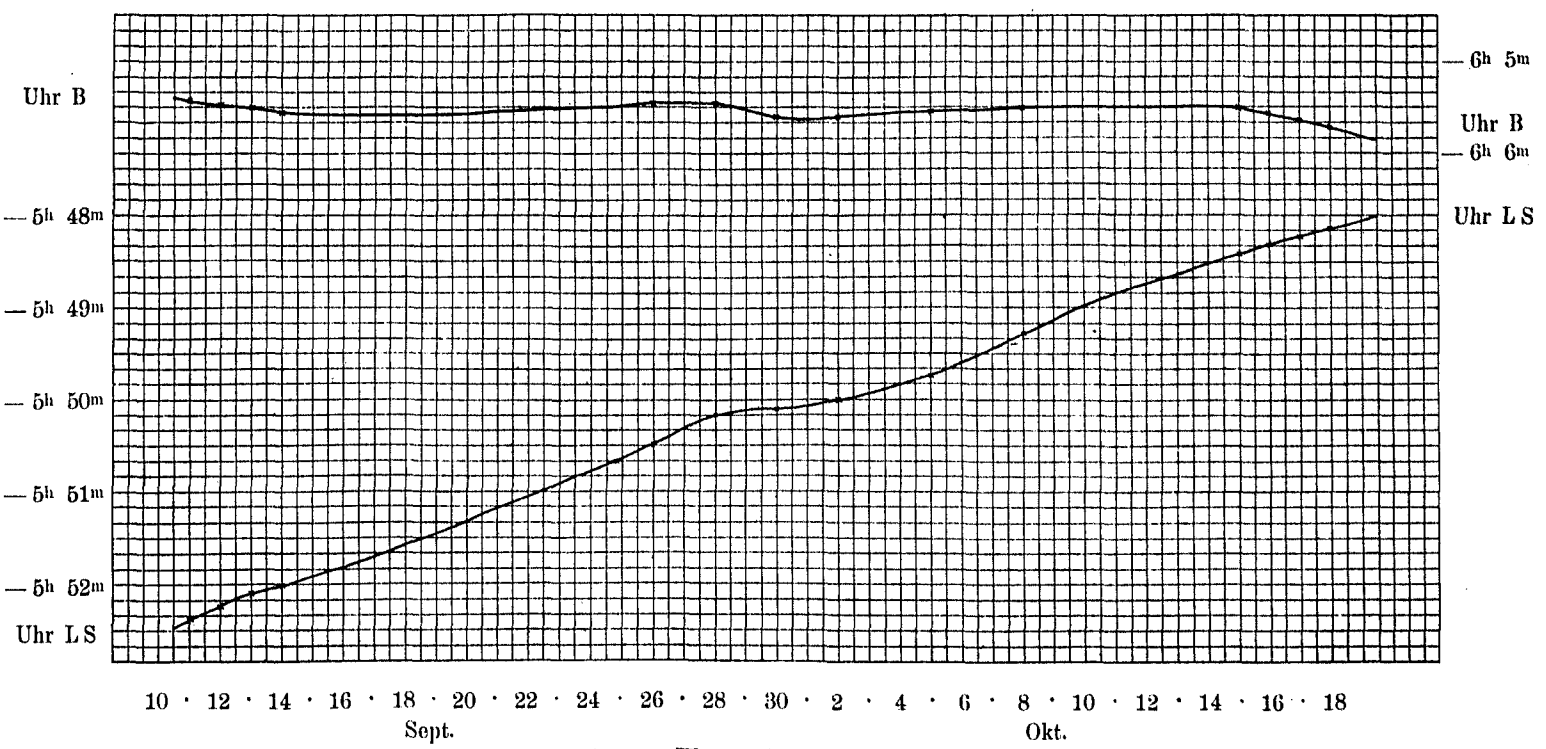


Fig. 7. **Uhrstände am Gaussberg.**

Gleichwohl sind die gewonnenen Längenwerte nicht einwandsfrei, da zwischen den festen Anschlußpunkten der Stand linear interpoliert wurde, andererseits aber aus den Zeitbestimmungen auf der Schlittenreise zu folgern ist, daß der Stand tatsächlich nicht konstant war, wie die Interpolation ergeben hatte. Im übrigen bleibt auch noch die Gangunsicherheit während der Schlittenfahrt

selbst bestehen, also für einen Zeitraum von 12 Tagen vor und 7 Tagen nach den Zeitbestimmungen, wo leicht größere Gangstörungen vorgekommen sein können. Unter diesen Umständen ist es schwer, zu einem einwandsfreien Längenwert zu gelangen.

Nimmt man einfach das Mittel aus den Längen, so ergibt sich für beide Uhren der gleiche Wert:

$$L = 5^h\, 57^m\, 15^s$$

Das ist zwar ein günstiges Zeichen, beseitigt aber die Schwierigkeiten keineswegs. Eine graphische Aufzeichnung des Standes beider Uhren gegen Greenw. Zeit unter Zugrundelegung der Länge $5^h\, 57^m\, 15^s$ liefert eine Art von Kontrolle dafür, daß diese Länge relativ gegen diejenige der Winterstation genommen innerhalb einer gewissen Grenze, die ich zu $\pm 10^s$ annehmen möchte, richtig sind. Eine strengere Diskussion erscheint nicht angängig.

Beide Kurven verlaufen zwanglos, insbesondere fügen sich die für die Schlittenexpedition geltenden Stände zwischen die Anfangs- und Endwerte der Kurven gut ein. Läßt man den Betrag $\pm 10^s$ als mittl. Fehler der Längendifferenz gegen die Winterstation gelten, so ergibt sich als mittlerer Fehler der Länge selbst:

$$m = \pm \sqrt{(10)^2 + (9.4)^2} = \pm 14^s = \pm 3'.5$$

Die Breitenbestimmung basiert auf einer größeren Anzahl von Zirkummeridian-Sonnenhöhen, die an den Tagen Sept. 26, 28, 30, Okt. 2, 5, 6, 9 gemessen wurden. Jede einzelne Höhe ist wegen Refraktion, Parallaxe und Sonnendurchmesser korrigiert und auf den Meridian reduziert worden. Die Uhrangaben wurden mit Hilfe der auf S. 199 erhaltenen Stände gegen wahre Ortszeit verbessert. Die einzelnen Messungsergebnisse und die daraus abgeleiteten Werte für die Breite finden sich in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Breitenbestimmungen am „Gaussberg".

Tag 1902	Wahre Ortszeit	$h_{\odot}$	Red. auf den Meridian	Meridianhöhe	$\delta_{\odot}$	φ	v	vv
	m s					— 66°		
Sept. 26	+ 5 21	24° 4′ 35′	0′ 10″	24° 4′ 45″	— 0° 52′ 39″	47′ 54″	— 6″	36
	7 0	4 35	21	4 56	41	47 45	+ 3	9
	8 57	3 50	41	4 31	44	48 13	— 25	625
	10 28	3 40	1 1	4 41	47	48 6	— 18	324
„ 28	— 11 1	24 49 15	2 26	24 51 41	— 1 39 14	47 33	+ 15	225
	8 51	49 34	1 42	51 16	16	48 0	— 12	144
	7 8	50 5	1 12	51 17	17	48 0	— 12	144
	— 5 56	50 20	55	51 15	18	48 3	— 15	225
	+ 15 41	49 20	2 39	51 59	39	47 40	+ 8	64
	17 5	49 25	3 13	52 38	40	47 2	+ 46	2116
	17 53	48 4	3 34	51 38	41	48 3	— 15	225
	18 47	47 44	3 50	51 34	42	48 8	— 20	400
„ 30	+ 19 30	25 34 53	4 21	25 39 14	— 2 26 29	47 15	+ 33	1089
	19 53	33 45	4 32	38 17	30	48 13	— 25	625
	21 49	32 58	5 34	38 32	31	47 59	— 11	121
	22 46	32 8	6 8	38 16	32	48 16	— 28	784
Okt. 2	— 6 2	26 23 13	0 58	26 24 11	— 3 12 44	48 33	— 45	2025
	5 7	23 48	46	24 34	46	48 12	— 24	576
	— 1 55	24 54	14	25 8	48	47 40	+ 8	64

Tag 1902	Wahre Ortszeit	h ⊖	Red. auf den Meridian	Meridianhöhe	δ ⊖	φ	v	vv
	m s					— 66°		
Okt. 2	+ 0 16	26° 24′ 54″	0′ 3″	26° 24′ 57″	— 3° 12′ 50″	47′ 53″	— 5″	25
	11 17	23 54	1 12	25 6	13 1	47 55	— 7	49
	12 24	23 29	1 31	25 0	3	48 3	— 15	225
	13 34	22 43	1 52	24 35	4	48 29	— 41	1681
	14 29	22 33	2 11	24 44	5	48 21	— 33	1089
„ 5	— 6 38	27 33 35	1 10	27 34 45	— 4 22 26	47 41	+ 7	49
	5 34	33 50	0 54	34 44	28	47 44	+ 4	16
	4 48	34 5	44	34 49	29	47 40	+ 8	64
	3 44	34 38	32	35 10	30	47 20	+ 28	784
	2 0	34 58	16	35 14	31	47 17	+ 31	961
	— 0 31	35 18	7	35 25	33	47 8	+ 40	1600
	+ 7 31	35 13	24	35 37	40	47 3	+ 45	2025
	9 7	34 58	41	35 39	42	47 3	+ 45	2025
	10 41	34 33	1 2	35 35	43	47 8	+ 40	1600
	11 34	33 40	1 15	34 55	44	47 49	— 1	1
	12 42	33 20	1 35	34 55	45	47 50	— 2	4
	15 2	32 25	2 22	34 47	47	48 0	— 12	144
„ 6	— 4 2	27 57 31	0 35	27 58 6	— 4 45 38	47 32	+ 16	256
	3 6	57 41	25	58 6	39	47 33	+ 15	225
	1 48	57 27	14	57 41	41	48 0	— 12	144
	— 0 41	57 37	7	57 44	42	47 58	— 10	100
	+ 5 51	57 37	11	57 48	48	48 0	— 12	144
	6 40	57 27	17	57 44	49	48 5	— 17	289
	8 54	57 5	39	57 44	51	48 7	— 19	361
	10 39	56 40	1 2	57 42	52	48 10	— 22	484
„ 9	+ 1 20	29 6 44	0 2	29 6 46	— 5 54 46	48 0	— 12	144
	2 50	7 19	0	7 19	47	47 28	+ 20	400
	4 14	7 3	2	7 5	49	47 44	+ 4	16
	5 29	7 13	7	7 20	50	47 30	+ 18	324
	6 56	6 59	16	7 15	51	47 36	+ 12	144
	8 21	6 48	28	7 16	52	47 36	+ 12	144

Das Ergebnis aus diesen 50 Einzelmessungen ist der Breitenwert:

$$\varphi = -66^\circ\ 47'\ 48'' \pm 3''.2$$

der mittl. Fehler einer Messung ergibt sich zu $\pm 23''$; das ist ein durchaus annehmbarer Betrag.

Nimmt man die einzelnen Tagesmittel, so folgt für

Tag	φ	Temp.
Sept. 26	— 66° 48′ 0″	— 17°.9 C.
„ 28	47 49	— 15.0
„ 30	47 55	— 13.2
Oct. 2	48 8	— 11.6
„ 5	47 29	— 16.5
„ 6	47 56	— 13.5
„ 9	47 39	— 10.5

Das Mittel aus den Tageswerten ist

$$-66^\circ\ 47'\ 55'',$$

also um nur 7″ von dem Gesamtmittel verschieden. Eine Abhängigkeit der Tagesmittel von der Temperatur ist nicht angedeutet.

Das Ergebnis der Ortsbestimmung ist nach dem obigen:

Zeltlager am Schwarzen Berge $\varphi = -66^\circ\,47'\,48'' \pm 3''.2$
(Gaussberg) $L = 5^h\,57^m\,15^s\,(\pm 14^s)$
$L = 89^\circ\,19'\quad(\pm 3'.5)$

Die Erdbogenlänge in Meter beträgt für die Breite des Gaussberges:

$31{,}0\ d_\varphi''$ in Breite
$183\ \ dL^s$ in Länge

und hieraus folgen die mittleren Fehler in Breite $\pm$ 99 m und in Länge rund $\pm$ 2560 m.

Bei einer früheren Schlittenreise, am 28. bis 30. April 1902, wurde ebenfalls eine Ortsbestimmung des Astronomischen Punktes am Gaussberg vorgenommen, die aber nur auf einigen wenigen Beobachtungen basiert, und deren Ergebnisse daher zweckmäßig als Kontrollwerte betrachtet werden.

Zur Bestimmung der Breite liegen die folgenden Einzelmessungen vor (Sonnen-Zirkummeridianhöhen)

Tag	$h_\ominus$	Wahre Ortszeit	Merid.-Höhe	$\delta_\odot$	φ
		m s			
Apr. 28	9° 18′ 55″	— 15 7	9° 21′ 50″	+ 13° 51′ 28″	— 66° 46′ 42″
	9 19 22	— 12 41	9 21 23	13 51 29	47 8
	9 19 31	— 5 30	9 19 52	13 51 35	48 33
	9 20 2	— 3 45	9 20 12	13 51 36	48 12
„ 29	9 0 19	— 7 3	9 0 57	+ 14 10 31	48 32
	9 0 35	— 5 49	9 1 1	14 10 32	48 27
	9 1 11	— 3 27	9 1 20	14 10 34	48 6
	9 0 55	— 1 46	9 0 57	14 10 35	48 28

Im Mittel ergibt sich hieraus:

$$\varphi = -66^\circ\,48'\,1''\ \pm 15''$$

in befriedigender Übereinstimmung mit dem vorher erhaltenen Werte: $-66^\circ\,47'\,48''$.

Erheblich ungenauer sind die Ergebnisse der Zeit- und Längenbestimmungen auf dieser Schlittenexpedition ausgefallen. Es wurden an drei Tagen Sonnenhöhen mit dem kleinen Universal beobachtet; diese Höhen konnten bei dem schon winterlichen, ungünstigen Sonnenstande nur 6 bis 8 Grad bei einem Stundenwinkel von $1\frac{1}{2}$ bis 2^h betragen. Es ist im vorhinein klar, daß die abgeleiteten Uhrstände nur sehr unsicher sein können.

Es ist

$$dt^s = \frac{1}{\cos\varphi \sin a} \cdot \frac{dz''}{15};$$

das Nordazimut variierte zwischen 31° und 22°, kann daher für diese Betrachtung zu 27° angenommen werden. Dann ergibt sich:

$$dt^s = 0.37\ dz''$$

Den Höhenfehler dz wird man ziemlich groß annehmen müssen, denn bei dem winterlichen, niedrigen Sonnenstande beträgt die Refraktion allein etwa 9 Bogenminuten (davon entfällt 1′ auf die Temperaturkorrektion) und überdies wurde abgesehen von der Beobachtung am 29. April auf die Mitte der Sonnenscheibe pointiert.

Da diese Höhenmessungen in Verbindung mit den Ablesungen der Bussole gleichzeitig zur Bestimmung der magnetischen Deklination gedient haben, ist es auch nützlich an dieser Stelle die zu erwartende Unsicherheit in der Azimutbestimmung zu diskutieren.

Führt man in die Formel:

$$da = \frac{1}{\sin z \operatorname{tg} p} \cdot dz$$

wiederum Werte ein, die mittleren Verhältnissen entsprechen, so erhält man

$$da = 5.4\, dz.$$

Ein Höhenfehler von 1′ bedingt demgemäß einen Zeitfehler von 22^s und einen Azimutfehler von 5′.4; es wird nötig sein, diese ungünstigen Verhältnisse bei der nun folgenden Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse in den Vordergrund zu rücken.

Tag 1902	Uhr D Angabe	Wahre Sonnenhöhe	$\delta\odot$	Nord-azimut	M. Ortszeit berechnet	△ D gegen M. Ortszeit	△ B gegen M. Ortszeit
	h m s				h m s	m s	m s
Apr. 28	2 1 44	6° 13′.0.	+ 13° 53′.3	— 29° 53′.6	2 0 20	— 1 24	— 1 19
„ 28	2 6 32	6 0.0.	+ 13 53.3	— 30 56.0	2 4 40	— 1 52	— 1 47
„ 29	10 32 21	7 22.1	+ 14 9.5	+ 21 55.8	10 27 36	— 4 45	— 4 46
„ 30	1 49 9	6 18.3	+ 14 30.7.	— 26 4.2	1 44 33	— 4 36	— 4 42
„ 30	1 52 52	6 9.8	+ 14 30.7.	— 26 50.6	1 47 47	— 5 5	— 5 11

Die beiden letzten Beobachtungen sind auf dem Fußpunkt der Stange 5, welche zu dem geodätischen Dreiecksnetz auf dem Inlandeise gehört (vgl. die später folgende geodätische Abhandlung dieses Bandes) ausgeführt. Dieser Punkt liegt um $1^s.3$ östlicher als der astronomische Punkt und hat eine durch geodätische Übertragung ermittelte Breite: $\varphi = -66° 48' 43''$.

Die benutzte Uhr D hatte am 20. April vor dem Abgang der Schlittenreise einen Stand von $+ 0^m 50^s$ gegen M. Zt. Greenwich, am 16. Mai nach der Rückkehr einen solchen von $- 5^h 57^m 38^s$, ist also unterwegs stehen geblieben und nach mittlerer Ortszeit gestellt worden, so daß eine Längenübertragung mit dieser Uhr schon aus diesem Grunde sehr ungenau sein muß. Nun ist aber an den Beobachtungstagen die Uhr D mit der Taschenuhr B, die ohne Unterbrechung gelaufen ist, verglichen worden. Es war

am 28. April: B — D = — 5^s
„ 29. „ „ + 1
„ 30. „ „ + 6

und man erhält damit die in der Zusammenstellung aufgeführten Stände △B gegen Mittl. Ortszeit. Durch Anschluß an die Hauptchronometer ergaben sich die Stände gegen M. Zt. Greenwich:

am 20. April: $- 5^h 58^m 40^s$
„ 16. Mai — 5 59 23

Durch lineare Interpolation dieser Stände auf die Beobachtungstage findet man

für den 28. April: $- 5^h 58^m 53^s$
29. „ — 5 58 55
30. „ — 5 58 57

und hieraus die Ostlänge des Astronomischen Punktes:

$5^h\ 57^m\ 34^s$
57 6
54 9
54 14
53 45

Diese Werte sind so unsicher, daß es nicht zulässig erscheint, der Abweichung des Mittels: $5^h\ 55^m\ 22^s$ von der früher gefundenen Länge $5^h\ 57^m\ 15^s$ eine Bedeutung beizulegen. Es scheinen die Beobachtungen vom 28. April bei weitem die besten zu sein, da sie die angenommene Länge bestätigen; bei der damals herrschenden sehr schweren Witterung sind sie allein noch unter einigermaßen günstigen Verhältnissen ausgeführt worden.

Erheblich genauer sind die Zeit- und Azimutbestimmungen vom 2. Okt. 1902 auf dem Inlandeis auf dem Fußpunkt der Stange 5. Der aus diesen Beobachtungen abgeleitete Meridianpunkt des Universals ist bei der Orientierung der Richtungen in dem Dreiecksnetz zugrunde gelegt worden. Im einzelnen waren die Beobachtungen und ihre Ergebnisse folgende:

Beobachtungen auf dem Inlandeis.

1902 Okt. 2 Stange 5. $\delta_\odot = -3^\circ\ 17'\ 31''$ Ztgl. $= -10^m\ 22^s$

Uhr B	Wahre Sonnenhöhe	Nordazimut berechn.	Red. auf ⊙ Mittelpunkt	Azim. Ables.	Mittl. Ortszeit	Δ B
h m s					h m s	m s
4 41 32	10° 26′ 23″	−73° 37′ 47″	−16′ 16″	66° 29′ 30″	4 33 22	−8 10
4 43 47	10 13 44	−74 9 6	−16 16	65 58 0	4 35 36	−8 11
4 47 13	9 53 33	−74 59 1	+16 16	65 42 0	4 39 9	−8 4
4 49 34	9 39 58	−75 32 27	+16 16	65 10 0	4 41 21	−8 13

Der Uhrstand gegen mittl. Zeit des Astronomischen Punktes ist hiernach im Mittel $-8^m\ 11^s$; nach S. 200 war der Stand gegen M. Zt. Greenw. $-6^h\ 5^m\ 32^s$, so daß sich als Länge der Wert $5^h\ 57^m\ 21^s$ ergibt, in befriedigender Übereinstimmung mit der angenommenen Länge $5^h\ 57^m\ 15^s$. Als eine absolute Kontrolle der Längenbestimmung auf A. P. können naturgemäß diese Messungsergebnisse auf Stange 5 nicht gelten, denn in beiden Fällen ist der gleiche Stand der Uhr B gegen M. Zt. Greenw. angenommen worden.

Um die Ablesungen am Horizontalkreis auf wahre Nordazimute zu reduzieren, sind die ersteren um folgende Beträge zu ändern, die sich aus den vorher mitgeteilten Beobachtungen ergeben:

	−140° 23′ 33″	K. r.
	23 22	K. r.
	24 45	K. l.
	26 11	K. l.
im Mittel	−140° 24′ 28″	
oder	+219 35 32.	

Dieser Mittelwert ist für die Orientierung des Dreiecksnetzes zugrunde gelegt worden (vgl. die geodätische Abhandlung dieses Bandes).

Weitere Azimut- und Zeitbestimmungen sind auf dem „Magnetischen Punkt“ am Gaussberg am 8. Oktober 1902 ausgeführt worden. Es handelt sich hier ebenfalls um

Messungen von Sonnenhöhen mittels des kleinen Universalinstruments, und zwar wurden die Sonnenränder bei beiden Kreislagen in der gewöhnlichen Weise: |⊙ und ⊙| mit den Fäden in Berührung gebracht; gleichzeitig mit dem Horizontalkreis wurde auch die Lage der auf das Instrument aufgesetzten Magnetnadel abgelesen. Die Beobachtungen waren folgende:

Magnetischer Punkt am Gaussberg.

1902 Okt. 8. M. P.

Uhr B	Wahre Sonnenhöhe	$\delta_\odot$	Azimut-ablesung	Nordazimut berechnet	Mittl. Ortszeit	Δ B	Merid.-Punkt
h m s					h m s	m s	
9 10 59	22° 29′ 30″	— 5° 29′.2	195° 0′.	45° 18′.7	9 2 45	— 8 14	149° 42′
9 16 7	22 50 41	— 5 29.3	193 41	43 59.9	9 7 49	— 8 18	149 41
9 23 32	23 25 33	— 5 29.4	191 45.	41 44.7	9 16 28	— 7 4	150 1
9 27 2	23 34 21	— 5 29.4	190 50	41 9.6	9 18 41	— 8 21	149 40

Jede Beobachtungsangabe entspricht einem Mittelwert aus zwei korrespondierenden Sonneneinstellungen. Die dritte Doppelmessung ist, wie aus der abgeleiteten Uhrkorrektion und dem Meridianpunkt hervorgeht, wesentlich ungenauer ausgefallen. Bei der Rechnung ist die Breite des ganz in der Nähe gelegenen Astronomischen Punktes benutzt worden. Der abgeleitete Uhrstand stimmt gut mit dem an demselben Tage auf A. P. ermittelten überein. In dem letzteren Falle ergab sich $\Delta B = -8^m\ 16^s$ gegen $-8^m\ 18^s$ nach den Messungen auf M. P.

Auf der Rückkehr der vierten Schlittenexpedition zum „Gauss“ wurden zu magnetischen Zwecken die folgenden Sonnenhöhen und -azimute gemessen:

1902 Okt. 10. Eisfeld, Rast 2. $\delta_\odot = -6°\ 23'.5$.

Uhr B	Wahre Sonnenhöhe	Azimut-Ables.	Nordazimut berech.	Mittl. Orts-zeit	Δ B	Merid.-Punkt
h m s				h m s	m s	
6 1 23	5° 12′ 39″	72° 12′	— 94° 3′	5 53 45	— 7 38	166° 15′
6 6 15	4 43 58	71 5	— 95 5	5 58 33	— 7 42	166 10

Die Breite des Standortes ergibt sich aus dem Itinerar zu — 66° 28′.8 und die Länge mit Rücksicht auf den interpolierten Stand der Uhr B für Okt. 10 (— $6^h\ 5^m\ 30^s$) zu $5^h\ 57^m\ 50^s$, ein Wert, der im Hinblick auf den äußerst niedrigen Sonnenstand allerdings mit einer ziemlich starken Unsicherheit behaftet sein dürfte, denn aus dem Itinerar folgt die Länge: $89°\ 31' = 5^h\ 58^m\ 4^s$.

Weitere Längen- und Azimutbestimmungen wurden auf der siebenten Schlittenreise zur Erforschung des Westeises am 2. und 3. Dez. 1902 ausgeführt. Auch hier ist die Breite nicht durch astronomische Messungen, sondern aus dem Itinerar ermittelt ($\varphi = -66°\ 2'.5$).

Die Beobachtungen waren folgende:

Beobachtungen am Westeis.

1902 Dez. 2 und 3. Zelt am Westeis.

Uhr B	Wahre Sonnenhöhe	Azim.-Ables.	Nordazim. berech.	Mittl. Ortszeit	Δ B	Merid.-Punkt
h m s				h m s	m s	
6 36 13	15° 43′ 10″	137° 48′.0	— 108° 38′.5	6 31 47	— 4 26	246° 26′.5
6 41 6	15 14 39	136 44.2.	— 109 43.8	6 36 44	— 4 22	246 28
7 48 32	31 26 57	168 14.0	+ 72 56.1	7 43 43	— 4 49	95 18
7 54 42	32 2 6	166 42.0	+ 71 13.0	7 49 47	— 4 55	95 29

Die interpolierten Uhrstände gegen Greenw. M. Zt. sind für die Beobachtungszeiten: $-5^h\ 58^m\ 49^s$ bezw. $-5^h\ 58^m\ 51^s$, so daß sich die Längenwerte ergeben:

5^h	54^m	23^s
54	27	
54	2	
53	56	

Welches von den beiden Wertepaaren das richtige ist, läßt sich hieraus nicht angeben, wenn auch das erstere eine bessere innere Übereinstimmung erkennen läßt. Tatsächlich stimmen die beiden letzten Beobachtungsergebnisse gut mit den Itinerarwerten: $88°\ 30' = 5^h\ 54^m\ 0^s$ überein.

c) Azimutbestimmungen auf Kerguelen.

Zur Orientierung des Dreiecksnetzes, welches in der Umgebung der Station an der Beobachtungsbucht im Anschluß an eine Basismessung durch Winkelbeobachtungen festgelegt worden war, dienten mehrere Reihen von Azimutbestimmungen auf den Punkten: Passagepfeiler und Standort des Theodoliten Cook im absoluten magnetischen Hause. Über die

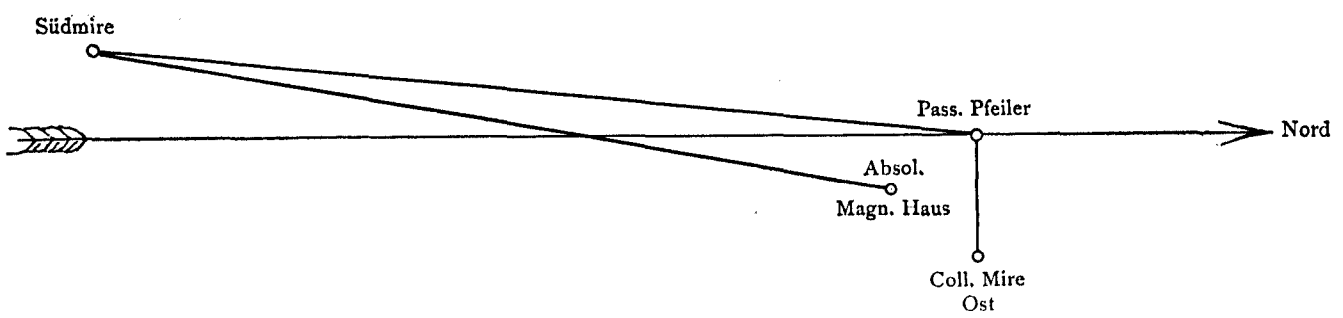


Fig. 8. **Die Lage der Stationspunkte und Miren auf Kerguelen.**

Triangulation selbst wird an anderer Stelle berichtet werden. Hier mögen nur die rein astronomischen Beobachtungen und ihre Ergebnisse Platz finden. Die Azimutmessungen haben in allen Fällen im unmittelbaren Anschluß an Zeitbestimmungen stattgefunden und die aus den letzteren folgenden Uhrstände sind für die Berechnung der Sternazimute unverändert zugrunde gelegt worden.

Die Lage der Stationspunkte und der anvisierten Miren ist aus der hier beigefügten rohen Skizze ersichtlich (Figur 8). Beobachtet wurden die Azimute: 1. Passagepfeiler—Südmire; 2. Absol. Haus—Südmire und 3. Passagepfeiler-Kollimationsmire Ost im Anschluß an Fixsterne. Diese Beobachtungen sind mit ihren Ergebnissen im Folgenden tabellarisch zusammengestellt.

Die Azimutablesungen bei den Sternvisuren sind nur wegen Neigung, diejenigen bei den Mireneinstellungen überhaupt nicht verbessert worden. Es sind daher die erhaltenen Miren-Azimute für beide Fernrohrlagen einzeln zu Mitteln zu vereinigen und man findet

Azimut: Passagepfeiler—Südmire	für F. r.	5°	55′	3″	2	Beob.
	F. l.	5	55	47	4	„
Absol. Haus—Südmire	K. r.	10	27	7	1	„
	K. l.	10	25	20	1	„
Passagepfeiler—Koll. Mire Ost	F. r.	274	17	44	9	„
	F. l.	274	23	32	6	„

Tag	Fernrohr-lage Kreislage	Beobachtungsuhr, Instrum.	U Δ U	Stern	α * δ *	t *	Südazimut * da : dt	Korrig.[1] Azim.-Ables. *	Meridian-Punkt	Azim.-Ables. Mire	Südazimut-Mire
			h m s		h m s	h m s					
1902											
Mai 25	F. l.	Br. 1330 Hild. 2924	1 55 3.4 + 1 28.2	α_3 Cent.	14 33 2.5 — 60° 25′ 56″	— 3 48 5.9	— 48° 50′ 43″ 0.109	188° 50′ 23″	237° 41′ 6″	243° 35′ 50″	5° 54′ 44″
„ 25	F. l.	„ „	2 8 20.7 + 1 28.2	„	14 33 2.5 — 60 25 56	— 3 34 46.5	— 49 8 50 0.071	188 31 5	237 39 55	243 35 50	5 55 55
Juni 3	F. l.	„ „	0 49 43.4 + 1 37.9	„	14 33 2.5 — 60 25 58	— 4 17 57.9	— 47 45 32 0.179	154 10 0	201 55 32	207 52 8	5 56 36
„ 3	F. r.	„ „	0 58 6.8 + 1 37.9	„	14 33 2.5 — 60 25 58	— 4 9 33.2	— 48 6 58 0.161	153 49 33	201 56 31	207 51 45	5 55 14
„ 3	F. r.	„ „	1 22 49.6 + 1 37.9	α Argus	6 21 45.4 — 52 38 48	+ 4 26 30.8	+ 59 1 37 0.368	260 58 15	201 56 38	207 51 30	5 54 52
„ 3	F. l.	„ „	1 32 41.6 + 1 37.9	„	6 21 45.4 — 52 38 48	+ 4 36 24.4	+ 58 6 26 0.376	260 2 34	201 56 8	207 52 0	5 55 52
2. Richtung: Absolutes Haus—Südmire.											
Juli 29	K. r.	Br. 1330 Theod. Cook	2 24 25.5 + 1 56.5	ι Argus	9 14 27.4 — 58 52 9	+ 6 16 40.7	+ 41 22 32 0.609	198 37 45	157 15 13	167 42 20	10 27 7
„ 29	K. l.	„ „	2 34 46.1 + 1 56.5	„	9 14 27.4 — 59 52 9	+ 6 27 3.0	+ 40 24 32 0.625	197 42 43	157 18 11	167 43 31	10 25 20
3. Richtung: Passagepfeiler—Kollimationsmire Ost.											
1903											
Jan. 16	F. l.	Hornb. 411 Hild. 2924	10 36 31.2 — 2 47.7	α Crucis	12 21 14.6 — 62 33 29	— 6 7 33.6	— 38 1 58 0.304	223 49 58	261 51 56	176 15 45	274 23 49
„ 16	F. r.	„ „	10 53 15.0 — 2 47.7	„	12 21 14.6 — 62 33 29	— 5 50 47.0	— 39 16 5 0.284	222 40 5	261 56 10	176 11 8	274 14 58
„ 16	F. l.	„ „	10 39 38.8 — 2 47.7	β Hydri	0 20 35.4 — 77 48 19	+ 5 56 13.7	+ 18 26 49 0.071	280 19 46	261 52 57	176 15 45	274 22 48
„ 16	F. r.	„ „	10 45 1.0 — 2 47.7	„	0 20 35.4 — 77 48 19	+ 6 1 36.8	+ 18 20 49 0.077	280 14 29	261 53 40	176 11 8	274 17 28
Jan. 26	F. l.	„ „	10 16 52.0 — 4 29.9	α Crucis	12 21 15.1 — 62 33 32	— 5 49 33.5	— 39 21 15 0.283	282 34 30	321 55 45	236 20 15	274 24 30
„ 26	F. r.	„ „	10 31 25.0 — 4 29.9	„	12 21 15.1 — 62 33 32	— 5 34 58.1	— 40 21 10 0.264	281 36 0	321 57 10	236 15 0	274 17 50
„ 26	F. l.	„ „	10 23 4.8 — 4 29.9	β Hydri	0 20 34.6 — 77 48 17	+ 6 17 20.8	+ 18 0 30 0.095	339 55 43	321 55 13	236 20 15	274 25 2
„ 26	F. r.	„ „	10 28 2.8 — 4 29.9	„	0 20 34.6 — 77 48 17	+ 6 22 19.6	+ 17 53 14 0.100	339 50 22	321 57 8	236 15 0	274 17 52
Febr. 6	F. r.	„ „	8 43 50.0 — 17.1	α Crucis	12 21 15.6 — 62 33 35	— 6 35 15.6	— 35 49 10 0.334	286 7 15	321 56 25	236 14 38	274 18 13
„ 6	F. r.	„ „	9 5 21.0 — 17.1	„	12 21 15.6 — 62 33 35	— 6 13 41.1	— 37 33 33 0.311	284 22 45	321 56 18	236 14 38	274 18 20
„ 6	F. l.	„ „	9 17 28.0 — 17.1	„	12 21 15.6 — 62 33 35	— 6 1 32.1	— 38 29 0 0.297	283 26 45	321 55 45	236 17 45	274 22 0
„ 6	F. r.	„ „	9 29 35.8 — 17.1	„	12 21 15.6 — 62 33 35	— 5 49 22.3	— 39 21 57 0.283	282 34 45	321 56 42	236 14 38	274 17 56
„ 6	F. r.	„ „	9 2 42.5 — 17.1	β Hydri	0 20 33.8 — 77 48 14	+ 5 44 21.8	+ 18 38 19 0.057	340 34 30	321 56 11	236 14 38	274 18 27
„ 6	F. l.	„ „	9 23 9.0 — 17.1	„	0 20 33.8 — 77 48 14	+ 6 4 51.7	+ 18 17 4 0.081	340 11 45	321 54 41	236 17 45	274 23 4
„ 6	F. r.	„ „	9 27 30.0 — 17.1	„	0 20 33.8 — 77 48 14	+ 6 9 13.4	+ 18 11 36 0.086	340 7 45	321 56 9	236 14 38	274 18 29

[1]) Nur wegen Neigung.

Die Mittelwerte aus beiden Fernrohrlagen sind:

5° 55′ 25″	bei	einer	Visierweite	von	etwa	497 m
10 26 14	„	„	„	„	„	455 „
274 20 38	„	„	„	„	„	70 „

Die Richtigkeit der ermittelten Azimute ergibt sich durch Vergleichung mit den rein geodätischen Winkelmessungen. Der Winkel Koll. Mire Ost—Passagepfeiler—Südmire, als Differenz der soeben abgeleiteten Azimute berechnet, ist 91° 34′ 47″, während die direkte Winkelmessung den sehr gut übereinstimmenden Wert 91° 34′ 35″ liefert. Ferner erhält man durch Verbindung der Ausgangsrichtung: Passagepfeiler—Südmire mit dem Dreieck: Pass.—Südmire—Absol. Haus das Azimut: Absol. Haus—Südmire zu 10° 25′ 39″ in guter Übereinstimmung mit dem oben erhaltenen Wert 10° 26′ 14″.

Bei der Diskussion der Azimutfehler auf Grund der astronomischen Beobachtungen allein kann die geographische Breite sowie die Sterndeklinationen als absolut richtig angenommen werden, so daß neben den unmittelbaren Einstellfehlern und den Ablesefehlern nur die Unsicherheit der Uhrstände zu berücksichtigen ist. Der Zeitfehler darf nach den Ausführungen auf S. 185 zu ± 1ˢ.0 angenommen werden. Der Differentialquotient da : dt ist bei der Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse mit aufgeführt worden. Um den Einfluß eines Zeitfehlers von 1ˢ.0 auf das berechnete Azimut zu erhalten, muß man diesen Quotienten mit 15 multiplizieren; der Azimutfehler ergibt sich dann in Bogensekunden. Der Übersichtlichkeit wegen mögen auch diese Zahlen hier der Reihe nach Platz finden.

1. Richtung: Passagepfeiler—Südmire	da = ± 1″.6
	1.1
	2.7
	2.4
	5.5
	5.6
2. Richtung: Absol. Haus—Südmire	± 9.1
	9.4
3. Richtung: Passagepfeiler—Koll.-Mire Ost	± 4.6
	4.3
	1.1
	1.2
	4.2
	3.9
	1.4
	1.5
	5.0
	4.7
	4.5
	4.2
	0.9
	1.2
	1 3

Hieraus geht hervor, daß die aus dem Zeitfehler folgende Unsicherheit im Azimut nur wenige Bogensekunden betragen kann. Auf Grund dieser Zahlen verschiedene Gewichte einzuführen, schien nicht angemessen, da die direkten Einstell- und Ablesefehler jedenfalls einen erheblich größeren Einfluß ausüben. Diese Fehler können nur schätzungsweise angegeben werden: man darf den möglichen Azimutfehler für die Mittelwerte der Richtungen 1 und 3 etwa zu ± 15″, denjenigen

der Richtung 2 vielleicht zu ± 30″ veranschlagen; das entspricht einer Genauigkeit, welche für den vorliegenden Zweck völlig ausreichend erscheint.

4. Längenkontrollen durch Monddistanzen.

Die Auswertung der Monddistanzbeobachtungen ist durch Herrn A. Dinter erfolgt, und zwar unter Zugrundlegung der Elfordschen Näherungsmethode, welche im Lehrbuch der Navigation des Reichs-Marineamts, 1901, Band II S. 355 näher beschrieben ist. Die Mitteilung der Formeln und der einzelnen Rechenoperationen kann daher hier unterbleiben.

Die Messungen geschahen durchweg mit dem Prismenkreis, und zwar wurden in jedem Falle eine größere Anzahl von Distanzen unmittelbar hintereinander beobachtet. Um über die Größe des reinen Einstellfehlers Näheres ausführen zu können, wird es zweckmäßig sein, alle Einzelbeobachtungen anzuführen. Unter Berücksichtigung der aus den Angaben des Nautical Almanac folgenden wahren Distanzänderungen der beobachteten Gestirne sind die einzelnen gemessenen Distanzen auf das Mittel der Beobachtungszeiten reduziert worden, was im Hinblick auf den geringen zeitlichen Abstand der ersten und letzten Messung wohl zulässig ist.

1. 1902 Febr. 26, Winterstation. Distanzmessung: Mond—Sirius.

$$d\triangle'' = 0.416 \cdot dt^s$$

Uhr B	△	△ reduz.	v	vv
h m s				
4 20 47	100° 26′ 40″	100° 31′ 8″	+ 73″	5329
23 21	26 40	30 4	+ 9	81
24 39	26 40	29 31	— 24	576
28 15	28 40	30 1	+ 6	36
31 10	29 40	29 48	— 7	49
34 59	31 50	30 23	+ 28	784
36 23.	32 0	29 58	+ 3	9
37 23	32 10	29 43	— 12	144
38 40	32 20	29 21	— 34	1156
39 25	32 30	29 12	— 43	1849
Mittel 4 31 30	100 29 55	100 29 55		[vv] = 10013

Der mittl. Fehler einer Einstellung beträgt hiernach ± 33″, derjenige des arithmetischen Mittels: ± 11″. Berücksichtigt man den Umstand, daß ein Fehler in der gemessenen Distanz etwa mit seinem 30fachen Betrage in die zu bestimmende Länge eingeht, so ergibt sich ein mittl. Fehler in der Länge von ± 26ˢ in Zeit. Daß man in Wirklichkeit auf einen erheblich größeren Fehler rechnen muß, bedarf kaum der Erwähnung. Die Instrumentalfehler und die persönliche Gleichung können offenbar sehr starke Verfälschungen zur Folge haben.

Die aus vorstehenden Messungen abgeleitete Länge beträgt:

$$5^h\ 57^m\ 52^s,$$

gegen $5\ 58\ 32,$

die definitive Länge (vgl. S. 198).

Die Differenz von 40ˢ entspricht einem Distanzfehler von etwa 20″; das ist ein durchaus annehmbarer Betrag. Somit kann diese Längenbestimmung als eine unabhängige Kontrolle gelten.

2. 1902 Febr. 28, Winterstation. Distanzmessung: Mond—Sonne.

$$-\,d\Delta'' = 0.\dot{4}55 \cdot dt^s$$

Uhr B	Δ	Δ reduz.	v	vv
h m s 4 8 4	114° 40′ 30″	114° 35′ 27″	— 68″	4624
10 30.	40 50	36 54	+ 19	361
11 52	40 20	37 1	+ 26	676
13 29	40 40	38 5	+ 90	8100
15 52	37 50	36 20	— 15	225
23 32	34 20	36 19	— 16	256
24 53	34 0	36 36	+ 1	1
26 23.	33 0	36 17	— 18	324
27 44.	32 20	36 14	— 21	441
29 17	32 0	36 36	+ 1	1
Mittel 4 19 10	114 36 34	114 36 35		[v v] = 15009

Der mittl. Fehler einer Messung ist: ± 41″,
derjenige des Mittels: ± 13″.

Als Länge ergibt sich der wenig genaue Wert: $6^h\ 1^m\ 35^s$ mit einer Abweichung von $+\ 3^m\ 3^s$ gegen den Sollbetrag. Die Differenz entspricht einem Distanzfehler von 1′ 23″, der die Beobachtungsunsicherheit erheblich überschreitet. Ein besonderer Grund für die Unstimmigkeit ist nicht ersichtlich.

3. 1902 Apr. 2, Winterstation. Distanzmessung: Mond—Sonne.

$$-\,d\Delta'' = 0.482\ dt^s$$

Uhr B	Δ	Δ reduz.	v	vv
h m s 4 29 40	67° 56′ 30″	67° 51′ 2″	— 53″	2809
32 52	55 30	51 35	— 20	400
34 11.	55 0	51 43	— 12	144
35 16	54 20	51 34	— 21	441
37 34	53 30	51 50	— 5	25
38 46.	53 20	52 16	+ 21	441
40 31.	52 10	51 56	+ 1	1
42 20	51 20	51 58	+ 3	9
45 15.	50 0	52 3	+ 8	64
46 16	49 10	51 42	— 13	169
48 56	48 30	52 19	+ 24	576
50 10.	48 20	52 45	+ 50	2500
51 17.	47 10	52 7	+ 12	144
Mittel 4 41 0.5	67 51 55	67 51 55		[vv] = 7723

Der mittl. Fehler einer Messung ist: ± 25″,
derjenige des Mittels: ± 7″.

Wie wenig es zulässig ist, aus der inneren Übereinstimmung der Beobachtungsreihe auf ein genaues Endresultat zu schließen, zeigt der aus diesen Messungen berechnete Längenwert: $5^h\ 59^m\ 19^s$, der eine Abweichung von $+\ 0^m\ 47^s$ vom Sollbetrag aufweist, entsprechend einem Winkelfehler von 23″.

4. 1902 Dez. 6, Winterstation. Distanzmessung: Mond—Sonne.

$$d\triangle'' = 0.462\ dt^s$$

Uhr Sav.	△	△ reduz.	v	vv
h m s				
11 23 5	69° 24′ 10″	69° 25′ 9″	+ 29″	841
24 52	24 20	24 29	— 11	121
25 30.	24 40	24 31	— 9	81
26 4	25 0	24 36	— 4	16
26 29.	25 10	24 34	— 6	36
Mittel 11 25 12	69 24 40	69 24 40		[vv] = 1095

Die mittleren Fehler einer Messung und des Mittelwertes sind hiernach ± 17″ bzw. ± 7″. Die abgeleitete Länge: $5^h\ 56^m\ 17^s$ weicht um $2^m\ 15^s$ von dem Sollwert ab, was einem Winkelfehler von 62″ entspricht.

5. 1903 Febr. 20. Im Treibeis. Distanzmessung: Mond—Sonne.

$$-\ d\triangle = 0.455 \cdot dt^s$$

Uhr B	△	△ reduz.	v	vv
h m s				
9 52 29.2	79° 58′ 20″	79° 54′ 17″	— 83	6889
55 26.2	58 30	55 47	+ 7	49
56 58.8	57 50	55 50	+ 10	100
58 5.3	57 0	55 30	— 10	100
59 26.0	57 0	56 6	+ 24	576
10 1 20.2	56 40	56 38	+ 58	3364
2 18.3	55 35	56 0	+ 20	400
3 44.8	55 0	56 4	+ 24	576
4 51.2	54 15	55 50	+ 10	100
5 54.0	53 25	55 28	— 12	144
7 17.8	52 20	55 1	— 39	1521
8 49.5	52 10	55 33	— 7	49
Mittel 10 1 23.4	79 55 40	79 55 40		[vv] = 13868

Die mittl. Fehler einer Messung und des Mittels sind ± 36″ bzw. ± 10″. Die geographische Position des Beobachtungsortes ist nach anderweitigen Ermittelungen (vgl. Abschnitt IV dieser Arbeit):

$$\varphi = -\ 65°\ 28' \qquad L = 5^h\ 49^m\ 28^s.$$

Aus den Distanzmessungen folgt die Länge: $5^h\ 52^m\ 16^s$, also um $2^m\ 48^s$ mehr als der genauere Wert.

6. 1903 März 24. Im Treibeis. Distanzmessung: Mond—Sonne.

$$-\ d\triangle'' = 0.457\ dt^s$$

Chron. Knobl.	△	△ reduz.	v	vv
h m s				
4 4 11.2	56° 10′ 45″	56° 8 36	— 52″	2704
5 20.5	10 25	8 47	— 41	1681
6 44.5	10 5	9 6	— 22	484
7 36.8	9 55	9 20	— 8	64
8 54.0	9 25	9 25	— 3	9
9 48.0	8 55	9 20	— 8	64
10 25.5	9 25	10 7	+ 39	1521
11 14.0	8 55	9 59	+ 31	961
12 6.5	8 35	10 3	+ 35	1225
12 40.5	8 15	9 58	+ 30	900
Mittel 4 8 54.2	56 9 28	56 9 28		[vv] = 9613

Die mittleren Fehler sind $\pm 33''$ und $\pm 10''$, entsprechend den Längenfehlern $\pm 72^s$ bzw. $\pm 22^s$. Nach den Ausführungen im IV. Abschnitt dieser Arbeit hatte das Schiff zur Zeit der Distanzmessung die Position:

$$\varphi = -65^\circ\ 0' \qquad L = 5^h\ 24^m\ 49^s$$

die Messung selbst ergibt die Länge: $5^h\ 27^m\ 40^s$ mit einer Abneigung von $2^m\ 51^s$ von dem Sollwerte.

5. Die Drehung des Scholleneisfelds mit dem Winterlager des „Gauss" und der astronomischen Hütte.

Bei den Zeitbestimmungen mittels des Universals Hildebrand Nr. 2892 in der astronomischen Hütte wurde fast jedesmal die 279 m entfernte Nordmire mit anvisiert, so daß das Azimut dieser Visur im Anschluß an die Festlegung des Meridianpunktes am Instrument unmittelbar abgeleitet werden kann. Die Mire wurde stets in beiden Fernrohrlagen eingestellt und es konnte daher gleichzeitig der Kollimationsfehler unter Berücksichtigung der Exzentrizität des Fernrohrs aus diesen Visuren ermittelt werden (vgl. S. 130).

Der Anschluß der Mire an die zur Bestimmung des Meridianpunktes beobachteten Polsterne ist aus der folgenden Tabelle ersichtlich.

Die Azimutänderung der Nordmire.

Tag 1907	Meridian-punkt	Polstern	Nordmire Azimut-ablesung	Nordmire Azimut	Differenz	Nordmire Az.-Änderung seit Apr. 17
Apr. 17	28° 32′ 48″	σ Oct.	208° 41′ 43″	180° 8′ 55″		0° 0′ 0″
					— 1′ 49″	
„ 18	28 34 50	„	208 41 56	180 7 6		— 0 1 49
					— 10 37	
Juni 3	28 44 46	„	208 41 15	179 56 29		— 0 12 26
					— 65 45	
„ 11	29 52 21	„	208 43 5	178 50 44		— 1 18 11
					+ 1 1	
„ 15	29 48 0	„	208 39 45	178 51 45		— 1 17 10
					— 1 16	
„ 27	29 41 50	β Hydri	208 32 19	178 50 29		— 1 18 26
					+ 0 3	
„ 28	29 41 44	σ Oct.	208 32 16	178 50 32		— 1 18 23
					— 0 30	
Juli 11	27 20 57	„	206 11 8	178 50 2		— 1 18 53
	27 21 15	β Hydri			— 2 21	
„ 22	27 19 35	σ Oct.	206 7 16	178 47 41		— 1 21 14
					— 0 4	
„ 25	27 19 55	„	206 7 32	178 47 37		— 1 21 18
					— 11 24	
Sept. 12	27 33 32	β Hydri	206 9 45	178 36 13		— 1 32 42
					+ 5 47	
Okt. 2	27 28 25	τ Oct.	206 10 25	178 42 0		— 1 26 55
					— 2 39	
„ 5	27 31 14	σ Oct.	206 10 35	178 39 21		— 1 29 34
					— 2 11	
„ 8	27 32 44	„	206 9 54	178 37 10		— 1 31 45
					— 4 18	

Tag 1902	Meridian-punkt	Polstern	Nordmire Azimut-ablesung	Nordmire Azimut	Differenz	Nordmire Az.-Änderung seit Apr. 17
Okt. 25	27° 33′ 26″	σ Oct.	206° 6′ 18″	178° 32′ 52″		— 1° 36′ 3″
					— 0′ 46″	
„ 27	27 33 41	„	206 5 47	178 32 6		— 1 36 49
					+ 0 21	
„ 30	27 32 54	„	206 5 21	178 32 27		— 1 36 28
					— 3 19	
Nov. 10	27 35 1	„	206 4 9	178 29 8		— 1 39 47
					— 4 19	
Dez. 5	27 37 40	β Hydri	206 2 29	178 24 49		— 1 44 6

In einigen Fällen ist auch die etwa 10 m entfernte Südmire an die Azimutbestimmung angeschlossen worden, und zwar ergab sich das Azimut dieser Mire:

Tag	Azimut	Änderung
April 17	+ 0° 21′ 29″	0° 0′ 0″
„ 18	+ 0 20 13	— 0 1 16
Juni 11	— 1 1 46	— 1 23 15
Okt. 25	— 1 36 9	— 1 57 38

Eine Vergleichung dieser Richtungen mit den Azimuten der Nordmire läßt erkennen, daß das System Instrument—Nordmire—Südmire nicht starr gewesen ist. Die Drehung ist bei der Südmire bis zum Juni um 4′.4, bis zum Okt. 25 um 21′.6 größer.

Die hier erhaltenen Azimute werden bei der Berechnung der Schollentriangulation in dem

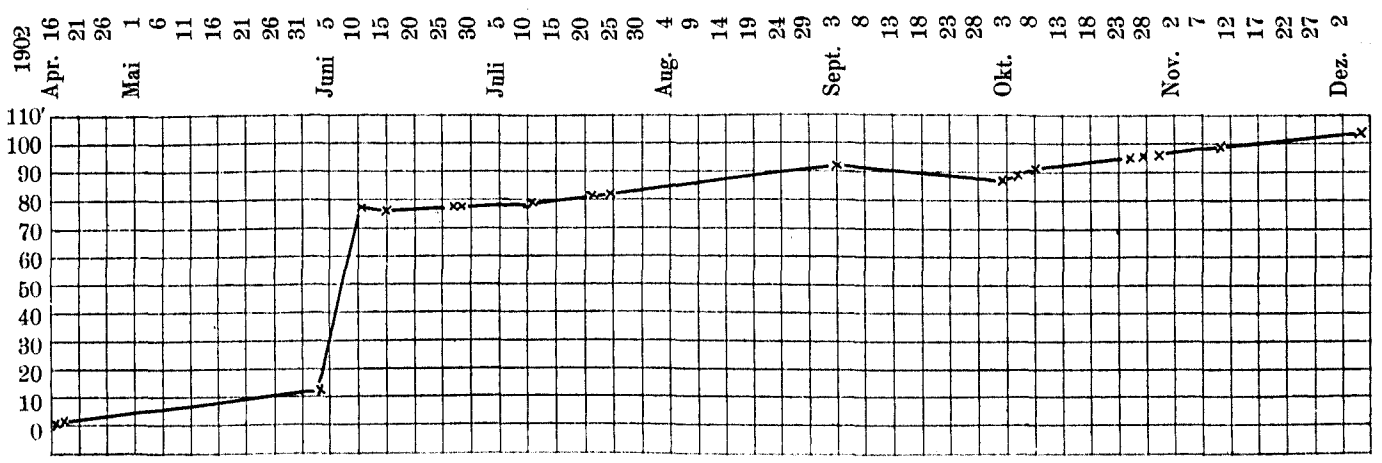


Fig. 9. **Änderung des Azimutes der Nordmire.**

rein geodätischen Teil weitere Verwendung finden; sie sind hier nur aufgenommen worden, da die Rechnung unmittelbar an die astronomische Bestimmung anschließt.

Der Fehler der Azimutwerte setzt sich aus dem Fehler des Meridianpunktes und demjenigen der Mireneinstellung zusammen. Als mittlere Fehler des Meridianpunktes ergaben sich auf S. 137ff. Beträge zwischen ± 2″ und ± 58″ für Visuren bei einer einzigen Fernrohrlage; man

wird der Wirklichkeit ziemlich nahe kommen, wenn man die Unsicherheit der Meridianpunkte auf höchstens eine Bogenminute, und diejenige der Mireneinstellung, welche in beiden Fernrohrlagen und meist vor und nach den Sternbeobachtungen erfolgte, auf höchstens 30″ veranschlagt. Es geht hieraus hervor, daß die erreichte Genauigkeit für die Untersuchung der Schollenbewegung mehr als genügend ist. Der Übersichtlichkeit wegen mag hierunter noch eine graphische Aufzeichnung folgen, welche die Azimutänderung der Nordmire wiedergibt. Der Sprung Anfang Juni 1902 ist durch das Aufreißen einer Spalte ca. 300 m östlich an der astronomischen Hütte und der Nordmire veranlaßt worden, welche sich darauf langsam verbreitert hat. Ihre Öffnung erfolgte in oder unmittelbar nach einer besonders heftigen Sturmperiode und wurde am 10. Juni beim Schluß derselben konstatiert, also am gleichen Tage, an welchem auch die Azimutänderung festgestellt worden ist.

6. Astronomische Beobachtungen während der Fahrt des „Gauss“ durch das Treibeis im Frühjahr 1903.

Nach Aufgabe der Winterstation, als der „Gauss“ zu treiben begann, wurden neben den zu Navigationszwecken ausgeführten Zeit- und Breitenbestimmungen zahlreiche Beobachtungen angestellt, welche einem doppelten Zwecke dienen sollten. Zunächst kam es darauf an, den Kurs des Schiffes, dessen möglichst genaue Festlegung gerade für den in Rede stehenden Abschnitt der Reise erwünscht sein mußte, durch eine Reihe von Sonnenhöhen-Messungen, welche unabhängig von den regelmäßigen Beobachtungen der Schiffsoffiziere ausgeführt wurden, zu kontrollieren und sicher zu stellen, und zweitens, da die Sonnenhöhen nun teils auf Eisschollen mit Hilfe eines künstlichen Horizonts, teils durch direkte Messung des Abstandes der Sonne vom Eishorizont ermittelt wurden, durch Vergleichung der Ergebnisse beider Beobachtungsarten die Depression der Eiskimm mit einer für die Zwecke der Navigation ausreichenden Genauigkeit abzuleiten. Die Feststellung, ob und wie eine Eiskimm sich von der sonst bei der Navigation gebrauchten Kimm des freien Ozeans unterscheidet, war ein für die praktische Eisschiffahrt wichtiger Zweck.

Der Gang der Untersuchung ist folgender: Auf Grund der von der Schiffsführung ermittelten geographischen Positionen, welche in bezug auf die Länge nach Maßgabe der endgültigen Chronometerstände berichtigt worden sind, wurden zunächst sämtliche durch v. Drygalski mit dem künstlichen Horizont gefundene Sonnenhöhen verwertet und daraus die geographischen Koordinaten abgeleitet. Diese letzteren bestätigen durchaus die Angaben des Schiffsjournals und sind daher bei der endgültigen Festlegung des Kurses nicht weiter berücksichtigt worden. Nunmehr konnten mit Hilfe der bekannten Breite und der Uhrstände gegen die Ortszeit die Sonnenhöhen rückwärts berechnet und mit den über der Eiskimm direkt gemessenen Werten verglichen werden, so daß sich aus der Vergleichung der entsprechenden Höhen die Depression des Eishorizonts unmittelbar ergab.

Die geographischen Positionen, wie sie das Schiffsjournal angibt, sind in der nachstehenden Tabelle für die Zeit vom 8. Febr. bis 8. April 1903, und zwar für den jeweiligen mittleren Mittag enthalten.

Mittagspositionen des „Gauss“ im Treibeis auf Grund des Schiffsjournals.

1903 Mittl. Ortsmittag	Süd-Breite	Ost-Länge in Bogen	Ost-Länge in Zeit	1903 Mittl. Ortsmittag	Süd-Breite	Ost-Länge in Bogen	Ost-Länge in Zeit
			h m s				h m s
Febr. 8	65° 59′	89° 33′	5 58 12	März 10	64° 29′	85° 27′	5 41 48
„ 9	65 53	89 21	57 24	„ 11	64 31	85 8	40 32
„ 10	65 57	88 58	55 52	„ 12	64 32	84 49	39 16
„ 11	65 55	88 47	55 8	„ 13	64 33	84 34	38 16
„ 12	65 53	88 35	54 20	„ 14	64 25	84 27	37 48
„ 13	65 51	88 24	53 36	„ 15	64 5	84 11	36 44
„ 14	65 49	88 13	52 52	„ 16	63 54	83 24	33 36
„ 15	65 47	88 0	52 0	„ 17	63 42	82 0	28 0
„ 16	65 45	87 40	50 40	„ 18	64 15	80 39	22 36
„ 17	65 42	87 32	50 8	„ 19	64 42	80 42	22 48
„ 18	65 38	87 24	49 36	„ 20	64 38	80 43	22 52
„ 19	65 32	87 23	49 32	„ 21	64 54	80 28	21 52
„ 20	65 27	87 22	49 28	„ 22	65 3	80 25	21 40
„ 21	65 28	86 3	44 12	„ 23	65 2	81 14	24 56
„ 22	65 29	85 48	43 12	„ 24	65 0	81 12	24 48
„ 23	65 30	85 39	42 36	„ 25	65 0	81 48	27 12
„ 24	65 32	85 30	42 0	„ 26	65 16	80 28	21 52
„ 25	65 33	85 18	41 12	„ 27	65 18	80 27	21 48
„ 26	65 32	85 21	41 24	„ 28	65 21	80 29	21 56
„ 27	65 31	85 20	41 20	„ 29	65 24	80 32	22 8
„ 28	65 31	85 17	41 8	„ 30	65 27	80 33	22 12
März 1	65 31	85 14	40 56	„ 31	65 22	80 35	22 20
„ 2	65 29	85 14	40 56	Apr. 1	65 16	80 35	22 20
„ 3	65 21	85 6	40 24	„ 2	65 15	80 19	21 16
„ 4	65 19	85 7	40 28	„ 3	65 15	80 0	20 0
„ 5	65 13	84 56	39 44	„ 4	65 12	79 51	19 24
„ 6	65 3	85 4	40 16	„ 5	65 9	79 31	18 4
„ 7	64 52	85 12	40 48	„ 6	65 7	79 23	17 32
„ 8	64 41	85 22	41 28	„ 7	65 2	79 27	17 48
„ 9	64 35	85 25	41 40	„ 8	64 58	79 31	18 4

Die aus den Messungen mit dem künstlichen Horizont folgenden reduzierten Beobachtungswerte, sowie deren Ergebnisse sind hierunter tabellarisch zusammengestellt. Für die Breitenbestimmungen wurden die aus der vorhergehenden Übersicht interpolierten Längenwerte, für die Zeitbestimmungen die entsprechenden Breiten zugrunde gelegt. Bei der Rechnung der Stundenwinkel sind die Bogensekunden nicht mitgenommen worden, da die Breiten, welche in diese Rechnung eingehen, nur auf ganze Minuten interpoliert werden konnten. Im übrigen ist die ganze Untersuchung nach Lage der Sache nur als eine zweite Näherung anzusprechen, um so mehr, als der Kurs an einigen Punkten Unstetigkeiten aufweist und die für gewisse Zeitpunkte abgeleiteten Positionen eine einwandsfreie Interpolation nicht zulassen. Die zu befürchtenden Unsicherheiten dieser Ortsbestimmungen werden später einer Diskussion unterworfen werden.

Beobachtungswerte und Ergebnisse über dem künstlichen Horizont.

Tag	Mittl. Zt. Greenw.	Wahre Mittelpunktshöhe ⊖	Zahl der Einstellungen	δ ⊙	Zeitgleichg.	Angenommene Ostlänge	Angenommene Südbreite	Für Mittagsbeobb.: Meridianhöhe	Für Mittagsbeobb.: daraus Südbreite	Für Zeitbestimmungen: berechnete Mittl. Ortszt.	Für Zeitbestimmungen: daraus Ostlänge
1903	h m s				m s					h m s	h m s
Febr. 5	— 1 38 38	26° 13′ 9″	4	— 16° 12′ 29″	+ 14 7		66° 2′			4 19 39	5 58 17
„	— 1 22 41	24 40 24	10	— 16 12 17	+ 14 7		66 2			4 35 41	5 58 22
„	— 1 20 38	24 28 33	4	— 16 12 16	+ 14 7		66 2			4 37 41	5 58 19
„	— 0 54 13	21 50 43	4	— 16 11 56	+ 14 7		66 2			5 4 11	5 58 24
„	— 0 41 17	20 33 13	4	— 16 11 47	+ 14 7		66 2			5 17 1	5 58 18
„ 6	— 10 44 17	20 41 21	10	— 16 1 6	+ 14 10		66 1			— 4 45 47	5 58 30
„	— 5 57 4	39 53 51	1					39° 56′ 34″			
„	55 53	54 26	1					56 40			
„	54 32	54 31	1					56 16			
„	53 40	54 51	1					56 19			
„	51 15	55 21	1			h m s		56 9			
„	49 46	55 51	1	— 15 57 32	+ 14 11	5 58 29		56 21	66° 1′ 8″		
„	45 59	55 59	1					56 2			
„	43 39	56 26	1					56 26			
„	42 12	56 26	1					56 30			
„	40 22	56 18	1					56 33			
„	38 50	55 56	1					56 26			
„	37 55	55 49	1					56 30			
								39 56 24			
„	— 1 29 30	25 4 3	8	— 15 54 17	+ 14 12		66 1			4 28 56	5 58 26
„ 7	— 5 48 57	39 37 37	1					39 38 1			
„	47 54	38 2	1					38 17			
„	46 34	38 5	1					38 12			
„	45 6	38 0	1	— 15 39 12	+ 14 16	5 58 16		38 1	66 1 7		
„	44 7	38 0	1					38 0			
„	42 46	37 53	1					37 55			
„	41 27	38 2	1					38 8			
„	40 20	37 55	1					38 8			
								39 38 5			
„	— 1 9 20	22 49 44	8	— 15 35 45	+ 14 17		66 1			4 48 59	5 58 19
„	— 1 8 53	22 47 56	6	— 15 35 39	+ 14 17		6 1			4 49 17	5 58 10
„ 8	— 5 48 31	39 20 26	1					39 20 58			
„	47 39	20 26	1					20 49			
„	46 37	21 13	1					21 27			
„	45 37	20 58	1	— 15 20 42	+ 14 19	5 57 9		21 6	65 59 44		
„	44 37	21 3	1					21 6			
„	43 26	20 48	1					20 48			
„	41 48	20 51	1					20 52			
„	40 53	20 31	1					20 35			
								39 20 58			
„ 14.	— 5 53 50	37 29 39	1					37 33 32			
„	50 36	30 49	1					33 15			
„	49 26	32 32	1					34 31			
„	45 58	37 24	1					38 20			
„	44 32	31 23	1					32 0			
„	41 47	31 33	1					31 44			
„	39 53	30 56	1					30 58			
„	38 7	35 26	1	— 13 23 45	+ 14 24	5 52 50		35 26	65 50 16		
„	36 43	34 13	1					34 16			
„	35 53	32 53	1					33 0			
„	34 37	34 29	1					34 44			
„	33 47	34 14	1					34 36			

Tag	Mittl. Zt. Greenw.	Wahre Mittelpunktshöhe ⊕	Zahl der Einstellungen	δ ⊙	Zeitgleichg.	Angenommene Ostlänge	Angenommene Süd-Breite	Für Mittagsbeobb.: Meridianhöhe	Für Mittagsbeobb.: daraus Südbreite	Für Zeitbestimmungen: berechnete Mittl. Ortszt.	Für Zeitbestimmungen: daraus Ostlänge
1903	h m s				m s					h m s	h m s
Febr. 14	— 5 30 30	37° 32′ 19″	1					37° 33′ 21″			
„	28 38	27 33	1					29 8			
								37 33 29			
„	— 1 31 17	23 34 55	6	— 13° 20′ 18″	+ 14 24		65° 49′			4 20 42	5 51 59
„	— 1 30 24	23 29 6	4	— 13 20 18	+ 14 24		65 49			4 21 48	5 52 12
„ 16	— 2 5 56	26 18 42	10	— 12 39 58	+ 14 19		65 45			3 44 43	5 50 41
„	— 1 56 43	25 28 31	6	— 12 39 52	+ 14 19		65 45			3 54 3	5 50 46
„	— 1 58 1	25 36 2	4	— 12 39 53	+ 14 19		65 45			3 52 39	5 50 40
„	— 1 39 25	23 52 36	6	— 12 39 35	+ 14 19		65 45			4 11 17	5 50 42
„	— 1 31 15	23 6 16	4	— 12 39 28	+ 14 19		65 45			4 19 27	5 50 42
„ 18	— 7 56 39	31 16 51	6	— 12 3 29	+ 14 12		65 38			— 2 7 22	5 49 17
„	— 5 50 35	36 20 20	1					36 24 21			
„	49 47	20 23	1					24 0			
„	48 25	21 41	1					24 39			
„	45 26	21 55	1					23 43			
„	40 24	23 17	1					23 47			
„	39 35	23 51	1					24 12			
„	38 39	24 12	1					24 26			
„	37 45	24 11	1			h m s		24 19			
„	34 34	24 47	1	— 12 1 24	+ 14 12	5 49 10		24 47	65° 37′ 10″		
„	33 23	24 31	1					24 34			
„	31 57	23 31	1					23 40			
„	31 6	23 25	1					23 40			
„	30 11	23 26	1					23 49			
„	29 17	23 30	1					24 2			
„	27 44	23 47	1					24 38			
„	25 30	23 46	1					25 15			
								36 24 14			
„ 19	— 7 49 10	31 30 6	4	— 11 42 17	+ 14 8		65 33			— 2 0 0	5 49 10
„	— 7 43 18	31 52 13	4	— 11 42 13	+ 14 8		65 33			— 1 54 16	5 49 2
„ 20	— 10 20 37	18 5 3	4	— 11 23 19	+ 14 3		65 28			— 4 30 57	5 49 40
„	— 10 17 5	18 26 6	4	— 11 23 16	+ 14 3		65 28			— 4 27 31	5 49 34
„	— 7 37 13	32 1 19	4	— 11 20 51	+ 14 2		65 28			— 1 47 36	5 49 37
„	— 7 33 4	32 15 40	4	— 11 20 48	+ 14 2		65 28			— 1 43 24	5 49 40
„	— 5 40 53	35 51 16	1					35 51 46			
„	39 49	51 46	1					52 6			
„	37 56	52 22	1					52 29			
„	37 3	51 47	1					51 50			
„	35 59	52 7	1	— 11 19 4	+ 14 2	5 49 25		52 7	65 27 11		
„	33 53	51 12	1					51 14			
„	32 57	51 41	1					51 47			
„	32 4	51 36	1					51 47			
								35 51 53			
Febr. 25	— 7 43 46	29 17 34	15	— 9 32 13	+ 13 26		65 34			— 2 2 20	5 41 26
„	— 7 24 54	30 27 32	4	— 9 31 56	+ 13 26		65 34			— 1 43 18	5 41 36
„	— 7 20 48	30 40 52	4	— 9 31 52	+ 13 26		65 34			— 1 39 23	5 41 25
„	— 7 16 27	30 56 4	11	— 9 31 48	+ 13 25		65 34			— 1 34 46	5 41 41
„	— 5 32 2	33 56 38	1					33 56 56			
„	31 10	56 46	1					56 58			
„	30 13	56 40	1					56 47			
„	29 15	56 41	1					56 43			
„	28 14	56 15	1	— 9 30 8	+ 13 25	5 41 5		56 15	65 33 40		
„	27 18	56 0	1					56 0			
„	26 13	56 0	1					56 2			

Tag	Mittl. Zt. Greenw.	Wahre Mittelpunktshöhe ⊖	Zahl der Einstellungen	δ⊙	Zeitgleichg.	Angenommene Ostlänge	Angenommene Südbreite	Für Mittagsbeobb.: Meridianhöhe	Für Mittagsbeobb.: daraus Südbreite	Für Zeitbestimmungen: berechnete Mittl. Ortszt.	Für Zeitbestimmungen: daraus Ostlänge
1903	h m s				m s					h m s	h m s
Febr. 25	— 5 25 7	33° 55′ 58″	1					33° 56′ 5″			
								33 56 28			
„ 26	— 10 27 4	14 40 12	10	— 9° 12′ 32″	+ 13 18		65° 32′			— 4 45 42	5 41 22
„	— 9 49 44	18 24 8	4	— 9 11 58	+ 13 17		65 32			— 4 8 21	5 41 23
„	— 9 46 4	18 45 14	4	— 9 11 55	+ 13 17		65 32			— 4 4 43	5 41 21
„	+ 2 50 4	41 1 9	5	— 16 35 18	(αCan.maj.)	h m s 5 41 22			65° 32′ 58″		
„ 27	— 8 53 45	23 16 3	10	— 8 48 46	+ 13 7		65 31			— 3 12 25	5 41 20
„	— 8 28 10	25 24 31	4	— 8 48 22	+ 13 7		65 31			— 2 46 45	5 41 25
„	— 8 24 53	25 39 44	4	— 8 48 19	+ 13 7		65 31			— 2 43 35	5 41 18
„	— 6 47 55	31 36 14	10	— 8 46 47	+ 13 6		65 31			— 1 6 28	5 41 27
„	— 5 38 29	33 13 42	1					33 15 20			
„	37 34	14 2	1					15 23			
„	36 20	14 7	1					15 8			
„	35 29	14 12	1					15 0			
„	34 32	14 22	1					14 59			
„	33 35	14 27	1					14 53			
„	32 35	14 27	1					14 44			
„	31 44	14 32	1	— 8 45 32	+ 13 6	5 41 30		14 43	65 30 34		
„	30 50	14 37	1					14 43			
„	29 39	14 52	1					14 54			
„	28 46	15 17	1					15 17			
„	27 52	14 27	1					14 27			
„	26 43	14 27	1					14 30			
„	25 43	15 17	1					15 24			
								33 14 58			
März 1	— 9 54 19	16 56 3	10	— 8 4 38	+ 12 47		65 31			— 4 13 21	5 40 58
„	— 9 26 42	19 35 24	4	— 8 4 12	+ 12 47		65 31			— 3 45 43	5 40 59
„	— 9 23 13	19 54 37	4	— 8 4 8	+ 12 47		65 31			— 3 42 15	5 40 58
„	— 7 39 38	28 9 43	20	— 8 2 30	+ 12 46		65 31			— 1 58 44	5 40 54
„	— 5 30 3	32 28 45	1					32 28 48			
„	29 13	28 55	1					28 56			
„	28 26	29 8	1					29 8			
„	27 28	28 55	1					28 56			
„	26 24	30 0	1	— 8 0 25	+ 12 45	5 41 0		30 3	65 31 2		
„	25 36	29 45	1					29 52			
„	24 45	29 38	1					29 49			
„	23 46	29 15	1					29 34			
								32 29 23			
„	— 1 15 47	18 8 6	10	— 7 56 28	+ 12 43		65 31			4 25 13	5 41 0
„	— 1 5 7	17 7 24	4	— 7 56 17	+ 12 43		65 31			4 35 35	5 40 41
„ 2	— 9 50 45	16 58 24	10	— 7 41 52	+ 12 36		65 29			— 4 9 42	5 41 3
„	— 8 43 55	23 5 4	4	— 7 40 50	+ 12 35		65 29			— 3 2 55	5 41 0
„	— 8 40 47	23 19 57	4	— 7 40 47	+ 12 35		65 29			— 2 59 55	5 40 52
„	— 7 34 42	28 10 49	6	— 7 39 45	+ 12 34		65 29			— 1 53 6	5 41 36
„	— 5 28 53	32 8 21	1					32 8 21			
„	28 13	8 46	1					8 46			
„	26 58	7 6	1					7 8			
„	26 19	7 51	1					7 56			
„	25 18	8 51	1	— 7 37 43	+ 12 33	5 41 0		9 1	65 29 15		
„	24 25	8 41	1					8 56			
„	23 37	8 26	1					32 8 48			
„	22 44	8 21	1					8 52			
								32 8 28			
„	— 1 36 12	19 43 45	4	— 7 34 2	+ 12 31		65 28			4 4 43	5 40 55

Tag	Mittl. Zt. Greenw.	Wahre Mittelpunktshöhe ⊖	Zahl der Einstellungen	δ ⊙	Zeitgleichg.	Angenommene Ostlänge	Angenommene Süd-Breite	Für Mittagsbeobb.: Meridianhöhe	Für Mittagsbeobb.: daraus Südbreite	Für Zeitbestimmungen: berechnete Mittl. Ortszt.	Für Zeitbestimmungen: daraus Ostlänge
1903	h m s				m s					h m s	h m s
März 2	— 1 32 52	19° 24′ 50″	4	— 7° 33′ 59″	+ 12 31		65° 28′			4 8 7	5 40 59
März 3	— 9 50 40	16 37 23	10	— 7 19 2	+ 12 24		65 22			— 4 10 18	5 40 22
„	— 9 39 30	17 42 48	4	— 7 18 51	+ 12 24		65 22			— 3 59 4	5 40 26
„	— 9 36 3	18 2 22	4	— 7 18 49	+ 12 24		65 22			— 3 55 42	5 40 21
„	— 7 1 44	29 37 58	6	— 7 16 22	+ 12 22		65 21			— 1 21 42	(5 40 2)
„	— 5 32 8	31 53 14	1					31° 53′ 28″			
„	31 15	53 13	1					53 22			
„	30 32	53 14	1					53 19			
„	29 53	53 16	1					53 18			
„	28 59	54 5	1	— 7 14 52	+ 12 21			54 5	65° 21′ 12″		
„	27 58	54 6	1					54 6			
„	27 20	54 0	1					54 1			
„	26 28	53 41	1					53 44			
								31 53 40			
März 4	— 8 31 44	23 27 30	10	— 6 54 51	+ 12 11		65 19			— 2 51 15	5 40 29
„	— 6 34 56	30 24 10	2	— 6 52 58	+ 12 10		65 19			— 0 54 30	5 40 26
März 5	— 1 3 5	15 38 2	10	— 6 24 39	+ 11 54		65 11			4 36 46	5 39 51
März 6	— 9 32 39	17 29 16	10	— 6 9 45	+ 11 45		65 4			— 3 52 15	5 40 24
„	— 8 41 53	22 5 36	4	— 6 8 52	+ 11 45		65 3			— 3 1 27	5 40 26
„	— 8 38 43	22 20 32	4	— 6 8 50	+ 11 44		65 3			— 2 58 31	5 40 12
„	— 7 19 43	27 54 1	10	— 6 7 34	+ 11 44		65 2			— 1 39 32	5 40 11
„	— 5 40 14	31 2 54	1					31 4 58			
„	39 22	3 9	1					4 55			
„	37 4	3 29	1					4 33			
„	31 1	4 14	1			h m s		4 19			
„	30 3	3 2	1	— 6 5 47	+ 11 43	5 40 35		3 3	65 1 53		
„	28 53	3 2	1					3 2			
„	27 46	3 4	1					3 5			
„	26 40	3 12	1					3 17			
								31 3 54			
„	— 1 19 19	16 49 53	4	— 6 1 45	+ 11 40		65 0			4 21 28	5 40 47
„	— 1 15 49	16 30 38	4	— 6 1 42	+ 11 40		65 0			4 24 46	5 40 35
März 10	— 9 44 38	15 20 44	22	— 4 36 42	+ 10 47		64 31			— 4 2 45	4 41 53
„	— 8 40 32	21 13 11	6	— 4 35 39	+ 10 47		64 31			— 2 59 17	(5 41 15)
„	— 8 41 2	21 13 24	4	— 4 35 39	+ 10 47		64 31			— 2 59 13	5 41 49
„	— 6 23 13	29 20 17	8	— 4 33 25	+ 10 45		64 30			— 0 41 1	5 42 12
„	— 5 32 32	30 2 43	1					30 2 45			
„	31 28	3 13	1					3 13			
„	30 24	2 19	1					2 19			
„	29 7	2 27	1					2 31			
„	27 45	1 3	1					1 14			
„	25 45	1 23	1	— 4 32 34	+ 10 45	5 41 50		1 50	64 30 4		
„	24 52	2 14	1					2 52			
„	23 55	1 32	1					2 21			
„	22 59	2 28	1					3 32			
„	22 0	0 58	1					2 18			
								30 2 30			
„	— 1 38 59	17 18 15	4	— 4 28 47	+ 10 42		64 30			4 3 0	5 41 59
„	— 1 34 26	16 53 36	4	— 4 28 43	+ 10 42		64 30			4 7 16	5 41 42
„	— 1 20 54	15 27 57	6	— 4 28 30	+ 10 42		64 30			4 21 52	(5 42 46)
März 26	— 5 31 40	57 34	1					22 61 22			
„	30 47	56 40	1					60 3			
„	29 57	56 46	1					59 48			
„	27 57	60 14	1	+ 1 45 46	+ 6 9	5 21 50		62 28	65 13 32		

Tag	Mittl. Zt. Greenw.	Wahre Mittelpunktshöhe ⊖	Zahl der Einstellungen	δ ⊙	Zeitgleichg.	Angenommene Ostlänge	Angenommene Südbreite	Für Mittagsbeobb.: Meridianhöhe	Für Mittagsbeobb.: daraus Südbreite	Für Zeitbestimmungen: berechnete Mittl. Ortszt.	Für Zeitbestimmungen: daraus Ostlänge
1903	h m s										
März 26	— 5 25 55	15° 58′ 3″	1					22° 59′ 36″			
„	24 58	59 44	1					61 1			
„	23 21	59 28	1					60 20			
„	22 24	60 19	1					60 59			
								23 0 42			
					m s	h m s					
März 27	— 5 21 25	22 30 37	7	+ 2° 9′ 27″	+ 5 50	5 21 55		22 31 2	65° 19′ 31″		
März 29	— 5 16 35	21 41 26	2					21 41 26			
„	15 22	38 57	2					38 59			
„	13 44	38 52	2					39 1			
„	12 22	39 6	2					39 24			
„	10 19	39 37	2	+ 2 56 35	+ 5 14	5 22 6		40 15	65 23 28		
„	8 55	38 8	2					39 4			
„	7 58	38 37	2					39 47			
„	6 28	40 7	2					41 42			
								21 39 57			
März 30	— 5 6 13	21 11 21	5	+ 3 20 3	+ 4 55	5 22 12		21 13 8	65 26 49	h m s	h m s
April 1	— 2 18 0	13 15 8	4	+ 4 9 24	+ 4 17		65° 16′			3 4 15	5 22 15
„	— 2 14 14	12 58 31	4	+ 4 9 28	+ 4 17		65 16			3 7 53	5 22 7
April 3	— 5 23 47	19 50 28	2					19 51 17			
„	20 17	52 4	2					52 18			
„	19 19	50 17	2	+ 4 52 41	+ 3 43	5 20 0		50 25	65 16 10		
„	18 12	50 58	2					51 1			
„	17 32	50 45	2					50 46			
								19 51 9			
April 6	— 8 17 15	11 24 27	8	+ 5 58 44	+ 2 52		65 6			— 3 0 4	5 17 11
„	— 8 11 55	11 49 55	8	+ 5 58 51	+ 2 52		65 6			— 2 54 24	5 17 31
„	— 5 30 15	18 50 18	2					18 53 49			
„	27 0	50 38	2					52 50			
„	17 52	52 43	2					52 52			
„	16 31	50 59	2	+ 6 1 32	+ 2 50	5 17 30		51 2	65 6 11		
„	14 33	52 23	2					52 23			
„	13 46	50 43	2					50 44			
								18 52 17			

Die Berechnung der Stundenwinkel aus Höhe, Deklination und Breite erfolgte durchweg mit Hilfe von Merkatorfunktionen nach der Tafel von Börgen[1]) und zwar nur auf Bogenminuten genau. Die Rechenmethode ist sehr übersichtlich und, wenn man sich die nötige Übung erworben hat, vielleicht auch etwas kürzer, als diejenige mit Kreisfunktionen; der Vorteil tritt besonders dann hervor, wenn wie im vorliegenden Falle eine größere Anzahl von Stundenwinkeln in einem Schema zu berechnen sind.

In der Tabelle S. 223 sind die Ergebnisse der Längenbestimmungen zu Mittelwerten vereinigt und mit den Angaben des Schiffsjournals verglichen.

Die wesentlichsten Fehlerquellen, welche die Ergebnisse der Längenbestimmung verfälschen, liegen in der Unsicherheit des Uhrstandes und der angenommenen Breite. Über die voraussichtliche Größe dieser beiden Fehler läßt sich etwas Zahlenmäßiges nur schwer angeben, man ist vielmehr namentlich in bezug auf den Uhrstand, der nach den Ausführungen auf S. 153 gerade für diesen Teil der Reise mit einem erheblicheren Fehler behaftet sein kann, auf eine

[1]) Archiv der Deutschen Seewarte, 21. Jahrgang, Hamburg, 1898. (Bei cof 35° 50′ ist ein Druckfehler!)

Längenbestimmungen im Treibeis.

Tag	M. Z. Greenwich	Mittl. Ortszeit	Ostlänge berechnet	Ostlänge nach dem Schiffsjourn.	Differenz	1s im Parallel entspricht	Diff. in km	d L^s für d φ = 1'
1903	h	h	h m s					
Febr. 5	— 1	5	5 58 20					2
„ 6	— 11	— 5	5 58 30					1
„ 6	— 1½	4½	5 58 26					3
„ 7	— 1	5	5 58 15	h m s	s	m		2
„ 14	— 1½	4	5 52 6	5 52 43	— 37	190	— 7.0	4
„ 16	— 2	4	5 50 42	5 50 35	+ 7	191	+ 1.3	5
„ 18	— 8	— 2	5 49 17	5 49 39	— 22	192	— 4.2	11
„ 19	— 8	— 2	5 49 6	5 49 32	— 26	192	— 5.0	7
„ 20	— 10	— 4½	5 49 37	5 49 29	+ 8	193	+ 1.5	2
„ 20	— 8	— 2	5 49 39	5 49 28	+ 11	193	+ 2.1	14
„ 25	— 7½	— 2	5 41 32	5 41 16	+ 16	192	+ 3.1	14
„ 26	— 10	— 4	5 41 22	5 41 22	0	193	0.0	3
„ 27	— 9	— 3	5 41 21	5 41 20	+ 1	193	+ 0.2	7½
„ 27	— 7	— 1	5 41 27	5 41 20	+ 7	193	+ 1.4	22
März 1	— 10	— 4	5 40 58	5 40 58	0	193	0.0	4
„ 1	— 8	— 2	5 40 54	5 40 57	— 3	193	— 0.6	13
„ 1	— 1	4½	5 40 51	5 40 56	— 5	193	— 1.0	4
„ 2	— 9	— 3	5 40 58	5 40 56	+ 2	193	+ 0.4	6
„ 2	— 7½	— 2	5 41 36	5 40 56	+ 40	193	+ 7.7	13
„ 2	— 1½	4	5 40 57	5 40 51	+ 6	193	+ 1.2	5
„ 3	— 10	— 4	5 40 23	5 40 29	— 6	194	— 1.2	4
„ 3	— 7	— 1	5 40 2	5 40 25	— 23	194	— 4.5	19
„ 4	— 8½	— 3	5 40 29	5 40 28	+ 1	194	+ 0.2	8
„ 4	— 6½	— 1	5 40 26	5 40 28	— 2	194	— 0.4	27
„ 5	— 1	4½	5 39 51	5 39 50	+ 1	195	+ 0.2	3
„ 6	— 9	— 3	5 40 21	5 40 20	+ 1	196	+ 0.2	6
„ 6	— 7	— 2	5 40 11	5 40 19	— 8	196	— 1.6	16
„ 6	— 1	4	5 40 42	5 40 21	+ 21	197	+ 4.1	4
„ 10	— 9	— 3	5 41 51	5 41 47	+ 4	200	+ 0.8	10
„ 10	— 6	— 1	5 42 12	5 41 45	+ 27	200	+ 5.4	35
„ 10	— 1½	4	5 41 50	5 41 35	+ 15	200	+ 3.0	5
April 1	— 2	3	5 22 11	5 22 12	— 1	195	— 0.2	9
„ 6	— 8	— 3	5 17 21	5 17 36	— 15	196	— 2.9	9

bloße Schätzung angewiesen. Auch der Breitenfehler kann einen größeren Betrag erreichen, vielleicht mehrere Bogenminuten, da nur wenige Breitenbestimmungen vorliegen und eine leidlich zuverlässige Interpolation bei dem ungleichmäßigen und unstetigen Treiben des Schiffes, das durch Kompaß und Log nicht kontrolliert werden konnte, unmöglich war. Zur Berechnung des Zeit- und damit des Längenfehlers, welcher aus der Unsicherheit der Breite resultiert, dient die Formel:

$$\frac{d\,L}{d\,\varphi} = \operatorname{tg} \delta \operatorname{cosec} t - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{cotg} t$$

Die Abhängigkeit der Größe d L von δ und t läßt sich durch ein Nomogramm sehr bequem veranschaulichen; es genügt hierbei, für die Breite einen mittleren Betrag (—65½°) einzuführen. In dem Tableau ist der Längenfehler sogleich in Zeitsekunden ausgedrückt; man findet den letzteren, indem man auf den Skalen für Deklination und Stundenwinkel die entsprechenden Punkte aufsucht und durch eine Grade verbindet, welche in der Verlängerung nach

rechts die Skale der Werte d t oder d L schneidet und eine direkte Ablesung des Zeitfehlers, welcher einem Breitenfehler von 1′ entspricht, mit einer für den vorliegenden Fall mehr als ausreichenden Genauigkeit von etwa $0^s,1$ ermöglicht. In der voraufgehenden Zusammenstellung der erhaltenen Längen-Mittelwerte sind die dem Nomogramm entnommenen Beträge dL auf ganze Sekunden beigefügt. Bei Annahme eines Breiten-Unterschiedes von etwa 3′, der wohl möglich erscheint, klären sich die meisten Differenzen in den hier berechneten und den vom Schiffsjournal angegebenen Längen sofort auf; nur einige Zweifel, die aber ohne erhebliche Bedeutung

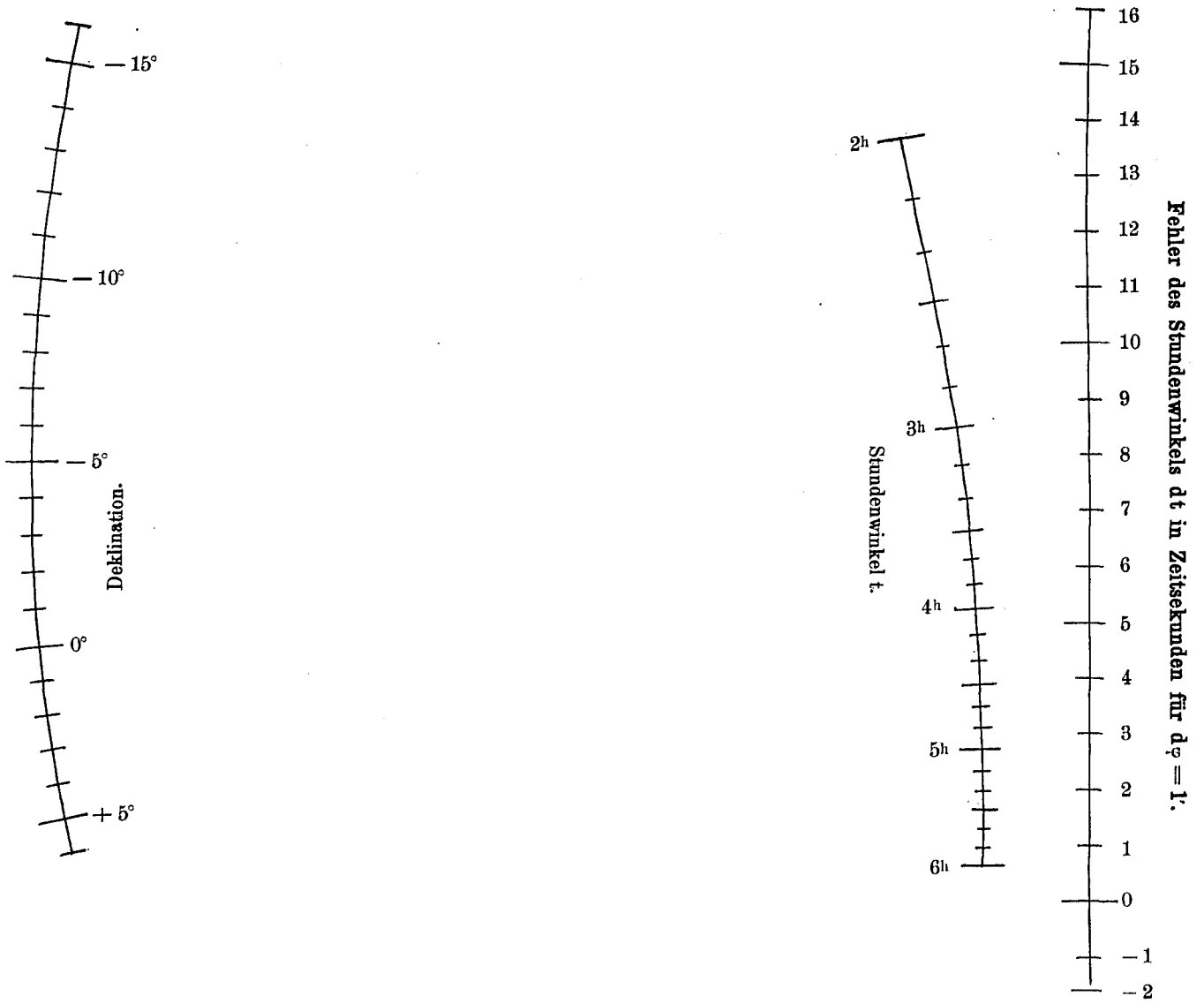


Fig. 10.

sind, bleiben bestehen. Hier kommen die Längen für Febr. 14 und März 6 in Frage, die schon einen Breitenfehler von 5′ und darüber voraussetzen würden.

Die Breitenbestimmungen, welche in der Tabelle S. 218 bis 222 eingehend mitgeteilt sind, weisen in den meisten Fällen eine sehr große Genauigkeit auf; die Unsicherheit in der Annahme der Ortszeit kann nur sehr geringe Fehler im Gefolge haben, deren Diskussion hier nicht erforderlich erscheint. Größer ist jedenfalls der mit seinem vollen Betrage eingehende

Fehler in der Höhenmessung selbst, namentlich in denjenigen Fällen, wo die Beobachtung durch Schwankungen der Scholle und damit des künstlichen Horizonts gestört wurde.

Der Vollständigkeit wegen sind hier die Ergebnisse der Breitenbestimmungen noch einmal zusammengestellt und mit den Angaben des Schiffsjournals verglichen.

Breitenbestimmungen im Treibeis.

Tag Mittl. Ortsmittag	Südbreite oben ermittelt	Südbreite nach dem Schiffsjournal	Tag Mittl. Ortsmittag	Südbreite oben ermittelt	Südbreite nach dem Schiffsjournal
Febr. 6	66° 1′ 8″		März 2	65° 29′ 15″	65° 29′
„ 7	66 1 7		„ 3	65 21 12	65 21
„ 8	65 59 44	65° 59′	„ 6	65 1 53	65 3
„ 14	65 50 16	65 49	„ 10	64 30 4	64 29
„ 18	65 37 10	65 38	„ 26	65 13 32	65 16
„ 20	65 27 11	65 27	„ 27	65 19 31	65 18
„ 25	65 33 40	65 33	„ 29	65 23 28	65 24
„ 26	65 32 58	65 32	„ 30	65 26 49	65 27
„ 27	65 30 34	65 31	April 3	65 16 10	65 15
März 1	65 31 2	65 31	„ 6	65 6 11	65 7

Die Übereinstimmung ist überall ausreichend, da die größte Differenz nur $2^1/_2'$ beträgt. An dem entsprechenden Tage (März 26) sind von dem Schiffsoffizier nur 3 Einzelmessungen der Sonnenhöhe über der Eiskimm ausgeführt worden, es wird daher der hier berechnete Wert 65° 13′ 32″ erheblich genauer sein.

Der erste Teil der Untersuchung über den Kurs des Schiffes im Treibeise kann hiermit als abgeschlossen betrachtet werden. Es hat sich gezeigt, daß die Angaben des Schiffsjournals im wesentlichen richtig sind, soweit sich dies auf Grund des vorhandenen Beobachtungsmaterials kontrollieren läßt.

Neben den bisher verwerteten Messungen, die ausnahmslos mit Hilfe des künstlichen Horizonts angestellt worden waren, liegen noch eine Anzahl Beobachtungen des Abstandes der Sonne von der Eiskimm vor, und es soll nun untersucht werden, welchen Betrag die Eiskimmtiefe erreicht und um welche Größe sie sich von der Tiefe der freien Seekimm unterscheidet. Der Gang dieser Ermittelung ist unmittelbar gegeben: mit der zuvor abgeleiteten Uhrkorrektion und der Breite werden rückwärts für die Beobachtungszeiten die Sonnenhöhen berechnet und den direkt über der Eiskimm gefundenen Höhen, die wegen Halbmesser, Refraktion und Parallaxe zu korrigieren sind, gegenübergestellt. Dieser Weg scheint zunächst wegen der Unsicherheit der Argumente wenig Aussicht auf Erfolg zu haben; es konnten in der Tat nur diejenigen Beobachtungen über der Eiskimm verwertet werden, welche sich zeitlich wenig von den Messungen mit künstlichem Horizont unterscheiden, so daß es sich demnach lediglich um Differenzermittelungen handelt. Dabei ist für die zusammengehörigen Beobachtungen, die im ungünstigsten Falle um 30^m auseinanderliegen, die Uhrkorrektion und die Breite als konstant angenommen worden, da über die Veränderung beider Größen nichts Sicheres zu ermitteln war. Interessant ist, daß eine Beobachtung des Kimmabstandes von der Tonne am Großmast aus, bei einer Augenhöhe von 34 m erfolgte. Die nachstehende Tabelle enthält die Beobachtungs- und Rechenergebnisse.

Eiskimmtiefe.

Tag 1903	h_1 (beob. m. künstl. Horizont) U_1 δ_1 φ	h_2 (beob. Abstand von der Eiskimm) U_2 δ_2 φ	ΔU gegen wahre Ortszeit, aus h_1 δ_1 φ berechnet	h_2 berechnet aus $U_2 + \Delta U$ δ_2 φ	Kimmtiefe Augenhöhe H (Meter)	Kimmtiefe nach der Formel $K = 107'',7\sqrt{H}$	Beob. — Rech.
			h m s				
	26° 18′ 42″	27° 34′ 25″	+ 5 42 4.5	27° 30′ 34″	3′ 51″	4′ 24″	— 0′ 33″
	9h 48m 22s	9h 34m 40s					
Febr. 16	— 12° 39′ 58″	— 12° 40′ 11″					
	— 65 45	— 65 45			6		
	14 57 41	11 49 49	+ 5 42 11.8	11 48 33	1 16	3 49	— 2 33
	13 2 14	12 31 43					
Febr. 20	— 11 23 46	— 11 24 13					
	— 65 28	— 65 28			4.5		
	14 40 12	16 3 33	+ 5 36 35.9	16 1 19	2 14	4 24	— 2 10
	1 24 26	1 37 48					
Febr. 26	— 9 12 32	— 9 12 20					
	— 65 32	— 65 32			6		
	16 37 23	18 1 52	+ 5 37 41.4	17 59 15	2 37		
	1 59 37	2 13 41					
März 3	— 7 19 2	— 7 18 50					
	— 65 22	— 65 22			?		
	22 30 37	22 32 32	+ 5 29 52.0	22 30 45	1 47		
	6 25 4	6 33 37					
März 27	+ 2 9 27	+ 2 9 36					
	— 65 19 30	— 65 19 30			?		
	15 12 2	14 1 17	+ 5 32 54.7	13 52 1	9 16	10 30	— 1 14
	9 9 58	9 28 14					
März 30	+ 3 22 29	+ 3 22 47					
	— 65 26	— 65 26			34.2		

Es geht aus diesen Zahlen deutlich hervor, daß die beobachteten Depressionen etwas kleiner sind, als die aus der Formel: $K = 107'',7\sqrt{H}$ berechneten. Leider fehlt bei zwei Beobachtungen die Angabe der Augenhöhe; es steht aber zu vermuten, daß letztere zwischen 4 und 6 m betragen hat, so daß auch diese Messungen eine kleinere Depression ergeben. Eine Ausgleichung der beobachteten Eiskimmtiefen führt zu der Formel: $K = 86''\sqrt{H}$. Der Unterschied in der Konstanten gegenüber der beim freien Ozean kann zweierlei Ursache haben: erstens wäre es möglich, daß das aus dem Meere herausragende Scholleneis eine Verkleinerung des Gesichtskreises und damit auch der Kimmtiefe zur Folge hat; zweitens aber könnte der Koeffizient der terrestrischen Refraktion ($\varkappa$) von dem gebräuchlichen Werte 0,13, welcher der Formel $K = 107'',7\sqrt{H}$ zugrunde liegt, bei der Sonderheit des im südlichen Eismeere herrschenden Atmosphärenzustandes erheblich verschieden sein. Die Depressionsformel lautet allgemein: $K'' = \frac{1}{\sin 1''}\sqrt{\frac{2(1-\varkappa)}{R}.h}$ und man erhält durch Vergleichung mit der Formel: $K = 86\sqrt{h}$ den ziemlich hohen Wert $\varkappa = 0{,}45$. Rechnet man $\varkappa$ nur aus der einen Depression bei 34,2 m Augenhöhe, so ergibt sich

$$1-\varkappa = [5.874]\frac{K^2}{h} = 0{,}68, \text{ also } \varkappa = 0{,}32.$$

Dieser Betrag des Refraktionskoeffizienten im südlichen Eismeer ist durchaus nicht unwahrscheinlich; er ist vermutlich richtiger als 0,45, denn die aus den Beobachtungen bei geringer Augenhöhe abgeleiteten Eiskimmtiefen sind von den Zufälligkeiten bei der Eisformation naturgemäß weit mehr beeinflußt, als bei den Messungen aus der Tonne.

Das Ergebnis dieser Untersuchungen ist hiernach folgendes: für die Zwecke der Navigation genügt es im allgemeinen, den Unterschied zwischen der Depression der Eiskimm und des freien Meereshorizonts zu vernachlässigen. Die erstere Depression ist bei geringer Augenhöhe Schwankungen bis zum Betrage mehrerer Bogenminuten unterworfen; die Unsicherheiten werden mit der Zunahme der Augenhöhe geringer.

IV. Die Fahrt des „Gauss" auf See und im Eise.

An die Mitteilung der astronomischen Bestimmung von festen Stationen im dritten Abschnitte soll der vorliegende vierte die der ozeanischen schließen, also der Ortsbestimmungen, welche während der Fahrt des „Gauss" teils durch die Beobachtung von Himmelskörpern, teils durch Peilung von Landpunkten, teils durch die Führung des Bestecks mit Kompaß und Log gewonnen worden sind. Ich werde dabei der Reihe nach zunächst die methodischen Grundlagen erörtern, auf welchen die abgeleiteten Positionen beruhen, sodann diese selbst mitteilen und zwar immer für den Mittag jedes Tages der Seefahrt, während die außerdem abgeleiteten vierstündigen oder noch dichteren Zwischenstationen, soweit sie interessieren, in den physischen und biologischen Spezialberichten dieses Werkes zur Mitteilung kommen, und drittens den so festgelegten Weg des „Gauss" diskutieren nach seinen physischen Eigentümlichkeiten, seinem Verhältnis zu sonstigen Routen in gleichen Gebieten, sowie nach seiner Bewältigung durch die Expedition und ihr Schiff. Die Darstellung geht von den vorangehenden astronomischen Ergebnissen aus und führt über Fragen der Nautik und auch der praktischen Navigation zu den ozeanographischen Problemen und Ergebnissen hinüber, welche in einem folgenden Teile dieses Werkes behandelt werden.

1. Die methodischen Grundlagen.

Wie üblich, ist auch auf dem „Gauss" jede nur mögliche Gelegenheit zur Ortsbestimmung wahrgenommen worden.

In Sicht von Land erfolgte die Bestimmung durch Peilung bekannter Landpunkte. Die geschätzte Entfernung und die nach dem Kompaß dorthin gemessene Richtung, bzw. zwei oder mehrere Richtungen nach bekannten Punkten für sich allein geben den Ort des Schiffes, wobei die örtliche Abweichung der Magnetnadel von der astronomischen Nordrichtung entweder einschließlich ihres von dem Eisengehalt des Schiffes herrührenden Teils gleichzeitig nach der Sonne gemessen oder unter Anrechnung ihres von dem Eisengehalt des Schiffes stammenden Teils, also der Deviation, die oft bestimmt wurde, aus den Seekarten entnommen wurde.

Auf solchen Peilungen von Landpunkten beruhen von den in der Tabelle (Seite 232 ff.) mitgeteilten Orten die Mittagspositionen des „Gauss" vom 31. August, 8. und 31. Dezember 1901, vom 31. Mai, 8. Juni und 20. November 1903. Die erste beruht auf Peilungen nach der Insel Porto Santo bei Madeira und nach Pargo Point auf Madeira selbst; die geographische Länge vom 8. Dezember 1901 beruht auf einer Peilung nach Lions Head bei Kapstadt und einer

damit gleichzeitig gemessenen astronomischen Breite; die Position vom 31. Dezember 1901 beruht auf Peilungen nach bekannten Punkten von Kerguelen, die vom 31. Mai 1903 auf einer Peilung und der geschätzten Entfernung von dem Hafen-Feuerturm bei Port Natal, die Position vom 8. Juni 1903 auf Peilung und Entfernungsschätzung nach Kap Agulhas und die vom 20. November auf Peilung und Entfernungsschätzung nach dem Eddystone-Feuerturm im Englischen Kanal. Bei der Ansegelung von Küsten und Inseln sind natürlich noch zahlreiche Zwischenpositionen des „Gauss" außerhalb der Mittagszeiten durch Peilung bestimmt worden, die meist momentanen navigatorischen Zwecken dienten und daher nicht besonders aufgeführt worden sind.

Die meisten sonstigen Mittagspositionen des „Gauss" beruhen auf Höhenmessungen der Sonne, durch welche die geographische Breite um die Mittagszeit, also bei der Kulmination, die geographische Länge durch Bestimmung der Ortszeit und ihrer Differenz gegen die von den Chronometern angegebene Greenwich-Zeit am Vor- und Nachmittag nahe am 1. Vertikal festgestellt worden ist. Die so gemessenen geographischen Längen gelten natürlich für die Zeiten der Messung; sie sind dann durch das Besteck auf die Mittagspositionen übertragen worden, so daß deren Längen wenn möglich auf Mittelbildung aus den am Vor- und am Nachmittag gemessenen Längen beruhen. Falls des Wetters wegen nur eine Messung ausgeführt werden konnte, mußte die Übertragung einseitig von dieser erfolgen.

Die Methode dieser Messungen bedarf keiner Erörterung. Sie erfolgte mit Sextanten über der Kimm, d. h. dem Niveau des Meeres, in der üblichen Weise und wurde in der Regel von zwei Schiffsoffizieren gleichzeitig ausgeführt. Bei der Längenbestimmung wurden von jedem mehrere Höhen, meistens drei, gemessen, die für die Reduktion gemittelt wurden, was bei der auf See erreichbaren Beobachtungsgenauigkeit auch ausreichend ist. Längere Zeiten hindurch ließ ich die einzelnen Beobachtungen zur gesonderten Reduktion notieren, doch ergab das keinen Vorteil für die Ableitung der Resultate. Bei den Breitenbestimmungen wurden die Kulminationshöhen der Sonne abgewartet. Von den Eigenarten der Beobachtungen im Eise über der Eiskimm ist schon die Rede gewesen (S. 216 ff.). Aufmerksamkeit erforderten die Breitenbestimmungen am Äquator, weil die Sonnenhöhen sich dort auch am Mittag verhältnismäßig schnell ändern, zumal derselbe auf der Hin- wie auf der Rückreise nahe dem Äquatorstand der Sonne selbst passiert und auf der Rückreise zwecks ozeanographischer Arbeiten bei der Romanche-Tiefe wiederholt geschnitten wurde.

Die geographischen Breiten der Mittagspositionen konnten, soweit sie auf Sonnenhöhen beruhen, direkt aus dem Schiffsjournal in die nachstehende Tabelle übernommen werden. Die geographischen Längen, welche im Schiffsjournal von den Chronometerständen ausgehen, die während der Expedition geführt wurden, mußten dagegen korrigiert werden. Die Differenzen zwischen den endgültigen Chronometerständen, die auf S. 153 ff. mitgeteilt worden sind, gegen die im Schiffsjournal geführten geben die Korrektionen in Zeitmaß, welche anzubringen waren.

Während der Seefahrt von Kap Lizard bis zur Eiskante und von dieser zurück bis Kap Lizard ist die astronomische Bestimmung der Mittagsposition des Wetters wegen nur an 20 Tagen ganz ausgefallen, und an drei weiteren Tagen ist nur die Breite bestimmt. Für 247 Fahrttage in Summa ist das nicht viel. Von diesen 23 Lücken liegen 20 im Gebiete der Westwinde und nur 3 in den Passat- und Kalmenzonen. Die 23 Lücken wurden aus dem Besteck ergänzt, und zwar immer durch Mittelbildung aus den Endpunkten des zu ihnen vorwärts von

der letzten vorangehenden und zu ihnen rückwärts von der ersten folgenden astronomischen Position geführten Bestecks. Einmal ist die astronomische Bestimmung mehrere Tage hintereinander ausgefallen, so daß die Mittagspositionen des 21., 22. und 23. April 1903 zwischen den astronomischen Bestimmungen des 20. und des 24. April interpoliert werden mußten. Hier liegt die größte Unsicherheit der Route. Der „Gauss" befand sich damals zwischen Kerguelen und St. Paul, also noch im Gebiete der Westwinde. In drei anderen Fällen handelte es sich um den Ausfall von zwei Mittagspositionen, in den übrigen immer nur von je einer.

Weit ungünstiger gestaltet sich das Verhältnis im Eise, da hier von 68 Tagen, welche die Eisfahrt in Summa gedauert hat, an 31 Tagen die astronomische Bestimmung der Mittagsposition ganz ausfiel und an 2 weiteren Tagen nur die geographische Breite bestimmt werden konnte. Zwischen dem 17. und 21. Februar 1902 fehlen 3 Tage hintereinander, zwischen dem 8. und 16. Februar 1903 gar 7 Tage, zwischen dem 20. und 25. Februar 1903 4 Tage, zwischen dem 10. und 13. März 2, zwischen dem 27. und 30. März 2 und zwischen dem 6. und 10. April 1903 wieder 3 Tage. In den übrigen Fällen fehlt je ein Tag. Die größte Lücke von 7 Tagen war insofern weniger empfindlich, als der „Gauss" sich damals noch in Sicht des Westeises vor dem Kaiser Wilhelm II.-Land befand und seine Positionen nach Randpunkten desselben kontrollieren konnte.

Sonst war die Interpolation zwischen den astronomischen Positionen im Eise schwierig, da das Besteck hier zum größeren Teile auf Schätzung beruhte. Denn die Wege setzten sich dort aus kurzen Fahrtstrecken und aus Driften zusammen. Für letztere war die Weglänge gar nicht und die Richtung selten selbständig, d. h. unabhängig von den astronomischen Positionen, zu bestimmen, zumal sie auch bei Wind nicht genau mit dessen Richtung zusammenfiel. Auf den Fahrtstrecken aber blieb die Weglänge ebenfalls unsicher, weil das Log des Eises wegen meistens nicht benutzt werden konnte, und desgleichen die Richtung, weil die Kurse dauernd wechselten, je nachdem die Waken verliefen, so daß eine mittlere Fahrtrichtung schwer abzuleiten war. Gelegentlich ließ sich der Fortschritt nach Eisbergen oder Eisberggruppen bestimmen, doch war diese Auskunft unvollkommen, weil die Berge sich selbst bewegten. So blieb auf den Fahrtstrecken häufig und auf den Driftstrecken immer nichts anderes übrig, als zwischen den astronomischen Positionen proportional der Zeit zu interpolieren. Wo Kurse und Weglängen vorliegen, sind sie aber natürlich zur Interpolation benutzt worden. Die im Eise tatsächlich zurückgelegten Weglängen sind naturgemäß größer als die Abstände der Mittagspositionen, weil zwischen denselben auf immer wechselnden Kursen gefahren wurde und auch die Driften nicht geradlinig waren. Für die Fahrtstrecken ließen sich die Differenzen teilweise feststellen, für die Driftstrecken nicht.

Nachdem sämtliche Mittagspositionen feststanden, wurden die vierstündigen Orte dazwischen, also die Positionen des „Gauss" für die Zeiten des Wachtwechsels um 4^hp., 8^hp., Mitternacht, 4^ha und 8^ha aus dem Besteck abgeleitet, aber nur für die Zeiten der Seefahrt, nicht für die im Eise, da hier die Mittagspositionen nahe genug beieinander liegen, um alle dazwischen ausgeführten Arbeiten zu lokalisieren, und die Interpolation im Eise der soeben erwähnten Unsicherheit wegen nicht noch weiter spezialisiert werden sollte.

Die vierstündigen Positionen wurden zunächst von der vorausgehenden Mittagsposition ausgehend aus dem wahren Kurs und der aus der Logmessung entnommenen Distanz durch Aufmachung des Bestecks aus Einzelkursen abgeleitet und zwar immer bis zur nächstfolgenden

astronomischen Mittagsposition einschließlich. Der so erhaltene Wert dieser letzteren weicht dann um die Besteckversetzung von dem astronomischen Werte des Ortes ab. Der Betrag dieser Versetzung wurde nun auf alle vierstündigen Positionen zwischen den einschließenden astronomischen Mittagsorten verteilt. Die so erhaltenen Werte und bisweilen noch weitere ebenso abgeleitete Stationen dazwischen sind in den Arbeiten über die physischen und biologischen Ergebnisse der Expedition benutzt worden. Ihre Mitteilung in extenso hier darf unterbleiben, weil der Weg des „Gauss" durch die Mittagspositionen genügend charakterisiert ist.

Die Verteilung der Besteckversetzung ist in der Regel linear vorgenommen worden, also proportional der Zeit, mithin so, daß z. B. bei einer 24stündigen Versetzung von 24 Seemeilen in Breite jeder vierstündigen Position 4 Seemeilen, also 4 Breiteminuten, zugerechnet wurden, wodurch dann die Differenz zwischen der berechneten und der astronomisch beobachteten Breite der folgenden Mittagsposition verschwand. Nur vereinzelt lagen in bekannten Strömungen oder anderweitigen Momenten der Versetzung durch Winde oder Schiffsmanöver besondere Gründe vor, aus welchen von einer linearen Verteilung abgesehen werden mußte.

Ich habe mir die Frage vorgelegt gehabt, ob die Zeiten der Ruhe, in welchen der „Gauss" zum Arbeiten still lag, und die Zeiten seiner Fahrt bei der Verteilung der Besteckversetzung verschieden zu behandeln wären, habe jedoch davon abgesehen und zwar aus folgenden Gründen.

Die Besteckversetzung beruht wesentlich auf den Meeresströmungen und auf den Winden. Die ersteren wirken auf das Schiff in der gleichen Weise, ob es zum Arbeiten still liegt oder sich in Fahrt befindet, da sich in den Strömungen die ganze Wassermasse, in welcher das Schiff sich befindet, mit diesem vorwärts bewegt. Bei der Verteilung der Besteckversetzungen, die von Meeresströmungen herrühren, ist mithin kein Unterschied zwischen den Zeiten der Fahrt und der Ruhe vorhanden.

Anders liegt es bei den Besteckversetzungen durch die Winde, wie man im Eise beobachten konnte. Die Schollen trieben im Winde schneller als das Schiff und dieses wieder schneller als die Eisberge. Man konnte das für die Schollen an der Lage und Form der neuen Waken erkennen, die in Lee des Schiffes und der Berge entstanden, während die schnelleren Bewegungen des Schiffes im Vergleich mit denen der Berge durch Wind direkt zu beobachten waren. Das Schiff trieb dabei verschieden, je nach seiner Lage zum Winde und jedenfalls langsamer, als das Wasser selbst, wie man aus dem Treiben der Schollen erkannte. Es bewegte sich mithin in der Winddrift nicht wie in Meeresströmungen mit der umgebenden Wassermenge, sondern durch dieselbe hindurch, weil sein Treiben eine andere Geschwindigkeit hatte.

Wenn das Schiff nun in Fahrt ist, wird diese Geschwindigkeitsdifferenz des Treibens als Fahrtgeschwindigkeit erscheinen, nicht in der Versetzung, und ihrem Betrage nach durch das Log gemessen werden, da sie, wie die Fahrt selbst, durch, nicht mit dem Wasser erfolgt. Nur soweit das Schiff mit der Winddrift des Wassers Schritt hält, wird sein Treiben nicht als Fahrtgeschwindigkeit, sondern in der Besteckversetzung erscheinen. Während das Schiff still liegt, wird sie aber ganz in der Besteckversetzung auftreten, da sie für sich allein durch das Log nicht gemessen wird.

Somit ist die Versetzung durch Winde wegen ihrer Ermittelung durch das Log, also aus rechnerischen Gründen, eine verschiedene, wenn das Schiff fährt oder wenn es zum Arbeiten

still liegt, und zwar ist sie im letzteren Falle relativ größer, weil im ersteren nur ein Teil als Versetzung erkannt wird. Dazu kommt, daß in beiden Fällen auch die mechanische, versetzende Einwirkung des Windes selbst eine verschiedene ist, nämlich bei einem Schiff in Ruhe in der Regel nun geringer als bei einem Schiff in der Fahrt. In ersterem Falle ist die Segelführung auf ein Minimum beschränkt oder gänzlich eingezogen und das Schiff so gelegt, daß der Wind von vorne einfällt, während in der Fahrt dieses nur ausnahmsweise der Fall ist und die Windkraft größere Angriffsflächen hat.

So wäre es aus verschiedenen Gründen gerechtfertigt, bei Ableitung der vierstündigen Positionen die Besteckversetzung durch Winde nicht linear zu verteilen, sondern ungleich, und für die Zeiten der Fahrt aus dem rechnerischen Grunde weniger und aus dem mechanischen mehr davon anzusetzen als für die Zeiten der Ruhe. Die Differenz wird bei verschiedener Schiffsbelastung, Fahrtrichtung und aus anderen Gründen eine verschiedene sein. Die obigen Erwägungen gelten für den Fall, daß die Drift durch Wind der Fahrtrichtung des Schiffes gerade entgegengesetzt ist, doch ist es wohl nicht notwendig, auch andere Fälle hier zu erörtern, da nur einfache Winkelfunktionen dabei in Betracht kommen.

Für den vorliegenden praktischen Zweck habe ich von einer ungleichen Verteilung abgesehen, weil sich Besteckversetzung durch Wind und durch Strömung häufig nicht trennen läßt und auch die Verschiedenheiten der Besteckversetzung durch Wind bei Fahrt und bei Ruhe schwer gegeneinander abzugrenzen wären. Aus der Differenz der Positionen des Bestecks und der astronomischen Bestimmungen folgt nur die Summe aller Versetzungen. Die Sache ist indessen von Interesse und einer theoretischen Untersuchung wert. Die Größe des Schiffes, sein Tiefgang, seine Belastung, Lage, Geschwindigkeit, Segelführung und andere Momente, namentlich auch die Richtung der Versetzung müßten dabei berücksichtigt werden. Ich hoffe, daß dieses Problem seine Bearbeitung finden wird.

Hier durfte es auch deshalb vernachlässigt werden, weil die daraus resultierenden Korrektionen der Positionen kleiner sind als deren Fehler. Denn die größte Besteckversetzung, die wir gehabt, betrug etwa 10 Seemeilen in 4 Stunden, und hiervon käme für die nicht lineare Verteilung nur der Teil in Betracht, welcher von den Winden herrührt, also von 10 Seemeilen nur ein Teil, so daß die abgeleitete Position mit Größen zu verbessern wäre, die aus Differenzen zweier Beträge bestehen, die nur Teile der Gesamtversetzung sind und je 4 bis 6 Seemeilen im Maximum betragen mögen, wahrscheinlich weniger. Ihre Differenzen sind dann von der nächst kleineren Größenordnung, also höchstens etwa 2 Seemeilen groß, und kommen nicht in Betracht, da die astronomischen Positionen zur See doch sicher innerhalb 4 Seemeilen ungenau sind. Von größerer Bedeutung würde der Gegenstand da sein, wo es sich um die Ableitung von Strömungen aus Besteckversetzungen handelt, worauf ich an anderer Stelle zurückkommen werde.

Über die Genauigkeit der in der Tabelle mitgeteilten Positionen ist es im übrigen schwer, Angaben zu machen. Für Fehlerberechnungen reichen die nautischen Ortsbestimmungen der Natur der Sache nach nicht aus. Gelegentliche Kontrollen, die ich im Eise mit Prismenkreis und künstlichem Horizont ausführen konnte, ließen für die Beobachtungen der Schiffsoffiziere Genauigkeiten von 1 bis 2 Seemeilen (Breiteminuten) erkennen. Auf hoher See dürften bei schwerem Wetter auch größere Fehler vorgekommen sein, doch möchte ich bei der durch die Schiffsoffiziere auf die Ortsbestimmungen verwendeten Mühe, bei der Sorgfalt ihrer Navi-

gation und der Sicherheit unserer Chronometerstände die Fehler der astronomischen Mittagspositionen des „Gauss“ auf höchstens 5 Seemeilen (Breiteminuten) veranschlagen. Meistens werden sie kleiner sein.

Für die dazwischen interpolierten Orte des „Gauss“ treten zu den Fehlern der beiden einschließenden astronomischen Positionen von je 5 Seemeilen noch die Fehler des Bestecks selbst und Unsicherheiten in der Verteilung der Besteckversetzung, während die Fehler der Versetzung selbst schon in den Fehlern der astronomischen Position enthalten sind. Die Fehler der Verteilung dürften höchstens 1 Seemeile betragen und die Fehler des Bestecks wenig mehr, so daß der Gesamtfehler der zwischen 2 astronomischen Positionen des „Gauss“ interpolierten Orte auf 6 bis 7 Seemeilen zu veranschlagen ist. Im Mittel wird man mit diesen Beträgen rechnen dürfen und die Genauigkeit der Gauss-Positionen damit nicht zu hoch veranschlagen. Für die mitgeteilten geographischen Breiten gibt diese Zahl unmittelbar den Betrag der Unsicherheit in Breiteminuten, während für die Längen sich der Betrag der Unsicherheit in Längeminuten durch Division der obigen Zahlen durch den Kosinus der Breite ergibt.

2. Mittagsorte und Besteckversetzungen des „Gauss“.

Die astronomischen Positionen sind in der nachstehenden Tabelle in gewöhnlichem Druck, die Besteckorte in kursivem und die durch Landpeilung gewonnenen in fettem Druck angegeben worden.

Die mitgeteilten Besteckversetzungen beruhen zum größten Teil auf während der Fahrt gemachten Berechnungen der Herren H. Ruser, W. Lerche, R. Vasel und L. Ott. Bei denselben beruhen die geographischen Längen freilich noch auf den alten Chronometerständen, doch war das bei den Besteckversetzungen gleichgültig, weil in diese ja nur die Differenzen der Längen, also der Chronometerstände, eingehen und die neuberechneten Chronometerkorrektionen für aufeinanderfolgende Positionen in der Regel gleich sind, bei der Subtraktion der Längen also fortfallen. Nur die Versetzungen habe ich neu berechnet, wo zwei aufeinanderfolgende Positionen wesentlich ungleiche Längenkorrektionen erhielten.

Als Besteckversetzung für 24 Stunden gilt im Schiffsjournal und damit auch in den nachstehenden Tabellen die Differenz zwischen der astronomischen Lage eines Mittagsortes und seiner aus Koppelung der wahren Kurse für 24 Stunden von der vorangehenden Mittagsposition aus gewonnenen Bestecklage. Wenn man die Besteckpositionen durch Aufmachen des Bestecks nach Einzelkursen berechnet, wie ich es für die vierstündigen Orte und diejenigen Zwischenstationen getan habe, an welchen wissenschaftlich gearbeitet ist, so werden die Mittagsorte und damit auch ihre Differenzen gegen die entsprechenden astronomischen Positionen, also die Versetzungen, etwas anders als bei Koppelung, doch sind die Unterschiede gering und können hier vernachlässigt werden. Nur bei Ableitung und Diskussion von Strömungen würden sie gelegentlich in Betracht kommen, doch würde man dafür die Positionen auch aus den gesteuerten rechtweisenden, nicht aus den wahren Kursen herleiten müssen; die letzteren geben wohl die genaueren Schiffsorte, da in ihnen der lokalen Abtrift Rechnung getragen ist, und sind deshalb für Ableitung der Orte zu benutzen, doch tritt bei ihnen der Teil der Drift natürlich nicht mehr als Versetzung hervor, welcher beim wahren Kurse von vornherein in Ansatz gebracht ist, so daß die wahre Versetzung um ihn zu klein wird. Bei Herleitung von Strömungen aus Besteckversetzungen ist dieses wohl zu beachten.

Wo astronomische Positionen fehlen, gelten die Besteckversetzungen nicht für 24 Stunden, sondern für die Zeit zwischen den beiden nächst einschließenden astronomischen Bestimmungen. Für die Seefahrt ist Richtung und Stärke der Versetzung nachstehend dann auch als Summe für die ganze Zwischenzeit angegeben worden; für die Eisfahrt wurde die Summe gleichmäßig auf die einzelnen Tage der Zwischenzeit verteilt. Dieses erschien im Eise zulässiger als bei der Seefahrt, weil die Versetzungen kleiner und nach Richtung und Stärke im allgemeinen gleichmäßiger waren. Eine nähere Diskussion ist in dem folgenden dritten Abschnitt über die physischen Verhältnisse der Gauss-Route gegeben worden. Hier lasse ich zunächst die Tabellen folgen:

a) Von Kap Lizard bis zur Winterstation.

Meeresgebiet	Tag	Breite	Länge v. Gr.	Besteckversetzung		Versetzung[1]) gerichtet mit		Bemerkungen
				Richtung	Stärke	Wind	Strömung	
	1901							
Engl. Kanal	Aug. 19	50° 13′ N	2° 37′ W					
	20	49 23	6 33		Seemeil.			
Nord-Atlantischer Ozean	21	47 4	8 49	N 73 W	14	1	?	Biscayastrom?
	22	45 26	10 14	S 58 W	8	1	?	Canarienstrom
	23	44 4	11 27	44	15	1	1	Canarienstrom deutlich
	24	43 18	11 55	44	14	1	1	
	25	42 6	12 10	S 73 O	7	1	0	
	26	40 34	12 46	S 13 W	16	1	1	
	27	39 16	13 10	S 6 O	7	1	1	
	28	37 15	14 5	S 58 W	15	1	1	
	29	35 20	15 2	S 4 O	12	1	1	
	30	33 55	16 9	S 26 W	13	1	1	
Bei Madeira	31	**33 5**	**17 7**	45	14	1	1	
	Sept. 1	31 51	17 49	S 41 O	4	1	0	
	2	31 13	18 6	S	4	1	1	Nordost Passat deutlich
	3	30 1	18 47	S 21 W	10	1	1	
Westl. v. Canaren	4	28 19	19 44	40	15	1	1	
	5	26 47	20 34	31	19	1	1	
	6	25 29	21 15	25	12	1	1	
	7	24 28	21 48	48	6	1	1	
	8	22 58	22 29	22	17	1	1	
	9	21 18	23 15	25	11	1	1	
	10	19 25	24 14	85	13	1	1	Nordäquatorialstrom
Bei den Kap-verden	11	17 18	24 58	W	12	1	1	
	17	15 50	25 23	S 52 W	15	1	1	
	18	14 0	25 9	21	14	0	1	Ende des Nordost-Passats
	19	*12 52*	*25 2*			0	1	
	20	12 3	25 12	72	21	0	1	Ende des Nordäquatorialstroms
	21	10 42	23 55	N 71 O	12	1?	?	Guineastrom?
	22	8 43	22 45	S 6 W	20	1?	?	Südwest-Monsune beginnen
	23	7 49	21 27	N 57 O	20	1?	1	
	24	6 50	20 17	S 87 O	17	0	1	Guineastrom deutlich
	25	5 23	19 22	41	12	0	1	
	26	4 29	18 50	85	12	0	1	Südost-Passat beginnt
	27	4 8	17 20	N 89 O	18	0	1	
	28	3 18	17 46	S 40 O	8	0	1	
	29	2 9	17 38	76	8	0	1	Guineastrom endigt

[1]) Eine 1 in den untenstehenden Reihen bedeutet allgemein lediglich ungefähre Übereinstimmung der Richtung des Windes bzw. einer bekannten Strömung mit der Versetzung, eine 0 den Mangel an Übereinstimmung, ohne einen Grad der Übereinstimmung oder Abweichung anzudeuten.

Meeresgebiet	Tag	Breite	Länge v. Gr.	Besteckversetzung Richtung	Besteckversetzung Stärke	Versetzung gerichtet mit Wind	Versetzung gerichtet mit Strömung	Bemerkungen
	1901				Seemeil.			
	Sept. 30	0° 55′ S	17° 47′ W	N 86 W	15	1	1	Südäquatorialstrom beginnt
Süd-Atlantischer Ozean	Okt. 1	0 6 S	18 18	S 85 W	12	1	1	
	2	0 50	17 52	45	3	1	1	
	3	1 31	17 0	S 23 O	13	0	0	
	4	2 42	17 13	S 45 W	14	1	1	
	5	3 36	16 45	59	12	1	1	
	6	4 35	16 48	W	16	1	1	
	7	5 59	17 39	W	20	1	1	
West v. Ascension	8	7 24	18 7	W	8	1	1	
	9	8 51	18 14	N 22 W	10	1	1	
	10	10 14	18 24	S 64 W	16	1	1	
	11	11 19	18 34	35	12	1	1	
Süd-Atlantischer Ozean	12	12 19	18 46	S 80 W	11	1	1	
	13	13 15	18 56	W	9	1	1	
	14	14 3	19 10	S 85 W	11	1	1	
	15	15 7	19 31	W	7	1	1	
West v. St. Helena	16	16 9	19 43	W	12	1	1	
	17	16 54	19 47	S 80 W	6	1	1	
	18	*18 8*	*19 54*			1	1	
	19	19 1	20 0	S 82 W	21	1	1	
Ost v. Trinidad	20	20 20	20 12	W	9	1	1	
	21	22 7	20 35	W	13	1	1	
	22	23 33	20 51	W	11	1	1	
	23	24 59	20 34	S 19 W	8	1	1	Ende des Südost-Passats
	24	25 54	20 5	28	14	1	1	Ende des Südäquatorialstroms
	25	26 51	18 18	O	4	0	0	
	26	*26 59*	*17 6*			1	0	
	27	27 29	17 45	N 47 W	15	1	0	
	28	28 20	17 16	S 50 W	5	1	0	
	29	29 1	16 37	33	14	1	0	
	30	29 54	15 16	S 16 O	9	1	0	
	31	30 21	14 2	O	5	0	0	
	Nov. 1	31 9	12 30	S	11	1	0	
	2	31 46	10 56	—	0	0	0	
	3	32 3	9 18	S 32 O	5	1	0	
	4	31 20	8 23	O	6	1	0	
	5	32 8	8 28	S 79 W	5	1	0	
	6	32 59	7 37	S 13 O	11	1	0	
	7	33 25	6 28	—	0	0	0	
	8	33 41	5 2	N 79 O	16	1	?	
	9	34 3	3 5	39	9	1	?	
	10	33 47	2 33	18	14	0	?	
	11	34 40	0 14	S 18 O	10	1	0	
	12	35 10	2 33 O	18	16	1	0	
	13	35 24	4 21	10	9	1	0	
	14	35 32	5 48	21	6	1	0	
	15	35 32	7 7	N	3	1	?	
	16	35 39	8 16	S 76 O	8	1	1	Westwinde beginnen
	17	*35 48*	*10 20*			1	1	
	18	35 53	13 5	S 67 O	23	1	1	
	19	35 27	*14 6*			0	1	
	20	35 15	14 37	S 25 O	8	0	1	
	21	34 37	15 26	N 63 W	29	0	1	
Kapstadt	22	34 9	17 26	N 42 O	14	1	1	
	Dez. 8	34 25	**17 41**	N 49 O	9	0	1	Agulhasstrom beginnt

Meeresgebiet	Tag	Breite	Länge v. Gr.	Besteckversetzung Richtung	Besteckversetzung Stärke	Versetzung gerichtet mit Wind	Versetzung gerichtet mit Strömung	Bemerkungen
	1901				Seemeil.			
Süd-Indischer Ozean	Dez. 9	36° 22′ S	18° 31′ O	S 83 W	8	0	1	
	10	36 31	19 20	N 50 W	22	0	1	
	11	37 47	20 54	N 48 O	7	0	1	Strommischung
	12	39 9	23 15	S 16 W	11	0	1	Ende des Agulhasstromes.
	13	*39 31*	*25 1*			0	1	Westwinddrift beginnt
	14	40 2	27 20	N	29	0	1	
	15	*40 45*	*29 10*			0	1	
	16	41 59	31 52	N 23 O	14	0	1	
	17	42 31	33 50	S 72 W	3	0	0	
	18	43 4	36 22	N 49 O	18	1	1	
Nord v. Marion	19	43 53	39 10	74	11	1	1	
	20	44 21	42 0	86	14	1	1	
	21	44 42	43 59	N 28 W	11	1	0	
	22	45 51	46 15	S	12	1	0	
	23	*46 17*	*49 11*	—	—			
	24	46 48	*50 48*	—	—			
Bei Crozet	25	46 29	51 51	—	—			
	26	*46 29*	*53 55*			1	1	
	27	47 7	57 40	N 50 O	12	1	1	
	28	47 45	61 10	S 67 O	23	1	1	
	29	*47 51*	*63 52*			1	1	
	30	47 52	66 46	N 32 O	22	1	1	
Bei Kerguelen	31	**48 52**	**70 18**	—	—			
	Febr. 1	50 55	71 40	S 81 O	12	1	1	
Bei Heard Eil.	2	52 11	72 54	44	24	1	1	
	4	53 4	76 18	N 54 O	19	1	1	
	5	54 10	80 12	75	12	1	1	
	6	55 24	82 54	50	13	1	1	
	7	56 1	84 37	26	8	1	1	
	8	57 18	86 53	68	11	1	1	
	9	57 54	88 48	10	17	1	1	
	10	*58 29*	*89 58*			1	0	
	11	59 45	91 32	S 80 W	6	1	0	
	12	61 0	93 33	S 65 O	12	1	1	
	13	*61 58*	*95 1*			1	1	
Eisgrenze	14	63 31	96 15	S 80 O	6	1	1	
	15	*63 49*	*95 24*			1		
	16	63 55	93 13	N 66 W	22	1		
	17	64 5	91 47	S 84 W	28	?		
	18	64 44	*89 56*			0		
	19	*65 41*	*90 20*			0		
	20	*66 9*	*90 21*			0		
	21	66 17	90 43	S 15 O	15	0		
Winterstation	22	66 2	89 38	N 83 W	17	1		

b) Von der Winterstation bis Kap Lizard.

	1903							
Im Eise	Febr. 8	65° 59′ S	89° 33′ O					
	9	*65 53*	*89 21*		Seemeil.			
	10	*65 57*	*88 58*	S 70 W	10	1		
	11	*65 55*	*88 47*	N 68 W	5	1		
	12	*65 53*	*88 35*	68	5	1		
	13	*65 51*	*88 24*	68	5	1		

Meeresgebiet	Tag	Breite	Länge v. Gr.	Besteckversetzung		Versetzung gerichtet mit		Bemerkungen
				Richtung	Stärke	Wind	Strömung	
	1903				Seemeil.			
Im Eise	Febr. 14	65° 49′ S	88° 13′ O	68	5	1		
	15	65 47	88 0	68	5	0		
	16	65 45	87 40	68	6	0		
	17	65 42	87 32	42	5	0		
	18	65 38	87 24	42	5	0		
	19	65 32	87 23	4	5	1		
	20	65 27	87 22	4	6	1		
	21	65 28	86 3	—	—			
	22	65 29	85 48	S 72 W	5	1		
	23	65 30	85 39	72	4	0		
	24	65 32	85 30	72	5	0		
	25	65 33	85 18	72	4	0		
	26	65 32	85 21	N 69 O	1	1		
	27	65 31	85 20	19	2	1		
	28	65 31	85 17	W	1	?		
	März 1	65 31	85 14	W	2	0		
	2	65 29	85 14	N 14 W	2	0		
	3	65 21	85 6	N 45 O	5	1		
	4	65 19	85 7	14	2	1		
	5	65 13	84 56	N 43 W	7	0		
	6	65 3	85 4	N 18 O	8	1		
	7	64 52	85 12	18	11	1		
	8	64 41	85 22	18	12	1		
	9	64 35	85 25	9	6	1		
	10	64 29	85 27	9	6	1		
	11	64 31	85 8	S 80 W	8	1		
	12	64 32	84 49	80	8	1		
	13	64 33	84 34	80	7	1		
	14	64 25	84 27	N 22 W	9	1		
	15	64 5	84 11	—	—			
	16	63 54	83 24	—	—			
	17	63 42	82 0	N 9 O	6	1		
	18	64 15	80 39	—	—			
	19	64 42	80 42	—	—			
	20	64 38	80 43	—	—			
	21	64 54	80 28	S 23 W	7	0		
	22	65 3	80 25	23	6	?		
	23	65 2	81 14	N 87 O	20	1		
	24	65 0	81 12	N 18 W	2	0		
	25	65 0	81 48	N 66 O	4	1		
	26	65 16	80 28	66	2	1		
	27	65 18	80 27	S	3	?		
	28	65 21	80 29	S 13 O	3	1		
	29	65 24	80 32	13	3	1		
	30	65 27	80 33	13	3	0		
	31	65 22	80 35	N 8 O	5	1		
	April 1	65 16	80 35	N 8 O	4	1		
	2	65 15	80 19	N 84 W	7	1		
	3	65 15	80 0	84	8	1		
	4	65 12	79 51	57	5	1		
	5	65 9	79 31	57	5	1		
	6	65 7	79 23	58	4	1		
	7	65 2	79 27	N 19 O	5	0		
	8	64 58	79 31	23	4	0		
Eisgrenze	9	64 37	79 56	—	—			

Meeresgebiet	Tag	Breite	Länge v. Gr.	Besteckversetzung Richtung	Besteckversetzung Stärke	Versetzung gerichtet mit Wind	Versetzung gerichtet mit Strömung	Bemerkungen
	1903				Seemeil.			
	April 10	62° 38′ S	80° 0′ O	N 9 O	17	0	1	
	11	62 6	75 30	N 73 W	7	1	0	
	12	61 18	72 0	82	8	1	0	
	13	59 32	70 3	N 43 O	14	1	1	
	14	*57 10*	*71 28*			1	1	
	15	55 41	72 9	N 80 O	18	1	1	
	16	*55 16*	*70 58*			1	1	
	17	*54 17*	*69 55*			1	1	
Westl. v. Heard Eil.	18	52 45	69 16	S 83 O	50	1	1	
Bei Kerguelen	19	50 16	70 39	N 87 O	21	1	1	
	20	47 40	72 0	36	11	1	1	
	21	*45 40*	*73 20*			1	1	
	22	*44 33*	*73 30*			1	1	
	23	*43 37*	*75 20*			1	1	
	24	41 57	76 24	N 82 O	19	1	1	
Bei St. Paul	25	40 1	76 46	47	12	1	1	Ende der Westwinde
Bei Neu-Amsterdam	27	37 46	77 44	—	—			
	28	37 29	76 18	S 62 O	13	1 ?	1	
	29	37 15	74 34	W	25	0	?	
	30	35 52	74 25	N 44 O	15	1	?	
	Mai 1	35 16	74 17	9	5	1	?	Stillengebiet
	2	32 57	73 50	O	2	1	?	
	3	30 38	72 58	N 44 O	3	1	?	
	4	29 2	71 20	N 83 W	16	1	?	
	5	28 21	69 50	S 70 W	12	1	?	
	6	27 48	68 6	N 88 W	5	1	?	
	7	27 30	66 33	S 65 W	18	1	?	
	8	27 4	64 40	15	12	1	?	
	9	26 56	63 16	N 59 W	16	0	?	
	10	26 0	63 29	N 60 O	6	1	?	
	11	24 55	62 23	59	14	1	?	
	12	24 33	60 59	N	7	1	?	
	13	24 47	58 29	N 25 W	14	1	?	
	14	25 0	57 7	43	5	1	?	
	15	25 7	56 7	N 16 O	6	0	?	
	16	25 53	53 59	S	8	0	?	
	17	26 44	51 17	S 50 O	9	1 ?	?	
	18	26 50	50 27	S	10	1	?	
	19	26 38	50 18	N 71 O	7	1	?	
	20	26 30	48 33	15	7	1	?	
	21	26 34	47 10	N 6 W	16	1	?	
	22	27 1	46 16	S 27 W	8	0	?	
	23	27 9	44 40	N 72 W	26	1	?	
	24	28 11	42 13	S 78 W	9	1	?	
	25	29 7	40 49	S 5 O	40	0	?	
	26	28 43	39 24	N 34 W	17	0	?	
	27	28 30	38 13	23	25	0	?	
	28	48 28	36 32	S 30 O	19	1 ?	?	
	29	29 0	34 36	S 24 W	9	1 ?	?	
	30	29 4	32 57	78	24	0	?	
Port Natal	31	**29 53**	**31 19**	—	—			
	Juni 1	31 57	29 47	S 46 W	36	0	1	Agulhasstrom
	2	33 40	28 40	40	42	0	1	„
	3	35 2	25 41	33	62	0	1	„
	4	34 20	25 17	N 46 W	20	0	1	„

Meeresgebiet	Tag	Breite	Länge v. Gr.	Besteckversetzung Richtung	Besteckversetzung Stärke	Versetzung gerichtet mit Wind	Versetzung gerichtet mit Strömung	Bemerkungen
	1903							
	Juni 5	34° 20′ S	24° 50′ O	S 76 W	29	0	1	Agulhasstrom
	6	35 4	24 38	32	36	0	1	„
	7	35 6	21 48	80	41	0	1	„
Simonstown	8	**35 15**	**19 45**	—	—			
Süd-Atlantischer Ozean	Aug. 3	34 18	17 39	—	—			
	4	33 40	17 26	N 11 O	12	0	1	Benguelastrom
	5	33 11	14 50	N 66 W	7	0	1	„
	6	32 35	14 13	N	5	0	1	„
	7	31 5	12 57	N 7 O	13	?	1	„
	8	30 48	12 4	N 33 W	4	?	1	„
	9	30 24	10 52	21	7	1	1	„
	10	30 6	10 32	N 39 O	6	0	1	„
	11	28 46	10 17	21	19	0	1	„
	12	28 47	9 41	N 45 W	1	?	1	„
	13	29 8	8 50	S 83 O	8	?	0	„
	14	28 54	8 5	N 41 W	12	?	1	„
	15	28 32	7 19	31	11	?	1	„
	16	28 4	6 23	10	15	?	1	„
	17	28 22	5 19	N 8 O	18	0	1	Südost-Passat beginnt
	18	28 22	4 9	O	11	0	?	
	19	27 18	2 51	S 45 W	11	0	?	
	20	25 45	1 23	N 86 W	16	1	1	Südäquatorialstrom beginnt
	21	25 15	0 4	82	15	1	1	
	22	24 55	1 18 W	71	12	1	1	
	23	24 27	3 4	71	13	1	1	
	24	23 33	4 16	68	16	1	1	
	25	21 13	4 48	76	20	1	1	
	26	18 45	5 7	W	10	1	1	
Bei St. Helena	27	17 10	5 23	N 70 W	16	1	1	
	Sept. 2	15 52	5 44	—	—	1	1	
	3	13 52	6 4	N 72 W	19	1	1	
	4	12 11	6 16	84	19	1	1	
	5	10 45	6 23	W	12	1	1	
	6	10 6	7 31	N 63 W	7	1	1	
	7	9 38	8 56	70	12	1	1	
	8	9 21	9 48	W	3	1	1	
	9	9 0	10 53	N 69 W	8	1	1	
	10	8 43	11 55	86	14	1	1	
	11	8 8	13 22	22	8	1	1	
Bei Ascension	15	7 53	14 27	—	—	1	1	
	16	6 47	15 56	N 85 W	22	1	1	
	17	4 30	16 4	W	24	1	1	
	18	2 32	16 3	W	12	1	1	
	19	0 52	16 0	S 30 W	10	1	1	
	20	0 12 N	16 39	N 60 O	8	0	0	
	21	0 16	18 7	N 22 W	19	1	1	
	22	0 25 S	18 47	N 5 O	12	1	1	
Nord-Atlantischer Ozean	23	0 29 N	18 57	6	19	1	1	
	24	0 28	17 51	41	18	1	1	
	25	0 25	17 28	N 61 W	8	1	1	
	26	0 46	18 59	43	18	1	1	
	27	2 12	19 50	52	17	1	1	
	28	3 27	20 21	N 4 O	15	1	1	
	29	4 33	21 14	N 48 W	12	1	1	Ende des Südäquatorialstroms
	30	5 27	21 41	N 15 O	16	1	1	Ende des Südost-Passats

Meeresgebiet	Tag	Breite	Länge v. Gr.	Besteckversetzung Richtung	Besteckversetzung Stärke	Versetzung gerichtet mit Wind	Versetzung gerichtet mit Strömung	Bemerkungen
	1903				Seemeil.			
	Okt. 1	5° 51′ S	21° 40′ W	65	12	1	1	Guineastrom
	2	7 26	22 44	S 53 W	5	?	0	Beginn des Nordost-Passats
	3	9 32	24 8	N 47 W	19	0	0	
	4	11 13	25 6	N 45 O	1	0	0	
	5	12 33	26 3	N 67 W	18	1	1	Beg. des Nordäquatorialstromes
	6	14 2	26 49	55	3	1	1	
	7	15 6	27 44	83	7	1	1	
Westl. v. Kap-verden	8	16 24	28 53	S 74 W	11	1	1	
	9	17 28	29 42	N 68 W	13	1	1	
	10	18 56	30 38	78	15	1	1	
	11	20 28	31 34	W	7	1	1	
	12	20 53	32 5	S 74 W	7	0	1	Passatpause
	13	20 41	31 53	S 16 O	20	0	0	
	14	21 31	31 46	S 58 W	8	0	1	
	15	*23 29*	*31 47*			1	1	
	16	24 41	32 21	N 76 W	21	1	1	
	17	26 14	33 14	S 70 W	9	1	1	
	18	27 44	33 58	S 17 O	6	0	0	
	19	28 45	34 26	N 83 W	9	1	1	
	20	28 42	34 33	S 34 W	17	1	1	
	21	29 43	34 22	53	7	1	1	
	22	30 55	33 37	N 74 W	7	1	1	Ende des Nordost-Passats
	23	32 14	32 22	49	7	0	1	
	24	33 39	31 19	85	10	0	1	Ende des Nordäquatorialstroms
	25	34 5	31 49	N 81 O	12	1	1	
	26	35 31	30 18	O	14	1	1	Westwinde beginnen
Bei Azoren	27	36 51	27 41	S 51 O	16	1	1	
	Nov. 10	39 54	25 32	N 31 W	10	1	0	
	11	*41 13*	*23 46*			1	0	
	12	*42 6*	*22 35*			1	0	
	13	43 13	20 19	S 65 W	10	1	0	
	14	44 49	17 27	S 44 O	7	1	1	
	15	46 20	14 27	86	13	1	1	
	16	46 52	11 49	S 31 W	17	1	1	
	17	47 25	8 48	S 39 O	12	1	1	
	18	48 8	6 54	33	8	1	1	
	19	48 47	6 56	S 61 W	8	1	0	
Engl. Kanal	20	**50 4**	**4 26**	—	—			

3. Anlage, Verlauf und Eigenarten der Gauss-Route.

Die Gauss-Expedition hat nahezu 28 Monate, zwei Jahre und 4 Monate, gewährt, von denen rund 14 Monate auf den Aufenthalt im Eise, 10 Monate auf die Fahrt und die Arbeiten im Atlantischen und Indischen Ozean, 4 Monate auf Stationen bei Inseln und im Kapland entfallen. Nur die Hälfte der Zeit wurde also im eigentlichen Arbeitsgebiet zugebracht, die andere Hälfte für den Weg dorthin und von dort zurück, sowie auf einführende Arbeiten in die Probleme der Antarktis verwandt.

Bei einer arktischen Expedition wäre das Verhältnis der Reise zum Aufenthalt in dem Polargebiete naturgemäß anders, wenigstens wenn sie von Europa ausgeht, weil der Weg ein

1	2	3	4		5	6	7	8	9	10	11	12	13
Routen und Aufenthalte des „Gauss“	Zeiten	Gesamtdauer in Tagen	Dauer der Stationen für Arbeiten auf dem Meer	Land	Dauer der Fahrten des „Gauss“	Mittl. Dauer dieser Routen nach Journalen der Seewarte	„Gauss“ (—) langsamer (+) schneller	Mittl. Windkraft beim „Gauss“. + gut — gegen	Kohlenverbrauch pro Tag	Weglänge in Seemeilen	Im ganzen hiervon gefahren	Geschwindigk. pro Fahrtag in Seem.	Geschwindigk. pro Fahrstunde in Seemeil. (Knot.)
									Kg.				
Kiel—Elbmündung mit Aufenthalt 1901	11. VIII. a.—15. VIII. a.	4.5	3.5		1				1893				
Elbmündung—Lizard	15. VIII. p.—19. VIII. p.	4.5			4.5				5378				
Kap Lizard—Porto Grande (Kapverden)	20. VIII. a.—11. IX. p.	23	1		22	21	— 1	+ 4.1	863	2207	1996	99.9	4.2
Aufenthalt in Porto Grande	12. IX. a.—16. IX. a.	4.5		4.5					740				
Porto Grande—4½° s. Br., 16¾ w. L.	16. IX. p.— 6. X. a.	20	1		19	19	0	— 1.5	3880	1543	1426	80.9	3.4
4½° s. Br., 16¾ w. L. v. Gr.—Kapstadt.	6. X. p.—22. XI. a.	47	5		42	25	— 17	+ 3.5	904	3595	3414	85.1	3.5
Aufenthalt in Kapstadt	22. XI. p.— 7. XII. a.	15		15					456				
Kapstadt—Kerguelen (Royal-Sund)	7. XII. p.—31. XII. a.	24	2	1	21	14	— 7	+ 4.8	2329	2472	2446	117.6	4.9
Aufenthalt in Kerguelen 1901—1902	31. XII. p.—31. I. a.	31		31					957				
Kerguelen—Eiskante [63½° s. Br., 96½° ö. L. Gr.]	31. I. p.—14. II. a.	14	1	1	12			+ 5.0	1449	1271	1211	105.5	4.4
Fahrten und Aufenthalte im Eise 1902—1903	14. II. p.— 9. IV. a.	419 Tage						+ 0.23	371				
Eiskante 64¾ s. Br., 79¾ östl. L.—Kerguelen 1903	9. IV. p.—19. IV. a.	10	0.5		9.5			+ 3.6	2680	1070?	1070	112.6	4.7
Kerguelen (Südseite)—Port Natal	19. IV. p.—30. V. p.	41.5	3	2	36.5	30	— 6.5	+ 3.7	859	3775	3602	103.1	4.3
Aufenthalt in Port Natal	31. V. a.	0.5	0.5						5100				
Port Natal—Simonstown	31. V. p.— 9. VI. a.	9			9	8	— 1	— 1.5	2255	794	578	88.2	3.7
Aufenthalt in Simonstown	9. VI. p.— 2. VIII. p.	54.5		54.5					191				
Simonstown—Äquator bei 16° w. L. Gr.	3. VIII. a.—19. IX. p.	48	4	9	35	20	— 15	+ 3.2	187	3300	3096	93.7	3.9
Aufenthalt am Äquator	20. IX. a.—25. IX. p.	6	6						2578				
Äquator bei 18½° w. L. Gr.—Ponta Delgada	26. IX. a.—27. X. p.	32	2		30	26	— 4	+ 2.5	1448	2746	2619	91.3	3.8
Aufenthalt in Ponta Delgada (Azoren)	28. X. a.— 9. XI. a.	12.5		12.5					375				
Ponta Delgada (Azoren)—Lizard	9. XI. p.—19. XI. p.	10.5			10.5	15	+ 4.5	+ 4.1	1872	1213	1204	115.5	4.8
Kap Lizard—Elbmündung	20. XI. a.—23. XI. p.	4			4				4313				
Elbmündung—Kiel mit Aufenthalt	24. XI. a.—25. XI. a.	1.5	0.5		1				1400				
Summen		836.5	30	130.5	257					23986	22662		

kürzerer ist und die Probleme des Nordpolargebietes, wie auch die Vorbereitungen dafür zu Hause und auf der Fahrt uns näher liegen. Das nordpolare Arbeitsgebiet mit allen seinen Eigentümlichkeiten steht mit uns in direkter Beziehung. Auf dem Wege zur Antarktis hat man dagegen die Tropen zu passieren und muß sich selbst wie die ganze Ausrüstung zunächst für deren Eigenarten bereit halten. Das bedingt eine größere Dauer der einleitenden Arbeiten, als wenn man von der Heimat unmittelbar in das Polargebiet eintritt, ganz abgesehen von der größeren Reisedauer selbst. Auch sind auf dem Wege Stationen unerläßlich, teils zu praktischen, teils zu wissenschaftlichen Zwecken, also teils um sich auszurüsten, teils um wissenschaftliche Verbindungsreihen herzustellen zwischen der Antarktis und dem, was man kennt.

Bei dieser Sachlage hat es Interesse zu erörtern, wie sich die Zeiteinteilung einer Expedition nach der Antarktis stellt. Sie wird durch die Ziele der Expedition, durch ihre Arbeitsmittel, insbesondere durch ihr Schiff, durch die Natur der Route, sowie durch die Intentionen des Leiters und seiner Mitarbeiter bestimmt. Für den größeren Teil der Seereise läßt sich die Fahrtleistung mit den Erfahrungen anderer Schiffe und ihrer Zwecke vergleichen. Ich behandle deshalb die Seefahrt des „Gauss“ bis zur Eiskante für sich und sodann die Fahrt im Eise, für welche es keine Vergleiche mehr gibt. Die letztere kann aber die Möglichkeiten und Eigenarten der Eisschiffahrt selbst beurteilen lassen.

a) Die Seefahrt des „Gauss“.

Die Einzelheiten zur Beurteilung der Seefahrt enthält die nebenstehende Tabelle, welche zunächst einer kurzen Erläuterung bedarf.

Die ersten drei Kolumnen sprechen für sich selbst. In die Gesamtsumme von 3 ist natürlich auch der Aufenthalt im Eise einbezogen worden. Kolumne 4 gibt die Dauer der Aufenthalte, welche zu Arbeiten auf dem Meere bezw. auf dem Lande gedient haben. Bei der Gesamtsumme ist hier die Zeit im Eise nicht mitgerechnet worden, da diese für sich zählt. Die Zeiten für die Aufenthalte auf dem Meere sind nach dem Schiffsjournal vom Beginn des Einholens der Segel bis zur Wiederaufnahme des Kurses gerechnet worden. Da das Schiff während des Einholens, sowie während des Neusetzens der Segel zur Wiederaufnahme des Kurses noch, bezw. schon wieder Fahrt hatte, sind die mitgeteilten Aufenthaltszeiten jedenfalls reichlich bemessen. Die Summen setzen sich aus vielen kleinen Aufenthalten von kurzer Dauer zusammen. Der Aufenthalt in der Elbmündung diente der endgültigen Verstauung der Ausrüstung, der Aufenthalt bei Port Natal einer Deviations-Bestimmung in der Nähe des Landes, alle anderen Aufenthalte auf dem Meere der physischen und biologischen Meeresforschung.

Von den Landaufenthalten galt der zwischen Kapstadt und Kerguelen dem Besuch der Crozet-Inseln, zwischen Kerguelen und der Eiskante dem Besuch von Heard-Eiland, zwischen Kerguelen und Port Natal dem Besuch der Inseln St. Paul und Neu-Amsterdam und zwischen Simonstown und dem Äquator dem Besuch der Inseln St. Helena und Ascension. Die anderen Landaufenthalte galten Arbeiten an den in der Tabelle selbst dafür angegebenen Orten.

Die 5. Kolumne enthält die eigentlichen Fahrtdauern, die der „Gauss“ gebraucht hat, also abzüglich der Aufenthalte, und die Summe abzüglich der Zeit im Eise. Ihre Angaben sind mit denen der 6. Kolumne, welche die mittleren Fahrtdauern anderer Schiffe für die betreffenden Seewege angibt, unmittelbar vergleichbar. Die 7. Kolumne gibt die Differenzen

zwischen den Fahrtzeiten des „Gauss“ und den mittleren anderer Schiffen. Die Zahlen für letztere beruhen auf den Schiffsjournalen der deutschen Seewarte, aus welchen G. SCHOTT[1]) die mittleren Reisezeiten von Segelschiffen ausgezogen und kartographisch dargestellt hat.

Die 8. Kolumne enthält die Windstärken, welche dem „Gauss“ für seine Reisen zur Verfügung standen, und zwar derart berechnet, daß als nutzbare Winde (+) alle die aufgefaßt worden sind, bei welchen das Schiff direkten Kurs fahren konnte, und als Gegenwinde (—) nur die, bei welchen es kreuzen bezw. ohne Segel nur unter Dampf fahren mußte. Der gleichzeitige Gebrauch der Dampfkraft hat es beim „Gauss“ ermöglicht, bei Verwendung der Schrattsegel allein härter am Winde zu liegen, als es bei anderen Schiffen möglich ist, nämlich bis zu 4 Strich. Die angegebenen Windstärken gelten als Mittelwerte für die ganze Dauer der betreffenden Fahrtstrecken und sind aus Tagesmitteln, stellenweise auch aus Stundenmitteln, berechnet worden.

Die 9. Kolumne enthält den täglichen Kohlenverbrauch und dient dazu, den Umfang der Verwendung der Dampfkraft bei der Fahrt des „Gauss“ beurteilen zu lassen. Es sei bemerkt, daß das Schiff bei ständiger voller Verwendung der Maschine 5000 bis 6000 Kilogramm (5—6 Tons) Kohlen in 24 Stunden gebraucht hat, während es, nur unter Segeln fahrend und Kessel-Feuerung allein für die wissenschaftliche Arbeiten, Beleuchtung, Pumpen und andere Nebenzwecke verwendend, mit 500—600 kg täglich auskam, und ca. 50 kg pro Tag gebraucht hat, wenn die Kesselfeuerung ganz außer Betrieb trat.

Die Kolumnen 10 und 11 enthalten die zurückgelegten Weglängen in Seemeilen, in der Gesamtheit und soweit sie nur auf Fahrt beruhen, also durch das Besteck gemessen sind. Die ersteren sind aus den Abständen der Mittagspositionen berechnet worden. Die Geschwindigkeiten, welche die Kolumnen 12 und 13 enthalten, sind die Quotienten dieser gesamten Weglängen durch die dafür verwandten Zahlen von Fahrttagen und Stunden, also durch die Gesamtfahrtdauern abzüglich der Aufenthalte. In ihnen ist der Einfluß der Driften enthalten, da diese zum Gesamtfortschritt gehören, während die Größen dieser für sich in der Tabelle der Besteckversetzungen (Seite 233ff.) mitgeteilt sind.

Bei der Beurteilung der Fahrtleistungen des „Gauss“ ist nun naturgemäß für die Hin- und Rückfahrt ein anderer Maßstab anzulegen, da für beide verschiedenartige Dispositionen maßgebend waren. Bei der Hinfahrt galt es, so schnell als es möglich war und als es die unterwegs noch erforderlichen Aufenthalte und Arbeiten erlaubten, das Südpolargebiet zu gewinnen. Bei der Rückfahrt konnten noch andere, die Hauptzwecke der Expedition nicht direkt berührende Aufgaben gelöst werden.

Meine allgemeine Disposition für die Hinfahrt, die ich an den Kapitän ausgab, hat deshalb gelautet: von Kap Lizard aus auf der schnellsten Route, doch mit Aufenthalten bei den Kapverden, Ascension, Kapstadt und Kerguelen den Eisrand nördlich von Termination-Land zu gewinnen.

Der Besuch von Kapstadt sollte, falls er sich während der Fahrt als unnötig erwies, unterbleiben, ist dann aber erfolgt, weil Ascension aufgegeben wurde und darnach Kapstadt die bessere und letzte Möglichkeit war, die Instrumente der Expedition noch einmal zu prüfen und die Ausrüstung des Schiffes zu ergänzen.

---

[1]) Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1895 pg. 235ff.

Der Besuch der Kapverden und von Ascension war von der magnetischen Kommission eines vom Reichsamt des Innern einberufenen Deutschen Beirates, welchem die Herren v. Neumayer, Börgen, Adolf Schmidt und Eschenhagen angehört hatten, gewünscht worden, um die Deviation des „Gauss" auch in möglicher Nähe und zu beiden Seiten des magnetischen Äquators durch Anschluß an feste Landpunkte zu bestimmen. Bei der Wichtigkeit der magnetischen Arbeiten im Rahmen der Expedition habe ich diesem Wunsche Folge gegeben. Der Aufenthalt in Porto Grande bei der Kapverden-Insel São Vicente hat diesem Zweck auch gedient, während der in Ascension in Fortfall kam, weil der Besuch dieser Insel, in Abweichung von der sonst üblichen Route, gegen Strömung und Wind zuviel Zeit erfordert hätte. Er war zunächst im Vertrauen auf die Dampfkraft des „Gauss" von mir zugestanden worden, doch erwies sich diese während der Fahrt als zu gering, um südlich vom Äquator gegen den Passat zu fahren. Einen Ersatz für die so ausfallende Deviationsbestimmung an einer festen Station dicht südlich vom magnetischen Äquator wurde durch Beobachtungen auf hoher See beim Drehen des Schiffes auf verschiedenen Kursen, sowie dann durch den Besuch von Kapstadt gewonnen.

Der Aufenthalt auf Kerguelen sollte der Errichtung unserer wissenschaftlichen Zweigstation dienen, welche magnetisch-meteorologische Beobachtungen ausführen sollte, während der „Gauss" im Polargebiet südlich von Kerguelen tätig war.

Was bei dieser Disposition nun die Ausführung der Seereise betrifft, also die Fahrt des „Gauss" im Vergleich zu den Fahrten anderer Schiffe auf Routen mit gleichen Zielpunkten nach Anlage und Dauer, so mußte die Gauss-Route nach zwei Richtungen hin von den sonstigen Routen abweichen. Sie mußte den Äquator östlicher schneiden, als es üblich ist, nämlich am 18° w. L. v. Gr., während es sonst am 23° oder 24° ö. L. v. Gr. geschieht, und im Südatlantischen Ozean auch östlicher als die sonstigen Routen liegen, nämlich um den 20° w. L., während man sonst um den 30° w. L. südwärts fährt. Von Kap Lizard bis zu den Kapverden konnte sie mit den üblichen Routen zusammenfallen, und desgleichen für die letzte Strecke nach Kapstadt, etwa vom 30° s. Br. an bis Kapstadt hin (Tafel 14).

Die erste Abweichung, also der Schnitt des Äquators östlich von den sonstigen Routen, war durch zwei Momente bedingt, nämlich den oben begründeten Versuch, von den Kapverden aus Ascension zu erreichen, und durch den Wunsch, dabei unterwegs die sogenannte Romanche-Tiefe zu erforschen. Auch dieser Wunsch war der Expedition von kompetenter ozeanographischer Seite aus den Kreisen des Deutschen Beirats nahegelegt worden. Da es nun natürlich bekannt war, daß die Reisen von den Kapverden über den Äquator um so schneller ausfallen, je weiter westlich der Schnitt desselben erfolgt, wurde, um die Ungunst unserer östlichen Route zu kompensieren, auf dieser Strecke mit einer weitgehenden Verwendung der Maschine gerechnet. Aus der 9. Kolumne der Tabelle ist zu ersehen, daß sie fast in vollem Umfang erfolgt ist. Bis zum Äquator wurde die Kompensation dadurch erreicht, südlich von ihm nicht mehr, und deshalb Ascension aufgegeben.

Die zweite Abweichung, die Wahl eines Weges, der im Südatlantischen Ozean ungefähr 10° östlich von dem sonstigen lag, war zunächst die Folge der ersten. Da wir dann aber auch nach dem in Segelhandbüchern und Karten vorliegenden Material am 20° w. L. v. Gr. nahezu auf die gleichen Wind- und Strömungsverhältnisse rechnen durften, wie 10° weiter westlich, lag kein Grund vor, südlich vom Äquator zunächst noch nach Westen zu gehen, um die übliche

Route zu gewinnen, zumal das einen Umweg bedeutet hätte. Die 8. Kolumne der Tabelle lehrt, daß wir uns dabei nicht getäuscht haben. Auf größere mittlere Windstärken, als wir sie nach der Tabelle gehabt, darf man auch auf der westlicheren Route nicht rechnen und ein etwaiger Unterschied der Strömung, die weiter westlich etwas südlicher gerichtet und etwas lebhafter sein könnte, ließ sich durch die Maschine kompensieren. Auf der Rückreise vom Kap zum Äquator, die, wie üblich, erheblich weiter östlich erfolgt ist, ist die mittlere Stärke der Passate sogar geringer gewesen, wie auf der Hinfahrt; sie war bei dieser also nicht anormal und somit unsere Route nicht ungünstig. Diese hatte außerdem den Vorteil der größeren Kürze und entsprach durchaus der Disposition des Schiffsführers.

Wenn wir nun die einzelnen Abschnitte der Gauss-Route mit sonstigen Leistungen in jenen Meeren vergleichen (Kolumne 5, 6 und 7), so sehen wir die Geschwindigkeit des „Gauss" zwischen Kap Lizard und den Kapverden bei fast ausschließlicher Verwendung der Segel und ausnahmsweisem Gebrauch der Maschine völlig normal.

Auch zwischen den Kapverden und dem Äquator wurde durch den Gebrauch der Maschine der mittlere Fortschritt anderer Schiffe völlig erreicht; die Differenz der Fahrtzeiten ist Null. Die Winde waren im Mittel ungünstig doch nur in geringer Stärke (Kolumne 8) und haben keine wesentliche Hinderung bereitet. Die Ungunst unseres östlichen Äquatorschnitts wurde mithin durch den Gebrauch der Maschine unschädlich gemacht.

Auf dem dritten Abschnitt der Route zwischen dem Äquator und Kapstadt ist die Fahrtgeschwindigkeit des „Gauss" dagegen auffallend viel geringer gewesen als bei anderen Schiffen. Die Differenz beträgt 17 Tage und diese kommt ohne die Aufenthalte zustande, wie besonders bemerkt sei; diese sind also nicht der Grund der verzögerten Fahrt gewesen. An einem Mangel an Windkraft auf unserer östlichen Route hat es auch nicht gelegen, wie schon erwähnt wurde (Kolumne 8). Unsere Besteckversetzungen waren meist westlich und etwas südlich, die Strömungen also ähnlich wie weiter in Westen. So bleibt nur die Annahme übrig, daß der langsame Fortschritt der Fahrt des „Gauss" im Südatlantischen Ozean an dem Schiffe selbst gelegen hat.

Welche Momente dabei in Betracht kommen, lehrt in der Tabelle Seite 240 der Vergleich mit dem Fortschritt des „Gauss" auf der Rückreise, der in den Passatregionen ebenfalls wieder geringer gewesen ist, als bei andern Schiffen. Selbst bei häufiger Zuhilfenahme der Maschine zwischen dem Äquator und den Azoren ist der „Gauss" zurückgeblieben und hat erst nördlich von den Azoren bei starken Winden größere Geschwindigkeiten erreicht, die nun sogar die mittleren Geschwindigkeiten anderer Schiffe übertreffen. So ergibt sich der Schluß, daß der „Gauss" zu normalem Fortschritt besonders kräftiger Winde bedurft hat. Auch die Verzögerung zwischen Kapstadt und Kerguelen, auf die ich noch zurückkommen werde, spricht dafür. Selbst eine häufige Hilfeleistung der Maschine konnte bei geringer Windkraft nicht völlig über abnormale Verzögerungen hinweghelfen.

Der „Gauss" war ein besonders schweres Schiff, und konnte z. B. auf der Rückreise im Englischen Kanal in einem schweren Sturm noch volle Segel führen, während die anderen Schiffe ringsumher beigedreht lagen. Bei der schwierigen Fahrt um das Kap der guten Hoffnung von Osten nach Westen im Juni 1903 ist es ähnlich gewesen. Ich will kein Urteil darüber abgeben, ob eine schwerere Takelage angebracht gewesen wäre, um die Zugkraft zu

verbessern und der Langsamkeit des Schiffes abzuhelfen, sondern nur feststellen, daß bei voller Ausnutzung der vorhandenen Segel der „Gauss“ bei mittlerer Windkraft hinter anderen Schiffen zurückblieb, erst bei stärkerer Windkraft normale Geschwindigkeiten erreichte und auch bei Sturm noch volle Segelführung vertrug.

In scheinbarem Widerspruch hierzu steht der ebenfalls langsame Fortschritt des Schiffes zwischen Kapstadt und Kerguelen, da hier die üblichen starken Westwinde geherrscht haben. Es ist indessen erstens zweifelhaft, ob das in Schiffsjournalen vorliegende Material der Seewarte ausreichend war, um auch für diese Route mittlere Geschwindigkeiten zu berechnen und ob die dafür gegebenen und in Kolumne 6 der Tabelle übernommenen Werte sonstiger Fahrzeiten hier nicht vielleicht zu gering sind. Zweitens ist es aber möglich, daß tatsächlich der „Gauss“ auch auf dieser Strecke noch langsam war, was von der damals besonders schweren Belastung und vielleicht auch von einer Bewachsung des Schiffes mit Seetieren herrühren konnte. Der auffallend geringe Fortschritt im Südatlantischen Ozean auf der Hinreise, das Minimum der Geschwindigkeit während der ganzen Expedition kann für die letztere Annahme sprechen, denn auf der Rückreise, wo das Schiff leichter beladen war, ist es in den Passatregionen wohl auch noch langsamer gewesen, als andere Schiffe, doch nicht mehr so erheblich, wie auf der Hinreise. Je schwerer das Schiff war, desto abnormer waren seine Verzögerungen bei mittlerer Windkraft. Der Schwere wegen konnte somit auch noch bei starker Windkraft während der Hinreise zwischen Kapstadt und Kerguelen Verzögerung sein.

Was nun den Ersatz der Segelkraft und ihrer Mängel durch die Maschine betrifft, so ist derselbe bei starker Inanspruchnahme zwischen den Kapverden und dem Äquator möglich gewesen, wie erwähnt wurde. Dort haben im Mittel Gegenwinde geherrscht, freilich nur solche von geringer Stärke, die auf den „Gauss“ nicht wesentlich wirkten. Südlich vom Kap der guten Hoffnung aber, dem andern Gebiet mit Gegenwindkraft im Mittel, welches der „Gauss“ durchfuhr, hat die Agulhas-Strömung mehr geholfen als die Maschine, wie man aus den großen Besteckversetzungen ersieht, doch sind die Zeiten, in welchen das Kap von Osten nach Westen umfahren wird, überhaupt so verschieden, daß die Berechnung einer mittleren Geschwindigkeit (Kolumne 6) dort nur geringe Gültigkeit hat und ihr Einhalten durch den „Gauss“ wenig besagt. Vom Äquator bis zu den Azoren hat ein häufiger, doch nicht voller Gebrauch der Maschine den Mangel der Segelkraft nicht ganz kompensiert, doch hätte es sich hier wohl erreichen lassen, wenn es erforderlich gewesen wäre. Zwischen Kerguelen und Port Natal, sowie zwischen dem Kapland und dem Äquator ist die Kompensation nicht versucht worden, weil zur Beschleunigung über das hinaus, was die Segelkraft bot, keine Notwendigkeit vorlag.

Auf der Hinreise wäre zwischen dem Äquator und dem Kapland die starke Verzögerung durch ausgiebigen Gebrauch der Maschine wohl zu vermeiden gewesen. Wenn ein solcher trotzdem nicht erfolgte, lag es an der damals naturgemäß noch mangelnden Vertrautheit mit dem Schiff und insbesondere an dem berechtigten und von mir gebilligten Wunsche des Schiffsführers, den „Gauss“, der in Stürmen und schwerer See damals noch nicht erprobt war, durch starken Kohlenverbrauch nicht zu leicht werden zu lassen. Auf der Rückreise, wo die Stabilität des Schiffes den schwersten Situationen bereits standgehalten hatte, wurde kein Bedenken getragen, die Kohlen soweit zu verbrauchen, daß wir zum Beispiel bei der Ankunft auf den Azoren nur noch einen Vorrat von 8000 kg (8 Tons) besaßen. Das gleiche wäre auf der

Hinreise möglich gewesen, weil wir sowohl in Kapstadt wie auf Kerguelen noch Ergänzungen unserer Kohlenbestände zu erwarten hatten, doch geschah es aus den genannten Gründen nicht. Hierdurch, wie durch die große Schwere des Schiffes und seine Langsamkeit bei mittlerer Windkraft ist die Verzögerung im Südatlantischen Ozean bedingt gewesen.

Somit hat die Expedition aus Gründen, die in dem Schiff und seiner Verwendung lagen, bis Kerguelen eine Verzögerung von 25 Tagen gehabt. Hierbei ist die Verzögerung zwischen Kapstadt und Kerguelen auch voll gerechnet worden, obgleich sie, wie erwähnt, unsicher ist.

Im Einzelnen lassen sich nun die Ergebnisse über die Fahrtdauer des „Gauss", wie folgt, zusammenfassen:

1. Die Segelkraft war bei der Schwere des Schiffes zu gering, sodaß es bei einer Windkraft bis zur Stärke 4 hinter den mittleren Geschwindigkeiten anderer Schiffe zurückblieb und nur bei stärkeren Winden Schritt halten konnte.

2. Die Maschinenkraft, welche die Mängel der Segelkraft ersetzen konnte, ist auf der Hinreise teilweise nicht in genügendem Maße angewandt worden, um das Schift durch Kohlenverbrauch nicht zu leicht werden zu lassen. Dadurch erklärt sich die Verzögerung im Südatlantischen Ozean.

3. Die auf der Hinreise besonders schwere Belastung, vielleicht auch Bewachsung, haben diese Verzögerung noch verstärkt.

4. Auf der Rückreise ist die Ergänzung der Segelkraft durch die Maschine zur Erreichung der mittleren Fahrtgeschwindigkeit anderer Schiffe nicht angewandt worden, weil dazu keine Notwendigkeit vorlag.

5. Die von der Expedition gewählte Route hätte sich unter voller Mitwirkung der Maschine ohne Verzögerung gegenüber den sonst zwischen gleichen Zielen gewohnten Geschwindigkeiten durchführen lassen.

Das zweite Moment nun, welches die Dauer der Gauss-Fahrt bis zur Eiskante bedingt hat, sind seine Aufenthalte gewesen, und es ist jetzt zu erörtern, in welchem Verhältnis dieselben zu den Aufgaben der Expedition gestanden haben.

Die Aufenthalte für wissenschaftliche Arbeiten auf dem Meere bis zur Eiskante haben im ganzen 10 Tage betragen. Es sind dabei 48 Tiefseelotungen in noch unbekannten Gebieten, 17 Reihenbeobachtungen für Temperatur, Salz- und Gasgehalt des Meerwassers in verschiedenen Tiefen, 20 Züge mit Vertikal-, Schließ- oder Oberflächenschleppnetzen, 8 Drehungen des „Gauss" auf verschiedenen Kursen zur Bestimmung der magnetischen Deviation und Aufstiege meteorologischer Drachen ausgeführt worden, von den physischen und biologischen Arbeiten an der Meeresoberfläche abgesehen, die keinen Aufenthalt des Schiffes bedingten. Durch diese Arbeiten ist nicht nur ein reichhaltiges wissenschaftliches Material beigebracht worden, sondern auch Vertrautheit mit dem ganzen Rüstzeug der Expedition erreicht, die uns später während der Fahrt im Eise von großem Nutzen war. Wissenschaftlich und praktisch wurden insbesondere durch das Studium des kalten Tiefseewassers die Arbeiten in der Antarktis an Bekannntes angeschlossen und durch Übergänge verbunden, was mit einem Aufenthalt von 10 Tagen im ganzen gewiß nicht zu teuer erkauft war.

Was die Aufenthalte am Lande betrifft, so wurde in Porto Grande (Kapverden) die Deviation des „Gauss" durch Vergleichung mit Messungen am Lande bestimmt, wie es für

einen Punkt nahe dem magnetischen Äquator für die Ausreise gefordert worden war, und außerdem die Schwerkraft gemessen. Der eintägige Aufenthalt auf Possession-Eiland der Crozet-Gruppe war die erste Landung einer wissenschaftlichen Expedition auf dieser unbekannten subantarktischen Insel und hat nach allen Richtungen reiche Ergebnisse gebracht. Eine Verzögerung bedeutete sie nicht, da die Insel nahezu auf der Route gelegen war. Ebenso ist der eintägige Aufenthalt auf Heard-Eiland, wo bisher nur die Challenger-Expedition eine kürzere Landung gehabt hatte, von großem Werte und ohne Verzögerungen zu erreichen gewesen, da der Weg auch an dieser Insel vorbeiführte. Der 15tägige Aufenthalt in Kapstadt diente der letzten Justierung der Instrumente und ihrem Vergleich mit denen des Kap-Observatoriums, war in seiner Ausdehnung auf 15 Tage aber ausschließlich durch die notwendigen Schiffsarbeiten bedingt und daher auch nicht zu viel. Der „Gauss" wurde nach der Tropenreise für die polaren Verhältnisse umgestaltet; das durch die Wärme rissig gewordene Deck wurde gedichtet, die empfundenen Mängel der Segelstellung beseitigt, eine Leckage abzustellen versucht, ein neuer Anstrich gegeben, Kohlen genommen und Lücken in der Ausrüstung ergänzt. Es waren alles notwendige Arbeiten, ehe das Schiff in das unbekannte Polarmeer aufbrach, die mit den Hilfsmitteln der letzten Station der Kulturwelt so schnell, als es anging, ausgeführt worden sind.

Länger, als man vorhersehen und für die Zwecke der Expedition zunächst wünschen konnte, ist nur der Aufenthalt auf Kerguelen gewesen, der 31 Tage gedauert hat. Die Errichtung einer wissenschaftlichen Zweigstation auf der Insel und die Übernahme von Kohlen, Holz, etwas Proviant und anderen Ausrüstungsstücken, die dort für uns lagen, waren die Zwecke, von denen der letztere des stürmischen Wetters wegen viel Zeit und Mühe gekostet und die lange Dauer bedingt hat. Der „Gauss" konnte seines Tiefganges wegen nicht am Lande anlegen, wo der Transportdampfer „Tanglin", der weniger tief ging, mittels einer Brücke die Last gelöscht hatte, sondern mußte sie in Booten einholen, die des Wetters wegen nur mit vielen Unterbrechungen und Schwierigkeiten arbeiten konnten.

Eine direkte Übernahme der Last von Schiff zu Schiff wäre vielleicht schneller gegangen und lag auch in unserem Plan. Die Verzögerung des „Gauss" auf der Fahrt bis Kerguelen, seine verspätete Ankunft und die deshalb vor derselben erfolgte Abreise des „Tanglin" haben diesen Plan vereitelt, so daß die geschilderten Momente, welche die Fahrt des „Gauss" verzögert haben, indirekt auch den längeren Aufenthalt auf Kerguelen bedingten.

Wieviel Zeit sich auf Kerguelen und damit an den Aufenthalten überhaupt hätte ersparen lassen, ist schwer zu beurteilen. Die chinesische Besatzung des „Tanglin" ist nicht leistungsfähig gewesen und hätte, wie es bei der Errichtung der Station empfunden wurde, auch für die Arbeiten des „Gauss" auf Kerguelen keine wesentliche Hilfe bedeutet. Ferner ging die Zufuhr der Last vom Lande her mit Booten immerhin so schnell vonstatten, daß sie bisweilen sogar eingestellt werden mußte, weil die Stauarbeiten im Innern des Schiffes nicht Schritt halten konnten. Die Lasträume des „Gauss" waren durch die inneren Verstärkungen gegen Eisdruck sehr gegliedert; da bei dieser letzten Versorgung mit Kohle jeder Winkel ausgenutzt werden mußte, kostete das Fortstauen der Kohle viel Zeit. Wenn ich hoch rechne, daß wir diesen Aufenthalt im ganzen etwa um 10 Tage abkürzen konnten und außerdem die Seefahrt, wie oben erwähnt, durch stärkere Verwendung der Maschine im ganzen um 25 Tage, so hätten wir die

Eiskante etwas über einen Monat früher erreichen können. Dies wäre unbeschadet unserer Aufgaben, wie wir das Schiff nachher kannten, möglich gewesen, mehr aber nicht.

Ob nun eine frühere Ankunft des „Gauss“ an der Eiskante Vorteile gebracht hätte, wird bei der Schilderung der Eisfahrt im nächsten Abschnitt erörtert werden. Hier sei nur erwähnt, daß der Februar, in welchem der „Gauss“ in das Eis eindrang, in seinem Arbeitsgebiete für die Schiffahrt der günstigste Eismonat war und daß wir zu früherer Jahreszeit den guten Stationsort, welchen wir trafen, garnicht hätten erreichen können. Durch ein früheres Vordringen in jenem Gebiet wäre die Möglichkeit der Überwinterung deshalb in Frage gestellt gewesen, so daß die Ankunft im Februar im Hinblick auf die Aufgaben der Winterstation ein Vorteil war.

Über die Ausführung der Rückreise kann ich mich kurz fassen; sie gibt für das, was der „Gauss“ leisten konnte, keinen Maßstab, weil seine Leistungsfähigkeit nicht bis zum äußersten angespannt zu werden brauchte und auch nicht angespannt wurde.

Die Fahrtdauern bleiben im Gebiet der Passate weniger gegen die mittleren zurück weil das Schiff nun leichter war und gelegentlich eine stärkere Verwendung der Maschine erfolgte. Wo letzteres nicht geschah, wie zwischen Simonstown und dem Äquator, ist das Zurückbleiben wieder stark gewesen. Freilich hat der „Gauss“ hier zur Erlotung unbekannter Meerestiefen einige, wenn auch nicht erhebliche Abweichungen von den üblichen Segelrouten gemacht, die den Weg verlängerten und damit die Differenzen teilweise vergrößern. Sonst gibt sein Verhalten zu den gleichen Bemerkungen Anlaß, wie auf der Hinreise. Nördlich von den Azoren eilt er bei starken Winden trotz mäßiger Inanspruchnahme der Maschine gegen die mittleren Zeiten sogar voraus, weil er leicht geworden war. Die Mängel der Segelkraft zeigen sich wieder besonders im Südatlantischen Ozean zwischen Simonstown und dem Äquator, wo die Winde schwach waren und die Möglichkeit des Ersatzes der Segelkraft durch die Maschine lehrt das Verhalten im Nordatlantischen Ozean, wie im Indischen zwischen Kerguelen und Port Natal, doch lag auf der Rückreise keine Notwendigkeit vor, von diesem Ersatz ausgiebigen Gebrauch zu machen.

Von Interesse ist die Winterfahrt um das Kap der guten Hoffnung von Osten nach Westen gewesen. Die Stärke des Agulhas-Stromes, welche den „Gauss“ dort im Mittel um eine Seemeile pro Stunde gefördert hat, war von großem Nutzen. Die verhältnismäßig geringe Verwendung der Maschine auf dieser schweren Fahrt erklärt sich daraus, daß wir für die erste Strecke derselben noch günstige Winde gehabt haben, in welchen die Maschine außer Funktion war. Dadurch kommt für diese Strecke im Mittel eine ungefähr nur halbe Inanspruchnahme der Maschine heraus, während dieselbe unmittelbar südlich vom Kap gegen die Westwinde naturgemäß voll war. Daß eine mittlere Fahrtdauer in diesem Gebiete übrigens wenig besagt, wurde früher erwähnt.

Die Aufenthalte auf dem Meere von in Summa 16 Tagen Dauer, von dem in der Elbmündung abgesehen, konnten auf der Rückreise länger gestaltet werden, wie auf der Hinfahrt, weil zu besonderer Eile kein Anlaß vorlag. Der sechstägige Aufenthalt am Äquator ist darunter der längste; er diente der genauen Erforschung des wechselvollen Bodenreliefs bei der Romanche-Tiefe und hat interessante Ergebnisse gebracht. Die übrigen dienten den gleichen Zwecken, wie auf der Hinfahrt. Es sind dabei im ganzen 55 Tiefseelotungen, 19 Reihenbeobachtungen für Temperatur, Salz- und Gasgehalt des Meerwassers in verschiedenen Tiefen, 19 Züge mit dem Tiefseevertikal- oder dem großen Oberflächenschleppnetz und 4 Drehungen des „Gauss“ auf

verschiedenen Kursen zur Bestimmung seiner Deviation ausgeführt worden, von den fortlaufenden physischen und biologischen Oberflächenbeobachtungen abgesehen, welche keinen Aufenthalt des Schiffes bedingten.

Die Aufenthalte am Lande zwischen Kerguelen und Port Natal dienten je eintägigen Besuchen der Inseln St. Paul und Neu-Amsterdam, die zwischen Simonstown und dem Äquator dem Besuch der Inseln St. Helena und Ascension. Sie wurden alle ebenso ausgenutzt, wie die Inselstationen der Hinfahrt, nämlich zu geologischen und biologischen Forschungen und Sammlungen, zu erdmagnetischen Beobachtungen zum Vergleich mit denen an Bord betreffs Ableitung der Deviation des „Gauss" und zu anderen Zwecken. Der lange Aufenthalt in Simonstown bei Kapstadt von fast 2 Monaten war in seinem ersten Teil mit den notwendigen Reparaturarbeiten am Schiffe und wissenschaftlichen Anschlußbestimmungen erfüllt. Über einen Monat haben wir dann auf das Eintreffen der aus der Heimat abgesandten Instrumente gewartet, die für die Rückreise erforderlich waren. Die Zeit konnte außerdem durch wissenschaftliche Arbeiten aller Art, auch durch Reisen in das Innere des Landes, ausgenutzt werden. Ganz das gleiche gilt von dem Aufenthalte auf den Azoren. Bei der Rückreise wurde von Meeres- und Inselstudien eben mitgenommen, was sich bot, auch wenn es die Zwecke der Expedition nicht unmittelbar berührte, weil zu besonderer Beschleunigung der Fahrt keine Veranlassung vorlag.

Was die physischen Eigenschaften der Gauss-Route betrifft, so werden die Einzelheiten darüber in den meteorologischen und ozeanographischen Teilen dieses Werkes zur Mitteilung kommen und hier nur insoweit, als sie die Schiffahrt beeinflußt haben.

Im atlantischen Ozean setzte der Nordost-Passat auf der Hinreise im September 1901 deutlich erst südlich von Madeira ein und zwar bei $31^1/_2{}^0$ n. B. und bei 18^0 w. L. v. Gr., während er sonst in dieser Jahreszeit schon in der Höhe des südlichen Portugal etwa unter 38^0 n. Br. aufzutreten pflegt. Vorher hatten flaue und wechselnde Winde geherrscht, noch nicht von ausgesprochenem Passatcharakter, wenn auch meist aus nordöstlicher Richtung. Der Passat stand dann südlich von den Kapverden bis zum 14^0 n. Br. bei 25^0 w. L. v. Gr., wie es seinem mittleren Auftreten nach Zeit und Ort entspricht.

Die ersten Spuren des Südost-Passats fanden wir unter $4^1/_2{}^0$ n. Br. bei 19^0 Gr. w. L. v. Gr., und derselbe hielt dann im Oktober 1901 bei 21^0 w. L. bis etwas über den südlichen Wendekreis hin an.

Auf der Rückreise stand der Nordost-Passat im Oktober 1903 deutlich zwischen 10^0 und 28^0 n. Br. bei 25^0 bis 35^0 w. L. v. Gr., war jedoch an der Südgrenze schon von 7^0 n. Br. an und an der Nordgrenze bis zum 32^0 in schwachen, etwas unstäten, doch meist nordöstlichen Winden bemerkbar. Der Südost-Passat stand im August und September 1903 zwischen 28^0 s. Br. und $5^1/_2{}^0$ n. Br. und zwischen 6^0 ö. bis 22^0 w. L. v. Gr.

Die Ausdehnung der Passatgebiete war also in beiden Fällen normal, desgleichen die Stärke, welche im Mittel auf 3 bis 4 der Beaufort-Skala anzugeben ist. Die Polargrenzen des Nordost-Passats waren in beiden Fällen verschwommener als die des Südost-Passats und als bei beiden die Äquatorialgrenzen. Bemerkenswert war auf der Rückreise ein plötzliches Versagen des Nordost-Passats am 12., 13. und 14. Oktober 1903 um den 21^0 n. Br. und den 32^0 w. L. v. Gr. gewesen, welches mit einem schweren Sturm südlich von den Azoren an der Nordgrenze des Passats also über 10^0 weiter nördlich zusammenfiel. Nach dreitägiger Pause setzte der Passat dann bei uns wieder ein.

Beide Passatregionen hat der „Gauss“ auf beiden Reisen fast ausschließlich unter Segeln durchlaufen und mit den notwendigen westlichen Ausbiegungen, bei der Ausreise im Südatlantischen und bei der Heimreise im Nordatlantischen Ozean. Die erstere war, wie erwähnt, nicht so groß, wie auf der üblichen Segelroute, weil wir den Äquator aus den vorher erörterten Gründen östlicher geschnitten hatten, als es üblich ist. Für den Weg nach Kapstadt wurde bei der Hinreise auf diese Weise an westlichen Kursen im Äquatorialgebiet und dann an östlichen südlich vom Wendekreis im ganzen an 2000 km oder über 1000 Seemeilen gespart, was für den „Gauss“ eine Zeitersparnis von etwa 10 Tagen bedeuten konnte. Ohne diese Abkürzung des Weges wäre unsere Verzögerung dort noch größer gewesen.

Im Indischen Ozean hat der „Gauss“ im Mai 1903 das Gebiet des Südost-Passats nicht berührt, da seine Route von Neu-Amsterdam nach Port Natal zwischen 25° und 30° s. Br. durchweg südlich davon verlief.

Die Kalmen des Atlantischen Ozeans wurden auf der Hinreise zwischen 25 und 19° w. L. v. Gr., sowie zwischen 14 und 4½° n. Br. passiert. Sie waren etwa 10° breit, hatten im nördlichen Teil schwache wechselnde Winde, Stillen, Böen, Regengüsse und Neigung zu Gewittern, dann etwa von 9° n. Br. an südwärts schwache südwestliche Monsune, die nach Süden unter 4½° n. Br. allmählich in den Südost-Passat übergingen. Trotz der Verwendung der Maschine haben wir für diese Strecke 8 Tage gebraucht. Der Fortschritt von etwa 80 Seemeilen pro Tag oder 3,4 Knoten pro Stunde war also gering, doch der geschilderten Leistungsfähigkeit des „Gauss“ und der mittleren Geschwindigkeit anderer Schiffe zwischen den gleichen Zielen auf weiter westlich gelegenen Routen entsprechend. Die Maschine und die größere Kürze des von uns gewählten Weges hat hier die besseren Segelbedingungen auf den westlicheren Routen kompensiert.

Auf der Rückreise wurden die Kalmen des Atlantischen Ozeans Anfang Oktober 1903 weiter westlich zwischen 22 und 25° w. L. v. Gr. in der geringen Ausdehnung von etwa 6 Graden zwischen 5½° und 10° n. Br. innerhalb dreier Tage unter Dampf passiert, von denen eigentlich nur der erste still gewesen ist, während die beiden letzten schon schwache Nordost-Passat-Spuren hatten. Der Fortschritt des „Gauss“ war hier besser als auf der Hinreise, weil das Schiff nun leichter war.

Ungünstig hat die Gauss-Route zu der Maximalregion des Südatlantischen Ozeans auf der Hinreise gelegen, da dieselbe voller geschnitten wurde, als es sonst der Fall ist, weil die üblichen Routen nach Kapstadt westlich vom Greenwicher Nullmeridian etwas südlicher liegen (Tafel 14). Wir hatten nach der Ostwendung südlich vom Wendekreis beim Aufhören des Passats schwache, wechselnde, bisweilen auch entgegengerichtete Winde, bis wir etwa bei 10° ö. L. v. Gr. und 36° s. Br. in die Westwinde eintraten, die uns dann schnell nach Kapstadt gebracht haben. Ob wir weiter südlich schneller gefahren wären, ist indessen zweifelhaft, weil das dortige Maximum seinen Einfluß nach Süden bis zur Insel Tristan da Cunha erstreckt, an der die Schiffe auf dem Wege nach Kapstadt immer noch weit nördlich vorbeifahren. Unser, etwas nördlicher als gewöhnlich gelegener Kurs ist durch die geringere westliche Ausbiegung des „Gauss“ im Südatlantischen Ozean bedingt gewesen, von der ich schon sprach und die durch ihre größere Kürze die nicht unwesentliche Zeitersparnis von etwa 10 Tagen bedeutet hat. Einen Zeitverlust haben wir also durch den nördlichen Schnitt der Maximalregion sicher nicht gehabt, da die Ersparnis den etwaigen Verlust kompensiert haben dürfte.

Auch im Indischen Ozean hat unsere Route im Mai 1903 zur Maximalregion nicht günstig gelegen. Dieselbe ist im südlichen Winter erheblich eingeschränkter als im südlichen Sommer. Unsere Fahrtzeit war der südliche Herbst. Wir hatten zwischen Kerguelen und St. Paul noch vorwiegend westliche Winde gehabt, wie es üblich ist, traten bei St. Paul und Neu-Amsterdam zunächst in unstäte Winde ein, dampften vom 30. April bis 2. Mai im 74° ö. L. v. Gr. von 36° bis 32° s. Br. direkt nördlich durch ein Stillengebiet hindurch und wandten uns dann bei aufkommenden östlichen Winden westwärts. Diese östlichen Winde, mit welchen die Luftströmungen des Maximums in den Indischen Südost-Passat übergeben, hielten aber nicht stand, weil wir zwischen 25° und 30° s. Br. fuhren und damit noch zu sehr im Bereiche des Maximums blieben. Die üblichen Routen liegen weiter nördlich jenseits des Wendekreises in dem Gebiet des Südost-Passats (Tafel 14). So hatten wir schwache, veränderliche Winde, bis wir südlich von Madagaskar in östliche Winde eintraten. Da wir die Maschine wenig gebrauchten, hatten wir von Kerguelen bis Port Natal einen Zeitverlust, der jedoch nun bei der Rückfahrt nicht ins Gewicht fiel. Ob wir weiter nördlich schneller fortgeschritten wären, ist außerdem fraglich, weil dieses für uns eine größere Ausbiegung und damit eine Verlängerung des Weges bedeutet hätte.

Die Maximalregion des Nordatlantischen Ozeans ist auf der Hinreise im Osten umfahren. Wir hatten dabei entsprechende nördliche und nordöstliche Winde, die uns förderlich waren. Auf der Rückreise wurde sie von 32° n. B. an zwischen den erwähnten Ausläufern des Passats und den unter 36° n. Br. frühzeitig beginnenden Westwinden innerhalb dreier Tage unter Dampf durchschnitten. Im Südatlantischen Ozean haben wir im August 1903 östlich vom Maximum zwischen Kapstadt und dem erwähnten Beginn der Passate vorwiegend westliche Winde gehabt.

Durchweg günstig waren uns die Windverhältnisse auf den Polseiten der Maximalregionen, also die Gebiete der Westwinde, im Norden wie im Süden. Die Stärke derselben ging über 4 im Mittel hinaus und war damit hinreichend, um dem schweren Schiff Geschwindigkeiten zu geben, die teilweise sogar über die mittleren Fahrtgeschwindigkeiten anderer Schiffe hinausgingen. Die Westwinde standen wie immer in verschiedenen Nuancen; bei den Crozet-Inseln haben wir Nordwinde gehabt, in der Nähe der Eiskante auch östliche Winde, doch setzten überall nach kurzer Pause wieder die Westwinde ein.

Gegen die Westwinde haben wir auf der Rückreise im Juni 1903 südlich vom Kap der guten Hoffnung anzukämpfen gehabt, wobei uns der Agulhasstrom half und im ersten Teil dieser Fahrt von Port Natal an östlich von 25° ö. L. v. Gr. auch östliche Winde, so daß wir glücklich in 9 Tagen von Port Natal bis Simonstown gelangt sind, ungefähr mit der mittleren Geschwindigkeit anderer Schiffe, die aber dort wenig besagen will.

Außerdem haben wir im hohen Süden unter 62° s. Br. nach Verlassen des Eises den Versuch gemacht, ostwestlich zu fahren, und es ist uns 2 Tage lang gelungen. Wir haben dort unter Dampf und zeitweilig kleiner Segelführung vom Mittag des 10. bis zum Mittag des 12. April 1903 8 Längengrade oder etwa 230 Seemeilen dort ostwestlichen Fortschritt gehabt und dabei eine Geschwindigkeit von über 5 Seemeilen pro Stunde. Dann setzten die Westwinde mit solcher Stärke ein, daß wir dagegen nicht ankamen und nordwärts gegen Kerguelen ausbiegen mußten. Immerhin hat dieser Versuch gezeigt, daß man im hohen Süden südlich von der Herrschaft der Westwinde zeitweilig ostwestlich fahren kann, was innerhalb der-

selben unmöglich ist, und ich zweifle nicht, daß es uns noch weiter gelungen wäre, wenn wir uns mehr südlich näher der Eiskante, aber noch außerhalb derselben gehalten hätten.

Es wäre auch für die praktische Schiffahrt von Interesse, nach dieser Richtung hin weitere Versuche anzustellen. Der „Gauss“ tat es im April, also anfangs des Winters, als die Tage schon kurz waren und die Winterstürme eingesetzt hatten. Die Möglichkeit zu wissenschaftlicher Arbeit war dabei äußerst gering. So stellte ich den Versuch ein, als die Westwinde einsetzten, um nicht durch Kreuzen bei Stürmen und schwerer See in der Dunkelheit und in der steten Nähe von Eis beim Beginn der Heimfahrt die gesamten Ergebnisse der Expedition in Frage zu stellen. Für diese Jahreszeit versprach der Versuch weder praktischen Wert noch wissenschaftlichen Erfolg. Ich würde ihn indessen in der helleren Jahreszeit gern wiederholen, da bei ostwestlichen Routen ein Umgehen der Westwinde im Süden an Stelle der üblichen großen Ausbiegung nach Norden auch von praktischer Bedeutung sein kann, zumal sich damit Fangzwecke und wichtige wissenschaftliche Arbeiten verbinden lassen.

Wie die meteorologischen Erscheinungen an der Gauss-Route im einzelnen im meteorologischen Teil, so werden die ozeanographischen, insbesondere die Strömungen im ozeanographischen Teil dieses Werkes behandelt werden, soweit sie aus den Beobachtungen über die Meerestemperaturen, den Salzgehalt und die Planktonführung zu erschließen sind. Hier interessieren sie nur insoweit, als sie aus den Besteckversetzungen folgen, mithin einen Einfluß auf die Fahrt des „Gauss“ ausgeübt haben.

Wollen wir die Besteckversetzungen des „Gauss“ durch Strömungen erklären, so würden die beiden in der Tabelle Seite 233 an erster Stelle genannten vom 20. zum 21. und vom 21. zum 22. August durch ihre Richtung auffallen. Die letztere würde einen bemerkenswert nördlichen Beginn des Kanarienstromes andeuten, die erstere durch einen an der Küste der Bretagne aus dem Golf von Biscaya nordwestlich auslaufenden Strom erklärbar sein. Beides ist möglich, doch beide Versetzungen lassen sich auch durch die Winde erklären, die nahezu gleich wie die Versetzungen gerichtet gewesen sind.

Vom 23. August an noch etwas nördlich vom Kap Finisterre bis südlich von den Kapverden, nämlich bis zum 12.° n. Br. hin unter 25° w. L. v. Gr. hatte der „Gauss“ fast durchweg südwestliche Versetzungen in der mittleren Stärke von 12 Seemeilen in 24 Stunden. Die Richtung fällt mit der des Kanarien- und dann des Atlantischen Nordäquatorial-Stromes zusammen, aber durchweg auch mit der Richtung der Winde. Wo die Winde abweichend waren, siegten sie über den Strom. Am 25. August ist der „Gauss“ durch einen nordwestlichen Wind von der Stärke 5 sieben Seemeilen quer durch den Strom in ostsüdöstlicher Richtung gedrückt worden, desgleichen am 1. September, wenn auch weniger stark. Sonst stimmen die Richtungen von Strömung, Wind und Besteckversetzung miteinander überein. An der Ausnahme erkennt man, wie schon im Golf von Biscaya, den überwiegenden Einfluß des Windes bei der Versetzung, während andererseits der Einfluß des Stromes nach Aufhören des Passats in 14° n. Br. und nach dem Eintritt schwacher wechselnder Kalmenwinde noch 2 Breitengrade nach Süden hin anhält.

Vom 11.° bis 8.° n. Br., zwischen 21 1/2 und 24° w. L. v. Gr., stimmt die Versetzung mit der Richtung der Winde überein, erreicht aber Beträge, die durch die geringe Stärke der Winde kaum erklärt werden. Die Richtung der Versetzungen geht in Beträgen von 12 bis 20 Seemeilen in 24 Stunden von nahezu der nach Ost zu der nach Süd und dann der nach Nordost

über, ebenso wie die Winde, doch diese nur in Stärke von 4 höchstens 5 der Beaufortskala. Man könnte daran denken, daß der rückläufige Guineastrom so weit nördlich stand, doch wäre das auffallend, zumal die durch ihn erzeugten Wirbel von der Richtung nach Westen über die nach Süden zu der nach Nordosten herumgehen und nicht von der Richtung nach Osten aus ihren Anfang nehmen, wie die obigen Versetzungen. So wird man bei diesen wohl an der Erklärung durch die Winde trotz deren Schwäche festhalten müssen, soweit sie nicht auf Besteckfehlern beruhen sollten, was auch möglich ist.

Der Guineastrom ist dann in den Versetzungen zwischen 8° und 2° n. Br. deutlich kenntlich. Da diese hier im Mittel östliche sind von etwa 12 Seemeilen mittlerer Stärke in 24 Stunden, so stimmt das mit dem dortigen Auftreten des Guineastromes überein. Die Winde an der Gauss-Route hatten dort Monsun-Charakter und kamen mehr aus südlicher Richtung. Die Versetzungen konnten somit nicht von ihnen herrühren und beruhen wohl auf dem Strom.

Erst wenig nördlich vom Äquator, nachdem der Südost-Passat schon etwa 4° vorher in Spuren merklich gewesen war, treten bei 1° n. Br. und 18° w. L. v. Gr. westliche Versetzungen auf, die mit dem Südäquatorial-Strom und mit dem Südost-Passat in Einklang stehen. Der Guineastrom behauptete seine Herrschaft auf die Versetzungen also auch noch in den Anfängen des Passats. Dann aber wurden die Versetzungen ausgesprochen westlich, in Einklang mit Wind und Strom und in der ziemlich gleichmäßigen Stärke von etwa 11 Seemeilen in 24 Stunden. Sie hielten so bis zum Aufhören des Südost-Passats am südlichen Wendekreis an, sind bald etwas nördlich, bald etwas südlich von Westen, aber vorwiegend westlich gewesen. An der sonst üblichen Segelroute 10° weiter westlich von der unsrigen würde der Strom nach der herrschenden Darstellung mehr südwestliche Versetzungen gezeitigt haben. Die eine Ausnahme von der westlichen Richtung, welche wir im Atlantischen Südost-Passat am 3. Oktober 1901 gehabt haben, stand weder mit dem Winde, noch mit der Strömung in Einklang. Sie wurde auch während der Fahrt als auffallend vermerkt, kann jedoch mit Fehlern in der Besteckführung in Zusammenhang stehen. Bemerkenswert war allerdings ein gleichzeitiger Wechsel in der Wasserfarbe, die an diesem Tage grüner war als vorher und nachher.

Innerhalb der Maximalregion des Südatlantischen Ozeans und bis Kapstadt hin sind die Besteckversetzungen in Richtung und Stärke wechselnd gewesen; in den 31 Tagen überwiegen östlicher Kurse vom Ende des Südost-Passats bis Kapstadt standen die Versetzungen an 23 Tagen mit den Winden in Einklang und nur an 8 Tagen nicht. Von letzteren hatten 4 dabei so geringe Versetzungen, daß sie nicht gezählt werden können; bei einer ist der Zusammenhang mit dem Winde noch möglich und nur bei den dreien vom 19.—21. November stehen die Versetzungen mit den Winden in Widerspruch. Sie lagen nahe der Afrikanischen Küste, wo die Westwinddrift nordwärts hinaufbiegt, und stehen unter deren Einfluß, wie auch die stark wechselnden Oberflächentemperaturen gezeigt haben. Aus den anderen Versetzungen in der Maximalregion darf man nach dem obigen wieder auf einen überwiegenden Einfluß der Winde schließen.

Südlich von Kapstadt tritt zunächst der Einfluß des Agulhas-Stromes deutlich hervor, nämlich in den Tagen vom 9.—12. Dezember 1901. Wir haben am 9., 10. und 12. kräftige westlich gerichtete Versetzungen bei meist entgegengerichteten Winden gehabt, wie es dem Agulhas-Strom entspricht. Am 11. war dagegen östliche Versetzung und ebenfalls ohne Zu-

sammenhang mit dem Wind. Gleichzeitig sank die Temperatur des Wassers, und das Plankton erhielt einen anderen Charakter. Das Wasser war ungemein wirr und gekräuselt; es herrschte eine starke Bewegung darin ohne Wind. Wirbel habe ich nicht bemerkt, doch unterliegt es nach dem obigen keinem Zweifel, daß wir uns dort in einem Mischgebiet des Agulhas-Stromes mit der Westwinddrift befanden. Die Versetzungen waren hier also durch die Strömung bestimmt.

Am 12. Dezember passierten wir dann deutlich die Polargrenze des Agulhas-Stromes, wie sich aus der Temperatur der Luft und des Wassers, aus dem Salzgehalt und Plankton des Meeres deutlich nachweisen ließ. Besonders auffallend war die große Schar von Prions (Taubensturmvögeln), welche diese Grenze belebten. Im Plankton erschienen massenhaft Diatomeen. Der Wechsel war sehr auffallend. Die Besteckversetzungen nahmen zunächst nördliche und nordöstliche Richtungen an, bei westlichen bis nordwestlichen Winden, waren also wohl durch antarktische Strömungen bedingt, die nordwestlich in den Indischen Ozean eindringen.

Weiterhin stehen die Versetzungen im Gebiete der Westwinde überwiegend mit der momentanen Windrichtung in Einklang. Ohne Zusammenhang damit erscheint sie nur am 17. Dezember 1901, wo sie fast westlich gerichtet ist, dem Winde entgegen, doch in so geringer Stärke, daß sie ein Besteckfehler sein kann. Sonst lief sie überwiegend östlich mit Abweichungen gegen Nord und gegen Süd, je nach dem Wind. Nördliche Abweichung von der Ostrichtung, also eine Drehung von dieser nach links hin, herrschte außer bei denen, welche ich vom Rande des Agulhas-Stromes erwähnte, zwischen den Crozet-Inseln und Kerguelen, was auf einen nördlich setzenden Strom dort hindeuten würde, während eine geringe gleichzeitige Steigerung der Wassertemperatur an der Oberfläche zwischen diesen Inseln ein Vordringen warmen Wassers nach Süden anzeigen könnte. Letzteres wäre ein Zeichen für den früher dort angenommenen südwärts setzenden Kerguelen-Strom, während die Besteckversetzungen das Gegenteil vermuten lassen. Zwischen Kerguelen und der Eiskante sind 2 Tage lang westliche Versetzungen gewesen, als wir am 59.° s. Br. stürmische Ostwinde hatten. Selbst hier im Gebiete der Westdrift siegten also die Winde über den Strom.

Auf der Rückreise haben die Versetzungen im Indischen Ozean von der Eiskante bis Port Natal überwiegend in der Richtung der Winde gestanden. Von 49 beobachteten Versetzungen liegen 35 in der Richtung der Winde und nur 10 stehen mit denselben deutlich nicht in Einklang; bei 4 ist der Zusammenhang unsicher. Die Richtung der Versetzungen war von der Eiskante bis über St. Paul und Neu-Amsterdam nach Norden hinaus wieder nach Osten mit Abweichungen nach Nord und nach Süd, je nach der Richtung des Windes, meistens nach Nord. Zwischen dem 61. und 62. südlichen Breitengrad traten bei östlichen Winden westliche Versetzungen auf, wieder also ein Sieg der Winde über den Strom. Nördlich vom 30.° s. Br. hatten wir dann vorwiegend westliche Versetzungen, doch wechselten dieselben vielfach, wie auch der Wind.

Von den 10 Tagen, an welchen die Versetzungen dort nicht mit den Winden übereinstimmen, sind sie an dreien so klein, daß sie auf Besteckfehlern beruhen können. Am 10. April, noch in unmittelbarer Nähe der Eiskante, wo die Versetzung gegen den Wind geht, deutet sie auf einen nordwärts gerichteten Strom hin. Die starken westlichen Versetzungen vom 29. April und vom 9. Mai 1903 stehen ganz isoliert. Es wäre denkbar, daß sie von einer Strömung herrühren, doch haben wir ringsumher sonst nur Versetzungen durch den Wind gehabt. Die drei

Versetzungen endlich um den 29.° s. Br. und den 40.° ö. L. v. Gr. könnten mit einer Stromabzweigung in Zusammenhang stehen, welche an der Westküste von Madagaskar nordwärts zu verfolgen ist. Während dieser ganzen Fahrt an der Nordgrenze der indischen Maximalregion sehen wir also unbestimmte Strömungen und eine Herrschaft der Winde bei den Versetzungen.

Zwischen Port Natal und Simonstown ist bei den Versetzungen dagegen eine absolute Herrschaft des Agulhas-Stromes zu konstatieren. Die größte Versetzung, welche wir durch denselben gehabt haben, betrug 62 Seemeilen in 24 Stunden, also über 2½ Seemeilen pro Stunde. Im Mittel haben wir dort eine Förderung von etwa 30 Seemeilen in 24 Stunden gehabt, auch wo starke westliche Winde uns entgegengerichtet waren.

Im Südatlantischen Ozean hatten wir auf der Heimreise bis zum Beginn des Südost-Passats unter 38° s. Br. und 6° ö. L. v. Gr. in Richtung und Stärke wechselnde Versetzungen, welche mit den Winden nicht in bestimmter Beziehung standen. Sie waren meist nördlich gerichtet mit Abweichungen gegen Ost und gegen West, und würden am ersten durch die Anfänge des Benguela-Stromes erklärbar sein. Die Stärke der Winde war zu gering, um Einfluß üben zu können.

Auch an den beiden ersten Tagen im Südost-Passat herrschten noch unbestimmte Versetzungen; dann aber fanden sie ständig in gleichmäßiger Richtung statt, meist etwas nördlich von Westen, also in Einklang mit Wind und mit Strom, und hielten so über den Äquator hinaus bis zum Ende des Südost-Passats an. Ihre mittlere Stärke betrug über 14 Seemeilen in 24 Stunden. Sie waren also größer, als wir sie auf der Hinreise im Südost-Passat weiter westlich gefunden hatten. Die einzige östliche Versetzung innerhalb dieses Gebietes, unmittelbar südlich vom Äquator am 20. September 1903, war so gering, daß sie ein Besteckfehler sein kann.

In den Kalmen hatten wir unter 5½° n. Br. und 21° 40′ westl. L. v. Gr. am 1. Oktober 1903 eine östliche Versetzung von 12 Seemeilen in 24 Stunden bei entsprechendem Winde. Da dieser aber sehr schwach war, dürfte die Versetzung ein Anzeichen des Guineastromes gewesen sein. Dann folgten in den ersten Regungen des Nordost-Passats bis 11° n. Br. und 25° w. L. v. Gr., wo der Guineastrom auch noch stehen kann, wechselnde, auch westliche Versetzungen, die zum Teil vom Winde herrühren könnten, teilweise nicht, bis auf eine aber so gering waren, daß man nichts daraus schließen kann. Diese eine vom 3. Oktober 1903 war nordwestlich gerichtet und betrug 19 Seemeilen in 24 Stunden. Sie stand mit Strom und Wind in keinem erkennbaren Zusammenhang.

Erst unter 12½° n. Br. nachdem der Nordost-Passat deutlich eingesetzt hatte, beginnen Versetzungen, die mit ihm und mit dem Atlantischen Nordäquatorial-Strom in Einklang stehen. Sie verliefen meist etwas nördlich von Westen, ebenso wie der Strom, und waren mithin wie dieser von der Richtung des Passats etwas nach rechts hin gedreht. Der Einfluß des Stromes scheint hier also den des Windes zu übertreffen. Die Stärke dieser Versetzungen hat im Mittel 11 Seemeilen in 24 Stunden betragen.

In der Passatpause vom 12. bis 14. Oktober 1903 war eine starke Versetzung nach Süden bemerkbar, die nicht vom Winde herrühren kann, da er zu schwach war. Ich halte sie für einen Besteckfehler, weil die bisherigen westlichen Versetzungen sonst auch in der Pause aufgetreten sind und ebenso wieder nachher. In gleicher Weise beurteile ich die schwache süd-

südöstliche Versetzung vom 18. Oktober. Geringe westliche Versetzungen halten auch nach Schluß des Nordost-Passats noch an, während der „Gauss“ bei unsteten, schwachen Winden die Maximalzone durchdampfte, um an deren Nordgrenze beim Einsetzen der Westwinde am 26. Oktober unter 35° n. Br. schnell in östliche Versetzungen überzugehen.

Nördlich von den Azoren hatten wir zunächst kräftige südöstliche Winde und entsprechende Versetzungen gegen Nordwest und West, bis am 13. Oktober unter 43° n. Br. und 20° w. L. v. Gr. frische Westwinde einsetzten und uns östliche Versetzungen brachten. Der Strom läuft nördlich von den Azoren durchweg gegen Osten, war also nur im zweiten Teil der Fahrt dort ebenso wie die Versetzungen gerichtet; die letzteren dürften aber auch in dem zweiten Teil wesentlich vom Winde herrühren, da dieser besonders stark war. Im ersten waren sie ausschließlich vom Winde bedingt.

Fasse ich nun das über die Versetzungen des „Gauss“ während seiner Seefahrt bis zur Eiskante gesagte zum Schlusse kurz zusammen, so scheint ein Unterschied zwischen den verschiedenen Abschnitten der Reise unverkennbar zu sein. Auf der Hinreise überwiegt der Einfluß des Windes im allgemeinen den des Stromes; dann nimmt sein Einfluß mit der Reisedauer sichtlich ab, bis gegen die Azoren hin der Einfluß des Stromes entschieden überwiegt. Erst im letzten Teil der Fahrt, bei besonders starken Winden, kommt deren Einfluß wieder bestimmend zur Geltung.

Wo Wind und Strom gleich gerichtet gewesen sind, da ist ihr Einfluß auf die Versetzungen nicht ohne weiteres zu unterscheiden; doch wo die Richtungen andere waren, lassen sich Unterscheidungen finden. Im Busen von Biscaya, in der Abweichung der Versetzungen von der Richtung des Atlantischen Nordäquatorial-Stromes, im Gebiete des Südatlantischen Maximums und sogar im Gebiete der südlichen Westwinde, schließlich im Bereiche des Südindischen Maximums treten die Winde bestimmend hervor. In dieser Zeit ist nur an der Südgrenze des Nordost-Passats, im Guineastrom, im Agulhas-Strom und unmittelbar östlich von diesem der Einfluß des Stromes bestimmend gewesen.

Dagegen herrscht der Strom auf der Rückreise im Gebiete zwischen Kapstadt und dem Beginn des Atlantischen Südost-Passats, im Guineastrom und besonders im ganzen Gebiete des Nordost-Passats, wie man namentlich für letzteres an den Abweichungen der Versetzung nach Norden hin erkennt, die dem Strom, nicht der Richtung des Passats entsprechen. Erst hinter den Azoren kam wieder der Einfluß der (besonders starken) Winde zur Herrschaft.

Die Trennung zwischen beiden Einflüssen ist im einzelnen schwer, zumal die Fehler der Besteckversetzungen naturgemäß groß sind. Doch es gab markante Gebiete, in denen sie sich durchführen ließ.

Die Gründe für das abweichende Verhalten des „Gauss“ gegenüber dem Einfluß von Wind und Strom auf der Hinreise bis zur Eiskante und dann noch zurück durch den Indischen Ozean bis Kapstadt einerseits, und von hier bis zu den Azoren andererseits, dürften in der verschiedenen Belastung des Schiffes und in seiner verschiedenen äußeren Erscheinung liegen. Bis zur Eiskante hin war die Belastung besonders schwer und das Schiff auch noch mit umfangreichen Decksbauten versehen, die dem Winde vielen Widerstand boten und seinen Einfluß auf die Versetzung verstärkten. Auf der Rückreise durch den Indischen Ozean hatten wir diese Decksbauten freilich nicht mehr, so daß der überwiegende Einfluß des Windes hier wohl

eher an der Schwäche der Strömungen lag. Hinter Kapstadt auf der Rückreise dagegen dürfte die größere Leichtigkeit des Schiffes und der Mangel an Decksbauten bewirkt haben, daß der Einfluß des Stromes den des Windes übertraf.

Die Segelführung des „Gauss" ist in allen Teilen der Fahrt so groß gewesen, wie es für den jeweiligen Kurs nur möglich war. Ihre Bedeutung für die Besteckversetzungen war mithin im Verlaufe der ganzen Fahrt wohl annähernd gleich. Doch in dem Einfluß des Dampfgebrauchs auf die Versetzungen scheinen Verschiedenheiten zu bestehen. Denn auf der Hinfahrt ist in den Kalmen und im Guineastrom viel Dampf gebraucht worden und der versetzende Einfluß der Winde gleichzeitig gering gewesen. Im Nord- und Südatlantischen Ozean wurde auf der Hinfahrt wenig gedampft, und gleichzeitig erscheint der versetzende Einfluß der Winde besonders groß. Freilich dürfte die Stärke des Guineastromes (im ersten Fall) größer als die der Passatströmungen (im zweiten) gewesen sein, der Einfluß der Winde also auch deshalb relativ gering erscheinen. Im Gebiete der Westwinde erscheint der Dampf ohne Wirkung auf den versetzenden Einfluß des Windes; denn wir haben dort reichlich gedampft, wie aus der Tabelle hervorgeht, auch nördlich von den Azoren, und trotzdem einen überwiegenden Einfluß des Windes, der nun freilich besonders stark war, gehabt. Im Indischen Ozean, wo wir wenig dampften, war der Einfluß der Winde groß und bei mehr Dampf auch im Atlantischen nördlich von den Azoren auf der Rückfahrt. Mehrfach sehen wir also durch den Gebrauch der Maschine den Einfluß der Winde auf die Besteckversetzungen verringert und den des Stromes relativ verstärkt.

Dieses Ergebnis wäre zu beachten, wenn man Strömungsverhältnisse aus Besteckversetzungen ableiten will. Man wird dann eine Scheidung zwischen Segel- und Dampfschiffen machen müssen und die Strömungen vornehmlich aus den Versetzungen der Dampfer ableiten, da, wenigstens beim „Gauss" nur, wo er wesentlich unter Dampf fuhr, der versetzende Einfluß der Strömung hervortrat, während sonst der der Winde überwog. In letzterem Fall darf man aus Versetzungen nicht auf Strömungen schließen.

Unbedingte Herrschaft auch bei stärkstem Winde hatte der Agulhas-Strom auf der Hin- wie auf der Rückreise, wie aus den starken Versetzungen in seiner Richtung hervorgeht. Neben ihm tritt bei der Gauss-Fahrt der Guineastrom am meisten hervor.

Die Scheidung zwischen dem Einflusse des Windes und des Stromes auf die Versetzungen ließe sich auch bei der Gauss-Fahrt noch weiter durchführen, als es hier geschehen ist, doch ist es besser, das Problem allgemeiner an der Hand eines größeren Materials, auch von anderen Schiffen her, zu verfolgen. Es ist für das Problem der Meeresströmungen wichtig, für ihre Ableitung sowohl, wie für ihre Unterscheidung darnach, ob es lediglich oberflächliche Winddriften oder tiefergehende Strömungen sind. Um das Verhalten des „Gauss" bei Wind und Strom zu erkennen, können die obigen Mitteilungen genügen, insbesondere auch zur Beurteilung dafür, wie sein Verhalten gegen beide später im Eise war, wo die Strömungen unbekannt waren und die Winde sich beobachten ließen. Wenn wir das Verhalten des „Gauss" bei Wind und Strom kennen und dazu die Winde im einzelnen selbst, dann werden wir diejenigen Versetzungen, die durch Winde nicht erklärbar sind, auf Strömungen zurückführen dürfen und mithin diese selbst aus den Versetzungen ableiten können.

b) Die Eisfahrt des „Gauss".

Die Möglichkeiten und Erfolge einer Fahrt im Polareis werden gewöhnlich als Zufall betrachtet. Wo wir in der Literatur darüber Erwägungen angestellt finden, betreffen sie mehr

die Ziele der Fahrt, als ihre Bedingungen. Sie erörtern mehr die Situationen, wo man den Pol zu erreichen oder neues Land zu finden hoffen darf, und weniger die Umstände, unter welchen man im Eise dazu fortschreiten kann.

Bis zu einem gewissen Grade hat die Expedition von NANSEN hierin Wandel geschaffen. Nach dem Vortrage in der Royal Geographical Society, in welchem er den Plan seiner Fram-Expedition dargelegt hatte, werden prinzipielle Erörterungen angestellt, welches die beste Möglichkeit wäre, im Polareise vorwärts zu kommen. Von kompetenter englischer Seite wurde dabei die Ansicht vertreten, daß der beste Fortschritt in Anlehnung an die Küsten zu erwarten wäre, während Nansen seine Expedition von der Küste unabhängig machte und das Polarmeer quer durchschnitt. Wie bekannt, sah er aber von einer eigentlichen Fahrt im Eise völlig ab und basierte seine Expedition auf die Strömungen im Eise. Die Maschine wurde auseinander genommen und das Schiff dem Treiben des Eises überlassen. Damit wurde freilich mehr erreicht, als mit vielen Fahrten erreicht worden war und im Norden auch in Zukunft wohl zu erreichen sein wird.

Bei Expeditionen im südlichen Eismeer habe ich maßgebende allgemeine Erörterungen über die Möglichkeiten der Eisfahrt auch nicht gefunden. Nur für besondere Fälle sind Erörterungen vorhanden und berühren das, was momentan und lokal erreicht werden sollte; aber bestimmte allgemeine Erwägungen über die beste Richtung und Anlage von Südpolarfahrten finden sich nicht, was bei der Unkenntnis über die physischen Verhältnisse im hohen Süden auch nicht wundernehmen darf. Wenn wir jedoch die praktische Ausführung der großen Südpolarfahrten am Ende des 18. und im 19. Jahrhundert vergleichen, lassen sich schon zwei bestimmte Prinzipien erkennen, nämlich das Bestreben erstens an der äußeren Eiskante von Westen nach Osten vorzugehen und zweitens umgekehrte, also ostwestliche Routen innerhalb des Eises zu verfolgen. Das erste Prinzip beruhte sicher auf der Kenntnis der herrschenden westlichen Luftströmungen in den mittleren südlichen Breiten, das zweite wohl auf der Erfahrung, daß südlich von den Westwinden wieder umgekehrte, nämlich ostwestliche Luftströmungen stehen. Das erste sehen wir bei COOK, BELLINGSHAUSEN, BISCOE, ROSS und MOORE verwandt, das zweite angedeutet schon bei WEDDELL, deutlich durchgeführt dann bei KEMP, BALLENY, WILKES, D'URVILLE und ROSS. Die nach dem ersten Prinzip ausgeführten Reisen waren große Umseglungen der Antarktis, die nach dem zweiten, im Eise selbst zurückgelegten kürzere Fahrten. Beide waren mit südlichen Vorstößen in Lücken des Eises verbunden, doch in der Regel mit dem ausgesprochenen Zweck, einen Einschluß und eine Überwinterung zu vermeiden. Da man Segelschiffe hatte, folgte man den schnellen Änderungen der Witterung und kehrte immer wieder zum freien Fahrwasser zurück. Nur ROSS hat die Möglichkeit der Überwinterung nicht gescheut, aber keine geeignete Stelle dafür gefunden.

Die Challenger-Expedition hatte Dampfkraft, mußte aber in Hinblick auf Einschluß und Überwinterung auch besonders vorsichtig sein, da sie nicht auf die Eisfahrt eingerichtet war. Sie fuhr mit den Westwinden von Westen nach Osten nahe der Eiskante und benutzte zu ihrem erfolgreichen Vorstoß nach Süden eine Lücke, die sich glücklich bot. Sie folgte also der Methode von COOK oder BELLINGSHAUSEN, doch naturgemäß in kleinerem Umfange, weil sie andere Aufgaben hatte.

Die Expeditionen der letzten, soeben beschlossenen Periode der Südpolarfahrten unterschieden sich von den früheren dadurch, daß sie alle Dampfkraft besaßen und sich damit im

Eise freier bewegen konnten. Auch waren sie auf Überwinterungen nicht nur eingerichtet, sondern hatten sich solche zur Aufgabe gestellt. Sie konnten deshalb tiefer vordringen. Da im dichteren Eise innen aber naturgemäß trotz der Dampfkraft ein langsamerer Fortschritt und geringere Weglängen zu erwarten waren als bei den früheren Fahrten, die an der äußeren Kante oder in offenen Lücken stattfanden (wie tatsächlich von allen neuen Expeditionen auch nur kürzere Wege zurückgelegt worden sind), war es jetzt um so wichtiger, die richtigen Ansatzstellen und Richtungen für die Fahrt im Eise zu wählen, also die beste Methode der Eisfahrt. Man mußte damit rechnen, dort, wo man hineinfuhr, gegebenenfalls auch zu überwintern.

Für die Deutsche Expedition lagen in den früheren Fahrten die geringsten Grundlagen vor, um den besten Ausgangspunkt zu finden. Die gleichzeitigen Expeditionen drangen in Gebieten vor, in welchen schon früher mit Erfolg gearbeitet worden war. Ihnen war ihr Weg und seine Grenzen in großen Zügen bekannt. Für das Arbeitsgebiet des „Gauss“ südlich von Kerguelen war das nicht der Fall, da hier noch kein abschließender Vorstoß versucht worden war. Wir konnten uns nur auf mehr zufällige Erfahrungen stützen und sonst auf theoretische Erwägungen, die davon ausgingen, wie frühere Expeditionen in anderen Teilen der Antarktis im allgemeinen vorgegangen sind und was sie erreicht haben.

Unter diesen Erwägungen spielte die Annahme eine nicht unwesentliche Rolle, daß an Kerguelen vorbei ein Meeresstrom südwärts führt, der aus niedrigen Breiten kommend mit seinem wärmeren Wasser das Eis zurückdrängt und so dort einen weiteren Fortschritt nach Süden ermöglicht, der vielleicht in der Folge auch den „Gauss“, wenn er vom Eise umschlossen war, mit sich durch hohe südliche Breiten tragen könnte, ähnlich wie es bei der Framfahrt im Norden der Fall gewesen ist.

Für die Annahme dieser Strömung lagen freilich positive Gründe kaum vor, sondern mehr theoretische Schlüsse. Das mehrfach bemerkte Zurücktreten der Eiskante nach Süden um den Meridian von Kerguelen und die Seltenheit von Eisbergen bei dieser Insel waren die wichtigsten Gründe. Andere Vorstellungen gingen davon aus, daß die westöstlichen Strömungen der mittleren südlichen Breiten nicht einen einheitlichen Stromkreis um die Antarktis herum, sondern zwei Stromkreise bilden könnten, deren einer südlich von Kerguelen hinein und durch das Südpolargebiet hindurch zum Weddellmeer führen und sich dort schließen könnte. Bestimmtere Gründe für die Existenz des Kerguelenstromes sind mir auch auf direkte Anfrage von G. v. Neumayer, der sie am eifrigsten verfochten hatte, nicht angegeben worden.

Falls nun der Strom existierte, konnte die Expedition von ihm Nutzen ziehen. Sie hätte es dann weniger mit einer Eisfahrt zu tun gehabt, als mit einer Eisdrift, ähnlich wie Nansen im Norden, doch konnte sie nicht allein darauf rechnen. Ihr Vorgehen mußte deshalb unter dem Gesichtspunkt erfolgen, durch Fahrt zu erreichen, was möglich war.

Für die Ausführung einer Fahrt lagen dort auch Erwägungen vor, die von G. v. Neumayer herrührten. Sie waren aber so unbestimmter und unklarer Art, daß von einem Plan, der dem „Gauss“ dadurch vorgezeichnet gewesen sein soll, nicht die Rede sein kann. Neumayer befürwortet nämlich an einer Stelle seiner zahlreichen Schriften das Enderby-Land als Ausgangspunkt einer Expedition und damit ein Vordringen von Westen her gegen Osten

und Süden[1]), bis man eine Küste trifft, an einer andern aber wieder das Vordringen von Termination-Land her, also umgekehrt von Osten nach Westen[2]). Man wird in NEUMAYERS Schriften für jede Methode des Vorgehens in der Antarktis südlich von Kerguelen Gründe und Gegengründe finden, man wird scheinbar jeden Erfolg auf dieselben zurückführen, sowie jeden Mißerfolg als durch sie vorausgesagt betrachten können, doch einen bestimmten nutzbaren Plan enthalten sie nicht. Mein Plan, von Termination-Land, also von Osten her, anzufangen, wurde in dem durch die Reichsregierung von einem Deutschen Beirat, dem auch NEUMAYER angehörte, eingeholten amtlichen Gutachten[3]) einstimmig gebilligt, gleichwie er ja auch einer der unten zitierten Ansichten NEUMAYERS vollkommen entsprach. Es ist daher unrichtig, wenn NEUMAYER nach der Rückkehr der Expedition den Anspruch erhebt, vor ihrer Ausreise den gegenteiligen Plan geraten zu haben[4]), ganz abgesehen davon, ob derselbe besser war oder nicht.

So ist die Expedition wesentlich auf eigene Erwägungen angewiesen gewesen und hatte nur auf der Grundlage allgemeiner früherer Erfahrungen in der Antarktis ihr Vorgehen zu regeln. Wie die Winde im hohen Süden am Meridian von Kerguelen stehen könnten, welchen Verlauf die Küsten haben und wie man dieselben bei den zu erwartenden Windverhältnissen am besten erreichen und verfolgen könne, waren die fundamentalen Fragen. Der vermutliche Einfluß der Winde ist am meisten zu bedenken gewesen, weil man schon im Gebiete der Westwinde nördlich von der Antarktis gegen die Winde wenig ausrichten kann, auch wenn man genügende Maschinenkraft hat, geschweige denn in der Antarktis selbst. So habe ich ein Vorgehen von Osten nach Westen wesentlich gewählt, weil ich mit östlichen Winden gerechnet habe. Es entsprach dem Vorgehen der früheren Expeditionen, welche innerhalb des Südpolareises gefahren sind (Seite 258), und ich will nun erörtern, ob es auch nach den von uns gemachten Erfahrungen zweckmäßig war oder nicht.

Wie haben erstens die Winde an der Gauss-Route in der Antarktis gestanden und gewirkt? Um ihren Einfluß zu erkennen, habe ich alle Winde, die an der Route des „Gauss“ im Eise beobachtet worden sind, in vier Gruppen zusammen-

---

1) G. v. NEUMAYER, Auf zum Südpol. S. 348 und 349. „Es erhellt dessen ungeachtet, daß die bezeichnete Gegend (zwischen 60 und 90° ö. L. v. Gr.) der Untersuchung bedarf, und hierfür würden sich die Kemps-Insel oder Enderby-Insel wohl empfehlen, weshalb denn auch von mir schon in der Denkschrift, die dem I. Internationalen Geographen-Kongreß in Antwerpen vorlag, diese Stelle des Indischen Ozeans als Ausgangspunkt vorgeschlagen und seitdem stets befürwortet worden ist (vgl. die entgegengesetzte Befürwortung in Anmerkung 2). Es sprechen auch, wie wir später sehen werden, noch triftige wissenschaftliche Gründe dafür, sowohl die Errichtung eines Observatoriums in der Nähe der bezeichneten Inseln oder weiter nach Süden ins Auge zu fassen, als auch ein Vordringen von dort gegen den magnetischen Südpol anzustreben.“

2) G. v. NEUMAYER, Auf zum Südpol. S. 127. „Vor allem sollte man hier, wie bei allen zukünftigen Polarfahrten, die Tatsache in gründliche Erwägung ziehen, daß südlich vom 60. Breitenparallel im Austral-Sommer östliche und südöstliche Winde vorherrschen, die gegen das Ende der Jahreszeit häufig als schwere Stürme wehen. Es ist sonach anzuraten, das zu erforschende Gebiet (wieder zwischen 60° und 90° östl. L. v. Gr.) von Osten nach Westen zu durchsuchen (also umgekehrt wie sub 1 nach Enderby-Land hin) unter stetem Bemühen, eingedenk eines möglichst direkten Vorgehens nach Süden in kürzester Zeit das Packeis, von dessen Lage in jenen Gegenden man noch keine Vorstellung hat, zu durchschneiden.“

3) Verhandlung im Reichsamt des Innern, Berlin, den 6. Mai 1899. E. v. DRYGALSKI entwickelt seinen Plan, im Osten anzufangen und über Enderby- und Kemps-Land zurückzukehren. Als erster spricht G. v. NEUMAYER seine Befriedigung aus, „daß Kerguelen als Stützpunkt ausersehen sei etc.“ „Einwendungen gegen die von E. v. DRYGALSKI gemachten Ausführungen wurden nicht erhoben“.

4) Verhandl. der Ges. Deutscher Naturforscher und Ärzte zu Meran, Leipzig 1906, II. Teil I. Hälfte, S. 161, und Geogr. Journal, London 1906, Vol. 27, S. 263.

gefaßt, die den vier Quadranten der Windrose entsprechen, welche durch die Südwest-Nordost- und durch die Südost-Nordwest-Richtung begrenzt sind. Diese Quadranten seien entsprechend als der westliche, nördliche, östliche und südliche bezeichnet. Ich habe dann aus den Stundenwerten der Winde alle Stärken, die auf dem „Gauss" beobachtet wurden, für jeden Quadranten summiert und durch die Anzahl der Beobachtungen dividiert. Das ergab mir die im Mittel in jedem der vier Quadranten bei der Eisfahrt des „Gauss" verfügbar gewesene Windkraft. Windstärken, die gerade auf einer der vier Grenzrichtungen beobachtet worden sind, habe ich immer zu dem jeweilig nördlicheren Quadranten gezogen. Da es auf die Möglichkeit zur Fahrt nach Süden

Elemente der Eisfahrt des „Gauss"	Hinfahrt. Eiskante 63½ s. Br. 96¼ östl. L. Gr. bis zum Winterlager	Rückfahrt. Winterlager bis zur Eiskante 64¾ s. Br. 79¾ östl. L. Gr.	Eisfahrt in Summa
Zeit der Fahrten	1902.14.II.p.—22.II.a.	1903.8.II.p.—9.IV.a.	Febr./Apr.
Dauer in Tagen	8 Tage	60 Tage	68
Aufenthalte für Arbeiten in Stunden	21 Stunden	2 Stunden	23
„ „ „ an Tagen	7 Tagen	1 Tag	8
„ durch Eis in Stunden	29¼ Stunden	1209 Stunden	1238 ¼
„ „ „ an Tagen	6 Tagen	57 Tagen	63
Wirkliche Fahrtzeiten in Stunden	141¾ Stunden	229 Stunden	370 ¾
„ „ an Tagen	8 Tagen	28 Tagen	36
Summe der Windkraft (+ günstig, — entgegen) von der Eiskante bis zur Küste	+ 2.18	— 0.01	+ 0.23
„ „ „ „ „ „ „ „ „ „ bis 65° s. Br.	— 0.35	— 0.88	— 0.81
„ „ „ „ „ „ „ südl. von 65° s. Br. bis zur Küste	+ 5.86	+ 0.56	+ 0.88
Mittl. Kohlenverbrauch pro Tag an den Fahrtagen	4085 Kg.	1958 Kg.	2430 Kg.
„ „ „ „ „ „ fahrtlosen Tagen	—	420 „	420 „
Maximaler Kohlenverbrauch in 24 Stunden	6100 „	4770 „	6100 „
Durch Fahrt wirklich zurückgelegte Weglängen	410 Sm.	419 Sm.	829 Sm.
Durch Drift „ „ „	82 „	264 „	346 „
In Summe „ „ „	492 „	683 „	1175 „
Summe der Abstände zwischen den Mittagspositionen	324 „	532 „	856 „
Mittlere Geschwindigkeit pro Fahrstunde nur durch Fahrt	2.9 Sm.	1.8 Sm.	2.2
„ „ pro Fahrtag „ „ „	51.3 „	15.0 „	23.0
„ „ des Treibens pro Tag	10.3 „	4.4 „	5.1
Mittlerer Gesamtfortschritt pro Tag	40.5 „	8.9 „	12.6

ankommt, erscheint diese dadurch im möglichst günstigen Licht, wie es auch dem tatsächlichen Streben, jede Fahrtgelegenheit auszunutzen, entspricht.

Bei dieser Gruppierung darf man nun für ein Vordringen nach Süden alle Winde aus dem Nordquadranten immer als günstig und die aus dem Südquadranten immer als ungünstig betrachten, während die Winde aus dem Ost- und aus dem West-Quadranten günstig bzw. ungünstig sind, falls man die Fahrt mit ihnen oder gegen sie ausführt. Will man also alle Fahrtgelegenheiten für ein Vorgehen von Osten nach Westen erhalten, so muß man die Windstärken des Ost- und des Nordquadranten summieren und für eine Fahrt von Westen her die des West- und des Nordquadranten, während für die Fahrt von Westen die Winde des Ost- und des Südquadranten und für eine Fahrt von Osten die des West- und des Südquadranten ungünstig sind. Die Nutzbarkeit der Winde für die Fahrt im Eise geht gewiß noch über die hier gezogenen

Grenzen der Quadranten hinaus, da es auch auf die Richtung der Waken ankommt und man jede nur denkbare Möglichkeit ausnutzen wird, doch können die obigen Abgrenzungen im allgemeinen die Möglichkeit des Fortschritts bezeichnen.

Die Resultate dieser Erwägungen sind in der vorstehenden Tabelle enthalten, welche ich einmal für die ganze Eisfahrt hin und zurück zwischen der äußeren Kante und der im Süden gefundenen Küste zusammengestellt habe und sodann auch gegliedert für die Fahrt von der äußeren Kante bis zu 65° südlicher Breite einerseits und von hier bis zur Küste anderseits. Man ersieht aus den Zahlen sogleich, daß die Fahrt des „Gauss" von Osten her in den Winden um so mehr Unterstützung hatte, je weiter südlich er kam. Nördlich von 65° südlicher Breite wäre die Fahrt von Westen her günstiger gewesen, denn die Tabelle gibt dafür negative, also für die Fahrt des „Gauss" von Osten her ungünstige Windstärken, und zwar für die Rückfahrt 1903 mehr als für die Hinfahrt 1902. Südlich von 65° südlicher Breite liegt die Gunst der Winde dagegen unbedingt auf seiten der östlichen Route und bei der Hinfahrt besonders stark. Die beiden Jahre 1902 und 1903, in denen der „Gauss" dort reiste, waren etwas verschieden, was an der Verschiedenheit der Jahreszeiten liegen kann. Jedenfalls ist aber in beiden Jahren in den höheren südlichen Breiten die Route von Osten für ein Vordringen nach Süden durch die Winde mehr begünstigt gewesen als die von Westen. Dieses Ergebnis zeigt die allgemeinen Chancen für den Fortschritt nach Süden in dem Gebiet zwischen Termination- und Enderby-Land.

Wir haben nun zweitens zu fragen, wie die dortigen Küsten am besten verfolgt werden können. Denn der Einfluß der Winde kommt naturgemäß noch verschieden zur Geltung je nach dem Küstenverlauf. Man wird auch im Eise mit ablandigen Winden günstiger fahren als mit solchen, die auf die Küste zustehen, denn erstere treiben das Eis von der Küste fort und schaffen dort freie Bahn, letztere blockieren die Küste, verhindern die Annäherung wie die Fahrt des Schiffes an der Küste entlang, soweit sie es nicht direkt gefährden. An einer nach Ost oder Nordost gerichteten Küste, wie man sie im Anschluß an das Enderby-Land wohl erwarten darf, wären deshalb Westwinde günstig, an einer nach West oder Nordwest weisenden Küste, wie sie das Knox-Land fortsetzen muß, östliche Winde. Will man also an vorhandenen Küsten entlang nach Süden vordringen, würde man nach den Ergebnissen der Tabelle (S. 261) in den äußeren Teilen des Eises von Westen, also von Enderby-Land her bessere Unterstützung durch die Winde haben, in den höheren Breiten dagegen von Osten, also von Knox-Land her, weil dort Ostwinde überwiegen.

Hieraus kann man entnehmen, wie man in der Antarktis südlich von Kerguelen vorgehen soll. Man wird sich schon im 65° südlicher Breite möglichst an der Ostseite aufhalten müssen, um die Küste verfolgen zu können. Im Westen würde dieses bei den gefundenen Windverhältnissen schwer möglich sein. Man wird also mit den im nördlichsten Teile des Eises stehenden Westwinden so weit östlich gehen, bis man die Küste trifft und dann unter dem Einfluß der Ostwinde diese nach Süden und Westen verfolgen. Dieses Vorgehen ist durch die Verteilung der Windrichtungen im allgemeinen und durch ihr Verhältnis zu dem Lande im besonderen geboten. Die Wahl des östlichen Ausgangspunktes, wie sie der „Gauss" getroffen, ist also tatsächlich günstig gewesen.

Diese Ergebnisse basieren darauf, daß die Küste von Knox-Land her annähernd südwestlich streicht und von Enderby-Land her südöstlich. Tatsächlich liegen aber Verhält-

nisse vor, welche ihren Verlauf und damit die Schiffahrtsbedingungen modifizieren, da nämlich der Küste stellenweise gewaltige Stauungen von Eisbergen vorgelagert sind.

Schon länger bekannt und beachtet ist die Stauung um die Position des von WILKES vermuteten, nach den Fahrten des „Challenger“ und des „Gauss“ aber als nicht vorhanden erwiesenen Termination-Land, also um den 95° östl. L. v. Gr. und den 65° s. Br. Die Gründe für diese Stauung mögen hier unerörtert bleiben. Land selbst ist dort nicht vorhanden, doch die Eispackung ist da und wirkt für die Schiffahrt wie Land. Unter dem Einfluß östlicher Winde fand der „Gauss“ deshalb an ihrer Westseite eine gute Gelegenheit, südwärts vorzudringen.

Ferner fand sich bei der weiteren Verfolgung der Küste nach Westen in dem sogenannten Westeis, westlich von der Winterstation des „Gauss“, eine gewaltige, schwimmende, doch an ihren Ort gebundene Masse, die in einer Breite von 100 Kilometern und mehr der Küste vorgelagert war und für die Verteilung des beweglichen Eises ganz wie vorspringendes Land wirkte. Sie begrenzt im Westen die Posadowsky-Bai. Östlich von dieser Masse wurden die Schollen durch die herrschenden Ostwinde dicht gestaut, so daß man erst in einer Entfernung von 30—40 Kilometern davon freie Bahn hatte. Der „Gauss“ wurde dort für ein ganzes Jahr eingeschlossen, weil er im Ostwinde näher als 40 km herangekommen war, und erhielt so eine gute feste Winterstation; doch für die Absicht, die Küste zu verfolgen, liegt bei der Herrschaft der Ostwinde an der Ostseite des Westeises in diesem ein wesentliches Hindernis vor. Erst an seiner Westseite, sowie an der Westseite der aus beweglichen Bergen und Schollen bestehenden Stauung, die sich nach Norden noch an das Westeis schließt, fanden wir wieder Bedingungen, welche für ein Vordringen nach Süden günstig waren. Die ganze Masse wirkt fast, wie es eine nördlich gestreckte Landhalbinsel tun würde, und in der gleichen Weise, wie die Stauung um die Position von Termination-Land.

Das Schicksal des „Gauss“ bei seinem Einschluß im Februar 1902 und auch beim Passieren des Westeises im Februar 1903 ist hier besonders lehrreich gewesen. Am 22. Februar 1903 waren wir vor die Wahl gestellt, nördlich von der Nordwestecke des Westeises und zunächst noch in dessen Sicht entweder in langen Waken direkt westlich zu fahren oder unsern Weg in kürzeren gegen Südwesten hin zu nehmen, wobei wir uns möglichst nahe neben dem Westeise zu halten hatten. Ich habe damals den ersteren Weg gewählt, und zwar unter dem Eindruck westlicher Winde, die gerade gestanden hatten. Ich wollte ihretwegen einen größeren Abstand von dem Rande des Westeises gewinnen, wozu die vorhandenen Waken eine gute Gelegenheit boten, und dann erst wieder südlich gehen, in der Annahme, daß wir bei der Wahl der anderen, südwestlichen Route, die zunächst auch weniger weit geführt hätte, als die erste, durch Westwinde leicht eingeschlossen werden konnten, wenn diese dort stehen bliebe. Ich wollte dieses vermeiden, weil wir dann von dem Ort unserer ersten Winterstation noch nicht weit genug entfernt gelegen hätten.

Wohin uns die südwestliche Route geführt hätte, kann ich nicht sagen. Sicher ist nur, daß die westliche Route, welche ich wählte, uns von der Küste zu sehr entfernt hat und daß wir dann nicht wieder heranfahren konnten, weil die Wind- und Strömungsverhältnisse es hinderten. Der Einfluß der Ostwinde kam wieder maßgebend zur Geltung. Diese Ereignisse zeigen deutlich, wie wichtig es ist, die Ostseite jenes Meeres, also Westküsten, zu gewinnen und zu halten; sie sprechen gegen das Vorgehen von Westen her. Windrichtung und Küstenverlauf vereinigen sich zu diesem Resultat. An der Ostseite der Westeisstauung sind die sonstigen durch Küstenverlauf und Winde gegebenen Schifffahrtsbedingungen nur lokal unterbrochen und modifiziert.

Die bisherigen Betrachtungen lassen sich dahin zusammenfassen, daß es sich empfiehlt, zwischen dem 60. und 100. Grade östlicher Länge von Greenwich, in der Antarktis südlich von Kerguelen, schon in 65° s. Br. an der Ostseite anzusetzen, wenn man die Küste gewinnen und an ihr entlang südwärts fahren will. Bei Eisbergstauungen vor der Küste halte man sich nur von deren Ostseite entfernt und suche an ihre Westseite zu kommen. Auch noch bei schwimmenden Eisberggruppen fanden wir zum Vordringen günstige Waken immer in Lee des herrschenden Windes und an den Luvseiten hemmende Packungen. Die große Gruppe, welche wir in nördlicher Fortsetzung des Westeises trafen, dürfte von gleicher Art und Lage gewesen sein, wie die, in deren Schutz der „Challenger" im Februar 1874 günstige Fahrtbedingungen fand, wie der „Gauss" 1903 im April. In beiden Fällen lagen an ihrer Westseite große nutzbare Waken, die im April nur stark mit Jungeis bedeckt waren, das den Fortschritt in diesem Monat schon hinderte. Die Verteilung der Berge und der alten Schollen ist wohl in beiden Fällen gleichartig und gleich günstig gewesen.

Was die sonstigen Bedingungen der Eisfahrt südlich von Kerguelen betrifft, so interessieren naturgemäß vor allem noch die Strömungen. Die schon (S. 259) berührte Frage, ob man hier wie im hohen Norden auf eine die Antarktis von Kerguelen her südwärts durchquerende Drift des Eises, die im Weddellmeer endet, rechnen darf, kann durch die Fahrt des „Gauss" im negativen Sinne wohl als entschieden gelten. Dagegen konnten westnordwestliche Treibrichtungen erkannt werden, die größtenteils von Strömungen herrühren und von der Küste her aus dem Eise hinausführen, nicht in die Antarktis hinein.

Die Versetzungen des „Gauss" (S. 235ff.) geben hierfür den ersten Beweis. Sie gingen im Eise überwiegend in westlicher und in nördlicher Richtung. Denn unter 61 Versetzungen, welche während der Eisfahrt des „Gauss" zur Beobachtung kamen, gehen nur 6 in östlicher und 10 in südlicher Richtung, alle übrigen nach Westen und Norden; von den östlichen sind dabei alle durch den gerade herrschenden Wind bedingt und von den 10 südlichen 5, während 4 weitere auf Bestecksfehlern beruhen dürften. Nur eine würde somit auf einen vom Winde unabhängigen Strom hindeuten können, der aber aus dieser einen Versetzung natürlich nicht als eine von Kerguelen her südwärts durch hohe Breiten zum Weddellmeer führende Drift gefolgert werden darf.

Die Versetzungen des „Gauss" scheinen freilich im Eise vielfach durch den Wind bestimmt zu sein. Denn von allen 61 sind 38 direkt und 4 weitere nahezu mit der Windrichtung in Einklang, während es bei 19 nicht erkennbar ist. Doch von diesen können 4 auf Bestecksfehlern beruhen, 10 auf Nachwirkungen des Windes, also auf einem Anhalten der durch vorher herrschende Winde erzeugten Strömungen; eine ist so schwach, daß sie als unsicher nicht gerechnet werden darf, und nur 4 stehen mit dem Winde deutlich nicht in Einklang, nämlich die vom 5. und 21. III., sowie vom 7. und 8. IV. 03. Die zweite von diesen hat eine südliche, die anderen drei nördliche Richtungen. Aus den Versetzungen des „Gauss" darf man mithin in der Mehrzahl der Fälle auf westliche und nördliche, meist vom Winde bedingte, teilweise aber wohl auch selbständige Strömungen schließen.

Richtung und Art dieser Strömungen lassen sich zweitens etwas näher aus direkten Beobachtungen über das Treiben des Schiffes und der Eisberge erkennen, wie sie in der nachstehenden Tabelle mitgeteilt worden sind:

Direkt beobachtete Treibrichtungen.

Mittagsort		Datum	Stunde	Objekt	Treibrichtung nach	Gleichz. Windr. u. -stärke aus	Vorausgeh. Windr. u. -stärke aus	Abweichung der Treibrichtung von der gleichz. Windr.	Abweichung der Treibrichtung von der wirksamen Windr.
65° 53′S	89° 21′O	9. Febr.	10a	Schiff	WzN ?	OzN 5/9		2 Strich n. r.	2 Strich n. r.
65 53	88 35	12. „	6a	—	O ?	SSW 0/1	W ?	6 „ „ „	?
65 51	88 24	13. „	6p	Eisberg	W ?	O 5/8		0 „ „ „	0 „
„	„	„ „	10p	Schiff	WNW	O 4/8		2 „ „ „	2 „ „ r.
65 49	88 13	14. „	4p	—	WNW	SSO 0/2		4 „ „ l.	4 „ „ l.
65 32	87 23	19. „	6a	—	WNW ?	WzS 3/4		13 „ „ „	
65 28	86 3	21. „	2a	—	S	O 4		8 „ „ „	
65 32	85 30	24. „	8p	Eisberg	SW	SWzW 2/3	(12) O 4/8	15 „ „ r.	4 „ „ l.
65 31	85 17	28. „	8p	Schiff	SSW	WSW 4/5	(2) ONO 3/4	12 „ „ „	4 „ „ „
„	„	„ „	10p	—	NNO ?	WSW 4		4 „ „ l.	4 „ „ „
65 31	85 14	1. März	4a	—	SSW	SWzW 2/3		13 „ „ r.	
65 3	85 4	6. „	2a	—	NzW ?	SW 6/8		5 „ „ l.	
„	„	„ „	5a	—	NO	WSW 6/7		2 „ „ „	2 „ „ l.
64 52	85 12	7. „	6p	—	NO	SWzW 6/8		1 „ „ „	1 „ „ „
64 5	84 11	15. „	2a	—	NNW ?	SSO 1/2		0 „ „ „	0 „
64 54	80 28	21. „	6a	Eisberg	NO	NNO 6/8	(5) SWzS 3/5	14 „ „ „	1 „ „ r.

Diese Beobachtungen beanspruchen keine große Genauigkeit, wie auch durch die Fragezeichen neben den mitgeteilten Treibrichtungen angedeutet sein soll; es war naturgemäß schwer, in meist unsichtigem Wetter und innerhalb selbst bewegter Berge und Schollen das Treiben des Schiffes oder einzelner Berge zu schätzen.

Die vier Lücken in der letzten Kolumne bedeuten, daß ein Wind, welcher auf die Treibrichtung von Einfluß sein konnte, mit Sicherheit nicht anzunehmen ist. Diese vier Driften gehen im Mittel etwa westlich, während die 11 Driften, bei welchen Einklang mit Windrichtungen besteht, im Mittel gegen NW gerichtet waren. Das Ergebnis ist in beiden Fällen also annähernd dasselbe wie bei den Versetzungen. Freilich haben diese Mittel nur einen sehr geringen Wert. Doch es konnte verschiedentlich festgestellt werden, daß Eisberge, die im Winter nahe am „Gauss“ festgelegen hatten, dann vor ihm freigekommen waren und später treibend wiedergefunden wurden, ebenfalls westnordwestliche Wege zurückgelegt hatten.

Genauere Ergebnisse über das Treiben im Eise nach Art und Richtung folgen nun aber drittens aus den Richtungen des Drahtes, an welchem das Lot oder die Dredge herabgelassen wurde, wie sie in der nachstehenden Tabelle mitgeteilt worden sind. Die Treibrichtung ist dabei der Richtung, nach welcher der Lot- oder Dredgedraht zeigte, direkt entgegengesetzt angenommen worden. In der 6. Kolumne ist mangels eines gleichzeitigen wirksamen Windes wieder die letzte vorangehende Windrichtung, welche von Einfluß sein konnte, angegeben worden, wobei, wie bei der vorigen Tabelle in Kolumne 7, die in Klammern davor mitgeteilten Zahlen bedeuten, um wieviele Wachten (eine Wacht gleich vier Stunden) der betreffende Wind vor der beobachteten Treibrichtung liegt. Die Lücken in der letzten Kolumne bedeuten, daß Wind entweder nicht vorhanden war oder ein vorhandener Wind seiner Richtung wegen nicht als wirksam für die beobachtete Treibrichtung angenommen werden kann.

Drift nach Lotdraht und Dredge.

Mittagsort		Datum	Stunde	Driftrichtung nach	Gleichzeitige Windrichtung und -stärke aus		Vorausgehende Windrichtung und -stärke aus		Abweichung der Driftrichtung von der gleichz. Windrichtung	Abweichung der Driftrichtung von der wirksamen Windrichtung
65° 55'S	88° 47'O	11. Febr.	9p	NO	Stille		W?			?
65 53	88 35	12. „	8a	SW	SSW	0/1			14 Strich n. l.	
65 51	88 24	13. „	8p	WzS	O	5/7			1 „ „ „	1 Strich n. l.
65 47	88 0	15. „	8a	WzS	SO	1			5 „ „ „	
„	„	„ „	12a	WNW	SO	0/2			2 „ „ „	2 „ „ l.
„	„	„ „	4p	NNO	SSW	1/2			0 „	0 „
65 33	85 18	25. „	9a	ONO	W	3			2 „ „ l.	2 „ „ l.
65 19	85 7	4. März	1a	WNW	Stille					
64 52	85 12	7. „	9a	NzW	SW	5/6			5 „ „ „	
64 29	85 27	10. „	5p	WzS	OzN	2/3			0 „	0 „
65 21	80 29	28. „	11p	NWzN	WSW	0/1			9 „ „ „	
65 24	80 32	29. „	8p	SOzO	ONO	0/3	(6) WNW	1	12 „ „ „	1 „ „ r.
64 58	79 31	8. April	1a	SWzS	NOzO	1/9			2 „ „ „	2 „ „ l.

Aus der obigen Tabelle ergeben sich die folgenden Zusammenhänge, wobei die Größen der Differenzen zwischen Treibrichtung und Windrichtung wieder in Strich (8 Strich = 90°) angegeben worden sind.

Drift und Windrichtung.

Mittagsort		Datum	Stunde	Windstärke	Windrichtung aus	Driftrichtung nach	Abweichung der Drift von der Windrichtung
a. Deutlicher Zusammenhang zwischen Drift und wirksamer Windrichtung.							
65° 51'S	88° 24'O	13. Febr.	8p	5/7	O	WzS	1 Strich n. l.
65 33	85 18	25. „	9a	3	W	ONO	2 „ „ „
64 29	85 27	10. März	5p	2/3	OzN	WzS	0 „
64 58	79 31	8. April	1a	1/9	NOzO	SWzS	2 „ „ l.
b. Wahrscheinlicher Zusammenhang zwischen Drift und wirksamer Windrichtung.							
65 55	88 47	11. Febr.	9p	?	W?	NO	?
65 47	88 0	15. „	12a	0/2	SO	WNW	2 Strich n. l.
„	„	„ „	4p	1/2	SSW	NNO	0 „
65 24	80 32	29. März	8p	1	WNW	SOzO	1 „ „ r.
c. Unwahrscheinlicher Zusammenhang zwischen Drift und Windrichtung.							
65 21	80 29	28. März	11p	0/1	WSW	NWzN	9 Strich n. r.
d. Kein Zusammenhang zwischen Drift und Windrichtung.							
65 53	88 35	12. Febr.	8a	0/1	SSW	SW	14 Strich n. l.
65 47	88 0	15. „	8a	1	SO	WzS	5 „ „ „
65 19	85 7	4. März	1a	0	Stille	WNW	
64 52	85 12	7. „	9a	5/6	SW	NzW	5 „ „ l.

Wenn wir die beobachteten Treibrichtungen um die Westrichtung gruppieren, indem wir Abweichungen davon nach rechts, also nach Norden, mit +, solche nach links, also nach Süden hin, mit — bezeichnen und gleichzeitig die obigen Gruppen a und b, bei denen Einklang zwischen Treib- und Windrichtung besteht, einerseits und die Gruppen c und d, bei welchen diese Übereinstimmung nicht besteht, anderseits zusammenfassen, so erhalten wir die folgende Tabelle:

Treibrichtungen.

Mittagsort.		Datum	Stunde	Driftrichtung
a. Drift bei Zusammenhang mit Winden.				
65° 55'S	88° 47'O	11. Febr.	9p	W + 12 Strich
65 51	88 24	13. „	8p	W — 1 „
65 47	88 0	15. „	12a	W + 2 „
			4p	W + 10 „
65 33	85 18	25. „	9a	W + 14 „
64 29	85 27	10. März	5p	W — 1 „
65 24	80 32	29. „	8p	W — 13 „
64 58	79 31	8. April	1a	W — 5 „
		Mittlere Driftrichtung:		WNW
b. Drift ohne Zusammenhang mit Winden.				
65 53	88 35	12. Febr.	8a	W — 4 Strich
65 47	88 0	15. „	8a	W — 1 „
65 19	85 7	4. März	1a	W + 2 „
64 52	85 12	7. „	9a	W + 7 „
65 21	80 29	28. „	11p	W + 5 „
		Mittlere Driftrichtung:		WNW

Hiernach läßt sich aussprechen, daß freilich in der Mehrzahl der Fälle Übereinstimmung zwischen Treibrichtung und Windrichtung besteht, indem das Schiff nahezu in der Richtung eines wirksamen Windes treibt, daß aber auch in den Fällen, wo eine Abhängigkeit von Winden nicht angenommen werden darf, das Schiff in der gleichen mittleren Richtung treibt, wie mit wirksamen Winden. Die genaue Übereinstimmung der mittleren Treibrichtung bei und ohne Zusammenhang mit Winden ist ein Zufall, denn die Abweichungen von den mittleren Richtungen sind teilweise stark; doch immerhin darf man aus dem obigen folgern, daß in dem durchreisten Gebiet im Mittel westnordwestliche Strömungen stehen, die zum Teil von östlichen Winden herrühren können, aber auch ohne solche auftreten. Da sie auch bei Gegenwinden auftreten, darf man annehmen, daß die Winde teilweise belanglos sind, und daß wir es mit einem ständigen westnordwestlichen Strömungsystem zu tun haben, wie es auch schon aus den Versetzungen des „Gauss“ und aus den direkt beobachteten Treibrichtungen der Eisberge und des Schiffes, wo solche auf anderem Wege festgestellt werden konnten, folgte.

Die häufige Abhängigkeit der Treibrichtungen des „Gauss“ von den Winden im Eise steht übrigens mit seinem sonstigen Verhalten im Einklang, da die Eisfahrt in der Periode liegt, in welcher das Schiff wegen der Menge und Form seiner Last noch vorzugsweise durch die Winde versetzt wurde (Seite 256). Hier haben wir es indessen sicher außerdem auch mit Versetzungen zu tun, die von den Winden unabhängig sind und von Strömungen herrühren. Welcher Art diese Strömungen sind, wird an anderer Stelle im Zusammenhang mit den Temperaturen und Salzgehalten des Meerwassers in verschiedenen Tiefen zu erörtern sein.

Schließlich möchte ich nicht unterlassen, schon hier noch ein viertes Argument beizubringen, welches auf das Vorhandensein westnordwestlicher Strömungen hinweist, nämlich die Schiffskurse, welche vom „Gauss“ eingenommen wurden, wenn das Steuer nicht gebraucht wurde und das Schiff sich selbst überlassen war, also immer, wenn die Fahrt der Dichtigkeit des Eises wegen eingestellt werden mußte.

Die nachstehende Tabelle enthält in der fünften Kolumne die Kurse, welche der „Gauss“ dann anlag, soweit sie notiert worden sind, während die sechste Kolumne die aus der Stellung von Lot- oder Dredgedraht mit Sicherheit festgestellten gleichzeitigen Strömungsrichtungen und die siebente die beobachteten zugehörigen Windrichtungen angeben. In der achten und neunten Kolumne sind die Abweichungen der Schiffskurse von diesen Richtungen der Strömungen und der Winde in Strichen mitgeteilt worden. Die positiven Zahlen zählen in der Richtung des Uhrzeigers und die negativem diesem entgegen. Dabei bedeuten die vorgesetzten Ausgangszahlen 0 oder 16, daß die Richtung von Bug bzw. Heck des Schiffes sich um die daneben stehende Anzahl von Strichen nach rechts (+) oder links (—) von der Richtung der Strömung oder des Windes entfernen. Es bedeutet also z. B. 0 + 2 Strich, daß das Schiff 2 Strich rechts von der Richtung anliegt, nach welcher der Wind oder die Strömung geht, oder 16 + 7 Strich, daß das Heck um 7 Strich nach rechts von dieser Richtung zeigt, mithin der Bug um 180° (= 16 Strich) + 7 Strich davon abliegt. Bug- und Hecklage sind also durch die Ausgangsziffern 0 und 16 unterschieden worden. Es erschien zweckmäßig, sie so zu trennen, da man dann besser übersieht, um wieviel die Längsrichtung des Schiffes, die sowohl Bug- wie Hecklage sein kann und auf die es hier wesentlich ankommt, von der Richtung der Winde und Strömungen abweicht. Die zehnte (letzte) Kolumne endlich enthält die entsprechenden Abweichungen von der aus Lot und Dredgedraht S. 267 abgeleiteten mittleren Driftrichtung.

Die Lage des „Gauss“ in Beziehung auf Drift und Wind.

Mittagsort		Datum	Stunde	Dauer in Stdn.	Schiffslage	Gleichz. Drift nach	Gleichz. Windr. u.-stärke aus		Abweichung der Schiffslage von beob. Driftr.	Windrichtung	Mittlerer Driftr. (WNW).
65° 59′ S	89° 21′ O	9. Febr.	8p — 12p	4	SWzS		OzN	5/9		0 — 4 Strich	0 — 7 Strich
65 57	88 58	10. „	8a — 12p	16	WNW		O	5/9		0 + 2 „	0
65 55	88 47	11. „	8p — 9p	1	NWzW	NO	Stille		16 + 7 Strich		0 + 1 „
65 53	88 35	12. „	4a — 8a	4	NWzW	SW	SSW	0/1	0 + 7 „	0 — 7 „	0 + 1 „
65 51	88 24	13. „	8p — 9p	1	W	WzS	OzN	5/8	0 + 1 „	0 + 1 „	
65 49	88 13	14. „	0a — 8a	20	SW		SzW	0/3		16 + 3 „	0 — 6 „
„	„	„ „	8p — 4a	8	SSO		SSO	0/1		16 „	16 + 4 „
65 47	88 0	15. „									
„	„	„ „	7½a — 8½a	1	SW	OzN	SO	1	16 — 3 „	0 — 8 „	
„	„	„ „	8½a — 12a	3½	SO	OSO	SO	0/2	0 + 2	16 „	
„	„	„ „	12a — 4p	4	SO	SSW	S	1/2	0 — 6	16 — 4 „	16 + 2 „
65 45	87 40	16. „	0a — 4a	4	SSW		WSW	1/2		16 — 4 „	0 — 8 „
„	„	„ „	12a — 4a	16	NWzN		WSW	1/2		16 + 7 „	0 + 3 „
65 42	87 32	17. „									
„	„	„ „	4p — 8a	40	SW		SWzW	0/3		16 — 1 „	0 — 6 „
65 32	87 23	19. „									
„	„	„ „	4p — 8a	16	W		W	3/6		16 „	0 — 2 „
65 27	87 22	20. „									
„	„	„ „	12p — 8p	44	NWzW		O	4/8		0 + 3 „	0 + 1 „
65 29	85 48	22. „									
„	„	„ „	12p — 5a	5	NW		WzN	1		16 + 3 „	0 + 2 „
65 30	85 39	23. „									
„	„	„ „	8p — 4p	20	NWzW		WSW	0/3		16 + 5 „	0 + 1 „
65 32	85 30	24. „									
„	„	„ „	8p — 4a	8	W		WSW	2/4		16 + 2 „	0 — 2 „
65 33	85 18	25. „									
„	„	„ „	7a — 12p	17	SWzS	ONO	W	0/5	16 — 3 „	16 — 5 „	

Mittagsort		Datum	Stunde	Dauer in Stdn.	Schiffslage	Gleichz. Drift nach	Gleichz. Windr. u.-stärke aus	Abweichung der Schiffslage von beob. Driftr.	Windrichtung	Mittlerer Driftr. (WNW)
65° 32′ S	85° 21′ O	26. Febr.	4a — 8p	16	NW		Stille			0 + 2 Strich
„	„	„ „	8p —							
65 31	85 20	27. „	3½a	7½	NOzN		WSW ⁰/₂		0 — 3 Strich	16 — 7 „
„	„	„ „	3½a — 4a	½	NW		WSW 3		16 + 6 „	0 + 2 „
„	„	„ „	4a — 4p	12	NOzO		WNW ¹/₄		0 — 5 „	16 — 5 „
„	„	„ „	7p —							
65 31	85 17	28. „	8a	13	OSO		NO ¹/₄		16 + 6 „	16 „
„	„	„ „	8a — 12a	4	ONO		ONO 3		16 „	16 — 4 „
„	„	„ „	7p —							
65 21	85 6	3. März	8p	73	NWzW		SW ⁰/₅		16 + 7 „	0 + 1 „
„	„	„ „	8p —							
65 19	85 7	4. „	4a	8	NNO	WNW	Stille	0 + 8 Strich		0 + 8 „
„	„	„ „	8a — 8p	12	NW		SOzO ⁰/₁		0 + 1 „	0 + 2 „
„	„	„ „	12p —							
64 52	85 12	7. „	8a	56	NW		SW ¹/₈		0 — 8 „	0 + 2 „
„	„	„ „	8a — 12a	4	NWzN	NzW	SW 5/6	0 — 2 „	0 — 7 „	
„	„	„ „	4p —							
64 41	85 22	8. „	4a	12	NNW		WSW 5/8		0 — 8 „	0 + 4 „
„	„	„ „	4a —							
64 29	85 27	10. „	8a	52	OzN		SWzW ⁰/₅		0 + 2 „	16 — 3 „
„	„	„ „	4½p — 5½p	1	NO	WzS	OzN ²/₃	16 — 3 „	16 — 3 „	
64 31	85 8	11. „	4a —							
64 33	84 34	13. „	4p	60	ONO		OSO ⁰/₈		16 — 4 „	16 — 4 „
„	„	„ „	4p —							
64 25	84 27	14. „	8a	16	ONO		SWzS ⁰/₁		0 + 3 „	16 — 4 „
„	„	„ „	12a —							
64 5	84 11	15. „	4a	16	ONO		SOzS ⁰/₂		16 — 7 „	16 — 4 „
„	„	„ „	8p —							
63 54	83 24	16. „	4a	8	WzN		Stille			0 — 1 „
63 42	82 0	17. „	0a — 4a	4	OzS		SO ¹/₂		16 — 3 „	16 — 1 „
64 38	80 43	20. „	4½p — 5½p	1	WzS		NW 1		16 — 5 „	0 — 3 „
64 54	80 28	21. „	4a — 8a	4	WNW		NOzN 6/8		0 + 5 „	0 „
65 3	80 25	22. „	8a —							
65 2	81 14	23. „	4a	20	SW		NWzW ⁰/₆		16 — 7 „	0 — 6 „
„	„	„ „	12a — 8p	8	WSW		WSW ²/₃		16 „	0 — 4 „
„	„	„ „	12p —							
65 0	81 12	24. „	4a	4	SW		SOzO ⁰/₂		0 — 7 „	0 — 6 „
„	„	„ „	8a — 8p	12	WSW		SW ²/₃		16 + 2 „	0 — 4 „
„	„	„ „	11p — 12p	1	SO		SW ³/₄		0 + 8 „	16 + 2 „
65 0	81 48	25. „	4p —							
65 16	80 28	26. „	4a	12	NWzN		SWzS ³/₄		0 — 6 „	0 + 3 „
„	„	„ „	4p —							
65 21	80 29	28. „	4a	36	OSO		OSO ⁰/₃		16 „	16 „
„	„	„ „	6p —							
65 24	80 32	29. „	10a	16	SOzO	SSO	WzS ⁰/₁	0 — 3 Strich	0 + 4 „	
„	„	„ „	10a —							
65 27	80 33	30. „	4a	18	SO	NWzW	ONO ⁰/₂	16 + 1 „	16 + 6 „	
„	„	„ „	4a — 12p	20	SSO		OSO ⁰/₃		16 + 4 „	16 + 4 „
65 22	80 35	31. „	4a — 12p	20	SSO		SW ⁰/₇		16 — 6 „	16 + 4 „
65 16	80 35	1. April	4p —							
65 15	80 19	2. „	12p	32	NzO		OzN ¹/₄		16 — 6 „	0 + 7 „
65 15	80 0	3. „	4a —							
65 12	79 51	4. „	8p	40	NzW		O ¹/₄		0 + 7 „	0 + 5 „
65 9	79 31	5. „	0a — 12p	24	NzO		SOzS ⁰/₁		0 + 4 „	0 + 7 „
65 7	79 23	6. „	0a — 12p	24	NW		SOzS ⁰/₁		0 + 1 „	0 + 2 „
65 2	79 27	7. „	12p —							
64 58	79 31	8. „	4a	4	SW	SWzS	NO 3/8	0 + 1 „	0 „	

Lücken in der 8. und 9. Kolumne bedeuten, daß Strömungen oder Winde, welche mit dem Schiffskurs verglichen werden konnten, nicht vorhanden waren, und Lücken in der 10. Kolumne bedeuten, daß der Schiffskurs mit einer bestimmten beobachteten Strömung (Kolumne 8) in Beziehung zu setzen ist, mithin mit einer mittleren Strömungsrichtung nicht mehr verglichen werden soll.

Das Ergebnis dieser Tabelle läßt sich dadurch zusammenfassen, daß wir mit Hülfe der vierten Kolumne feststellen, wieviel Stunden der „Gauss“ in Beziehung auf beobachtete Drift, Wind oder mittlere Drift normal oder anormal lag, wobei unter normaler Lage eine Abweichung der Längsrichtung (Bug- oder Hecklage) bis zu 4 Strich und unter anormaler eine solche über 4 Strich verstanden ist, und die Abweichungen um 4 Strich selbst zur Hälfte als normal und zur andern Hälfte als anormal gezählt sind. Bug- und Hecklage sind hier als gleichwertig behandelt worden, da untersucht werden soll, wie sich die Längsrichtung des Schiffes zu den bewegenden Kräften verhält, wenn das Steuer nicht in Betrieb ist. Auf dieser Grundlage ergibt sich das folgende Resultat:

	normal	anormal	
1. Schiffslage in Beziehung auf eine beobachtete Strömung	65.5	17	Stdn.
2. „ „ „ „ die beobachtete Windrichtung . .	408	462.5	„
3. „ „ „ „ die mittlere Strömungsrichtung (WNW)	534.5	303.5	„

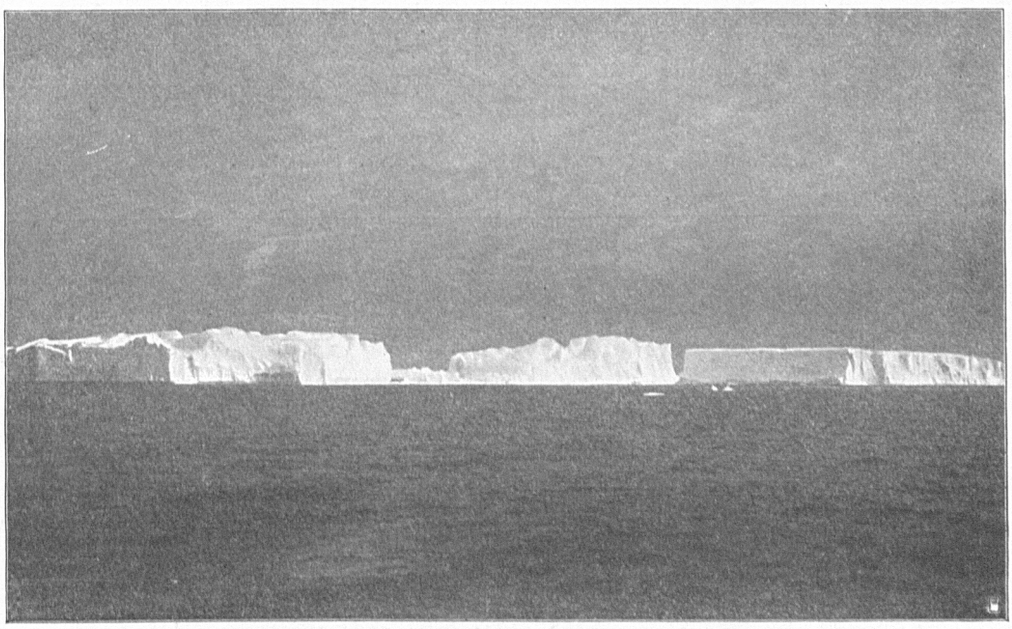
Man sieht aus 1, daß sich das Schiff in der Mehrzahl der Fälle in der Richtung der Strömungen einstellt, und zwar teils direkt, teils umgekehrt mit dem Heck nach vorn. Man muß aus 2 schließen, daß eine ähnliche Einstellung nach der Windrichtung nicht erfolgt, da die Zahlen der normalen und anormalen Stellungen sich nicht wesentlich unterscheiden, und man darf aus 3 dann bis zu gewissem Grade auf das Vorhandensein westnordwestlicher Strömungen schließen, da aus 1 der Einfluß der Strömungen auf die Schiffslage, aus 2 die Einflußlosigkeit der Windrichtung auf dieselbe hervorgeht und aus 3 in der Mehrzahl der Fälle Übereinstimmung der Schiffslagen mit westnordwestlichen Richtungen ersichtlich ist. Wir nehmen hierbei auf der Grundlage von 1 und 2 also an, daß es Strömungen sind, die die Schiffslagen bestimmen. Das Argument ist nicht zwingend, doch im Verein mit den früheren, die das gleiche Resultat ergaben, wohl zu verwerten.

Was den Charakter des Eises betrifft, so will ich an dieser Stelle auch nur einige die Schiffahrt interessierende Gesichtspunkte bringen. Eine Wiedergabe aller einzelnen Bemerkungen über das Eis und die Fahrt darin aus dem Schiffsjournal und meinen Tagebüchern könnte von Interesse sein, doch wird die Nutzung derselben erleichtert, wenn ich sie hier selbst zusammenfasse.

Das schwimmende Eis im hohen Süden besteht aus Bergen und Schollen; hierin liegt ein Unterschied gegen das Eis des hohen Nordens, das im innern Polarbecken nur aus Schollen besteht. Was in diesem als Berg erscheint, besteht aus gepackten Schollen und erreicht niemals die Höhe, welche wirkliche Berge besitzen. Berge findet man im hohen Norden nur in den Strömungen, welche aus dem inneren Polarbecken herausführen und schon Küsten berührt haben, namentlich in denen, welche Grönland umgeben, dessen Inlandeis die meisten und größten Berge erzeugt.

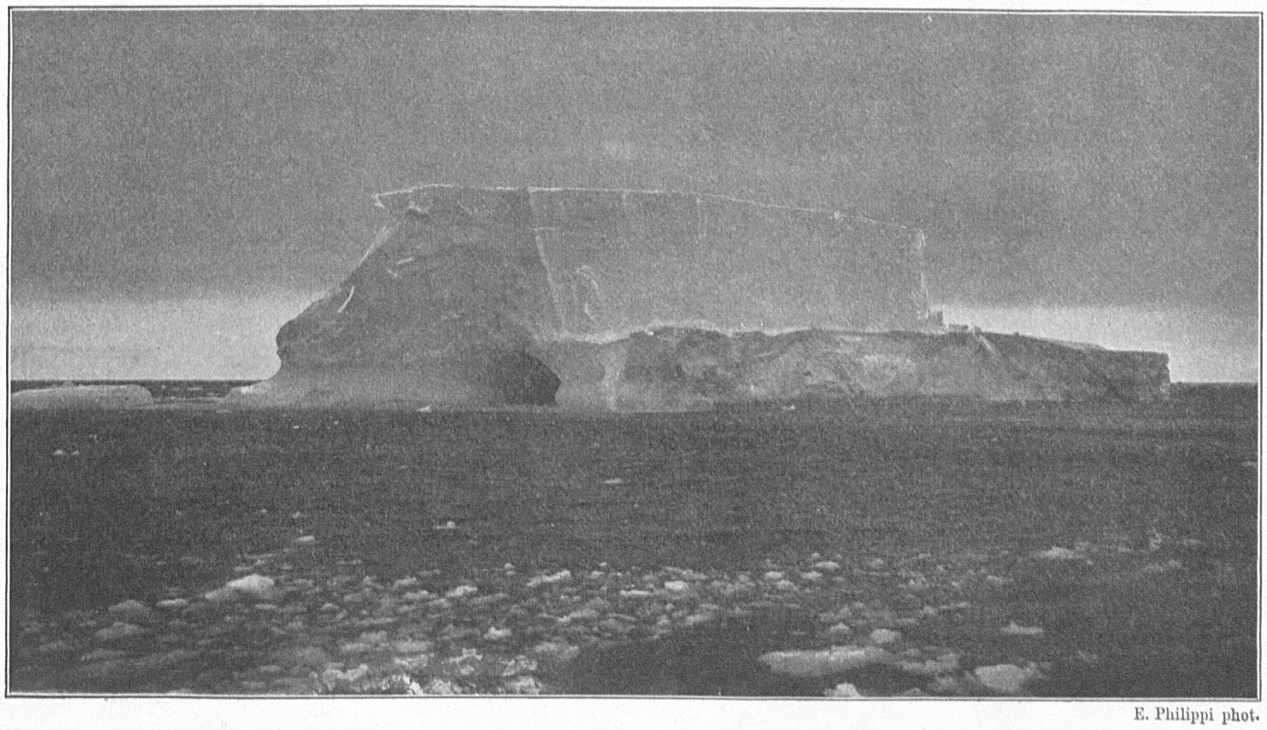
In der Antarktis findet man dagegen im ganzen Umkreis gewaltige Berge, die das Inlandeis des großen Kontinents am Südpol erzeugt. Sie haben häufig die Form von steilwandig

umgrenzten Tafeln von 40—50 m mittlerer Höhe (Abb. 11). Die regelmäßige Form rührt jedenfalls von der Ebenheit des festen Bodens her, über welchen das Inlandeis zum Meere strömt, bis es in tieferem Wasser zerbricht. Die Berge schwimmen infolgedessen sehr stabil; ein Kentern oder Wälzen, wie es bei den Bergen des hohen Nordens an den grönländischen Küsten täglich und stündlich zu beobachten ist, war im hohen Süden sehr selten. Wenn die Berge durch Abschmelzen leichter werden, können sie auch gerade emporsteigen, ohne ihre Lage zu ändern (Abb. 12). Die Gefahr der Eisberge ist durch diese Stabilität gegenüber denen des Nordens bedeutend verringert. Man kann sich bis in ihre unmittelbare Nähe wagen, ohne eine Zertrümmerung des Schiffes durch Zerbrechen und Kentern



E. Philippi phot.

Fig. 11. **Tafelförmige Eisberge von der Küste Kaiser Wilhelm II.**



E. Philippi phot.

Fig. 12. **Aufrecht emporgetauchter Eisberg.**

der Berge befürchten zu müssen. Absolute Sicherheit besteht freilich nicht. Ein anscheinend sehr stabiler, kastenförmiger Berg, an welchem der „Gauss“ eine Nacht hindurch lag und der so sicher erschien, daß ich diese Lage sogar für ein günstiges Winterquartier hielt, warf am Morgen danach von einer Ecke eine große Blockmenge nieder, die unweit des „Gauss“ ins Meer stürzte und das Schiff zertrümmert hätte, wenn sie darauf gefallen wäre. So ist also auch den Tafeln des hohen Südens gegenüber Vorsicht geboten, wenn sie auch ungefährlicher sind als die unregelmäßig geformten, stärker zerklüfteten Berge des hohen Nordens.

H. Gazert phot.

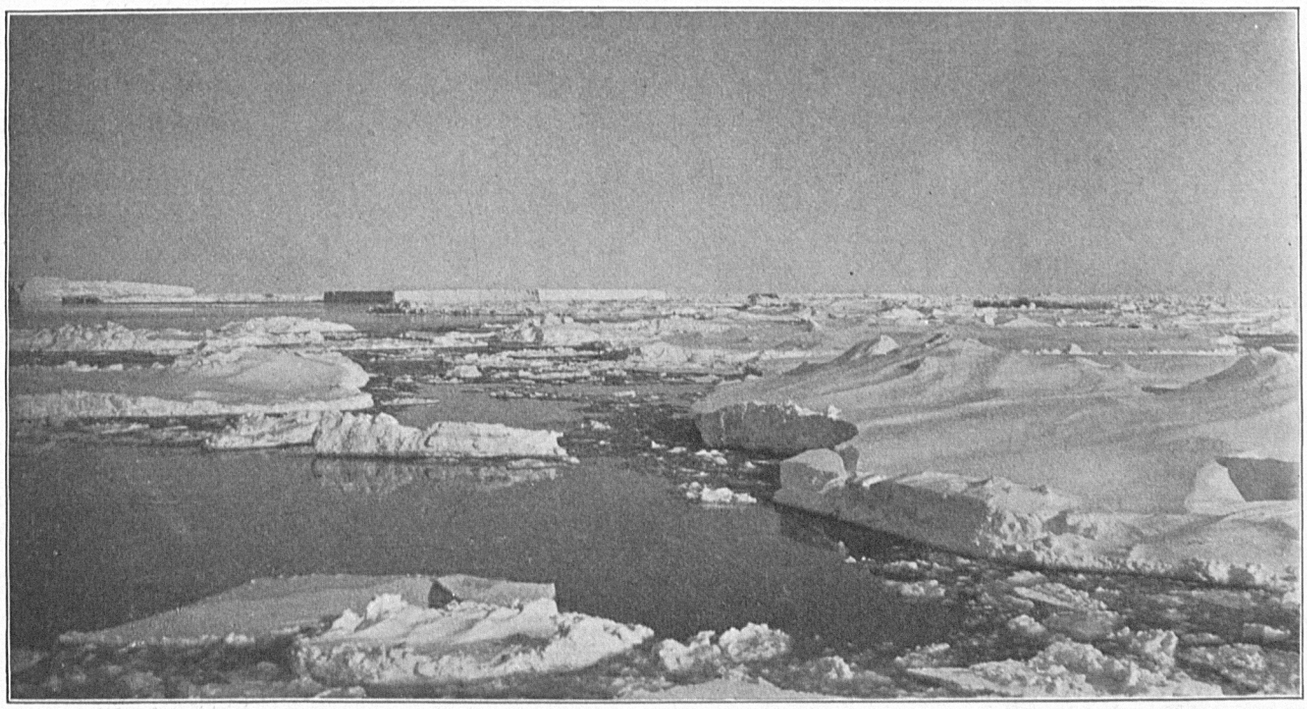
Fig. 13. **Leichte Preßränder an antarktischen Schollen.**

Kollisionen mit Eisbergen im Seegang bleiben naturgemäß immer gefährlich. Sie können leicht entstehen, auch wenn Schollen dazwischen liegen und scheinbar Schutz gewähren, da sich bei aufkommendem Winde die Lage der Schollen zu den Bergen schnell verändert, so daß der Schutz verloren geht. In einem Falle, wo wir uns auf den Schutz von Schollen verlassen hatten, wurde eine gefährliche Kollision in letzter Stunde nur dadurch verhütet, daß die Maschine in Gang kam.

Die Schollen selbst sind selten gefährlich, falls nicht starker Seegang aufkommt, was selten ist, da er meistens durch sie gedämpft wird. Pressungen zwischen Schollen allein hat der „Gauss“ nicht kennen gelernt. Nur wo Schollen gegen Berge drängen, können sie gefährlich pressen. Dieses ist anders als im nördlichen Polarmeer, wo die Schollen zwischen Festländern hin und her

treiben und in allen Richtungen Widerlager finden, welche sie stark stauen, so daß gefährliche Pressungen entstehen. Die Schollen des Südens bewegen sich von den Küsten radial nach allen Richtungen in einen freien Ozean hinaus und kommen so auf immer weiteren Raum. Preßränder sind an ihnen freilich oft zu beobachten (Abb. 13), aber selten solche von bedeutendem Ausmaß, und starke Packungen, die in dem nördlichen Eismeer auf Pressungen beruhen, habe ich in der Antarktis südlich von Kerguelen nicht gesehen. Die Küste hat einen glatten Verlauf und bietet wenige Widerlager dar.

Für die praktische Schiffahrt ist die Form der Schollen von Bedeutung. Wo dieselben meistens eckig sind (Abb. 14), darf man schließen, daß sie keine lange Bewegungsperiode im Jahre haben und schnell wieder gänzlich fest werden können. Schollen, die sich schon länger



E. Philippi phot.

Fig. 14. **Schwere eckige Schollen.**

bewegt haben, sind abgerundet und gehen schließlich in die von den Engländern als „Pancakes“ bezeichneten Formen über (Abb. 15), in welche man getrost eindringen darf, da sie sich in der Regel nicht für lange Zeiten fest zusammenschließen werden, wenn überhaupt.

Dieser Unterschied der Form ist stets zu beachten, wenn auch nicht von ganz allgemeiner Bedeutung. Denn schwere, eckige Schollen habe ich auch noch nahe an der äußeren Kante des Eises beobachten können und abgerundete Schollen andererseits nahe an der Küste. Das liegt daran, daß ein frisch aufgebrochener Schollenkomplex unter Umständen sehr schnell bis zur Außenkante hinaustreibt, ehe die Formen abgeschliffen werden, und andererseits ein Schollenkomplex auch lange in der Nähe der Küste hin und her treiben kann, wobei die Ecken abgerieben werden, ohne daß er merklich vorwärts kommt. Ebenso kommen ganz dünne und zersetzte Schollen sowohl nahe der Küste, wie nahe der Außenkante vor. Man darf also niemals nur einen einzelnen Charakter der Schollen gewärtigen, wird das Auftreten eckiger oder

runder Komplexe in Verbindung mit anderen Indizien aber gut zur Beurteilung der Schiffahrtsmöglichkeiten verwerten können, die in ersteren geringer sind.

Unter diesen anderen Indizien steht an erster Stelle die Form, welche die Eisberge durch Verwitterung annehmen. Tafelberge trifft man überall, in unmittelbarer Nähe der Küste sowohl, wo die Schiffahrt nicht hinkommt, wie auch treibend weit draußen. Daneben kommen immer auch verwitterte Formen vor, von welchen das von uns so benannte Blaueis für die Schiffahrt besondere Bedeutung hat.

Blaueisberge sind mächtige, aber völlig abgerundete Berge, bei denen meistens nur noch eine Seite als Steilwand erscheint (Abb. 16). Sie entstehen in fester Lage, von Schollen umschlossen, in unmittelbarer Nähe der Küste unter dem Einfluß der dort herrschenden trockenen Stürme mit treibendem Schnee, welche die ursprüngliche Tafelform abschleifen. Sie schwimmen in der ursprünglichen Stellung, in der sie aus dem Zusammenhang mit dem Inlandeise entstanden, wie die unveränderten Tafeln, wie man aus dem Streichen ihrer Schichtung erkennt. Man trifft sie vorwiegend in der Nähe des Landes innerhalb der dort festliegenden Scholleneisfelder, wo sie lange Zeiten den Schneestürmen ausgesetzt bleiben und ihre runden Formen erhalten, doch nicht unmittelbar vor der Küste, wo sie noch nicht lange genug aus dem Zusammenhange mit dem Inlandeise gelöst sind, um schon umgestaltet zu sein (Abb. 17). In dieser Randzone haben die Eisberge überwiegend die Tafelform. Im weiteren Abstand von der Küste trifft man sie auf Bänken, wo sie gestrandet sind und lange festliegen, ehe sie wieder freikommen. In allen diesen Fällen bedeutet ihr Auftreten, besonders wenn es in Gruppen zu beobachten ist, eine feste Lage des Eises, an welche sich auch die Scholleneisfelder fest anlehnen. In der Nähe von Blaueisgruppen sieht man deshalb eckige Schollenkomplexe und wird aus dem gemeinsamen Auftreten beider schließen dürfen, daß dort eine Festlegung des Schiffes für lange Zeiten erfolgen kann.

E. Philippi phot.

Fig. 15. **Gedrehtes Scholleneis nahe der Außenkante (Pancake-Eis).**

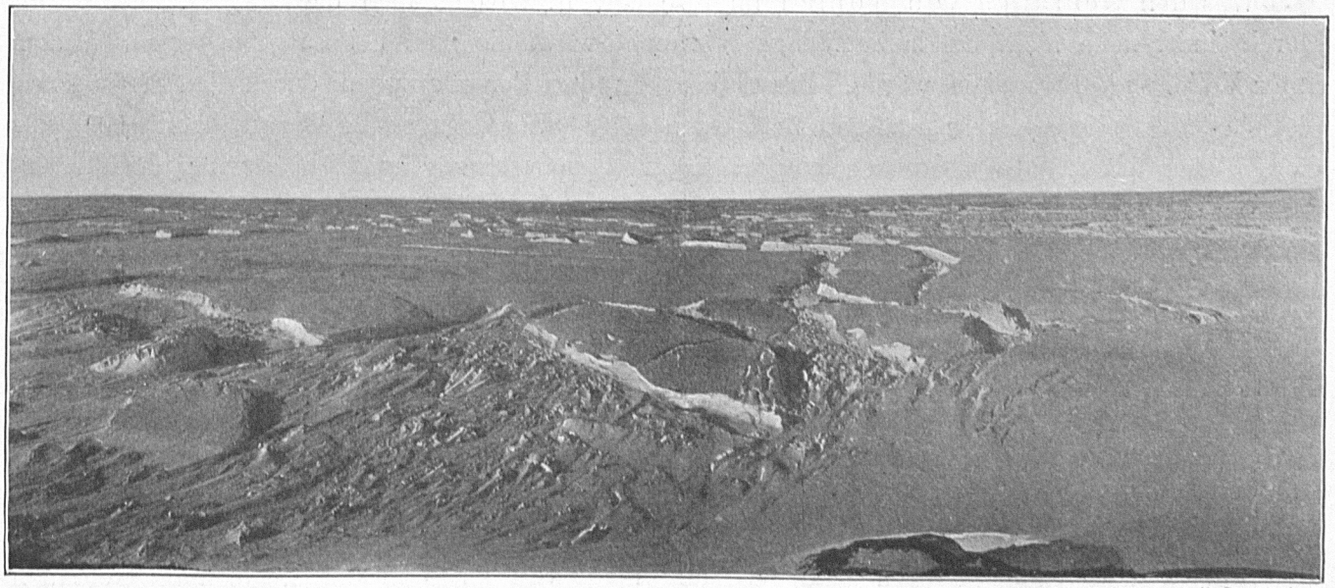
Nebenbei sei bemerkt, daß diese Blaueisberge häufig Land vortäuschen. Die Tafelberge sind für Landformen zu steil, die Blaueisform gleicht dagegen täuschend oberflächlich abge-

schliffenen Inseln oder, falls sie in Gruppen auftritt, niedrigen Küstenzügen, besonders wenn sie dem Beschauer Steilwände zukehrt, die im Schatten wie dunkles Gestein erscheinen. Wir haben mehrfach solche Täuschungen erlebt.

E. Philippi phot.

Fig. 16. **Übergang des Westeises (Blaueistypus, rechts eine Steilwand) zum Meereis.**

Die sonstigen Einzelheiten der Eisfahrt des „Gauss" sind aus der Tabelle (Seite 261) zu ersehen. Die Dauer der wirklichen Fahrtzeiten war im Verhältnis zu der Zahl der Aufenthaltstage im Eise gering. Unter 60 Tagen Eisfahrt auf der Rückreise ist in Summa ein Zeitraum



H. Gazert phot.

Fig. 17. **Das Inlandeis östlich vom Gaussberg und die sich davon loslösenden eckigen Eisberge.**

von rund 50 Tagen ohne Fahrt geblieben, der sich auf 57 Tage verteilt; nur 3 Tage waren ohne Aufenthalt durch das Eis, und zwar nahe an der Außenkante Die sonstigen Fahrtzeiten von in Summa 10 Tagen waren also nur von kurzer Dauer und haben sich auf 28 Tage verteilt; 32 Tage waren ganz ohne Fahrt. Auf der Hinreise ist das Verhältnis günstiger gewesen, indem von 8 Eistagen in Summa nur 2 ohne Fahrt geblieben sind; davon war einer durch Arbeiten erfüllt, also eine freiwillige Pause, und nur einer blieb ohne Fahrt infolge der Behinderung durch das Eis, was in der Verteilung auf die 8 Tage nicht viel ist. Dieser günstige Zustand lag daran, daß wir uns auf der Hinreise meist an der Westseite einer Eisstauung und einer Küste bewegten (S. 263), also einer von jenen beiden günstigen Gebieten für das Vordringen nach Süden in Lee der Ostwinde, von denen ich sprach. Die ungünstigen Verhältnisse der Rückreise waren hingegen darin begründet, daß wir dabei die zweite von den erwähnten Eisstauungen vor dem Nordende des Westeises durchquert haben, wobei der Fortschritt so gering war.

Die im Eise zurückgelegten Wegstrecken sind durchschnittlich klein. Durch Fahrt unter Dampf, also mit der Kraft des Schiffes, wurde aber doch erheblich mehr erreicht als durch Drift, woraus man entnehmen darf, daß im Eise auch die geringste Möglichkeit zur Fahrt benutzt werden muß, um vorwärts zu kommen, auch wenn die Waken nur klein sind. Die Fahrtgeschwindigkeiten, also die Verhältnisse zwischen den zurückgelegten Weglängen und den dafür gebrauchten Zeiten, sind bei Hin- und Rückfahrt wesentlich verschieden gewesen, was wieder mit den soeben erörterten Verhältnissen zusammenhängt. Daß die tatsächlich zurückgelegten Wegstrecken nicht unerheblich größer sind als die Summe der Abstände zwischen den Mittagspositionen, liegt naturgemäß an den vielen Zickzackkursen, zu welchen man durch den Verlauf der Waken und der Drift gezwungen wird. Die Geschwindigkeit des Treibens pro Tag ist ebenfalls bei der Hinfahrt größer gewesen als bei der Rückfahrt, weil bei jener starke östliche Winde standen. Immerhin sind auf der Rückfahrt ebenfalls wesentliche Wegstrecken nur durch Drift zurückgelegt worden. Alle Einzelheiten enthält die Tabelle (S. 261).

Was den Gebrauch von Kohlen im Eise betrifft, so darf man darauf rechnen, daß im Durchschnitt noch nicht die halbe Menge gebraucht wird, die man bei Fahrt in freiem Wasser unter Volldampf gebrauchen würde. Dieses liegt an den Behinderungen durch Eis, in welchen die Maschine zeitweilig immer abgestellt werden darf. Wo dagegen im Eise Fahrt unter Volldampf einen ganzen Tag hindurch möglich ist, hat man einen besonders starken Kohlenverbrauch, wie die Tabelle zeigt, weil dann besonders viele Schiffsmanöver erforderlich sind und ein steter Wechsel von Vorwärts- zum Rückwärtsgang der Maschine. Solche Tage sind aber selten und im Durchschnitt wird man für eine Eisfahrt auf einen weit geringeren Kohlenverbrauch rechnen dürfen, als für eine Seefahrt von gleicher Dauer.

Der Gebrauch der Segel im Eise ist dem „Gauss“ verhältnismäßig selten möglich gewesen, weil die Kurse ständig wechseln müssen, um alle Waken und sonstigen Fahrtmöglichkeiten auszunützen. Die dadurch bedingte häufige Umstellung der Segel stellt an die Kräfte der Besatzung ganz ungeheure Anforderungen, so weit man die wechselnden Kurse mit den Segeln überhaupt einhalten kann. Die Handhabung der Segel ist im Eise schon an sich sehr schwierig, wenn Segel und Taue gefroren sind, so daß man von ihnen in der Regel nur Gebrauch machen wird, wo sich Fahrtgelegenheiten für längere Zeiten bieten; für die Fahrt in kurzen

Waken wird man sich besser auf die Maschine verlassen, um die Kräfte der Besatzung zu schonen, solange es geht.

Wie die Eisfahrt im einzelnen verlaufen ist, habe ich an anderer Stelle beschrieben[1]); eine ausführliche Wiedergabe der Aufzeichnungen des Schiffsjournals und meiner Tagebücher will ich daher hier unterlassen. Wie dort ausgeführt ist, haben wir die Möglichkeiten der Eisfahrt aus den verschiedenartigsten Momenten beurteilen können. Der Charakter des Planktons, der Feuchtigkeitsgehalt und die Temperatur der Winde, das Auftreten und die Richtung von Dünungen, der Charakter des Eises und anderes mehr wurde auf dem „Gauss" ständig beachtet und zu Schlüssen auf die Nähe des Landes und die Möglichkeiten der Schiffahrt benutzt. Alles gab Anhaltspunkte zur Beurteilung der unbekannten Verteilung von Wasser und Land. Die Nähe der Küste haben wir aus Flachseelotungen, einem Wechsel im Charakter des Planktons und aus dem Auftreten wärmerer, föhnartiger und daher wohl von Land kommender Winde erschließen können, ehe wir sie sahen. Alle diese Zeichen erfordern genaue Beachtung.

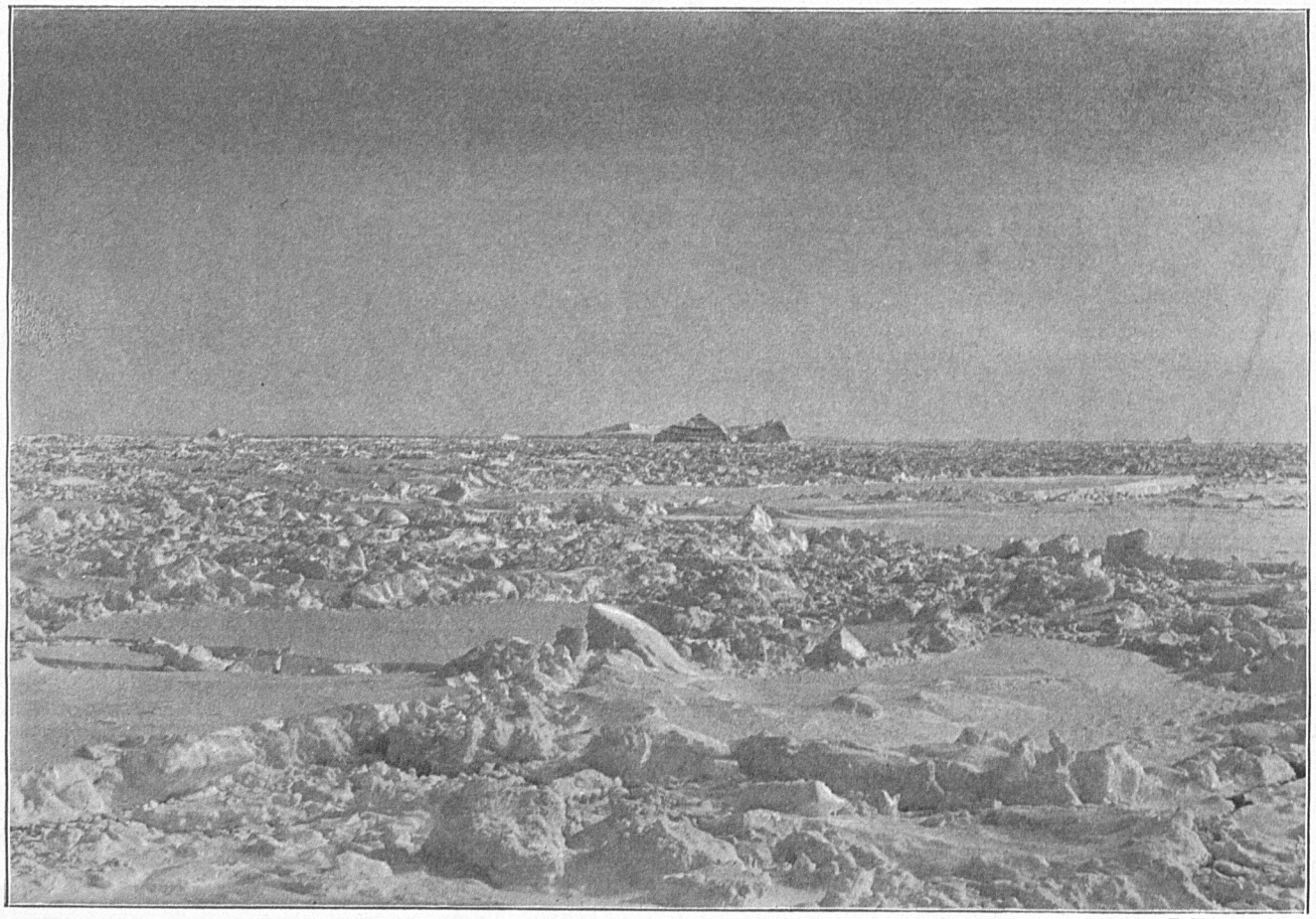
Wichtig sind vor allem auch die bekannten Lichterscheinungen über Eis- oder Wasserflächen, also der sogenannte Eis- oder Wasserhimmel, der erstere hell und der letztere dunkel, entweder als scharfe Segmente über dem Horizont erscheinend, oder sich auch an Wolken wiederspiegelnd und durch sie über den Himmel verteilt. Diese Anzeichen können aber trügen. Bei dem Herannahen der antarktischen Stürme sah man häufig gerade über dem Inlandeis, also über dem Festlande, dunkle Segmente, die freilich etwas tiefer blau waren als Wasserhimmel, die man aber doch damit verwechseln konnte, und ferner habe ich Lichterscheinungen, die der Farbe des dunklen Wasserhimmels völlig ähnlich waren, ohne Spiegelungen von Wasser zu sein, an beschatteten Steilwänden von Eisbergen gesehen, die in Schollen festlagen. Trotzdem bleiben aber die Farbeneffekte am Himmel immer beachtenswert, um auf die Verteilung des freien Wassers und des dichten Eises zu schließen.

Von fundamentaler Wichtigkeit sind natürlich Lotungen. Der plötzliche Übergang eines fast 3000 m tiefen Meeresbodens zu einer kaum 300 m tiefen Flachsee hat uns zuerst die Nähe des unbekannten Landes gezeigt. Von gleicher Wichtigkeit ist der Charakter der mit dem Lot heraufkommenden Bodenproben, sei es, daß sie aus Gesteinsfragmenten, sei es, daß sie aus Schalen bestehen; erstere zeigen Landnähe an und auch zum Teil die Zusammensetzung des Landes, letztere größere Landferne.

Beim Eintritt in größere Schollenkomplexe ändert sich die Temperatur des Meerwassers schnell um 1—2°, indem sie von etwas über 0° vor der äußeren Eiskante auf —1° und darunter herabsinkt. Kleinere, von der Hauptmasse losgelöste Schollenkomplexe oder Berge haben diese Wirkung nicht, sondern nur die ausgedehnten, zusammenhängenden Massen; dagegen kann man solche Sprünge der Temperatur bisweilen wahrnehmen, ohne Eis zu sehen, befindet sich dann aber sicher in Buchten zwischen großen Schollenkomplexen, aus denen die Schollen durch Winde herausgelöst und entfernt sind, und muß bei einem solchen Temperaturwechsel immer auf baldige Behinderung durch Eis gefaßt sein. Solche Buchten sind dann nichts anderes als große Waken, die an einer Seite gegen das Meer geöffnet sind; sie gewähren ihrer Ausdehnung wegen günstige Gelegenheiten zum Vorstoß. In ihnen war auch das Vogelleben

[1]) E. v. Drygalski, Zum Kontinent des eisigen Südens, Georg Reimer, Berlin 1904.

dasselbe wie im Eise. Die beiden Sturmvögel des höchsten Südens, Thalassoeca antarctica (Procellaria antarctica) und Pagodroma nivea, die sich ausschließlich an das Eis halten, treten darin auf, nicht aber die Sturmvögel der offenen Westwindregionen, also vor allem nicht die Albatrosse, die an der Eiskante verschwinden. In der großen Bucht, welche der „Challenger" 1874 und der „Gauss" zu seinem zweiten Vorstoß im März 1903 benutzte, fanden sich dagegen auch Albatrosse, gleichwie die Temperaturen denen des offenen Meeres entsprachen. Hier hat man es also mit einer ständigen südlichen Ausbuchtung des Meeres in Lee des Westeises und der Eisberge nördlich von ihnen zu tun, mit einem begünstigten Schiffahrtsweg.



E. Philippi phot.

Fig. 18. **Dichtes Scholleneis mit Zerreibungsprodukten (Eisgasch) dazwischen.**

Für die Fahrt zwischen den Schollen im einzelnen lassen sich wohl keine bestimmten Regeln angeben; das ist Sache der Praxis. Wenn man die durch Wind, Strömungen und Eisverteilung begünstigten Gebiete verlassen hat und in das dichtere Scholleneis eintritt, muß man immer auf Hinderungen gefaßt sein, besonders bei Winden, und um so eher, je stärker diese sind. In der Stille zerfällt das Eis und wird durch Strömungen verteilt, während die Winde es zusammenschieben. Die Möglichkeiten der Schiffahrt ändern sich dann überaus schnell, die Waken sind kurz. Man wird jede Gelegenheit benutzen müssen, wie ich schon sagte, auch wenn sie nicht weit zu führen scheint, da man damit mehr erreicht, als durch Verlaß auf eine Drift. Welche Waken am besten fördern, wo die Wahl bleibt, ist Sache des Glücks.

Innerhalb dichter Schollen selbst ist der Fortschritt in der Regel außerordentlich gering. Am meisten hinderlich sind die Zerreibungsprodukte des Eises (Abb. 18), die wie ein Polster wirken und den Stoß des Schiffes lähmen, während man die Schollen selbst noch auseinanderdrängen kann. Man schaue dann nach Bergen und Berggruppen aus und suche deren Leeseiten in bezug auf den herrschenden Wind zu gewinnen, da man dort Waken vermuten darf. Bei Stille liegen die Waken dagegen an der Seite der Berge, von der der letzte Wind kam, also an der Luvseite. Denn da die Berge im Winde langsamer als die Schollen treiben, werden letztere zunächst an ihre Luvseiten geschoben und von den Leeseiten abgetrieben, sodaß dort ein offener Raum bleibt, während die Berge anderseits die Bewegung des letzten Windes länger beibehalten als die Schollen, so daß sie dieselben nach Aufhören des Windes noch durchschneiden und damit offene Räume nun an ihren Luvseiten lassen.

Eine Beobachtung der Berge kann somit zum Fortschritt durch dichte Schollen verhelfen und es lohnt sich, auf sie hinzuarbeiten, zumal man sie ihrer stabilen Lage wegen wenig zu fürchten hat. Nur das Innere von Eisberggruppen muß man vermeiden, da man dort Schollenstauungen findet und bei aufkommendem Winde besonders gefährdet ist. Das Scholleneis ist hier zu dicht, um mit dem Schiff manöverieren zu können, und schützt doch nicht vor Kollision mit den Bergen, da es seine Lage dauernd verändert. Aus solchen Situationen befreit man sich erst in der nächsten Stille, wenn das Eis zerfällt, während es im Winde viele schwierige Manöver kostet, um das Schiff glücklich herauszuziehen.

Die Möglichkeit der völligen Festlegung im Eise, wie sie frühere Expeditionen in der Antarktis immer befürchtet haben, besteht in verhältnismäßig geringem Umfang, nämlich nur in der Nähe der Küste oder von Bänken, auf denen Blaueiskomplexe liegen. Schon an dieser Form der Berge wird man erkennen, ob man eine feste Lage vermuten darf, sicherer noch an einem sogenannten Eisfuß, einer horizontalen Stufe im Meeresniveau (Abb. 12), die durch das Schwanken des Meeresspiegels in den Gezeiten entsteht, indem dieses durch anhaltendes Stoßen Kehlen in den Berg hineingräbt, unter denen Absätze bleiben, oder auch Wasser anfrieren läßt, wenn es beim Sinken der Flut zur Ebbe am Berge haften bleibt, wodurch sich allmählich ein horizontaler Ansatz bildet. Eckige Schollenkomplexe um solche Berggruppen mit Eisfuß muß man vermeiden, da sie schnell mit dem Schiffe für lange Zeiten fest werden können. Über der Tiefsee besteht die Gefahr der Festlegung nur in geringem Umfang, weil das Scholleneis dort an den Bergen, die selber schwimmen, keinen dauernden Halt hat und sich immer wieder löst. Der nächste Wind kann im Bunde mit der Strömung scheinbar ganz gefestigte Situationen in kurzer Zeit wieder zerstören, wie es der „Gauss“ im März und April 1903, also schon bei winterlicher Jahreszeit, mehrfach erfuhr. Das damals gesuchte neue Winterlager wurde immer wieder gelöst.

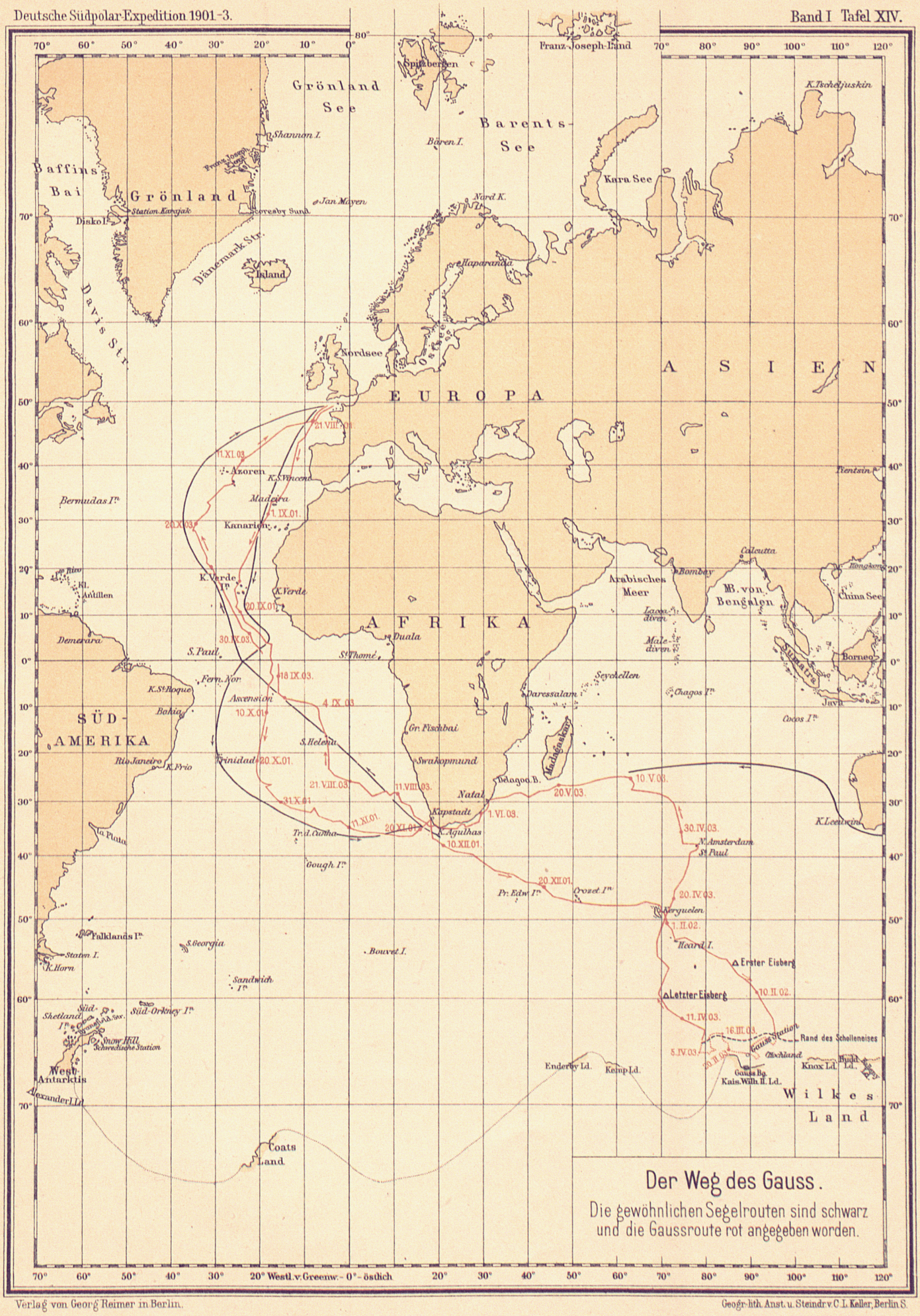
Würden die Strömungen südlich von Kerguelen in die Antarktis hineinführen, würde man auch im treibenden Eise wohl feste Lager gewinnen können, ähnlich wie im Norden die Fram. Die Strömungen führen jedoch aus dem Eise hinaus (S. 264ff.) oder an seiner Kante entlang, wodurch feste Situationen in einigen Tagen immer wieder ganz oder teilweise aufgelöst werden. So ist in jenem Gebiet ein unfreiwilliger Einschluß für den Winter nicht zu befürchten und ein freiwilliger nicht zu erhoffen. Südlich von Kerguelen besteht die Möglichkeit einer glücklichen Überwinterung im treibenden Eise nicht, da man durch die häufige Lösung der Schollen der Dunkelheit und den Stürmen des Winters immer wieder und oft schutzlos ausgesetzt wird oder gänzlich hinaustreibt. Die

Maschine und die Arbeitskraft des Schiffes muß unter diesen Umständen stets bereit bleiben. Dieser Anspruch würde den im Raume des Schiffes möglichen Kohlenvorrat erschöpfen und das Wirken für die eigentlichen Ziele einer polaren Überwinterung verhindern. So wird man eine nutzbare Winterstation südlich von Kerguelen nur erreichen, wenn man die Küste oder die Bänke mit ihren Eisberggruppen davor als feste Stütz- und Schutzpunkte gegen das wechselvolle Treiben des Eises gewinnt. Solche Situationen sind für eine Überwinterung fest genug und ersetzen die Häfen, die an der geradlinigen offenen Küste dort fehlen.

Inhalt.

Seite

I. Einleitung von E. v. Drygalski 99
II. Instrumente, Einrichtungen und Beobachtungsmethoden von E. v. Drygalski . . . 101
1. Die Instrumente und Stationen 101
2. Die Beobachtungsmethoden 114
3. Die Beobachtungsbedingungen 116
III. Die Beobachtungen und Resultate, bearbeitet und dargelegt von J. Domke . . . 121
1. Zeitbestimmungen 121
a. Zeitbestimmungen auf Kerguelen 121
b. Zeitbestimmungen auf der Winterstation des „Gauss“ 126
2. Ableitung der Chronometer- und Uhrstände 143
a. Hauptexpedition 143
b. Kerguelen-Station 185
3. Geographische Ortsbestimmungen und Azimutmessungen 189
a. Winterlager des „Gauss“ 189
b. Gaussberg, Inlandeis und Aufenthalte bei Schlittenreisen 199
c. Atzimutbestimmungen auf Kerguelen 208
4. Längenkontrollen durch Monddistanzen. 211
5. Die Drehung des Scholleneisfeldes mit dem Winterlager des „Gauss“ und der astronomischen Hütte 214
6. Astronomische Beobachtungen während der Fahrt des „Gauss“ durch das Treibeis im Frühjahr 1903 216
IV. Die Fahrt des „Gauss“ auf See und im Eise von E. v. Drygalski 227
1. Die methodischen Grundlagen der Ortsbestimmungen 227
2. Mittagsorte und Besteckversetzungen des „Gauss“ 232
3. Anlage, Verlauf und Eigenarten der Gaussroute 239
a. Die Seefahrt des „Gauss“ 241
Dispositionen für die Hinfahrt 242
Fahrtleistungen des Schiffes und ihre Gründe 244
Aufenthalte 246
Die Rückreise 248
Physische Eigenschaften der Gaussroute 249
Besteckversetzungen und ihre Gründe 252
b. Die Eisfahrt des „Gauss“ 257
Allgemeines über Eisschiffahrt 257
Wahl des Weges. Gründe 259
Die Winde an der Gaussroute im Eise 260
Einfluss von Küsten und Eisstauungen auf die Wahl der Route . . 262
Die Strömungen an der Gaussroute 264
Das Eis an der Gaussroute 270
Dauer der Eisfahrt 275
Gebrauch der Maschine und der Segel 276
Notwendige Maßnahmen bei einer Eisfahrt 277
Festlegung im Eise 279



Verlag von Georg Reimer in Berlin.
Geogr. lith. Anst. u. Steindr. v. C. L. Keller, Berlin S.