

Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz

herausgegeben von der

Schweizerischen Geodätischen Kommission

(Organ der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft)

Siebenundzwanzigster Band

**I. Die Bestimmung der Azimute
Gurten-Rötiflüh und Rigi-Lägern**

II. Die Bestimmung der Polhöhe auf Rigi-Kulm

bearbeitet von Dr. E. Hunziker



Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz

herausgegeben von der

Schweizerischen Geodätischen Kommission

(Organ der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft)

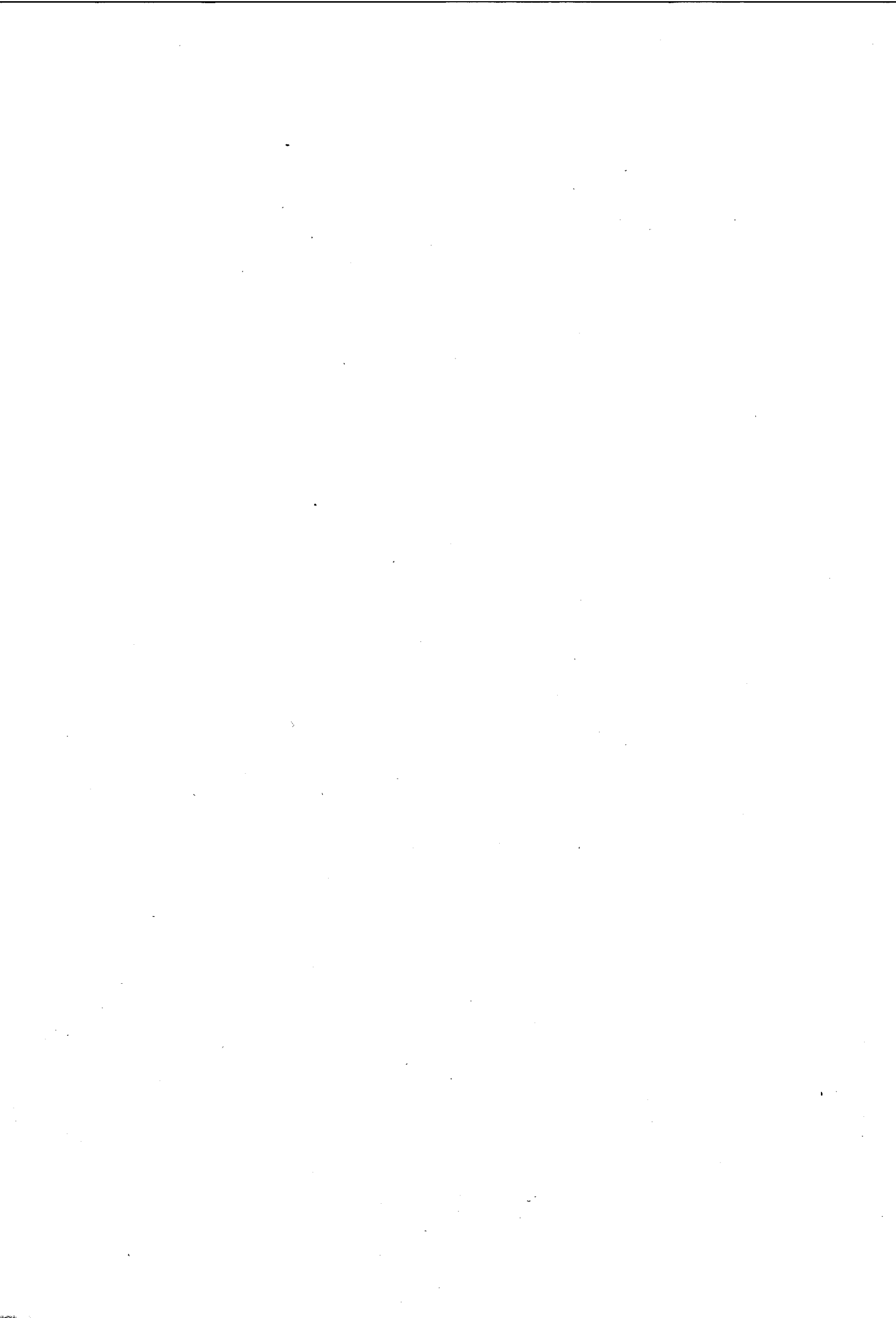
Siebenundzwanzigster Band

I. Die Bestimmung der Azimute

Gurten-Rötifluh und Rigi-Lägern

II. Die Bestimmung der Polhöhe auf Rigi-Kulm

bearbeitet von Dr. E. Hunziker



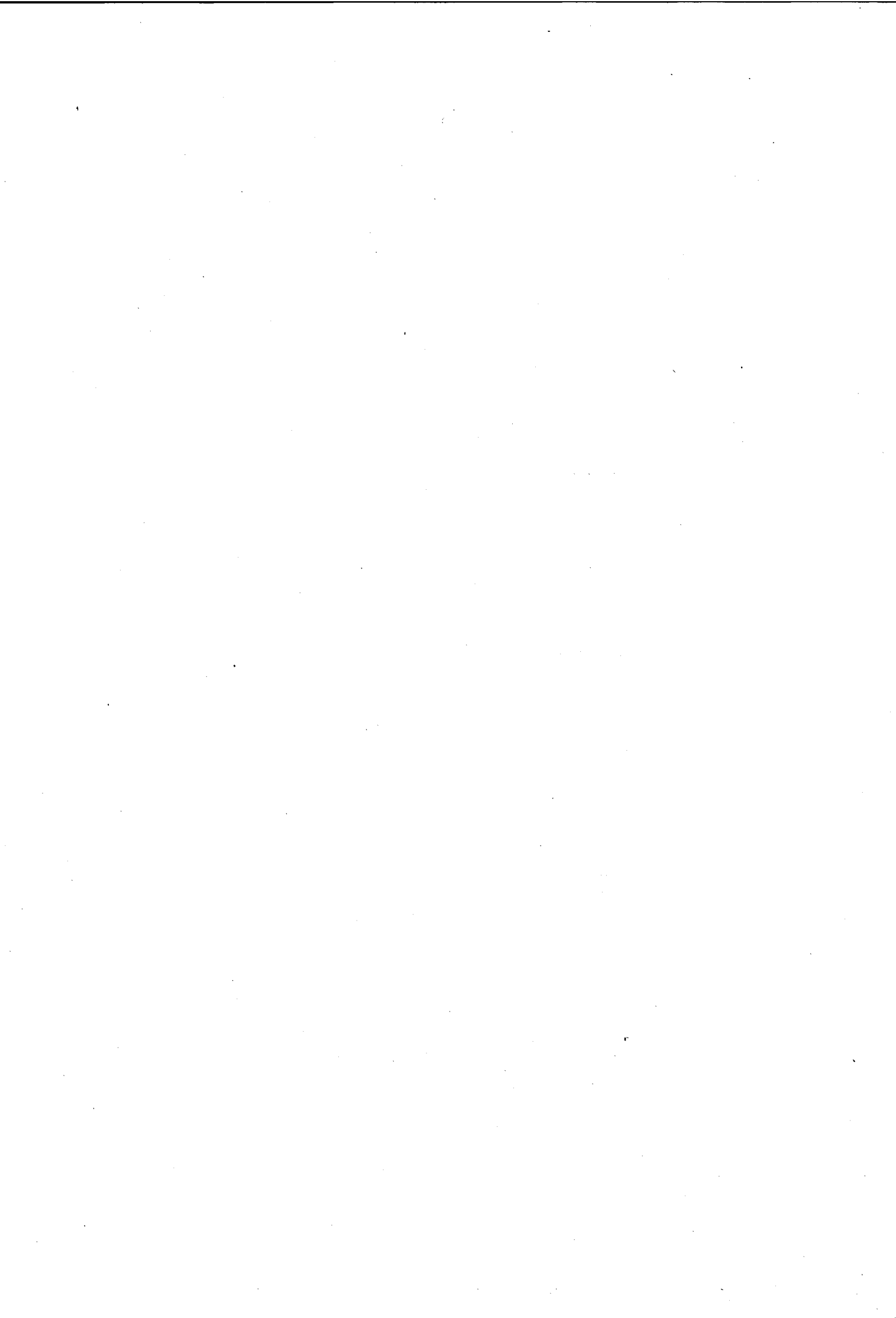
Inhaltsverzeichnis

I. Die Bestimmungen der Azimute Gurten-Rötifluh und Rigi-Lägern

1. Die Beobachtungsstationen	7
2. Instrumentelles und Stationseinrichtung	8
a) Auf dem Gurten	8
b) Auf dem Rigi	9
3. Das Beobachtungsverfahren	9
a) Die Reduktionsformeln	9
b) Die Reduktion der beobachteten Uhrzeiten auf den Achsenäquator und vom Achsenäquator auf den Instrumentenvertikal	11
c) Die Messung des Anschlusswinkels	12
4. Die zeitliche Anordnung der Beobachtungen	13
5. Die Sternprogramme und Einstelltabellen	13
6. Die Genauigkeit der Durchgangsbeobachtungen	20
7. Die Instrumentalfehler	21
a) Die Kontaktbreite	21
b) Der tote Gang der Mikrometerschraube	21
c) Die Neigungen der Drehachse	22
8. Der Winkelwert einer Umdrehung der Mikrometerschraube	24
9. Die Anschlusswinkel Instrumentenvertikal-Objekt	25
10. Der Zeitdienst, die Uhrkorrekturen und die abendlichen Uhrgänge	28
11. Ableitung des Instrumentenazimutes und der Uhrkorrektur	29
a) Die beobachteten Durchgangszeiten und Neigungen	29
b) Reduktion der Durchgangsbeobachtungen auf den Instrumentenvertikal	29
c) Berechnung der Paarwerte des Instrumentenazimutes und der Uhrkorrektur	30
12. Die beobachteten Azimute des Vertikals durch das irdische Objekt und deren Genauigkeit	51
a) Azimutbestimmung Gurten-Rötifluh	51
b) Azimutbestimmung Rigi-Lägern	54
13. Zentrierungen, Endergebnisse und Laplacescher Widerspruch	57

II. Die Bestimmung der Polhöhe auf Rigi-Kulm

1. Einleitende Bemerkungen	58
2. Das Sternprogramm	58
3. Die Konstanten und die Aufstellungsfehler des Instrumentes	60
a) Der Schraubenwert des Mikrometers	60
b) Die Fadendistanzen	60
c) Die Angaben der Libellen	60
d) Instrumentenazimut, Kollimation und Neigung der Horizontalachse	62
4. Die Reduktion der Beobachtungen	62
5. Das Endergebnis, Zentrierung, frühere Breitenbestimmung auf Rigi-Kulm	73



Vorwort

Die Schweizerische Geodätische Kommission beschloss an ihrer Sitzung vom Jahre 1943, auf einigen Punkten des Schweizerischen Triangulationsnetzes erster Ordnung astronomische Beobachtungen durchzuführen, um diese Punkte als Laplace-Stationen später in die längst vorgesehene neue Netzberechnung einzuführen. Als erste sollten die Punkte Gurten und Rigi beobachtet werden. Die Kommission beschloss zudem, die Azimute auf Grund von Durchgangsbeobachtungen durch den Vertikal der Mire zu bestimmen. Massgebend für diesen Entscheid war in erster Linie der Umstand, dass der Kommission damals ein geeignetes Universalinstrument nicht zur Verfügung stand, während sie Durchgangsinstrumente besass, deren hohe Qualität bekannt war. In mehreren Studien hatte zudem das damalige leitende Mitglied für astronomische Beobachtungen, Prof. Niethammer, die Vorzüge von Durchgangsbeobachtungen gegenüber Beobachtungen, bei denen Kreise abgelesen werden – er bezeichnete später nur jene als genaue Methoden –, nachzuweisen versucht. Die Kommission beabsichtigte daher, die Beobachtungen auf Gurten und Rigi so zu gestalten, dass sie als Versuche für die vorgeschlagene Methode gelten konnten.

Die Beobachtungen und Berechnungen für die Punkte Gurten und Rigi stammen aus den Jahren 1945 und 1949. Wenn sich die Kommission damals veranlasst sah, die Publikation nicht unmittelbar nach Abschluss der Beobachtungen und Berechnungen herauszugeben, so liegt der Grund darin, dass die Ergebnisse auf der Station Gurten nicht den Erwartungen entsprachen. Es traten systematische Differenzen zwischen Teilmitteln auf, die als anormal betrachtet wurden. Zahlreiche Untersuchungen – sie stammen von den Herren Bachmann, Hunziker und Schürer – hatten den Zweck, die Ursachen dieser Unterschiede aufzudecken. Sie führten nicht zu einwandfreien Schlussfolgerungen. Es blieb nur die Vermutung, dass die Refraktionsverhältnisse an den einzelnen Beobachtungsabenden sehr verschieden waren. Ähnliche Erscheinungen zeigten sich bei den später beobachteten Laplacepunkten und sind auch aus dem Ausland bekannt.

Heute besteht kein Hindernis mehr, die seinerzeitigen Beobachtungen und Berechnungen bekanntzugeben und das Manuskript in der Form zu publizieren, wie es Herr Dr. Hunziker in Anlehnung an die Publikationen von Prof. Niethammer der Kommission vorlegte. Herr Dr. Hunziker wird sich im Ruhestand darüber freuen, dass seine Arbeit endlich öffentliche Anerkennung findet, nachdem sie lange nur innerhalb der Kommission gewürdigt worden ist. Unsere Kommission verdankt ihm mehrere Bände ihrer Publikationsreihen. Sie alle legen Zeugnis ab von der ausserordentlichen Sorgfalt, die Herr Dr. Hunziker bei allen seinen Arbeiten anwendete.

Die Schweizerische Geodätische Kommission würde sich freuen, wenn weitere Kreise, namentlich auch Geodäten des Auslandes, sich mit den recht eigenartigen Ergebnissen der Station Gurten befassen würden. Soweit das Beobachtungs- und Berechnungsmaterial nicht im vorliegenden Band zu finden ist, wird es ihnen gerne zur Verfügung gestellt.

Der Präsident der
Schweizerischen Geodätischen Kommission
Prof. Dr. F. Kobold

Zürich, den 19. August 1968



I. Die Bestimmungen der Azimute Gurten-Rötiflüh und Rigi-Lägern

1. Die Beobachtungsstationen

Die abgerundeten geographischen Koordinaten der beiden Punkte 1. Ordnung des schweizerischen Dreiecksnetzes Gurten-Ost (B) und Rigi sind:

Station	Geographische Breite	Länge östl. Greenwich	Höhe über Meer
Gurten-Ost	46° 55'	29 ^m 47 ^s	858 m
Rigi	47° 3',7	33 ^m 56 ^s	1798 m

Um den Beobachtungspfeiler ist jeweils die kleine, zerlegbare Holzhütte, die in Band 22 der Astronomisch-geodätischen Arbeiten der Schweiz auf den Seiten 12 und 13 beschrieben ist, aufgebaut worden*. Die leichte Hütte musste auf der Station Rigi gründlich verankert werden. Die Drahtseile waren an Eisenringen befestigt, die anlässlich der Längendifferenzbestimmungen im Jahre 1925 in den Boden einbetoniert worden sind. Der Weststurm vom 2. und 3. August 1949 zeigte sehr eindringlich, wie nötig eine solche Verspannung an ungeschützten, dem Winde ausgesetzten Orten ist.

a) Gurten-Ost (B)

Der Triangulationspunkt 1. Ordnung Gurten-Ost liegt auf der Ostkuppe des Gurten bei Bern. Eine Lageskizze des Punktes findet man in Band 23, Seite 51. Südöstlich des Zentrums ist im Juni 1945 ein Beobachtungspfeiler gemauert worden. Er liegt hart am Strässchen nach Gurtendorf. Es ist empfehlenswert, ihn von nun an mit «astronomischer Pfeiler 1945» zu bezeichnen. Seine kreisförmige Deckplatte hat einen Durchmesser von 70 cm; in ihrem Zentrum befindet sich ein einzementierter Nagelkopf.

Nachstehend sind die Koordinaten und die Meereshöhen der Punkte Gurten-Ost Zentrum, astronomischer Pfeiler 1945, Instrumentenmitte 1945 und Punkt 1. Ordnung Rötiflüh zusammengestellt:

Punkt	Y	X	Meereshöhe
Gurten-Ost (B)	+ 392,94 m	– 3756,57 m	858,09 m Steinoberfläche (Radschraube nivelliert)
Astronomischer Pfeiler 1945	+ 407,82 m	– 3763,48 m	858,38 m Deckplatte (Nagelkopf)
Instrumentenmitte 1945	+ 407,81 m	– 3763,47 m	858,38 m
Rötiflüh	+ 6757,26 m	+ 34121,83 m	1396,51 m Pfeileroberfläche

Von der Eidgenössischen Landestopographie sind das Azimut der Richtung Zentrum–astronomischer Pfeiler zu 127° 65' 84" oder 114° 53' 33" und die auf Zentimeter abgerundete Distanz Zentrum–astronomischer Pfeiler zu 16,41 m bestimmt worden.

Auf den astronomischen Pfeiler bezogene geographische Koordinaten sind zu verbessern um

$$\Delta\varphi = +0'',22 \text{ und } \Delta\lambda = -0'',047$$

um die Breite und östliche Länge des Zentrums Gurten-Ost zu erhalten.

Die Beobachtungsstation Gurten war mit dem Punkt 1. Ordnung Rötiflüh telephonisch verbunden.

* Im folgenden werden die Bände dieser Veröffentlichung kurz mit «Band N» bezeichnet.

b) Rigi

Die Beobachtungen auf dem Triangulationspunkt 1. Ordnung Rigi sind auf dem sogenannten astronomischen Pfeiler ausgeführt worden. Er diente schon im Jahre 1925, anlässlich der Längendifferenzbestimmungen Rigi-Zürich und Rigi-Genf als Aufstellungsort eines Durchgangsinstrumentes. Seine Deckplatte wies keinen Zentrumsbolzen auf. Mitte Juni 1949 wurde ein solcher eingesetzt. Beim Bezug der Station, Anfang Juli, zeigte es sich, dass die Deckplatte wackelte. Das Meisseln und der eingeführte Zement hatten offenbar die Loslösung von der Unterlage bewirkt. Nach sorgfältiger Unterlegung der Platte mit Metall- und Blechstücken wurde – im Hinblick auf die guten Erfahrungen mit dem zerlegbaren Holzpfeiler – gewagt, darauf zu beobachten. Es ist denn auch während keiner Beobachtungsnacht eine Störung aufgetreten, die eine Bewegung der Platte vermuten liesse. Um den Pfeiler vor weiterer Zerstörung zu schützen, ist unmittelbar nach Beendigung der Beobachtungen eine neue Deckplatte aufgegossen und ein neuer Verputz angebracht worden.

Die Lage des astronomischen Pfeilers in bezug auf das Zentrum des Signalsteines ist mit allen nötigen Angaben in der Skizze auf Seite 7 des Bandes 21 gegeben. Um die geographische Breite und die östliche Länge des Zentrums zu erhalten, sind an die beobachteten Breiten und Längen des astronomischen Pfeilers die folgenden Beträge anzubringen:

$$\Delta\varphi = +0'',10; \Delta\lambda = -0'',020$$

Die nachstehende Übersicht gibt die Koordinaten und die Meereshöhen der Punkte Rigi Signalsteinzentrum, astronomischer Pfeiler 1925, Instrumentenmitte 1949 und Punkt 1. Ordnung Lägern.

Punkt	Y	X	Meereshöhe
Rigi, Signalsteinzentrum	+ 79 520,05 m	+ 12 273,44 m	1797,52 m
Astronomischer Pfeiler 1925	+ 79 526,52 m	+ 12 270,51 m	Steinspitze 1798,22 m Pfeileroberfläche
Instrumentenmitte 1949	+ 79 526,52 m	+ 12 270,60 m	
Lägern	+ 72 506,71 m	+ 59 415,88 m	856,11 m Pfeileroberfläche

Der Gebrauchswert des Azimutes der Richtung vom Signalsteinzentrum nach der Instrumentenmitte ist von Herrn *Huber*, Ingenieur an der Eidgenössischen Landestopographie, bestimmt worden zu $114^{\circ}25'$, die auf Zentimeter aufgerundete Distanz zu 7,11 m.

Der Kosten wegen ist darauf verzichtet worden, eine telephonische Verbindung zwischen der Beobachtungsstation auf dem Rigi und dem Punkt 1. Ordnung Lägern zu erstellen. Bei zukünftigen Azimutbestimmungen, insbesondere im Gebirge, dürfte es aber unumgänglich sein, eine Verständigung der beiden Stationen mittels drahtloser Telephonie zu ermöglichen.

2. Instrumentelles und Stationseinrichtungen

a) Auf dem Gurten

Die Sterndurchgänge sind mit Hilfe des Bambergischen Durchgangsinstrumentes Nr. 8804 und eines Undulators registriert worden. Der Instrumentenvertikal – das heisst die Ebene senkrecht zur Horizontalprojektion der Drehachse des Instrumentes – stand mit grosser Annäherung im Vertikal von Rötifuh, dessen Nordazimut rund $+9^{\circ}31'$ beträgt.

Als Beobachtungsuhr diente die Pendeluhr Riefler Nr. 327, deren Registriervorrichtung jede zweite Sekunde einen Stromkreis unterbricht. Die Uhr befand sich in einem Kellerraum des Hotels Gurten-Kulm. Zwischen Uhr und Undulator war ein Siemensches Federrelais eingeschaltet. Eine doppeladrigte Leitung verband den Uherraum mit der Beobachtungsstation.

Zum Abhören der rhythmischen Zeitzeichen wurde der Dreikreisempfänger der Telefunkengesellschaft verwendet. Die Zeitzeichen wurden zur Koinzidenz gebracht mit den Sekundenschlägen des Nardinschen Deckchronometers Nr. 13711. Dieser wies einen täglichen Gang von rund +29 Sekunden (zurückbleiben) gegenüber mittlerer Zeit auf.

Auf Rötifluh befand sich, zentrisch aufgestellt, ein Glühlampenscheinwerfer, Modell Gotthardbesatzung. Die reflektierende kreisförmige Rückwand weist einen Durchmesser von 25 cm auf. Sie war bis auf eine freie Öffnung von 3 cm Breite und 25 cm Höhe abgeblendet. Als Energiequelle dienten Akkumulatoren. An einigen Abenden wurde eine 100-Watt-Lampe verwendet, an anderen eine solche von 50 Watt. Bei ruhiger Luft erzeugte die schwächere Lampe im Fernrohr ein Bild ähnlich dem eines Sternes 6. Größe.

b) Auf dem Rigi

Zur Beobachtung der Sterndurchgänge wurde das Bambergische Durchgangsinstrument Nr. 13999 verwendet. Der Instrumentenvertikal wich wiederum nur sehr wenig vom Vertikal des Objektes ab. Das Nordazimut Rigi-Lägern beträgt rund $352^{\circ} 18'$.

Alle Sterndurchgänge sind mit einem Chronographen registriert worden. Er wurde im Juni 1949 bei der Firma Favag in Neuenburg gekauft. Der eine der beiden Schreibstifte wurde unmittelbar – ohne Zwischenschaltung eines Relais – jede zweite Sekunde durch die Registriervorrichtung des Marine-Chronometers Nardin Nr. 34/7845 betätigt. Der zweite Schreibstift befand sich entweder im Stromkreis des unpersönlichen Mikrometers, oder er war auf ein von Herrn Ingenieur Berger hergestelltes Empfangsgerät geschaltet. Dieses Empfangsgerät ist eigens zur Aufnahme der Zeitzeichen von Rugby (Wellenlänge 18740 m) gebaut worden; es hat auf dem Rigi störungsfrei gearbeitet. Der elektrische Teil des Chronographen ist von Herrn Berger so ergänzt worden, dass sich die Zeitzeichen ohne Zwischengerät registrieren lassen. Es genügt, dazu eine einfache Hüttenantenne zu benutzen, das heisst einen den Hüttenwänden entlang gezogenen Draht.

In gleicher Weise wie auf Rötifluh stand auch auf Lägern ein Glühlampenscheinwerfer zur Verfügung. Die dazugehörigen Akkumulatoren wurden mit Hilfe eines 1-Zylinder-Benzinmotors an Ort und Stelle aufgeladen. Der Scheinwerfer war in zentrische Stellung gebracht und mit Gips auf dem Pfeiler festgemacht worden. Aus Blech gefertigte Masken konnten so aufgesetzt werden, dass nur ein zentraler senkrechter Streifen von 4 oder 5 cm Breite frei blieb. Die ganze Einrichtung hat sich als sehr schwerfällig und störungsreich erwiesen. Man wird sie in Zukunft kaum mehr verwenden.

Die Möglichkeit, sich mit der Signalstation Lägern telephonisch zu verständigen, bestand für den Beobachter auf dem Rigi nur bis ungefähr $22^{\text{h}} 30^{\text{m}}$. Dabei konnten die Telephonstationen im Hotel Rigi-Kulm und im Gasthaus Lägern-Hochwacht benutzt werden.

3. Das Beobachtungsverfahren

In diesem Abschnitt wird nur so weit auf die Methode der Durchgangsbeobachtungen in einem beliebigen Vertikal eingegangen, als zum Verständnis des verwendeten Reduktionsverfahrens nötig ist. Ausführliche Behandlungen der Methode findet man in den folgenden Veröffentlichungen von Th. Niethammer:

- «Die direkte Bestimmung des Azimutes eines irdischen Objektes», Annexe au Procès-Verbal de la 86^e Séance de la Commission géodésique suisse, 1940;
- «Die simultane Bestimmung der Zeit, der Polhöhe und des Azimutes zweier Richtungen», Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel, Band LIV, 1943;
- «Die genauen Methoden der astronomisch-geographischen Ortsbestimmung», Verlag Birkhäuser, Basel 1947.

a) Die Reduktionsformeln

Bezeichnen wir mit a das von Süden über Westen positiv gezählte Azimut, mit p die Poldistanz und mit t den Stundenwinkel eines Sternes, ferner mit Φ die Poldistanz des Zenites, so besteht die Beziehung:

$$\operatorname{tg} a = - \frac{\operatorname{tg} p \cdot \operatorname{cosec} \Phi \cdot \sin t}{1 - \operatorname{tg} p \cdot \operatorname{cotg} \Phi \cdot \cos t} \quad (1)$$

Zur Kontrolle wurde das Azimut auch mit Benutzung eines Hilfswinkels Ψ gerechnet. Es ist:

$$\operatorname{tg} a = \sin \Psi \cdot \operatorname{cosec} (\Psi - \Phi) \cdot \operatorname{tg} t \quad (2)$$

wo

$$\operatorname{tg} \Psi = \cos t \cdot \operatorname{tg} p$$

Der Differentialausdruck für eine Azimutänderung da lautet:

$$\sin z \cdot da = -\sin q \cdot dp + \cos q \cdot \sin p \cdot dt + \cos z \cdot \sin a \cdot d\Phi \quad (3)$$

wenn die Zenitdistanz mit z und der parallaktische Winkel mit q bezeichnet wird. Führt man noch die Uhrzeit U , die Uhrkorrektur u und die Rektaszension α ein, so hat man:

$$t = (U+u) - \alpha, \text{ also } dt = (dU+du) - d\alpha$$

Wird das Azimut gerechnet mit den Näherungswerten u_0 und Φ_0 , wo $u = u_0 + du$ und $\Phi = \Phi_0 + d\Phi$, so geht ein Näherungswert a_i hervor. Dann ist:

$$a = a_i + da_i$$

Das Glied da_i ist bestimmt durch die Beziehung (3).

Bezeichnet man mit a_0 einen beliebigen Näherungswert von a , so ergibt sich:

$$a = a_0 + da = a_i + da_i$$

oder

$$da - da_i = a_i - a_0 \quad (3a)$$

Setzen wir in (3), nachdem dt durch $(dU+du) - d\alpha$ ersetzt worden ist, dp , $d\alpha$, dU und $d\Phi$ gleich Null, so wird:

$$da_i = \frac{\cos q \cdot \sin p}{\sin z} \cdot du$$

Dies eingesetzt in (3a) gibt:

$$da - \frac{\cos q \cdot \sin p}{\sin z} \cdot du = a_i - a_0$$

Die Differenz $(a_i - a_0)$ kann als fingierte Beobachtung betrachtet werden. Ihr Gewicht g ist näherungsweise proportional $\sin^2 z$ anzusetzen. Die mit \sqrt{g} multiplizierte Fehlergleichung lautet dann:

$$\sin z \cdot da - \cos q \cdot \sin p \cdot du = (a_i - a_0) \sin z + v$$

Wegen des Einflusses der täglichen Aberration muss an die Grösse $(a_i - a_0) \sin z$ noch die Korrektur

$$\delta_a = -0",322 \cdot \sin \Phi \cdot \cos a$$

angebracht werden.

Es seien, in nicht allzu grosser Entfernung vom Meridian ($< 20^\circ$) die Durchgänge von Sternpaaren, je eines Südsterne und eines Nordsterne, beobachtet worden. Die Auswertung kann auf verschiedene Arten vorgenommen werden.

1. Aus der Beobachtung jedes einzelnen Sternpaares lässt sich ein Wert a des Azimutes und ein Wert u der Uhrkorrektur ableiten. Man hat für jeden Sterndurchgang die Beziehung:

$$\sin z \cdot da - \cos q \cdot \sin p \cdot du = \{(a_i - a_0) \sin z + \delta_a\} = l \quad (4)$$

Die zwei Gleichungen, die einem Sternpaar zugeordnet sind, geben eine gute Bestimmung der beiden Unbekannten da und du . Die eingeführten Gewichte bleiben ohne Einfluss auf die Unbekannten.

2. Es besteht die Möglichkeit, zu allen Beobachtungen die Fehlergleichungen

$$v = \sin z \cdot da - \cos q \cdot \sin p \cdot du - l$$

aufzustellen und nach der Methode der kleinsten Quadrate auszugleichen. Daraus geht je ein Abendwert von a und u hervor. Die Einführung von Gewichten ist in diesem Falle von Bedeutung.

3. Die Grössen da und du können aus jedem Sternpaar gerechnet werden mit Hilfe der Beziehungen:

$$x \cdot \sin z \mp y \cdot \cos z = l \begin{cases} - \text{Südseite} \\ + \text{Nordseite} \end{cases} \text{ des Vertikals} \quad (5)$$

$$x = da - du \cdot \cos \Phi$$

$$y = + du \cdot \sin \Phi \cdot \cos a + d\Phi \cdot \sin a$$

Wie ersichtlich, lassen sich aus Durchgangsbeobachtungen in einem Vertikal nur zwei der drei Grössen da , du und $d\Phi$ bestimmen. Wird das Azimut gesucht, so muss die Polhöhe oder die Uhrkorrektion bekannt sein, oder man hat nicht nur in einem Vertikal, sondern in deren zwei Durchgänge zu beobachten.

Die auf dem Gurten und dem Rigi ausgeführten Messungen sind nach der ersten Art ausgewertet worden. Machen sich im Laufe einer Beobachtungsnacht Unregelmässigkeiten in der Instrumentenstellung oder veränderliche Lateralrefraktionen geltend, so verraten sie sich in den Azimutwerten a , die aus den einzelnen Paaren hervorgehen. Fügt man zu einem solchen Einzelwert a des Instrumentenvertikales noch den kurz vor oder nach dem betreffenden Sternpaar beobachteten Anschlusswinkel Instrumentenvertikal-Objekt hinzu, so erhält man eine selbständige, von den übrigen Beobachtungen des Abends unabhängige Azimutbestimmung.

Werden einzelne Sternpaare in mehreren, nicht zu weit voneinander abliegenden Nächten beobachtet und ändert sich die Azimutstellung des Instrumentes von Abend zu Abend nur wenig, so bleiben auch die Änderungen dt des Stundenwinkels klein. Von den Änderungen $d\delta$ der Deklination trifft dies ohnehin zu. In diesem Falle lässt sich die rechte Seite der Gleichungen (4) auf einfache Art mittels des Ausdruckes

$$\Delta l = \sin q \cdot d\delta + 15 \cdot \cos \delta \cdot \cos q \cdot dt \quad (6)$$

ableiten, wenn die siebenstellige Berechnung einer entsprechenden Durchgangsbeobachtung bereits vorliegt. Wendet man – von einem siebenstellig gerechneten Werte ausgehend – den Differentialausdruck über mehrere Abende hinweg an, bis zu einem letzten ebenfalls siebenstellig abgeleiteten Wert, so müssen die beiden Beträge l des letzten Abends bis auf wenige Hundertstel Bogensekunden miteinander übereinstimmen. Durch diese Kontrolle wird geprüft, ob sowohl die beiden siebenstelligen Berechnungen als auch die Anwendungen des Ausdruckes (6) fehlerfrei erfolgt sind.

b) *Die Reduktion der beobachteten Uhrzeiten auf den Achsenäquator und vom Achsenäquator auf den Instrumentenvertikal*

Als Achsenäquator wird die Ebene bezeichnet, die zur Drehachse des Durchgangsinstrumentes senkrecht steht und durch deren Mitte geht. Der Instrumentenvertikal enthält diesen Punkt ebenfalls und steht senkrecht zur Horizontalprojektion der Drehachse. Der Winkel zwischen dem Achsenäquator und dem Instrumentenvertikal ist also gleich der Neigung i der Drehachse.

Die Uhrzeit, die von einem bestimmten Kontakt in der ersten Stellung des Instrumentes registriert wird, nennen wir U' ; die vom gleichen Kontakt in der zweiten Instrumentenstellung registrierte Uhrzeit sei U'' . An das arithmetische Mittel $\frac{1}{2}(U' + U'')$ sind zwei Korrekturen anzubringen, um die Zeit des Durchganges des Sternes durch den Achsenäquator zu erhalten. Eine erste Korrektur ist deshalb nötig, weil sich das Sternbild vor und nach dem Umlegen des Instrumentes nicht mit der gleichen azimutalen Geschwindigkeit bewegt. Mit der zweiten Korrektur beseitigt man den Einfluss der Kontaktbreite und des toten Ganges. An Stelle der Korrektur der beobachteten Uhrzeit $\bar{U} = \frac{1}{2}(U' + U'')$ betrachten wir die gleiche Korrektur des zugeordneten Stundenwinkels \bar{i} . Bezeichnet man die Uhrkorrektur mit u und die Rektaszension des Sternes mit α , so ist:

$$\bar{i} = \bar{U} + u - \alpha$$

Im Augenblick, wo sich der Stern im Achsenäquator befindet, habe er den Stundenwinkel t_A . Die an \bar{U} anzubringende Korrektur, um t_A zu erhalten, ist dann $(t_A - \bar{i})$. Man hat

$$t_A = \bar{U} + (t_A - \bar{i}) + u - \alpha$$

Der Ausdruck für die in Zeitsekunden ausgedrückte Reduktion $(t_A - \bar{i})$ lautet:

$$(t_A - \bar{i}) = - \frac{m''}{15} \cotg(\mu - \bar{i}) + e \cdot k \cdot \operatorname{cosec} p \cdot \sec q$$

Die Bedeutung der hierin auftretenden Grössen soll weiter unten erörtert werden.

Infolge der Neigung i der Horizontalachse bleibt noch die Reduktion der Durchgangszeiten vom Achsenäquator auf den Instrumentenvertikal anzubringen. Der Stundenwinkel des Sternes beim Durchgang durch den Instrumentenvertikal sei t . Dann beträgt die Reduktion $(t - t_A)$:

$$(t - t_A) = i \cdot \cos z \cdot \operatorname{cosec} p \cdot \sec q$$

Addiert man $(t - t_A)$ zur Reduktion $(t_A - \bar{t})$, so erhält man die Gesamtreduktion $(t - \bar{t})$ der Durchgangszeiten auf den Instrumentenvertikal:

$$(t - \bar{t}) = -\frac{m''}{15} \cotg (\mu - \bar{t}) + (e \cdot k + i \cdot \cos z) \operatorname{cosec} p \cdot \sec q \quad (7)$$

Über die Grössen, die in diesem Ausdruck auftreten, ist folgendes zu sagen:

Der Faktor m'' ist gegeben durch die Beziehung

$$m'' = 2 \cdot \frac{\sin^2 \frac{\Theta}{2}}{\sin 1''}$$

wo $\Theta = \frac{1}{2}(U'' - U')$, das heisst gleich der halben Differenz der beobachteten Durchgangszeiten in den beiden Instrumentenstellungen. Das m'' braucht nicht für jedes Kontaktpaar gerechnet zu werden. Den 10 benutzten Kontaktpaaren entsprechend, wurde ein Mittelwert eingeführt, so dass für jeden Sterndurchgang die Rechnung nur einmal auszuführen war.

Mit μ wird der Stundenwinkel des Poles Q des Instrumentenäquators, dessen Azimut um 90° grösser ist als dasjenige des Sternes, bezeichnet. Bleibt die Neigung i klein, so lässt sich μ rechnen aus der Beziehung

$$\operatorname{tg} \mu = -\frac{\cotg a_0}{\cos \Phi}$$

Zur Bestimmung des \bar{t} in der Differenz $\mu - \bar{t}$ genügt es, einen Näherungswert u_0 der Uhrkorrektur einzuführen:

$$\bar{t} = \bar{U} + u_0 - \alpha$$

Im zweiten Glied bedeutet k den in Zeitsekunden ausgedrückten Winkelwert der halben Summe von Kontaktbreite und totem Gang:

$$k = \frac{1}{2} (\text{Kontaktbreite} + \text{toter Gang})$$

Dem Faktor e ist der Wert $+1$ oder -1 beizulegen, je nachdem ob sich der Stern dem zugeordneten Pol Q des Achsenäquators nähert oder sich von ihm entfernt.

Die Neigung i bedeutet die Erhebung des dem Stern zugeordneten Poles Q des Achsenäquators über die Horizontebene.

Der parallaktische Winkel q lässt sich auf einfache Weise rechnen aus:

$$\sin q = \sin a_s \cdot \sin \Phi \cdot \operatorname{cosec} p$$

Das Produkt $\sin a_s \cdot \sin \Phi$ ist für einen bestimmten Vertikal konstant und ist gleich dem Sinus des Abstandes des Äquatorpoles von diesem Vertikal.

Der Stundenwinkel t ist nun gegeben durch den Ausdruck

$$t = \bar{U} + (t - \bar{t}) + u - \alpha$$

Statt der Uhrkorrektur u setzen wir deren Näherungswert u_0 . Es ist $u = u_0 + du$, und man hat:

$$t_0 = \bar{U} + (t - \bar{t}) + u_0 - \alpha \quad (8)$$

Mit diesem Stundenwinkel t_0 ist in die Gleichung (1) einzugehen.

c) Die Messung des Anschlusswinkels

Als Anschlusswinkel ΔA bezeichnen wir den kleingehaltene Winkel zwischen dem Instrumentenvertikal und dem Vertikal durch das irdische Objekt, dessen Azimut A bestimmt werden soll. In den vorigen beiden Abschnitten ist

dargelegt, wie aus den Durchgangsbeobachtungen das Azimut a des Instrumentenvertikales erhalten wird. Es besteht die einfache Beziehung:

$$A = a + \Delta A$$

Der Anschlusswinkel ΔA kann mikrometrisch gemessen werden. Dabei wird der bewegliche Vertikalfaden in beiden Fernrohrlagen auf das Objekt eingestellt. Die entsprechenden Ablesungen an der Trommel des Mikrometers seien M' und M'' . Bei den verwendeten Bambergischen Durchgangsinstrumenten wächst die Trommelablesung, wenn der Faden im Sinne wachsenden Azimutes bewegt wird. Die Ablesung M' wurde erhalten, wenn das Fernrohrobjektiv rechts vom Beobachter liegt; M'' entspreche der Lage Objektiv auf der linken Seite. Befindet sich das Objekt in Meridiannähe im Norden, so gehört zur Fernrohrlage Okular Ost die Ablesung M' und zur Lage Okular West die Ablesung M'' . Den Abstand des Objektes vom Achsenäquator, positiv genommen im Sinne wachsenden Azimutes, bezeichnen wir mit f . Dann ist:

$$f = \frac{1}{2} (M' - M'') R$$

wo R den Winkelwert einer Umdrehung der Mikrometerschraube bedeutet.

Der Anschlusswinkel ΔA geht hervor aus der Beziehung:

$$\Delta A = (f - i \cdot \cos z_0) \operatorname{cosec} z_0 \quad (9)$$

Die Neigung i der Achse hat positives Vorzeichen, wenn das Achsenende, welches dem Objekt im Sinne wachsenden Azimutes um 90° vorangeht, über dem Horizonte liegt. Befindet sich das Objekt im Norden, so bedeutet demnach i die Erhebung des Ostendes über den Horizont. Mit z_0 ist die Zenitdistanz des Objektes bezeichnet; sie kann grösser sein als 90° .

4. Die zeitliche Anordnung der Beobachtungen

Die Messungen auf dem Gurten fielen in eine ununterbrochene Schönwetterlage. Vom 12. Juli bis am 25. Juli 1945 konnte an 10 Abenden gearbeitet werden.

Mit Beobachten wurde frühestens eine Stunde nach Sonnenuntergang begonnen. Das Hüttendach ist so frühzeitig geöffnet worden, dass sich die Temperaturunterschiede noch vor Beginn der Messungen ausgeglichen hatten. Die Arbeitszeit erstreckte sich über 4 Stunden, in der Regel von 22^h bis 2^h. Trotz den getroffenen Vorsichtsmaßnahmen weisen die Beobachtungsergebnisse der Station Gurten gewisse systematisch auftretende Eigenheiten auf.

Während einer ungestörten Schönwetterlage können sich unverändert wirkende Einflüsse geltend machen und die Messergebnisse systematisch verfälschen. Demnach ist es günstiger, wenn die Beobachtungen nicht alle in die gleiche Witterungsperiode fallen, wenn sich zwischen den einzelnen Gruppen die atmosphärischen Verhältnisse stark ändern. Im Hinblick darauf wurde angestrebt, die Azimutbestimmungen auf dem Rigi zu verteilen. Sie zerfallen in 3 Gruppen. In die erste gehören die 4 Beobachtungsnächte vom 9. bis zum 12. Juli 1949. Diese Nächte wiesen sehr ähnliche Verhältnisse auf; stets befand sich eine träge Dunstschicht über dem Mittelland, so dass tagsüber vom Rigi aus auch mit einem Feldstecher die Lägern nie sichtbar war. Die zwei Nächte vom 21. und 22. Juli bildeten die zweite Gruppe. Zwischen dem 12. und 21. Juli herrschte schlechtes Wetter, Regen und Nebeltreiben. Ferner wehte am 2. und 3. August in der ganzen Schweiz ungewöhnlich starker Westwind, der auf dem Rigi Sturmcharakter annahm. Zwischen der zweiten Gruppe und der vom 4. bis 8. August durchgeführten, aus 3 Beobachtungsnächten bestehenden dritten Gruppe wurden die Luftschichten zwischen Rigi und Lägern gründlich durcheinandergewirbelt.

Die Wahrscheinlichkeit, dass allfällige Refraktionsanomalien sich in allen Beobachtungsnächten auf die gleiche systematische Weise geltend machten, ist also bei den Bestimmungen auf dem Rigi geringer als bei den Messungen auf dem Gurten.

5. Die Sternprogramme und Einstelltabelle

Das Sternprogramm der Station Gurten enthielt 22 Sternpaare. Die Örter wurden alle dem Berliner Jahrbuch 1945 entnommen. Die Durchgangsbeobachtungen umfassten 13 Sternpaare.

Für die Station Rigi wurde ein Programm von 25 Sternpaaren gerechnet. Die Örter dieser Sterne stammen aus dem Katalog «Apparent places of fundamental stars 1949». Auf dem Rigi sind 16 verschiedene Sternpaare beobachtet worden.

Die Auswahl der Sterne wurde so vorgenommen, dass die Summe der Zenitdistanzen eines Paares im Durchschnitt nicht erheblich unter 90° liegt.

Zur Berechnung der Einstelltabellen wurde das rechtwinklige Dreieck benutzt, das entsteht, wenn vom Pol des Äquators das Lot auf den Vertikal des Objektes gefällt wird. Bezeichnen wir den Fusspunkt dieses Lotes mit L , so ist im Dreieck Zenit-Pol- L der Winkel in L ein rechter, der Winkel im Zenit gleich dem Azimut a des Vertikales oder gleich $(360-a)$ und die Seite Zenit-Pol gleich ϕ . Ferner bezeichnen wir die Seite Pol- L mit \bar{p} , die Seite Zenit- L mit \bar{z} und den im Uhrzeigersinn gemessenen Winkel zwischen dem Lot Pol- L und der Seite Pol-Zenit mit \bar{t} . Es ist:

$$\begin{aligned}\sin \bar{p} &= \sin a \cdot \sin \phi \\ \cos \bar{t} &= \operatorname{tg} \bar{p} \cdot \operatorname{cotg} \phi \\ \cos \bar{z} &= \sec \bar{p} \cdot \cos \phi\end{aligned}$$

Nun betrachten wir das rechtwinklige Dreieck, dessen zwei Ecken Pol und L die gleichen sind wie in dem eben verwendeten Dreieck und dessen dritte Ecke gebildet wird durch den Ort S eines Sternes, der sich im Vertikal des Objektes befindet. Den im Uhrzeigersinn gemessenen Winkel zwischen dem Lot Pol- L und der Seite Pol-Stern bezeichnen wir mit Δt , die Seite Stern- L mit Δz . Man hat:

$$\begin{aligned}\cos \Delta t &= \operatorname{tg} \bar{p} \cdot \operatorname{cotg} p \\ \cos \Delta z &= \sec \bar{p} \cdot \cos p\end{aligned}$$

Wir sprechen von einem oberen Durchgang, wenn der Stern zwischen L und dem Zenit durch den Vertikal geht, von einem unteren Durchgang, wenn dies zwischen L und dem Horizont geschieht. In der nachstehenden kleinen Übersicht ist zusammengestellt, in welchem Quadranten die Winkel liegen und wie aus \bar{t} und Δt sowie aus \bar{z} und Δz in einfacher Weise der Stundenwinkel und die Zenitdistanz beim Durchgang des Sternes durch den Vertikal hervorgehen.

Grösse	Der meridiannahe Vertikal des Objektes verläuft					
	östlich des Poles, \bar{t} im 1. Quadranten			westlich des Poles, \bar{t} im 4. Quadranten		
	Südstern	Nordstern		Südstern	Nordstern	
		oberer Durchgang	unterer Durchgang		oberer Durchgang	unterer Durchgang
Δt	1. oder 2. Qu.	1. Quadrant	4. Quadrant	3. oder 4. Qu.	4. Quadrant	1. Quadrant
Stundenwinkel	$\Delta t - \bar{t}$ positiv 1. Quadrant	$\Delta t - \bar{t}$ negativ 4. Quadrant	$\Delta t - \bar{t}$ positiv 3. Quadrant	$\Delta t - \bar{t}$ negativ 4. Quadrant	$\Delta t - \bar{t}$ positiv 1. Quadrant	$\Delta t + (24^h - \bar{t})$ positiv 2. Quadrant
Zenitdistanz	$\Delta z - \bar{z}$ südlich	$\bar{z} - \Delta z$ nördlich	$\bar{z} + \Delta z$ nördlich	$\Delta z - \bar{z}$ südlich	$\bar{z} - \Delta z$ nördlich	$\bar{z} + \Delta z$ nördlich

Für die beiden Vertikale Gurten-Rötifluh und Rigi-Lägern sind Tabellen des Stundenwinkels und der Zenitdistanz aufgestellt worden mit den folgenden runden Werten der Poldistanz als Argument:

- von $p = 100^\circ$ bis 70° in Intervallen von Grad zu Grad
- von $p = 30^\circ$ bis 10° in Intervallen von Grad zu Grad
- von $p = 10^\circ$ bis 7° in Intervallen von $\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{2}$ Grad

Die einem Stern zugeordneten Werte konnten daraus linear interpoliert werden. Sie entsprechen dem Durchgang durch den Mittelfaden.

Weiter wurden noch die Korrekturen δt und δz gerechnet, die anzubringen sind, um Stundenwinkel und Zenitdistanz der Südsterne beim Eintritt des Sternbildes ins Gesichtsfeld zu erhalten, sowie die gleichen Elemente der Nordsterne bei einem Abstand des Sternbildes vom Mittelfaden, der 3 Umdrehungen der Mikrometerschraube entspricht. Den Abstand des Sternbildes vom mittleren Vertikalfaden bezeichnen wir mit δF . Die Zeit δt , die ein Sternbild braucht, um diesen Abstand zu durchlaufen, beträgt:

$$\delta t = \delta F \cdot \operatorname{cosec} p \cdot \sec q$$

Der parallaktische Winkel ergibt sich aus:

$$\sin q = \sin \bar{p} \cdot \operatorname{cosec} p$$

Bei den verwendeten Bambergischen Durchgangsinstrumenten beträgt δF rund 84° im Augenblick des Eintrittes des Sternbildes ins Gesichtsfeld und rund 32° , wenn das Sternbild um 3^R vom Achsenäquator entfernt ist. Weiter hat man:

$$\delta z = 15 \cdot \sin \dot{a} \cdot \sin \Phi \cdot \delta t$$

wobei δt in Zeitminuten einzuführen ist und δz in Bogenminuten erhalten wird.

Um die Zeit des Eintrittes des Sternbildes oder den Beginn der Beobachtung zu erhalten, war δt von der Durchgangszeit durch den Vertikal zu subtrahieren. Verläuft der Vertikal östlich des Poles, so ist bei einem Südsterndurchgang δz vom Absolutwert der Zenitdistanz z – im Augenblick des Durchganges durch den Vertikal – zu subtrahieren, bei einem Nordsterndurchgang zu addieren. Verläuft der Vertikal westlich des Poles, so hat man die Korrekturen δz mit umgekehrtem Vorzeichen anzubringen.

In der Tabelle 1 findet man die Angaben zusammengestellt, die sich auf die 13 auf dem Gurten beobachteten Sternpaare beziehen; Tabelle 2 enthält die entsprechenden Angaben für die auf dem Rigi beobachteten 16 Sternpaare. Aus den beiden Tabellen sind ersichtlich:

Die Ordnungsnummer des Paares; die Nummer des Sternes – für die Station Gurten bezogen auf das Berliner Jahrbuch 1945, für die Station Rigi dem Katalog «Apparent places of fundamental stars 1949» entnommen; die Grösse, die Rektaszension und die Deklination; die Sternzeit des Durchganges durch die Vertikale Gurten-Rötiflüh oder Rigi-Lägern; die Zenitdistanzen beim Durchgang durch den Vertikal und die Summe der zwei Zenitdistanzen eines Paares. Die Buchstaben *O* und *U* nach der Kolonne «Sternzeit» geben an, ob es sich bei den nördlichen Sternen um einen oberen oder unteren Durchgang handelt. Mit *s* oder *n* wird in der drittletzten Kolonne darauf hingewiesen, ob eine südliche oder eine nördliche Zenitdistanz vorliegt. Die Zahlen *N* der letzten Kolonne geben an, wie oft ein Sternpaar beobachtet wurde. Die scheinbaren Örter der in Tabelle 1 aufgeführten Sterne mit eingeklammelter Nummer sind nicht im Jahrbuch enthalten; sie mussten gerechnet werden.

Die Deklinationen der Südsterne liegen zwischen $-10^\circ 2'$ und $+18^\circ 7'$, diejenigen der Nordsterne zwischen $69^\circ 20'$ und $79^\circ 38'$ in Tabelle 1 und zwischen $60^\circ 56'$ und $82^\circ 49'$ in Tabelle 2. Durchschnittlich gingen in einer Stunde ungefähr 3 Sternpaare durch den Vertikal. Sooft die Pausen zwischen den einzelnen Sternpaaren dazu ausreichten, wurde der Anschlusswinkel gemessen. Auf dem Rigi wurde auf die Beobachtungen einiger Sternpaare verzichtet, um häufiger Einstellungen auf das Objekt zu erhalten. Dabei ist darauf geachtet worden, dass im Laufe einer Nacht die Anzahl der Paare mit oberem Durchgang des Nordsternes gleich gross ausfiel wie die Anzahl der Paare mit unterem Durchgang des Nordsternes.

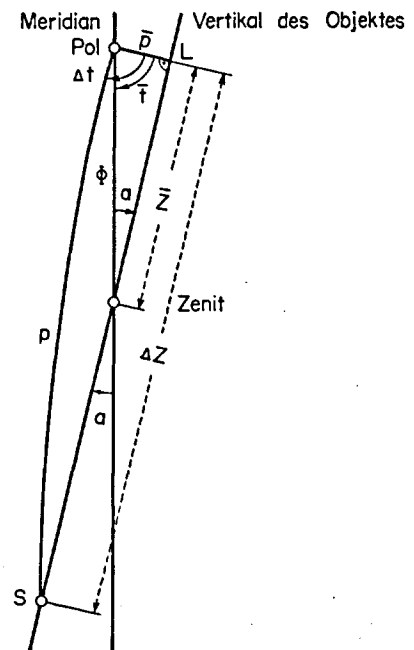


Tabelle 1: Sternprogramm für Rigi; $\varphi = 47^{\circ}3,7$

Paar Nr.	Boss Nr.	M	$\alpha_{1949,0}$	$\Delta\alpha$	$\delta_{1949,0}$	Prob. Err. δ_{50}	Zenitdistanz- Differenzen $z_s - z_n$
1	23 726	4,5	17 ^h 28 ^m ,7	3 ^m ,4	26 ^o 8',8	0,07	- 11',6
	23 821	5,2	32,1		68 10,1	,07	
2	24 093	5,7	17 42,9	8,7	53 49,3	0,14	+ 17,1
	24 342	5,1	51,6		40 1,0	,09	
3	24 518	5,9	17 58,5	3,3	45 30,2	0,13	+ 9,5
	24 607	6,1	18 1,8		48 27,7	,17	
4	24 916	5,0	18 13,6	5,4	64 22,8	0,06	- 5,4
	25 056	5,5	19,0		29 50,0	,13	
5	25 519	5,6	18 37,1	4,8	62 28,8	0,11	- 13,9
	25 643	5,5	41,9		31 52,5	,14	
6	25 732	5,9	18 44,6	5,8	41 23,2	0,18	- 10,3
	25 904	5,6	50,4		52 54,5	,13	
7	26 055	5,8	18 56,2	8,4	65 11,4	0,17	+ 23,2
	26 317	5,5	19 4,6		28 32,8	,10	
8	26 542	5,6	19 13,1	3,4	21 8,5	0,10	- 16,8
	26 638	4,6	16,5		73 15,7	,06	
9	26 708	6,1	19 19,3	5,0	57 32,9	0,17	+ 21,6
	26 846	5,1	24,3		36 12,9	,08	
10	26 947	3,9	19 28,4	4,6	51 37,2	0,05	+ 12,2
	27 070	5,3	33,0		42 18,0	,13	
11	27 068	5,6	19 33,0	4,8	51 7,6	0,12	+ 17,8
	27 213	5,4	37,8		42 42,0	,08	
12	27 315	6,0	19 42,0	7,3	41 39,0	0,16	- 23,0
	27 506	5,2	49,3		52 51,4	,09	
13	27 856	4,7	20 2,6	7,3	67 43,7	0,09	+ 4,2
	28 042	5,9	9,9		26 19,5	,09	
14	27 858	5,7	20 2,6	8,1	32 4,4	0,11	+ 7,6
	28 071	5,7	10,7		61 55,4	,09	
15	28 108	4,3	20 12,2	3,7	56 24,7	0,06	- 9,7
	28 218	4,9	15,9		37 52,4	,13	
16	28 304	5,6	20 18,8	3,0	62 5,7	0,11	+ 0,3
	28 378	4,6	21,8		32 1,4	,11	
17	28 339	5,9	20 20,4	8,1	45 37,8	0,15	- 17,2
	28 537	4,9	28,5		48 46,8	,09	

Tabelle 2: Sternprogramm, Station Rigi; $\varphi = 47^{\circ} 3,7$
 Azimut Rigi - Lägern $a_n = 352^{\circ} 17,7$

Stern- paar Nr.	Stern Katalog Nr.	M	A.R. 1949,0	δ 1949,0	Stern im Vertikal Rigi - Lägern		Summe der Zenit- distanzen $z_s + z_n$	N																																																																																																																																																																																																																																																																						
					Sternzeit	Zenit- distanz																																																																																																																																																																																																																																																																								
1	1445	5,0	16 ^h 58,4 ^m	- 4 ^o 08,9	16 ^h 34,2 ^m	51 ^o 29'	s	65,5	1																																																																																																																																																																																																																																																																					
	1432	5,8	16 31,7	+ 60 55,8	47,0 0	14 03	n			2	260	4,8	6 52,7	+ 77 02,8	16 56,3 U	54 33	n	97,7	3	1459	4,4	17 24,0	+ 4 11,0	17 02,9	43 07	s	3	606	5,5	16 12,2	+ 76 00,4	17 15,8 0	29 41	n	74,3	5	668	3,7	17 45,3	+ 2 43,5	23,8	44 35	s	4	639	3,2	17 08,6	+ 65 46,6	17 33,0 0	19 00	n	69,2	5	688	3,4	18 18,7	- 2 54,8	55,0	50 14	s	5	1478	5,7	18 23,2	+ 8 00,1	18 03,6	39 17	s	102,8	7	284	5,8	7 25,6	+ 68 34,4	09,1 U	63 29	n	6	1484	5,4	18 34,0	+ 9 04,9	18 14,8	38 12	s	94,0	8	310	5,7	8 13,2	+ 75 54,9	24,9 U	55 46	n	7	685	5,0	18 13,6	+ 64 22,8	18 35,1 0	17 34	n	73,0	5	1500	5,4	19 09,9	- 8 01,6	44,3	55 23	s	8	Nf	5,3	10 25,0	+ 82 49,2	18 55,6 U	47 36	n	87,6	9	1511	4,6	19 31,6	+ 7 16,2	19 11,7	40 00	s	9	744	5,6	19 48,0	- 10 53,7	19 21,4	58 16	s	82,9	9	714	4,9	18 55,0	+ 71 13,8	35,0 0	24 38	n	10	1494	5,4	18 48,0	+ 75 22,5	19 47,7 0	29 00	n	86,4	9	1536	5,8	20 29,6	- 10 01,7	20 03,3	57 24	s	11	357	4,6	9 30,0	+ 70 03,4	20 08,9 U	61 57	n	99,3	9	772	5,2	20 36,7	+ 9 54,3	17,8	37 22	s	12	372	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	20 20,9 U	58 45	n	90,1	3	1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	27,7	31 19	s	13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s	14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel					
2	260	4,8	6 52,7	+ 77 02,8	16 56,3 U	54 33	n	97,7	3																																																																																																																																																																																																																																																																					
	1459	4,4	17 24,0	+ 4 11,0	17 02,9	43 07	s			3	606	5,5	16 12,2	+ 76 00,4	17 15,8 0	29 41	n	74,3	5	668	3,7	17 45,3	+ 2 43,5	23,8	44 35	s	4	639	3,2	17 08,6	+ 65 46,6	17 33,0 0	19 00	n	69,2	5	688	3,4	18 18,7	- 2 54,8	55,0	50 14	s	5	1478	5,7	18 23,2	+ 8 00,1	18 03,6	39 17	s	102,8	7	284	5,8	7 25,6	+ 68 34,4	09,1 U	63 29	n	6	1484	5,4	18 34,0	+ 9 04,9	18 14,8	38 12	s	94,0	8	310	5,7	8 13,2	+ 75 54,9	24,9 U	55 46	n	7	685	5,0	18 13,6	+ 64 22,8	18 35,1 0	17 34	n	73,0	5	1500	5,4	19 09,9	- 8 01,6	44,3	55 23	s	8	Nf	5,3	10 25,0	+ 82 49,2	18 55,6 U	47 36	n	87,6	9	1511	4,6	19 31,6	+ 7 16,2	19 11,7	40 00	s	9	744	5,6	19 48,0	- 10 53,7	19 21,4	58 16	s	82,9	9	714	4,9	18 55,0	+ 71 13,8	35,0 0	24 38	n	10	1494	5,4	18 48,0	+ 75 22,5	19 47,7 0	29 00	n	86,4	9	1536	5,8	20 29,6	- 10 01,7	20 03,3	57 24	s	11	357	4,6	9 30,0	+ 70 03,4	20 08,9 U	61 57	n	99,3	9	772	5,2	20 36,7	+ 9 54,3	17,8	37 22	s	12	372	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	20 20,9 U	58 45	n	90,1	3	1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	27,7	31 19	s	13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s	14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3															
3	606	5,5	16 12,2	+ 76 00,4	17 15,8 0	29 41	n	74,3	5																																																																																																																																																																																																																																																																					
	668	3,7	17 45,3	+ 2 43,5	23,8	44 35	s			4	639	3,2	17 08,6	+ 65 46,6	17 33,0 0	19 00	n	69,2	5	688	3,4	18 18,7	- 2 54,8	55,0	50 14	s	5	1478	5,7	18 23,2	+ 8 00,1	18 03,6	39 17	s	102,8	7	284	5,8	7 25,6	+ 68 34,4	09,1 U	63 29	n	6	1484	5,4	18 34,0	+ 9 04,9	18 14,8	38 12	s	94,0	8	310	5,7	8 13,2	+ 75 54,9	24,9 U	55 46	n	7	685	5,0	18 13,6	+ 64 22,8	18 35,1 0	17 34	n	73,0	5	1500	5,4	19 09,9	- 8 01,6	44,3	55 23	s	8	Nf	5,3	10 25,0	+ 82 49,2	18 55,6 U	47 36	n	87,6	9	1511	4,6	19 31,6	+ 7 16,2	19 11,7	40 00	s	9	744	5,6	19 48,0	- 10 53,7	19 21,4	58 16	s	82,9	9	714	4,9	18 55,0	+ 71 13,8	35,0 0	24 38	n	10	1494	5,4	18 48,0	+ 75 22,5	19 47,7 0	29 00	n	86,4	9	1536	5,8	20 29,6	- 10 01,7	20 03,3	57 24	s	11	357	4,6	9 30,0	+ 70 03,4	20 08,9 U	61 57	n	99,3	9	772	5,2	20 36,7	+ 9 54,3	17,8	37 22	s	12	372	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	20 20,9 U	58 45	n	90,1	3	1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	27,7	31 19	s	13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s	14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																
4	639	3,2	17 08,6	+ 65 46,6	17 33,0 0	19 00	n	69,2	5																																																																																																																																																																																																																																																																					
	688	3,4	18 18,7	- 2 54,8	55,0	50 14	s			5	1478	5,7	18 23,2	+ 8 00,1	18 03,6	39 17	s	102,8	7	284	5,8	7 25,6	+ 68 34,4	09,1 U	63 29	n	6	1484	5,4	18 34,0	+ 9 04,9	18 14,8	38 12	s	94,0	8	310	5,7	8 13,2	+ 75 54,9	24,9 U	55 46	n	7	685	5,0	18 13,6	+ 64 22,8	18 35,1 0	17 34	n	73,0	5	1500	5,4	19 09,9	- 8 01,6	44,3	55 23	s	8	Nf	5,3	10 25,0	+ 82 49,2	18 55,6 U	47 36	n	87,6	9	1511	4,6	19 31,6	+ 7 16,2	19 11,7	40 00	s	9	744	5,6	19 48,0	- 10 53,7	19 21,4	58 16	s	82,9	9	714	4,9	18 55,0	+ 71 13,8	35,0 0	24 38	n	10	1494	5,4	18 48,0	+ 75 22,5	19 47,7 0	29 00	n	86,4	9	1536	5,8	20 29,6	- 10 01,7	20 03,3	57 24	s	11	357	4,6	9 30,0	+ 70 03,4	20 08,9 U	61 57	n	99,3	9	772	5,2	20 36,7	+ 9 54,3	17,8	37 22	s	12	372	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	20 20,9 U	58 45	n	90,1	3	1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	27,7	31 19	s	13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s	14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																																	
5	1478	5,7	18 23,2	+ 8 00,1	18 03,6	39 17	s	102,8	7																																																																																																																																																																																																																																																																					
	284	5,8	7 25,6	+ 68 34,4	09,1 U	63 29	n			6	1484	5,4	18 34,0	+ 9 04,9	18 14,8	38 12	s	94,0	8	310	5,7	8 13,2	+ 75 54,9	24,9 U	55 46	n	7	685	5,0	18 13,6	+ 64 22,8	18 35,1 0	17 34	n	73,0	5	1500	5,4	19 09,9	- 8 01,6	44,3	55 23	s	8	Nf	5,3	10 25,0	+ 82 49,2	18 55,6 U	47 36	n	87,6	9	1511	4,6	19 31,6	+ 7 16,2	19 11,7	40 00	s	9	744	5,6	19 48,0	- 10 53,7	19 21,4	58 16	s	82,9	9	714	4,9	18 55,0	+ 71 13,8	35,0 0	24 38	n	10	1494	5,4	18 48,0	+ 75 22,5	19 47,7 0	29 00	n	86,4	9	1536	5,8	20 29,6	- 10 01,7	20 03,3	57 24	s	11	357	4,6	9 30,0	+ 70 03,4	20 08,9 U	61 57	n	99,3	9	772	5,2	20 36,7	+ 9 54,3	17,8	37 22	s	12	372	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	20 20,9 U	58 45	n	90,1	3	1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	27,7	31 19	s	13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s	14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																																																		
6	1484	5,4	18 34,0	+ 9 04,9	18 14,8	38 12	s	94,0	8																																																																																																																																																																																																																																																																					
	310	5,7	8 13,2	+ 75 54,9	24,9 U	55 46	n			7	685	5,0	18 13,6	+ 64 22,8	18 35,1 0	17 34	n	73,0	5	1500	5,4	19 09,9	- 8 01,6	44,3	55 23	s	8	Nf	5,3	10 25,0	+ 82 49,2	18 55,6 U	47 36	n	87,6	9	1511	4,6	19 31,6	+ 7 16,2	19 11,7	40 00	s	9	744	5,6	19 48,0	- 10 53,7	19 21,4	58 16	s	82,9	9	714	4,9	18 55,0	+ 71 13,8	35,0 0	24 38	n	10	1494	5,4	18 48,0	+ 75 22,5	19 47,7 0	29 00	n	86,4	9	1536	5,8	20 29,6	- 10 01,7	20 03,3	57 24	s	11	357	4,6	9 30,0	+ 70 03,4	20 08,9 U	61 57	n	99,3	9	772	5,2	20 36,7	+ 9 54,3	17,8	37 22	s	12	372	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	20 20,9 U	58 45	n	90,1	3	1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	27,7	31 19	s	13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s	14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																																																																			
7	685	5,0	18 13,6	+ 64 22,8	18 35,1 0	17 34	n	73,0	5																																																																																																																																																																																																																																																																					
	1500	5,4	19 09,9	- 8 01,6	44,3	55 23	s			8	Nf	5,3	10 25,0	+ 82 49,2	18 55,6 U	47 36	n	87,6	9	1511	4,6	19 31,6	+ 7 16,2	19 11,7	40 00	s	9	744	5,6	19 48,0	- 10 53,7	19 21,4	58 16	s	82,9	9	714	4,9	18 55,0	+ 71 13,8	35,0 0	24 38	n	10	1494	5,4	18 48,0	+ 75 22,5	19 47,7 0	29 00	n	86,4	9	1536	5,8	20 29,6	- 10 01,7	20 03,3	57 24	s	11	357	4,6	9 30,0	+ 70 03,4	20 08,9 U	61 57	n	99,3	9	772	5,2	20 36,7	+ 9 54,3	17,8	37 22	s	12	372	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	20 20,9 U	58 45	n	90,1	3	1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	27,7	31 19	s	13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s	14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																																																																																				
8	Nf	5,3	10 25,0	+ 82 49,2	18 55,6 U	47 36	n	87,6	9																																																																																																																																																																																																																																																																					
	1511	4,6	19 31,6	+ 7 16,2	19 11,7	40 00	s			9	744	5,6	19 48,0	- 10 53,7	19 21,4	58 16	s	82,9	9	714	4,9	18 55,0	+ 71 13,8	35,0 0	24 38	n	10	1494	5,4	18 48,0	+ 75 22,5	19 47,7 0	29 00	n	86,4	9	1536	5,8	20 29,6	- 10 01,7	20 03,3	57 24	s	11	357	4,6	9 30,0	+ 70 03,4	20 08,9 U	61 57	n	99,3	9	772	5,2	20 36,7	+ 9 54,3	17,8	37 22	s	12	372	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	20 20,9 U	58 45	n	90,1	3	1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	27,7	31 19	s	13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s	14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																																																																																																					
9	744	5,6	19 48,0	- 10 53,7	19 21,4	58 16	s	82,9	9																																																																																																																																																																																																																																																																					
	714	4,9	18 55,0	+ 71 13,8	35,0 0	24 38	n			10	1494	5,4	18 48,0	+ 75 22,5	19 47,7 0	29 00	n	86,4	9	1536	5,8	20 29,6	- 10 01,7	20 03,3	57 24	s	11	357	4,6	9 30,0	+ 70 03,4	20 08,9 U	61 57	n	99,3	9	772	5,2	20 36,7	+ 9 54,3	17,8	37 22	s	12	372	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	20 20,9 U	58 45	n	90,1	3	1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	27,7	31 19	s	13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s	14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																																																																																																																						
10	1494	5,4	18 48,0	+ 75 22,5	19 47,7 0	29 00	n	86,4	9																																																																																																																																																																																																																																																																					
	1536	5,8	20 29,6	- 10 01,7	20 03,3	57 24	s			11	357	4,6	9 30,0	+ 70 03,4	20 08,9 U	61 57	n	99,3	9	772	5,2	20 36,7	+ 9 54,3	17,8	37 22	s	12	372	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	20 20,9 U	58 45	n	90,1	3	1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	27,7	31 19	s	13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s	14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																																																																																																																																							
11	357	4,6	9 30,0	+ 70 03,4	20 08,9 U	61 57	n	99,3	9																																																																																																																																																																																																																																																																					
	772	5,2	20 36,7	+ 9 54,3	17,8	37 22	s			12	372	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	20 20,9 U	58 45	n	90,1	3	1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	27,7	31 19	s	13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s	14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																																																																																																																																																								
12	372	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	20 20,9 U	58 45	n	90,1	3																																																																																																																																																																																																																																																																					
	1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	27,7	31 19	s			13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s	14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																																																																																																																																																																									
13	395	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	20 42,1 U	55 42	n	93,1	6																																																																																																																																																																																																																																																																					
	1555	4,8	21 7,9	+ 9 55,5	49,0	37 21	s			14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s	15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																																																																																																																																																																																										
14	734	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	21 01,1 0	33 34	n	89,0	5																																																																																																																																																																																																																																																																					
	1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	09,4	55 27	s			15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n	16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																																																																																																																																																																																																											
15	1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	21 23,0	44 52	s	73,2	3																																																																																																																																																																																																																																																																					
	770	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	28,3 0	28 22	n			16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s	Mittel							84,3																																																																																																																																																																																																																																												
16	803	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	21 35,1 0	15 31	n	70,9	3																																																																																																																																																																																																																																																																					
	840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	48,5	55 24	s			Mittel							84,3																																																																																																																																																																																																																																																													
Mittel							84,3																																																																																																																																																																																																																																																																							

Tabelle 3: Mittlere Fehler eines Doppelkontaktes: Station Gurten, 1945

Kat. Nr.	M	A.R. 1945,0	δ 1945,0	n	μ	μ'	$\frac{\mu}{\mu'}$
1536	5,8	20 ^h 29 ^m ,4	- 10° 02',5	6	± 0 ^s ,034	± 0 ^s ,029	1,2
1547	4,8	20 49,7	- 9 11,5	1	,041	,029	(1,4)
1486	4,7	18 39,3	- 9 06,4	9	,031	,029	1,1
1500	5,4	19 09,7	- 8 02,0	9	,034	,029	1,2
717	3,6	19 03,3	- 4 58,0	10	,032	,029	1,1
688	3,4	18 18,5	- 2 54,9	9	,032	,029	1,1
677	4,0	17 57,9	+ 2 56,0	9	,032	,029	1,1
749	3,9	19 52,6	+ 6 16,1	10	,030	,029	1,0
1524	5,6	20 01,5	+ 7 07,3	8	,033	,029	1,1
1555	4,8	21 07,6	+ 9 54,5	1	,040	,029	(1,4)
1442	4,3	16 51,4	+ 10 15,3	3	,033	,029	1,1
656	2,1	17 32,4	+ 12 35,9	10	,027	,029	0,9
1454	5,2	17 17,9	+ 18 06,7	10	,028	,029	1,0
						Mittel :	1,1

234 U	4,7	6 ^h 12 ^m ,8	+ 69° 20',6	9	± 0 ^s ,071 ¹⁾	± 0 ^s ,062	1,1
809 O	3,3	21 28,0	+ 70 19,1	8	,066	,065	1,0
817 O	4,8	21 41,1	+ 71 03,5	6	,066	,067	1,0
714 O	4,9	18 55,1	+ 71 13,4	10	,066	,068	1,0
837 O	5,0	22 08,8	+ 72 04,2	1	,050	,071	(0,7)
695 O	3,7	18 22,0	+ 72 42,6	3	,101	,074	1,4
729 O	4,6	19 16,6	+ 73 15,2	9	,082	,076	1,1
770 O	5,2	20 32,3	+ 74 46,0	10	,084	,085	1,0
173 U	6,0	4 41,4	+ 75 50,7	9	,112 ²⁾	,092	1,2
115 U	5,5	3 13,3	+ 77 32,1	10	,138	,108	1,3
759 O	4,4	20 10,8	+ 77 32,8	9	,142	,108	1,3
191 U	5,2	5 13,5	+ 79 10,4	10	,208	,131	1,6
248 U	5,6	6 36,9	+ 79 37,8	1	,195	,140	(1,4)
						Mittel :	1,2

Mittel ohne Sterne mit $\delta > 77^\circ$: 1,1

1) ohne Berücksichtigung des Durchgangs vom 25. Juli, der nur eine reduzierte Anzahl Kontakte aufwies (Feldbuch: Sehr schwach, Wolken)

2) ohne Berücksichtigung des Durchgangs vom 13. Juli, der eine extreme Verbesserung von 1,2 Sekunden enthält.

Tabelle 4: Mittlere Fehler eines Doppelkontaktes; Station Rigi, 1949.

Kat. Nr.	M	A.R. 1949,0	δ 1949,0	n	μ	μ'	$\frac{\mu}{\mu'}$
744	5,6	19 ^h 48 ^m ,0	- 10° 53',7	9	$\pm 0^s,029$	$\pm 0^s,029$	1,0
1536	5,8	20 29,6	- 10 01,7	9	,037	,029	1,3
1569	4,8	21 35,0	- 8 05,0	5	,028	,029	1,0
840	4,3	22 14,1	- 8 02,3	3	,032	,029	1,1
1500	5,4	19 09,9	- 8 01,6	5	,034	,029	1,2
1445	5,0	16 58,4	- 4 08,9	1	,039	,029	(1,3)
688	3,4	18 18,7	- 2 54,8	5	,029	,029	1,0
1574	5,5	21 44,6	+ 2 27,0	3	,039	,029	1,3
668	3,7	17 45,3	+ 2 43,5	5	,028	,029	1,0
1459	4,4	17 24,0	+ 4 11,0	3	,031	,029	1,1
1511	4,6	19 31,6	+ 7 16,2	9	,032	,029	1,1
1478	5,7	18 23,2	+ 8 00,1	7	,033	,029	1,1
1484	5,4	18 34,0	+ 9 04,9	8	,033	,029	1,1
772	5,2	20 36,7	+ 9 54,3	9	,031	,029	1,1
1555	4,8	21 07,9	+ 9 55,5	6	,034	,029	1,2
1541	4,5	20 44,3	+ 15 56,4	3	,029	,029	1,0
Mittel: 1,1							
1432 O	5,8	16 ^h 31 ^m ,7	+ 60° 55',8	1	$\pm 0^s,049$	$\pm 0^s,046$	(1,1)
803 O	2,6	21 17,4	+ 62 22,1	3	,040	,048	0,8
685 O	5,0	18 13,6	+ 64 22,8	5	,054	,050	1,1
639 O	3,4	17 08,6	+ 65 46,6	5	,056	,053	1,1
284 U	5,8	7 25,6	+ 68 34,4	7	,062	,059	1,0
375 U	4,6	9 30,0	+ 70 03,4	9	,071	,063	1,1
714 O	4,9	18 55,0	+ 71 13,8	9	,058	,066	0,9
372 U	6,0	9 53,9	+ 73 07,4	3	,081	,074	1,1
770 O	5,2	20 32,2	+ 74 46,8	3	,070	,082	0,9
1494 O	5,4	18 48,0	+ 75 22,5	9	,072	,085	0,8
310 U	5,7	8 13,2	+ 75 54,9	8	,095	,089	1,1
395 U	5,0	10 30,8	+ 75 58,6	6	,087	,089	1,0
606 O	5,5	16 12,2	+ 76 00,4	5	,089	,089	1,0
260 U	4,8	6 52,7	+ 77 02,8	3	,114	,097	1,2
734 O	6,0	19 24,8	+ 79 30,1	5	,150	,125	1,2
Nf U	5,3	10 25,0	+ 82 49,2	9	,462	,229	2,0
Mittel: 1,1							
Mittel ohne Sterne mit $\delta > 77^\circ$: 1,0							

6. Die Genauigkeit der Durchgangsbeobachtungen

Es ist darauf verzichtet worden, das Fernrohr in der Zenitdistanz nachzuführen. Die Sternbilder bewegten sich also während des Beobachtungsvorganges nicht nur senkrecht zum Vertikalfaden, sondern auch in dessen Richtung. Stets wurde darauf geachtet, dass sich das Sternbild bei den zwei Registrierungen ein und desselben Kontaktes in den beiden Fernrohrlagen näherungsweise an der gleichen Stelle des beweglichen Vertikalfadens befand. Mit je grösserer Annäherung dies geschieht, um so vollständiger wird der Fehlereinfluss der Fadenschiefe ausgemerzt. Beträgt die Schiefe des beweglichen Vertikalfadens $1'$, so sollen die beiden Stellen weniger als $3^s,4$ voneinander entfernt sein. Dann wird der Abstand des Sternbildes vom Vertikalmittelfaden um weniger als $0^s,001$ verfälscht.

In der Richtung des Vertikalfadens beträgt die Ausdehnung des Gesichtsfeldes rund 100 Zeitsekunden. Soll die Fadenschiefe $1'$ nicht übersteigen, so darf das scharfe Bild eines Punktes, der zuerst am einen Ende des Vertikalfadens eingestellt wurde, nach dem Kippen des Fernrohres am gegenüberliegenden Rande des Gesichtsfeldes nicht mehr als $0^s,4$ Abstand vom Faden haben. Die Dicke des Fadens war von der Grössenordnung $0^s,2$. Es wurde so lange berichtet, bis der angezielte Punkt beim Kippen unter dem Faden blieb. Auf dem Gurten war das Bild des Lichtsignals auf Rötifluh nur während der Vorbereitungsarbeiten ruhig genug, um die beschriebene Korrektur vornehmen zu können; in den eigentlichen Beobachtungsnächten flackerte das Bild viel zu sehr. Günstiger lagen die Verhältnisse auf dem Rigi. Das Bild des Signales auf Lägern war in der Regel so ruhig, dass es sich ohne Schwierigkeit scharf anzielen liess.

Die Durchgangszeiten sind stets aus 10 Kontaktpaaren abgeleitet worden. Aus jedem Sterndurchgang wurde der mittlere Fehler eines Doppelkontaktes gerechnet. Die Durchschnittswerte jedes einzelnen Sternes sind in den Tabellen 3 und 4 aufgeführt; man findet sie in der drittletzten, mit μ überschriebenen Kolonne. Die Zahlen n der voranstehenden Kolonne geben an, aus wieviel Einzelwerten die μ hervorgegangen sind. Die Gesamtzahl der beobachteten Sterndurchgänge beträgt 190 auf dem Gurten und 180 auf dem Rigi. In den Tabellen 3 und 4 sind die Sterne nach der Deklination geordnet. Die erste Kolonne gibt die Sternnummern; in Tabelle 3 beziehen sie sich auf das Berliner Jahrbuch, in Tabelle 4 auf den Katalog «*Apparent places of fundamental stars*». Ein zugefügtes O oder U weist darauf hin, ob es sich um einen oberen oder unteren nördlichen Durchgang handelt.

Liegen Meridianbeobachtungen vor, so lassen sich die mittleren Fehler eines Doppelkontaktes ausgleichen nach dem Ansatz

$$\mu'_M = \sqrt{a^2 + \frac{b^2}{V^2} \cdot \sec^2 \delta}$$

Sind Durchgänge ausserhalb des Meridianes beobachtet worden, so kann man einen entsprechenden Ansatz aufstellen, indem an Stelle der Geschwindigkeit des Sternbildes senkrecht zum Meridian die Geschwindigkeit senkrecht zum betreffenden Vertikal gesetzt wird. Der Ausdruck lautet dann:

$$\mu' = \sqrt{a^2 + \frac{b^2}{V^2} \cdot \sec^2 \delta \cdot \sec^2 q}$$

In den Jahren 1924–1930 sind vom gleichen Beobachter mit dem Durchgangsinstrument Bamberg Nr. 8804 eine grosse Anzahl von Meridiandurchgängen beobachtet worden. Die daraus abgeleiteten Konstanten a und b betragen:

$$a = 0,021; b = 1,67$$

Die verwendete Vergrösserung V war durchweg 86fach. Die Werte μ' , die in der zweitletzten Kolonne der Tabellen 3 und 4 stehen, wurden durch Einsetzen dieser Konstanten a , b und V erhalten. Auf dem Gurten und auf dem Rigi waren die Durchgangsbeobachtungen zu wenig zahlreich, um daraus zuverlässige Werte von a und b ableiten zu können.

In der letzten Kolonne der beiden Tabellen stehen die Quotienten $\mu : \mu'$. Ihr Durchschnittswert beläuft sich in Tabelle 3 auf 1,1 bei den Süd- und auf 1,2 bei den Nordsternen. Die eingeklammerten Beträge gingen nur aus einer einzigen Durchgangsbeobachtung hervor; wegen ihrer grossen Unsicherheit sind sie nicht zur Mittelbildung verwendet worden. Die auf gleiche Art gerechneten Durchschnittswerte der Tabelle 4 betragen sowohl bei den Süd- als auch bei den Nordsternen 1,1. Dazu ist noch zu bemerken, dass an den Mikrometerkontakten keine Korrekturen wegen der Bahnkrümmung angebracht worden sind. Diese Reduktion wurde zur Vereinfachung der Rechnung erst an den gemittelten Durchgangszeiten berücksichtigt (vgl. 11. Kapitel). Dadurch wurde die Berechnung von μ etwas verfälscht, und zwar um so mehr, je grösser die Deklination des beobachteten Sternes war. Dies kommt in den

Tabellen 3 und 4 im allmählichen Anwachsen des Quotienten $\mu : \mu'$ mit wachsendem δ der Nordsterne zum Ausdruck. Der Durchschnittswert wurde deshalb auch noch unter Weglassung aller Sterne mit $\delta > 77^\circ$ gebildet, wodurch er in Tabelle 3 von 1,2 auf 1,1 und in Tabelle 4 von 1,1 auf 1,0 sank.

Die geringe Abweichung des Durchschnittswertes der $\mu : \mu'$ vom Werte 1 besagt, dass die Beobachtungen in den beiden Vertikalen Gurten-Rötifluß und Rigi-Lägern, verglichen mit Beobachtungen von Meridiandurchgängen, bloss eine kleine Zunahme des mittleren Fehlers eines Doppelkontaktes ergeben haben. Mit anderen Worten, das Schieflaufen der Sternbilder bewirkte nur eine unbedeutende Verringerung der Genauigkeit des Nachfahrens. Ferner zeigt die Übereinstimmung der Durchschnittswerte $\mu : \mu'$ in den beiden Tabellen 3 und 4, dass die Beobachtungen der Sternbilder mit den unpersönlichen Mikrometern der beiden Durchgangsinstrumente gleich genau ausgefallen sind.

7. Die Instrumentalfehler

a) Die Kontaktbreite

An der Registriertrommel des unpersönlichen Mikrometers sind Kontaktstreifen angebracht, deren Breite kurz als Kontaktbreite bezeichnet wird. Diese ist auf verschiedene Weise bestimmt worden, je nachdem mit einem Undulator oder mit einem Chronographen gearbeitet wurde.

Das Ansprechen des Undulators ist nicht hörbar. Deshalb wurde bei der Bestimmung der Kontaktbreite auf der Station Gurten der Kopfhörer des Dreikreisempfängers so in den Mikrometerkreis eingeschaltet, dass jeder Trommelkontakt das Telefon kurzschloss. Bei langsamem Drehen der Trommel liessen sich dann die Kontaktstellen abhören und die zugeordneten Ablesungen vornehmen. Die Registriertrommel ist derart während zweier voller Umdrehungen abgetastet worden, sowohl im Sinne zunehmender als auch im Sinne abnehmender Teilung. Die zwei auf dem Gurten durchgeführten Bestimmungen haben ergeben:

Ort	Datum 1945	Kontaktbreite D.I. Nr. 8804
Gurten	13. Juli	+ 0 ^s ,105
Gurten	26. Juli	+ 0 ^s ,103

In die Reduktionsrechnungen ist der Mittelwert +0^s,104 eingeführt worden.

Auf dem Rigi wurde bei eingeschaltetem Mikrometerkreis die Registriertrommel vorsichtig gedreht, bis der Chronograph ansprach. Die Kontakte wurden wiederum über 2 volle Umdrehungen abgetastet. Es sind 4 Bestimmungen vorgenommen worden, am 8. und 23. Juli sowie am 2. und 10. August. Sie ergaben alle den gleichen Wert 0^s,105. Dieser Betrag ist zur Auswertung der auf dem Rigi ausgeführten Beobachtungen benützt worden.

b) Der tote Gang der Mikrometerschraube

Die beobachteten Sterndurchgänge gruppieren sich um die beiden Zenitdistanzen 45° Nord und 45° Süd. Der tote Gang der Mikrometerschraube wurde dementsprechend in den beiden Fernrohrstellungen 45° und 315° bestimmt. Aus den Messungen auf dem Gurten und auf dem Rigi gingen die nachstehenden Durchschnittswerte hervor.

Ort	Datum	Fernrohrstellung	
		45°	315°
	1945	D.I. Nr. 8804	
Gurten	12. Juli	- 0 ^s ,001	+ 0 ^s ,002
	26. Juli	- 0 ^s ,005	+ 0 ^s ,003
	Mittel:	- 0 ^s ,003	+ 0 ^s ,002
	Gesamtmittel:	- 0 ^s ,000	

Ort	Datum	Fernrohrstellung	
		45°	315°
	1949	D.I. Nr. 13999	
Rigi	8. Juli	- 0 ^s ,004	- 0 ^s ,002
	23. Juli	- 0 ^s ,002	+ 0 ^s ,015
	2. August	- 0 ^s ,002	+ 0 ^s ,009
	10. August	+ 0 ^s ,007	+ 0 ^s ,010
	Mittel:	0 ^s ,000	+ 0 ^s ,008
	Gesamtmittel:	+ 0 ^s ,004	

Zur Auswertung der Durchgangsbeobachtungen sind die Gesamtmittel verwendet worden.

Bei der Messung des toten Ganges wird ein einfacher Faden in die Mitte eines Doppelfadens gebracht, das eine Mal im Sinne zunehmender, das andere Mal im Sinne abnehmender Teilung der Mikrometertrommel. Die Fadendicke belief sich auf wenige Zehntel Bogensekunden.

Der Abstand zwischen den Doppelfäden des Mikrometers vom D.I. Nr. 13999 war ungewöhnlich gross, rund 20". Ein so breiter Zwischenraum bewirkt eine Abnahme der Einstellgenauigkeit, und man kann sich fragen, ob wirklich der tote Gang der Mikrometerschraube oder hauptsächlich der systematische Unterschied der Einstellungen in den beiden Bewegungsrichtungen gemessen wurde. Auf alle Fälle erklärt der grosse Abstand der Doppelfäden des D.I. Nr. 13999 die stärkere Streuung der Einzelwerte.

In der Reduktionsformel tritt die halbe Summe der Kontaktbreite und des toten Ganges auf. Es wurden die folgenden Mittelwerte eingeführt: $\frac{1}{2}$ (Kontaktbreite + toter Gang) gleich

+0^s,052 auf Station Gurten

+0^s,054 auf Station Rigi

c) Die Neigungen der Drehachse

Der Teilwert der Achsenlibelle ist jeweils vor Beginn der Feldarbeit sowie nach deren Beendigung im Geodätischen Institut der Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich bestimmt worden. Die gefundenen Mittelwerte betragen:

Datum	Teilwert in			
	Blasenlänge	Bogensek.	Zeitsek.	Saaltemperatur
1945	Achsenlibelle des D.I. Nr. 8804			
15. Juni	34 ^p ,8	1 ^{''} ,24	0 ^s ,083	} + 18°
	40 ^p ,2	1 ^{''} ,26	0 ^s ,084	
10. August	34 ^p ,8	1 ^{''} ,24	0 ^s ,083	} + 18°
	39 ^p ,8	1 ^{''} ,26	0 ^s ,084	

Datum	Teilwert in			
	Blasenlänge	Bogensek.	Zeitsek.	Saaltemperatur
1949	Achsenlibelle des D.I. Nr. 13999			
30.-31. Mai	31 ^p ,2	1 ^{''} ,11	0 ^s ,074	} + 15-16°
	36 ^p ,0	1 ^{''} ,10	0 ^s ,074	
	41 ^p ,1	1 ^{''} ,12	0 ^s ,075	
	45 ^p ,0	1 ^{''} ,10	0 ^s ,074	
25.-26. August	33 ^p ,4	1 ^{''} ,09	0 ^s ,073	} + 19°
	41 ^p ,0	1 ^{''} ,10	0 ^s ,074	

Die Ergebnisse der beiden im Jahre 1945 durchgeführten Untersuchungen sind gleich ausgefallen. Die Abhängigkeit des Teilwertes von der Blasenlänge und von der Teilungsstelle erwies sich als so gering, dass sie vernachlässigt werden konnte. Auf dem Gurten schwankte die Blasenlänge zwischen 32^p,6 und 39^p,3. Die beobachteten Neigungen wurden mit dem Mittelwert 1 Pars = 0^s,0835 umgerechnet.

Während der Beobachtungen auf dem Rigi blieb die Blasenlänge innerhalb der Grenzen 34^p,0 und 39^p,5. Eine schwach angedeutete Abhängigkeit des Teilwertes von Blasenlänge und Teilungsstelle berücksichtigend, sind die Neigungen mit den folgenden Beträgen gerechnet worden:

1949	Verwendeter Teilwert
9. Juli	1 ^{''} ,11
10.-21. Juli	1 ^{''} ,10
22. Juli-5. August	1 ^{''} ,11
7.-8. August	1 ^{''} ,10

Sowohl auf dem Gurten als auch auf dem Rigi ist die Libelle immer vor und nach jedem Sterndurchgang sowie anlässlich jeder Messung des Anschlusswinkels abgelesen worden. Störungen traten keine auf. Die Neigungen der beiden Sterne eines Paares stimmten durchweg gut miteinander überein.

Die nachstehende Übersicht gibt von jeder Beobachtungsnacht das algebraische Mittel und das Mittel der Absolutwerte der beobachteten Neigungen, ferner den kleinsten und den grössten vorgekommenen Neigungsbetrag. Es soll noch darauf hingewiesen werden, dass in diesem Abschnitt unter Neigung stets die Erhebung des Westendes der Drehachse verstanden wird.

Neigungen

Datum 1945	Gurten 1945			
	Abendmittel		Extremwerte eines Abends	
	algebraisch	absolut	Minimum	Maximum
12. Juli	+ 0 ^s ,075	0 ^s ,075	+ 0 ^s ,042	+ 0 ^s ,106
13. Juli	+ 0 ^s ,045	0 ^s ,045	+ 0 ^s ,015	+ 0 ^s ,071
14. Juli	+ 0 ^s ,053	0 ^s ,053	+ 0 ^s ,013	+ 0 ^s ,092
17. Juli	- 0 ^s ,024	0 ^s ,026	- 0 ^s ,046	+ 0 ^s ,015
18. Juli	+ 0 ^s ,072	0 ^s ,072	+ 0 ^s ,052	+ 0 ^s ,084
21. Juli	- 0 ^s ,031	0 ^s ,032	- 0 ^s ,052	+ 0 ^s ,010
22. Juli	+ 0 ^s ,003	0 ^s ,011	- 0 ^s ,025	+ 0 ^s ,036
23. Juli	- 0 ^s ,044	0 ^s ,044	- 0 ^s ,071	- 0 ^s ,017
24. Juli	+ 0 ^s ,014	0 ^s ,018	- 0 ^s ,010	+ 0 ^s ,038
25. Juli	- 0 ^s ,023	0 ^s ,023	- 0 ^s ,050	- 0 ^s ,006

Datum 1949	Rigi 1949			
	Abendmittel		Extremwerte eines Abends	
	algebraisch	absolut	Minimum	Maximum
9. Juli	+ 0 ^s ,145	0 ^s ,145	+ 0 ^s ,124	+ 0 ^s ,168
10. Juli	- 0 ^s ,148	0 ^s ,148	- 0 ^s ,205	- 0 ^s ,035
11. Juli	- 0 ^s ,165	0 ^s ,165	- 0 ^s ,229	- 0 ^s ,063
12. Juli	- 0 ^s ,122	0 ^s ,122	- 0 ^s ,211	- 0 ^s ,028
21. Juli	+ 0 ^s ,063	0 ^s ,063	+ 0 ^s ,015	+ 0 ^s ,104
22. Juli	+ 0 ^s ,024	0 ^s ,024	+ 0 ^s ,009	+ 0 ^s ,054
4. August	- 0 ^s ,169	0 ^s ,169	- 0 ^s ,194	- 0 ^s ,137
5. August	- 0 ^s ,027	0 ^s ,032	- 0 ^s ,065	+ 0 ^s ,024
7. August	+ 0 ^s ,013	0 ^s ,027	- 0 ^s ,041	+ 0 ^s ,065
8. August	- 0 ^s ,033	0 ^s ,055	- 0 ^s ,118	+ 0 ^s ,070

Aus der Zusammenstellung ist ersichtlich, dass die beobachteten Neigungen auf beiden Stationen klein geblieben sind. Das arithmetische Mittel der Differenzen zwischen kleinstem und grösstem Wert eines Abends beträgt 0^s,056 auf Station Gurten und 0^s,114 auf Station Rigi.

Die auf Station Gurten gemessenen Neigungen weisen besonders geringfügige Schwankungen auf. Dies mag zur Hauptsache von der Stabilität des Pfeilers herrühren sowie von den getroffenen Vorsichtsmassnahmen, mit Beobachten frühestens eine Stunde nach Sonnenuntergang anzufangen und das Hüttendach mindestens eine Stunde vor Arbeitsbeginn abzudecken.

Die Neigungen, die auf der Station Rigi erhalten wurden, änderten sich während der einzelnen Nächte etwas mehr als diejenigen der Station Gurten. Im Laufe einer Nacht hat sich stets das Westende des Instrumentes gleichmässig gesenkt; eine Ausnahme macht allein der 9. Juli, an dem nur 3 Sternpaare beobachtet wurden. Nachfolgend führen wir die Unterschiede ($i_1 - i_2$) der beim letzten und beim ersten Sterndurchgang beobachteten Neigungen auf. Das Zeitintervall zwischen diesen beiden Libellenablesungen beträgt im Durchschnitt 3,7 Stunden.

Datum 1949	Beobachteter Neigungs- unterschied $i_1 - i_2$	Zeitintervall	Neigungsänderung in einer Stunde
10. Juli	- 0 ^s ,163	4 ^h 0 ^m	- 0 ^s ,041
11. Juli	- 0 ^s ,165	4 ^h 5 ^m	- 0 ^s ,040
12. Juli	- 0 ^s ,170	3 ^h 30 ^m	- 0 ^s ,049
21. Juli	- 0 ^s ,063	3 ^h 10 ^m	- 0 ^s ,020
22. Juli	- 0 ^s ,045	3 ^h 30 ^m	- 0 ^s ,013
4. August	- 0 ^s ,042	3 ^h 50 ^m	- 0 ^s ,011
5. August	- 0 ^s ,087	3 ^h 50 ^m	- 0 ^s ,023
7. August	- 0 ^s ,096	3 ^h 50 ^m	- 0 ^s ,025
8. August	- 0 ^s ,161	3 ^h 30 ^m	- 0 ^s ,046

Die auffallende Erscheinung kann vom Instrument herrühren. Eine grössere Wahrscheinlichkeit hat die Annahme einer Lageänderung des Untergrundes für sich.

Die Neigungen sind weder geglättet noch ausgeglichen worden. Jede Durchgangszeit wurde mit Hilfe der unmittelbar vorher und nachher vorgenommenen Libellenablesungen vom Instrumentenäquator auf den Instrumentenvertikal reduziert. Auf diese Weise gehen aus den einzelnen Sternpaaren vollständig voneinander unabhängige Instrumentenazimute hervor. Die beobachteten Neigungen findet man im Kapitel 11, Abschnitt a, Tabellen 9 und 10, einzeln aufgeführt.

8. Der Winkelwert einer Umdrehung der Mikrometerschraube

Die mikrometrische Messung des Anschlusswinkels Instrumentenvertikal-Objekt erfordert die genaue Kenntnis des Winkelwertes einer Umdrehung der Mikrometerschraube. Der im folgenden kurz mit Schraubenwert bezeichnete Betrag ist aus Durchgangsbeobachtungen von Südsternen abgeleitet worden. Dem Sternbild wurde jeweils kurz nach dessen Eintritt ins Gesichtsfeld und – ohne Umlegen des Fernrohres – kurz vor seinem Austritt so nachgefahren, dass je 20 entsprechende Kontakte hervorgingen. Der Zeitunterschied zwischen den Kontakten eines Paares entsprach n ganzen Umdrehungen der Mikrometerschraube. In der Regel war n gleich 10. Auf diese Weise wurden aus jedem Sterndurchgang 20 Werte des n -fachen Schraubenwertes erhalten.

Nach der beschriebenen Art sind auf dem Gurten am 12. und 13. Juli je 3 und am 23. und 24. Juli je 2 Südsterndurchgänge beobachtet worden. Bildet man aus den zeitlich benachbarten Bestimmungen die Mittelwerte, so ergibt sich:

12. und 13. Juli 1945: Schraubenwert = $10^s,509 \pm 0^s,002$

23. und 24. Juli 1945: Schraubenwert = $10^s,513 \pm 0^s,001$

Der Unterschied liegt zwischen dem anderthalbfachen und dem doppelten Betrag seines mittleren Fehlers; er ist also nicht verbürgt. Dementsprechend wurden auf der Station Gurten die Anschlusswinkel mit dem Gesamtmittel:

Schraubenwert = $10^s,511 \pm 0^s,001_5 = 157'',66 \pm 0'',02$

gerechnet.

Die Bestimmungen des Schraubenwertes, die auf dem Rigi vorgenommen wurden, zerfallen in 2 Gruppen. Die Beobachtungen von 7 Südsterndurchgängen in der Zeit vom 7. bis 20. Juli bilden die erste Gruppe, die 5 Durchgangsbeobachtungen vom 4. bis 8. August die zweite Gruppe. Zwischenhinein wurde das Mikrometer herausgenommen und neu eingesetzt. Die beiden Gruppenergebnisse sind:

1. Gruppe, Schraubenwert = $10^s,503 \pm 0^s,002 = 157'',54 \pm 0'',03$

2. Gruppe, Schraubenwert = $10^s,510 \pm 0^s,001 = 157'',65 \pm 0'',02$

Eine Prüfung des Unterschiedes der beiden Mittelwerte mit Hilfe statistischer Methoden* ergibt mit einer Wahrscheinlichkeit zwischen 95 und 99%, dass der Unterschied nicht zufälliger Art ist. Die Azimutmessungen vom 9. bis 22. Juli wurden deshalb mit dem ersten, diejenigen vom 4. bis 8. August mit dem zweiten Wert gerechnet.

Die Wirkung eines Fehlers im Schraubenwert lässt sich weitgehend unterdrücken, wenn entweder dafür gesorgt wird, dass positive und negative Werte des Anschlusswinkels sich nahezu aufheben, oder wenn der Anschlusswinkel klein gehalten wird. Auf dem Gurten kam die erste, auf dem Rigi die zweite Art zur Anwendung.

Die Abendwerte des mit F bezeichneten Abstandes der Lichtsignale Rötifluh oder Lägern vom Achsenäquator sind nachstehend aufgeführt.

Station Gurten, Signal Rötifluh

Datum 1945	F	Datum 1945	F	Datum 1945	F
12. Juli	- 0 ^R ,139	18. Juli	- 0 ^R ,316	24. Juli	- 0 ^R ,214
13. Juli	+ 0 ^R ,218	21. Juli	+ 0 ^R ,343	25. Juli	+ 0 ^R ,226
14. Juli	+ 0 ^R ,232	22. Juli	+ 0 ^R ,361		
17. Juli	- 0 ^R ,318	23. Juli	- 0 ^R ,397		
Summe:	- 0 ^R ,007	Summe:	- 0 ^R ,009	Summe:	+ 0 ^R ,012

Die Gesamtsumme der F beträgt -0^R,004, der Mittelwert also -0^R,0004.

Station Rigi, Signal Lägern

Datum 1949	F	Datum 1949	F	Datum 1949	F
9. Juli	+ 0 ^R ,001	21. Juli	+ 0 ^R ,026	4. August	+ 0 ^R ,011
10. Juli	+ 0 ^R ,005	22. Juli	+ 0 ^R ,024	5. August	+ 0 ^R ,018
11. Juli	+ 0 ^R ,011			8. August	+ 0 ^R ,065
12. Juli	+ 0 ^R ,012				
Summe:	+ 0 ^R ,029	Summe:	+ 0 ^R ,050	Summe:	+ 0 ^R ,094

* A.Linder: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Birkhäuser, Basel.

Als Mittelwert erhält man $+0^{\text{R}},019$. Weshalb der am 7. August aufgetretene Abendwert hier fehlt, findet man in Abschnitt 9 begründet.

Es soll noch der Einfluss eines Schraubenwertfehlers auf das Endergebnis abgeschätzt werden. Wir nehmen an, der eingeführte Schraubenwert sei mindestens um den dreifachen Betrag seines mittleren Fehlers falsch; das ergibt für beide Stationen einen maximalen Fehler $<0^{\text{R}},1$. Die Endergebnisse würden demnach verfälscht um weniger als $4'' \cdot 10^{-5}$ auf dem Gurten und $2'' \cdot 10^{-3}$ auf dem Rigi. Beide Beträge bleiben unterhalb der Rechnungsschärfe.

9. Die Anschlusswinkel Instrumentenvertikal-Objekt

Die Anschlusswinkel wurden im Laufe einer Nacht möglichst oft gemessen. Den folgenden Beobachtungsvorgang nennen wir einen Satz: je 8 Objekteinstellungen und Trommelablesungen in beiden Okularlagen, wobei gleich häufig der Faden von links und von rechts an das Signal herangeführt wird. Reichte die zur Verfügung stehende Zeit zur Durchführung eines Satzes nicht aus, so begnügte sich der Beobachter mit einem halben Satz, das heisst mit 4 Einstellungen in jeder Okularlage.

Das arithmetische Mittel aus den 8 oder 4 Trommelablesungen soll je nach der Okularlage mit T_E oder T_W bezeichnet werden, der Schraubenwert mit R . Dann beträgt der Abstand f des Objektes vom Achsenäquator:

$$f = \frac{T_E - T_W}{2} \cdot R$$

Die Zenitdistanz des Objektes betrug $z_0 = 89^{\circ}20'$ auf dem Gurten und $z_0 = 91^{\circ}20'$ auf dem Rigi. Dementsprechend gehen aus Gleichung (9) in Abschnitt 3c die folgenden Gebrauchsformeln hervor:

Gurten-Rötifluh

$$\Delta A = \left\{ \frac{T_E - T_W}{2} \cdot R - i \cdot 0,0116 \right\} 1,0001$$

Rigi-Lägern

$$\Delta A = \left\{ \frac{T_E - T_W}{2} \cdot R + i \cdot 0,0233 \right\} 1,0003$$

Die Neigung i ist hier positiv einzuführen, wenn das Ostende der Drehachse höher liegt als das Westende.

Auf dem Gurten sind ausschliesslich ganze, auf dem Rigi ganze und halbe Sätze gemessen worden. In der nachstehenden Übersicht ist angegeben, wie viele Sätze und Halbsätze in einer Nacht beobachtet wurden. Ferner findet man darin den Durchschnittswert des mittleren Fehlers m einer einzelnen Einstellung, herrührend vom Ziel- und vom Ablesefehler, für jede Beobachtungsnacht aufgeführt.

Datum 1945	Anzahl der Sätze	M.F. m einer Einstellung
12. Juli	5	$\pm 0^{\text{R}},39$
13. Juli	10	$\pm 0^{\text{R}},87$
14. Juli	13	$\pm 0^{\text{R}},49$
17. Juli	10	$\pm 0^{\text{R}},48$
18. Juli	11	$\pm 0^{\text{R}},73$
21. Juli	11	$\pm 0^{\text{R}},52$
22. Juli	11	$\pm 0^{\text{R}},61$
23. Juli	11	$\pm 0^{\text{R}},55$
24. Juli	11	$\pm 0^{\text{R}},43$
25. Juli	12	$\pm 0^{\text{R}},81$
Durchschnitt:		$\pm 0^{\text{R}},59$

Datum 1949	Anzahl der Sätze	Halbsätze	M.F. m einer Einstellung
9. Juli	—	6	$\pm 0^{\text{R}},27$
10. Juli	6	2	$\pm 0^{\text{R}},27$
11. Juli	4	5	$\pm 0^{\text{R}},32$
12. Juli	6	2	$\pm 0^{\text{R}},27$
21. Juli	6	—	$\pm 0^{\text{R}},25$
22. Juli	8	—	$\pm 0^{\text{R}},22$
4. August	8	—	$\pm 0^{\text{R}},39$
5. August	7	—	$\pm 0^{\text{R}},36$
8. August	8	2	$\pm 0^{\text{R}},27$
Durchschnitt:			$\pm 0^{\text{R}},29$

Aus den Messungen auf dem Gurten geht der Durchschnittswert $m = \pm 0^{\text{R}},59$ hervor; der entsprechende Durchschnitt, abgeleitet aus den Beobachtungen auf dem Rigi, ergibt den bedeutend kleineren Betrag $\pm 0^{\text{R}},29$. Der Unterschied rührt daher, dass sich das Fernrohrbild des Signales Lägern ruhiger verhielt und schärfer anzielen liess als

dasjenige des Signales Rötifluh. Den grössten mittleren Fehler m ergeben die Beobachtungen vom 13. Juli 1945. In dieser Nacht wehte auf Rötifluh sehr heftiger Westwind; auf dem Gurten blies es kräftig von Süden. Das Fernrohrbild bot sich dar als verschwommener Fleck, der wie eine kleine Flamme tanzte und flackerte. Auch während der übrigen im Juli 1945 durchgeführten Beobachtungen ging auf Rötifluh ein so starker Wind, dass Gefahr bestand, es blase den Scheinwerfer vom Pfeiler hinunter. Im Gegensatz dazu traten in den Beobachtungsnächten des Jahres 1949 nur bedeutend schwächere Luftströmungen auf.

Der Abstand f weist einen mittleren Fehler $\frac{m}{4}$ oder $\frac{m}{2\sqrt{2}}$ auf, je nachdem ob er aus einem ganzen oder aus einem halben Satz erhalten wird. Der Einfluss der Neigung bleibt so gering, dass der mittlere Fehler des f gleich dem mittleren Fehler des Anschlusswinkels ΔA gesetzt werden kann. Demnach ging auf dem Gurten das ΔA aus einem Satz hervor mit einem mittleren Fehler von durchschnittlich $\pm 0'',15$; auf dem Rigi wurde das ΔA aus einem Satz mit einem mittleren Fehler von $\pm 0'',07$, aus einem Halbsatz mit einem mittleren Fehler von $0'',10$ erhalten. Diese mittleren Fehler setzen sich zusammen aus dem Zielfehler und dem Ablesefehler sowie aus allfälligen Schwankungen der Seitenrefraktion während einer Satz- oder Halbsatzmessung.

Die Schwankungen zwischen den einzelnen im Laufe einer Nacht gemessenen Anschlusswinkeln ΔA sind oft bedeutend grösser, als die mittleren Fehler m erwarten lassen. Dies dürfte zur Hauptsache von Veränderungen der Instrumentenstellung und der Seitenrefraktion herrühren. Die Grössenordnung der Ausschläge ist aus den nachstehenden in den einzelnen Nächten aufgetretenen Extremwerten ersichtlich.

Datum 1945	Anschlusswinkel ΔA		
	Minimum	Maximum	Differenz
12. Juli	- 22',17	- 21',40	0',77
13. Juli	+ 32',98	+ 35',31	2',33
14. Juli	+ 35',96	+ 37',36	1',40
17. Juli	- 51',02	- 49',32	1',70
18. Juli	- 50',49	- 49',24	1',25
21. Juli	+ 53',61	+ 54',86	1',25
22. Juli	+ 55',76	+ 58',02	2',26
23. Juli	- 63',17	- 61',03	2',14
24. Juli	- 34',46	- 32',70	1',76
25. Juli	+ 34',93	+ 36',33	1',40
Durchschnitt: 1',63			

Datum 1949	Anschlusswinkel ΔA		
	Minimum	Maximum	Differenz
9. Juli	- 0',65	+ 0',71	1',36
10. Juli	- 0',55	+ 1',84	2',39
11. Juli	+ 1',59	+ 2',12	0',53
12. Juli	+ 1',24	+ 2',53	1',29
21. Juli	+ 2',84	+ 4',91	2',07
22. Juli	+ 2',47	+ 4',40	1',93
4. August	+ 0',94	+ 2',61	1',67
5. August	+ 1',40	+ 3',63	2',23
8. August	+ 9',25	+ 11',53	2',28
Durchschnitt: 1',75			

Im Durchschnitt haben sich die ΔA im Laufe einer Nacht zwischen Grenzen gehalten, die um rund $1'',7$ auseinanderliegen. Obwohl sich das Signal auf Rötifluh bedeutend ungünstiger darbot als das Signal auf Lägern, streuten die ΔA auf den beiden Stationen Gurten und Rigi durchschnittlich um gleichviel. Dazu ist zu bemerken, dass sich der Pfeiler auf dem Gurten ruhiger verhielt als der Pfeiler auf dem Rigi; die Betrachtung der beobachteten Achsenneigungen zeigt dies deutlich. Weiter ist erwähnenswert, dass in der Zeit vom 9. bis 22. Juli 1949 an der Azimutstellung des Instrumentes nichts geändert wurde; ebenso blieb die Azimutschraube vom 4. auf den 5. August 1949 unberührt. Nach dem 5. August 1949 war eine Verstellung nötig gewesen, weil das Bild des Signales Lägern so nahe an einen der festen Faden gerückt war, dass dies die Zielung störte.

Wie bereits in Abschnitt 3a gesagt wurde, ist aus jedem Sternpaar ein Wert des Azimutes abgeleitet worden. Diese Einzelwerte wären vollständig voneinander unabhängig, wenn stets vor und nach jedem Sternpaar der Anschlusswinkel ΔA gemessen würde; zwischen 2 aufeinanderfolgenden Sternpaaren wäre also ΔA 2 mal zu beobachten. Dazu reicht die Zeit nicht aus, wenn in $3\frac{1}{2}$ bis 4 Stunden die Durchgänge von 10 Sternpaaren registriert werden sollen. Die Einrahmung des Durchganges eines einzelnen Sternpaares mit Messungen des Anschlusswinkels kam auf dem Gurten 49mal, auf dem Rigi 30mal vor. Ferner wurden auf dem Gurten 19mal 2 Sternpaare mit Messungen des Anschlusswinkels eingerahmt und 2mal 3 Sternpaare. Die entsprechenden Zahlen der Station Rigi sind: 18mal 2 Sternpaare, 2mal 3 Sternpaare und 2mal 4 Sternpaare. Aus je 2 einrahmenden Anschlusswinkeln sind für die Epochen der Sternpaare die ΔA linear interpoliert worden. Auf dem Gurten mussten am letzten Abend die ΔA für 2 Sternpaare extrapoliert werden. Die beobachteten und die daraus abgeleiteten ΔA sind in den Tabellen 13 bis 17 vollständig aufgeführt.

Es folgen noch einige Bemerkungen über das Verhalten der ΔA auf den beiden Stationen. Die ΔA einer Nacht wurden graphisch aufgetragen und aufeinanderfolgende Punkte durch eine Gerade miteinander verbunden. Über die so entstehenden gebrochenen Linienzüge lässt sich folgendes sagen:

a) *Station Gurten*

Die ΔA von 7 Nächten streuen unregelmässig um die Achsenparallele, deren Ordinate gleich dem Mittelwert der ΔA ist. Ein systematischer Verlauf ist nur in 3 Nächten angedeutet; am 14. Juli lässt sich der Linienzug durch einen schwach ansteigenden, nach unten konkaven Bogen ersetzen, am 22. Juli durch eine abfallende Gerade und am 25. Juli durch eine sinusartige Kurve.

b) *Station Rigi*

Die Linienzüge vom 10. und 21. Juli zeigen eine Zunahme des ΔA während der ganzen Beobachtungsdauer; die übrigen verlaufen unregelmässig. In 5 von 9 Nächten hat die erste der verwendeten Messungen des ΔA einen bedeutend kleineren Wert ergeben als die zweite. Die betreffenden Abende und ΔA sind:

Datum 1949	Anschlusswinkel				Zunahme des ΔA
	vor dem ersten Sternpaar MEZ	ΔA	nach dem ersten Sternpaar MEZ	ΔA	
10. Juli	21 ^h 39 ^m - 0',55		22 ^h 20 ^m + 0',45		+ 1',00
21. Juli	21 ^h 26 ^m + 2',84		22 ^h 09 ^m + 3',82		+ 0',98
22. Juli	21 ^h 32 ^m + 2',47		22 ^h 04 ^m + 4',09		+ 1',62
5. August	21 ^h 26 ^m + 1',40		22 ^h 02 ^m + 3',01		+ 1',61
8. August	21 ^h 13 ^m + 9',55		21 ^h 50 ^m + 10',78		+ 1',23

In all diesen Nächten hat die erste Messung das kleinste ΔA ergeben; ferner nehmen die Unterschiede zwischen grösstem und kleinstem ΔA grössere Beträge an als in den übrigen Nächten.

Die beste Übereinstimmung der beobachteten ΔA trat am 11. Juli auf; sie liegen innerhalb des Bereiches einer halben Bogensekunde.

Einer besonderen Erwähnung bedürfen die Messungen des Anschlusswinkels vom 7. August. Ihre Ergebnisse fallen vollständig aus der Reihe. Wie aus den nachstehenden Einzelwerten hervorgeht, streuten die ΔA viel stärker als in den übrigen Nächten.

	MEZ	ΔA	Differenz
7. August 1949	21 ^h 12 ^m	- 53',73	
	21 ^h 56 ^m	- 57',48	- 3',75
	22 ^h 28 ^m	- 58',45	- 0',97
	22 ^h 50 ^m	- 59',59	- 1',14
	23 ^h 16 ^m	- 58',57	+ 1',02
	23 ^h 46 ^m	- 56',80	+ 1',77
	00 ^h 38 ^m	- 59',82	- 3',02
	01 ^h 22 ^m	- 58',55	+ 1',27

Am Instrument war seit den Beobachtungen vom 5. August nichts anderes vorgenommen worden als eine Schwenkung von rund einer Bogenminute durch Betätigung der Azimutverstellungsschraube. Eine am nächsten Tage durchgeführte Untersuchung des Instrumentes liess keine einleuchtende Erklärung für die ungewöhnlich grossen Schwankungen des Anschlusswinkels finden. Während der Beobachtungen vom 8. August traten keine Störungen mehr auf. Ergänzend ist noch hinzuzufügen, dass sich in den Achsenneigungen vom 7. August nichts Ungewohntes zeigt. Ferner stimmen die Einzelwerte des Azimutes α des Instrumentenvertikales - hervorgegangen aus 10 beobachteten Sternpaaren - gut miteinander überein; ihr Mittelwert weist einen mittleren Fehler von $\pm 0'',20$ auf. Da es nicht gelang, die Ursache der Störung festzustellen, wurden die Messungen des 7. August zwar weiterhin aufgeführt, aber zur Ableitung der Endergebnisse nicht verwendet.

10. Der Zeitdienst, die Uhrkorrekturen und die Uhrgänge

Bei der verwendeten Methode ist nur der Uhrgang während der kurzen Zeitintervalle, in denen ein einzelnes Sternpaar beobachtet wird, von Bedeutung. Aus den Durchgangsbeobachtungen eines jeden Sternpaares geht ausser dem Azimut auch eine Verbesserung der eingeführten Uhrkorrektur hervor.

Auf dem *Gurten* sind zur Bestimmung der Uhrkorrektur die rhythmischen Zeitzeichen der Sendestation Rugby nach der Methode des Koinzidenzbildes* abgehört worden. Als Koinzidenzuhr diente der Deckchronometer Nardin Nr. 13711. Vergleichen mit diesem Chronometer ergaben die Korrekturen der Beobachtungsuhr Riefler Nr. 327 und des in Reserve gehaltenen Deckchronometers Nardin Nr. 15282.

Die Korrekturen und Gänge der Beobachtungsuhr Riefler Nr. 327 sind weiter unten zusammengestellt. Aus den ersten zwei Kolonnen ist ersichtlich, wann die Zeitzeichen abgehört wurden. Infolge einer Störung in der Leitung vom Hotel Gurten nach der Beobachtungshütte konnte am 12. Juli 1945 um 19^h die Rieflersche Pendeluhr nicht mit der Koinzidenzuhr verglichen werden. Deshalb musste der in Klammern gesetzte Wert der Uhrkorrektur und des Ganges extrapoliert werden. In der Absicht, den Uhrgang um 0^s,2 zu beschleunigen, sind am 23. Juli 1945, kurz

Station Gurten				Station Rigi			
Datum 1945	MEZ	Pendeluhr Riefler Nr. 327 Uhrkorrektur <i>u</i>	Täglicher Gang	Datum 1949	MEZ	Marinechronometer Nardin Uhrkorrektur <i>u</i>	Täglicher Gang
12. Juli	19 ^h	(- 0 ^s ,289)	(- 0 ^s ,750)	9. Juli	11 ^h	- 3 ^s ,42	- 0 ^s ,35
13. Juli	11 ^h	- 0 ^s ,789	- 0 ^s ,750	10. Juli	11 ^h	- 3 ^s ,77	- 0 ^s ,40
13. Juli	19 ^h	- 1 ^s ,039	- 0 ^s ,750	11. Juli	11 ^h	- 4 ^s ,17	- 0 ^s ,47
14. Juli	11 ^h	- 1 ^s ,538	+ 0 ^s ,024	12. Juli	11 ^h	- 4 ^s ,64	- 0 ^s ,70
14. Juli	19 ^h	- 1 ^s ,530	+ 0 ^s ,141	13. Juli	11 ^h	- 5 ^s ,34	
15. Juli	19 ^h	- 1 ^s ,389	+ 0 ^s ,180	21. Juli	11 ^h	- 11 ^s ,52	- 0 ^s ,54
16. Juli	19 ^h	- 1 ^s ,209	+ 0 ^s ,168	22. Juli	11 ^h	- 12 ^s ,06	- 1 ^s ,04
17. Juli	19 ^h	- 1 ^s ,041	+ 0 ^s ,104	23. Juli	19 ^h	- 13 ^s ,45	- 0 ^s ,70
18. Juli	19 ^h	- 0 ^s ,937	+ 0 ^s ,085	24. Juli	11 ^h	- 13 ^s ,92	
19. Juli	19 ^h	- 0 ^s ,852	+ 0 ^s ,227	4. August	11 ^h	- 19 ^s ,86	- 0 ^s ,73
20. Juli	19 ^h	- 0 ^s ,625	+ 0 ^s ,366	5. August	11 ^h	- 20 ^s ,59	- 0 ^s ,46
21. Juli	19 ^h	- 0 ^s ,259	+ 0 ^s ,227	6. August	11 ^h	- 21 ^s ,05	- 0 ^s ,61
22. Juli	19 ^h	- 0 ^s ,032	+ 0 ^s ,391	7. August	11 ^h	- 21 ^s ,66	- 0 ^s ,48
23. Juli	19 ^h	+ 0 ^s ,359	+ 0 ^s ,673	8. August	11 ^h	- 22 ^s ,14	- 0 ^s ,50
24. Juli	19 ^h	+ 1 ^s ,032	+ 0 ^s ,470	9. August	11 ^h	- 22 ^s ,64	
25. Juli	11 ^h	+ 1 ^s ,346	+ 0 ^s ,237				
25. Juli	19 ^h	+ 1 ^s ,425	+ 0 ^s ,363				
26. Juli	11 ^h	+ 1 ^s ,667					

* Band 22, Seiten 61-81.

vor 19^h, die nötigen Gewichtszulagen zugefügt worden. Statt zu gehorchen, ging die Uhr während der nächsten zwei Tage noch langsamer; erst am dritten Tag sank der Gang auf +0^s,24.

Im Sommer 1949 diente auf dem *Rigi* der Marinechronometer Nardin Nr. $\frac{24}{1846}$ als Beobachtungsuhr. Mit dem neu gebauten Empfänger und dem neu erworbenen Favag-Chronographen sind täglich um 11^h MEZ die Zeitzeichen der Sendestation Rugby registriert worden. Am 23. Juli war der Chronograph einer Störung wegen um 11^h nicht funktionsbereit; aus diesem Grunde wurden an diesem Tag die Zeitzeichen um 19^h aufgenommen.

Die Uhrkorrekturen und die täglichen Gänge des Marinechronometers an den Beobachtungs- und den unmittelbar benachbarten Tagen findet man ebenfalls in der Zusammenstellung Seite 28 aufgeführt. Alle zur Auswertung der Messungen verwendeten Uhrkorrekturen und Gänge sind durch Unterstreichung hervorgehoben.

11. Ableitung des Instrumentenazimutes und der Uhrkorrektur

a) Die beobachteten Durchgangszeiten und Neigungen

In den Tabellen 5 bis 10 sind die folgenden, den einzelnen Sterndurchgängen zugeordneten Werte zusammengestellt:

\bar{U} die beobachteten Durchgangszeiten durch den Achsenäquator

m'' die Mittelwerte $m'' = 2 \frac{\sin^2 \frac{\Theta}{2}}{\sin 1''}$, abgeleitet aus den halben Differenzen Θ der Ablesungen symmetrischer Kontakte, erhalten in den beiden Instrumentenstellungen

i die Erhebung des auf der Westseite liegenden Endes der Drehachse

Ausgehend von diesen unmittelbar aus den Beobachtungen hervorgegangenen Grössen, kann mit Hilfe des Berliner Jahrbuches 1945, des Sternkataloges 1949, der im nächsten Abschnitt gegebenen Stations- und Sternkonstanten sowie der aufgeführten Gänge der Beobachtungsuhr aus jedem Sternpaar das Azimut a des Instrumentenvertikales und die Uhrkorrektur u abgeleitet werden.

Die Durchgangszeiten \bar{U} wurden aus 10 Kontaktpaaren gemittelt. Sie sind in den Tabellen 5 und 6 auf 3 Stellen genau angegeben. Bei den polnahen Sternen haben die letzte und zuweilen auch die vorletzte Stelle bloss die Bedeutung einer Rechnungsgrösse; der mittlere Fehler, der sich aus der inneren Übereinstimmung der einzelnen Kontaktpaare ergibt, beträgt einige Hundertstel-, von Stern N_7 sogar über eine Zehntelsekunde. Die Mittelwerte m'' sind folgendermassen gebildet worden: Aus den Ablesungen der 10 Kontaktpaare der Südsterne wurden 2 in der Mitte gelegene, zusammengehörende U' und U'' herausgegriffen. Hierauf konnte mit dem Argument $\Theta = \frac{1}{2}(U'' - U')$ den Albrechtschen Tafeln der Logarithmus der Funktion

$$m'' = 2 \frac{\sin^2 \frac{\Theta}{2}}{\sin 1''}$$

entnommen werden. Mehr Arbeitsaufwand erforderte die Bestimmung der m'' der Nordsterne. Aus den Zeiten U' und U'' eines jeden Kontaktpaares wurde die halbe Differenz Θ gerechnet. Dann folgte die Entnahme der Logarithmen $\log m''$ aus den Albrechtschen Tafeln und die Mittelbildung der 10 Beträge m'' . Die Durchschnittsbeträge der m'' eines jeden Sternes sind in den Tabellen 7 und 8 aufgeführt. Je rascher sich die Beobachtungen in den beiden Instrumentenlagen folgten, um so kleiner fallen die m'' aus.

In den Tabellen 9 und 10 stehen die beobachteten Erhebungen i des auf der Westseite liegenden Endes der Drehachse. Das Verhalten der i ist schon im Kapitel 7, Abschnitt c, besprochen worden. Wir wiederholen, dass die Neigungen i weder gemittelt noch sonstwie geglättet wurden. Zur Reduktion eines jeden Sterndurchganges dienten einzig die 2 ihn einrahmenden Libellenablesungen.

b) Reduktion der Durchgangsbeobachtungen auf den Instrumentenvertikal

Im Ausdruck für die Reduktion ($t - \bar{t}$) der Durchgangszeiten auf den Instrumentenvertikal – Formel (7), Seite 12 – treten die Faktoren $\cos z$ und $\operatorname{cosec} p \cdot \sec q$ auf. Sie sind in der Tabelle 11 von jedem Stern angeführt. Diese Zusam-

menstellung gibt ausser der Ordnungszahl des Sternpaares und der Nummer eines jeden Sternes auch die Konstanten $\sin z$ und $\sin p \cdot \cos q$, die in Gleichung (4) vorkommen. Zudem wurde in die Tabelle 11 unter der Station Rigi auch der Faktor $\sin q$ aufgenommen, was im Hinblick auf Formel (6) geschah. Die Zenitdistanz z beim Durchgang durch den Vertikal des Objektes ist schon in den Tabellen 1 und 2 im Kapitel «Die Sternprogramme und Ephemeriden» enthalten. Es genüge, für die Poldistanzen p mittlere Werte einzuführen, weil die Beobachtungsnächte sich nur über einen kurzen Zeitbereich erstreckten. Die Faktoren $\sin p \cdot \cos q$ und $\sin q$ der Station Rigi werden mit Rücksicht auf Formel (6) auf 4 Stellen genau gegeben. Die Näherungswerte der Uhrkorrektur und des eingeführten Uhranges sind schon im Abschnitt 10 zusammengestellt worden.

In der Formel (7) tritt der Stundenwinkel μ des Poles des Instrumentenäquators auf. Ausser den μ findet man in der nachfolgenden kleinen Übersicht auch die Faktoren e .

Station	μ		e			
	Südstern	Nordstern	Südstern	Nordstern		
				oberer Durchgang	unterer Durchgang	
Gurten	6 ^h 28 ^m 0 ^s	18 ^h 28 ^m 0 ^s	+ 1	- 1	+ 1	
Rigi	5 ^h 37 ^m 23 ^s	17 ^h 37 ^m 23 ^s	+ 1	- 1	+ 1	

Die Neigung i bezieht sich auf das Achsenende, dessen Azimut um 90° grösser ist als das Azimut des Sternes. Demnach bedeutet i bei südlichen Sterndurchgängen die Erhebung des auf der Westseite gelegenen Achsenendes, bei nördlichen Durchgängen die Erhebung des östlich gelegenen Endes der Achse.

Als Beispiel ist in den Tabellen 12a und 12b die Berechnung der Reduktion ($t - \bar{t}$) aller am 18. Juli 1945 auf dem Gurten beobachteten Durchgänge gegeben. Zur Bildung des Stundenwinkels \bar{t} wird nicht die Uhrkorrektur u , sondern deren Näherungswert u_0 benutzt; aus diesem Grunde gehen Näherungswerte \bar{t}_0 von \bar{t} hervor.

Das Glied $\frac{m''}{15} \cotg(\mu - \bar{t}_0)$, herrührend von der Reduktion der beobachteten Durchgangszeit auf den Achsenäquator, erreicht an diesem Abend bei den Südsternen ein einziges Mal den Absolutwert 0^s,002; sonst bleibt es $\leq 0^s,001$. Angesichts der Ungenauigkeit der Durchgangsbeobachtungen hätte man es ruhig vernachlässigen können. Im Gegensatz dazu verursacht bei Stern 191^U die ungleichförmige Geschwindigkeit des Sternbildes in der Richtung senkrecht zum Instrumentenvertikal eine Korrektur von 0^s,37. Die kleinste, einem Nordstern zugeordnete Korrektur beläuft sich auf 0^s,03. Die Reduktion der Nordsterne darf also nicht ohne Berücksichtigung des von m'' abhängenden Gliedes durchgeführt werden.

c) Berechnung der Paarwerte des Instrumentenazimutes und der Uhrkorrektur

Aus jedem Sterndurchgang ist mit Hilfe der Formel

$$\operatorname{tg} a_i = - \frac{\operatorname{tg} p \cdot \operatorname{cosec} \Phi \cdot \sin t_0}{1 - \operatorname{tg} p \cdot \cotg \Phi \cdot \cos t_0}$$

ein Näherungswert a_i des Azimutes gerechnet worden. Auf der rechten Seite der Gleichung (4), Seite 10, steht das Absolutglied

$$(a_i - a_0) \sin z_i + \delta a_i = l_i$$

Der Einfluss δa der täglichen Aberration ist gegeben durch den Ausdruck

$$\delta a = -0'',322 \cdot \sin \Phi \cdot \cos a$$

Die δa der beiden Stationen und die verwendeten Poldistanzen des Zenites betragen:

Station	δa		Φ
	Südstern	Nordstern	
Gurten, astronomischer Pfeiler	- 0 ^s ,22	+ 0 ^s ,22	43° 4' 50 ^s ,31
Rigi, astronomischer Pfeiler	- 0 ^s ,22	+ 0 ^s ,22	42° 56' 18 ^s ,37

Wiederum beschränken wir uns darauf, die Einzelwerte eines Abends, des 18. Juli 1945, herauszugreifen. Als abgerundeter Näherungswert a_0 wurde willkürlich $a_0 = 9^\circ 31' 54''$ gewählt. Die Auflösung der Gleichungen des Südsterne s und des Nordsterne n eines Paares:

$$\begin{aligned} \sin z_s \cdot da - \cos q_s \cdot \sin p_s \cdot du &= l_s \\ \sin z_n \cdot da - \cos q_n \cdot \sin p_n \cdot du &= l_n \end{aligned}$$

hat je einen Wert der zwei Unbekannten da und du ergeben. Man findet die Einzelwerte a_i , die Absolutglieder l_i und die Paarwerte der Unbekannten in der nachstehenden Zusammenstellung.

Die Paarwerte des Instrumentenazimutes $a_{beob.} = a_0 + da$ sämtlicher Beobachtungsabende sind in den Tabellen 13 aufgeführt.

Gurten, 18. Juli 1945

Stern-paar	Stern Nr.	a_i	l_i	da	du
		$9^\circ 31'$			
2	1454	$51',34$	$-1',51$	$+0',20$	$+1',70$
	115 ^v	$53',54$	$-0',15$		
3	656	$53',50$	$-0',50$	$+0',78$	$+0',97$
	714 ^o	$54',95$	$+0',62$		
4	729 ^o	$55',47$	$+0',89$	$+1',30$	$+1',13$
	677	$54',02$	$-0',21$		
5	759 ^o	$54',71$	$+0',60$	$+0',79$	$+0',98$
	688	$53',80$	$-0',37$		
6	173 ^v	$54',03$	$+0',24$	$+0',32$	$+0',11$
	1486	$54',46$	$+0',16$		

Stern-paar	Stern Nr.	a_i	l_i	da	du
7	770 ^o	$54',82$	$+0',62$	$+0',93$	$+0',72$
	717	$54',31$	$+0',03$		
8	1500	$54',10$	$-0',14$	$+1',41$	$+1',32$
	234 ^v	$54',67$	$+0',81$		
9	191 ^v	$54',25$	$+0',42$	$+0',68$	$+0',76$
	749	$53',88$	$-0',30$		
10	1524	$52',30$	$-1',32$	$+0',73$	$+1',82$
	809 ^o	$55',60$	$+0',87$		
11	817 ^o	$54',29$	$+0',34$	$+0',41$	$+0',56$
	1536	$54',02$	$-0',20$		

Die im Kapitel 10 gegebenen Uhrkorrekturen gingen aus den Aufnahmen der rhythmischen Zeitzeichen hervor. Dabei wurden die folgenden geographischen Längen eingeführt:

Gurten, Zentrum, $\lambda = 29^m 46^s,698$ östlich Greenwich

Rigi, Zentrum, $\lambda = 33^m 56^s,379$ östlich Greenwich

Wir beziehen die Verbesserungen du der Uhrkorrektur auf das Zentrum, indem wir die beobachteten Werte der Station Gurten um $0^s,047$ und diejenigen der Station Rigi um $0^s,020$ vermindern. Die Mittelwerte dieser auf das Zentrum reduzierten du sind:

Abendwerte der Verbesserungen du der eingeführten Uhrkorrekturen

Gurten 1945 D.I. Nr. 8804 Pendeluhr Riefler Nr. 327			
Datum	n	du	m
12. Juli	7	$+0^s,118 \pm 0^s,016$	$\pm 0^s,044$
13. Juli	10	$+0^s,073 \pm 0^s,009$	$\pm 0^s,027$
14. Juli	9	$+0^s,096 \pm 0^s,008$	$\pm 0^s,024$
17. Juli	8	$+0^s,097 \pm 0^s,015$	$\pm 0^s,042$
18. Juli	10	$+0^s,020 \pm 0^s,011$	$\pm 0^s,034$
21. Juli	10	$+0^s,030 \pm 0^s,008$	$\pm 0^s,024$
22. Juli	10	$+0^s,034 \pm 0^s,014$	$\pm 0^s,046$
23. Juli	10	$+0^s,044 \pm 0^s,011$	$\pm 0^s,035$
24. Juli	10	$+0^s,093 \pm 0^s,012$	$\pm 0^s,038$
25. Juli	11	$+0^s,072 \pm 0^s,014$	$+0^s,047$

Rigi 1949 D.I. Nr. 13999 Marinechronometer Nardin.			
Datum	n	du	m
9. Juli	3	$-0^s,098 \pm 0^s,030$	$\pm 0^s,052$
10. Juli	10	$-0^s,107 \pm 0^s,011$	$+0^s,033$
11. Juli	10	$+0^s,347 \pm 0^s,021$	$\pm 0^s,067$
12. Juli	10	$-0^s,015 \pm 0^s,013$	$\pm 0^s,040$
21. Juli	10	$+0^s,053 \pm 0^s,013$	$\pm 0^s,040$
22. Juli	9	$+0^s,200 \pm 0^s,010$	$\pm 0^s,029$
4. August	9	$-0^s,057 \pm 0^s,016$	$\pm 0^s,047$
5. August	10	$+0^s,029 \pm 0^s,013$	$\pm 0^s,041$
7. August	10	$+0^s,049 \pm 0^s,010$	$\pm 0^s,033$
8. August	9	$+0^s,024 \pm 0^s,015$	$\pm 0^s,046$

Die mit n und m überschriebenen Spalten geben die Anzahl der beobachteten Sternpaare und den mittleren Fehler der aus einem einzelnen Sternpaar hervorgegangenen du . Auf dem Gurten wurden die Zeitzeichen von Rugby mit Hilfe der Methode des Koinzidenzenbildes abgehört, in der Regel um 19^h. Im Gegensatz dazu sind auf dem Rigi die Zeitzeichen registriert worden – mit einer einzigen Ausnahme stets um 11^h. Ein einzelnes Sternpaar hat im Durchschnitt die Verbesserung du der Uhrkorrektur ergeben mit einem mittleren Fehler von

$\pm 0^s,036$ auf der Station Gurten und

$\pm 0^s,043$ auf der Station Rigi

In den du wirken sich die folgenden Einflüsse aus: die persönliche und instrumentelle Gleichung; der Fehler der eingeführten geographischen Länge; die Fehler der Aufnahme und der Sendezeiten der rhythmischen Zeitzeichen; die Unregelmässigkeiten des Uhrganges, welcher zur Ableitung der eingeführten Uhrkorrektur benutzt wurde.

Aus früheren Beobachtungen hat sich für die Kombination Beobachter *Hunziker* und Durchgangsinstrument Nr. 8804 eine persönliche und instrumentelle Gleichung von einigen Tausendstelsekunden ergeben*. Vermutlich ist die persönliche und instrumentelle Gleichung des gleichen Beobachters mit dem Schwesterinstrument Nr. 13999 von der gleichen Grössenordnung.

Der Fehler der geographischen Länge dürfte $\pm 0^s,01$ bis $\pm 0^s,02$ betragen. Die Korrekturen, die von den gefundenen du subtrahiert werden müssen, um die vom Fehler der Sendezeiten befreiten Verbesserungen der eingeführten Uhrkorrektur zu erhalten, bezeichnen wir mit Δ . Die nachstehende kleine Übersicht gibt die Δ und die korrigierten Verbesserungen ($du - \Delta$) der eingeführten Uhrkorrektur u_0 :

Gurten 1945 Pendeluhr Riefler Nr. 327			Rigi 1949 Marinechronometer Nardin		
Datum	Δ	$du - \Delta$	Datum	Δ	$du - \Delta$
12. Juli	(+ 0 ^s ,061)	+ 0 ^s ,057	9. Juli	+ 0 ^s ,063	- 0 ^s ,161
13. Juli	+ 0 ^s ,061	+ 0 ^s ,012	10. Juli	+ 0 ^s ,062	- 0 ^s ,169
14. Juli	+ 0 ^s ,067	+ 0 ^s ,029	11. Juli	+ 0 ^s ,062	+ 0 ^s ,285
17. Juli	+ 0 ^s ,065	+ 0 ^s ,032	12. Juli	+ 0 ^s ,065	- 0 ^s ,080
18. Juli	+ 0 ^s ,065	- 0 ^s ,045	21. Juli	+ 0 ^s ,063	- 0 ^s ,010
21. Juli	+ 0 ^s ,068	- 0 ^s ,038	22. Juli	+ 0 ^s ,063	+ 0 ^s ,137
22. Juli	+ 0 ^s ,063	- 0 ^s ,029	4. August	+ 0 ^s ,066	- 0 ^s ,123
23. Juli	+ 0 ^s ,063	- 0 ^s ,019	5. August	+ 0 ^s ,067	- 0 ^s ,038
24. Juli	+ 0 ^s ,054	+ 0 ^s ,039	7. August	+ 0 ^s ,067	- 0 ^s ,018
25. Juli	+ 0 ^s ,058	+ 0 ^s ,014	8. August	+ 0 ^s ,065	- 0 ^s ,041
	Mittel	+ 0 ^s ,005		Mittel	- 0 ^s ,022
		$\pm 0^s,011$			$\pm 0^s,044$

Die korrigierten Verbesserungen, hervorgegangen aus den Beobachtungen auf dem Rigi, streuen viel stärker als die ($du - \Delta$), die dem Gurten zugeordnet sind. Das war im vornherein zu erwarten, da auf dem Gurten eine Pendeluhr benutzt wurde und weil zudem die Epochen der vor den Durchgangsbeobachtungen abgehörten Zeitzeichen nur rund 3 Stunden vor dem Beginn der Sternbeobachtungen lagen. Im Gegensatz dazu wurde auf dem Rigi ein Chronometer verwendet, und die Epochen der aufgenommenen Zeitzeichen befanden sich in der Regel 11 Stunden vor Beginn und 9 Stunden nach Beendigung der astronomischen Messungen. Bei der Azimutbestimmung im Vertikal des Objektes spielt der Uhrgang nur eine untergeordnete Rolle. Selbst eine so grosse Abweichung des eingeführten Uhrganges von seinem wahren Wert, wie sie am 11. Juli 1949 aufgetreten sein muss, bleibt ohne Bedeutung, weil nur der Uhrgang zwischen den Durchgängen der beiden Sterne eines Paares zählt. Hingegen sind die auf Seite 31 angegebenen mittleren Fehler m stark vom Fehler des eingeführten Uhrganges abhängig. Dementsprechend weist der 11. Juli den grössten mittleren Fehler m eines aus einem Sternpaar gefundenen du auf; er beträgt $\pm 0^s,067$.

Sollen aus den Beobachtungen nicht nur Azimute, sondern auch Einbeobachterlängen abgeleitet werden, so sind an die eingeführten Längen λ_0 die Mittelwerte der ($du - \Delta$) als Verbesserungen anzubringen. Dies geht aus der folgenden Überlegung hervor:

Der benutzte Näherungswert u_0 der Uhrkorrektur wurde gebildet mit Hilfe des Ausdruckes:

$$u_0 = (\lambda_0 + T_0) - U$$

Darin bedeuten λ_0 einen Näherungswert der Länge, T_0 die theoretische Epoche des Zeichens Nr. 153,5 einer Signalreihe und U die Uhrzeit dieses Zeichens. Die endgültige Uhrkorrektur wird

$$u_0 + du = u = \lambda_0 + T_0 - U + du \text{ oder}$$

$$u = (\lambda_0 + d\lambda + T_0 + \Delta) - U$$

Als Mittelwert λ_m der Längenverbesserung erhält man:

$$d\lambda_m = \frac{\sum_1^n (du - \Delta)}{n}$$

* Band 23, Seite 73.

Nun sind aber als Näherungswerte λ_0 die ausgeglichenen, Band 21, Seite 244, entnommenen Beträge verwendet worden. Die aus Beobachtungen im Vertikal des Objektes hervorgehenden Einbeobachterlängen weichen demnach im Mittel um

+0^s,005 ± 0^s,011 auf Station Gurten und um

-0^s,022 ± 0^s,044 auf Station Rigi

von den definitiven, aus früheren Bestimmungen erhaltenen Längen ab. Die Unterschiede betragen rund die Hälfte ihrer mittleren Fehler. Stark fällt ins Gewicht, ob – wie auf dem Gurten – mit einer Pendeluhr und mit Zeitzeichenaufnahmen, die in die Nähe der Sternbeobachtungen fallen, oder – wie auf dem Rigi – mit einem Marinechronometer und manche Stunde vor und nach den astronomischen Beobachtungen aufgenommenen Signalen gearbeitet wird.

Tabelle 5: 1945, Gurten. Beobachtete Durchgangszeiten \bar{U} .

Paar Nr.	Stern Nr. B.J.	12. Juli	13. Juli	14. Juli	17. Juli	18. Juli	21. Juli	22. Juli	23. Juli	24. Juli	25. Juli	
1	1442	17 ^h 14 ^m	39 ^s 692	38 ^s 146	38 ^s 484							
	695 O	24	19,149	26,196	26,751							
2	1454	17 37	20,140	18,996	19,335	21 ^s 850	21 ^s 628	17 ^s 454	17 ^s 042	20 ^s 774	18 ^s 993	16 ^s 378
	115 U	44	61,43*	46,006	45,876	70,624	70,704	40,028	39,052	73,400	64,340	44,402
3	656	17 54	31,772	30,409	30,644	33,616	33,456	28,740	28,282	32,629	30,718	27,724
	714 O	18 4	53,550	59,682	60,261	51,779	51,342	60,512	60,428	48,838	50,812	56,806
4	729 O	18 15		54,570	55,054	44,771	44,266	55,806	55,729	41,596	44,202	51,795
	677	24		30,122	30,265	33,967	33,837	28,299	27,896	33,098	31,010	27,453
5	759 O	18 34		60,534	61,168	44,015	43,519	63,383	63,346	39,994	44,610	57,472
	688	47		44,117	44,234	48,316	48,208	42,145	41,802	47,525	45,298	41,408
6	173 U	18 56		17,214	16,850	38,372	38,290	11,336	10,632	40,438	32,487	14,723
	1486	19 11		22,953	23,108	27,550	27,522	20,940	20,498	26,883	24,490	20,225
7	770 O	19 21	31,814	40,293	40,684	28,704	28,378	42,149	42,032	25,403	28,462	37,596
	717	33	34,651	32,402	32,570	36,768	36,674	30,486	30,126	35,934	33,752	29,736
8	1500	19 41	21,358	19,034		23,598	23,508	17,057	16,632	22,869	20,522	16,375
	234 U	50	55,984	46,592		61,580	61,502	42,297	41,656	62,354	56,529	44,170
9	191 U	20 6	76,796	57,286	56,958	86,300	86,633	49,538	48,706	89,650	78,828	54,516
	749	17	43,738	42,004	42,128	45,603	45,520	40,262	39,878	44,766	42,747	39,332
10	1524	20 26	10,502	8,847	9,020		12,242	7,093	6,763	11,508	9,556	
	809 O	41	48,168	53,842	54,094		46,143	54,726	54,466	44,070	45,526	
11	817 O	20 51				40,957	50,189	49,980	38,838	40,477	46,694	
	1536	21 1				61,264	54,689	54,246	60,688	58,275	54,060	
12	837 O	21 14										31,243
	1547	21										48,158
13	1555	21 31										1,370
	248 U	38										2,496

* nur 6 Kontaktpaare

Tabelle 6: 1949, Rigi. Beobachtete Durchgangszeiten \bar{U} .

Paar Nr.	Stern Kat.Nr.	9.Juli	10.Juli	11.Juli	12.Juli	21.Juli	22.Juli	4.Aug.	5.Aug.	7.Aug.	8.Aug.
1	1445	16 ^h 34 ^m	19 ^s 528								
	1432 O	47	10,600								
2	260 U	16 56	3,200	3 ^s 142	4 ^s 077						
	1459	17 3	0,163	0,031	0,969						
3	606 O	17 16	9,218	8,826	9,316	15 ^s 518	16 ^s 020				
	668	23	49,110	49,016	49,940	56,452	57,184				
4	639 O	17 33	11,010	10,936	11,670	17,970	18,812				
	688	55	5,168	5,092	6,020	12,612	13,181				
5	1478	18 3			38,812	45,302	45,944	54 ^s 098	54 ^s 428	58 ^s 132	55 ^s 638
	284 U	8			58,084	65,178	65,658	74,366	75,020	86,804	75,501
6	1484	18 14	52,492	52,450	53,364	59,900		68,692	69,038	72,646	70,243
	310 U	24	49,260	49,166	50,155	57,108		67,011	67,592	84,162	67,692
7	685 O	18 35	12,102	12,114	13,013	19,426	19,980				
	1500	44	26,230	26,195	27,124	33,648	34,360				
8	NE U	18 55	27,458	27,409	28,066	36,072	36,304	46,518	46,918	85,212	44,495
	1511	19 11	45,896	45,888	46,814	53,274	54,040	62,246	62,562	66,268	63,797
9	744	19 21	25,071	25,113	26,076	32,582	33,277	41,496	41,895	46,550	42,905
	714 O	35	9,253	9,358	10,364	16,554	17,392	25,306	25,517	20,770	27,674
10	1494 O	19 47	49 ^s 135	51,113	52,002	58,150	58,805	66,993	66,841	59,262	69,570
	1536	20 3	22,156	22,721	23,628	30,156	30,934	39,150	39,604	44,098	40,659
11	357 U	20 8	52,711	52,344	53,360	59,952	60,733	68,862	69,552	81,860	69,900
	772	17	47,842	48,410	49,446	55,956	56,687	64,970	65,354	68,920	66,628
12	372 U	20 20	54,292	54,268		61,819					
	1541	27	46,756	46,828		54,226					
13	395 U	20 42		3,536			11,494	19,531	20,353	36,798	19,782
	1555	49		1,447			9,662	17,958	18,344	21,976	19,634
14	734 O	21 0	56,782					76,794	76,677	63,076	80,466
	1569	9	31,780					48,942	49,314	53,954	50,552
15	1574	21 23							18,740	22,835	20,019
	770 O	28							47,214	39,990	50,123
16	803 O	21 35						29,144	29,574	28,212	
	840	48						56,302	56,714	61,208	

Tabelle 7: 1945, Gurten. Mittelwerte $m'' = 2 \frac{\sin^2 \frac{\theta}{2}}{\sin 1''}$

Paar Nr.	Stern Nr.B.J.	12. Juli	13. Juli	14. Juli	17. Juli	18. Juli	21. Juli	22. Juli	23. Juli	24. Juli	25. Juli
1	1442 695 O	0,92 6,69	0,63 5,27	0,71 2,91							
2	1454 115 U	0,52 2,36	0,83 13,12	0,83 3,22	0,71 3,25	0,75 7,53	0,71 3,75	0,49 3,47	0,79 4,85	0,83 3,61	0,83 5,11
3	656 714 O	0,75 4,41	0,52 1,71	0,63 1,34	0,75 2,28	0,29 1,12	0,63 1,50	0,59 1,58	0,63 1,50	0,52 1,87	0,59 2,63
4	729 O 677		2,70 0,67	2,22 0,49	2,08 0,49	2,23 0,63	2,96 0,59	3,78 0,67	1,97 0,59	2,70 0,67	3,07 0,63
5	759 O 688		5,21 0,75	4,83 0,67	4,61 0,54	5,02 0,70	4,28 0,71	4,30 0,71	4,04 0,79	4,86 0,56	6,58 0,56
6	173 U 1486		5,56 0,71	3,41 0,71	3,87 0,71	2,00 0,75	5,07 0,52	3,06 0,79	2,87 0,67	3,22 0,71	2,95 0,63
7	770 O 717	6,20 0,83	5,51 0,49	2,30 0,79	3,24 0,75	2,54 0,67	1,83 0,52	2,64 0,56	3,06 0,71	2,81 0,71	3,97 0,56
8	1500 234 U	0,75 3,66	0,92 3,37		0,71 2,36	0,79 1,39	0,63 1,38	0,75 1,98	0,56 1,72	0,75 1,24	0,71 2,34
9	191 U 749	13,90 0,59	8,76 0,75	5,34 0,71	6,89 0,71	7,54 0,87	5,91 0,71	5,66 0,63	8,13 0,75	5,38 0,75	8,10 0,67
10	1524 809 O	0,71 4,17	0,71 3,20	0,87 2,94		0,70 2,04	0,67 1,32	0,71 2,48	0,75 2,30	0,75 2,09	
11	817 O 1536					2,73 1,01	1,85 0,56	1,93 0,52	1,86 0,63	1,74 0,79	2,57 0,59
12	837 O 1547										2,24 0,63
13	1555 248 U										0,71 8,13

Tabelle 8: 1949, Rigi. Mittelwerte $m'' = 2 \frac{\sin^2 \frac{\theta}{2}}{\sin 1''}$

Paar Nr.	Stern Kat.Nr.	9. Juli	10. Juli	11. Juli	12. Juli	21. Juli	22. Juli	4. Aug.	5. Aug.	7. Aug.	8. Aug.
1	1445 1432 O		1,06 2,83								
2	260 U 1459		5,30 0,96	3,60 0,83	2,93 0,71						
3	606 O 668		6,04 0,67	3,70 0,67	1,90 0,79	2,08 0,87	2,63 0,71				
4	639 O 688		3,12 1,01	3,70 0,83	1,10 0,63	1,28 0,59	1,12 0,67				
5	1478 284 U				0,79 2,79	0,87 1,98	0,83 2,31	0,75 1,34	0,71 1,66	0,79 1,75	0,75 1,70
6	1484 310 U		0,87 4,89	1,06 3,46	0,87 3,74	0,37 5,21		0,75 2,23	0,83 3,99	0,79 1,96	0,75 2,82
7	685 O 1500		3,03 0,67	2,38 0,49	1,92 0,67	2,01 0,67	0,96 0,83				
8	NE U 1511		11,12 0,96	6,83 0,71	3,71 0,59	6,07 0,87	14,40 0,63	11,55 0,83	21,4 0,67	13,41 0,71	12,24 0,67
9	744 714 O		0,83 2,70	0,71 0,99	0,87 1,63	0,67 1,51	0,83 2,62	0,79 1,82	0,79 2,42	0,83 2,16	0,79 1,40
10	1494 O 1536	4,97 0,79		3,37 0,87	4,67 0,83	3,72 0,83	2,45 0,83	4,04 0,87	1,94 0,67	2,48 0,67	2,42 0,75
11	357 U 772	1,51 0,75	1,90 0,40		3,12 0,92	2,83 0,75	1,55 0,49	2,36 0,83	2,04 0,79	1,40 0,67	1,67 0,75
12	372 U 1541		1,54 0,63	1,47 0,59		0,63 0,87					
13	395 U 1555			3,65 0,83			4,85 0,71	2,49 0,59	2,55 0,63	3,76 0,71	1,90 0,67
14	734 O 1569	3,30 0,56						8,35 0,71	5,80 0,71	6,48 0,71	4,48 0,79
15	1574 770 O								0,71 1,70	0,79 1,52	0,71 1,45
16	803 O 840							1,04 0,56	5,52 0,75	0,92 0,63	

Tabelle 9: 1945, Gurten. Beobachtete Neigungen i.

Paar Nr.	Stern Nr.B.J.	12.Juli	13.Juli	14.Juli	17.Juli	18.Juli	21.Juli	22.Juli	23.Juli	24.Juli	25.Juli
1	1442	+ 0 ^s ,075	+ 0 ^s ,071	+ 0 ^s ,015							
	695 O	+ 71	+ 46	+ 13							
2	1454	+ 0,075	+ 0,067	+ 0,036	- 0 ^s ,046	+ 0 ^s ,063	- 0 ^s ,027	+ 0 ^s ,008	- 0 ^s ,021	- 0 ^s ,006	- 0 ^s ,050
	115 U	+ 67	+ 42	+ 36	- 40	+ 71	- 25	+ 36	- 23	0	- 36
3	656	+ 0,088	+ 0,054	+ 0,038	- 0,042	+ 0,084	- 0,033	+ 0,002	- 0,017	- 0,008	- 0,019
	714 O	+ 81	+ 40	+ 42	- 23	+ 69	- 23	- 8	- 38	- 10	- 40
4	729 O		+ 0,048	+ 0,052	- 0,036	+ 0,073	- 0,019	+ 0,019	- 0,042	- 0,010	- 0,031
	677		+ 40	+ 61	- 42	+ 75	- 52	- 4	- 38	+ 2	- 15
5	759 O		+ 0,017	+ 0,050	- 0,042	+ 0,065	- 0,042	- 0,004	- 0,042	- 0,010	- 0,013
	688		+ 54	+ 48	- 33	+ 71	- 25	- 13	- 42	+ 10	- 19
6	173 U		+ 0,052	+ 0,067	- 0,023	+ 0,084	- 0,033	- 0,004	- 0,027	+ 0,006	- 0,006
	1486		+ 31	+ 42	- 23	+ 65	- 50	0	- 46	+ 21	- 29
7	770 O	+ 0,042	+ 0,015	+ 0,071	- 0,013	+ 0,077	- 0,044	- 0,019	- 0,054	+ 0,013	- 0,013
	717	+ 48	+ 63	+ 56	- 6	+ 69	- 48	- 25	- 44	+ 25	- 23
8	1500	+ 0,054	+ 0,033		- 0,019	+ 0,052	- 0,033	- 0,002	- 0,048	+ 0,023	- 0,015
	234 U	+ 90	+ 56		+ 0,006	+ 79	- 19	+ 8	- 54	+ 33	- 19
9	191 U	+ 0,106	+ 0,044	+ 0,061	- 0,015	+ 0,079	- 0,019	+ 0,004	- 0,033	+ 0,038	- 0,031
	749	+ 92	+ 42	+ 90	+ 0,015	+ 67	- 29	+ 6	- 56	+ 29	- 21
10	1524	+ 0,088	+ 0,033	+ 0,079		+ 0,067	+ 0,010	+ 0,006	- 0,067	+ 0,029	
	809 O	+ 75	+ 50	+ 92		+ 71	- 0,035	+ 2	- 46	+ 27	
11	817 O					+ 0,081	- 0,042	+ 0,025	- 0,065	+ 0,025	- 0,015
	1536					+ 79	- 36	+ 31	- 71	+ 33	- 38
12	837 O										- 0,040
	1547										- 10
13	1555										- 0,015
	248 U										- 17

Tabelle 10: 1949, Rigi. Beobachtete Neigungen i.

Paar Nr.	Stern Kat.Nr.	9.Juli	10.Juli	11.Juli	12.Juli	21.Juli	22.Juli	4.Aug.	5.Aug.	7.Aug.	8.Aug.
1	1445		- 0 ^s ,035								
	1432 O		- 89								
2	260 U		- 0,080	- 0 ^s ,063	- 0 ^s ,028						
	1459		- ,117	- ,102	- 33						
3	606 O		- 0,124	- 0,120	- 0,031	+ 0 ^s ,083	+ 0 ^s ,054				
	668		- ,131	- ,115	- 52	+ 72	+ 41				
4	639 O		- 0,146	- 0,130	- 0,076	+ 0,080	+ 0,022				
	688		- ,157	- ,157	- 96	+ ,104	+ 54				
5	1478				- 0,098	+ 0,085	+ 0,028	- 0 ^s ,137	+ 0 ^s ,024	+ 0 ^s ,065	+ 0 ^s ,043
	284 U				- ,105	+ 72	+ 37	- ,157	+ 17	+ 50	+ 70
6	1484		- 0,144	- 0,152	- 0,118	+ 0,074		- 0,148	+ 0,006	+ 0,061	+ 0,041
	310 U		- ,142	- ,152	- ,128	+ 67		- ,159	- 2	+ 52	+ 39
7	685 O		- 0,165	- 0,163	- 0,141	+ 0,057	+ 0,041				
	1500		- ,154	- ,148	- ,130	+ 81	+ 15				
8	Nf U		- 0,159	- 0,170	- 0,152	+ 0,056	+ 0,026	- 0,174	+ 0,009	+ 0,056	- 0,007
	1511		- ,187	- ,191	- ,163	+ 61	+ 20	- ,174	- 13	+ 48	- 26
9	744		- 0,174	- 0,181	- 0,155	+ 0,078	+ 0,009	- 0,154	- 0,011	+ 0,031	- 0,015
	714 O		- ,166	- ,170	- ,161	+ 67	+ 7	- ,154	- 18	- 6	- 6
10	1494 O	+ 0 ^s ,124		- 0,198	- 0,185	+ 0,050	+ 0,020	- 0,172	- 0,024	+ 0,018	- 0,031
	1536	+ ,154		- ,198	- ,211	+ 44	+ 28	- ,181	- 22	+ 17	- 43
11	357 U	+ 0,130	- 0,204		- 0,185	+ 0,050	+ 0,011	- 0,174	- 0,028	- 0,009	- 0,037
	772	+ ,137	- ,188		- ,198	+ 37	+ 26	- ,181	- 30	- 2	- 43
12	372 U		- 0,205	- 0,229		+ 0,015					
	1541		- ,198	- ,216		+ 20					
13	395 U			- 0,213			+ 0,026	- 0,194	- 0,065	+ 0,002	- 0,083
	1555			- ,228			+ 9	- ,174	- 52	- 13	- 85
14	734 O	+ 0,168						- 0,183	- 0,041	- 0,002	- 0,094
	1569	+ ,155						- ,174	- 63	- 15	- 96
15	1574								- 0,056	- 0,020	- 0,109
	770 O								- 52	0	- ,118
16	803 O							- 0,166	- 0,054	- 0,041	
	840							- ,179	- 63	- 31	

Tabelle 11: Stern-Konstanten

Gurten 1945										Rigi 1949						
Paar Nr.	Stern B.J.Nr.	Durchgang	sin z	cos z	sin p·cos q	cosec p·sec q	Paar Nr.	Stern Kat.Nr.	Durchgang	sin z	cos z	sin p·cos q	cosec p·sec q	sin q		
1	1442 695	0	0,602 0,448	0,799 0,894	+ 0,977 - 0,275	+ 1,023 - 3,640	1	1445 1432	0	0,782 0,243	0,623 0,970	+ 0,9932 - 0,4772	+ 1,007 - 2,096	- 0,0916 + 0,1880		
2	1454 115	U	0,486 0,802	0,874 0,597	+ 0,944 + 0,184	+ 1,060 + 5,440	2	260 1459	U	0,815 0,683	0,580 0,730	+ 0,2047 + 0,9931	+ 4,886 + 1,007	+ 0,4074 - 0,0916		
3	656 714	0	0,568 0,423	0,823 0,906	+ 0,969 - 0,301	+ 1,032 - 3,319	3	606 668	0	0,495 0,702	0,869 0,712	- 0,2239 + 0,9947	- 4,467 + 1,005	+ 0,3777 - 0,0914		
4	729 677	0	0,457 0,699	0,889 0,715	- 0,265 + 0,992	- 3,775 + 1,008	4	639 688	0	0,326 0,769	0,946 0,640	- 0,4000 + 0,9945	- 2,500 + 1,006	+ 0,2226 - 0,0914		
5	759 688	0	0,530 0,769	0,848 0,639	- 0,184 + 0,992	- 5,449 + 1,008	5	1478 284	U	0,633 0,895	0,774 0,446	+ 0,9860 + 0,3537	+ 1,014 + 2,827	- 0,0922 + 0,2500		
6	173 1486	U	0,822 0,834	0,570 0,552	+ 0,217 + 0,981	+ 4,612 + 1,019	6	1484 310	U	0,618 0,827	0,786 0,562	+ 0,9832 + 0,2255	+ 1,017 + 4,434*	- 0,0925 + 0,3753		
7	770 717	0	0,483 0,791	0,876 0,611	- 0,237 + 0,990	- 4,217 + 1,010	7	685 1500	0	0,302 0,822	0,953 0,568	- 0,4224 + 0,9860	- 2,366 + 1,014	+ 0,2112 - 0,0922		
8	1500 234	U	0,823 0,886	0,568 0,464	+ 0,984 + 0,334	+ 1,017 + 2,993	8	NE 1511	U	0,739 0,643	0,674 0,766	+ 0,0853 + 0,9877	+ 11,727* + 1,012	+ 0,7309 - 0,0921		
9	191 749	U	0,781 0,656	0,624 0,755	+ 0,150 + 0,988	+ 6,668* + 1,013	9	744 714	0	0,850 0,417	0,526 0,909	+ 0,9772 - 0,3086	+ 1,023 - 3,241	- 0,0930 + 0,2838		
10	1524 809	0	0,645 0,408	0,764 0,913	+ 0,986 - 0,317	+ 1,014 - 3,153	10	1494 1536	0	0,485 0,842	0,875 0,539	- 0,2354 + 0,9805	- 4,248* + 1,020	+ 0,3616 - 0,0927		
11	817 1536	0	0,420 0,843	0,907 0,538	- 0,304 + 0,978	- 3,287 + 1,022	11	357 772	U	0,882 0,607	0,470 0,795	+ 0,3286 + 0,9808	+ 3,043 + 1,019	+ 0,2678 - 0,0927		
12	837 1547	0	0,437 0,835	0,899 0,551	- 0,286 + 0,981	- 2,863 + 1,020	12	372 1541	U	0,855 0,520	0,519 0,854	+ 0,2755 + 0,9572	+ 3,639 + 1,045	+ 0,3146 - 0,0950		
13	1555 248	U	0,607 0,774	0,795 0,632	+ 0,979 + 0,140	+ 1,022 + 7,143	13	395 1555	U	0,826 0,607	0,563 0,795	+ 0,2244 + 0,9808	+ 4,456 + 1,019	+ 0,3769 - 0,0927		
							14	734 1569	0	0,553 0,824	0,833 0,567	- 0,1577 + 0,9858	- 6,341* + 1,014	+ 0,5011 - 0,0922		
							15	1574 770	0	0,705 0,475	0,709 0,880	+ 0,9949 - 0,2461	+ 1,005 - 4,063	- 0,0914 + 0,3479		
							16	803 840	0	0,267 0,823	0,964 0,568	- 0,4547 + 0,9860	- 2,199 + 1,014	+ 0,1969 - 0,0922		

* Die obere Ziffer gilt für die erste, die untere für die letzte Beobachtung des Sternes.

Tabelle 12 a: Gurten, 18. Juli 1945

Stern	1454	115 U	656	714 O	729 O	677	759 O	688	173 U	1486
δ	18° 6' 51",92	77° 31' 52",99	12° 36' 1",66	71° 13' 33",96	73° 15' 20",09	+ 2° 56' 2",95	77° 32' 49",77	- 2° 54' 48",07	75° 50' 29",20	- 9° 6' 19",39
\bar{u}	17 ^h 37 ^m 21 ^s ,628	17 ^h 45 ^m 10 ^s ,704	17 ^h 54 ^m 33 ^s ,456	18 ^h 4 ^m 51 ^s ,342	18 ^h 15 ^m 44 ^s ,266	18 ^h 24 ^m 33 ^s ,837	18 ^h 34 ^m 43 ^s ,519	18 ^h 47 ^m 48 ^s ,208	18 ^h 56 ^m 38 ^s ,290	19 ^h 11 ^m 27 ^s ,522
u_0	- 0,925	- 0,925	- 0,924	- 0,923	- 0,923	- 0,922	- 0,922	- 0,921	- 0,920	- 0,920
α	17 17 55,042	3 13 15,27	17 32 24,569	18 55 8,63	19 16 41,74	17 57 55,200	20 10 52,60	18 18 29,678	4 41 21,63	18 39 17,719
$\bar{t}_0 = \bar{u} + u_0 - \alpha$	+ 19 25,661	14 31 54,51	+ 22 7,963	- 50 18,21	-1 0 58,40	+ 26 37,715	-1 36 10,00	+ 29 17,609	14 15 15,74	+ 32 8,883
μ	6 ^h 28 ^m 0 ^s	18 ^h 28 ^m 0 ^s	6 ^h 28 ^m 0 ^s	18 ^h 28 ^m 0 ^s	18 ^h 28 ^m 0 ^s	6 ^h 28 ^m 0 ^s	18 ^h 28 ^m 0 ^s	6 ^h 28 ^m 0 ^s	18 ^h 28 ^m 0 ^s	6 ^h 28 ^m 0 ^s
$\mu - \bar{t}_0$	6 8 34	3 56 5	6 5 52	19 18 18	19 28 58	6 1 22	20 4 10	5 58 42	4 12 44	5 55 51
1/15	1/15	8,8239	1/15	8,8239	8,8239	1/15	8,8239	1/15	8,8239	1/15
m''	0,75	0,8768	0,29	0,0492	0,3483	0,63	0,7007	0,70	0,3010	0,75
$\text{cotg}(\mu - \bar{t}_0)$	- 0,037	9,7784	- 0,026	9,5510 n	9,6116 n	- 0,006	9,7795 n	+ 0,006	9,7037	+ 0,018
$\frac{m''}{15} \text{cotg}(\mu - \bar{t}_0)$	- 0,002	9,4791	- 0,001	8,4241 n	8,7838 n	- 0,000	9,3041 n	+ 0,000	8,8286	+ 0,001
i	+ 0,063	- 0,071	+ 0,084	- 0,069	- 0,073	+ 0,075	- 0,065	+ 0,071	- 0,084	+ 0,065
$i \cdot \cos z$	+ 0,055	- 0,042	+ 0,069	- 0,063	- 0,065	+ 0,054	- 0,055	+ 0,045	- 0,048	+ 0,036
ek	+ 0,052	+ 0,052	+ 0,052	- 0,052	- 0,052	+ 0,052	- 0,052	+ 0,052	+ 0,052	+ 0,052
$(ek + i \cdot \cos z)$	+ 0,107	+ 0,010	+ 0,121	- 0,115	- 0,117	+ 0,106	- 0,107	+ 0,097	+ 0,004	+ 0,088
$\text{cosec } p \cdot \text{sec } q = c$	+ 1,060	+ 5,440	+ 1,032	- 3,319	- 3,775	+ 1,008	- 5,449	+ 1,008	+ 4,612	+ 1,019
$(ek + i \cdot \cos z) \cdot c$	+ 0,113	+ 0,054	+ 0,125	+ 0,378	+ 0,442	+ 0,107	+ 0,583	+ 0,098	+ 0,018	+ 0,090
$-\frac{m''}{15} \text{cotg}(\mu - \bar{t}_0)$	+ 2	- 0,301	+ 1	+ 0,027	+ 0,061	0	+ 0,201	0	- 0,067	- 1
$t_0 - \bar{t}_0$	+ 0,115	- 0,247	+ 0,126	+ 0,405	+ 0,503	+ 0,107	+ 0,784	+ 0,098	- 0,049	+ 0,089
t_0	+19 ^m 25 ^s ,776	14 ^h 31 ^m 54 ^s ,26	+22 ^m 8 ^s ,089	-50 ^m 17 ^s ,80	-1 ^h 0 ^m 57 ^s ,90	+26 ^m 37 ^s ,822	-1 ^h 36 ^m 9 ^s ,22	+29 ^m 17 ^s ,707	14 ^h 15 ^m 15 ^s ,69	+32 ^m 8 ^s ,972

Tabelle 12 b: Gurten, 18. Juli 1945

Stern	770 O	717	1500	234 U	191 U	749	1524	809 O	817 O	1536
δ	74°45'59",54	- 4°57'53",67	- 8° 1'53",03	69°20'26",15	79°10'11",05	+ 6°16'11",56	+ 7° 7'24",04	70°19' 5",61	71° 3'24",71	-10° 2'24",37
\bar{U}	19 ^h 21 ^m 28,378	19 ^h 33 ^m 36,674	19 ^h 41 ^m 23,508	19 ^h 51 ^m 1,502	20 ^h 7 ^m 26,633	20 ^h 17 ^m 45,520	20 ^h 26 ^m 12,242	20 ^h 41 ^m 46,143	20 ^h 51 ^m 40,957	21 ^h 2 ^m 1,246
u_0	- 0,919	- 0,918	- 0,918	- 0,917	- 0,916	- 0,916	- 0,915	- 0,914	- 0,914	- 0,913
α	20 32 20,36	19 3 21,795	19 9 43,734	6 12 45,18	5 13 23,60	19 52 38,647	20 1 29,080	21 28 1,40	21 41 11,32	20 29 25,231
$\bar{t}_0 = \bar{U} + u_0 - \alpha$	-1 10 52,90	+ 30 13,961	+ 31 38,856	13 38 15,40	14 54 2,12	+ 25 5,957	+ 24 42,247	- 46 16,17	- 49 31,28	+ 32 35,120
μ	18 ^h 28 ^m 0 ^s	6 ^h 28 ^m 0 ^s	6 ^h 28 ^m 0 ^s	18 ^h 28 ^m 0 ^s	18 ^h 28 ^m 0 ^s	6 ^h 28 ^m 0 ^s	6 ^h 28 ^m 0 ^s	18 ^h 28 ^m 0 ^s	18 ^h 28 ^m 0 ^s	6 ^h 28 ^m 0 ^s
$\mu - \bar{t}_0$	19 38 53	5 57 46	5 56 21	4 49 45	3 33 58	6 2 54	6 3 18	19 14 16	19 17 31	5 55 25
1/15	8,8239	1/15	1/15	8,8239	8,8239	1/15	1/15	8,8239	8,8239	1/15
"	0,4048	0,67	0,79	0,1430	0,8774	0,87	0,70	0,3096	0,4362	1,01
cotg ($\mu - \bar{t}_0$)	9,6631 n	+ 0,010	+ 0,016	9,5003	9,8693	- 0,013	- 0,014	9,5262 n	9,5462 n	+ 0,020
$\frac{m}{15} \cotg(\mu - \bar{t}_0)$	8,8918 n	+ 0,000	+ 0,001	8,4672	9,5706	- 0,001	- 0,001	8,6597 n	8,8063 n	+ 0,001
i	- 0,077	+ 0,069	+ 0,052	- 0,079	- 0,079	+ 0,067	+ 0,067	- 0,071	- 0,081	+ 0,079
$i \cdot \cos z$	- 0,067	+ 0,042	+ 0,030	- 0,037	- 0,049	+ 0,051	+ 0,051	- 0,065	- 0,073	+ 0,043
ek	- 0,052	+ 0,052	+ 0,052	+ 0,052	+ 0,052	+ 0,052	+ 0,052	- 0,052	- 0,052	+ 0,052
$(ek + i \cdot \cos z)$	- 0,119	+ 0,094	+ 0,082	+ 0,015	+ 0,003	+ 0,103	+ 0,103	- 0,117	- 0,125	+ 0,095
cosec p · sec q = c	- 4,217	+ 1,010	+ 1,017	+ 2,993	+ 6,669	+ 1,013	+ 1,014	- 3,153	- 3,287	+ 1,022
$(ek + i \cdot \cos z) \cdot c$	+ 0,502	+ 0,095	+ 0,083	+ 0,045	+ 0,020	+ 0,104	+ 0,104	+ 0,369	+ 0,411	+ 0,097
$-\frac{m}{15} \cotg(\mu - \bar{t}_0)$	+ 0,078	0	- 1	- 0,029	- 0,372	+ 1	+ 1	+ 0,046	+ 0,064	- 1
$t_0 - \bar{t}_0$	+ 0,580	+ 0,095	+ 0,082	+ 0,016	- 0,352	+ 0,105	+ 0,105	+ 0,415	+ 0,475	+ 0,096
t_0	- 1 ^h 10 ^m 52,32	+30 ^m 14,556	+31 ^m 38,938	13 ^h 38 ^m 15,42	14 ^h 54 ^m 1,77	+25 ^m 6,062	+24 ^m 42,352	-46 ^m 15,75	-49 ^m 30,80	+32 ^m 35,216

Tabelle 13: Anschlusswinkel ΔA und Paarwerte des Azimutes A

Ort Datum	Epoche		ΔA		$a_{\text{beob.}}$	A	Stern- paar
	Stern- zeit	M.E.Z.	beob.	inter- poliert			
Gurten 12. Juli 1945	16 ^h 50 ^m	22 ^h 00 ^m	- 22",17		+ 9°31'	+ 9°31'	
	17 19			- 22",12	26",18	4",06	1 0
	17 41			- 22,08	26,94	4,86	2 U
	17 50	23 00	- 22,06				
	18 00			- 21,97	26,17	4,20	3 0
	19 05	0 15	- 21,40				
	19 27			- 21,59	26,92	5,33	7 0
	19 46			- 21,75	27,87	6,12	8 U
	20 05	1 15	- 21,91				
	20 13			- 21,90	27,07	5,17	9 U
	20 34			- 21,88	25,46	3,58	10 0
	20 50	2 00	- 21,87				
13. Juli 1945					+ 9°30'	+ 9°31'	
	16 ^h 50 ^m	21 ^h 55 ^m	+ 35",31				
	17 00	22 05	+ 34,85				
	17 19			+ 34",76	29",32	4",08	1 0
	17 30	22 35	+ 34,71				
	17 41			+ 34,23	29,55	3,78	2 U
	18 00			+ 33,41	30,60	4,01	3 0
	18 10	23 15	+ 32,98				
	18 20			+ 33,77	30,19	3,96	4 0
	18 25	23 30	+ 34,16				
	18 41			+ 34,05	30,29	4,34	5 0
	19 00	0 05	+ 33,91				
	19 04			+ 34,37	31,36	5,73	6 U
	19 10	0 15	+ 35,07				
	19 27			+ 34,33	30,69	5,02	7 0
	19 46			+ 33,51	29,91	3,42	8 U
	19 55	1 00	+ 33,12				
20 13			+ 34,06	30,07	4,13	9 U	
20 30	1 35	+ 34,94					
20 34			+ 34,99	29,04	4,03	10 0	
20 45	1 50	+ 35,14					
14. Juli 1945					+ 9°30'	+ 9°31'	
	16 ^h 55 ^m	21 ^h 55 ^m	+ 35",96				
	17 19			+ 36",46	28",43	4",89	1 0
	17 25	22 25	+ 36,59				
	17 41			+ 36,31	29,11	5,42	2 U
	17 50	22 50	+ 36,16				
	18 00			+ 36,43	27,65	4,08	3 0
	18 05	23 05	+ 36,56				
	18 20			+ 36,58	28,00	4,58	4 0
	18 25	23 25	+ 36,59				
	18 40	23 40	+ 36,79				
18 41			+ 37,10	27,40	4,50	5 0	

Tabelle 13 (Fortsetzung): Anschlusswinkel ΔA und Paarwerte des Azimutes A

Ort Datum	Epoche		ΔA		$a_{\text{beob.}}$	A	Stern- paar
	Stern- zeit	M.E.Z.	beob.	inter- poliert			
Gurten (14. Juli 1945)	19 ^h 00 ^m	0 ^h 00 ^m	+ 37",36				
	19 04			+ 37",29	28",57	5",86	6 U
	19 27			+ 36,91	28,81	5,72	7 0
	19 35	0 35	+ 36,77				
	20 13			+ 36,67	28,67	5,34	9 U
	20 30	1 30	+ 36,62				
	20 34			+ 36,68	27,74	4,42	10 0
	20 45	1 45	+ 36,84				
17. Juli 1945					+ 9°31'	+ 9°31'	
	17 ^h 00 ^m	21 ^h 50 ^m	- 50",21				
	17 25	22 15	- 49,52				
	17 41			- 49",94	55",87	5",93	2 U
	17 50	22 40	- 50,18				
	18 00			- 50,44	54,05	3,61	3 0
	18 10	23 00	- 50,71				
	18 20			- 50,58	54,96	4,38	4 0
	18 41			- 50,30	55,31	5,01	5 0
	19 00	23 50	- 50,05				
	19 04			- 50,12	56,17	6,05	6 U
	19 27			- 50,53	55,22	4,69	7 0
	19 46			- 50,86	56,52	5,66	8 U
	19 55	0 45	- 51,02				
	20 13			- 50,14	54,89	4,75	9 U
	20 30	1 20	- 49,32				
20 55	1 45	- 49,90					
18. Juli 1945					+ 9°31'	+ 9°31'	
	17 ^h 05 ^m	21 ^h 50 ^m	- 49",24				
	17 41			- 49",81	54",20	4",39	2 U
	17 50	22 35	- 49,95				
	18 00			- 50,21	54,78	4,57	3 0
	18 10	22 55	- 50,47				
	18 20			- 50,48	55,30	4,82	4 0
	18 40	23 25	- 50,49				
	18 41			- 50,47	54,79	4,32	5 0
	19 00	23 45	- 50,08				
	19 04			- 49,99	54,32	4,33	6 U
	19 25	0 10	- 49,53				
	19 27			- 49,57	54,93	5,36	7 0
	19 46			- 49,95	55,41	5,46	8 U
	19 55	0 40	- 50,13				
	20 13			- 50,15	54,68	4,53	9 U
20 30	1 15	- 50,16					
20 34			- 50,08	54,73	4,65	10 0	
20 57			- 49,62	54,41	4,79	11 0	
21 05	1 50	- 49,46					

Tabelle 13 (Fortsetzung): Anschlusswinkel ΔA und Paarwerte des Azimutes A

Ort Datum	Epoche		ΔA		$a_{\text{beob.}}$	A	Stern- paar
	Stern- zeit	M.E.Z.	beob.	inter- poliert			
21. Juli 1945 Gurten	17 ^h 10 ^m	21 ^h 45 ^m	+ 53,75		+ 9°30'	+ 9°31'	
	17 15	21 50	+ 53,61				
	17 41			+ 53,87	11,46	5,33	2 U
	18 00			+ 54,06	10,42	4,48	3 0
	18 10	22 45	+ 54,16				
	18 20			+ 53,98	10,15	4,13	4 0
	18 40	23 15	+ 53,16				
	18 41			+ 53,65	9,63	3,28	5 0
	19 00	23 35	+ 54,39				
	19 04			+ 54,34	10,73	5,07	6 U
	19 25	0 00	+ 54,10				
	19 27			+ 54,10	10,68	4,78	7 0
	19 46			+ 54,08	10,76	4,84	8 U
	19 55	0 30	+ 54,07				
	20 13			+ 54,48	10,81	5,29	9 U
	20 30	1 05	+ 54,86				
	20 34			+ 54,80	10,45	5,25	10 0
	20 55	1 30	+ 54,46				
	20 57			+ 54,38	10,67	5,05	11 0
	21 15	1 50	+ 53,69				
21 25	2 00	+ 54,04					
22. Juli 1945	17 ^h 15 ^m	21 ^h 45 ^m	+ 58,02		+ 9°30'	+ 9°31'	
	17 20	21 50	+ 57,30				
	17 25	21 55	+ 57,14				
	17 41			+ 57,12	7,91	5,03	2 U
	18 00			+ 57,10	7,07	4,17	3 0
	18 10	22 40	+ 57,09				
	18 20			+ 57,20	7,03	4,23	4 0
	18 40	23 10	+ 57,42				
	18 41			+ 57,40	7,34	4,74	5 0
	19 00	23 30	+ 56,98				
	19 04			+ 56,92	8,74	5,66	6 U
	19 25	23 55	+ 56,60				
	19 27			+ 56,61	8,57	5,18	7 0
	19 46			+ 56,75	8,11	4,86	8 U
	19 55	0 25	+ 56,82				
	20 13			+ 56,64	8,73	5,37	9 U
	20 30	1 00	+ 56,48				
	20 34			+ 56,52	8,72	5,24	10 0
	20 57			+ 56,73	7,89	4,62	11 0
	21 05	1 35	+ 56,80				
21 10	1 40	+ 55,76					

Tabelle 13 (Fortsetzung): Anschlusswinkel ΔA und Paarwerte des Azimutes A

Ort Datum	Epoche		ΔA		$a_{\text{beob.}}$	A	Stern- paar
	Stern- zeit	M.E.Z.	beob.	inter- poliert			
Gurten 23. Juli 1945	17 ^h 25 ^m	21 ^h 50 ^m	- 63,17		+ 9°32'	+ 9°31'	
	17 30	21 55	- 62,66				
	17 41			- 62,21	7,51	5,30	2 U
	18 00			- 61,44	7,37	5,93	3 0
	18 10	22 35	- 61,03				
	18 20			- 61,41	7,44	6,03	4 0
	18 40	23 05	- 62,16				
	18 41			- 62,18	6,70	4,52	5 0
	19 00	23 25	- 62,54				
	19 04			- 62,56	8,31	5,75	6 U
	19 25	23 50	- 62,67				
	19 27			- 62,69	7,56	4,87	7 0
	19 46			- 62,87	8,39	5,52	8 U
	19 55	0 20	- 62,95				
	20 13			- 62,98	7,90	4,92	9 U
	20 30	0 55	- 63,01				
	20 34			- 62,92	6,37	3,45	10 0
20 55	1 20	- 62,46					
20 57			- 62,58	6,82	4,24	11 0	
21 05	1 30	- 63,04					
21 10	1 35	- 62,49					
24. Juli 1945	17 ^h 25 ^m	21 ^h 45 ^m	- 33,35		+ 9°31'	+ 9°31'	
	17 30	21 50	- 32,70				
	17 41			- 33,12	38,41	5,29	2 U
	18 00			- 33,83	37,08	3,25	3 0
	18 10	22 30	- 34,21				
	18 20			- 34,16	37,51	3,35	4 0
	18 40	23 00	- 34,07				
	18 41			- 34,04	37,76	3,72	5 0
	19 00	23 20	- 33,43				
	19 04			- 33,49	38,86	5,37	6 U
	19 25	23 45	- 33,80				
	19 27			- 33,83	38,58	4,75	7 0
	19 46			- 34,13	38,10	3,97	8 U
	19 55	0 15	- 34,27				
	20 13			- 33,56	37,88	4,32	9 U
	20 30	0 50	- 32,89				
	20 34			- 32,91	38,81	5,90	10 0
20 55	1 15	- 33,01					
20 57			- 33,20	38,16	4,96	11 0	
21 05	1 25	- 33,98					
21 10	1 30	- 34,46					
25. Juli 1945	17 ^h 41 ^m			+ 34,68	+ 9°30'	+ 9°31'	2 U
	17 55	22 ^h 15 ^m	+ 34,93		30,72	5,40	
	18 00			+ 35,02	29,47	4,49	3 0
	18 10	22 30	+ 35,20				

Tabelle 13 (Fortsetzung): Anschlusswinkel ΔA und Paarwerte des Azimutes A

Ort Datum	Epoche		ΔA		$a_{\text{beob.}}$	A	Stern- paar
	Stern- zeit	M.E.Z.	beob.	inter- poliert			
Gurten (25. Juli 1945)	18 ^h 20 ^m			+ 35,41	28,71	4,12	4 0
	18 40	23 ^h 00 ^m	+ 35,82		28,47	4,32	5 0
	18 41			+ 35,85	28,47	4,32	5 0
	19 00	23 20	+ 36,33		29,84	6,14	6 U
	19 04			+ 36,30	29,84	6,14	6 U
	19 25	23 45	+ 36,17		28,78	4,88	7 0
	19 27			+ 36,10	28,78	4,88	7 0
	19 46			+ 35,46	30,30	5,76	8 U
	19 55	0 15	+ 35,16		29,13	4,35	9 U
	20 13			+ 35,22	29,13	4,35	9 U
	20 20	0 40	+ 35,24				
	20 25	0 45	+ 35,48				
	20 35	0 55	+ 35,94				
	20 40	1 00	+ 35,74				
	20 55	1 15	+ 36,23				
	20 57			+ 36,23	28,64	4,87	11 0
	21 18			+ 36,18	28,57	4,75	12 0
	21 25	1 45	+ 36,17				
	21 35			+ 36,15	29,22	5,37	13 U
					352°17'	352°17'	
Rigi 9. Juli 1949	18 ^h 05 ^m	23 ^h 25 ^m	- 0,18				
	18 30	23 50	- 0,65				
	19 10	0 30	+ 0,49				
	19 35	0 55	- 0,06				
	19 56			+ 0,05	44,69	44,74	10 0
	20 13			+ 0,15	43,38	43,53	11 U
	20 25	1 40	+ 0,21				
	21 05			+ 0,61	44,97	45,58	14 0
	21 15	2 30	+ 0,71				
					352°17'	352°17'	
10. Juli 1949	16 ^h 25 ^m	21 ^h 40 ^m	- 0,55				
	16 40			- 0,17	43,39	43,22	1 0
	17 00			+ 0,32	43,58	43,90	2 U
	17 05	22 20	+ 0,45				
	17 10			+ 0,42	41,93	42,35	3 0
	17 40	22 55	+ 0,25				
	17 44			+ 0,34	43,07	43,41	4 0
	18 05	23 20	+ 0,84				
	18 20			+ 0,93	43,13	44,06	6 U
	18 40			+ 1,04	43,31	44,35	7 0
	19 00	0 15	+ 1,16				
	19 04			+ 1,19	42,29	43,48	8 U
	19 25	0 40	+ 1,34				
	19 28			+ 1,36	42,92	44,28	9 0
	19 55	1 10	+ 1,57				
	20 13			+ 1,69	42,05	43,74	11 U
	20 24			+ 1,77	41,99	43,76	12 U
	20 35	1 45	+ 1,84				

Tabelle 13 (Fortsetzung): Anschlusswinkel ΔA und Paarwerte des Azimutes A

Ort Datum	Epoche		ΔA		$a_{\text{beob.}}$	A	Stern- paar
	Stern- zeit	M.E.Z.	beob.	inter- poliert			
Rigi 11. Juli					$352^{\circ}17'$	$352^{\circ}17'$	
	16 ^h 30 ^m	21 ^h 40 ^m	+ 1",90				
	17 00			+ 1",63	43",04	44",67	2 U
	17 05	22 15	+ 1,59				
	17 10			+ 1,62	42,93	44,55	3 O
	17 40	22 50	+ 1,80				
	17 44			+ 1,81	42,51	44,32	4 O
	18 05	23 15	+ 1,85				
	18 20			+ 1,83	42,59	44,42	6 U
	18 40			+ 1,79	42,78	44,57	7 O
	19 00	0 10	+ 1,76				
	19 04			+ 1,82	41,65	43,47	8 U
	19 25	0 35	+ 2,12				
	19 28			+ 2,06	42,45	44,51	9 O
	19 50	1 00	+ 1,63				
	19 56			+ 1,68	42,27	43,95	10 O
	20 24			+ 1,91	41,85	43,76	12 U
20 30	1 40	+ 1,96					
20 46			+ 1,70	42,63	44,33	13 U	
20 50	2 00	+ 1,64					
12. Juli 1949					$352^{\circ}17'$	$352^{\circ}17'$	
	16 ^h 30 ^m	21 ^h 35 ^m	+ 2",24				
	16 45	21 50	+ 1,88				
	17 00			+ 1",40	41",92	43",32	2 U
	17 05	22 10	+ 1,24				
	17 10			+ 1,32	43,14	44,46	3 O
	17 40	22 45	+ 1,83				
	17 44			+ 1,82	42,92	44,74	4 O
	18 06			+ 1,79	42,23	44,02	5 U
	18 20			+ 1,76	42,31	44,07	6 U
	18 40			+ 1,73	42,45	44,18	7 O
	19 04			+ 1,69	40,27	41,96	8 U
	19 05	0 10	+ 1,69				
	19 25	0 30	+ 2,53				
	19 28			+ 2,46	41,88	44,34	9 O
	19 55	1 00	+ 1,84				
	19 56			+ 1,84	42,28	44,12	10 O
20 13			+ 1,77	42,14	43,91	11 U	
20 30	1 35	+ 1,71					
21. Juli 1949					$352^{\circ}17'$	$352^{\circ}17'$	
	16 ^h 55 ^m	21 ^h 25 ^m	+ 2",84				
	17 10			+ 3",17	40",53	43",70	3 O
	17 40	22 10	+ 3,82				
	17 44			+ 3,83	41,52	45,35	4 O
	18 06			+ 3,87	41,72	45,59	5 U
	18 20			+ 3,90	39,65	43,55	6 U
	18 40			+ 3,95	39,29	43,24	7 O
19 00	23 30	+ 3,99					

Tabelle 13 (Fortsetzung): Anschlusswinkel ΔA und Paarwerte des Azimutes A

Ort Datum	Epoche		ΔA		$a_{\text{beob.}}$	A	Stern- paar
	Stern- zeit	M.E.Z.	beob.	inter- poliert			
Rigi (21. Juli 1949)	19 ^h 04 ^m			+ 4",04	39",11	43",15	8 U
	19 25	23 ^h 55 ^m	+ 4",31				
	19 28			+ 4,29	39,95	44,24	9 O
	19 55	0 25	+ 4,14				
	19 56			+ 4,16	40,02	44,18	10 O
	20 13			+ 4,49	39,60	44,09	11 U
	20 24			+ 4,70	39,73	44,43	12 U
	20 35	1 00	+ 4,91				
22. Juli 1949					352°17'	352°17'	
	17 ^h 05 ^m	21 ^h 30 ^m	+ 2",47				
	17 10			+ 2",70	41",93	44",63	3 O
	17 40	22 05	+ 4,09				
	17 44			+ 4,06	39,62	43,68	4 O
	18 06			+ 3,90	40,66	44,56	5 U
	18 15	22 40	+ 3,84				
	18 40			+ 3,93	40,36	44,29	7 O
	19 04			+ 4,02	39,48	43,50	8 U
	19 05	23 30	+ 4,02				
	19 25	23 50	+ 3,90				
	19 28			+ 3,95	40,06	44,01	9 O
	19 55	0 20	+ 4,40				
	19 56			+ 4,37	40,81	45,18	10 O
	20 13			+ 3,91	40,37	44,28	11 U
	20 25	0 50	+ 3,58				
	20 46			+ 3,68	39,29	42,97	13 U
	21 05	1 30	+ 3,78				
4. Aug. 1949					352°17'	352°17'	
	17 ^h 55 ^m	21 ^h 30 ^m	+ 1",50				
	18 06			+ 1",44	42",70	44",14	5 U
	18 20			+ 1,36	43,57	44,93	6 U
	18 30	22 05	+ 1,30				
	19 04			+ 0,95	42,86	43,81	8 U
	19 05	22 40	+ 0,94				
	19 25	23 00	+ 1,57				
	19 28			+ 1,66	42,78	44,44	9 O
	19 55	23 30	+ 2,46				
	19 56			+ 2,45	42,52	44,97	10 O
	20 13			+ 2,22	41,43	43,65	11 U
	20 20	23 55	+ 2,13				
	20 46			+ 2,19	41,17	43,36	13 U
	21 05			+ 2,24	42,92	45,16	14 O
	21 15	0 50	+ 2,27				
	21 42			+ 2,50	43,60	46,10	16 O
	21 55	1 30	+ 2,61				
5. Aug. 1949					352°17'	352°17'	
	17 ^h 55 ^m	21 ^h 25 ^m	+ 1",40				
	18 06			+ 1",91	42",06	43",97	5 U
	18 20			+ 2,55	41,96	44,51	6 U

Tabelle 13 (Fortsetzung): Anschlusswinkel ΔA und Paarwerte des Azimutes A

Ort Datum	Epoche		ΔA		a. beob.	A	Stern- paar
	Stern- zeit	M.E.Z.	beob.	inter- poliert			
Rigi (5. Aug. 1949)	18 ^h 30 ^m	22 ^h 00 ^m	+ 3",01				
	19 04			+ 2",98	41",03	44",01	8 U
	19 05	22 35	+ 2,98				
	19 25	22 55	+ 3,03				
	19 28			+ 3,03	41,71	44,74	9 0
	19 56			+ 3,06	42,89	45,95	10 0
	20 13			+ 3,07	41,03	44,10	11 U
	20 25	23 55	+ 3,08				
	20 46			+ 3,31	41,16	44,47	13 U
	21 05			+ 3,52	41,84	45,36	14 0
	21 15	0 45	+ 3,63				
	21 26			+ 3,46	41,30	44,76	15 0
	21 42			+ 3,20	42,11	45,31	16 0
	22 00	1 30	+ 2,92				
7. Aug. 1949					352°17'	352°17'	
	17 ^h 50 ^m	21 ^h 15 ^m	- 53",73				
	18 06			- 55",06	44",57	49",51	5 U
	18 20			- 56,23	43,87	47,64	6 U
	18 35	22 00	- 57,48				
	19 04			- 58,42	43,31	44,89	8 U
	19 05	22 30	- 58,45				
	19 25	22 50	- 59,59				
	19 28			- 59,56	44,67	45,11	9 0
	19 55	23 20	- 58,57				
	19 56			- 58,51	43,76	45,25	10 0
	20 13			- 57,51	43,57	46,06	11 U
	20 25	23 50	- 56,80				
	20 46			- 58,07	43,05	44,98	13 U
	21 05			- 59,22	44,23	45,01	14 0
	21 15	0 40	- 59,82				
	21 26			- 59,51	44,61	45,10	15 0
	21 42			- 59,06	43,00	43,94	16 0
	22 00	1 25	- 58,55				
8. Aug. 1949					352°17'	352°17'	
	17 ^h 45 ^m	21 ^h 05 ^m	+ 9",25				
	17 55	21 15	+ 9,55				
	18 06			+ 9",94	33",94	43",88	5 U
	18 20			+ 10,43	34,36	44,79	6 U
	18 30	21 50	+ 10,78				
	18 40	22 00	+ 10,45				
	19 04			+ 9,92	32,11	42,03	8 U
	19 05	22 25	+ 9,90				
	19 25	22 45	+ 10,31				
	19 28			+ 10,32	33,04	43,36	9 0
	19 55	23 15	+ 10,46				
	19 56			+ 10,50	33,70	44,20	10 0
	20 13			+ 11,23	33,63	44,86	11 U
	20 20	23 40	+ 11,53				

Tabelle 13 (Fortsetzung): Anschlusswinkel ΔA und Paarwerte des Azimutes A

Ort Datum	Epoche		ΔA		$a_{\text{beob.}}$	A	Stern- paar
	Stern- zeit	M. E. Z.	beob.	inter- poliert			
Rigi (8. Aug. 1949)	20 ^h 46 ^m			+ 11",04	31",96	43",00	13 U
	21 05			+ 10,69	33,48	44,17	14 O
	21 15	0 ^h 35 ^m	+ 10",50				
	21 26			+ 10,49	32,95	43,44	15 O
	22 00	1 20	+ 10,45				

12. Die beobachteten Azimute des Vertikales durch das irdische Objekt und deren Genauigkeit

Die gemessenen und interpolierten Anschlusswinkel ΔA , die beobachteten Instrumentenazimute a und die Azimute A des Vertikales durch das irdische Objekt sind in den Tabellen 13 vollzählig aufgeführt. In die Ableitung der beobachteten Azimute der Vertikale Gurten-Rötifluh und Rigi-Lägern sowie ihrer Genauigkeit wird eine Untersuchung mit einbezogen, ob sich ein systematischer Unterschied zwischen den Ergebnissen aus den Sternpaaren mit Nordstern in oberem Durchgang und denen mit Nordstern in unterem Durchgang nachweisen lasse.

a) Azimutbestimmung Gurten-Rötifluh

Um die Ergebnisse der einzelnen Abende miteinander vergleichbar zu machen, reduzieren wir sie auf den mittleren Pol. Aus den Koordinaten des Momentanpoles – veröffentlicht vom internationalen Breitendienst – gehen die nachstehenden Korrekturen Δa_p der beobachteten a hervor:

Datum	12.–14. Juli	17.–18. Juli	21. Juli	22.–23. Juli	24.–25. Juli
1945					
Δa_p	– 0",25	– 0",27	– 0",29	– 0",30	– 0",31

Diese Δa_p sind an die A angebracht worden. Hierauf wurden die 56 Einzelwerte des Azimutes A_o aus oberem Durchgang und die 39 Einzelwerte A_v aus unterem Durchgang zu den einfachen arithmetischen Mitteln \bar{A}_o und \bar{A}_v zusammengezogen. Die gefundenen Beträge sind:

$$\bar{A}_o = 9^\circ 31' 4",26 \pm 0",09; N_1 = 56$$

$$\bar{A}_v = 9^\circ 31' 4",84 \pm 0",11; N_2 = 39$$

$$\frac{\bar{A}_o + \bar{A}_v}{2} = 9^\circ 31' 4",55$$

$$\bar{A}_v - \bar{A}_o = +0",58 \pm 0",14$$

Wir heissen $\frac{\bar{A}_o + \bar{A}_v}{2}$ das beobachtete Azimut.

Das Gesamtmittel aller 95 Einzelwerte wird:

$$9^\circ 31' 4",50$$

Es fällt um 0",05 kleiner aus als $\frac{\bar{A}_o + \bar{A}_v}{2}$, weil mehr Sternpaare mit Nordstern in oberem Durchgang beobachtet wurden als solche mit Nordstern in unterem Durchgang.

Eine Prüfung des Unterschiedes $\bar{A}_v - \bar{A}_o$ mit Hilfe des von A. Linder* dargelegten Verfahrens ergibt folgendes:
Aus der Beziehung

$$s^2 = \frac{1}{N_1 + N_2 - 2} \left\{ \sum_{i=1}^{N_1} (A_{i_o}^t - \bar{A}_o)^2 + \sum_{i=1}^{N_2} (A_{i_v}^t - \bar{A}_v)^2 \right\}$$

* A. Linder: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. Birkhäuser, Basel.

erhält man die Streuung s . Sie ist in unserem Falle identisch mit dem mittleren Fehler des aus einem einzelnen Sternpaar abgeleiteten Azimutes A , das vom systematischen Unterschied zwischen den Ergebnissen aus Sternbeobachtung in oberem oder in unterem Durchgang befreit wurde. Setzt man die entsprechenden Zahlenwerte ein, so wird:

$$s = \pm 0'',65$$

Die mit t bezeichnete Grösse

$$t = \frac{\bar{A}_U - \bar{A}_O}{s} \cdot \sqrt{\frac{N_1 \cdot N_2}{N_1 + N_2}}$$

nimmt den Wert 4,27 an. Die Tafel der t -Verteilung gibt für den Freiheitsgrad $N_1 + N_2 - 2 = 93$ zu den gewählten Sicherheitsschwellen P die folgenden t :

$$P = 0,05 = 5\%; t = 2,0$$

$$P = 0,01 = 1\%; t = 2,6$$

$$P = 0,001 = 1\%; t = 3,4$$

Das von uns gefundene $t = 4,3$ liegt ausserhalb dieser Beträge, das heisst, die Wahrscheinlichkeit, dass die Differenz $\bar{A}_U - \bar{A}_O = +0'',58$ zufälliger Art sei, beträgt weniger als 1‰. Der Unterschied ist demnach verbürgt, was auch ohne weiteres daraus hervorgeht, dass er den Betrag seines mittleren Fehlers um das Vierfache übersteigt.

Die oben aufgeführten Mittelwerte \bar{A}_O und \bar{A}_U sind ohne verschiedene Gewichte – für die Ergebnisse der einzelnen Sternpaare – abgeleitet worden. Im Gegensatz dazu wurden bei einer vorangehenden, vorläufigen Berechnung solche Gewichte benutzt. Wir gehen kurz auf deren Bestimmung ein:

Theoretisch lässt sich der mittlere Fehler m_a des Azimutes a des Instrumentenvertikales, hervorgegangen aus der einmaligen Beobachtung eines Sternpaares, ansetzen zu:

$$m_a^2 = \frac{m_U^2 + m_S^2}{\sin^2 \Phi \cdot \cos^2 a} \cdot \frac{(\cos q_1 \cdot \sin p_1)^2 + (\cos q_2 \cdot \sin p_2)^2}{\sin^2 (z_1 + z_2)}$$

Die Grösse m_U^2 bedeutet den Durchschnittswert des für alle Sterne gerechneten Ausdruckes

$$\frac{\mu^2 \cdot \cos^2 q \cdot \sin^2 p}{10} + (m_i \cdot \cos z)^2$$

wenn der mittlere Fehler eines Doppelkontaktes mit μ und der mittlere Fehler einer Bestimmung der Neigung der Drehachse mit m_i bezeichnet wird. Die 26 auf dem Gurten beobachteten Sterne haben ein durchschnittliches m_U^2 von 0,031 ergeben.

Der Fehler m_s rührt von der Unsicherheit des Sternortes her. Wird angenommen, diese sei in allen Richtungen gleich gross, so ist

$$m_s = m_p = \sin p \cdot m_a$$

Der Übergang vom Azimut des Instrumentenvertikales auf das Azimut des Objektes führt zu

$$m_A^2 = m_a^2 + m_{\Delta A}^2$$

worin $m_{\Delta A}$ den mittleren Fehler des Anschlusswinkels bezeichnet. Die gesuchten Gewichte g gehen aus dem Quotienten $g = \frac{c}{m_A^2}$ hervor. Auf dem Wege dazu müssen also Durchschnittswerte der Fehlerquadrate m_i^2 , m_s^2 und $m_{\Delta A}^2$

eingeführt und vorher mit mehr oder weniger grosser Willkür abgeschätzt werden.

Versuchsweise wurde eine Berechnung der \bar{A}_O und \bar{A}_U mit Gewichten g vorgenommen. Bringt man durch geeignete Wahl von c den Durchschnittswert von g auf 1, so liegen die Gewichte zwischen 0,83 und 1,18. Bei jener vorläufigen Auswertung wurden die Azimute $A = a + \Delta A$ mit den Abendmitteln der Anschlusswinkel ΔA gerechnet. Dieselben Abendwerte der ΔA sind auch verwendet worden, um die \bar{A}_O und \bar{A}_U mittels gleicher Gewichte zu bestimmen. Man gewinnt auf diese Weise ein Bild vom Einfluss der Gewichte g .

Die Ergebnisse sind nachstehend in den Spalten 2 und 3 aufgeführt. Ferner gibt die Übersicht in Spalte 4 die mit Hilfe interpolierter, von Sternpaar zu Sternpaar veränderlicher Anschlusswinkel abgeleiteten Durchschnittswerte \bar{A}_O und \bar{A}_U . Alle hier aufgeführten Zahlen enthalten die Reduktion auf den mittleren Pol noch nicht.

Grösse	Mittlere Abendwerte der Anschlusswinkel ΔA sowie		Von Sternpaar zu Sternpaar veränderliche ΔA und gleiche Gewichte
	verschiedene Gewichte g	gleiche Gewichte	
\bar{A}_o	$9^\circ 31' 4'',56 \pm 0'',09$	$4'',55 \pm 0'',07$	$4'',55 \pm 0'',09$
\bar{A}_v	$5'',18 \quad 0'',09$	$5'',20 \pm 0'',10$	$5'',12 \pm 0'',11$
$\frac{\bar{A}_o + \bar{A}_v}{2}$	$9^\circ 31' 4'',87$	$4'',88$	$4'',84$
$\bar{A}_v - \bar{A}_o$	$+ 0'',62 \pm 0'',13$	$+ 0'',65 \pm 0'',12$	$+ 0'',57 \pm 0'',14$

Die Unterschiede zwischen den mit Gewichten g oder 1 gefundenen Ergebnissen der zweiten und dritten Spalte bleiben sehr gering. Vergleicht man sie mit den Zahlen der letzten Spalte, so erkennt man, dass die verschiedene Art der Einführung der Anschlusswinkel ΔA grössere Änderungen bewirkt als die Verwendung verschiedener Gewichte. Es lohnt sich also nicht, von 1 abweichende Gewichte einzuführen.

Nun soll geprüft werden, ob die Ursache eines systematischen Unterschiedes zwischen den Azimuten aus oberem oder unterem Durchgang im Auftreten seitlicher Refraktionen liegen könne. Zuerst ist festzustellen, mit was für einer Grössenordnung allfälliger seitlicher Refraktionen man im Maximum zu rechnen hat. Im Laufe der Längendifferenzbestimmung Poschiavo-Genf herrschte an einem Beobachtungsabend in Poschiavo heftiger Nordföhn. Die beobachtete Längendifferenz weicht an diesem Tage, dem 12. September 1921, um $+0'',092$ ab vom Gesamtmittel der übrigen 9 Abendwerte. In seiner Veröffentlichung «Die Genauigkeit der verschiedenen Zeitbestimmungsmethoden» legt *Th. Niethammer* dar, dass die Ausschläge der Uhrkorrektur und des Azimutes vom 12. September 1921 sich erklären lassen durch Refraktionsstörungen von rund $1''$ in Zenitnähe und von $0'',8$ in Polnähe. Er betrachtet seitliche Refraktionsstörungen von $1''$ als mögliche Extremfälle.

Bezeichnet man im Vertikal mit dem Azimut a die seitliche Refraktion des Südsterne mit dr und diejenige des Nordsterne mit dr' , so ist die Azimutverfälschung Δa gegeben durch den Ausdruck:

$$\Delta a = \{ + dr \cdot \cos q' \cdot \sin p' + dr' \cdot \cos q \cdot \sin p \} \cdot \operatorname{cosec} \Phi \cdot \sec a \cdot \operatorname{cosec} (z + z')$$

Die Grössen p , q und z sind dem Südsterne, p' , q' und z' dem Nordsterne zugeordnet. Bei den Bestimmungen auf dem Gurten betragen ihre Durchschnittswerte:

Südsterne:

$$z = +45^\circ; p = +87^\circ,7; \sin p \cos q = +0,992$$

Nordsterne,

oberer Durchgang:

$$z' = +27^\circ; p' = +17^\circ,1; \sin p' \cos q' = -0,271$$

unterer Durchgang:

$$z' = +55^\circ; p' = +13^\circ,8; \sin p' \cos q' = +0,209$$

Ferner ist: $\Phi = 43^\circ; a = 9^\circ 30'$

Damit ergeben sich die folgenden Azimutverfälschungen:

Sternpaar mit Nordsterne in oberem Durchgang:

$$\Delta a_o = \{ -dr \cdot 0,271 + dr' \cdot 0,992 \} \cdot 1,563$$

Sternpaar mit Nordsterne in unterem Durchgang:

$$\Delta a_v = \{ +dr \cdot 0,209 + dr' \cdot 0,992 \} \cdot 1,510$$

Weichen Δa_o und Δa_v voneinander ab, so macht sich dies als systematischer Unterschied zwischen den Azimuten aus oberem und aus unterem Nordsterndurchgang geltend.

Einige beliebig herausgegriffene Fälle seitlicher Refraktion führen zu den nachstehenden Beträgen:

1. Die seitliche Refraktion sei proportional dem Sinus der Zenitdistanz, also

$$dr = c \cdot \sin z; dr' = c \cdot \sin z'$$

Dann ist:

$$\begin{array}{r} \Delta a_O = +0'',40 \cdot c \\ \Delta a_U = + 1,45 \cdot c \\ \hline \Delta a_U - \Delta a_O = +1'',05 \cdot c \end{array}$$

Der Mittelwert $\frac{\bar{A}_O + \bar{A}_U}{2}$ des Azimutes wird verfälscht um

$$\Delta a_M = +0'',92 \cdot c$$

2. Im Süden mache sich keine seitliche Refraktion geltend; auf der Nordseite des Vertikales durch das Objekt wachse sie proportional dem Sinus der Zenitdistanz, also $dr = 0$; $dr' = c \cdot \sin z'$. Daraus geht hervor:

$$\begin{array}{r} \Delta a_O = +0'',70 \cdot c \\ \Delta a_U = + 1,23 \cdot c \\ \hline \Delta a_U - \Delta a_O = +0'',53 \cdot c \\ \Delta a_M = +0'',96 \cdot c \end{array}$$

3. Sowohl in 45° südlicher Zenitdistanz als auch in der Umgebung des Poles betrage die seitliche Refraktion $dr = dr' = +0'',5$. Die dadurch bewirkten Azimutfehler sind:

$$\begin{array}{r} \Delta a_O = +0'',56 \\ \Delta a_U = + 0,90 \\ \hline \Delta a_U - \Delta a_O = +0'',34 \\ \Delta a_M = +0'',73 \end{array}$$

4. Im Süden sowie zwischen Zenit und Pol trete keine seitliche Refraktion auf; horizontwärts des Poles – im Bereiche der unteren Durchgänge, also in durchschnittlich 55° Zenitdistanz – belaufe sie sich auf $+0'',4$. Man findet:

$$\begin{array}{r} \Delta a_O = 0'',00 \\ \Delta a_U = + 0,60 \\ \hline \Delta a_U - \Delta a_O = +0'',60 \\ \Delta a_M = +0'',30 \end{array}$$

Der unter Ziffer 1 aufgeführte Fall zeigt, dass eine seitliche Refraktion, die sowohl im nördlichen als auch im südlichen Teil des Vertikales proportional dem Sinus der Zenitdistanz wächst, schon bei einer Ablenkung $c = 0'',6$ im Horizont einen systematischen Unterschied $\bar{A}_U - \bar{A}_O$ von $0'',6$ ergibt.

Tritt nur auf der nördlichen Hälfte des Vertikales eine seitliche Refraktion $c \cdot \sin z'$ auf – wie unter Ziffer 2 angenommen wird –, so bewirkt eine Ablenkung von $1''$ im Horizont eine Differenz $\bar{A}_U - \bar{A}_O$ von $0'',53$.

Die unter Ziffer 4 gewählte Annahme, allein die Sterne in unterem Durchgang erführen infolge Refraktion eine Versetzung, führt schon mit $dr' = 0'',4$ zur Erklärung eines Unterschiedes $\bar{A}_U - \bar{A}_O$ von $0'',60$.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Die auf dem Gurten aufgetretenen systematischen Unterschiede lassen sich ohne gewagte und unwahrscheinliche Annahmen aus seitlichen Refraktionen erklären. Die Möglichkeit des Einwirkens anderer Fehlerquellen bleibt natürlich ebenfalls bestehen.

b) Azimutbestimmung Rigi-Lägern

Die zeitliche Anordnung der Beobachtungen auf dem Rigi, die schon in Abschnitt 4 besprochen wurde, legt es nahe, 3 Gruppen zu bilden und diese gesondert zu behandeln. Die Bestimmungen umfassen:

- Gruppe 1, die Beobachtungen vom 9., 10., 11. und 12. Juli
- Gruppe 2, die Beobachtungen vom 21. und 22. Juli
- Gruppe 3, die Beobachtungen vom 4., 5. und 8. August 1949

Weshalb die Beobachtungen des 7. August keine Verwendung finden, ist am Ende des Abschnittes 9 dargelegt. Zuerst sind in jeder Gruppe die Azimute A , hervorgegangen aus Sternpaaren mit Nordstern in oberem oder in unterem Durchgang, getrennt gemittelt worden. Die nachfolgende kleine Übersicht enthält die gefundenen Beträge. N_1 und N_2 geben die Anzahl der Einzelwerte an.

Gruppe	Azimute A aus Sternpaaren mit Nordstern				Unterschied $\bar{A}_U - \bar{A}_O$
	in oberem Durchgang		in unterem Durchgang		
	N_1	$352^\circ 17'$	N_2	$352^\circ 17'$	
1	17	$44',22 \pm 0',17$	16	$43',78 \pm 0',15$	$-0',44$
2	10	$44',25 \pm 0',21$	9	$44',01 \pm 0',27$	$-0',24$
3	13	$44',77 \pm 0',23$	15	$43',97 \pm 0',20$	$-0',80$

Die 3 Unterschiede $\bar{A}_U - \bar{A}_O$ wurden mit Hilfe der oben erwähnten statistischen Methoden untersucht. Die Differenz $-0',44$ der ersten Gruppe ist nicht verbürgt. Noch weniger ist es der Betrag $-0',24$ der zweiten Gruppe. Die Wahrscheinlichkeit, dass der Unterschied $-0',80$ der dritten Gruppe rein zufällig entstanden sei, liegt zwischen 1% und 5%. Demnach wäre er schwach verbürgt. Nun sind aber an allen Abenden der dritten Gruppe am Anfang 3 Paare mit Nordstern in unterem Durchgang und am Ende 2 Paare mit Nordstern in oberem Durchgang beobachtet worden. Die Mittelwerte der Anschlusswinkel ΔA und der Azimute, aus den Einzelwerten der ersten 3 und der letzten 2 Sternpaare gerechnet, nehmen die folgenden Beträge an:

Stern- beobachtungen zwischen	4. August 1949			5. August 1949			8. August 1949		
	ΔA	A	D	ΔA	A	D	ΔA	A	D
MEZ		$352^\circ 17'$			$352^\circ 17'$			$352^\circ 17'$	
$21^h 25^m - 22^h 40^m$	$+1',25$	$44',29$	U	$+2',48$	$44',16$	U	$+10',10$	$43',57$	U
$0^h 25^m - 1^h 20^m$	$+2',37$	$45',63$	O	$+3',33$	$45',04$	O	$+10',59$	$43',80$	O
Zunahme $O-U$	$+1',12$	$+1',34$		$+0',85$	$+0',88$		$+0',49$	$+0',23$	

Die Übereinstimmung in der Zunahme der ΔA und A ist augenfällig. Mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit hat demnach in den herausgegriffenen Gruppen – der ersten 3 und der letzten 2 Sternpaare eines Abends – nicht die Art des Durchganges, sondern das Anwachsen des Anschlusswinkels ΔA die Veränderung des Mittelwertes A bewirkt. Um so mehr hat man Grund, dem nur schwach verbürgten Unterschied $\bar{A}_U - \bar{A}_O$ zu misstrauen. Vermutlich wird der grösste Teil davon durch die Verteilung der Durchgänge und die Änderungen des Anschlusswinkels vorgetäuscht.

Aus den Beobachtungen auf dem Rigi lässt sich nicht sicher feststellen, ob ein systematischer Unterschied besteht zwischen den Azimutwerten, hervorgegangen aus Sternpaaren mit Nordstern in oberem oder Nordstern in unterem Durchgang. Bemerkenswerterweise haben die auftretenden Differenzen umgekehrtes Vorzeichen als die Unterschiede, die aus den Beobachtungen auf dem Gurten hervorgehen. Nach dem Gesagten geht es an, die Mittelbildung ohne Rücksichtnahme auf die Durchgangsart durchzuführen. Vorher müssen noch die Reduktionen Δa_p auf den mittleren Pol angebracht werden. Innerhalb der einzelnen Gruppen ändern sich die Δa_p nicht; sie weisen die Werte auf:

Gruppe	1	2	3
Δa_p	$+0',09$	$+0',13$	$+0',17$

Die damit erhaltenen Gruppenmittel sowie die Anzahl N der beobachteten Sternpaare betragen:

Gruppe	Beobachtungstage 1949	N	Auf den mittleren Pol reduziertes Azimut Rigi, astronomischer Pfeiler-Lägern
1	9., 10., 11., 12. Juli	33	$352^\circ 17' 44',09 \pm 0',12$
2	21., 22. Juli	19	$44',27 \pm 0',17$
3	4., 5., 8. August	28	$44',51 \pm 0',17$
Mittel der 3 Gruppenwerte			$352^\circ 17' 44',29 \pm 0',12$

Zwischen dem Ergebnis der ersten und der dritten Gruppe tritt der grösste Unterschied auf: $0'',42 \pm 0'',21$. Er beläuft sich auf das Doppelte seines mittleren Fehlers. Bildet man aus sämtlichen 80 Einzelwerten – je die Hälfte aus oberen und die Hälfte aus unteren Durchgängen – das Gesamtmittel, so geht das beobachtete Azimut hervor:

$$A = 352^{\circ}17'44'',28 \pm 0'',09$$

Das einfache arithmetische Mittel aus den 3 Gruppenresultaten und das Gesamtmittel aus allen Sternpaarergebnissen weichen nur um eine Einheit der zweiten Stelle voneinander ab; sie ergeben praktisch den gleichen Wert.

13. Zentrierungen, Endergebnisse und Laplacescher Widerspruch

Die rechtwinkligen Koordinaten der Instrumentenmitte sind im Abschnitt «1. Die Beobachtungsstationen» aufgeführt. Es bleibt nun noch die Übertragung der beobachteten Azimute auf das Zentrum der trigonometrischen Punkte 1. Ordnung vorzunehmen. Diese Reduktion besteht aus 2 Gliedern; das erste und weitaus grössere rührt her von der Zentrierung der Richtung; das zweite berücksichtigt die Konvergenz der Meridiane.

Azimutbestimmung	Gurten-Rötifluf	Rigi-Lägern
Zentrierung der Richtung	+ 1' 24",97	+ 26",05
Konvergenz der Meridiane	- 0",51	- 0",22
Gesamte Zentrierung	+ 1' 24",46	+ 25",83
Beobachtetes Azimut	9° 31' 4",55	352° 17' 44",28
Zentriertes Azimut	9° 32' 29",01	352° 18' 10",11

Ausser den astronomischen und geodätischen Azimuten Gurten-Rötifluf und Rigi-Lägern stellen wir nachstehend auch die astronomisch und geodätisch bestimmten geographischen Koordinaten der beiden Punkte Gurten und Rigi zusammen sowie die daraus hervorgehenden Lotabweichungskomponenten. In den mit «Entnommen» überschriebenen Spalten ist angegeben, woher die betreffenden Zahlen stammen.

Zentrum-Signalstein	Astronomisch	Entnommen	Geodätisch	Entnommen	Lotabweichungskomponente
<i>Punkt 1. Ordnung Gurten-Ost</i>					
Polhöhe	46° 55' 9",91	Band 23, Seite 107	7",00	Band 5, Seite 194	$\xi = + 2",91$
Länge östlich Greenwich	7° 26' 40",46 = 29 ^m 46 ^s ,698	Band 21, Seite 244	41",07	Band 5, Seite 194	$\eta_L = - 0",42$
Azimut Gurten-Rötifluf	9° 32' 29",01	Band 27, s. oben	29",13	Brief der L+T	$\eta_A = - 0",11$
<i>Punkt 1. Ordnung Rigi</i>					
Polhöhe	47° 3' 41",59	Band 27, Seite 73	28",96	Band 5, Seite 194	$\xi = + 12",63$
Länge östlich Greenwich	8° 29' 5",69 = 33 ^m 56 ^s ,379	Band 21, Seite 244	11",11	Band 5, Seite 194	$\eta_L = - 3",69$
Azimut Rigi-Lägern	352° 18' 10",11	Band 27, s. oben	12",04	Band 5, Seite 185	$\eta_A = - 1",80$
Länge des Koordinaten-Nullpunktes, alte Sternwarte Bern	7° 26' 22",50 = 29 ^m 45 ^s ,500	Band 23, Seite 75			

ξ positiv: nördliche Ablenkung des astronomischen Zenites

η positiv: östliche Ablenkung des astronomischen Zenites

Alle astronomisch bestimmten Grössen beziehen sich auf den mittleren Pol.

Zählt man die geographische Länge nach Osten positiv, so beträgt der Widerspruch der Laplaceschen Gleichung

$$w = A^{astr.} - A^{geod.} - (L^{astr.} - L^{geod.}) \sin \varphi \equiv (\eta_A - \eta_L) \operatorname{tg} \varphi$$

Es ergibt sich:

$A^{astr.} - A^{geod.}$	$\equiv + \eta_A \cdot \operatorname{tg} \varphi$	Gurten	Rigi
		- 0",12	- 1",93
$-(L^{astr.} - L^{geod.}) \sin \varphi$	$\equiv - \eta_L \cdot \operatorname{tg} \varphi$	+ 0",45	+ 3",97
	w	+ 0",33	+ 2",04

II. Die Bestimmung der Polhöhe auf Rigi-Kulm

1. Einleitende Bemerkungen

Zur Bestimmung der Polhöhe auf Rigi-Kulm ist die Horrebow-Talcott-Methode verwendet worden. Im vornherein war festgesetzt, die Beobachtungen auf 3 bis 4 Abende zu beschränken.

Das auf dem Rigi zur Verfügung stehende Instrumentarium ist unter «I. Die Bestimmungen der Azimute Gurten-Rötifluh und Rigi-Lägern» in Abschnitt 2b aufgeführt. Ferner findet man im Abschnitt 1b die Beschreibung der Station Rigi und der Lage des astronomischen Pfeilers, auf welchem das Durchgangsinstrument Bamberg Nr. 13999 aufgestellt wurde, sowie die Koordinaten des astronomischen Pfeilers und des Zentrums in winkeltreuer schiefachsiger Zylinderprojektion. Zum Durchgangsinstrument Bamberg gehört ein besonderes, im Hinblick auf die Horrebow-Talcott-Methode gebautes Mikrometer. Es wurde mit 65facher Vergrößerung gearbeitet.

Der Umdrehungswert der Mikrometerschraube wurde nicht durch besondere Beobachtungen bestimmt. In gleicher Art wie bei den Polhöhenbestimmungen in Bern und auf dem Gurten – veröffentlicht in Band 23* – ist er zusammen mit der Polhöhe als Unbekannte in die Ausgleichung eingeführt worden.

Die in bekannter Weise ausgeführten Messungen fielen auf den 26., 28., 30. und 31. Juli 1949. Am ersten Abend sind 10, am zweiten und dritten Abend je 11 und am letzten Abend 6, im ganzen also 38 Paare, beobachtet worden. Am 28. Juli behinderten Wolken die Einstellung der Sternbilder der ersten 3 Paare. Ihre Ergebnisse streuten nicht auffällig, so dass es sich erübrigte, ihnen kleinere Gewichte zu geben.

2. Das Sternprogramm

Die mittleren Örter der in Tabelle 1 zusammengestellten 17 beobachteten Sternpaare stammen alle aus dem «General Catalogue of 33342 stars for the epoch 1950, by Benjamin Boss». Das aufgestellte Programm enthält 41 Sternpaare. Bei der Auswahl der beobachteten Paare gaben die Durchgangszeit, der Unterschied ($Z_S - Z_N$) der Zenitdistanzen und die im Bosschen Katalog aufgeführten wahrscheinlichen Deklinationsfehler δ_{50} den Ausschlag. Der Durchschnittswert der δ_{50} beträgt $0''{,}11$; dem entspricht ein mittlerer Deklinationsfehler von $\pm 0''{,}16$.

Die Eigenschaften der verwendeten Sternpaare sind aus den nachstehenden Angaben ersichtlich. Ihre Rektaszensionen fallen in das Intervall zwischen $17^h 25^m$ und $20^h 30^m$.

Rektaszensionsintervalle zwischen den 2 Sternen eines Paares	{	Maximum	8 ^m ,7	Helligkeit	{	Maximum	3 ^m ,9
		Minimum	3 ^m ,0			Minimum	6 ^m ,1
		Mittel	5 ^m ,6			Mittel	5 ^m ,4
Zenitdistanzen	{	Maximum	26°1	Helligkeitsunterschiede in den Paaren	{	Maximum	1 ^m ,4
		Mittel	11°7			Mittel	0 ^m ,6
Zenitdistanzdifferenzen im Sinne ($Z_S - Z_N$)	{	Maximum	23',2				
		Mittel der Absolutwerte	13',0				
		arithmetisches Mittel	+ 0',3				

Je kleiner das Mittel der Zenitdistanzdifferenzen ($Z_S - Z_N$) gehalten wird, um so geringere Bedeutung fällt dem Fehler des Schraubenwertes zu. An den einzelnen Abenden und an allen 4 Abenden betragen die Summen der ($Z_S - Z_N$):

* Paul Engi: Bestimmung der Polhöhe des Nullpunktes der Schweizerischen Landesvermessung und des Trigonometrischen Hauptpunktes Gurten-Ost (B), Band 23, Seiten 77–107.

Tabelle 1:

Sternprogramm, Station Gurten; $\varphi = 46^{\circ}55',2$
 Azimut Gurten - Rötifluh $a_n = + 9^{\circ}32',5$

Stern- paar Nr.	Berliner Jahrbuch Nr.	M	A.R. 1945.0		Stern im Vertikal Gurten - Rötifluh			Summe der Zenit- distanzen $z_s + z_n$	N		
			h	m	δ 1945.0	Sternzeit	Zenit- distanz				
1	[1442]	4,3	16	51,4	+10	15,3	17 14,7	37 00	s	63,6	3
	695	3,7	18	22,0	+72	42,6	24,1 0	26 37			
2	1454	5,2	17	17,9	+18	06,7	17 37,3	29 05	s	82,4	10
	115	5,5	3	13,3	+77	32,1	45,6 U	53 20			
3	656	2,1	17	32,4	+12	35,9	17 54,6	34 38	s	59,7	10
	[714]	4,9	18	55,1	+71	13,4	18 04,8 0	25 02			
4	729	4,6	19	16,6	+73	15,2	18 15,6 0	27 13	n	71,6	9
	677	4,0	17	57,9	+ 2	56,0	24,5	44 23			
5	759	4,4	20	10,8	+77	32,8	18 34,4 0	32,02	n	82,2	9
	688	3,4	18	18,5	- 2	54,9	47,8	50 14			
6	173	6,0	4	41,4	+75	50,7	18 57,0 U	55 17	n	111,8	9
	[1486]	4,7	18	39,3	- 9	06,4	19 11,5	56 29			
7	770	5,2	20	32,3	+74	46,0	19 21,2 0	28 52	n	81,2	10
	717	3,6	19	03,3	- 4	58,0	33,5	52 19			
8	[1500]	5,4	19	09,7	- 8	02,0	19 41,4	55 24	s	117,7	9
	234	4,7	6	12,8	+69	20,6	51,2 U	62 20			
9	191	5,2	5	13,5	+79	10,4	20 07,7 U	51 22	n	92,4	10
	749	3,9	19	52,6	+ 6	16,1	17,7	41 00			
10	[1524]	5,6	20	01,5	+ 7	07,3	20 26,2	40 09	s	64,2	8
	809	3,3	21	28,0	+70	19,1	41,7 0	24 04			
11	[817]	4,8	21	41,1	+71	03,5	20 51,6 0	24 51	n	82,3	6
	[1536]	5,8	20	29,4	-10	02,5	21 02,0	57 26			
12	837	5,0	22	08,8	+72	04,2	21 14,3 0	25 56	n	82,5	1
	[1547]	4,8	20	49,7	- 9	11,5	22,0	56 34			
13	[1555]	4,8	21	07,6	+ 9	54,5	21 31,0	37 21	s	88,1	1
	248	5,6	6	36,9	+79	37,8	39,3 U	50 47			

Mittel 83,1

Datum 1949	n	(Z _S -Z _N)	
		in Bogenminuten	in Schraubenumdrehungen
26. Juli	10	- 45',7	- 34 ^R ,8
28. Juli	11	- 38',5	- 29 ^R ,3
30. Juli	11	+ 55',1	+ 42 ^R ,0
31. Juli	6	+ 24',2	+ 18 ^R ,4
Gesamtsumme	38	- 4',9	- 3 ^R ,7

Mit n ist die Anzahl der beobachteten Sternpaare bezeichnet. Der Einfluss des Schraubenfehlers auf die abzuleitende Polhöhe wird im nächsten Abschnitt abgeschätzt.

3. Die Konstanten und die Aufstellungsfehler des Instrumentes

a) Der Schraubenwert des Mikrometers

Wie schon in den einleitenden Bemerkungen erwähnt ist, wurden keine besonderen Messungen zur Bestimmung des Schraubenwertes ausgeführt. Der Betrag, eine Umdrehung gleich $78''{,}76$, konnte als vorzüglicher Näherungswert Band 23 entnommen werden; es ist dies das Mittel der am genannten Ort auf Seite 107 in den Kolonnen Bern und Gurten gegebenen Werte.

Die Ausgleichung der Zenitdistanzdifferenzen, die auf dem Rigi beobachtet wurden, ergibt einen Schraubenwert von

$$R = 78''{,}79 \pm 0''{,}01$$

Es soll noch beachtet werden, was für eine Verfälschung der gesuchten Polhöhe ein Fehler von $0''{,}03$ im Schraubenwert – das heisst der dreifache mittlere Fehler – mit sich brächte. Die Summe der beobachteten Breitenwerte, hervorgegangen aus den 38 Paardurchgängen, würde in diesem Falle einen Fehler von $3,7 \cdot 0''{,}03 = 0''{,}11$ und das Endergebnis einen Fehler von $0''{,}11 : 38 = 0''{,}003$ aufweisen. Die getroffene Wahl der Sternpaare hat also zur Folge, dass der Einfluss der Unsicherheit des Schraubenwertes unterhalb der Rechnungsschärfe bleibt.

b) Die Fadendistanzen

Die Sternbilder wurden ausschliesslich in symmetrischer Lage zum Mittelfaden eingestellt. Es erübrigte sich, die zur Berücksichtigung der Krümmung des Parallels nötigen Fadendistanzen neu zu bestimmen. Sie sind gesamthaft im Bande 23 aufgeführt. Auf dem Rigi wurden die Faden Nr. 4, 6, 8 und die symmetrisch gelegenen Nr. 4', 6', 8' benutzt. Ausnahmen davon sind nur selten aufgetreten. In der Regel kamen bei rasch laufenden Sternbildern die Faden Nr. 4, 6, 6', 4' zur Verwendung, bei sich langsam bewegenden Sternbildern die Faden Nr. 6, 8, 8', 6'. Die nachstehenden, auf Zehntelsekunden abgerundeten Fadenabstände F sind Band 23, Seite 89, entnommen; sie beziehen sich auf den Mittelfaden Nr. 9.

Faden	F	F	Faden
4	340',4	339',6	4'
6	171',4	168',3	6'
8	57',0	56',5	8'
9	0',0	0',0	9'

c) Die Angaben der Libellen

Die Angaben sind auf dem Rigi in der Gebrauchslage der Libellen bei 3 verschiedenen Blasenlängen bestimmt worden. Der bewegliche Einzelfaden wurde jeweils bei 2 extremen Stellungen der Blasen auf eine Lampe am

Westabhang der Albiskette eingestellt; jede Anzielung ergab eine dazugehörige Mikrometer- und Blasenablesung. Daraus gingen die folgenden, in Umdrehungen der Mikrometerschraube ausgedrückten Angaben hervor:

Datum 1949	Anzahl der Einzel- werte	Blasen- länge	Libelle I		Libelle II	
			Angabe	Blasen- länge	Angabe	
1. August	8	14 ^p ,2	0 ^R ,0150 ± 0 ^R ,0005 ₅	16 ^p ,1	0 ^R ,0146 ± 0 ^R ,0004 ₉	
31. Juli	16	15 ^p ,2	0 ^R ,0149 ± 0 ^R ,0002 ₉	17 ^p ,1	0 ^R ,0148 ± 0 ^R ,0003 ₄	
1. August	8	17 ^p ,1	0 ^R ,0154 ± 0 ^R ,0001 ₅	19 ^p ,9	0 ^R ,0150 ± 0 ^R ,0002 ₁	
		Mittel	0 ^R ,0151 = 1",19	Mittel	0 ^R ,0148 = 1",17	

Eine schwache Zunahme der Angaben mit der Blasenlänge ist angedeutet, aber nicht verbürgt. Zu den Reduktionsrechnungen wurde das Gesamtmittel

$$1 \text{ Pars} = 0^R,0150 = 1'',18$$

verwendet.

Das Anwachsen der Blasenlänge im Laufe der einzelnen Beobachtungsnächte ist aus der nachstehenden kleinen Übersicht zu ersehen:

Datum 1949	Zunahme der Blasenlänge	
	Libelle I	Libelle II
26. Juli	von 14 ^p ,9 bis 15 ^p ,5	von 16 ^p ,9 bis 17 ^p ,3
28. Juli	von 13 ^p ,6 bis 15 ^p ,5	von 15 ^p ,6 bis 17 ^p ,4
30. Juli	von 15 ^p ,5 bis 17 ^p ,6	von 17 ^p ,6 bis 19 ^p ,4
31. Juli	von 14 ^p ,9 bis 15 ^p ,1	von 16 ^p ,7 bis 17 ^p ,0

Weiter bleibt noch der Einfluss eines Angabefehlers auf die abgeleitete Polhöhe abzuschätzen. Zu diesem Zwecke setzen wir die Unsicherheit der Angabe gleich $\pm 0'',1 = \pm 0^R,00127 = \pm 8,5\%$ des benutzten Wertes. Das algebraische Mittel aus den halben Neigungsdifferenzen der 38 beobachteten Paare beträgt $-0'',17$. Demnach würde ein hochgegriffener Fehler der Angabe von $\pm 8,5\%$ die Polhöhe um rund $\mp 0'',015$ verfälschen.

Zur Kontrolle ist die Angabe auch mit dem Libellenprüfer des Geodätischen Institutes der Eidgenössischen Technischen Hochschule bestimmt worden. Die gefundenen Werte sind:

Datum 1949	Libelle I		Libelle II	
	Blasen- länge	Angabe	Blasen- länge	Angabe
24. Mai	12 ^p ,0	1",07	12 ^p ,6	1",04
24. Mai	16 ^p ,0	1",04	17 ^p ,6	1",02
27. Mai	21 ^p ,5	0",91	21 ^p ,9	0",92
	Mittel	1",01	Mittel	0",99

Diese Beträge bleiben merklich unter dem Mittelwert, der auf dem Rigi erhalten wurde. Zudem zeigt sich bei den grossen Blasenlängen von über 21^p eine starke Abnahme. Zur Vergleichung lassen wir 4 Angabewerte folgen, die von Dr. Engi im Jahre 1938 in Zürich innerhalb von 10 Tagen bestimmt wurden (Band 23, Seite 87):

Datum 1938	Art der Bestimmung	Angabe	
		Libelle I	Libelle II
11. Juni	Libellen auf dem Prüfer	1",01	1",00
21. Juni	Libellen in Gebrauchslage	1",24	1",20

Die Unterschiede machten sich also auch damals in der gleichen Grössenordnung geltend.

Zur Reduktion der Beobachtungen auf dem Rigi dienten ausschliesslich die in Gebrauchslage der Libellen abgeleiteten Angaben.

d) *Instrumentenazimut, Kollimation und Neigung der Horizontalachse*

Das Instrument wurde in gewohnter Weise mit Hilfe des Polarsternes in den Meridian gestellt. Hernach blieb die Aufstellung unverändert. Kontrollbeobachtungen zweier polnaher Sterne ergaben ein Instrumentenazimut von $k = +0^s,05$. Auf Stationen mittlerer Breite sollen – wie *Albrecht* in den «Formeln und Hilfstafeln» anführt – das Instrumentenazimut und die Kollimation weniger als $50'' = 3\frac{1}{3}^s$ betragen; ihr Einfluss auf die Polhöhe erreicht dann nicht die Hundertstel-Bogensekunde. Zur genügend genauen Beseitigung der Kollimation konnte ein weit entferntes irdisches Objekt angezielt werden.

Die Neigung der Horizontalachse darf den Betrag von $40''$ nicht übersteigen, wenn der Einfluss auf die Polhöhe unter $0'',01$ bleiben soll. Die Ausschläge der Sekundenlibelle betragen nie mehr als einige Teilungsintervalle. Die Wirkung der aufgetretenen Neigung der Drehachse ist also vollständig vernachlässigbar.

4. Die Reduktion der Beobachtungen

In den Tabellen 2 ist die Ableitung der Polhöhe aus einem jeden Sternpaar gegeben. Die bekannte, dabei verwendete Formel lautet:

$$\varphi_b = \frac{1}{2} \{(\delta_S + \delta_N) + R_0(m_E - m_W) + (r_S - r_N)\}$$

Darin bedeuten: δ_S und δ_N die Deklinationen des südlichen und des nördlichen Sternes; m_E und m_W die in den Instrumentenstellungen Okular Ost und Okular West erhobenen und bereits wegen Krümmung des Parallels und wegen Neigung verbesserten Trommelablesungen; r_S und r_N die am Südstern und am Nordstern anzubringenden Verbesserungen wegen Refraktion. Der genäherte Schraubenwert wird R_0 genannt.

Die Korrektur wegen Krümmung des Parallels beträgt

$$\pm \frac{F^2}{2 R_0} \sin 1'' \operatorname{tg} \delta$$

wenn mit F die Fadendistanz in Bogensekunden bezeichnet wird. Beim verwendeten Instrument bezieht sich das positive Zeichen auf die Lage Okular Ost und das negative Zeichen auf die Lage Okular West. Die Zahlenwerte für die Fäden 4, 4', 6, 6' und 8, 8' sind in Band 23 in der Tabelle auf Seite 90 für die Deklinationen von 24° bis 70° gegeben; sie konnten dort entnommen werden.

Ferner hat man die Libellenausschläge zu berücksichtigen. Die 8 Blasenablesungen, die dem ersten Sterndurchgang zugeordnet sind, wurden zum Mittelwert M_1 zusammengezogen. Auf gleiche Weise ging der zum zweiten Stern gehörende Betrag M_2 hervor. Die Korrektur wegen Neigung des Sternes mit dem kleineren M setzten wir gleich Null. In diesem Falle erhält die Mikrometerablesung m des andern Sternes eine positive Korrektur; sie ist gleich dem Absolutwert der Differenz der M , multipliziert mit der in Schraubenumdrehungen ausgedrückten mittleren Libellenangabe, also gleich $+ |(M_1 - M_2)| \cdot 0^R,0150$.

Die wegen der Refraktionseinflüsse anzubringende Verbesserung lässt sich ausdrücken durch die Beziehung:

$$(r_S - r_N) = \alpha \cdot \sin 1' \cdot \frac{(Z_S - Z_N)}{\cos^2 Z_m}$$

wenn die Zenitdistanzdifferenz $(Z_S - Z_N)$ in Bogenminuten eingeführt und die mittlere Zenitdistanz mit Z_m bezeichnet wird. Die Zahlenwerte der Korrektur $(r_S - r_N)$ konnten der in Band 23 auf Seite 92 gegebenen Zusammenstellung entnommen werden.

Aus jeder einzelnen Beobachtung eines Sternpaares geht ein Polhöhenwert φ_b hervor; diese φ_b sind paarweise zu Mittelwerten φ_p zusammengezogen worden. Führt man einen Näherungswert φ_0 der Breite sowie Verbesserungen $\Delta\varphi$ der Breite und ΔR des Schraubenwertes ein, so erhält man die Fehlergleichung

$$v = \Delta\varphi - \frac{1}{2} (m_E - m_W) \Delta R + (\varphi_0 - \varphi_p)$$

mit den Unbekannten $\Delta\varphi$ und ΔR und dem Gewicht p . Bei der Berechnung der p wurden die Unsicherheit der Deklinationen und die Anzahl n_p der Beobachtungen des betreffenden Paares berücksichtigt.

Die im Bossschen Katalog mit δ_{50} bezeichneten wahrscheinlichen Fehler der Deklinationen der beobachteten Sterne sind schon in Tabelle 1 aufgeführt. Bedeuten ε_S und ε_N die wahrscheinlichen Deklinationsfehler des Süd- und

des Nordsternes in der Beobachtungsepoche, so nimmt das Quadrat des mittleren Fehlers m_δ der Polhöhe, herührend von der Unsicherheit der Deklinationen, die Form an:

$$m_\delta^2 = \left(\frac{1,48}{2}\right)^2 \cdot (\varepsilon_S^2 + \varepsilon_N^2)$$

Da die Epochen der Katalogangaben und der Beobachtungen nahe beieinander liegen, wurde an Stelle der ε die δ_{50} eingeführt. Wählt man als Einheit der δ_{50} und der m_p die Hunderstel-Bogensekunde, so ergeben sich die verwendeten Gewichte p aus der Beziehung

$$p = \frac{1000}{\mu^2}$$

In den Tabellen 2 sind die zur Auswertung eines jeden Sternpaardurchganges verwendeten Zahlenwerte und die daraus erhaltenen φ_b aufgeführt. Man findet in den einzelnen Spalten:

1. die Ordnungsnummer des Sternpaares
2. von jedem Stern die Ordnungsnummer des «General Catalogue» 1950 von *B. Boss*
3. die Stellung des Instrumentes, Okular im Osten oder im Westen
4. die Nummer der Faden, an denen das Sternbild eingestellt wurde
5. die Krümmung des Parallels
6. die Mittelwerte der Mikrometerablesungen, erhalten aus zwei symmetrisch zum Mittelfaden vorgenommenen Einstellungen
7. die wegen Krümmung des Parallels korrigierten Mittelwerte
8. das Gesamtittel der reduzierten Mikrometerablesungen eines Sternes
9. die weiter oben besprochene Verbesserung wegen Neigung, so gerechnet, dass die Korrektur des einen Sternes gleich Null, die des andern stets positiv ist
10. die wegen Krümmung des Parallels und Neigung verbesserten Mikrometerablesungen m_E und m_W sowie deren Differenz ($m_E - m_W$)
11. die Deklinationen der beiden Sterne, die Produkte $R_0(m_E - m_W)$, den Refraktionseinfluss ($r_S - r_N$) und den doppelten Betrag der beobachteten Polhöhe
12. die beobachtete Polhöhe

Die φ_b sind behaftet mit den Beobachtungsfehlern, den Fehlern der Deklinationen und dem Fehler des eingeführten Schraubenwertes. Zieht man sie paarweise zu Mittelwerten φ_p zusammen und bildet man die mittleren Fehler m_p , der aus einmaliger Beobachtung des betreffenden Paares erhaltenen Polhöhe, so wirken sich die Fehler der Deklinationen und des eingeführten Schraubenwertes in den m_p nicht aus.

Der Berechnung der φ_p hat noch die Reduktion der φ_b auf den mittleren Pol voranzugehen. Wird die anzubringende Korrektur mit $\Delta\varphi_b$ bezeichnet und die auf den mittleren Pol bezogenen Breiten mit φ'_b , so ist

$$\varphi'_b = \varphi_b + \Delta\varphi_b$$

Eine graphische Aufzeichnung der Polbewegung – die dazu benötigten Polkoordinaten wurden dem Bulletin géodésique Nr. 17, 1. September 1950, entnommen – ergab für die 4 Beobachtungsnächte die folgenden Korrekturen:

1949, 26. Juli	$\Delta\varphi_b = -0'',12$
28. Juli	$\Delta\varphi_b = -0'',10$
30. Juli	$\Delta\varphi_b = -0'',09$
31. Juli	$\Delta\varphi_b = -0'',09$

In Tabelle 3 findet man die φ'_b zusammengestellt. Die sechste Spalte gibt die Paarmittel φ_p ; in der letzten Spalte stehen die mittleren Fehler m_p eines Einzelwertes. Der quadratische Mittelwert der m_p eignet sich zur Abschätzung der Beobachtungsfehler; er beträgt $\pm 0'',32$.

Der nächste Schritt besteht in der Ableitung der Gewichte p der einzelnen φ_p ; sie ist in Tabelle 4 ausführlich dargestellt.

Tabelle 2: Beobachtete Polhöhen

 $R_0 = 78''{,}76$

Datum	Stern- paar	Boss Katalog Nr.	O- ku- lar	Faden f, f'	Krümmung des Parallels	Mittel aus Faden f u. f'	Mikrometerablesungen reduz. f. Krüm. des Pa- rallels	Ge- samt- mittel	Neigungen i	Reduzierte Mikr. Ab- lesungen, ($m_E - m_W$)	Deklinationen $R_0(m_E - m_W)$ ($r_S - r_N$) 2 φ_b	φ_b
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
26. Juli 1949	1	23 726	W	4, 6' 6, 6'	- 0,002 0	19,187 ,189	R185 ,189	R187 ,187	0	19,187	26° 8' 51",92 68 10 7,09 -11 36,08 - 0,22	47° 3' 41",36
		23 821	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,009 + 2	10,316 ,312	,325 ,314	,320	+ 0,029	10,349 - 8,838	94 7 22,71	
	2	24 093	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,005 + 1	22,677 ,672	,682 ,673	,678	0	22,678	53 49 23,51 40 1 1,03 +16 57,97 + 0,29	47 3 41,40
		24 342	W	4, 4' 6, 6'	- 0,003 - 1	9,698 ,694	,695 ,693	,694	+ 0,059	9,753 +12,925	94 7 22,80	
	4	24 916	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,007 + 2	5,494 ,496	,501 ,498	,500	+ 0,013	5,513	64 22 49,63 29 50 1,18 - 5 27,25 - 0,10	47 3 41,73
		25 056	W	4, 4' 6, 6'	- 0,002 - 1	9,670 ,668	,668 ,667	,668	0	9,668 - 4,155	94 7 23,46	
	5	25 519	W	4, 4' 6, 6'	- 0,007 - 2	22,609 ,598	,602 ,596	,599	0	22,599	62 28 48,91 31 52 32,53 -13 58,09 - 0,25	47 3 41,55
		25 643	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,002 + 1	11,948 ,944	,950 ,945	,948	+ 0,010	11,958 -10,641	94 7 23,10	
	7	26 055	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,008 + 2	24,498 ,499	,506 ,501	,504	0	24,504	65 11 23,56 28 32 50,87 +23 8,54 + 0,43	47 3 41,70
		26 317	W	4, 4' 6, 6'	- 0,002 0	6,831 ,831	,829 ,831	,830	+ 0,044	6,874 +17,630	94 7 23,40	

Tabelle 2 (Fortsetzung): Beobachtete Polhöhen

$R_0 = 78''{,}76$

Datum	Sternpaar	Boss Katalog Nr.	O-kular	Faden f, f'	Krümmung des Parallels	Mittel aus Fäden f u. f'	Mikrometerablesungen	Neigungen i	Reduzierte Mikr. Ablesungen, $(m_E - m_W)$	Deklinationen $R_0(m_E - m_W)$ $(r_S - r_N)$ $2 \psi_b$	ψ_b	
						6	7	8	9	10	11	12
(26. Juli 1949)	8	26 542	W	4, 4' 6, 6'	0,000	21,000	0,000	0,000	0	21,000	21° 8' 30",72	47° 3' 41",82
		26 638	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,012 + 2	8,132 ,138	,144 ,140	,142	+ 0,055	8,197 <u>-12,803</u>	73 15 41,64 -16 48,36 - 0,35 94 7 23,65	
		26 947	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,004 + 1	20,486 ,482	,490 ,483	,486	0	20,486	51 37 14,29 42 18 0,91	
		27 070	W	4, 4' 6, 6'	- 0,003 - 1	11,244 ,236	,241 ,235	,238	+ 0,012	11,250 <u>+ 9,236</u>	+12 7,43 + 0,20 94 7 22,83	
	12	27 315	W	4, 4' 6, 6'	- 0,003 - 1	24,854 ,854	,851 ,853	,852	0	24,852	41 38 59,96 52 51 28,97	41,42
		27 506	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,005 + 1	7,268 ,265	,273 ,266	,270	+ 0,006	7,276 <u>-17,576</u>	-23 4,29 - 0,39 94 7 24,25	
		28 108	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,005 + 1	13,482 ,480	,487 ,481	,484	+ 0,025	13,509	56 24 40,00 37 52 25,52	
		28 218	W	4, 4' 6, 6'	- 0,003 - 1	20,893 ,892	,890 ,891	,890	0	20,890 <u>- 7,381</u>	- 9 41,33 - 0,17 94 7 24,02	
	15	28 339	W	4, 4' 6, 6'	- 0,004 - 1	20,440 ,435	,436 ,434	,435	0	20,435	45 37 49,94 48 46 46,14	42,01
		28 537	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,004 + 1	7,312 ,310	,316 ,311	,314	+ 0,018	7,332 <u>-13,103</u>	-17 11,99 - 0,29 94 7 23,80	
		23 726	W	4, 4' 6, 6'	- 0,002 - 1	20,773 ,770	,771 ,770	,770	+ 0,006	20,776	26 8 52,17 68 10 7,48	
		23 821	E	6, 6' 8, 8'	- + 0,000	-* 11,929	- ,929	,929	0	11,929 <u>- 8,847</u>	-11 36,79 - 0,22 94 7 22,64	

28. Juli 1949

* Wolke

Tabelle 2 (Fortsetzung): Beobachtete Polhöhen

Datum	Sternpaar	Boss Katalog Nr.	O-kular	Faden f, f'	Krümmung des Parallels	Mikrometerablesungen			Neigungen i	Reduzierte Mikr. Ablesungen, (m _E - m _W)	Deklinationen R ₀ (m _E - m _W) (r _S - r _N) 2 φ _b	φ _b
						Mittel aus Faden f u. f'	reduz. f. Krüm. des Parallels	Ge-samt-mittel				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(28. Juli 1949)	2	24 093	E	6, 6' 8, 8'	- + 0,000	22, 298 22, 298	- R, 298	R, 298	0	22, 298	53° 49' 23,89 40 1 1,38 +16 57,42 + 0,29 94 7 22,98	47° 3' 41,49
	2	24 342	W	4, 4' 6, 6'	- 0,003 - 1	9, 366 9, 362	, 363 , 361	, 362	+ 0,018	9, 380 +12, 918		
	3	24 518	W	4, 4' 6, 6'	- 0,004 - 1	13, 558 13, 550	, 554 , 549	, 552	0	13, 552	45 30 12,35 48 27 42,11 + 9 26,84 + 0,16 94 7 21,46	40,73
	3	24 607	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,004 + 1	20, 725 20, 734	, 729 , 735	, 732	+ 0,017	20, 749 + 7, 197		
	4	24 916	E	6, 6' 8, 8'	+ 0,002 0	6, 177 1, 180	, 179 , 180	, 180	0	6, 180	64 22 50,07 29 50 1,53 - 5 27,41 - 0,10 94 7 24,09	42,04
	4	25 056	W	4, 4' 6, 6'	- 0,002 - 1	10, 332 10, 326	, 330 , 325	, 328	+ 0,009	10, 337 - 4, 157		
	5	25 519	W	6, 6' 8, 8'	- 0,002 - 1	20, 770 1, 770	, 768 , 770	, 769	+ 0,048	20, 817	62 28 49,40 31 52 32,90 -13 59,19 - 0,25 94 7 22,86	41,43
	5	25 643	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,002 + 1	10, 156 1, 165	, 158 , 166	, 162	0	10, 162 -10, 655		
	6	25 732	E	6, 6' 9	+ 0,001 0	14, 542 1, 542	, 543 , 542	, 542	+ 0,081	14, 623	41 23 10,51 52 54 32,78 -10 18,34 - 0,18 94 7 24,77	42,38
	6	25 904	W	4, 4' 7, 7'	- 0,005 - 1	22, 478 1, 476	, 473 , 475	, 474	0	22, 474 - 7, 851		
	8	26 542	W	4, 4' 6, 6'	- 0,002 0	21, 314 1, 310	, 312 , 310	, 311	0	21, 311	21 8 31,06 73 15 42,19 -16 48,13 - 0,35 94 7 24,77	42,38
	8	26 638	E	6, 6' 8, 8'	+ 0,002 0	8, 491 1, 496	, 493 , 496	, 494	+ 0,017	8, 511 -12, 800		

Tabelle 2 (Fortsetzung): Beobachtete Polhöhen

Datum	Sternpaar	Boss Katalog Nr.	O-kular	Faden f, f'	Krümmung des Parallels	Mikrometerablesungen			Neigungen i	Reduzierte Mikr. Ablesungen (m _E - m _W)	Deklinationen R ₀ (m _E - m _W) (r _S - r _N)	φ _b
						Mittel aus Faden f u. f'	reduz. f. Krüm. des Parallels	Gesamt-mittel				
(28. Juli 1949)	1	26 947	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,005	20,769	774	772	0	20,772	51° 37' 14",83	12
						,770	,771				42 18 1,40	
	10	27 070	W	4, 4' 6, 6'	- 0,003	11,452	,449	,446	+ 0,094	11,540	+12 7,11	
						,445	,444				+ 0,20	94 7 23,54
12	27 315	W	4, 4' 6, 6'	- 0,003	24,420	,417	,416	0	24,416	41 39 0,47	41,72	
					,415	,414				52 51 29,54		
	27 506	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,005	6,806	,811	,812	+ 0,004	6,816	-23 6,18		
					,813	,814				- 0,39		94 7 23,44
13	27 856	E	6, 6' 8, 8'	+ 0,002	16,354	,356	,354	0	16,354	67 43 41,04	41,44	
					,353	,353				26 19 33,51		
	28 042	W	4, 4' 6, 6'	- 0,002	13,124	,122	,121	+ 0,081	13,202	+ 4 8,25		
					,120	,120				+ 0,08		94 7 22,88
16	28 304	W	6, 6' 8, 8'	- 0,002	16,481	,479	,478	0	16,478	62 5 42,26	41,76	
					,476	,476				32 1 30,24		
	28 378	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,002	16,594	,596	,596	+ 0,022	16,618	+ 11,03		
					,594	,595				+ 0,00		94 7 23,53
30. Juli 1949	1	23 726	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,002	11,794	,796	,798	+ 0,018	11,816	26 8 52,51	41,90
						,800	,800				68 10 7,92	
	23 821	W	6, 6' 8, 8'	- 0,002	20,660	,658	,658	0	20,658	-11 36,40		
					,658	,658				- 0,22	94 7 23,81	
1	24 093	W	4, 4' 6, 6'	- 0,005	9,820	,815	,816	0	9,816	53 49 24,34	40,95	
					,817	,816				40 1 1,82		
	24 342	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,003	22,701	,704	,704	+ 0,005	22,709	+16 55,45		
					,702	,703				+ 0,29		94 7 21,90

Tabelle 2 (Fortsetzung): Beobachtete Polhöhen

 $R_0 = 78''{,}76$

Datum	Stern- paar	Boss Katalog Nr.	O- ku- lar	Faden f, f'	Krümmung des Parallels	Mikrometerablesungen			Neigungen i	Reduzierte Mikr. Ab- lesungen, ($m_E - m_W$)	Deklinationen $R_0(m_E - m_W)$ ($r_S - r_N$) $2 \varphi_b$	φ_b
						Mittel aus Faden f. u. f'	reduz. f. Krüm. des Pa- rallels	Ge- samt- mittel				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(30. Juli 1949	3	24 518	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,004 +	19,882 ,888	R886 ,889	R888	0	19,888	45° 30' 12,82 48 27 42,60 + 9 26,99 + 0,16 94 7 22,57	47° 3' 41'',28
		24 607	W	4, 4' 6, 6'	- 0,004 -	12,675 ,673	,671 ,672	,672	+ 0,017	12,689 + 7,199		
4	4	24 916	W	6, 6' 8, 8'	- 0,002 0	19,252 ,247	,250 ,247	,248	+ 0,013	19,261	64 22 50,60 29 50 1,94 - 5 29,45 - 0,10 94 7 22,99	41,50
		25 056	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,002 +	15,078 ,075	,080 ,076	,078	0	14,078 - 4,183		
5	5	25 519	E	6, 6' 8, 8'	+ 0,002 0	10,490 ,492	,492 ,492	,492	+ 0,033	10,525	62 28 49,95 31 52 33,35 -13 59,66 - 0,25 94 7 23,39	41,70
		25 643	W	4, 4' 6, 6'	- 0,002 -	21,188 ,187	,186 ,186	,186	0	21,186 -10,661		
6	6	25 732	W	4, 4' 6, 6'	- 0,003 -	20,430 ,428	,427 ,427	,427	+ 0,010	20,437	41 23 11,03 52 54 33,34 -10 20,71 - 0,18 94 7 23,48	41,74
		25 904	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,005 +	12,552 ,553	,557 ,554	,556	0	12,556 - 7,881		
7	7	26 055	E	6, 6' 8, 8'	+ 0,002 0	23,022 ,026	,024 ,026	,025	0	23,025	65 11 24,68 28 32 51,70 +23 6,02 + 0,43 94 7 22,83	41,42
		26 317	W	4, 4' 6, 6'	- 0,002 0	5,428 ,422	,426 ,422	,424	+ 0,003	5,427 +17,598		
9	9	26 708	W	6, 6' 8, 8'	- 0,001 0	8,382 ,386	,381 ,386	,384	+ 0,014	8,398	57 32 55,56 36 12 54,23 +21 32,14 + 0,37 94 7 22,30	41,15
		26 846	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,003 +	24,802 ,802	,805 ,803	,804	0	24,804 +16,406		

Tabelle 2 (Fortsetzung): Beobachtete Polhöhen

 $R_0 = 78''{,}76$

Datum	Stern- paar	Boss Katalog Nr.	O- ku- lar	Faden f, f	Krümmung des Parallels	Mittel aus Faden f u. f	Mikrometerablesungen reduz. F.Krüm. des Pa- rallels	Ge- samt- mittel	Neigungen i	Reduzierte Mikr.- lesungen ($m_E - m_W$)	Deklinationen $R_0(m_E - m_W)$ ($r_S - r_N$) 2 φ_b	φ_b
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(30. Juli 1949)												
	11	27 068	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,004 +	24, 752 755	756 756	756	+ 0,017	24, 773	51° 7' 36", 93 42 42 0,03 +17 45,47 + 0,30 94 7 22,73	47° 3' 41", 36
		27 213	W	4, 4' 6, 6'	- 0,003 -	11, 252 242	249 241	245	0	11, 245 +13, 528		
	14	27 858	W	4, 4' 6, 6'	- 0,002 -	13, 539 539	537 538	538	+ 0,021	13, 559	32 4 24,85 61 55 26,57 + 7 30,19 + 0,14 94 7 21,75	40,88
		28 071	E	6, 6' 8, 8'	+ 0,002 0	19, 274 274	276 274	275	0	19, 275 + 5, 716		
	16	28 304	E	6, 6' 8, 8'	+ 0,002 0	16, 188 193	190 193	192	0	16, 192	62 5 42,92 32 1 30,76 + 8,98 + 0,00 94 7 22,66	41,33
		28 378	W	4, 4' 6, 6'	- 0,002 -	16, 006 007	004 006	005	+ 0,073	16, 078 + 0, 114		
31. Juli 1949												
	3	24 518	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,004 +	19, 364 362	368 363	366	+ 0,066	19, 432	45 30 13,11 48 27 42,89 + 9 27,54 + 0,16 94 7 23,70	41,85
		24 607	W	4, 4' 6, 6'	- 0,004 -	12, 230 228	226 227	226	0	12, 226 + 7, 206		
	4	24 916	W	6, 6' 8, 8'	- 0,002 0	19, 636 632	634 632	633	0	19, 633	64 22 50,91 29 50 2,19 - 5 29,93 - 0,10 94 7 23,07	41,54
		25 056	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,002 +	15, 440 438	442 439	440	+ 0,004	15, 444 - 4, 189		
	5	25 519	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,007 +	10, 300 298	307 300	304	0	10, 304	62 28 50,29 31 52 33,63 -13 0,68 - 0,25 94 7 22,99	41,50
		25 643	W	4, 4' 6, 6'	- 0,002 -	20, 970 964	968 963	966	+ 0,012	20, 978 -10, 674		

Tabelle 2 (Fortsetzung): Beobachtete Polhöhen

R₀ = 78",76

Datum	Stern- paar	Boss Katalog Nr.	O- ku- lar	Faden f, f'	Krümmung des Parallels	Mikrometerablesungen			Neigungen i	Reduzierte Mikr. Ab- lesungen, (m _E - m _W)	Deklinationen R ₀ (m _E - m _W) (r _S - r _N) 2 φ _b	φ _b
						Mittel aus Fäden f u. f'	reduz. f. Krüm. des Pa- rallels	Ge- samt- mittel				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(31. Juli 1949)	6	25 732	W	4, 4' 6, 6'	- 0,003 - 1	20,370 ,363	3,367 ,362	R,364	0	20,364	41° 23' 11",33 52 54 33,66 -10 20,94 - 0,18	47° 3' 41",94
		25 904	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,005 + 1	12,436 ,441	,441 ,442	,442	+ 0,038	12,480 - 7,884	94 7 23,87	
	7	26 055	E	6, 6' 8, 8'	+ 0,002 0	23,908 ,914	,910 ,914	,912	0	23,912	65 11 25,02 28 32 51,98 +23 5,47 + 0,43	41,45
		26 317	W	4, 4' 6, 6'	- 0,002 0	6,294 ,291	,292 ,291	,292	+ 0,029	6,321 +17,591	94 7 22,90	
	9	26 708	W	6, 6' 8, 8'	- 0,001 0	8,338 ,335	,337 ,335	,336	+ 0,076	8,412	57 32 55,91 36 12 54,53 +21 32,37 + 0,37	41,59
		26 846	E	4, 4' 6, 6'	+ 0,003 + 1	24,818 ,820	,821 ,821	,821	0	24,821 +16,409	94 7 23,18	

Tabelle 3: Auf den mittleren Pol reduzierte Breiten,

Rigi, 1949

$$\varphi'_{\text{beob.}} = 47^{\circ} 3' +$$

Paar	Juli 26.	Juli 28.	Juli 30.	Juli 31.	Mittel φ_p	n_p	m_p
1	41,24	41,22*	41,81		41,42	3	$\pm 0,33$
2	41,28	41,39*	40,86		41,18	3	,28
3		40,63*	41,19	41,76	41,19	3	,56
4	41,61	41,94	41,41	41,45	41,60	4	,24
5	41,43	41,33	41,61	41,41	41,44	4	,12
6		42,28	41,65	41,85	41,93	3	,34
7	41,58		41,33	41,36	41,42	3	,14
8	41,70*	42,28			41,99	2	,41
9			41,06	41,50	41,28	2	,31
10	41,30	41,67			41,48	2	,26
11			41,27		41,27	1	-
12	42,00	41,62			41,81	2	,27
13		41,34			41,34	1	-
14			40,79		40,79	1	-
15	41,89				41,89	1	-
16		41,66	41,24		41,45	2	,30
17	41,78				41,78	1	-
Quadratischer Mittelwert :							$\pm 0,32$
Anzahl der beobachteten φ'_b :						38	

* Wegen Bewölkung unvollständig beobachtete oder schwache Sternbilder.

Tabelle 4: Bestimmung der Gewichte p

Paar	Boss Nr.	ϵ_{1950}^2	$\epsilon_S^2 + \epsilon_N^2$	m_δ^2	n	$m_p^2 : n$	μ^2	p	\sqrt{p}																																																																																																																																																																																								
1	23 726	49	98	54	3	341	395	2,53	1,59																																																																																																																																																																																								
	23 821	49								2	24 093	196	277	152	3	341	493	2,03	1,42	24 342	81	3	24 518	169	458	252	3	341	593	1,69	1,30	24 607	289	4	24 916	36	205	113	4	256	369	2,71	1,65	25 056	169	5	25 519	121	317	174	4	256	430	2,33	1,53	25 643	196	6	25 732	324	493	271	3	341	612	1,63	1,28	25 904	169	7	26 055	289	389	214	3	341	555	1,80	1,34	26 317	100	8	26 542	100	136	75	2	512	587	1,70	1,31	26 638	36	9	26 708	289	353	194	2	512	706	1,42	1,19	26 846	64	10	26 947	25	194	107	2	512	619	1,62	1,27	27 070	169	11	27 068	144	208	114	1	1024	1138	0,88	0,94	27 213	64	12	27 315	256	337	185	2	512	697	1,43	1,20	27 506	81	13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95	28 042	81	14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306
2	24 093	196	277	152	3	341	493	2,03	1,42																																																																																																																																																																																								
	24 342	81								3	24 518	169	458	252	3	341	593	1,69	1,30	24 607	289	4	24 916	36	205	113	4	256	369	2,71	1,65	25 056	169	5	25 519	121	317	174	4	256	430	2,33	1,53	25 643	196	6	25 732	324	493	271	3	341	612	1,63	1,28	25 904	169	7	26 055	289	389	214	3	341	555	1,80	1,34	26 317	100	8	26 542	100	136	75	2	512	587	1,70	1,31	26 638	36	9	26 708	289	353	194	2	512	706	1,42	1,19	26 846	64	10	26 947	25	194	107	2	512	619	1,62	1,27	27 070	169	11	27 068	144	208	114	1	1024	1138	0,88	0,94	27 213	64	12	27 315	256	337	185	2	512	697	1,43	1,20	27 506	81	13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95	28 042	81	14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81				
3	24 518	169	458	252	3	341	593	1,69	1,30																																																																																																																																																																																								
	24 607	289								4	24 916	36	205	113	4	256	369	2,71	1,65	25 056	169	5	25 519	121	317	174	4	256	430	2,33	1,53	25 643	196	6	25 732	324	493	271	3	341	612	1,63	1,28	25 904	169	7	26 055	289	389	214	3	341	555	1,80	1,34	26 317	100	8	26 542	100	136	75	2	512	587	1,70	1,31	26 638	36	9	26 708	289	353	194	2	512	706	1,42	1,19	26 846	64	10	26 947	25	194	107	2	512	619	1,62	1,27	27 070	169	11	27 068	144	208	114	1	1024	1138	0,88	0,94	27 213	64	12	27 315	256	337	185	2	512	697	1,43	1,20	27 506	81	13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95	28 042	81	14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																
4	24 916	36	205	113	4	256	369	2,71	1,65																																																																																																																																																																																								
	25 056	169								5	25 519	121	317	174	4	256	430	2,33	1,53	25 643	196	6	25 732	324	493	271	3	341	612	1,63	1,28	25 904	169	7	26 055	289	389	214	3	341	555	1,80	1,34	26 317	100	8	26 542	100	136	75	2	512	587	1,70	1,31	26 638	36	9	26 708	289	353	194	2	512	706	1,42	1,19	26 846	64	10	26 947	25	194	107	2	512	619	1,62	1,27	27 070	169	11	27 068	144	208	114	1	1024	1138	0,88	0,94	27 213	64	12	27 315	256	337	185	2	512	697	1,43	1,20	27 506	81	13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95	28 042	81	14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																												
5	25 519	121	317	174	4	256	430	2,33	1,53																																																																																																																																																																																								
	25 643	196								6	25 732	324	493	271	3	341	612	1,63	1,28	25 904	169	7	26 055	289	389	214	3	341	555	1,80	1,34	26 317	100	8	26 542	100	136	75	2	512	587	1,70	1,31	26 638	36	9	26 708	289	353	194	2	512	706	1,42	1,19	26 846	64	10	26 947	25	194	107	2	512	619	1,62	1,27	27 070	169	11	27 068	144	208	114	1	1024	1138	0,88	0,94	27 213	64	12	27 315	256	337	185	2	512	697	1,43	1,20	27 506	81	13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95	28 042	81	14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																																								
6	25 732	324	493	271	3	341	612	1,63	1,28																																																																																																																																																																																								
	25 904	169								7	26 055	289	389	214	3	341	555	1,80	1,34	26 317	100	8	26 542	100	136	75	2	512	587	1,70	1,31	26 638	36	9	26 708	289	353	194	2	512	706	1,42	1,19	26 846	64	10	26 947	25	194	107	2	512	619	1,62	1,27	27 070	169	11	27 068	144	208	114	1	1024	1138	0,88	0,94	27 213	64	12	27 315	256	337	185	2	512	697	1,43	1,20	27 506	81	13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95	28 042	81	14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																																																				
7	26 055	289	389	214	3	341	555	1,80	1,34																																																																																																																																																																																								
	26 317	100								8	26 542	100	136	75	2	512	587	1,70	1,31	26 638	36	9	26 708	289	353	194	2	512	706	1,42	1,19	26 846	64	10	26 947	25	194	107	2	512	619	1,62	1,27	27 070	169	11	27 068	144	208	114	1	1024	1138	0,88	0,94	27 213	64	12	27 315	256	337	185	2	512	697	1,43	1,20	27 506	81	13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95	28 042	81	14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																																																																
8	26 542	100	136	75	2	512	587	1,70	1,31																																																																																																																																																																																								
	26 638	36								9	26 708	289	353	194	2	512	706	1,42	1,19	26 846	64	10	26 947	25	194	107	2	512	619	1,62	1,27	27 070	169	11	27 068	144	208	114	1	1024	1138	0,88	0,94	27 213	64	12	27 315	256	337	185	2	512	697	1,43	1,20	27 506	81	13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95	28 042	81	14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																																																																												
9	26 708	289	353	194	2	512	706	1,42	1,19																																																																																																																																																																																								
	26 846	64								10	26 947	25	194	107	2	512	619	1,62	1,27	27 070	169	11	27 068	144	208	114	1	1024	1138	0,88	0,94	27 213	64	12	27 315	256	337	185	2	512	697	1,43	1,20	27 506	81	13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95	28 042	81	14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																																																																																								
10	26 947	25	194	107	2	512	619	1,62	1,27																																																																																																																																																																																								
	27 070	169								11	27 068	144	208	114	1	1024	1138	0,88	0,94	27 213	64	12	27 315	256	337	185	2	512	697	1,43	1,20	27 506	81	13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95	28 042	81	14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																																																																																																				
11	27 068	144	208	114	1	1024	1138	0,88	0,94																																																																																																																																																																																								
	27 213	64								12	27 315	256	337	185	2	512	697	1,43	1,20	27 506	81	13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95	28 042	81	14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																																																																																																																
12	27 315	256	337	185	2	512	697	1,43	1,20																																																																																																																																																																																								
	27 506	81								13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95	28 042	81	14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																																																																																																																												
13	27 856	81	162	89	1	1024	1113	0,90	0,95																																																																																																																																																																																								
	28 042	81								14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94	28 071	81	15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																																																																																																																																								
14	27 858	121	202	111	1	1024	1135	0,88	0,94																																																																																																																																																																																								
	28 071	81								15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94	28 218	169	16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																																																																																																																																																				
15	28 108	36	205	113	1	1024	1137	0,88	0,94																																																																																																																																																																																								
	28 218	169								16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24	28 378	121	17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																																																																																																																																																																
16	28 804	121	242	133	2	512	645	1,55	1,24																																																																																																																																																																																								
	28 378	121								17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92	28 537	81																																																																																																																																																																												
17	28 339	225	306	168	1	1024	1192	0,84	0,92																																																																																																																																																																																								
	28 537	81																																																																																																																																																																																															

5. Das Endergebnis, Zentrierung und frühere Breitenbestimmung auf Rigi-Kulm

Im vorigen Abschnitt ist dargelegt, dass aus der einmaligen Beobachtung eines jeden Sternpaares eine Fehlergleichung mit den Verbesserungen $\Delta\varphi$ der Breite und ΔR des Schraubenwertes als Unbekannte hervorgeht. Die Ausgleichung ergibt die folgende Polhöhe des astronomischen Pfeilers:

$$\varphi_{\text{astr. Pfeiler}} = 47^{\circ} 3' 41'',49 \pm 0'',05$$

Bildet man das einfache arithmetische Mittel der 38 in Tabelle 3 aufgeführten Einzelwerte φ_b , so erhält man den gleichen Wert $41'',49$.

Die Zentrierung vom astronomischen Pfeiler auf den Signalstein beträgt $+0'',10$. Als Endergebnis haben wir also die auf den mittleren Pol und auf das System des neuen Sternkataloges von *B. Boss* bezogene Breite

Rigi, Signalsteinzentrum

$$\varphi = 47^{\circ} 3' 41'',59 \pm 0'',05$$

Auf Rigi-Kulm wurde schon im Jahre 1867 die Polhöhe bestimmt. Abschliessend soll noch ein Blick auf die Ergebnisse der damaligen, von *E. Plantamour* ausgeführten Messungen geworfen werden. In der Veröffentlichung «Observations faites dans les stations astronomiques suisses», 1873, gibt *Plantamour* auf Seite 21 den als Gewichtsmittel aus 2 Bestimmungsarten abgeleiteten Wert

$$\varphi = 47^{\circ} 3' 41'',26 \pm 0'',31$$

Die an 7 Tagen vorgenommenen Durchgangsbeobachtungen von α Aurigae durch den ersten Vertikal führten zu

$$\varphi = 47^{\circ} 3' 41'',67 \pm 0'',59$$

Aus den ebenfalls bei Tageslicht erhobenen und auf 8 verschiedene Tage verteilten Messungen von Zirkummeridian-Zenit-Distanzen von 6 Sternen wurde

$$\varphi = 47^{\circ} 3' 41'',03 \pm 0'',44$$

gefunden.

Wie in der Veröffentlichung «Détermination télégraphique de la différence de longitude entre la station astronomique du Rigi-Kulm et les Observatoires de Zurich et de Neuchâtel», 1871, auf Seite 3 erwähnt ist, hatte *Plantamour* als günstigsten Ort zur Aufstellung des «Observatoire» – einer kleinen metallenen Kuppel – einen Punkt 16,43 m östlich des «Signales» gewählt. Der am Ende der genannten Veröffentlichung beigefügten Planskizze lässt sich entnehmen, dass das «Signal» sich ungefähr an der Stelle der heutigen Pyramide befand. Das «Observatoire», worin im Jahre 1867 die Ortsbestimmungen durchgeführt wurden, lag 2 bis 3 m südlich des «Signales». Der Breitenunterschied des *Plantamour*schen «Observatoire» und des im Jahre 1949 benutzten astronomischen Pfeilers ist also klein und dürfte höchstens ein paar wenige Meter betragen.



