

Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz

(Fortsetzung der Publikation: „Das Schweizerische Dreiecknetz“)

herausgegeben von der

Schweizerischen geodätischen Kommission,

Organ der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.

Vierundzwanzigster Band

I.

Neubestimmung der Lotabweichung auf dem Monte Generoso im Jahre 1939

beobachtet und bearbeitet von Paul Engi.

(Mit 3 Abbildungen)

II.

Die Geoidprofile im Parallelkreis von Locarno und im Meridian von Lugano

beobachtet in den Jahren 1939, 1947 und 1948 und bearbeitet von Paul Engi und E. Hunziker.

(Mit 4 Abbildungen, 1 Karte und 1 Beilage)

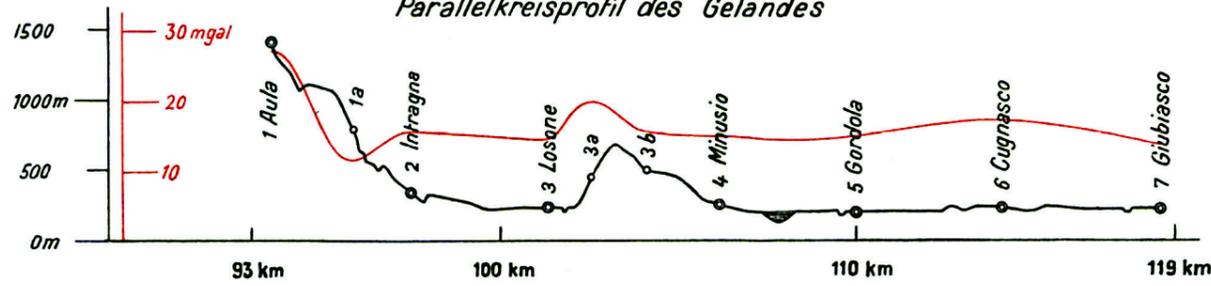
1951

Zu beziehen durch den Kartenverlag
der Eidgenössischen Landestopographie in Wabern/Bern.

Astronomisches Nivellement im Parallelkreis von Locarno

Parallelkreisprofil der topographischen Schwerereduktionen

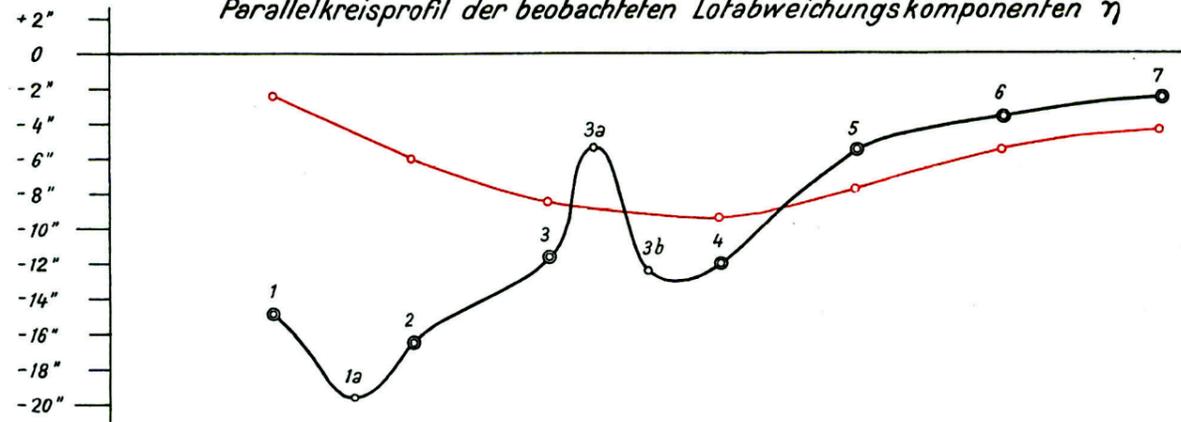
Parallelkreisprofil des Geländes



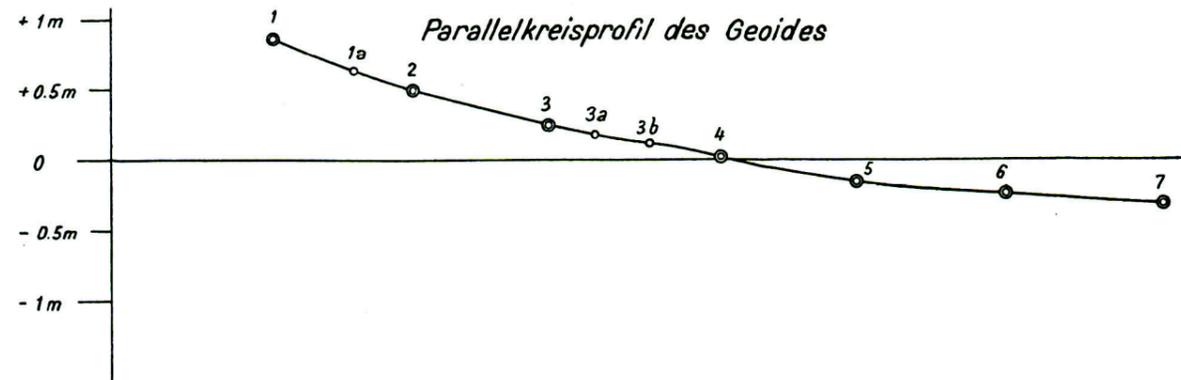
η positiv = westliche
Ablenkung des
Zenites

Parallelkreisprofil der reduzierten Lotabweichungskomponenten η "

Parallelkreisprofil der beobachteten Lotabweichungskomponenten η



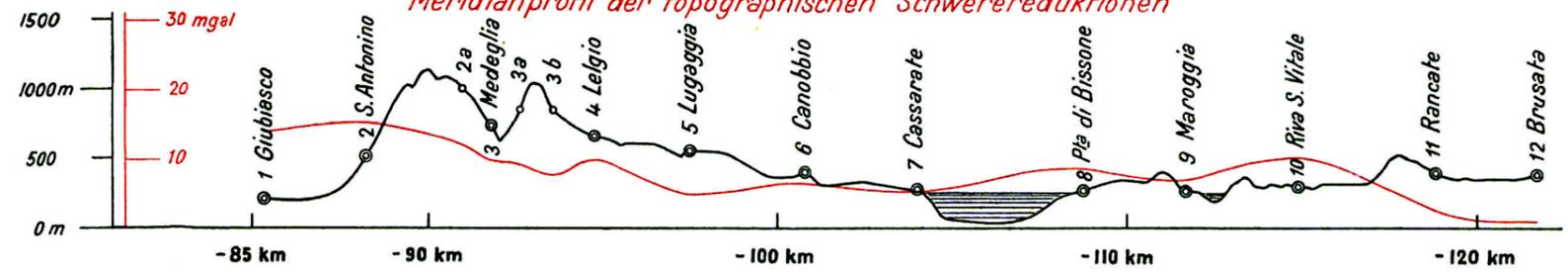
Parallelkreisprofil des Geoides



Astronomisches Nivellement im Meridian von Lugano

Meridianprofil des Geländes

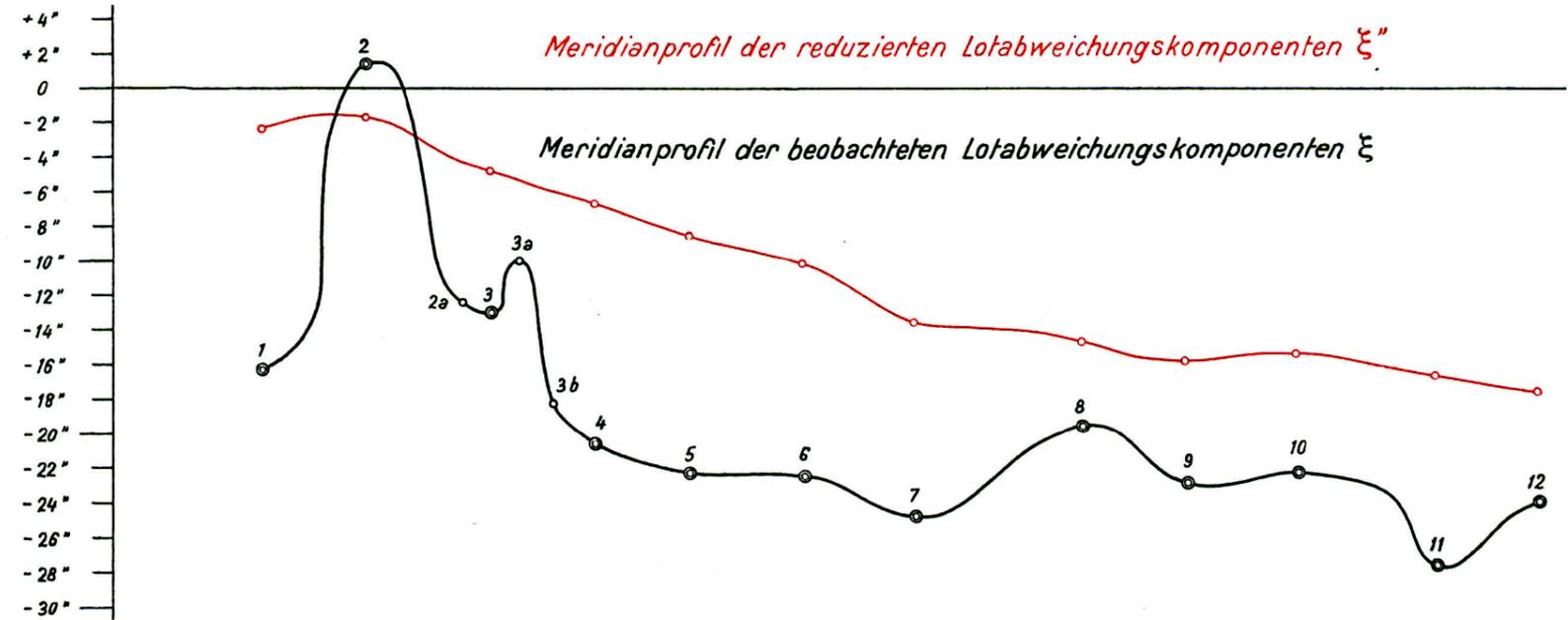
Meridianprofil der topographischen Schwerereduktionen



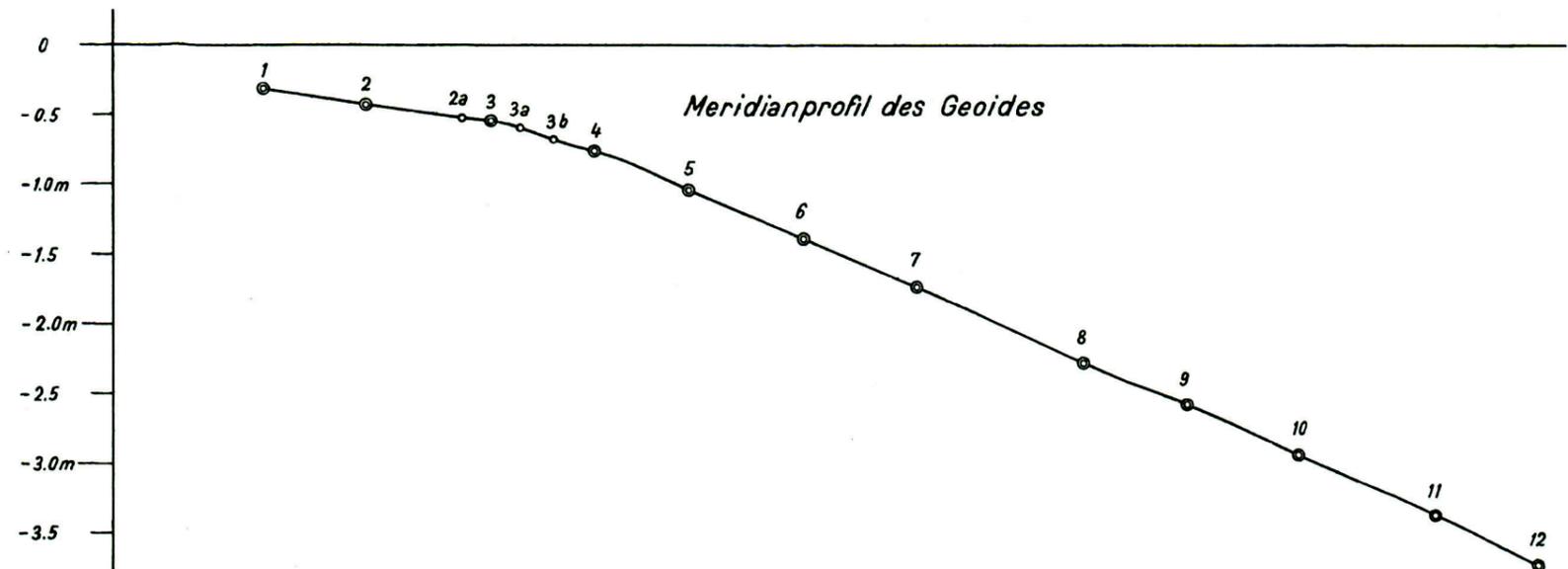
ξ positiv = nördliche
Ablenkung des Zenites

Meridianprofil der reduzierten Lotabweichungskomponenten ξ "

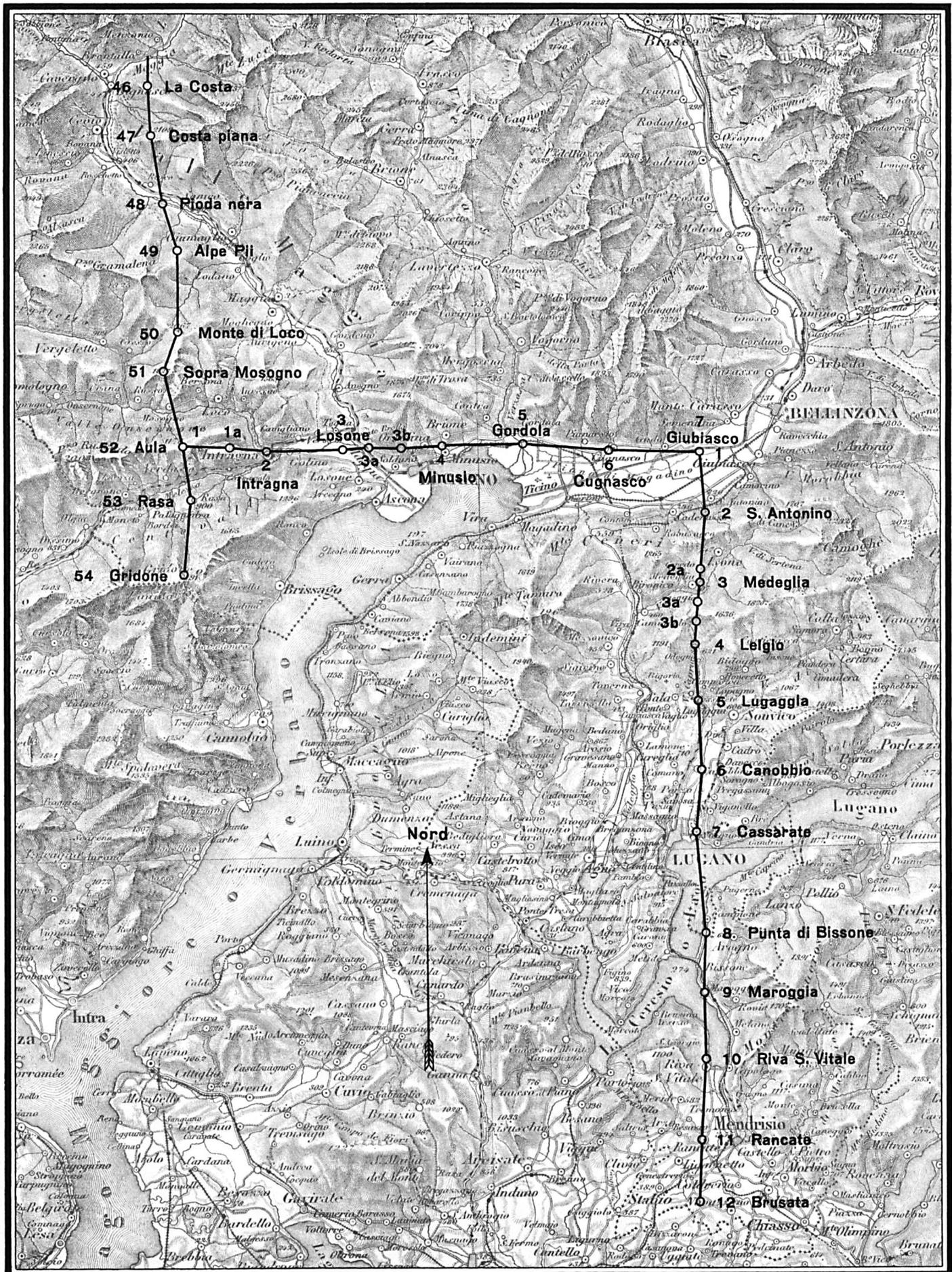
Meridianprofil der beobachteten Lotabweichungskomponenten ξ



Meridianprofil des Geoides



Beobachtungspunkte der astronomischen Nivellements im Parallelkreis von Locarno und im Meridian von Lugano



Travaux astronomiques et géodésiques exécutés en Suisse

(Suite de la publication: „Le Réseau de Triangulation suisse“)

publiés par la

Commission géodésique suisse

de la Société helvétique des Sciences naturelles.

Volume XXIV

I.

Nouvelle détermination de la déviation de la verticale sur le Monte Generoso en 1939

Observations et calculs par Paul Engi.

(Avec 3 figures)

II.

Le profil du Géoïde suivant le parallèle de Locarno et le méridien de Lugano

Observations en 1939, 1947 et 1948 et calculs par Paul Engi et E. Hunziker.

(Avec 4 figures, 1 carte et 1 annexe)

1951

En dépôt au Service topographique fédéral
à Wabern/Berne.

Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz

(Fortsetzung der Publikation: „Das Schweizerische Dreiecknetz“)

herausgegeben von der

Schweizerischen geodätischen Kommission,

Organ der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.

Vierundzwanzigster Band

I.

Neubestimmung der Lotabweichung auf dem Monte Generoso im Jahre 1939

beobachtet und bearbeitet von Paul Engi.

(Mit 5 Abbildungen)

II.

Die Geoidprofile im Parallelkreis von Locarno und im Meridian von Lugano

beobachtet in den Jahren 1939, 1947 und 1948 und bearbeitet von Paul Engi und E. Hunziker.

(Mit 4 Abbildungen, 1 Karte und 1 Beilage)

1951

Zu beziehen durch den Kartenverlag
der Eidgenössischen Landestopographie in Wabern/Bern.



Vorwort.

Im vorliegenden Band XXIV unserer Publikationsreihe „Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz“ sind die in den Jahren 1939 bis 1948 ausgeführten Beobachtungen zur weiteren Abklärung der Lotabweichungsverhältnisse im Südtessin dargelegt.

Die Veranlassung zu diesen Arbeiten gab in erster Linie der auffallend rasch abnehmende Verlauf der reduzierten Meridiankomponente ξ der Lotabweichung am Süden des in den Jahren 1916 bis 1918 aufgenommenen Geoidprofils im Meridian des St. Gotthard (s. die dem Bande XX beigegebene Tafel). Es wäre von Interesse gewesen, das Profil noch weiter nach Süden zu verfolgen; die Beobachtungen müssten aber auf italienischem Staatsgebiet ausgeführt werden, was nicht in unserem Aufgabenkreis liegt.

Wir haben uns daher entschlossen, etwa 25 km östlich des Meridians des St. Gotthard ein weiteres Meridianprofil aufzunehmen, das auf Schweizergebiet etwa 30 km weiter nach Süden verläuft als der Gotthardmeridian. Wir erwarteten, die im Gotthard-Profil an dessen Süden angedeuteten Veränderungen würden sich auch in dem neuen Profil zeigen. Diese Erwartung ist denn auch bestätigt worden. Da die Geoiderhebung nur eines einzigen Punktes willkürlich angenommen werden darf — es ist dies für unsere Arbeiten der Kreuzungspunkt „Schwerzenbach“ des Meridianprofils vom St. Gotthard und des Parallelkreises durch die Eidgenössische Sternwarte zu Zürich — musste das neue Profil im Tessin, Meridianprofil von Lugano genannt, durch ein Ost-West-Profil, Parallelkreisprofil von Locarno, an das Meridianprofil des St. Gotthard angeschlossen werden.

Sodann war eine Neubeobachtung der geographischen Koordinaten des Monte Generoso sehr erwünscht. Dessen bis anhin bekannter Wert der beobachteten Lotabweichung weist gegenüber der unter Berücksichtigung der Isostasie gerechneten Lotabweichung eine grosse Differenz auf (s. Band XVII). Die Bearbeitung der Neubeobachtung ergab nahezu denselben nicht erklärbaren Rest. Offenbar sind die der isostatischen Berechnung der Lotabweichung zu Grunde gelegten Hypothesen nicht erfüllt. Störungen in dieser Gegend sind auch durch die dort auftretenden Extrema der Schwerebeschleunigung (s. die dem Band XVI beigegebene Karte) und der magnetischen Elemente (s. Annalen der Schweizerischen meteorologischen Zentralanstalt 1930/33) angedeutet.

Die Aufnahme und Bearbeitung der beiden oben genannten Profile geschah im Wesentlichen nach demselben Verfahren wie diejenigen des Meridianprofils des St. Gotthard (Bände XIX und XX) und des Parallelkreisprofils durch die Eidgenössische Sternwarte (Band XXII).

Es war beabsichtigt, die Feldarbeiten zu den vorliegenden Bestimmungen im Jahre 1939 ausführen zu lassen. Die Beobachtungen wurden aber durch den Ausbruch des zweiten Weltkrieges jäh unterbrochen und konnten erst im Jahre 1947 wieder aufgenommen werden, weil unser Beobachter Dr. Engi sofort und später immer wieder zur Militärdienstleistung aufgeboten wurde und weil während des Krieges in der Nacht keine geeigneten Zeitzeichen mehr gesendet wurden. Diese waren jedoch für das vorgesehene Verfahren der Längenbestimmungen unerlässlich.

Im Jahre 1939 wurden zuerst die Beobachtungen für die Aufnahme des Meridianprofiles von Lugano durch Ingenieur Dr. E. Hunziker erledigt. Anschliessend daran beobachtete Dr. P. Engi die Länge und Polhöhe des Monte Generoso und musste dann die begonnenen Beobachtungen für die Aufnahme des Ost-West-Profiles von Locarno wegen der Generalmobilmachung abbrechen. Diese Beobachtungen konnten erst in den Jahren 1947 und 1948 ausgeführt werden.

Der Abschluss der Feldarbeiten, die Beobachtung der Länge des Anschlusses an den Gotthardmeridian, des Punktes „Aula“ (1416 m ü. M.), wurde uns sehr erleichtert durch die grosszügige Unterstützung, die uns die „Verkaufs A.G. Heinrich Wilds geodätische Instrumente, Heerbrugg“ durch die leihweise Überlassung eines Universalinstrumentes T4 sowie durch einen namhaften Beitrag an die Kosten der Feldarbeiten im Jahre 1948 zuteil werden liess. Hiefür sind wir der Firma zu grossem Danke verpflichtet.

Bei der Beschaffung der Projektionskoordinaten der Beobachtungsstationen waren uns neben der Eidgenössischen Landestopographie die Grundbuchgeometer Walter Maderni in Lugano-Massagno, Bernardino Ferretti in Bellinzona, Tulio Terribilini-Pifferini in Gordola und Luigi Biasca in Locarno bereitwillig behilflich, wofür ihnen an dieser Stelle bestens gedankt sei.

Die Bearbeitung der Beobachtungen wurde durch unsere Ingenieure Dr. P. Engi und Dr. E. Hunziker gemäss den angegebenen Vermerken bei den einzelnen Abschnitten der vorliegenden Veröffentlichung ausgeführt. Sie haben sowohl bei der Beobachtung als auch durch die Bearbeitung der gestellten Aufgaben ihre grosse Erfahrung, zuverlässiges und sorgfältiges Arbeiten unter Beweis gestellt. Die Kommission ist ihnen für ihre Leistungen dankbar.

Bei den Feld- und Reduktionsarbeiten hat unsere ständige Hilfskraft, Herr A. Berchtold, tatkräftig mitgewirkt. Seine organisatorischen und praktischen Fähigkeiten waren bei den Feldarbeiten wertvoll. Er besorgte auch die sehr umfangreiche Arbeit der Bestimmung der mittleren Höhen aus topographischen Karten und die Berechnung der Lotabweichungskomponenten im Meridian und ersten Vertikal der Beobachtungsstationen und Zwischenpunkte.

Der Buchdruckerei Effingerhof in Brugg zollen wir, wie auch für die bisherigen für uns geleisteten Arbeiten, alle Hochachtung und Wertschätzung.

Im Namen
der Schweizerischen Geodätischen Kommission,
Der Präsident: Prof. Dr. C. F. Baeschlin.

I.

Neubestimmung der Lotabweichung

auf dem

Monte Generoso

im Jahre 1939

Beobachtet und bearbeitet von

Dr. Paul Engi

Ingenieur der Schweizerischen Geodätischen Kommission.

Buchdruckerei Effingerhof A.G., Brugg.



Inhaltsverzeichnis

Neubestimmung der Lotabweichung auf dem Monte Generoso.

Beobachtet und bearbeitet von Dr. PAUL ENGL.

	Seite
A. Einleitung	1
B. Die Länge der astronomischen Station 1939 auf dem Monte Generoso	5
1. Vorbemerkungen	5
2. Das Sternprogramm	5
3. Instrumentalfehler	6
4. Uhrstand und -gang aus drahtlosen Zeitzeichen	7
5. Bestimmung der Ortssternzeit	8
6. Ableitung der Längendifferenz Bellinzona—Monte Generoso	10
7. Geographische Länge der Beobachtungsstation <i>S</i>	12
C. Die Polhöhe der astronomischen Station 1939 auf dem Monte Generoso	13
1. Vorbemerkungen	13
2. Das Sternprogramm	13
3. Instrumentenkonstanten	14
4. Reduktion der Beobachtungen	16
5. Ableitung der Polhöhe	19
D. Die Lotabweichung auf dem Monte Generoso	21
1. Die Lotabweichung des astronomischen Pfeilers <i>A</i> aus den Beobachtungen von Messerschmitt im Jahre 1895	22
2. Die Lotabweichung der astronomischen Station <i>S</i> aus den Beobachtungen im Jahre 1939	22
3. Isostatische Übertragung der auf der astronomischen Station <i>S</i> beobach- teten Lotabweichung auf den trigonometrischen Punkt des Monte Generoso	23



A. Einleitung.

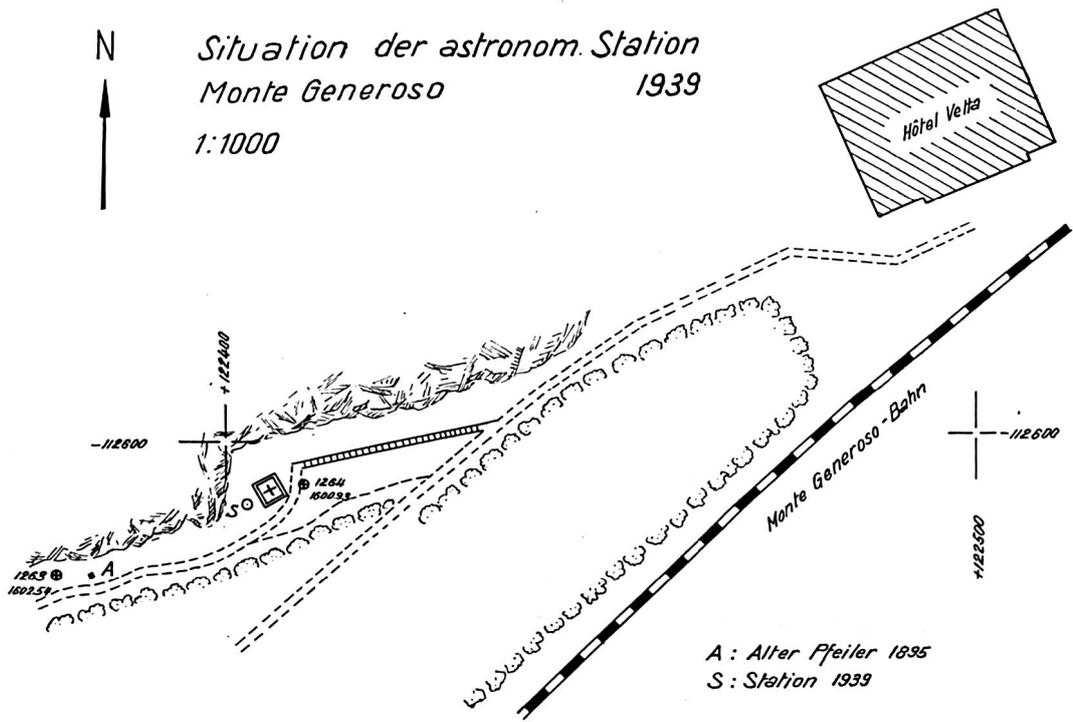
Der trigonometrische Punkt 2. Ordnung „Monte Generoso“ ist durch einen auf dem höchsten Punkt des Gipfels in den anstehenden Fels einbetonierten Bronzebolzen festgelegt. Über demselben ist ein 1,20 m hoher Pfeiler, dessen quadratischer Querschnitt 40 cm Seitenlänge hat, errichtet. Der Punkt ist durch eine dreiseitige, etwa 5 m hohe, fest verankerte eiserne Pyramide signalisiert. Der Dreieckspunkt ist ein Grenzpunkt Schweiz — Italien. Seine Umgebung ist felsiges, unebenes Gelände. Der Gipfel des Monte Generoso weist als bekannter Aussichtspunkt sehr starken Ausflüglerverkehr auf. Alle diese Umstände liessen den Punkt für die Errichtung einer astronomischen Station, die in einer Hütte untergebracht werden sollte, als nicht geeignet erscheinen; es wäre mit hohen Unkosten und andern Schwierigkeiten zu rechnen gewesen. Die Schweizerische Geodätische Kommission beschloss daher, den im Jahre 1895 auf dem Südwestgrat erstellten astronomischen Pfeiler¹⁾ oder einen Punkt in dessen unmittelbaren Umgebung als Beobachtungsstation zu wählen.

Der 1939 noch bestehende, aber durch Blitzschlag beschädigte astronomische Pfeiler von 1895 eignete sich jedoch zur Aufstellung eines Durchgangsinstrumentes nicht, weil er nicht nach den Himmelsrichtungen orientiert und zu niedrig ist. Die zur Aufstellung der Hütte notwendige Herrichtung des felsigen, geneigten Bodens, auf welchem der alte Pfeiler steht, hätte beträchtliche Kosten verursacht. Dagegen eignete sich der beim steinernen Bergkreuz, etwa 20 m nord-östlich des alten Pfeilers erstellte ebene Platz gut zur Aufstellung von Beobachtungspfeiler und Hütte.

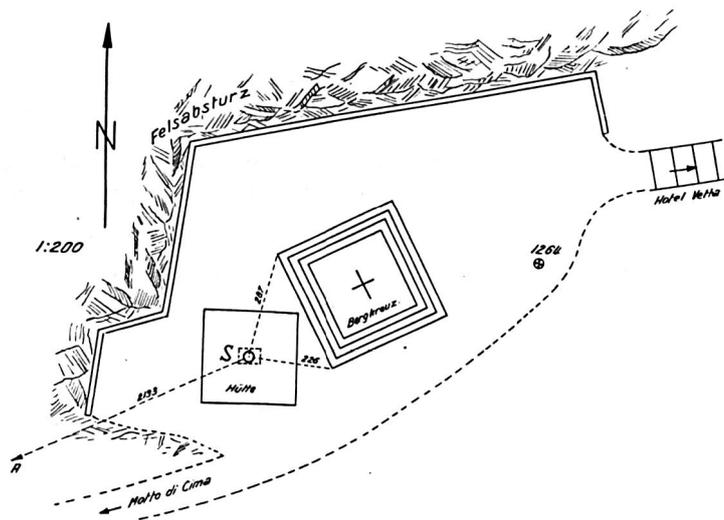
Der Punkt hat aber, wie sich während der Beobachtungen herausstellte, den Nachteil, dass die atmosphärischen Verhältnisse wegen seiner unmittelbaren Lage am Rande des Nordabsturzes des Grates für die Beobachtungen ungünstig sind. Insbesondere waren infolge der aufsteigenden warmen Luftmassen bei Nordföhn die Sternbilder oft sehr unruhig, und häufig bildete sich am Rande des Grates plötzlich auftretend und meistens bald wieder verschwindend eine Nebelwalze, die das Ausfallen von vorgesehenen Durchgangsbeobachtungen verursachte. Das wirkte sich namentlich bei den Polhöhenbeobachtungen (Horrebow-Talcott-Methode) ungünstig aus, da öfters der eine Stern des Paares aus diesem Grunde ausgefallen ist.

Die Figur 1 gibt die Situation des alten und neuen astronomischen Punktes und deren unmittelbare Umgebung wieder. In Figur 2 sind die zur Rekonstruktion des nicht versicherten Stationspunktes S erforderlichen Masse eingetragen. Gestützt auf dieselben wurden von

¹⁾ Siehe Band IX (Seite 313) der Publikationsreihe der Schweizerischen Geodätischen Kommission: „Das Schweizerische Dreiecknetz“, ab 1907 „Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz“. Im folgenden werden zitierte Bände dieser Veröffentlichungen nur mit der Nummer des betreffenden Bandes bezeichnet.



(Figur 1)



(Figur 2)

Grundbuchgeometer W. Maderni in Massagno/Lugano die Projektionskoordinaten des Punktes abgeleitet zu:

$$\begin{aligned} Y &= +122\,403,10 \text{ m} \\ X &= -112\,608,65 \text{ m} \\ H &= \text{rd. } 1601 \text{ m} && \text{ebener Platz} \\ & \text{rd. } 1603 \text{ m} && \text{Instrumentenachse.} \end{aligned}$$

Die Koordination des alten Pfeilers *A* ergaben sich aus Einmessungen auf die Polygonpunkte Nr. 1263 und 1264 zu:

$$\begin{aligned} Y &= +122\,382,81 \text{ m}, \\ X &= -112\,617,02 \text{ m}. \end{aligned}$$

Die Bestimmung der geographischen Länge des Monte Generoso sollte mittels der in den Jahren 1934 bis 1936 verwendeten, in Band XXII, Seiten 11 bis 15 beschriebenen Ausrüstung ausgeführt werden.

Gestützt auf die Erfahrungen, die anlässlich der Beobachtung des Ost-West-Profiles durch Zürich gemacht worden waren, sahen wir als Beobachtungsverfahren für die Länge die Bestimmung durch nur einen Beobachter mit Referenzbeobachtungen vor und nach der Stationierung auf dem Monte Generoso vor. Als Referenzstation konnte der trigonometrische Punkt 4. Ordnung beim „Castello di Svitto“ in Bellinzona, ein Punkt des schweizerischen Längennetzes erster Ordnung, dienen. Das anzuwendende Beobachtungsverfahren ist in Band XXII, Seite 9 dargelegt.

Der m. F. einer Längenbestimmung aus einem Beobachtungsabend betrug bei der Aufnahme des Geoidprofiles im Parallelkreis durch Zürich in den Jahren 1934 bis 1936 (67 Abende) $\pm 0^s,016^1$). Es durfte daher erwartet werden, dass der m. F. der Längendifferenz Bellinzona — Monte Generoso mit 4 Beobachtungsabenden auf dem Monte Generoso und je 4 Abenden Referenzbeobachtungen in Bellinzona vor und nach den Beobachtungen auf dem Monte Generoso etwa $\pm 0^s,010$ betragen werde.

Die provisorische Ausgleichung des schweizerischen Längennetzes 1. Ordnung ergab als m. F. einer beobachteten Längendifferenz $m = \pm 0^s,013^2$). Ohne die Anschlüsse von Bellinzona an die Basispunkte Zürich und Genf hat die Längendifferenz Zürich—Genf das Gewicht $g = 9,5$, wenn man einer beobachteten Längendifferenz das Gewicht 1 zuschreibt. Der m. F. des ausgeglichenen Anschlusses von Bellinzona an Zürich ist dann

$$m \sqrt{\frac{g+1}{2g+1}} = \pm 0^s,009_4.$$

Somit dürfte die Länge des Monte Generoso bezüglich der Basispunkte des schweizerischen Längennetzes nach dem vorgesehenen Beobachtungsprogramm eine Unsicherheit von $\pm 0^s,013_6$ aufweisen. Der m. F. der Lotabweichungskomponente im 1. Vertikal ist $\pm 0^s,013_6 \cos \varphi = \pm 0^s,142$, wenn φ die Polhöhe des Monte Generoso bedeutet.

¹⁾ Band XXII, Seite 34.

²⁾ Band XXI, Seite 241.

Die Polhöhe des Monte Generoso konnte nach Anbringung der Horrebow-Niveaux und Ersatz des Registriermikrometers durch das Schraubenmikrometer mit dem gleichen Instrument nach der Horrebow-Talcott-Methode beobachtet werden. Aus der Genauigkeit der im Jahre 1938 mit demselben Instrument ausgeführten Polhöhenbeobachtungen konnte unter der Bedingung, die Lotabweichung solle im Meridian und im ersten Vertikal mit gleicher Genauigkeit bestimmt werden, das Beobachtungsprogramm abgeschätzt werden. Die nachfolgende Zusammenstellung gibt die Beobachtungs- und Genauigkeitsverhältnisse der drei Polhöhenbestimmungen des Jahres 1938 wieder.

Station	Abende	Paare	Paare je Abend	m. F. der Polhöhe
Zürich 1938	5	30	6,0	$\pm 0,095$
Bern 1938	7	48	6,9	70
Gurten 1938	10	82	8,2	42
Monte Generoso 1939	6	25	4,2	96

Hieraus konnte man erwarten, dass mit 3 Abenden und je 8 Paaren die Polhöhe einen m. F. von etwa $\pm 0,14$ aufweisen würde. Die Witterungsverhältnisse waren jedoch so, dass an 6 Abenden nur 25 Paare beobachtet werden konnten. Die Ergebnisse der Beobachtungen auf dem Monte Generoso sind in der Zusammenstellung ebenfalls angegeben.

Für die Polhöhenbeobachtung musste auf dem Monte Generoso, wie bereits bemerkt, das Mikrometer ausgewechselt werden. Es war nicht ohne weiteres anzunehmen, dass durch diese Manipulation ein eventueller systematischer instrumenteller Einfluss auf die Längenbeobachtungen sich nicht veränderte. Aus diesem Grunde waren die Polhöhenbeobachtungen durch Längenbeobachtungen einzurahmen. Dadurch war es möglich, sowohl aus den ersten Referenzbeobachtungen in Bellinzona und den ersten Längenbeobachtungen auf dem Monte Generoso, als auch aus den zweiten Längenbeobachtungen nach der Polhöhenbestimmung und den Schluss-Referenzbeobachtungen in Bellinzona, je eine Längendifferenz Bellinzona—Monte Generoso abzuleiten. Es wurde daher folgendes Beobachtungsprogramm für die Neubestimmung der geographischen Koordinaten des Monte Generoso aufgestellt:

1. Längenbeobachtungen auf der Referenzstation Bellinzona, 4 Abende.
2. Längenbeobachtungen auf dem Monte Generoso, 2 Abende.
3. Polhöhenbeobachtungen auf dem Monte Generoso, 3 Abende.
4. Längenbeobachtungen auf dem Monte Generoso, 2 Abende.
5. Längenbeobachtungen auf der Referenzstation Bellinzona, 4 Abende.

Die Beobachtungen zur Bestimmung der geographischen Koordinaten des Monte Generoso wurden in der Zeit vom 12. Juli bis 16. August durchgeführt. Über den Verlauf der Beobachtungen wird in den folgenden Abschnitten Näheres mitgeteilt.

B. Die Länge der astronomischen Station 1939 auf dem Monte Generoso.

1. Vorbemerkungen.

Von dem in Band XXII, Seite 9 mitgeteilten abendlichen Beobachtungsprogramm wurde insofern abgewichen, als konsequent an jedem Abend die drei Zeitzeichenemissionen Rugby (GBR um 19 Uhr MEZ), Bordeaux (FYL, 21 Uhr) und Paris (FLE, 23 $\frac{1}{2}$ Uhr) zur Uhrstandbestimmung abgehört wurden. Diese Anordnung bot eine gewisse Sicherheit für den Fall, da eine Emission nicht mit genügender Genauigkeit empfangen werden konnte oder ausfiel.

Die ersten Referenzbeobachtungen in Bellinzona erfolgten in der Zeit Juli 12 bis Juli 23. Weil der dritte Abend mit nur 5 Zeitsterndurchgängen als sehr schwach bezeichnet werden muss, wurde an fünf Abenden beobachtet. Auf dem Monte Generoso konnten die Längenbeobachtungen an den Abenden des 25. und 26. Juli und des 8. und 9. August ausgeführt werden. Zwischen den 2. und 3. Abend wurden die Beobachtungen zur Bestimmung der Polhöhe eingeschaltet. Die zweiten Referenzbeobachtungen in Bellinzona erfolgten an drei Abenden vom 12. bis 16. August. Die Anzahl der beobachteten Durchgänge an jedem Abend ist aus der Tabelle 3 (Seite 10) ersichtlich.

2. Das Sternprogramm.

Das beobachtete Sternprogramm umfasst 27 Zeit- und 5 Polsterne. Die Deklinationen der Zeitsterne betragen $19^{\circ}3$ bis $61^{\circ}6$, im Durchschnitt $41^{\circ}0$. Die Polhöhe von Bellinzona ist $46^{\circ}2$, diejenige des Monte Generoso $45^{\circ}9$. Die durchschnittliche Zenitdistanz beträgt $5^{\circ}2$ bzw. $4^{\circ}9$ S; das Programm entspricht somit den von Niethammer aufgestellten Bedingungen für die Wahl der Sterne für Zeitbestimmungen aus Meridiandurchgängen ¹⁾.

Die Sterne sind den „American Ephemeris and Nautical Almanach“ entnommen. Das Programm ist in Tabelle 1 wiedergegeben, in der auch die Stationskonstanten C , I und K der Mayer'schen Reduktionsformel für die beiden Stationen Bellinzona und Monte Generoso enthalten sind. Die Polsterne sind in Kursivschrift gedruckt. Die ihren Nummern beigefügten Buchstaben O bzw. U besagen, dass die Durchgangsbeobachtung des betreffenden Sterns in oberer bzw. unterer Kulmination erfolgte.

1) Procès-verbal de la 80^{me} séance de la Commission géodésique Suisse, 24 mars 1934. Seite 36.

Tabelle 1.

Sternprogramm und Stationskonstanten
für die Längenbestimmung auf dem Monte Generoso.

Nr.	M	AR _{1938, 0}	δ _{1938, 0}	C	Bellinzona		Monte Generoso	
					I	K	I	K
984	5, 4	16 ^h 12 ^m 4	34° 0', 7	1, 206	1, 179	+ 0, 255	—	—
990	3, 9	17, 9	46 27, 5	1, 452	1, 452	— 0, 007	—	—
1001	2, 9	23, 2	61 39, 1	2, 107	2, 030	— 0, 562	—	—
1009	4, 2	32, 1	42 33, 7	1, 358	1, 355	+ 0, 086	—	—
286 ^v	6, 0	4 40, 6	75 50, 0	4, 086	— 2, 167	+ 3, 464	—	—
1029	5, 3	16 50, 7	31 48, 1	1, 177	1, 140	+ 0, 292	—	—
1037	5, 3	59, 4	33 39, 3	1, 201	1, 173	+ 0, 261	—	—
1039	6, 3	17 5, 8	40 35, 7	1, 317	1, 311	+ 0, 128	1, 311	+ 0, 123
1047	3, 4	12, 9	36 52, 6	1, 250	1, 234	+ 0, 202	1, 235	+ 0, 196
1053	5, 4	18, 4	32 32, 7	1, 186	1, 153	+ 0, 280	1, 154	+ 0, 274
1067	3, 0	29, 1	52 20, 8	1, 637	1, 628	— 0, 175	1, 626	— 0, 183
1076	3, 8	37, 7	46 2, 3	1, 441	1, 441	+ 0, 004	1, 441	— 0, 002
1083 ^o	4, 9	43, 0	72 10, 8	3, 268	2, 937	— 1, 432	2, 931	— 1, 446
1090	3, 9	52, 5	56 52, 9	1, 830	1, 799	— 0, 339	1, 796	— 0, 348
1106	3, 8	18 5, 2	28 45, 2	1, 141	1, 088	+ 0, 342	1, 090	+ 0, 337
1112	5, 4	13, 7	42 8, 3	1, 349	1, 345	+ 0, 095	1, 346	+ 0, 089
1119	3, 9	21, 1	21 44, 4	1, 076	0, 980	+ 0, 446	0, 981	+ 0, 441
405 ^v	5, 6	6 35, 9	79 38, 1	5, 558	— 3, 253	+ 4, 507	— 3, 232	+ 4, 522
1144	5, 8	18 45, 4	52 55, 2	1, 659	1, 647	— 0, 194	1, 646	— 0, 201
1149	4, 8	50, 3	59 18, 8	1, 960	1, 908	— 0, 445	1, 907	— 0, 454
1157	3, 3	56, 7	32 36, 3	1, 187	1, 154	+ 0, 279	1, 155	+ 0, 273
1165	5, 1	19 5, 1	36 0, 2	1, 236	1, 217	+ 0, 219	1, 217	+ 0, 213
1180 ^o	4, 6	16, 7	73 14, 6	3, 469	3, 089	— 1, 578	3, 082	— 1, 583
1194	3, 9	28, 2	51 35, 9	1, 610	1, 603	— 0, 152	1, 601	— 0, 160
1201	4, 6	34, 8	50 4, 7	1, 559	1, 554	— 0, 105	1, 553	— 0, 112
1213	3, 0	43, 1	44 58, 9	1, 414	1, 414	+ 0, 029	1, 414	+ 0, 023
1229	3, 7	56, 0	19 19, 5	1, 060	0, 946	+ 0, 479	0, 948	+ 0, 474
1236	4, 8	20 7, 2	36 39, 5	1, 247	1, 239	+ 0, 206	—	—
501 ^v	5, 7	8 11, 9	75 56, 8	4, 118	— 2, 356	+ 3, 749	—	—
1255	2, 3	20 20, 0	40 3, 6	1, 306	1, 299	+ 0, 140	—	—
1262	4, 1	26, 9	30 9, 8	1, 157	1, 112	+ 0, 319	1, 114	+ 0, 314
1281	1, 3	39, 4	45 3, 7	1, 416	1, 417	+ 0, 028	—	—

3. Instrumentalfehler.

a) *Kontaktbreite und toter Gang* wurden anlässlich jeder Instrumentenaufstellung je zwei Mal ermittelt. Die Bestimmung des toten Ganges erfolgte sowohl bei senkrechter Stellung des Fernrohres als auch in den Zenitdistanzen $\pm 45^\circ$. Der Unterschied der Werte zwischen lotrechter und geneigter Stellung ist praktisch bedeutungslos, weshalb sie gemittelt werden durften. Während die Kontaktbreite im Laufe der Feldarbeiten als konstant erachtet werden kann, weist der tote Gang eine leichte Zunahme mit der Zeit auf. Mit der Berücksichtigung von Kontaktbreite und totem Gang wurde gleichzeitig der Einfluss der täglichen Aberration angebracht. Diese beträgt in Bellinzona $\pm 0,0145 \text{ sec } \delta$, auf dem Monte Generoso $\pm 0,0146 \text{ sec } \delta$ für obere bzw. untere Kulmination. Die Kollimationskonstante c beträgt somit:

$$c = \frac{1}{2} (\text{Kontaktbreite} + \text{toter Gang}) \mp \text{tägliche Aberration} \left\{ \begin{array}{l} \text{obere} \\ \text{untere} \end{array} \right\} \text{Kulmination.}$$

Die gefundenen, auf jeder Station gemittelten Werte von Kontaktbreite und totem Gang sowie die zur Ableitung der Uhrkorrektur verwendeten Kollimationskonstanten sind in der folgenden Zusammenstellung wiedergegeben:

Station	Kontaktbreite	Toter Gang		Kollimationkonstante c	
		Senkrecht	$z = \pm 45^\circ$	Zeit- und Polsterne in oberer Kulmination	Polsterne in unterer Kulmination
Bellinzona I	0;1139	- 0;0190	- 0;0164	0;034	0;063
Monte Generoso	,1106	132	133	34	63
Bellinzona II	,1098	75	81	36	65

b) *Neigung der Horizontalachse.* Die Angabe des Achseniveau zum Durchgangsinstrument Bamberg Nr. 13999 wurde mittels des Niveauprüfers des geodätischen Institutes an der E.T.H. bestimmt:

1939 Mai 30, Temperatur 17;2, Blasenlänge 30;7, $A = 0;075$,
 Dezember 19, 16,6, 36,7, $A = 77$.

Zur Ermittlung der Achsenneigungen wurde der Wert $A = 0;076$ verwendet. Die beobachteten Neigungen sind nach dem in Band XXI, Seite 61 ff. dargelegten Verfahren geglättet worden. Der quadratische Mittelwert der Unterschiede zwischen beobachteter und geglätteter Neigung beträgt $\pm 0;011$.

4. Uhrstand und -gang aus drahtlosen Zeitzeichen.

Zur Überwachung der Gänge und Orientierung über die genäherten Stände des nach Sternzeit gehenden Beobachtungschronometers und der mit einem täglichen Gang von rund $+ 29^s$ gehenden Koinzidenzuhr wurden allabendlich aus den rhythmischen Zeitzeichen von Rugby (GBR um 19 Uhr MEZ) durch Abhören der Minutenstriche und Ablesen ihrer Epochen an den Uhren der genäherte Stand der beiden Nardin-Chronometer ermittelt. An den Beobachtungsabenden wurde der Uhrstand mittels der in den Vorbemerkungen mitgeteilten Zeitzeichenemissionen nach dem Koinzidenzen-Bildverfahren bestimmt¹⁾. Die in Sternzeit gemessene Differenz der Sollepochen der Reihenmitten der Zeitzeichenemissionen FYL und FLE beträgt $2^h 30^m 24;641$. Vergleicht man die aus der Abhörung der Koinzidenzen, um die vom BIH gegebenen endgültigen Verbesserungen korrigierten Standdifferenz mit der Solldifferenz, so ergibt sich der Uhrgang, der zur Reduktion der Durchgangszeiten durch den Instrumentenvertikal auf die Epoche der Zeitbestimmung (Mittel der AR der beobachteten Zeitsterne) dienen. In der Tabelle 2 ist die Ableitung der Gänge wiedergegeben.

¹⁾ E. Hunziker, die Aufnahme rhythmischer Zeitzeichen mit Hilfe der Methode des Koinzidenzbildes. Band XXII, Seite 57.

**Uhrstände und -gänge des Bordchronometers Nardin Nr. 15282 aus den drahtlosen Zeitzeichen
FYL 21^h MEZ und FLE 23^h₂ MEZ.**

Station	Datum	Sender	Uhrstand aus Koinzidenzen	Definit. Korrekt- tion BIH	Soll- Stand	Intervall 2 ^h 30 ^m	Verbesse- rung	Stündl. Gang γ	
Bellinzona	Juli 12	FYL	16 ^h 2 ^m 37,673	- 0,042	37,631	24,858	- 0,217	- 0,087	
		FLE	18 33 2,529	- 40	2,489				
	Juli 18	FYL	16 26 25,532	- 60	25,472	24,843	- 202	- 81	
		FLE	18 56 50,353	- 38	50,315				
	Juli 19	FYL	16 30 23,745	- 44	23,701	24,814	- 173	- 69	
		FLE	19 0 48,582	- 67	48,515				
	Juli 22	FYL	16 42 17,358	- 103	17,255	24,687	- 46	- 18	
		FLE	19 12 41,996	- 54	41,942				
	Juli 23	FYL	16 46 14,743	- 17	14,726	24,749	- 108	- 43	
		FLE	19 16 39,549	- 74	39,475				
	Monte-Generoso	Juli 25	FYL	16 54 10,162	- 46	10,116	24,788	- 147	- 59
			FLE	19 24 35,003	- 99	34,904			
Juli 26		FYL	16 58 7,882	- 9	7,873	24,812	- 171	- 68	
		FLE	19 28 32,708	- 23	32,685				
Aug. 8	FYL	17 49 32,957	+ 6	32,963	24,779	- 138	- 55		
	FLE	20 19 57,740	+ 2	57,742					
Aug. 9	FYL	17 53 29,879	- 7	29,872	24,729	- 88	- 35		
	FLE	20 23 54,639	- 38	54,601					
Bellinzona	Aug. 12	FYL	18 5 20,916	+ 24	20,940	24,713	- 72	- 29	
		ELE	20 35 45,648	+ 5	45,653				
	Aug. 15	FYL	18 17 11,014	+ 43	11,057	24,654	- 13	- 5	
		FLE	20 47 35,629	+ 82	35,711				
	Aug. 16	FYL	18 21 7,449	+ 9	7,458	24,576	+ 65	+ 26	
		FLE	20 51 32,031	+ 3	32,034				

Die durch die tägliche genäherte Uhrstandbestimmung gefundenen täglichen Gänge zeigten im Verlaufe der Feldarbeiten eine langsame Zunahme von etwa 1,5 bei der Beobachtungsuhr, während der Gang der Koinzidenzuhr am Anfang und am Ende der Feldarbeiten nahezu gleich gross, auf dem Monte Generoso aber etwa 1^s kleiner war als in Bellinzona.

5. Bestimmung der Ortssternzeit.

Die Zeitbestimmungen erfolgten durch Beobachtung der Durchgangszeit durch den Instrumentenaequator von durchschnittlich etwa 10 Zeit- und 2 Polsternen. Die innere Genauigkeit der Durchgangszeiten wird durch den m. F. eines Doppelkontaktes, deren je 10 abgelesen worden sind, nachgewiesen. Die gefundenen m. F. μ eines Doppelkontaktes wurden auf Grund des Ansatzes

$$\mu^2 = a^2 + \frac{b^2}{V^2} \sec^2 \delta \quad (V: \text{Fernrohrvergrößerung})$$

ausgeglichen (146 Durchgänge). Die ausgeglichenen Werte von a und b sowie der sich hieraus ergebende m. F. eines Doppelkontaktes für die Deklination $+45^\circ$ sind die folgenden:

$$\begin{aligned} a &= 0^s,028 \\ b &= 2^s,47 \\ \mu_{45} &= \pm 0^s,048. \end{aligned}$$

Diese Werte sind etwas grösser als die früher gefundenen¹⁾, was wohl auf die ungünstigen Beobachtungsverhältnisse im Tessin zurückzuführen ist.

Nach Anbringung der Verbesserungen wegen Achsenneigung und des Einflusses von Kontaktbreite und totem Gang, sowie der Reduktion wegen Uhranges auf die Epoche der Zeitbestimmung, erhält man die Durchgangszeiten U durch den Instrumentenvertikal. Aus den Differenzen zwischen den unter Berücksichtigung der kurzperiodischen Mondglieder berechneten, scheinbaren Rektaszensionen α der Sterne und den Durchgangszeiten U , wurden die Uhrkorrektur ΔU und das Instrumentenazimut k des Abends durch Ausgleichung bestimmt. Hierbei ist den Differenzen $\alpha - U$ das Gewicht $\cos^2 \delta$ zugemessen worden. Als Näherungswert ΔU_0 der Uhrkorrektur wurde das Gewichtsmittel der $\alpha - U$ eingeführt. Die Ausgleichung reduziert sich dann auf die einfachen Formeln:

$$d \Delta U = - [pK] \frac{[pKl]}{N}$$

für die an den Näherungswert ΔU_0 anzubringende Verbesserung und

$$k = [p] \frac{[pKl]}{N}$$

für das Instrumentenazimut.

Hierin ist $l = \alpha - U - \Delta U_0$ und $N = [p] [pKK] - [pK]^2$. Die $pK = \sin(\varphi - \delta) \cos \delta$ und $pKK = \sin^2(\varphi - \delta)$ wurden Tabellen entnommen. $[pvv] = [pll] - [pKl]k$.

Als Rechenprobe diente die Auswertung der Fehlergleichungen

$$v = d \Delta U + Kk - l.$$

Die m. F. der Unbekannten sind gegeben durch $m_{\Delta v}^2 = \frac{m^2}{N} [pKK]$ und $m_k^2 = \frac{m^2}{N} [p]$, wo $m^2 = \frac{[pvv]}{n-2}$

das Quadrat des m. F. der Gewichtseinheit ist.

Die Auswertung der Fehlergleichungen zeigte aber, dass die Gewichtsannahme proportional $\cos^2 \delta$ nicht zulässig ist. Durchgänge in grosser Zenitdistanz (Polsterne) können die abendlichen Uhrkorrekturen ungünstig beeinflussen. Insbesondere machen sich solche Einflüsse in klimatischen Verhältnissen, wie solche im Tessin herrschen (tiefe Täler mit hohen Temperaturen, die von hohen, zeitweise mit Schnee bedeckten Bergen eingeschlossen sind) stark bemerkbar. Aus diesem Grunde wurden die $\alpha - U$ unter Weglassung der Polsterne nochmals ausgeglichen. Die so ermittelten abendlichen Uhrkorrekturen und Instru-

1) Vgl. Band XXI, Seite 25 und Band XXII, Seite 18.

mentenazimute sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Dort sind auch die Anzahl n der beobachteten Durchgänge, der m. F. der Gewichtseinheit m und die m. F. $m_{\Delta U}$ und m_k der abendlichen Uhrkorrekturen und Instrumentenazimute, sowie die Mittelwerte dieser Fehler gegeben. Die in Klammern beigefügten Werte sind die aus den Ausgleichungen unter Berücksichtigung der Polsterndurchgänge gefundenen.

Tabelle 3.

1939

Abendliche Uhrkorrekturen und Instrumentenazimute und ihre m. F.

Station	Datum	n	m	ΔU +	$m_{\Delta U}$	k	m_k
Bellinzona I	Juli 12	12	$\pm 0,024$	13,807	$\pm 0,011$	- 1,489	$\pm 0,044$
	Juli 18	8	23	5,300	11	- 2,093	37
	Juli 19	5	37	3,683	25	- 2,210	89
	Juli 22	8	36	59,808	20	- 3,401	65
	Juli 23	15	27	58,898	11	- 1,698	38
Monte-Generoso	Juli 25	9	16	54,343	9	- 42,331	24
	Juli 26	12	32	53,145	14	- 0,553	52
	Aug. 8	12	28	43,234	14	+ 0,006	43
	Aug. 9	8	20	42,908	13	- 0,615	55
Bellinzona II	Aug. 12	8	18	43,769	10	- 3,945	33
	Aug. 15	10	36	43,405	17	- 2,235	59
	Aug. 16	10	48	43,591	23	- 2,327	86
Mittel	12 Abende	9,75	30 (36)		15 (17)		53 (36)

6. Ableitung der Längendifferenz Bellinzona—Monte Generoso.

Die Längendifferenz Bellinzona — Monte Generoso ergibt sich als Differenz der beobachteten Längen der beiden Stationen. Diese Längen findet man gemäss der Formel

$$\lambda = U_{\text{FLE}} + \Delta U_r - T + \Delta l + p.$$

Hierin ist:

U_{FLE} die abgehörte, um die im Bulletin horaire gegebene definitive Verbesserung auf die Sollepoche des Zeichens 153½ der Emission FLE (23½^h MEZ) reduzierte Uhrzeit,

ΔU_r die durch Ausgleichung der beobachteten Durchgangszeiten abgeleitete, wegen Uhranges auf die Epoche des Zeichens 153½ der Emission FLE reduzierte abendliche Uhrkorrektur,

T die Sollepoche des Zeichens 153½ FLE in Sternzeit Greenwich,

Δl die Verbesserung infolge Lage des Momentanpoles und

p der persönliche und instrumentelle Fehler.

U_{FLE} wird der Kolonne 6, Tabelle 2 entnommen. T ist als Summe der Sternzeit Greenwich um 0^h0 Weltzeit plus 22^h 37^m 12^s,346 in Tabelle 4 gebildet. Der Einfluss Δl der Pollage fällt bei der Differenzbildung weg, weil die beiden Punkte sehr nahe beieinander liegen ($\Delta\lambda = 33,9$; $\Delta\varphi = 16' 14,3$) und weil die Beobachtungen sich über nur 36 Tage erstreckten; eine eventuell sich mit der Zeit bemerkbar machende Änderung des Einflusses der Pollage fällt wegen der zeitlich symmetrischen Anordnung der Beobachtungen bei der Bildung der Längendif-

ferenz weg. p setzt sich zusammen aus dem persönlichen und instrumentellen Fehler und dem Fehler der Länge von Bellinzona. Sofern p sich im Laufe der Feldarbeiten nicht geändert hat, fällt es bei der Bildung der Längendifferenz ebenfalls weg. Ob p eine nachweisbare Änderung erfahren hat, ergibt sich aus den beobachteten Längen, worauf noch zurückzukommen ist.

In der Tabelle 4 ist die Bildung der Abendwerte der Längen dargestellt unter Weglassung des Einflusses Δl der Pollage und des persönlichen und instrumentellen Fehlers p :

$$\lambda' = U_{\text{FLE}} + \Delta U_r - T.$$

Tabelle 4.

1939

Ableitung der beobachteten Längen λ' .

Station	Datum	U_{FLE}	ΔU_r +	Sternzeit Greenwich um 0 ^h 0 W.Z.	T	λ'
Bellinzona I	Juli 12	18 ^h 29 ^m 2 ^s ,489	13,684	19 ^h 15 ^m 57 ^s ,955	17 ^h 53 ^m 10 ^s ,301	36 ^m 5,872
	Juli 18	52 50,315	5,244	39 37,320	18 16 49,666	,893
	Juli 19	56 48,515	3,569	43 33,876	20 46,222	,862
	Juli 22	19 7 41,942	59,802	55 23,532	32 35,878	,866
	Juli 23	11 39,475	58,834	59 20,083	36 32,429	,880
					$\lambda'_{B1} =$	36 5,875
Monte Generoso I	Juli 25	19 19 34,904	54,267	20 7 13,193	18 44 25,539	36 3,632
	Juli 26	23 32,685	53,049	11 9,750	48 22,096	,638
					$\lambda'_{G1} =$	36 3,635
Monte Generoso II	Aug. 8	20 14 57,742	43,171	21 2 24,955	19 39 37,301	36 3,612
	Aug. 9	18 54,601	42,853	6 21,510	43 33,856	,598
					$\lambda'_{G2} =$	36 3,605
Bellinzona II	Aug. 12	20 30 45,653	43,741	21 18 11,188	19 55 23,534	36 5,860
	Aug. 15	42 35,711	43,397	30 0,861	20 7 13,207	,901
	Aug. 16	46 32,034	43,620	33 57,413	11 9,759	,895
					$\lambda'_{B2} =$	36 5,885
					$\lambda'_B =$	36 5,879
					$\lambda'_G =$	36 3,620
					Längendifferenz Bellinzona (Pfeiler) — Monte Generoso (Station S) $\Delta\lambda' =$	2,259

Die λ' sind in folgenden Gruppen gemittelt worden:

1. Erste Referenzbeobachtungen in Bellinzona: λ'_{B1} .
2. Längenbeobachtungen auf dem Monte Generoso vor der Polhöhenbestimmung: λ'_{G1} .
3. Längenbeobachtungen nach der Polhöhenbestimmung: λ'_{G2} .
4. Referenzbeobachtungen in Bellinzona nach den Beobachtungen auf dem Monte Generoso: λ'_{B2} .

Die Vergleichung der λ' , insbesondere derjenigen der Station Bellinzona lässt den Verdacht, durch die Auswechslung des Mikrometers zur Bestimmung der Polhöhe auf dem Monte Generoso sei eine systematische Veränderung der Längenwerte verursacht worden, nicht aufkommen. Die λ' durften daher für beide Stationen gemittelt werden. Aus den Abweichungen der Einzelwerte von ihren Mitteln ergibt sich als m. F. eines Abendwertes in Bellinzona $\pm 0^s016$, auf dem Monte Generoso $\pm 0^s018$, zusammengefasst $\pm 0^s017$.

Die folgenden Differenzbildungen mit ihren aus dem mittleren Abendfehler gerechneten m. F. zeigen, dass eine Veränderung von p während der ganzen Längenbestimmungen nicht verbürgt ist:

$$\begin{aligned} \lambda'_{B1} - \lambda'_{B2} &= -0^s010 \pm 0^s012 \\ \lambda'_{G1} - \lambda'_{G2} &= +0,030 \pm 17 \\ \lambda'_{B1} - \lambda'_{G1} &= 2,240 \pm 14 \\ \lambda'_{B2} - \lambda'_{G2} &= 2,280 \pm 15 \\ \hline \text{Unterschied 1—2} &= -0,040 \pm 0,021 \end{aligned}$$

Die Längendifferenz Bellinzona (Beobachtungspfeiler) — Monte Generoso (astronomische Station 1939) ergibt sich als Unterschied der Stationsmittel zu	2 ^s 259	± 0 ^s 011
Zentrierung auf den trigonometrischen Punkt in Bellinzona	—0,031	
<hr/>		
Monte Generoso (astronomische Station 1939) westlich Bellinzona (trigonometrischer Punkt)	2 ^s 228	± 0 ^s 011

7. Die geographische Länge der Beobachtungsstation S.

Die Länge der Referenzstation (trigonometrischer Punkt 4. Ordnung beim „Castello di Svitto“ in Bellinzona) findet man erstens aus der Ausgleichung des schweizerischen Längennetzes erster Ordnung zu

$$36^m 5^s 858 \pm 0^s 009_4 \text{)}.$$

Ihr m. F. (vgl. S. 3) ist das Genauigkeitsmass bezüglich der Fundamentalstation Zürich, Meridiankreis Kern der Eidgenössischen Sternwarte. Sodann ist im Jahre 1947 die Länge des Punktes Bellinzona anlässlich der Beobachtung der Längen der Stationen des Ost-West-Profiles von Locarno nach dem dort angewendeten Verfahren an sieben Abenden nochmals bestimmt worden (vgl. S. 40/41). Das Ergebnis dieser Beobachtungen ist folgendes:

Beobachtete Länge von Zürich MZ	34 ^m 12 ^s 220	± 0 ^s 005 ₈
Beobachtete Länge von Bellinzona (trig. Punkt, ohne p)	36 5,791	± 0,006 ₂
<hr/>		
Längendifferenz Bellinzona—Zürich 1947	1 53,571	± 0,008 ₅
Ausgegliche Länge von Zürich (Band XXI)	34 12,286	
<hr/>		
Länge des trigonometrischen Punktes Bellinzona 1947	36 5,857	± 0,008 ₅
Das Gewichtsmittel der beiden Längen von Bellinzona beträgt	36 5,857	± 0,006 ₃
Beobachtete Längendifferenz Monte Generoso—Bellinzona	2,228	± 0,011
<hr/>		
Länge der astronomischen Station S auf dem Monte Generoso	36 3,629	± 0,013

1) Band XXI, Seite 244.

C. Die Polhöhe des Monte Generoso.

1. Vorbemerkungen.

Die Bestimmung der Polhöhe des Monte Generoso erfolgte nach dem gleichen Verfahren und mit demselben Instrumentarium wie diejenige des Nullpunktes der Landesvermessung (Meridiankreis der ehemaligen Sternwarte Bern) und des trigonometrischen Hauptpunktes „Gurten Ost (B)“ im Jahre 1938. Auch die Ableitung der Polhöhe geschah unter Beachtung der gleichen Gesichtspunkte, wie diejenige der letztgenannten Punkte. Es erübrigt sich daher, hier auf das Beobachtungs- und Reduktionsverfahren näher einzugehen; es sei auf den Band XXIII unserer Veröffentlichungen verwiesen, in welchem die Polhöhenbestimmungen des Jahres 1938 auf den Seiten 77 bis 107 beschrieben sind.

Die Beobachtung der Polhöhe des Monte Generoso erfolgte im Zeitabschnitt Juli 29 bis August 6 an sechs Abenden. Obwohl die Wetterlage günstig war, ist die Zahl der beobachteten Horrebow-Paare mit 25 eine recht geringe. Die Ursache dazu ist in der Einleitung dargelegt worden.

2. Das Sternprogramm.

Das Sternprogramm wurde aus dem neuen Boss-Katalog¹⁾ nach Möglichkeit gemäss den Vorschriften Albrecht's für den internationalen Breitendienst aufgestellt²⁾.

In den beobachteten Paaren betrug

das <i>A-R</i> -Intervall zwischen den Sternen in den Paaren	{	Minimum	5 ^m 50'
		Maximum	14 48
		Mittel	9 5
die Zenitdistanz (Absolutwerte)	{	Maximum	26°20'
		Mittel	9 46
die Zenitdistanzdifferenz in den Paaren	{	Maximum	9' 36"
		Mittel der Absolutwerte	4 50
		arithm. Mittel	1 13
der Helligkeitsunterschied in den Paaren	{	Maximum	2 ^m 5
		Mittel	1, 0

In der Tabelle 5 ist das Verzeichnis der beobachteten Paare wiedergegeben. Es enthält die Paar- und Katalognummern, die Helligkeit, die mittleren Rektaszensionen und Deklinationen für die Epoche 1939,0 sowie die Rektaszensionsdifferenzen und Zenitdistanzsummen in den Paaren.

¹⁾ B. Boss, General Catalogue of 33 342 Stars for the Epoch 1950. Washington D.C. 1937.

²⁾ Th. Albrecht, Anleitung zum Gebrauch des Zenitteleskops auf den internationalen Breitenstationen. Veröffentlichung Nr. 4 des Centralbureau der internationalen Erdmessung. Berlin 1902.

Tabelle 5.

1939

Sternprogramm für die Polhöhenbestimmung auf dem Monte Generoso
($\varphi = \sim 45^\circ 55' 18''$).

Paar	Boss Nr.	M	$\alpha_{1939,0}$	$\Delta\alpha$	$\delta_{1939,0}$	Σz
1	23 092	5, 1	17' 4 ^m 5 ^s	11 ^m 31 ^s	54° 33' 0''	- 3' 39''
	374	4, 8	15 36		37 21 15	
5	24 025	6, 1	39 58	10 7	51 50 48	+ 0 8
	309	6, 1	50 5		39 59 40	
6	089	6, 1	43 2	14 48	72 10 45	+ 9 26
	510	6, 4	57 50		19 30 25	
9	936	5, 4	18 13 45	5 51	42 8 15	+ 0 40
	25 073	6, 5	19 36		49 41 41	
11	362	4, 9	31 32	11 10	56 59 54	+ 9 33
	597	6, 1	39 56		34 41 9	
12	547	6, 5	37 45	5 50	30 47 29	+ 4 8
	705	6, 2	43 35		60 58 59	
13	732	5, 9	44 16	7 28	41 22 30	- 9 47
	935	5, 0	51 44		50 37 53	
14	905	4, 8	50 18	6 24	59 18 48	- 4 29
	26 086	3, 3	56 42		32 36 17	
15	055	5, 8	59 9	13 0	65 10 34	+ 2 0
	446	6, 3	19 9 9		26 38 2	
16	475	5, 2	10 32	7 48	56 45 17	+ 1 5
	690	6, 3	18 20		35 4 14	
17	739	6, 5	20 18	11 40	57 38 55	- 7 39
	988	4, 8	29 30		34 19 20	
19	888	6, 5	25 44	6 42	62 25 55	+ 5 1
	27 062	5, 4	32 26		29 19 40	
21	141	4, 6	34 48	6 55	50 4 44	+ 8 20
	315	6, 0	41 43		41 37 32	
22	347	3, 0	43 5	7 5	44 58 51	- 0 24
	529	5, 5	50 10		46 52 9	
23	433	6, 4	46 42	8 3	33 17 1	- 7 22
	635	5, 1	54 45		58 40 57	
25	770	5, 3	59 38	12 37	49 56 3	- 0 30
	28 123	6, 4	20 12 15		41 55 3	

3. Instrumentenkonstanten.

a) *Schraubenwert*. Die vorläufige Bestimmung des Schraubenwertes erfolgte aus der Beobachtung des Durchganges in grösster Digression des polnahen Sterns 6 *B* ursae minoris. Die Spindel wurde an drei Abenden im ganzen zweimal durchmessen. Die Ausgleichung der Beobachtungen ergab den Schraubenwert

$$R_0 = 78,839 \pm 0,009.$$

Der im Vorjahre auf dem Gurten zuletzt nach demselben Verfahren bestimmte Schraubenwert ist

$$R_0 = 78,701 \pm 0,008.$$

Die Differenz dieser beiden Werte, $0,138 \pm 0,012$, rechtfertigt den Verdacht, die so bestimmten Schraubenwerte seien mit systematischen Fehlern behaftet.

Analog der Bearbeitung der Polhöhenbeobachtungen des Jahres 1938 wurde daher zur Reduktion der Beobachtungen auf dem Monte Generoso der dort gefundene Schraubenwert als Näherungswert zur Ableitung der Polhöhenbeobachtungen φ_b benützt. Durch Ausgleichung dieser φ_b ergab sich dann sowohl die gesuchte Polhöhe als auch der Schraubenwert. Letzterer steht mit $78,75 \pm 0,04$ den 1938 durch Ausgleichung gefundenen, wie zu erwarten war, sehr nahe (vgl. Band XXIII, Seite 86).

b) Die Angabe der Horrebow-Niveaux wurde vor Beginn und nach Beendigung der Feldarbeiten mittels des Niveauprüfers des geodätischen Institutes an der Eidgenössischen Technischen Hochschule sowie nach der in Band XXIII, Seite 87 angegebenen Methode der Einstellung des Mittelfadens auf den Polstern bei verschiedenen Blasenstellungen und Erhebung der zugehörigen Trommelablesungen bestimmt. Die Ergebnisse sind folgende:

Datum	Methode	Angabe	
		Niveau I	Niveau II
Mai 27	Niveauprüfer	1,110	1,045
Aug. 2	Polaris	0,978	1,049
Dez. 20	Niveauprüfer	1,178	1,154
	Mittel	1,089	1,083

Mittel beider Niveaux: $1,086 = 0,013775 R_0$ für $R_0 = 78,84$.

c) Fadendistanzen. Die Trommelablesungen wurden ausschliesslich an den Fadenpaaren 4, 6 und 8 vorgenommen. Ihre Distanzen F sind die folgenden ($R_0 = 78,84$):

Faden	Fadendistanz		Intervall
4	4,328 R_0	341,22	171,40
6	2,154	169,82	112,27
8	0,730	57,55	57,55
9	0,000	0,00	57,79
8'	0,733	57,79	112,03
6'	2,154	169,82	171,24
4'	4,326	341,06	

Aus den Fadeninstanzen wurden gemäss der Formel

$$\pm \frac{F^2}{2 R_0} \sin 1'' \operatorname{tg} \delta \quad \text{Okular } \frac{E}{W}$$

die Verbesserung der Schraubenablesung wegen Krümmung des Parallels berechnet. Die anzubringenden Korrekturen sind für Faden 4 und 6 im Bereich der in Frage kommenden

Deklinationen nachfolgend zusammengestellt. Die Ablesungen am Faden 8 erfahren keine Veränderung.

Faden 4	Faden 6	Ver- besserung
$\delta < 8^\circ 0'$	$\delta < 29^\circ 30'$	0,000 R_0
8° 0' - 22 40	29° 30' - 59 20	1
22 50 - 34 50	59 30 - 70 20	2
35 0 - 44 20	70 30 - 75 40	3
44 30 - 51 30		4
51 40 - 56 50		5
57 0 - 61 10		6

4. Reduktion der Beobachtungen.

Aus jedem beobachteten Horrebrow-Paare findet man eine Beobachtung der Polhöhe nach der Formel

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

Es bedeuten:

δ_S bzw. δ_N die scheinbare Deklination des südlichen bzw. nördlichen Sterns,

r_S bzw. r_N die Verbesserung wegen Refraktion an der Deklination des südlichen bzw. nördlichen Sterns,

m_E bzw. m_W die gemittelte, wegen Krümmung des Parallels und Neigung verbesserte Trommelablesung des mit Okular im E bzw. im W beobachteten Sterns und

R_0 der eingeführte genäherte Schraubenwert.

In der Tabelle 6 ist die Berechnung der φ_b dargestellt. Es sind dort angegeben:

Die Paar- und Sternnummern,

die Lage des Mikrometers bei der Beobachtung der Durchgänge der einzelnen Sterne, die in Trommelteilen ausgedrückten, um den Einfluss der Neigung und der Krümmung des Parallels verbesserten Trommelablesungen m_E und m_W und ihre Differenzen,

die in Winkelmass ausgedrückten, um den Einfluss der Refraktion verbesserten Trommeldifferenzen,

die scheinbaren Deklinationen und die beobachteten Polhöhen φ_b , die noch um den Einfluss ΔP der Pollage zur Beobachtungszeit verbessert wurden: $\varphi'_b = \varphi_b - \Delta P$.

Die Koordinaten des Momentanpoles sind dem Bulletin géodésique Nr. 10, 1948 entnommen. Die Werte, die für unsere Beobachtungszeit in Frage kommen, sind

$$\begin{aligned} 1939, 5: & x = + 0,062; y = + 0,162 \\ & , 6 \quad + \quad 127 \quad + \quad 143 \end{aligned}$$

Die für die Beobachtungsepochen eingesetzten Werte von

$$\Delta P = x \cos \lambda + y \sin \lambda$$

wurden durch Interpolation aus den ΔP der oben genannten Epochen ermittelt und an die φ_b angebracht.

Tabelle 6.

Beobachtete Polhöhen ($R_0 = 78''84$).

1939

Paar	Boss Nr.	Okular	$m_E - m_W$	$R_0 (m_E - m_W) + (r_S - r_N)$	$\delta_S + \delta_N$	$\varphi b - \Delta P = \varphi b'$
Juli 29.						
11	25 362	W	8,477	+ 8' 55,40	57° 0' 13,93	45° 55' 18,86
	25 597	E	15,268	+ 0,17	34 41 28,22	— 0,09
			+ 6,791	+ 8 55,57	91 41 42,15	45 55 18,77
14	25 905	W	15,669	- 5 6,92	59 19 7,56	45 55 18,31
	26 086	E	11,776	- 0,08	32 36 36,06	— 0,09
			- 3,893	- 5 7,00	91 55 43,62	45 55 18,22
16	26 475	E	12,453	+ 27,67	56 45 36,24	45 55 18,75
	26 690	W	12,102	+ 0,02	35 4 33,58	— 0,09
			+ 0,351	+ 27,69	91 50 9,82	45 55 18,66
19	26 888	E	15,971	+ 4 22,93	62 26 13,76	45 55 17,92
	27 062	W	12,636	+ 0,08	29 19 59,07	— 0,09
			+ 3,335	+ 4 23,01	91 46 12,83	45 55 17,83
22	27 347	E	12,923	- 1 1,81	44 59 10,72	45 55 18,40
	27 529	W	13,707	- 0,01	46 52 27,90	— 0,09
			- 0,784	- 1 1,82	91 51 38,62	45 55 18,31
Juli 30.						
1	23 092	W	15,601	- 4 15,36	54 33 18,70	45° 55' 17,92
	23 374	E	12,362	- 0,03	37 21 32,54	— 0,09
			- 3,239	- 4 15,39	91 54 51,24	45 55 17,83
Juli 31.						
1	23 092	W	14,563	- 4 16,94	54 33 18,89	45° 55' 17,32
	23 374	E	11,304	- 0,02	37 21 32,72	— 0,09
			- 3,259	- 4 16,96	91 54 51,61	45 55 17,23
5	24 025	E	14,868	- 30,98	51 51 7,79	45 55 17,58
	24 309	W	15,261	- 0,01	39 59 58,37	— 0,09
			- 0,393	- 30,99	91 51 6,16	45 55 17,49
12	25 547	W	12,110	+ 3 30,11	30 47 48,41	45 55 18,90
	25 705	E	14,775	+ 0,07	60 59 19,21	— 0,09
			+ 2,665	+ 3 30,18	91 47 7,62	45 55 18,81
14	25 905	E	11,640	- 5 7,32	59 19 8,11	45 55 18,60
	26 086	W	15,838	- 0,07	32 36 36,49	— 0,09
			- 3,898	- 5 7,39	91 55 44,60	45 55 18,51

Tabelle 6 (Fortsetzung).

Paar	Boss Nr.	Okular	$m_E - m_W$	$R_0 (m_E - m_W) + (r_S - r_N)$	$\delta_S + \delta_N$	$\varphi b - \Delta P = \varphi b'$
August 1.						
13	25 732	E	17,490	-10' 28,35	41° 22' 50,15	45° 55' 17,71
	25 935	W	<u>9,520</u>	- 0,16	50 38 13,78	- 0,09
			- 7,970	-10 28,51	92 1 3,93	45 55 17,62
15	26 055	E	15,413	+ 1 21,76	65 10 54,04	45 55 18,56
	26 446	W	<u>14,376</u>	+ 0,05	26 38 21,28	- 0,09
			+ 1,037	+ 1 21,81	91 49 15,32	45 55 18,47
17	26 739	W	15,582	- 8 18,98	57 39 15,55	45 55 18,20
	26 988	E	<u>9,253</u>	- 0,14	34 19 39,97	- 0,09
			- 6,329	- 8 19,12	91 58 55,52	45 55 18,11
21	27 141	E	15,863	+ 7 39,09	50 5 4,58	45 55 18,22
	27 315	W	<u>10,040</u>	+ 0,14	41 37 52,64	- 0,09
			+ 5,823	+ 7 39,23	91 42 57,22	45 55 18,13
23	27 433	W	16,518	- 8 0,76	33 17 20,94	45 55 18,20
	27 635	E	<u>10,420</u>	- 0,13	58 41 16,35	- 0,09
			- 6,098	- 8 0,89	91 58 37,29	45 55 18,11
25	27 770	W	12,491	- 1 8,75	49 56 22,45	45 55 18,02
	28 123	E	<u>11,619</u>	0,00	41 55 22,35	- 0,09
			- 0,872	- 1 8,75	91 51 44,80	45 55 17,93
August 2.						
6	24 089	W	9,952	+ 8 49,17	72 11 5,85	45° 55' 18,42
	24 510	E	<u>16,664</u>	+ 0,18	19 30 41,64	- 0,10
			+ 6,712	+ 8 49,35	91 41 47,49	45 55 18,32
9	24 936	E	14,048	- 0,63	42 8 34,77	45 55 18,01
	25 073	W	<u>14,056</u>	- 0,01	49 42 1,90	- 0,10
			- 0,008	- 0,64	91 50 36,67	45 55 17,91
13	25 732	E	8,678	-10 28,67	41 22 50,37	45 55 17,78
	25 935	W	<u>16,652</u>	- 0,16	50 38 14,03	- 0,10
			- 7,974	-10 28,83	92 1 4,40	45 55 17,68
22	27 347	E	13,338	- 1 4,65	44 59 11,84	45 55 18,12
	27 529	W	<u>14,158</u>	- 0,01	46 52 29,06	- 0,10
			- 0,820	- 1 4,66	91 51 40,90	45 55 18,02
25	27 770	W	13,486	- 1 10,17	49 56 22,74	45 55 17,60
	28 123	E	<u>12,596</u>	0,00	41 55 22,63	- 0,10
			- 0,890	- 1 10,17	91 51 45,37	45 55 17,50
August 6.						
1	23 092	W	15,310	- 4 18,04	54 33 19,96	45° 55' 17,82
	23 374	E	<u>12,037</u>	- 0,03	37 21 33,75	- 0,10
			- 3,273	- 4 18,07	91 54 53,71	45 55 17,72
11	25 362	W	8,754	+ 8 51,30	57 0 16,04	45 55 18,76
	25 597	E	<u>15,493</u>	+ 0,17	34 41 30,02	- 0,10
			+ 6,739	+ 8 51,47	91 41 46,06	45 55 18,66
13	25 732	E	7,889	-10 30,72	41 22 51,40	45 55 17,83
	25 935	W	<u>15,889</u>	- 0,16	50 38 15,15	- 0,10
			- 8,000	-10 30,88	92 1 6,55	45 55 17,73
15	26 055	W	14,757	+ 1 19,23	65 10 55,50	45 55 18,57
	26 446	E	<u>15,762</u>	+ 0,05	26 38 22,36	- 0,10
			+ 1,005	+ 1 19,23	91 49 17,86	45 55 18,47

In der Tabelle 7 sind alle φ'_b zusammengestellt und abendweise sowie in den Paaren gemittelt. n_a ist die Anzahl der beobachteten Paare an den einzelnen Abenden, und n_p gibt an, wie oft jedes Paar beobachtet worden ist. Ebenso sind die aus den Abweichungen der Paarwerte von den Abendmitteln berechneten m. F. m_a eines Paarwertes und die aus den Abweichungen der Werte ein und desselben Paares von dessen Mittel abgeleiteten m. F. m_p gegeben.

Das Mittel der m_p ist kleiner als dasjenige der m_a , was den Einfluss der Deklinationsfehler zeigt. Diese Tatsache wird nicht verändert, wenn nachträglich der durch Ausgleichung der Polhöhenbeobachtungen ermittelte, bessere Schraubenwert zur Ableitung der φ'_b eingeführt wird. Der m. F. m_p wird dadurch nicht verändert, weil die Zenitdistanzdifferenz ein und desselben Paares nur kleine Unterschiede aufweist. Die mit dem aus der Ausgleichung hervorgegangenen Schraubenwert berechneten m_p und m_a sind in der Tabelle 7 in Klammern beigelegt.

Tabelle 7.

Zusammenstellung der φ'_b und ihrer m. F.

1939

$$\varphi'_b = 45^\circ 55' \quad R_0 = 78,84.$$

Paar	Juli 29	Juli 30	Juli 31	Aug. 1	Aug. 2	Aug. 6	n_p	Mittel	m_p
1		17,83	17,23			17,72	3	17,59	$\pm 0,32$
5			17,49				1	17,49	—
6					18,32		1	18,32	—
9					17,91		1	17,91	—
11	18,77					18,66	2	18,71	,08
12			18,81				1	18,81	—
13				17,62	17,68	17,73	3	17,68	,06
14	18,22		18,51				2	18,36	,20
15				18,47		18,47	2	18,47	,00
16	18,66						1	18,66	—
17				18,11			1	18,11	—
19	17,83						1	17,83	—
21				18,13			1	18,13	—
22	18,31				18,02		2	18,16	,21
23				18,11			1	18,11	—
25				17,93	17,50		2	17,71	,30
Mittel	18,36	17,83	18,01	18,06	17,89	18,14	25		$\pm 0,21$ ($\pm 0,21$)
n_a	5	1	4	6	5	4	25		
m_a	$\pm 0,36$	—	$\pm 0,77$	$\pm 0,28$	$\pm 0,31$	$\pm 0,49$		$\pm 0,45$ ($\pm 0,39$)	

5. Ableitung der Polhöhe.

Die beobachteten Polhöhenwerte eines jeden Paares wurden gemittelt und diese Mittel als Beobachtungen aufgefasst und ausgeglichen. Die Gewichte der Mittelwerte dieser Beobachtungen ergaben sich aus den beiden Fehlerbeiträgen m_p und den aus den im Boss-Katalog gegebenen wahrscheinlichen Fehlern ε für die Epoche 1939,6 abgeleiteten mittleren Fehlern

der Deklinationen. Es ist der Fehlerbeitrag aus der Unsicherheit der Deklinationen in jedem Paar

$$m_D^2 = 0,54952 (\varepsilon_S^2 + \varepsilon_N^2).$$

Der mittlere Fehler der Paarmittel ist dann

$$\mu^2 = \frac{m_p^2}{n_p} + m_D^2.$$

Die Berechnung der m_D^2 , der μ und der Gewichte $p = \frac{500}{\mu^2}$ der Paarmittel ist in der Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8.

Bestimmung der Gewichte der Polhöhenbeobachtungen
(Einheit der Fehlermasse 0,01; $m_p^2 = 425,5$)

1939

Paar	Stern Nr.	ε^2	$\varepsilon_S^2 + \varepsilon_N^2$	m_D^2	n_p	$m_p^2 : n_p$	μ	p
1	23 092	88,9	132,7	72,9	3	141,8	± 15	2,33
	374	43,8						
5	24 025	347,9	397,4	218,4	1	425,5	± 25	0,78
	309	49,5						
6	090	75,4	1570,3	862,9	1	425,5	± 36	0,39
	510	1494,9						
9	936	30,2	281,9	154,9	1	425,5	± 24	0,86
	25 073	251,7						
11	362	51,0	365,3	200,7	2	212,7	± 20	1,21
	597	314,3						
12	547	1055,4	1193,4	655,8	1	425,5	± 33	0,46
	705	138,0						
13	732	249,2	391,3	215,0	3	141,8	± 19	1,40
	935	142,1						
14	905	19,2	40,5	22,3	2	212,7	± 15	2,13
	26 086	21,3						
15	055	190,1	733,8	403,2	2	212,7	± 25	0,81
	446	543,7						
16	475	45,7	388,8	213,7	1	425,5	± 25	0,78
	490	343,1						
17	739	396,6	440,8	242,2	1	425,5	± 26	0,75
	988	44,2						
19	888	499,4	565,3	310,6	1	425,5	± 27	0,68
	27 062	65,9						
21	141	19,3	208,0	114,3	1	425,5	± 23	0,93
	315	188,7						
22	347	18,7	232,8	127,9	2	212,7	± 18	1,47
	529	214,1						
23	433	497,4	544,2	299,0	1	425,5	± 27	0,69
	635	46,8						
25	770	83,6	499,3	274,4	2	212,7	± 22	1,03
	28 123	415,7						

Die Fehlergleichungen dieser Beobachtungen lauten:

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

wo $\Delta\varphi$ die unbekannte Verbesserung eines angenommenen Näherungswertes der Polhöhe, $\varphi_0 = 45^\circ 55' 18''$, und ΔR die ebenfalls unbekannte Verbesserung des zur Ableitung der φ'_b eingeführten Schraubenwertes $R_0 = 78,84$ ist. Die aus der Ausgleichung der mit den Gewichten p versehenen Paarmittel sich ergebenden Verbesserungen der Näherungswerte φ_0 und R_0 wurden zu diesen letzteren addiert. Die Ausgleichung ergab den Schraubenwert $R = 78,76$, mit welchem die φ'_b nochmals gebildet und gemittelt wurden. Der neue Schraubenwert änderte den m. F. m_p nicht (vgl. Seite 19), und somit blieb auch die Ableitung der Gewichte der Paare unverändert. Die Ausgleichung der neu berechneten φ'_b ergab die endgültigen Werte von Schraubenwert und Polhöhe der Station S auf dem Monte Generoso. Die Ergebnisse der beiden Ausgleichungen sind nachfolgend wiedergegeben:

	I. Ausgleichung.	II. Ausgleichung.
$R_0 =$	78,84	78,76
$\Delta R =$	— 0,08	— 0,01
$R =$	<u>78,76</u> ± 0,04	<u>78,75</u> ± 0,04
$\varphi_0 =$	45° 55' 18,00	45° 55' 18,00
$\Delta\varphi =$	<u>+ 0,12</u>	<u>+ 0,10</u>
$\varphi_s =$	<u>45° 55' 18,12</u> ± 0,10	<u>45° 55' 18,10</u> ± 0,10

D. Die Lotabweichung auf dem Monte Generoso.

Die im Vorwort zu vorliegendem Bande erwähnte Prüfung, ob der im Band XVII gefundene, nicht erklärbare Teil der Lotabweichung des Monte Generoso wirklich als solcher angesprochen werden muss, könnte durch den Vergleich der aus den Beobachtungen von 1895 und 1939 ermittelten Lotabweichungen der beiden Beobachtungsstationen als erledigt erachtet werden. Die beiden Punkte liegen etwa 22 m auseinander in nahezu gleicher Meereshöhe (Höhenunterschied der Instrumentenachsen etwa 2 m) auf demselben im Azimut von etwa 45° streichenden Grat. Die im Band XVII gegebene Lotabweichung des Monte Generoso betrifft aber den trigonometrischen Punkt auf dem Gipfel des Berges. Sie wurde aus den auf dem Pfeiler A 1895 beobachteten astronomischen Elementen (Polhöhe und Azimut) auf geodätischem Wege, ohne Rücksicht auf durch die lokale Bodengestaltung bedingten Einwirkungen auf die Lote der beiden Punkte, abgeleitet. Die Entfernung zwischen dem Punkte A und dem trigonometrischen Signal beträgt 560 m, der Höhenunterschied rund 100 m. Das Gelände zwischen den beiden Punkten ist ausserordentlich stark bewegt. Aus diesem Grunde müssen die neu beobachteten Komponenten der Lotabweichung isostatisch auf den Gipfel übertragen werden.

1. Die Lotabweichung des astronomischen Pfeilers A aus den Beobachtungen von Messerschmitt im Jahre 1895.

Aus den ebenen Projektionskoordinaten von A werden mittels der Formeln und Tafeln von Rosenmund ¹⁾ die Ellipsoidkoordinaten des Punktes berechnet und mit den astronomisch beobachteten geographischen Koordinaten verglichen:

Beobachtete Polhöhe von A (Band IX, Seite 219)		45° 55' 18,28
Mittlere Korrr. der Deklinationen nach Auwers		+ 0,05
Astronomische Polhöhe von A	$\varphi_a =$	45 55 18,33
Geodätische Polhöhe von A	$\varphi_g =$	45 55 41,35
Lotabweichungskomponente im Meridian	$\xi_{1895} =$	<u>— 23,02</u>

Die Ost-West-Komponente findet man aus dem beobachteten Azimut $A-A$ Tamaro.

Beobachtetes Azimut (Band IX, Seite 223)	$A_a =$	329° 25' 38,57.
--	---------	-----------------

Das geodätische Azimut wird aus dem ebenen Azimut durch Anbringung der Meridiankonvergenz, der Azimutreduktion aus den Projektionsformeln und der Reduktion der geodätischen Linie auf den Normalschnitt in A gefunden:

Ebenes Azimut $A-A$ Tamaro	$a' =$	328° 16' 34,90
Meridiankonvergenz	$\mu = +$	1 9 11,56
Azimutreduktion	$a_1 - a' = -$	3,02
Geodätische Linie \rightarrow Normalschnitt	$A - a_1 = -$	0,06
Geodätisches Azimut	$A_g =$	<u>329 25 43,38</u>
	$A_a - A_g = -$	4,81

Die Lotabweichungskomponente im ersten Vertikal ist gegeben durch

$$\eta_{1895} = (A_a - A_g) \operatorname{ctg} \varphi = \underline{\underline{-4,65}}.$$

Das Nordazimut ε der Lotabweichung θ ist

$$\varepsilon = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{\eta}{\xi} = \underline{\underline{191^\circ 26'}}$$

$$\text{und die Lotabweichung beträgt } \theta = \sqrt{\xi^2 + \eta^2} = \underline{\underline{23,51}}.$$

2. Die Lotabweichung der astronomischen Station S aus den Beobachtungen im Jahre 1939.

Beobachtete Polhöhe von S (Seite 21)	$\varphi_a =$	45° 55' 18,10
Geodätische Polhöhe von S	$\varphi_g =$	45 55 41,62
Lotabweichungskomponente im Meridian	$\xi_{1939} =$	<u>— 23,52</u>
Beobachtete Länge von S (Seite 12)	$\lambda_a = 36^m 3^s 629 =$	9° 0' 54,43
Geodät. Länge bez. Bern (Nullpunkt)		1° 34' 41,35
Länge von Bern (Band XXIII, S. 75)		<u>7 26 22,50</u>
Geodät. Länge von S bez. Greenwich	$\lambda_g =$	9 1 3,85
	$\lambda_a - \lambda_g =$	<u>— 9,42</u>

¹⁾ M. Rosenmund, Die Aenderung des Projektionssystems der schweizerischen Landesvermessung, Bern 1903.

Die Lotabweichungskomponente im ersten Vertikal ist

$$\eta_{1939} = (\lambda_a - \lambda_g) \cos \varphi = - \underline{6,55}.$$

Das Nordazimut ε der Lotabweichung θ ist

$$\varepsilon = \underline{195^\circ 34'},$$

und die Lotabweichung beträgt $\theta = \underline{24,41}$.

3. Isostatische Übertragung der auf der astronomischen Station *S* beobachteten Lotabweichung auf den trigonometrischen Punkt des Monte Generoso.

Die aus den Beobachtungen der Jahre 1895 und 1939 abgeleiteten Lotabweichungen der beiden nahe beieinander liegenden Beobachtungspunkte unterscheiden sich nur um kleine Beträge, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Jahr	ξ	η	θ	ε
1895	- 23,02	- 4,65	23,51	191° 26'
1939	- 23,52	- 6,55	24,41	195 34
Unterschied	+ 0,50	+ 1,90	- 0,90	- 4 8

Die isostatische Übertragung der Lotabweichungskomponenten von *S* auf den trigonometrischen Punkt findet man als Differenz der isostatisch berechneten Komponenten beider Punkte. Es genügt hierzu die Ablesungen der mittleren Höhen im Umkreis bis zu 14 km für beide Punkte zu erheben. Die hieraus sich ergebenden Komponenten sind:

	Gipfel 1700 m	Station S 1600 m	Differenz	Band XVII Gipfel
ξ_{14}	+ 1,25	+ 2,51	$\delta\xi_{14} = - 1,26$	+ 1,12
η_{14}	+ 5,75	+ 7,22	$\delta\eta_{14} = - 1,47$	+ 5,98

In dieser Zusammenstellung sind auch die aus Band XVII, Seite 55 entnommenen Beträge bis auf 14 km eingetragen. Sie stimmen mit den neuerdings gefundenen Werten gut überein, wenn man das stark bewegte und für Massenberechnungen mangelhaft dargestellte Gelände (Felszeichnung) berücksichtigt.

Die „beobachteten“ Lotabweichungskomponenten ξ_A und η_A des trigonometrischen Punktes erhält man aus denjenigen des Punktes *S* durch Anbringen der in der Zusammenstellung gegebenen Differenzen $\delta\xi_{14}$ und $\delta\eta_{14}$. Hierzu werden die isostatisch berechneten Abweichungen des Zenits, ξ_i und η_i , addiert und in den entsprechenden Kolonnen der Tabelle 3, Band XVII eingetragen. Die Mittel dieser Kolonnen, ξ_0 und η_0 , letzteres unter Berücksichtigung der am Schluss des Bandes XVIII gegebenen Berichtigung in der Kolonne der η_i , werden hievon subtrahiert, was den „wahrscheinlichsten“ Wert des nicht erklärbaren Teiles der Lotabweichung ergibt.

$\xi_s = - 23,52$	$\eta_s = - 6,55$
$\delta\xi_{14} = - 1,26$	$\delta\eta_{14} = - 1,47$
<hr/>	<hr/>
$\xi_A = - 24,78$	$\eta_A = - 8,02$
$\xi_i = + 12,02$	$\eta_i = + 5,83$
<hr/>	<hr/>
$\xi_i + \xi_A = - 12,76$	$\eta_i + \eta_A = - 2,19$
$\xi_0 = - 7,48$	$\eta_0 = + 3,17$
<hr/>	<hr/>
$\xi_{iA} = - 5,28$	$\eta_{iA} = - 5,36$
<hr/>	<hr/>

Der aus der isostatischen Berechnung sich ergebende unabgeklärte Rest beträgt

$$\Delta\theta = \sqrt{\xi_{iA}^2 + \eta_{iA}^2} = 7,53 \text{ im Azimut } 225,5.$$

Das in Band XVII nicht abgeklärte Residuum beträgt

$$9,96 \text{ im Azimut } 248^\circ.$$

II.

Die Geoidprofile
im Parallelkreis von Locarno und
im Meridian von Lugano

Beobachtet in den Jahren 1939, 1947 und 1948 und
bearbeitet von

Dr. Paul Engi und Dr. E. Hunziker

Ingenieuren der
Schweizerischen Geodätischen Kommission.



Inhaltsverzeichnis

Die Geoidprofile im Parallelkreis von Locarno und im Meridian von Lugano.

I. Teil.

Die Lotabweichungskomponenten im ersten Vertikal in den Punkten des Parallelkreises von Locarno

Beobachtet in den Jahren 1947 und 1948 und bearbeitet
von PAUL ENGI.

	Seite
1. Einleitung	29
2. Die Beobachtungspunkte	30
3. Instrumentelle Ausrüstung	32
a) Registriereinrichtung für die drahtlosen Zeitzeichen	32
b) Das Universalinstrument T 4 der „Verkaufs-AG Heinrich Wild's geodätische Instrumente, Heerbrugg“	33
4. Beobachtung der geographischen Längen	34
a) Vorbemerkungen	34
b) Zeitbestimmungen	34
c) Ableitung der geographischen Längen	38
5. Die beobachteten Lotabweichungskomponenten im ersten Vertikal	41

II. Teil.

Die Nord-Süd-Komponente der Lotabweichung in den Punkten des Meridians von Lugano

Beobachtet im Jahre 1939 und bearbeitet von
E. HUNZIKER.

1. Die Beobachtungspunkte	43
2. Instrumentelle Ausrüstung	45
3. Das Beobachtungsverfahren	46
a) Prismen-Astrolab, Registrierung von Sterndurchgängen	46
b) Aufnahme der rhythmischen Zeitzeichen	47
c) Uhrvergleichen	48
4. Auswertung der Fadendurchgänge	48
a) Reduktion auf die Koinzidenzzeit	48
b) Bestimmung der Fadendistanzen	49
c) Genauigkeit der Durchgangsbeobachtungen	50

	Seite
5. Reduktionsverfahren	51
6. Sternprogramm, Sternörter und beobachtete Durchgangszeiten	51
7. Refraktion	53
8. Uhrgänge	60
9. Eingeführte Näherungswerte und Koeffizienten der Normalgleichungen	61
10. Die Beobachtungsergebnisse	62
a) Die Gruppenwerte	62
b) Stationswerte und Genauigkeitsnachweis	66
11. Die geodätischen Koordinaten der Beobachtungspunkte	67
12. Die beobachteten Polhöhen und Lotabweichungskomponenten	68

III. Teil.

Die Ableitung der Geoidprofile

bearbeitet von E. HUNZIKER.

1. Die Grundlagen	70
2. Die Geoidprofile ohne Berücksichtigung der Lotkrümmung	70
a) Interpolation der Lotabweichungs-Komponenten der Zwischenpunkte	71
b) Numerische Bestimmung des Intregales $\int A ds$	74
3. Der Einfluss E der Lotkrümmung	75
4. Die Genauigkeit der berechneten Geoiderhebungen	78
a) Der mittlere Fehler m_1 von $\sum AN'$	78
b) Der mittlere Fehler m_2 von $\sum_A^c \frac{\bar{g} - g_0}{g_0} (z_n - z_i)$	80
c) Der mittlere Fehler m_3 von $\left[H \cdot \frac{g_0 - \bar{G}}{g_0} \right]_A^c$	83
d) Der mittlere Fehler der Geoiderhebung N	84
5. Schlussbemerkungen	85
Zusammenfassung	88

I. Teil.

Die Lotabweichungskomponente im ersten Vertikal in den Punkten des Parallelkreises von Locarno.

I. Einleitung.

Das Ost-West-Profil von Locarno, welches das Meridianprofil des südlichsten Punktes der Schweiz bei Chiasso mit dem Meridianprofil des St. Gotthard verbinden sollte, wurde, Transportschwierigkeiten nach Möglichkeit vermeidend, in der Polhöhe von Locarno gewählt. Das Profil schliesst im Punkte „Aula“ des Gotthard-Meridians¹⁾ an denselben an und verläuft nach Osten bis zum nördlichsten Punkt (Giubiasco) des oben erwähnten, durch Lugano gehenden Meridianprofiles.

Das Profil ist 26 km lang und verläuft z. T. durch stark bewegtes Gelände, weshalb die Entfernungen zwischen den benachbarten Stationen zu etwa 5 km festgelegt worden sind.

Es war vorgesehen, die Längen der sieben Stationen im Anschluss an die Beobachtungen zur Neubestimmung der geographischen Koordinaten des Monte Generoso zu bestimmen. Nach Erledigung der Beobachtungen auf der ersten Station mussten die Arbeiten wegen Ausbruch des zweiten Weltkrieges und sofortiger Einberufung des Beobachters abgebrochen werden. Die lange Dauer des Krieges und die noch länger dauernde Sistierung geeigneter drahtloser Zeitzeichen während der Nacht ermöglichten die Wiederaufnahme der Beobachtungen erst im Sommer 1947.

In diesem Jahre wurde mit dem anlässlich der Beobachtung des Profiles im Parallelkreis durch die Eidgenössische Sternwarte zu Zürich verwendeten Instrumentarium²⁾ die Länge der sechs in den Niederungen gut zugänglichen Punkte von Giubiasco bis Intragna bestimmt (siehe beiliegende Karte). Für die Beobachtungen auf der 1416 m hohen, unwegsamen „Aula“ war die etwa 1½ Tonnen schwere Ausrüstung nicht geeignet. Die „Verkaufs-A.G. Heinrich Wild's geodätische Instrumente, Heerbrugg“ stellte uns freundlichst ein Exemplar des neuen Universalinstrumentes T4 leihweise zur Verfügung, was uns eine bedeutende Gewichtseinsparung ermöglichte. Es konnten auch noch weitere, nicht unbedingt notwendige Ausrüstungsgegenstände als Reserve im Tale gelassen werden. So verzichteten wir auch auf die Mitnahme der Beobachtungshütte und behelfen uns mit einem Zelt. Die Länge des Punktes Aula wurde im Jahre 1948 beobachtet.

¹⁾ Band XIX, S. 13. Nr. 52. Siehe auch die dem Band XIX und dem vorliegendem Bande beigegebene Karte.

²⁾ Band XXII, S. 11 ff.

Die während des Krieges durchgeführten Meliorationsarbeiten in der Magadinoebene hatten zur Folge, dass der im Jahre 1939 anlässlich der Beobachtungen für die Aufnahme des Meridianprofils von Lugano bezogene Punkt Giubiasco (trigonometrischer Punkt 4. Ordnung Nr. 50, Operat 277) versetzt werden musste. Die Längenbeobachtungen im Jahre 1947 wurden unweit davon an einer Flurstrassenkreuzung ausgeführt. Diese Beobachtungen sind auf den 1939 bezogenen Punkt reduziert worden.

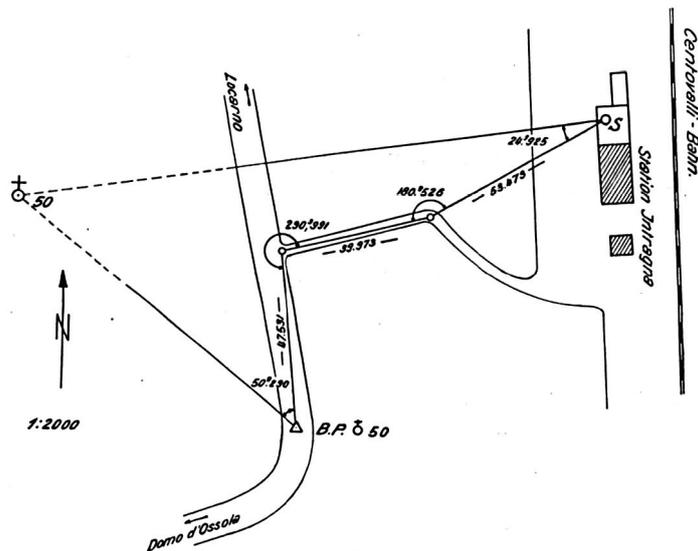
Das Beobachtungs- und Berechnungsverfahren der Lotabweichungskomponenten war im wesentlichen dasselbe, das anlässlich der Aufnahme des Geoidprofils im Parallelkreis der Eidgenössischen Sternwarte zu Zürich in den Jahren 1934 bis 1936 angewendet worden ist. Verfahren und Ausrüstung dieser Arbeiten sind im Band XXII, S. 9 ff. eingehend dargelegt, worauf somit verwiesen werden kann. Hier soll nur auf Abweichungen von den damals befolgten Anordnungen näher eingetreten werden.

2. Die Beobachtungspunkte.

1. *Aula*, trigonometrischer Punkt 3. Ordnung. Aufstellung des Instrumentes exzentrisch in 2,62 m Entfernung im (ebenen) Azimut $210^{\circ} 3'$. Die Beobachtungen wurden auf den trigonometrischen Punkt übergeführt.

Δ Aula:	$Y = + 93\ 609,12$ m;	$X = - 84\ 947,57$ m;	$H = 1416,70$ m
Zentrierung:	+ 1,31	+ 2,27	
Station S:	+ 93 607,81	- 84 949,84	rd. 1416

2. *Intragna*. Das Instrument wurde auf der Güterrampe der Station Intragna der Centovalli-Bahn aufgestellt. Geodätische Festlegung durch einen Polygonzug vom Bodenpunkt der Kirche Intragna bis zur Station mit Anschlusswinkel auf den beiden Endpunkten an die Kirche Intragna.



δ 50 Intragna:	$Y = + 97\ 410,17$ m;	$X = - 85\ 215,15$ m;	
Bodenpunkt 50:	+ 97 484,70	- 85 275,54	$H = 368,83$ m
Station S:	+ 97 564,43	- 85 190,88	rd. 340.

3. *Losone*. Aufnahme des Stationspunktes auf die Polygonseite *PP 445—PP 446* der Vermessung des dortigen Meliorationsgebietes.

<i>PP 445</i> :	$Y = + 101\,311,68$ m;	$X = - 85\,162,11$ m;	$H = 224,93$ m
<i>PP 446</i> :	+ 101 305,14	- 85 055,07	224,19
<i>S</i> :	+ 101 324,10	- 85 098,00	rd. 224.

4. *Minusio*. Das Instrument wurde auf dem ebenen Platz nördlich der Kirche Minusio, 9,35 m nördlich des Bodenpunktes der Kirche im Azimut Kirche-Bodenpunkt aufgestellt.

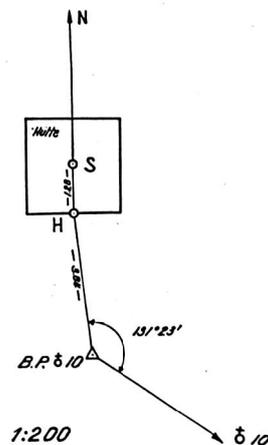
⊕ 82 Minusio:	$Y = + 106\,130,86$ m;	$X = - 85\,164,60$ m;	
Bodenpunkt 82:	+ 106 136,49	- 85 121,77	$H = 246,93$ m
<i>S</i> :	+ 106 137,80	- 85 112,51	rd. 247.

5. *Gordola*. Die Station liegt etwa 50 m südlich des Bahnüberganges bei der Haltestelle Gordola der SBB am Feldsträsschen nach „Trallo di Cima“. Aufnahme des Punktes auf die Polygonseite *PP 6—PP 27* der Grundbuchvermessung.

<i>PP 6</i> :	$Y = + 110\,031,46$ m;	$X = - 84\,909,72$ m;	$H = 205,68$ m
<i>PP 27</i> :	+ 110 014,42	- 84 804,93	
<i>S</i> :	+ 110 025,30	- 84 853,00	rd. 206.

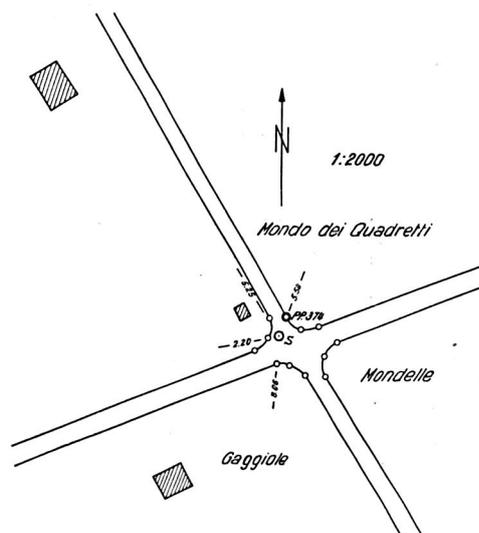
6. *Cugnasco*. Aufstellung des Instrumentes etwa $4\frac{1}{2}$ m nördlich des Bodenpunktes der Kirche Cugnasco. Messung des Winkels auf dem Bodenpunkt zwischen einem im Meridian der Station gelegenen Hilfspunkt *H* und der Kirche Cugnasco und der erforderlichen Entfernungen.

⊕ 10 Cugnasco:	$Y = + 114\,199,16$ m;	$X = - 85\,290,74$ m;	
Bodenpunkt 10:	+ 114 132,51	- 85 245,66	$H = 223,28$ m;
Hilfspunkt <i>H</i> :	+ 114 132,02	- 85 241,85	
<i>S</i> :	+ 114 132,02	- 85 240,57	rd. 224.



7. *Giubiasco*. Die Station liegt an der Wegkreuzung beim Polygonpunkt 374 der Vermessung der Gemeinde Giubiasco in der meliorierten Magadinoebene. Die Längenbestimmung der Station Giubiasco wird auf den ehemaligen trigonometrischen Punkt Nr. 50, Operat 277, auf welchem 1939 die Polhöhe für die Aufnahme des Meridianprofils von Lugano gemessen worden ist, reduziert. Einmessung des Stationspunktes *S* auf den *PP* 374 und weitere im Grundbuchplan gegebene Punkte.

Δ 50 (alt):	$Y = + 118\ 626,27\ \text{m};$	$X = - 85\ 334,44\ \text{m};$	$H = 212,33\ \text{m};$
Δ 50 (neu):	+ 118 631,60	- 85 343,65	211,97
<i>S</i> :	+ 118 853,15	- 85 521,05	rd. 212.



3. Instrumentelle Ausrüstung.

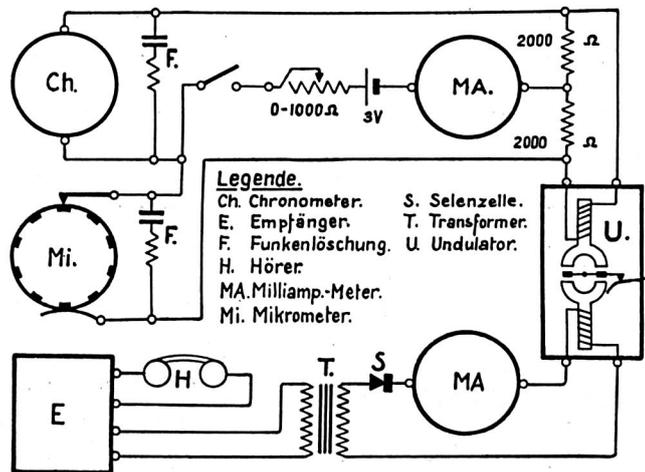
a. Registriereinrichtung für die drahtlosen Zeitzeichen.

Die Uhrstandbestimmung aus drahtlosen Zeitzeichen wurde in Abweichung von den Arbeiten im Parallelkreis durch Zürich und der Längenbestimmung auf dem Monte Generoso nicht durch Abhören nach dem Verfahren des Koinzidenzenbildes, sondern durch Registrierung der Zeichen getätigt. Diese Änderung wurde gestützt auf die gemachten Erfahrungen über den Empfang der drahtlosen Zeitzeichen vorgenommen. Eingehende Versuche haben gezeigt, dass die simultane Bestimmung des Uhrstandes nach dem Koinzidenzenbildverfahren und durch Registrierung derselben Zeitzeichenemissionen einen verbürgten systematischen Unterschied aufweisen in dem Sinne, dass die abgehörten Zeiten etwas später sind als die registrierten¹⁾. Diese Verspätung ist nicht konstant und wesentlich vom Lärm im Hörer (Parasiten etc.) oder in der Umgebung der Beobachtungsstation abhängig. Namentlich letztere Störungen waren in den Tessiner Dörfern zu befürchten, weshalb die Aus-

¹⁾ Vgl. Procès-verbal de la 91^{me} séance de la Commission géodésique Suisse 1947, S. 7 ff.

rüstung auf Registrierung der Zeitzeichen umgestellt wurde. Die im Band XXII erwähnte Koinzidenzuhr fiel also weg. Als Beobachtungsuhr diente unser Nardin-Marine-Chronometer Nr. 34/7845, der jede gerade Sekunde einen Stromschluss herstellt. Die Minuten sind durch einen Stromschluss der ersten Sekunde gekennzeichnet.

Das im Band XXII, Seite 14 gegebene Schaltschema der elektrischen Einrichtung musste insofern abgeändert werden, als dass die beiden Undulatorspulen nicht mehr in Serie geschaltet wurden. Der eine Magnet reagiert, wie bis anhin, auf die Stromstöße der Uhr- und der Mikrometerkontakte, während der andere Magnet, in einen Detektorkreis geschaltet, die Zeitzeichen schreibt. In diesem Kreis ist zwischen dem Empfänger und dem Undulator ein an den Empfänger angepasstes Aggregat, bestehend aus einem Transformator und einer als Detektor wirkenden Selenzelle, geschaltet. Die Zeitzeichen geben Stromstöße von 1 bis 2 mA, was für die Betätigung des Ankers genügt. Das folgende Schaltschema gibt über die Einzelheiten der Einrichtung Aufschluss.



Schaltschema für Schreibempfang 1947.

b. Das Universalinstrument T4 der „Verkaufs-A.G. Heinrich Wild's geodätische Instrumente, Heerbrugg“.

Das uns von der Firma freundlichst zur Verfügung gestellte Instrument eignete sich wie bereits bemerkt wurde, für die Beobachtungen auf dem Punkte Aula besser als das schwere auf den andern Punkten verwendete Bamberg-Durchgangsinstrument. Entscheidend für die Verwendung dieses Universals war die günstigere Transportmöglichkeit und der Umstand, dass das Instrument auf ein Stativ gestellt werden kann, dass also die Mitnahme oder der Bau eines Pfeilers wegfällt.

Die Verwendung eines Instrumentes als Durchgangsinstrument, dessen Fernrohr nicht umgelegt werden kann, ist beim heutigen Stande der Feinmechanik, im Gegensatz zu früheren Anschauungen, sehr gut möglich. Anstelle des Umlegens tritt die Drehung der Alhidade um 180°. Diese Operation kann ebenso rasch und sicher ausgeführt werden wie das Um-

legen des Fernrohres. Die angeordnete Einrichtung zur Sicherung der Lage des Achsen-niveau ermöglicht ein rasches Arbeiten und schaltet die Fehlerquelle einer Libellenkreuzung praktisch aus. Das Instrument ist noch mit einer Reihe moderner Verbesserungen ausgerüstet und ermöglicht bei solider Aufstellung ebenso gute Zeitbestimmungen wie das bis anhin verwendete Bamberg-Instrument.

4. Die Beobachtung der geographischen Längen.

a) *Vorbemerkungen.* Im Jahre 1947 wurde die Länge der Stationen Giubiasco bis Intragna beobachtet. Zwecks Kontrolle und Erhöhung der Genauigkeit der Länge des Punktes Bellinzona des schweizerischen Längennetzes erster Ordnung wurde dieser Punkt in die Beobachtungsserie einbezogen. Die Beobachtungen wurden wie folgt ausgeführt:

Zürich	6 Abende	Minusio	2 Abende
Bellinzona	4 Abende	Intragna	2 Abende
Giubiasco	1 Abend	Losone	2 Abende
Cugnasco	2 Abende	Bellinzona	3 Abende
Gordola	2 Abende	Zürich	5 Abende

Die im Jahre 1948 ausgeführte Bestimmung der Länge des Punktes Aula umfasste folgende Beobachtungen:

Zürich	4 Abende	Zürich	4 Abende
Aula	3 Abende		

b) *Zeitbestimmungen.* Gestützt auf die Seite 9 gegebene Begründung wurde ein Sternprogramm ohne polnahe Sterne aufgestellt. Die beobachteten Sterne sind in der Tabelle 1 aufgeführt. Die Konstanten der Mayer'schen Formel sind beigefügt. Die scheinbaren AR sind den von der Astronomischen Union veranlassten Jahrbüchern „Apparent Places of Fundamental Stars“ 1947 bzw. 1948 mit Berücksichtigung der zweiten Differenzen und der kurzperiodischen Mondglieder entnommen worden. Es wurden 1947 je Abend 8 bis 15, durchschnittlich 11,6 Meridiandurchgänge in den Grenzen z rund plus und minus 20° beobachtet. Die entsprechenden Zahlen für 1948 sind 10, 15 und 12,5.

Der mittlere Fehler eines Doppelkontaktes wurde in den beiden Jahren getrennt in je sieben Deklinationsgruppen gemittelt und dann gemäss dem Ansatz

$$\mu^2 = a^2 + \frac{b^2}{V^2} \sec^2 \delta$$

ausgeglichen mit folgendem Ergebnis:

Jahr	Instrument	n	V	a	b	μ_{45}
1947	Bamberg-Durchgangsinst.	349	86	0 ^s 031	2 ^s 50	\pm 0 ^s 051
1948	Wild-Universal T4	195	65	32	1,80	51

Tabelle 1.

Sternprogramm und Stationskonstanten.

Nr.	M	AR 1947, 0	♁ 1947, 0 +	C	Zürich		Tessin	
					I	K	I	K
447	2, 5	11 ^h 51 ^m 0	53° 59, 4	1, 701	+ 1, 690	− 0, 196	−	−
456	3, 4	12 12, 8	57 19, 6	1, 852	1, 825	− , 320	−	−
1316	5, 6	17, 2	49 16, 7	1, 533	1, 532	− , 051	−	−
461	5, 2	23, 2	39 18, 7	1, 292	1, 280	+ , 181	−	−
467	5, 4	27, 5	58 41, 8	1, 925	1, 887	− , 378	−	−
478	5, 9	39, 3	63 0, 2	2, 203	2, 121	− , 593	−	−
1332	5, 1	49, 1	27 49, 7	1, 131	1, 066	+ , 378	−	−
486	5, 3	53, 4	65 43, 5	2, 432	2, 309	− , 766	−	−
485	2, 9	53, 5	38 36, 2	1, 280	1, 265	+ , 195	−	−
1337	5, 1	13 3, 3	36 4, 9	1, 237	1, 213	+ , 242	−	−
1338	5, 7	3, 5	45 33, 1	1, 428	1, 427	+ , 045	−	−
491	6, 0	7, 6	38 46, 8	1, 283	1, 268	+ , 192	−	−
492	4, 3	9, 4	28 8, 8	1, 134	1, 071	+ , 374	−	−
494	4, 7	15, 2	40 51, 1	1, 322	1, 314	+ , 150	−	−
1346	5, 7	17, 9	40 25, 7	1, 314	1, 304	+ , 159	−	−
497	2, 4	21, 8	55 12, 1	1, 752	1, 736	− , 239	−	−
500	5, 4	26, 5	60 13, 1	2, 013	1, 963	− , 448	−	−
502	5, 0	32, 4	37 27, 2	1, 260	1, 241	+ , 217	−	−
511	4, 8	49, 9	64 59, 1	2, 362	2, 255	− , 716	−	−
521	3, 6	14 2, 9	64 37, 7	2, 334	2, 229	− , 693	−	−
528	4, 9	14, 3	51 36, 7	1, 610	1, 606	− , 119	+ 1, 603	− 0, 153
531	4, 1	23, 8	52 5, 7	1, 628	1, 622	− , 134	−	−
534	3, 8	29, 5	30 36, 2	1, 162	1, 112	+ , 335	−	−
535	3, 0	29, 9	38 32, 4	1, 278	1, 263	+ , 255	−	−
540	5, 4	36, 9	44 38, 0	1, 405	1, 404	+ , 067	−	−
1383	4, 9	41, 1	26 45, 1	1, 120	−	−	1, 055	+ , 395
1386	6, 0	47, 0	38 1, 7	1, 270	1, 253	+ , 206	1, 257	+ , 180
549	5, 7	50, 1	59 30, 5	1, 971	−	−	1, 918	− , 455
554	4, 9	56, 7	66 8, 6	2, 472	2, 324	− , 796	2, 324	− , 845
555	3, 6	59, 9	40 35, 9	1, 317	1, 308	+ , 155	1, 311	+ , 128
557	4, 7	15 2, 2	27 9, 2	1, 124	−	−	1, 062	+ , 366
1395	5, 6	3, 7	48 21, 3	1, 505	1, 505	− , 026	1, 504	− , 057
1397	5, 2	4, 8	54 45, 6	1, 733	−	−	1, 714	− , 259
565	5, 2	14, 0	67 32, 9	2, 618	2, 459	− , 904	2, 440	− , 954
568	4, 5	22, 5	37 33, 7	1, 262	1, 243	+ , 215	1, 247	+ , 189
571	3, 5	23, 7	59 9, 1	1, 950	1, 909	− , 398	1, 901	− , 438
573	5, 2	29, 0	41 0, 8	1, 325	−	−	1, 320	+ , 119
576	4, 2	30, 8	31 32, 2	1, 173	1, 129	+ , 320	−	−
580	5, 4	35, 9	40 31, 5	1, 316	1, 306	+ , 157	1, 309	+ , 130
1412	5, 8	36, 6	46 58, 3	1, 465	−	−	1, 465	− , 020
587	5, 1	45, 8	62 45, 8	2, 185	−	−	2, 094	− , 624
1416	4, 6	50, 8	42 35, 9	1, 358	−	−	1, 356	+ , 085
593	4, 2	55, 4	27 1, 8	1, 123	−	−	1, 060	+ , 368
595	5, 0	56, 5	54 53, 9	1, 739	−	−	1, 719	− , 264
598	4, 1	16 0, 9	58 42, 4	1, 925	−	−	1, 880	− , 418
1423	4, 9	7, 0	36 37, 5	1, 246	−	−	1, 229	+ , 207
601	4, 3	7, 1	45 4, 4	1, 416	−	−	1, 416	+ , 027
608	3, 9	18, 1	46 26, 3	1, 451	−	−	1, 451	− , 007
614	5, 7	23, 3	55 19, 5	1, 758	−	−	1, 735	− , 280
1432	5, 8	31, 7	60 56, 0	2, 058	−	−	1, 990	− , 524

Tabelle 1 (Fortsetzung).

Nr.	M	AR. 1947, 0	z 1947, 0 +	C	Zürich		Tessin	
					I	K	I	K
621	4, 2	16 ⁿ 32 ^m 4	42 ^o 32, 7	1, 357	—	—	+ 1, 355	+ 0, 086
1434	5, 1	37, 3	49 1, 9	1, 525	—	—	1, 523	— , 076
626	3, 6	41, 1	39 1, 3	1, 287	—	—	1, 277	+ , 160
627	4, 9	44, 3	56 52, 6	1, 830	—	—	1, 798	— , 340
1441	5, 4	51, 0	31 47, 3	1, 176	—	—	1, 140	+ , 292
634	3, 9	58, 3	31 0, 2	1, 167	—	—	1, 126	+ , 305
1446	5, 3	59, 6	33 38, 6	1, 201	—	—	1, 173	+ , 261
639	3, 2	17 8, 6	65 46, 8	2, 438	—	—	2, 297	— , 818
643	3, 4	13, 2	36 52, 1	1, 250	+ 1, 229	+ 0, 228	1, 234	+ , 202
1456	5, 4	18, 7	32 32, 1	1, 186	1, 147	+ , 304	1, 153	+ , 280
650	5, 8	25, 3	48 18, 2	1, 503	—	—	1, 502	— , 056
1460	4, 5	28, 6	26 9, 0	1, 114	1, 038	+ , 404	—	—
653	3, 0	29, 3	52 20, 4	1, 637	1, 631	— , 142	1, 627	— , 176
657	4, 9	31, 2	55 12, 5	1, 733	—	—	1, 731	— , 275
663	3, 8	38, 0	46 2, 0	1, 440	1, 440	+ , 034	1, 440	— , 004
667	3, 5	44, 4	27 45, 0	1, 130	1, 064	+ , 379	1, 072	+ , 357
671	3, 9	52, 6	56 52, 8	1, 831	1, 805	— , 302	1, 798	— , 340
681	3, 8	18 5, 5	28 45, 2	1, 141	1, 081	+ , 364	1, 088	+ , 342
685	5, 0	13, 6	64 22, 7	2, 313	2, 212	— , 677	2, 197	— , 723
684	5, 4	14, 0	42 8, 4	1, 349	—	—	1, 345	+ , 095
1477	4, 3	18, 0	36 2, 4	1, 237	1, 213	+ , 243	1, 217	+ , 218
1479	5, 7	23, 9	29 47, 8	1, 152	1, 099	+ , 348	1, 106	+ , 325
701	6, 0	36, 1	65 26, 5	2, 406	2, 288	— , 747	2, 272	— , 795
1492	5, 8	45, 5	52 55, 7	1, 659	1, 651	— , 160	1, 647	— , 195
705	var.	48, 1	33 18, 0	1, 196	—	—	1, 166	+ , 267
707	4, 8	50, 4	59 19, 4	1, 960	1, 918	— , 406	1, 909	— , 447
713	3, 3	57, 0	32 36, 9	1, 187	1, 148	+ , 302	1, 154	+ , 278
719	5, 1	19 5, 4	36 1, 0	1, 236	1, 212	+ , 244	1, 217	+ , 218
723	3, 2	12, 6	67 34, 1	2, 621	2, 461	— , 906	2, 441	— , 957
733	3, 9	28, 4	51 37, 0	1, 610	1, 606	— , 119	1, 603	— , 153
738	4, 6	35, 0	50 5, 8	1, 559	1, 585	— , 099	1, 555	— , 107
740	5, 0	42, 4	37 13, 5	1, 256	1, 236	+ , 221	1, 241	+ , 195
1521	4, 0	54, 2	34 56, 5	1, 220	1, 191	+ , 263	1, 196	+ , 238
1523	4, 7	58, 9	27 36, 4	1, 128	1, 062	+ , 382	1, 070	+ , 359
1525	4, 8	20 7, 5	36 41, 0	1, 247	1, 225	+ , 231	1, 230	+ , 206
758	4, 3	12, 2	56 24, 3	1, 807	1, 785	— , 284	1, 779	— , 321
765	2, 3	20, 3	40 5, 2	1, 307	1, 297	+ , 150	1, 300	+ , 139
767	4, 3	28, 7	62 48, 9	2, 189	2, 110	— , 583	—	—
782	4, 6	44, 0	57 23, 0	1, 856	1, 827	— , 323	—	—
783	3, 6	44, 2	61 37, 9	2, 105	2, 040	— , 519	—	—
788	4, 0	55, 2	40 57, 7	1, 324	1, 316	+ , 187	—	—
1551	4, 9	58, 0	47 18, 8	1, 475	1, 475	+ , 002	—	—
792	3, 9	21 3, 0	43 42, 9	1, 384	1, 381	+ , 088	—	—
797	3, 4	10, 7	30 0, 5	1, 155	1, 102	+ , 345	—	—
1558	4, 3	15, 3	39 10, 3	1, 290	1, 277	+ , 184	—	—
803	2, 6	17, 3	62 21, 6	2, 156	2, 083	— , 558	—	—
807	5, 3	27, 5	46 18, 4	1, 448	1, 447	+ , 027	—	—
1568	4, 2	32, 0	45 21, 4	1, 423	1, 422	+ , 050	—	—
813	6, 0	37, 3	57 14, 9	1, 848	1, 821	— , 317	—	—
821	4, 3	44, 8	49 3, 8	1, 527	1, 525	— , 061	—	—

In der Zusammenstellung sind auch die aus den ausgeglichenen Werten von a und b berechneten m. F. für $\delta = 45^\circ$ vermerkt. Dieser ist für beide Instrumente gleich gross. Bemerkenswert ist auch, dass die mit dem Wild-Universal erreichte Genauigkeit gleich gross ist, ob das Instrument auf einem Pfeiler aufgestellt ist und in bequemer Körperstellung mit aufgestützten Ellenbogen beobachtet werden kann, oder ob das Instrument auf einem Stativ steht, und das Beobachten weniger bequem ist.

Die beobachteten Neigungen wurden geglättet und aus den Abweichungen der beobachteten von den geglätteten Neigungen ihr quadratischer Mittelwert gebildet. Er war 1947 (Bamberg-Instrument) $\pm 0^s010$, 1948 (Wild-Universal) auf dem Pfeiler $\pm 0^s010$ und auf dem Stativ $\pm 0^s015$. In letzterem Wert kommt die weniger solide Aufstellung auf dem Stativ deutlich zum Ausdruck. Es wurde auch festgestellt, dass die Instrumentenneigung auf der Aula im Laufe der Abende sich fortlaufend änderte. Das Glättungsverfahren liess die Grösse der fortlaufenden Änderung, die an allen drei Abenden gleichmässig und fast gleich gross war, erfassen und berücksichtigen. Als Ursache dieser Änderungen muss die an den drei Abenden herrschende ausserordentlich hohe Luftfeuchtigkeit erachtet werden, gegen welche die hölzernen Stativbeine nicht unempfindlich zu sein scheinen.

Die Achsen-niveaux sind je vor und nach den Feldarbeiten mehrmals und nach verschiedenen Verfahren untersucht worden. Ihre Angabe beträgt im Mittel:

Jahr	Instrument	Teilung	n	Parawert	m. F.
1947	Bamberg-Durchgangsinstr.	Pariser	5	0 ^s 075	$\pm 0^s002$
1948	Wild-Universal	2 mm	7	69	± 8

Bei beiden Instrumenten war es notwendig, die Blasenlänge mindestens 50 partes zu halten, da die Angaben kürzerer Blasenlängen stark variieren.

Mit der Berücksichtigung von Kontaktbreite und totem Gang erfolgte gleichzeitig diejenige der täglichen Aberration. Die beiden „Konstanten“ wurden auf jeder Station je vor und nach den Beobachtungen bestimmt und die Mittelwerte für die Reduktion der beobachteten Durchgangszeiten auf der betreffenden Station verwendet. Die Einführung der örtlich gefundenen Werte war notwendig, weil der tote Gang bei beiden Instrumenten sich im Laufe der Arbeiten geändert hatte. Diese Änderung war beim Bamberg-Instrument mit der Zeit gehend. Es muss vermutet werden, dass die Konsistenz des Öles infolge der langen Einlagerung des Instrumentes während des Krieges sich geändert hatte und erst im Laufe der Arbeiten wieder dem früheren Zustande sich näherte. Die Ursache der beim Wild-Instrument aufgetretenen unregelmässigen Änderungen des toten Ganges konnten nicht gefunden werden. Während die Kontaktbreite des Bamberg-Instrumentes innerhalb der Bestimmungsgenauigkeit konstant blieb, war dies beim Wild-Instrument, das wir fabrikneu in Gebrauch nahmen, nicht der Fall. Diese Veränderung liegt vermutlich in Abnutzungseffekten begründet. Nach einiger Zeit blieb die Kontaktbreite auch beim Wild-Universal konstant. Die gefundenen Extremwerte der beiden „Konstanten“ sind nachfolgend zusammengestellt:

Jahr	Instrument	Kontaktbreite	Toter Gang
1947	Bamberg	0 ^s 110 und 0 ^s 116	- 0 ^s 021 und - 0 ^s 009
1948	Wild	0,150 und 0,168	+ 0,019 und + 0,094

Vor und nach der Beobachtung der Meridiandurchgänge ist der *Uhrstand durch Registrierung* von geeignet gelegenen Zeitzeichen bestimmt worden. In der Regel wurden 20 zum Zeichen 153½ symmetrisch gelegene Zeichenpaare abgelesen und deren Summen gemittelt. Nach Bekanntgabe der definitiven Korrekturen der Zeitzeichen durch das B.I.H. wurden die auf den Instrumentenvertikal reduzierten Durchgangszeiten mittels der *definitiven Uhrgänge* auf die Epoche der Zeitbestimmung übergeführt.

Die Ableitung der *abendlichen Uhrkorrekturen* geschah durch Ausgleichung der auf die eben genannte Epoche reduzierten Durchgänge nach dem auf Seite 9 gegebenen Verfahren. Es war zu erwarten, dass das Instrumentenazimut auf der Aula infolge der dort aus dem Verlauf der Neigungen festgestellten Bewegungen des Instrumentes sich im Laufe des Abends auch geändert hatte. Dies wurde festgestellt durch Ableitung des Azimutes aus den Durchgangszeiten von drei oder vier geeigneten Paaren je Abend. Es zeigte sich auch bei den Azimuten eine der Zeit proportionale Drehung des Instrumentes. Die quadratischen Mittelwerte der Abweichungen der einzelnen als Funktion der Zeit aufgetragenen Azimute von einer durch ihren Schwerpunkt gelegten Geraden sind kaum grösser als die früher gefundenen aus den einzelnen Polsterdurchgängen bestimmten m_k ¹⁾. Es war somit möglich, den Einfluss des Instrumentenazimutes an die Uhrkorrekturen der einzelnen Durchgänge anzubringen und diese dann derselben Ausgleichung zu unterwerfen, wie die andern Zeitbestimmungen.

Die durch die Ausgleichung der Zeitbestimmungen ausgewiesenen quadratischen Mittelwerte der m. F. der Uhrkorrektur und des Azimutes sind in folgender Zusammenstellung gegeben. Es bedeutet m der m. F. der Gewichtseinheit, m_{AU} der m. F. der ausgeglichenen Uhrkorrekturen und m_k der ausgeglichenen Instrumentenazimute.

Jahr	Instrument	Ort	m	m_{AU}	m_k
1947	Bamberg	Zürich	± 0 ^s 028	± 0 ^s 012	± 0 ^s 039
		Tessin	30	13	44
1948	Wild	Zürich	34	14	47
		Aula	46	16	56

c) *Ableitung der geographischen Längen.* Die ausgeglichenen und, wo vorgesehen, zentrierten abendlichen Uhrkorrekturen wurden mittels der definitiven Uhrgänge auf die Soll-Epoche des Zeichens 153½ der ersten registrierten Zeitzeichen des Abends reduziert. Sie sind in der Tabelle 2 in der mit AU_r bezeichneten Kolonne, die Uhrzeiten ihrer Epoche in der mit U bezeichneten Kolonne eingetragen.

¹⁾ Band XXI, Seite 75 ff

Tabelle 2 (Fortsetzung).

Station	Datum	U	ΔU_r	T	Δl	p	λ_a
Zürich MZ I	1948						
	Juli 26	16 ^h 55 ^m 16 ^s .793	+ 5 ^s .656	16 ^h 21 ^m 10 ^s .227	- 0 ^s .001	+ 0 ^s .083	34 ^m 12 ^s .304
	28	17 3 9,887	+ 5,652	29 3,328	- 1	+ 83	,293
	31	15 8 39,002	+ 5,495	14 34 32,294	- 2	+ 83	,284
Zürich MZ II	Aug. 6	17 38 39,783	+ 4,784	17 4 32,364	- 2	+ 83	,284
							34 12,291
	Aug. 31	19 17 16,680	+ 1,740	18 43 6,232	- 3	+ 83	34 12,268
	Sept. 2	25 10,176	+ 1,363	50 59,349	- 3	+ 83	,270
	7	44 54,254	+ 0,040	19 10 42,098	- 3	+ 83	,276
	8	17 42 30,181	+ 0,002	17 8 17,952	- 3	+ 83	,311
							34 12,281
						34 12,286	
Aula (Δ Punkt)	Aug. 23	16 39 40,281	+ 10,685	16 5 13,089	- 2	+ 83	34 37,958
	24	43 34,537	+ 12,907	9 9,638	- 2	+ 83	,887
	25	47 28,976	+ 15,067	13 6,187	- 2	+ 83	,937
							34 37,927

Die astronomische Länge λ aus den Beobachtungen eines Abends ist durch den, der auf Seite 10 gegebenen Formel entsprechenden Ausdruck

$$\lambda_a = U + \Delta U_r - T + \Delta l + p$$

gegeben. Die Grösse p wird aus dem Vergleich der gemittelten beobachteten Längenwerte der Referenzstation Zürich mit deren ausgeglichener Länge 36^m 12^s.286, Band XXI, Seite 244, erhalten. Die Epoche T des Zeichens 153 $\frac{1}{2}$ der Emissionen in Weltsternzeit ist gegeben durch Addition folgender Beträge zur scheinbaren Sternzeit Greenwich für 0^h.0 Weltzeit des Beobachtungsdatums:

GBR um 19^h MEZ: 18^h 0^m27^s.006
 FYL um 21^h MEZ: 20^h 6^m47^s.704
 FYL um 22 $\frac{1}{2}$ ^h MEZ: 22^h37^m12^s.345

1947

Erste Referenzbeobachtungen, 6 Abende	34 ^m 12 ^s .209 \pm 0 ^s .008
Schluss-Referenzbeobachtungen, 5 Abende	,232 \pm 6
Differenz	- 0,023 \pm 10
Gesamtmittel, 11 Abende	34 12,220 \pm 0,005 ₈
Ausgeglichene Länge (Band XXI, S. 243)	,286

$$p = + 0,066$$

Die zweimalige Stationierung in Bellinzona zeitigte folgende Mittel (mit Berücksichtigung von p):

Erste Stationierung, 4 Abende	36 ^m 5,859 ± 0,006
Zweite Stationierung, 3 Abende	,855 ± 13
Differenz	+ 0,004 ± 14
Gesamtmittel, 7 Abende	36 5,857 ± 0,006 ₂
Ausgeglichene Länge (Band XXI, S. 244)	,858 ± 9 ₄
Gewichtsmittel beider Werte	<u>36 5,857 ± 0,005₆</u>

1948

Erste Referenzbeobachtungen, 4 Abende	34 ^m 12,208 ± 0,005
Schluss-Referenzbeobachtungen, 4 Abende	,198 ± 10
Differenz	+ ,010 ± 11
Gesamtmittel, 8 Abende	34 12,203 ± 0,006
Ausgeglichener Wert	,286
	<u>$p = + 0,083$</u>

Die Auswertung der Formel für λ und die Bildung der Stationsmittel ist in der Tabelle 2 gegeben. Aus den Abweichungen der Einzelwerte von den Stationsmitteln ergeben sich die folgenden quadratischen Mittelwerte des m.F. $m_{\lambda a}$ einer Längenbestimmung aus den Beobachtungen eines Abends:

Jahr	Instrument	Stationen	Abende	$m_{\lambda a}$
1947	Bamberg	Zürich	11	± 0,019
		Tessin	17	20
1948	Wild	Zürich	8	16
		Aula	3	36

5. Die beobachteten Lotabweichungskomponenten im ersten Vertikal.

Die Ellipsoidlängen λ_g der Punkte Aula und Giubiasco wurden mittels der Rosenmund'schen Formeln berechnet und diejenigen der dazwischen liegenden Stationspunkte nach den in Band XXII, S. 35 gegebenen Differenzenformeln in die beiden Endpunkte des Profiles eingepasst.

Das Produkt $(\lambda_g - \lambda_a) \cos \varphi$ gibt die beobachtete Lotabweichung $\eta_{\text{beob.}}$ im ersten Vertikal. Diese Grösse und weitere Daten der Stationspunkte sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Dasselbst sind auch die entsprechenden Werte für den dem Punkte Giubiasco benachbarten Punkt Bellinzona des schweizerischen Längennetzes erster Ordnung beigefügt.

Tabelle 3.

Koordinaten der Stationen und die beobachteten Lotabweichungskomponenten $\eta_{\text{beob.}}$

Station	Y m	X m	H rund m	Polhöhe ber. 46°	Länge		$\lambda_g - \lambda_a$	$\eta_{\text{beob.}}$
					berechnet λ_g	beob. λ_a		
Aula	93 609, 12	84 947, 57	1417	10, 90	34 ^m 36, 498	37, 927	- 1, 429	- 14, 84
Intragna	97 564, 43	85 190, 88	340	, 73	48, 779	50, 365	- 1, 586	- 16, 47
Losone	101 324, 10	85 098, 00	224	, 75	35 0, 471	1, 598	- 1, 127	- 11, 71
Minusio	106 137, 80	85 112, 51	247	, 70	15, 431	16, 598	- 1, 167	- 12, 12
Gordola	110 025, 30	84 853, 00	206	, 80	27, 527	28, 057	- 0, 530	- 5, 50
Cugnasco	114 132, 02	85 240, 57	224	, 55	40, 266	40, 615	- 0, 349	- 3, 62
Giubiasco	118 626, 27	85 334, 44	212	, 45	54, 226	54, 464	- 0, 238	- 2, 47
Bellinzona	122 504, 82	83 239, 59	307	11, 54	36 6, 411	5, 857	+ 0, 554	+ 5, 75

II. Teil.

Die Nord-Süd-Komponente der Lotabweichung in den Punkten des Meridians von Lugano.

1. Die Beobachtungspunkte.

Das Ergänzungsprofil im Meridian von Lugano enthält 12 Beobachtungspunkte. Sie liegen zwischen $45^{\circ} 50'$ und $46^{\circ} 10'$ nördlicher Breite und zwischen $35^m 51,5$ und $35^m 54,5$ östlich von Greenwich. Zwei benachbarte Stationen sind im Durchschnitt 3,3 km voneinander entfernt. Es handelt sich durchwegs um Punkte der Triangulation IV. Ordnung des Kantons Tessin.

Ordg.-Nr.	Name des Punktes	Triang. 4. Ordnung		Breite	Länge östl. Greenwich	Meereshöhe m
		Operat	Nr.			
1	Giubiasco	277	50	$46^{\circ} 10,5$	$35^m 54,3$	212
2	S. Antonino	277	19	8,9	54,5	513
3	Medeglia	332	55	7,0	53,5	740
4	Lelgio	252	27	5,3	52,8	666
5	Lugaggia	252	21	3,9	53,1	541
6	Canobbio	258	4	2,1	53,3	402
7	Cassarate	258	45	0,4	52,3	273
8	Punta di Bissone	258	150	$45 57,8$	52,5	273
9	Maroggia	298	209	56,2	52,8	273
10	Riva S. Vitale	298	108	54,5	52,9	296
11	Rancate	298	59	52,4	52,1	395
12	Brusata	298	24	50,8	51,5	386
				Mittel:	$35^m 53,0$	
				Meereshöhe von Pierre du Niton:		373,60

Weiter folgen die Beobachtungspunkte in der Reihenfolge ihrer Ordnungsnummern aufgeführt. Mit einem kurzen Hinweis wird die topographische Lage jeder Station beschrieben. Ferner findet man die nötigen Angaben zur Bestimmung der Lage der astronomischen Beobachtungspunkte in bezug zu den gegebenen Triangulationspunkten. Von nun an werden die Triangulationspunkte kurz mit Zentrum bezeichnet. Die Entfernung e vom Beobachtungspunkt zum Zentrum liess sich stets auf einfachste Weise mit einem Messband bestimmen.

Das Nord-Azimet der Richtung Beobachtungspunkt-Zentrum ist auf Zehntel-Grade genau am Astrolab abgelesen worden. Dieses Vorgehen genügte zur Erfüllung der Bedingung, dass die Reduktion des beobachteten Breitenwertes auf das Zentrum keinen grösseren Fehler als eine Hundertstel-Bogensekunde verursachen dürfe.

Aufführung der Stationen:

Nr. 1. Giubiasco.

2,2 km westlich des Bahnhofes Giubiasco, in 200 m Entfernung vom linken Ufer des Tessin.

Beobachtungen zentrisch.

Nr. 2. S. Antonino.

800 m süd-südöstlich der Kirche von S. Antonino, 800 m nordöstlich der Häusergruppe Mte. di Pianturino, im steilen Berghang.

Azimet Beobachtungspunkt-Zentrum = $79^{\circ}9$; $e = 17,90$ m.

Nr. 3. Medeglia.

100 m ost-nordöstlich der Kirche von Medeglia, auf einer kleinen Kuppe mit drei Leitungsmasten.

Azimet Beobachtungspunkt-Zentrum = $198^{\circ}4$; $e = 23,52$ m, sowohl am 14. als auch am 16. Juni 1939.

Nr. 4. Lelgio.

2,3 km nördlich von Tesserete, 300 m nord-nordwestlich von Lelgio, in ebenem Wiesland.

Azimet Beobachtungspunkt-Zentrum = $205^{\circ}3$; $e = 25,07$ m.

Nr. 5. Lugaggia.

150 m nordwestlich der Kirche von Lugaggia in flachem Reb- und Wiesland.

Beobachtungen zentrisch.

Nr. 6. Canobbio.

Bodenpunkt, 170 m ost-nordöstlich der Kirche von Canobbio in Reb- und Wiesland.

Azimet Beobachtungspunkt-Zentrum = $84^{\circ}4$; $e = 3,65$ m.

Nr. 7. Cassarate.

Bodenpunkt, bei der öffentlichen Wage an der Strasse von Lugano nach Castagnola, hart am Seeufer.

Azimet Beobachtungspunkt-Zentrum = $59^{\circ}0$; $e = 14,46$ m.

Nr. 8. Punta di Bissone.

Am Seeufer, 1,3 km nördlich Bissone und 75 m südlich der Grenze von Campione.

Azimet Beobachtungspunkt-Zentrum = $122^{\circ}0$; $e = 7,35$ m.

Nr. 9. Maroggia.

Am Seeufer, auf dem Platz vor der Kirche von Maroggia.

Azimet Beobachtungspunkt-Zentrum = $248^{\circ}3$; $e = 10,03$ m.

Nr. 10. Riva S. Vitale.

Bodenpunkt, 50 m nordwestlich des Turmes der Kirche Santa Croce in Riva S. Vitale, an einem Fussweg.

Azimut Beobachtungspunkt-Zentrum = $47^{\circ}0$; $e = 11,34$ m.

Nr. 11. Rancate.

Auf der Anhöhe nordwestlich von Rancate, 250 m westlich der Kirche von Rancate und 60 m südlich der Villa „Belvedere“.

Azimut Beobachtungspunkt-Zentrum = $149^{\circ}8$; $e = 24,84$ m.

Nr. 12. Brusata.

300 m nord-nordwestlich von Brusata, im Wies- und Rebgebirge.

Azimut Beobachtungspunkt-Zentrum = $35^{\circ}2$; $e = 34,52$ m.

2. Instrumentelle Ausrüstung.

Alle Polhöhen sind mit dem Jobin'schen *Prismen-Astrolab* der Schweizerischen Geodätischen Kommission bestimmt worden. Eine kurze Beschreibung des Instrumentes und des dazu gebauten kräftigen Statives findet man in Band 19 der Astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz. Sehr ausführliche Angaben stehen in dem Buche von A. Claude und L. Driencourt: „Description et usage de l'Astrolabe à prisme“.

Weiter gehörten zur Ausrüstung die zwei *Deckchronometer* Nr. 13711 und Nr. 15282; beide stammen von der Firma Ulysse Nardin in Le Locle. Deckchronometer Nr. 15282 ist auf Sternzeit einreguliert; er wurde als Beobachtungsuhr verwendet. Der zweite Deckchronometer, Nr. 13711, diente zur Aufnahme der rhythmischen Zeitzeichen, wobei die Methode der Koinzidenzenbilder zur Anwendung kam.

Die Registrierungen der beobachteten Zeiten und der Uhrsekunden sind mittels eines von der grossen Nordischen Telegrafengesellschaft erstellten *Undulators* vorgenommen worden.

Zum Abhören der rhythmischen Zeitzeichen ist der von Telefunken gebaute *Dreikreis-Empfänger* verwendet worden. Das Gerät wiegt mit Schutzkiste 44 kg; dazu kommt noch ein 4-Volt-Akkumulator und eine Anodenbatterie von 90 Volt. Es ist auf alle Stationen mitgeführt worden, mit Ausnahme von Punkt Nr. 2, S. Antonino. Wegen dessen Abgelegenheit im steilen und unwegsamen Nordhang gegen die Magadinoebene, wurde auf die Mitnahme des Empfanggerätes verzichtet. S. Antonino war auch die einzige Station, wohin die Instrumente nicht mit Wagen geführt, sondern mit drei Tragreifen geschafft wurden.

Im Laufe jedes Beobachtungsabends wurde dreimal der Barometerstand, die Temperatur und die relative Feuchtigkeit abgelesen. Dazu diente das *Federbarometer* Usteri und Reinacher Nr. 4373, ein *Quellenthermometer* und ein *Haarhygrometer* der Firma Ulbrich und Cie. in Zürich.

Die Entfernung vom Beobachtungspunkt zum Triangulationspunkt ist stets mittels eines *Bandmasses* von 20 m Länge gemessen worden.

Zum Schutze gegen den Wind war ein an sechs Stöcken befestigbares Maccosegel von 2×4 Meter Fläche vorhanden. Im Laufe der Feldarbeit hat es sich gezeigt, dass diese Schutzwand bei kräftigem Wind zu klein ist. Sie genügt in solchen Fällen nicht, um ein störungsfreies Arbeiten sowohl des Quecksilberhorizontes als auch des Undulators zu gewährleisten.

3. Das Beobachtungsverfahren.

An einem vollständigen Beobachtungsabend ist das nachstehende Programm durchgeführt worden:

Messbereite Aufstellung der Station bis spätestens 20^h 45^m MEZ.

Abhören der rhythmischen Zeitzeichen von Bordeaux-Lafayette um 21^h MEZ mit vor- und nachheriger Vergleichung der beiden Deckchronometer mittels des Undulators.

Registrierung der am Astrolab beobachteten Sterndurchgänge.

Abhören der rhythmischen Zeitzeichen von Paris um 23^h 30^m MEZ mit vorangehender und nachfolgender Uhrvergleichung.

Fortsetzung der Astrolab-Beobachtungen bis zu ca. 40 Durchgängen im ganzen.

Ablesungen des Barometerstandes, der Temperatur und der Luftfeuchtigkeit jeweils vor Beginn, in der Mitte und am Schlusse des Abendprogrammes.

Abbruch der Station.

Von diesem Programm ist auf Punkt S. Antonino insofern abgewichen worden, als die Aufnahmen der Zeitzeichen wegfielen.

Es bleibt noch zu erwähnen, dass schon vor Beginn der Feldarbeit die Einstelltabelle in gleicher Weise aufgestellt worden waren, wie in Band 19 der Astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz dargelegt ist. Dabei wurden auch die am genannten Ort gegebenen Hilfstabelle benutzt.

Wir lassen nun eine nähere Beschreibung der einzelnen Beobachtungsvorgänge folgen.

a. Prismen-Astrolab. Registrierung von Sterndurchgängen.

Das Prismen-Astrolab erzeugt zwei Bilder, das direkte und das vom Quecksilberhorizont reflektierte indirekte Bild. Die Entstehung und die Bewegungen der beiden Bilder sind auf den Seiten 16—18 des Bandes 19 der Astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz eingehend beschrieben. Ebenso der Vorgang der Koinzidenzbeobachtung der zwei Bilder.

Auf den Stationen des Meridianes des St. Gotthard wurden die Koinzidenzen der Sternbilder mittels der Aug- und Ohrenmethode aufgenommen. Anders auf den Stationen im Meridian von Lugano. Hier registrierte der Beobachter nicht nur die Koinzidenzen, sondern auch die Durchgänge des direkten und des reflektierten Bildes durch *drei Horizontalfäden*.

Das Fadennetz wies ausser den Horizontalfäden, mit je rund 11 Sekunden Abstand, noch drei Vertikalfäden auf. Die beiden symmetrisch zum vertikalen Mittelfaden angebrachten Seitenfäden hatten einen Abstand von 20 Sekunden voneinander. Das Fernrohr war stets so im Azimut nachzuführen, dass im Augenblick der Beobachtungen die Stern-

bilder innerhalb der beiden Seitenfäden standen. Ferner wurde das Fernrohr so eingestellt, dass die Koinzidenz der beiden Sternbilder nahe beim horizontalen Mittelfaden vor sich ging. Abwechslungsweise beim einen Stern oberhalb des Mittelfadens, beim nächsten unterhalb des Mittelfadens. Dadurch wird dem Einfluss einer allfällig vorhandenen Fadenschiefe begegnet. Ein Sterndurchgang verläuft nun folgendermassen:

Rasch hintereinander gehen die beiden Sternbilder durch den obern und durch den untern Faden, wobei die Reihenfolge von Stern zu Stern wechselt. In der hierauf eintretenden Pause nähern sich die Sternbilder dem Mittelfaden. Dann geht das eine Sternbild durch den Mittelfaden; hernach koinzidieren die beiden Bilder und tritt das zweite Bild an den Mittelfaden. Diese drei zu registrierenden Zeiten folgen sich rasch, innerhalb weniger Sekunden. Zum Schlusse treten die zwei Sternbilder nochmals an den obern und untern Faden. Im ganzen erhält man also aus jedem Sterndurchgang 7 registrierte Zeiten.

Die Stärke der Fadenbeleuchtung konnte mittels eines Ohm'schen Widerstandes der Helligkeit der Sternbilder angepasst werden. Besonders bei nicht ganz klarem Himmel, wenn eben gerade noch sichtbare Sternbilder zu beobachten waren, hat sich dies als sehr vorteilhaft erwiesen.

Mit dem gleichen Instrument sind schon im Herbst 1921 in Zürich Fadendurchgänge registriert worden. Damals wurden 5 Horizontalfäden mit je rund 11 Sekunden Abstand benutzt. Begnügt man sich mit 3 Fäden, so nimmt die Beobachtung eines Sternes nur noch die halbe Zeit in Anspruch, was besonders bei den langsam verlaufenden Durchgängen in Meridiannähe von Bedeutung ist. Die Beschränkung auf 3 Fäden ermöglicht also, in der gleichen Zeitdauer mehr Sterne zu beobachten. Ferner ergibt sich daraus eine wesentliche Arbeitsverminderung bei der Reduktion der Fadendurchgänge auf den Koinzidenzmoment. Diesen Vorteilen steht anderseits nur ein geringer Genauigkeitsverlust in der abgeleiteten Koinzidenzzeit des einzelnen Sternes gegenüber. Je nachdem 5 oder 3 Fäden verwendet werden, verhalten sich die mittleren Fehler der Koinzidenzzeit rund wie 1 zu 1,22.

Über die Registriervorrichtung bleibt noch allgemein zu bemerken, dass sie einen ebenso sorgfältigen Windschutz verlangt wie das Astrolab. Deshalb wird man auf den Stationen, die heftigem Wind ausgesetzt sind, entweder die Aug- und Ohr-Methode anwenden, oder für eine gute Abschirmung sorgen.

b. Aufnahme der rhythmischen Zeitzeichen.

Die rhythmischen Zeitzeichen sind mittels der Methode der Koinzidenzenbilder aufgenommen worden. Man findet im Band 22, auf den Seiten 61—81, eine eingehende Darstellung dieses, sowohl in der Abhörtechnik, als auch in der Auswertung sehr einfachen Verfahrens. Durchwegs wurden die Zeitzeichen von

Bordeaux, Wellenlänge 19 100 m, um 21^h MEZ und von

Paris, Wellenlänge 2 650 m, um 23^h 30^m MEZ

benützt.

c. Uhrvergleichen.

Die Registriervorrichtungen der Beobachtungsuhr Nardin Nr. 15 282 und der Koinzidenzsuhr Nardin Nr. 13 711 betätigten während der Vergleichen ein und dieselbe Schreibfeder des Undulators. Die Beobachtungsuhr hat nur die geraden, die Koinzidenzsuhr alle Sekunden registriert. Im Bereich, wo die ungefähr 0;2 dauernden Ausschläge der beiden Uhren ganz oder teilweise zusammenfallen, wird eine Reihe von Sekundenzeichen unbrauchbar.

Von den registrierten Sekundenzeichen der Koinzidenzsuhr sind jeweils 40, unterteilt in zwei Gruppen von je 20 Zeichen, abgelesen worden. Die beiden Gruppen mussten die folgende Forderung erfüllen: Symmetrische Lage zu einer Epoche, die nicht mehr als eine halbe Sekunde von der Epoche des Zeitzeichens 153,5 abweicht. Um sicher zu gehen, stets 40 Sekundenzeichen zu finden, die diese Bedingung erfüllen, sind die beiden Uhren schon 5 Minuten vor Beginn der Zeitzeichen auf den Undulator geschaltet worden. Unterbrechungen der ungefähr eine Viertelstunde dauernden Registrierung fanden nur statt vom Beginn der Zeitzeichen bis zur ersten Koinzidenz und hernach jeweils für ein Paar Sekunden während der vier nachfolgenden Koinzidenzen.

Die beschriebene Auswahl der abzulesenden Zeichen führt zu einer sehr einfachen Berechnung der Epoche der Beobachtungsuhr zur Zeit des mittleren Signales. Zudem genügt es, wenn der Gang der Koinzidenzsuhr nur näherungsweise bekannt ist.

4. Auswertung der Fadendurchgänge.

a. Reduktion auf die Koinzidenzzeit.

Im Augenblick der Koinzidenz geht der Stern durch den Kreis gleicher Höhe; seine scheinbare Zenitdistanz ist dann gleich der Instrumental-Zenitdistanz Z . Die entsprechende Uhrzeit bezeichnen wir mit U . Der erste Schritt in der Auswertung der beobachteten Sterndurchgänge besteht in der Ableitung von U aus den registrierten Koinzidenz- und Fadendurchgangszeiten.

Die Beobachtungen der Koinzidenz gibt einen ersten Wert U_1 von U ; einen zweiten Wert U_2 erhält man durch einfache Mittelbildung der Durchgangszeiten der beiden Bilder durch den Mittelfaden; der dritte und letzte Wert U_3 wurde aus den Durchgängen durch den oberen und unteren Faden gerechnet. Um U_3 zu erhalten, muss an das arithmetische Mittel aus den vier Durchgangszeiten durch den oberen und unteren Faden die Korrektur

$$C_2 \cdot \frac{f_1^2 + f_2^2}{2}$$

angebracht werden. Es bedeuten f_1 und f_2 die Abstände des oberen und des unteren Fadens

vom Mittelfaden. Zur Vermeidung sekundärer Fehler soll mit möglichst guter Annäherung $f_1 = f_2$ sein. Der Koeffizient C_2 ist zu rechnen nach dem Ausdruck¹⁾:

$$C_2 = + \frac{15 \cdot \sin 1''}{2} \cdot C_1 (C_1 \operatorname{ctg} t - \operatorname{ctg} z)$$

$$\text{wo } C_1 = - \frac{1}{\cos \varphi \cdot \sin w}$$

und

$$t = \text{Stundenwinkel}$$

$$z = \text{Zenitdistanz}$$

$$\varphi = \text{Breite}$$

$$w = \text{Nordazimut.}$$

Bei Durchgängen in einem Vertikal mit weniger als 25° Abstand vom Meridian ist C_2 für jeden einzelnen Stern gerechnet worden. Ging der Durchgang in einem Vertikal mit größerem Abstand vom Meridian vor sich, so wurde C_2 einem Täfelchen entnommen.

Setzt man noch voraus, die Beobachtung der Koinzidenz sei gleich genau wie der Mittelwert aus zwei Fadendurchgängen, so erhält man den zur Bestimmung von U benutzten Ausdruck:

$$U = \frac{U_1 + U_2 + 2U_3}{4}$$

b. Bestimmung der Fadendistanzen.

Ist während eines vollständig beobachteten Sterndurchganges die Azimutstellung des Fernrohres unverändert geblieben, so lässt sich daraus ein Wert der Fadendistanzen ableiten. Für solche Bestimmungen eignen sich also nur Durchgänge, deren Bewegungsrichtungen eine kleine Horizontal-Komponente aufweisen. Das sind Sterne, die in der Nähe der Vertikal-kreise mit 50° und 310° Nord-Azimut durch den Höhenkreis gehen.

Zur Kontrolle des Fadennetzes sind aus den Durchgängen, erhalten auf den ersten drei Stationen, die Fadendistanzen für jede Station gesondert abgeleitet worden. Die gute Übereinstimmung zeigte, dass sich die Beobachtungen mehrerer Stationen zusammen nehmen lassen. Insbesondere, wenn die Stationsbezüge zeitlich nahe aufeinander folgten.

Nachstehend sind die gefundenen Fadendistanzen stationsweise aufgeführt; die mit n überschriebene Kolonne gibt die Anzahl der Sterndurchgänge.

Ort	Zeit 1939	f_1	f_2	n	$\frac{f_1^2 + f_2^2}{2}$
Giubiasco	7. Juni	11;16 ± 0;03	10;99 ± 0;04	12	122,7
S. Antonino	8. Juni	11,24 ,03	10,88 ,04	11	122,4
Medeglia	14.–16. Juni	11,24 ,06	10,95 ,04	8	123,1
Lelgio, Lugaggia	21.–22. Juni	11,30 ,04	10,86 ,04	9	122,8
Brusata, Rancate, Riva S. Vitale	27.–29. Juni	11,35 ,03	10,91 ,03	16	123,9
Maroggia, Punta di Bissone	2.–3. Juli	11,39 ,03	10,77 ,02	9	122,8
Cassrate, Canobbio	4.–7. Juli	11,27 ,03	10,96 ,02	10	123,6
Gesamt-Mittel	7. Juni–7. Juli	11;280 ± 0;015	10;905 ± 0;015	75	123,0

Die Durchgänge aller Stationen sind mit dem Mittelwert

$$\frac{f_1^2 + f_2^2}{2} = 123,0 \text{ sec}^2.$$

¹⁾ Vergleiche R. Trümpler, Bestimmung fundamentaler Sternörter aus Höhendurchgangsbeobachtungen; Göttingen 1913.

reduziert worden. Am meisten weicht der Wert 123,9 davon ab. Der grösste auftretende Wert von C_2 ist nun gerade einem auf der Station Brusata beobachteten Stern zugeordnet. Er beträgt: $C_2 = + 0,00480$. Der Fehler, der infolge Einführung des Mittelwertes 123,0 entsteht, bleibt also selbst im ungünstigsten Falle kleiner als eine Hundertstel-Sekunde, das heisst, unterhalb der Rechenschärfe.

c. Genauigkeit der Durchgangsbeobachtungen.

Nach dem dargelegten Reduktionsverfahren liefert ein vollständiger Sterndurchgang drei Einzelwerte der Koinzidenzzeit. Daraus lässt sich der mittlere Fehler eines Fadenantrittes ableiten. Die Zusammenfassung in Azimutbereiche von 20° ergibt die folgenden Durchschnittswerte:

Azimut-Intervall	Mittleres Azimut	Mittlerer Fehler der Beobachtungszeit eines Fadenantrittes	Mittlere Fehler der Zenitdistanz	Anzahl der Durchgänge
$0^\circ - 20^\circ$	15,9	$\pm 0,078 \cdot \frac{1}{\cos \varphi \cdot \sin w}$	$\pm 1,17$	30
20 - 40	31,3	,107	1,60	55
40 - 60	49,7	,133	2,00	64
60 - 80	72,4	,129	1,94	77
80 - 100	90,2	,159	2,38	30
100 - 120	111,7	,140	2,10	76
120 - 140	130,0	,158	2,37	50
140 - 160	150,5	,118	1,77	66
160 - 180	160,7	,135	2,02	9
$0^\circ - 180^\circ$	Mittel:	$\pm 0,129 \cdot \frac{1}{\cos \varphi \cdot \sin w}$	$\pm 1,93$	457

Wie die Zahlen der zweitletzten Kolonne zeigen, ergeben die Durchgänge in der Nähe des I. Vertikals die grössten mittleren Fehler der Zenitdistanz. Dementsprechend stellte sich die Frage, ob den einzelnen Sterndurchgängen verschiedene Gewichte zuzuteilen seien. Nun konnte aber bereits in Band 19 der Astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz nachgewiesen werden, dass selbst ganz wesentliche Änderungen in der Gewichtsbestimmung nur einen sehr geringen Einfluss auf die resultierenden Polhöhen ausüben. Ferner liegen im ganzen nur 457 beobachtete Durchgänge vor, was zur Ableitung einer zuverlässigen Gewichtsfunktion nicht genügt. Aus diesen Gründen sind die Beobachtungen des Jahres 1939 mit gleichen Gewichten ausgeglichen worden.

Als Eigentümlichkeit der Durchgangsbeobachtungen des Jahres 1939 bleibt noch eine systematische Erscheinung zu erwähnen: Die Koinzidenzen wurden — verglichen mit den Fadendurchgängen — in 82% aller Fälle zu früh beobachtet. Ein solch regelmässiger Einfluss treibt natürlich den mittleren Fehler eines Fadenantrittes merklich hinauf. Um so mehr, als der einzelne mittlere Fehler nur aus drei Verbesserungen gerechnet worden ist.

Zusammen mit zuweilen wenig günstigen Beobachtungsverhältnissen auf den Feldstationen erklärt dies genügend, weshalb der gleiche Beobachter im Herbst 1921 bei Messungen in Zürich um 40 % kleinere mittlere Fehler eines Fadenantrittes gefunden hatte.

5. Reduktionsverfahren.

Aus jedem Durchgang wird zuerst die beobachtete Uhrzeit U abgeleitet; der hiebei eingeschlagene Weg ist im vorigen Abschnitt beschrieben. Bezeichnet man den für Uhrgang korrigierten Näherungswert der Uhrkorrektur mit u_0 und die Rektaszension des Sternes mit α , so ist ein Näherungswert des Stundenwinkels:

$$t_0 = U + u_0 - \alpha.$$

Hier und auch im folgenden dient zur Bezeichnung eines Näherungswertes der Index 0 . Führt man weiter die Deklination δ des Sternes und die Breite φ_0 der Beobachtungsstation ein, so erhält man die mit siebenstelligen Logarithmen zu rechnende Zenitdistanz mittels der Gleichung:

$$\cos z_0 = \sin \varphi_0 \cdot \sin \delta + \cos \varphi_0 \cdot \cos \delta \cdot \cos t_0.$$

Bedeutet R die Refraktion in der Instrumental-Zenitdistanz Z , so ist die wahre Zenitdistanz z eines Sternes:

$$z = z_0 + dz = Z_0 + dZ + R.$$

Weiter besteht die Beziehung:

$$dz = -\cos w \cdot d\varphi - \sin w \cdot \cos \varphi \cdot dt.$$

wo mit w das Nordazimut bezeichnet wird. Setzt man das dz in die Gleichung für z ein, und berücksichtigt man, dass $dt = du$ ist, so erhält man die folgende Fehlergleichung:

$$a \cdot dZ + b \cdot d\varphi + c \cdot du + l = v,$$

wo $a = +1$; $b = +\cos w$; $c = +\sin w \cdot \cos \varphi$ und $l = (Z_0 + R) - z_0$.

Zur Bestimmung der Koeffizienten b und c genügen die auf $1/10^\circ$ genau gerechneten Azimutwerte der Einstelltabellen und die Näherungswerte φ_0 .

Aus jedem Sterndurchgang geht eine solche Fehlergleichung hervor. Die Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate liefert also ausser der Verbesserung $d\varphi$ der Breite auch Verbesserungen dZ und du der Instrumental-Zenitdistanz und der Uhrkorrektur. Es ist stets in zwei gleich grossen Gruppen von durchschnittlich 19 Durchgängen ausgeglichen worden. Auf die Einführung verschiedener Gewichte wurde verzichtet; die Gründe dafür sind schon in Abschnitt 4 dargelegt. Einzig die Fehlergleichungen mit offensichtlich aus der Reihe fallenden Absolutgliedern erhielten kleinere Gewichte.

6. Sternprogramm, Sternörter und beobachtete Durchgangszeiten.

Das Beobachtungsprogramm enthielt ausschliesslich Sterne, deren scheinbare Örter in den American Ephemeris aufgeführt sind. Verglichen mit den Beobachtungen auf den Stationen des Meridianes des St. Gotthard und in Zürich bedeutet dies eine Abweichung.

Damals waren auch Sterne aus dem Boss'schen Katalog verwendet worden. Beschränkt man sich auf die Sterne eines Jahrbuches, so folgen sich die einzelnen Sterndurchgänge weniger dicht. Um eine gewisse Anzahl von Beobachtungen zu erhalten, braucht man also mehr Zeit. Der Verlängerung einer Beobachtungsgruppe von einer auf anderthalb bis zwei Stunden Dauer steht aber neuerdings nichts mehr im Wege. Denn seitdem es möglich ist, auf den Feldstationen die radiotelegraphischen Zeitzeichen aufzunehmen, kann mit bedeutend zuverlässigeren Uhrgängen in die Reduktionen eingegangen werden.

Andererseits fallen bei der Beschränkung auf die Sterne eines Jahrbuches die Umrechnungen von einem Katalogsystem auf ein zweites, sowie die Berechnung der scheinbaren Örter, gänzlich weg. Das bedeutet eine wesentliche Arbeitersparnis. Zudem handelt es sich bei den in früheren Jahren ergänzend dem Boss'schen Katalog entnommenen Sternen fast ausschliesslich um solche von geringer Grösse. Die Erfahrung hat aber erwiesen, dass Sterne von weniger als 5,5ter Grösse ungenauere Durchgangszeiten liefern. In das Beobachtungsprogramm wurden die Sterne aufgenommen, deren Örter zwischen den Grenzen:

Rektaszension von 11^h bis 24^h und
Deklination von $17^\circ 10'$ bis $75^\circ 05'$

liegen und die nicht kleiner als Grösse 6,1 sind. Die kleinsten auf den einzelnen Stationen beobachteten Sterne sind von der

Grössenklasse 5,8 auf einer Station,
Grössenklasse 5,7 auf zwei Stationen,
Grössenklasse 5,5 auf zwei Stationen,
Grössenklasse 5,4 auf sechs Stationen,
Grössenklasse 5,3 auf einer Station.

Durchschnittlich wurden auf einer Station 39 Durchgänge beobachtet, was eine Zeitdauer von rund 3 Stunden beanspruchte.

Die scheinbaren Rektaszensionen und Deklinationen der beobachteten Sterne sind in Tabelle 1, Seiten 54 bis 59 stationsweise aufgeführt. Sie gelten für den Tagesbruch $\frac{9}{10}$ in mittlerer Zeit Greenwich. Die erste Kolonne der Tabellen gibt die Ordnungsnummer des Sternes in den American Ephemeris; in der zweiten Kolonne steht die Grösse. Ferner sind in der drittletzten Kolonne die Nordazimute w zusammengestellt.

Die letzte Kolonne endlich, enthält Angaben verschiedener Art. Einmal sind darin die ausnahmsweise von 1 abweichenden Gewichte der Zenitdistanzen z_0 aufgeführt. Ferner bedeuten die Zeichen:

- * Sternbild während der Beobachtung schwach oder zeitweise nicht sichtbar wegen Dämmerung, Bewölkung oder Nebel.
- ** Unruhiger Quecksilberhorizont infolge von Wind und dadurch bedingtes Zittern des reflektierten Bildes.

7. Refraktion.

Im Laufe eines vollständigen Beobachtungsabends sind dreimal der Barometerstand, die Temperatur und die relative Feuchtigkeit abgelesen worden. Die Ablesungen verteilten sich auf den Anfang, die Mitte und das Ende der astronomischen Beobachtungen. Die Auf-
führung der verwendeten Instrumente findet man in Abschnitt 2, Seite 45.

Das Federbarometer Usteri und Reinacher Nr. 4273 wurde vor Beginn und nach Be-
endigung der Feldarbeiten an einer Reihe von Tagen mit dem Quecksilberbarometer des Geo-
dätischen Institutes der Eidgenössischen Technischen Hochschule verglichen. An die Feld-
Ablesungen sind die Korrekturen für Teilung, für Temperatur und für Abweichung vom
Quecksilberbarometer angebracht worden. Die korrigierten Ablesungen bezeichnen wir mit B .

Die Beträge, womit die Angaben des Quellenthermometers korrigiert worden sind, gingen,
aus Vergleichen des Quellenthermometers mit einem Fuess'schen Thermometer der Eid-
genössischen Sternwarte hervor. Die korrigierte Ablesung nennen wir t .

In Tabelle 2 findet man die einer bestimmten Sternzeit zugeordneten B und t zusam-
mengestellt. Ferner ist auch die Refraktion R aufgeführt. Aus diesen Werten R sind die den
einzelnen Sterndurchgängen zugehörenden Refraktionswerte interpoliert worden. Zur Be-
rechnung der R dienten die nachstehenden Gebrauchsformeln:

$$(1) \log R = [8,65935 - 10] + \log \beta + \log \gamma \text{ wo}$$

$$(2) \quad \beta = B + \frac{1}{8} \cdot \left(6 \cdot \frac{B}{760} - \Pi \right) \text{ und}$$

$$(3) \log \gamma = -\log (1 + 0,003668 \cdot t) - 0,00\ 000\ 266 \cdot t$$

$$\text{und weiter } \Pi = \frac{F \cdot e}{100}.$$

Der Faktor e zur Berechnung des Dampfdruckes Π kann Jordans Handbuch der Ver-
messungskunde, Band 2, Anhang, entnommen werden; er bedeutet die Spannung des ge-
sättigten Wasserdampfes bei der Temperatur t° . Liegt keine Beobachtung der relativen Luft-
feuchtigkeit F vor, so wird gesetzt $\beta = B$.

Lässt man die Luftfeuchtigkeit unberücksichtigt, so hat dies nur eine Änderung der
Refraktion von wenigen Hundertstel Bogensekunden zur Folge. Der Einfluss, den die ge-
nannte Vernachlässigung auf die abgeleitete Polhöhe ausübt, bleibt ohne Bedeutung, weil
er sich hauptsächlich in der errechneten Instrumental-Zenitdistanz auswirkt.

Den Gebrauchsformeln (1), (2) und (3) liegen die von de Ball in seinem Lehrbuch
der sphärischen Astronomie gegebenen Konstanten zu Grunde. Rechnet man die Refraktion
mit Hilfe der „Formeln und Hilfstafeln“ von Albrecht, so erhält man im besonderen Fall, der
hier vorliegt (scheinbare Zenitdistanz = $30^\circ 0'$), die gleichen Werte wie mit dem Formel-
system (1), (2) und (3). Bei dieser Gelegenheit soll noch darauf hingewiesen werden, dass auf
der linken Seite von (3) $\log \gamma$ steht, und nicht γ , wie dies in Band 19, auf Seite 60 infolge
eines Druckfehlers der Fall ist.

Tabelle 1.

Stern	Gr.	Rektas- zension	De- kline- tion	Durchgangs- zeit	Azimut	Bemer- kungen	Stern	Gr.	Rektas- zension	De- kline- tion	Durch- gangs- zeit	Azimut	Bemer- kungen		
Nr. 1. Giubiasco.															
Gruppe 1.						1939; Juni 7.		Gruppe 2.						1939; Juni 7.	
762	4, 8	12 ^h 31 ^m 50 ^s ,92	22°57'47,9	14 ^h 07 ^m 12 ^s ,23	227,3		1094	3, 8	17 ^h 55 ^m 26 ^s ,53	29°15'15,8	15 ^h 49 ^m 19 ^s ,34	113,1			
746	4, 8	12 19 28, 50	26 10 59, 0	14 13 26, 66	238, 1		782	1, 7	12 51 23, 00	36 17 30, 4	15 57 27, 19	306, 7			
1042	3, 2	17 08 39, 42	65 47 27, 0	14 18 09, 92	34, 0		1106	3, 8	18 05 12, 65	28 45 14, 8	16 01 16, 28	114, 5			
1017	3, 0	16 39 01, 96	31 42 47, 3	14 23 01, 04	106, 7		1154	4,2-5,1	18 53 31, 60	43 51 56, 6	16 03 16, 40	78, 7			
710	5, 5	11 39 06, 54	67 05 02, 0	14 26 50, 29	328, 8		896	2, 2	14 50 54, 29	74 24 24, 0	16 24 48, 15	347, 8			
824	4, 5	13 44 24, 28	17 45 31, 6	14 32 09, 54	202, 8		1201	4, 6	19 34 51, 25	50 04 46, 6	16 34 52, 26	65, 7			
1037	5, 3	16 59 24, 04	33 39 22, 6	14 36 24, 37	101, 8	*	1157	3, 3	18 56 42, 53	32 36 21, 3	16 37 24, 34	104, 4			
1047	3, 4	17 12 58, 13	36 52 40, 0	14 39 46, 64	94, 1		953	4, 3	15 46 02, 42	18 19 43, 7	16 41 22, 82	206, 5			
714	3, 8	11 42 51, 83	48 07 03, 9	14 42 37, 72	290, 2		826	1, 9	13 45 10, 54	49 37 05, 0	16 46 54, 44	293, 3			
1090	3, 9	17 52 31, 37	56 52 57, 4	14 48 45, 07	52, 1	*	1213	3, 0	19 43 06, 93	44 58 54, 0	16 50 44, 06	76, 3			
832	2, 8	13 51 49, 30	18 42 05, 4	14 51 32, 03	208, 5		912	5, 0	15 04 39, 94	25 06 20, 3	16 52 53, 78	234, 6			
1095	2, 4	17 55 14, 23	51 29 46, 6	14 53 48, 08	62, 9		1119	3, 9	18 21 08, 82	21 44 31, 5	16 56 31, 32	137, 3			
722	2, 5	11 50 39, 51	54 02 04, 8	14 56 08, 66	302, 2		845	3, 6	14 02 46, 36	64 40 06, 5	16 59 02, 49	323, 7	*		
1005	2, 8	16 27 38, 70	21 37 18, 5	15 03 53, 88	137, 8		910	4, 7	15 01 52, 50	27 11 04, 2	17 00 51, 38	241, 1			
794	4, 3	13 09 03, 89	28 11 10, 0	15 12 44, 21	243, 9		1209	5, 0	19 42 07, 36	37 12 24, 5	17 07 59, 42	93, 3			
992	3, 8	16 19 16, 59	19 17 43, 9	15 15 30, 10	148, 2		870	3, 0	14 29 39, 77	38 34 29, 0	17 09 52, 99	269, 8			
1113	5, 0	18 13 35, 90	64 22 37, 6	15 18 49, 63	36, 9		1245	4, 0	20 11 45, 43	46 33 21, 4	17 16 39, 01	73, 0			
852	0, 2	14 12 55, 25	19 29 53, 1	15 20 58, 52	212, 8		1219	4, 0	19 48 26, 88	70 06 45, 5	17 20 41, 60	24, 3			
1083	4, 9	17 43 04, 61	72 10 48, 8	15 35 05, 64	19, 1		992	3, 8	16 19 16, 59	19 17 43, 9	17 25 20, 41	211, 8			
1084	3, 5	17 44 07, 12	27 45 22, 7	15 44 42, 54	117, 3		1141	4, 3	18 43 05, 08	20 29 17, 5	17 28 19, 52	142, 5			
1149	4, 8	18 50 21, 22	59 18 50, 0	15 47 33, 54	47, 3		928	3, 1	15 20 51, 22	72 03 10, 0	17 32 37, 08	340, 5			
Nr. 2. S. Antonino.															
Gruppe 1.						1939; Juni 8.		Gruppe 2.						1939; Juni 8.	
1018	3, 6	16 ^h 40 ^m 51 ^s ,01	39°02'17,4	14 ^h 01 ^m 46 ^s ,52	89,1		818	5, 0	13 34 ^m 47 ^s ,35	36°36'16,7	16 ^h 09 ^m 33 ^s ,31	265,4			
762	4, 8	12 31 50, 91	22 57 48, 0	14 07 24, 40	227, 4		1178	4, 0	19 15 44, 61	53 15 21, 3	16 13 07, 88	59, 3			
746	4, 8	12 19 28, 49	26 10 59, 2	14 13 36, 74	238, 1		1123	3, 7	18 22 13, 24	72 42 27, 6	16 21 25, 83	17, 6			
1042	3, 2	17 08 39, 42	65 47 27, 3	14 18 26, 94	33, 9		1194	3, 9	19 28 13, 01	51 35 58, 9	16 26 50, 99	62, 6			
1017	3, 0	16 39 01, 97	31 42 47, 5	14 23 04, 29	106, 6		1173	3, 2	19 12 36, 20	67 33 16, 8	16 29 36, 85	30, 1			
710	5, 5	11 39 06, 50	67 05 02, 0	14 26 42, 88	328, 9	*	1201	4, 6	19 34 51, 27	50 04 46, 9	16 35 01, 32	65, 6			
824	4, 5	13 44 24, 27	17 45 31, 7	14 32 31, 96	203, 1	$p=\frac{1}{4}$ *	1157	3, 3	18 56 42, 55	32 36 21, 6	16 37 28, 33	104, 3			
832	2, 8	13 51 49, 29	18 42 05, 6	14 51 50, 94	208, 8		953	4, 3	15 46 02, 42	18 19 43, 9	16 41 42, 24	206, 7			
722	2, 5	11 50 39, 49	54 02 04, 8	14 56 09, 16	302, 3		975	5, 3	16 05 22, 18	17 12 30, 5	16 44 47, 84	198, 5			
992	3, 8	16 19 16, 60	19 17 44, 1	15 15 23, 72	148, 1		912	5, 0	15 04 39, 94	25 06 20, 5	16 53 04, 50	234, 6			
739	3, 4	12 12 26, 57	57 22 20, 3	15 18 23, 94	308, 9		1119	3, 9	18 21 08, 83	21 44 31, 8	16 56 28, 83	137, 2			
852	0, 2	14 12 55, 25	19 29 53, 3	15 21 15, 25	212, 9	$p=\frac{1}{4}$ **	845	3, 6	14 02 46, 33	64 40 06, 7	16 58 57, 18	323, 8			
863	5, 4	14 23 39, 68	19 29 58, 3	15 32 01, 24	212, 9		910	4, 7	15 01 52, 50	27 11 04, 4	17 01 00, 78	241, 1			
1084	3, 5	17 44 07, 13	27 45 23, 0	15 44 44, 24	117, 3		854	4, 3	14 14 06, 23	46 22 07, 1	17 11 14, 82	286, 7			
1149	4, 8	18 50 21, 25	59 18 50, 4	15 47 46, 14	47, 2		1245	4, 0	20 11 45, 46	46 33 21, 6	17 16 46, 94	72, 9			
1094	3, 8	17 55 26, 54	29 15 16, 1	15 49 22, 00	113, 0		1219	4, 0	19 48 26, 93	70 06 45, 8	17 21 04, 74	24, 2			
782	1, 7	12 51 22, 97	56 17 30, 5	15 57 26, 97	306, 8		992	3, 8	16 19 16, 60	19 17 44, 1	17 25 37, 50	211, 9			
1106	3, 8	18 05 12, 66	28 45 15, 1	16 01 18, 61	114, 5		1141	4, 3	18 43 05, 10	20 29 17, 7	17 28 15, 20	142, 4			
1154	4,2-5,1	18 53 31, 62	43 51 56, 9	16 03 23, 52	78, 6		1265	4, 3	20 28 36, 83	62 47 18, 9	17 30 29, 72	40, 1			

Tabelle 1 (1. Fortsetzung).

Stern	Gr.	Rektas- zension	De- klination	Durchgangs- zeit	Azimet	Bemer- kungen	Stern	Gr.	Rektas- zension	De- klination	Durch- gangszeit	Azimet	Bemer- kungen
Nr. 3. Medeglia.													
Gruppe 1.							Gruppe 2.						
1939; Juni 14.							1939; Juni 16.						
8 63	5, 4	14 ^b 23 ^m 39 ^s 64	19°29'59,2	15 ^b 32 ^m 53 ^s 38	213,0		824	4, 5	13 ^b 44 ^m 24 ^s 20	17°45'32,7	14 ^b 33 ^m 48 ^s 20	203,2	
1083	4, 9	17 43 04, 64	72 10 51, 2	15 36 43, 57	19, 0		1037	5, 3	16 59 24, 08	33 39 25, 1	14 37 12, 23	101, 7	$p=\frac{1}{4}$ *
1084	3, 5	17 44 07, 19	27 45 24, 6	15 45 11, 58	117, 2		1076	3, 8	17 37 47, 47	46 02 22, 8	14 44 29, 49	74, 0	
1149	4, 8	18 50 21, 36	59 18 52, 4	15 48 31, 55	47, 2		1090	3, 9	17 52 31, 44	56 53 00, 4	14 49 52, 62	52, 0	
782	1, 7	12 51 22, 81	56 17 31, 2	15 57 51, 17	306, 8		832	2, 8	13 51 49, 22	18 42 06, 7	14 52 59, 25	208, 9	
1106	3, 8	18 05 12, 73	28 45 16, 7	16 01 46, 46	114, 4		722	2, 5	11 50 39, 28	54 02 05, 2	14 56 47, 28	302, 3	
1154	4,2,5,1	18 53 31, 72	43 51 58, 8	16 04 00, 05	78, 6	$p=\frac{1}{2}$	760	3, 9	12 30 54, 49	70 07 33, 6	15 00 57, 00	336, 7	
818	5, 0	13 34 47, 27	36 36 17, 6	16 10 08, 05	265, 4		1005	2, 8	16 27 38, 72	21 37 20, 5	15 04 24, 35	137, 6	
1178	4, 0	19 15 44, 73	53 15 23, 3	16 13 48, 98	59, 3		992	3, 8	16 19 16, 61	19 17 45, 8	15 15 50, 31	147, 9	
1123	3, 7	18 22 13, 32	72 42 29, 7	16 22 39, 53	17, 5		1113	5, 0	18 13 36, 01	64 22 40, 8	15 20 08, 52	36, 8	
1147	3,4,1,1	18 47 52, 62	33 17 32, 9	16 26 43, 71	102, 6		852	0, 2	14 12 55, 18	19 29 54, 4	15 22 20, 56	213, 1	$p=\frac{1}{2}$
1173	3, 2	19 12 36, 35	67 33 18, 8	16 30 31, 90	30, 1	$p=\frac{1}{4}$	975	5, 3	16 05 22, 19	17 12 32, 0	15 28 34, 12	161, 2	
912	5, 0	15 04 39, 91	25 06 21, 6	16 53 47, 10	234, 7	*	863	5, 4	14 23 39, 62	19 29 59, 5	15 33 06, 46	213, 1	$p=\frac{1}{2}$
1119	3, 9	18 21 08, 92	21 44 33, 3	16 56 49, 14	137, 1		1065	4, 5	17 28 19, 31	26 09 25, 5	15 37 25, 26	121, 9	
845	3, 6	14 02 46, 13	64 40 07, 8	16 59 14, 08	323, 8		1084	3, 5	17 44 07, 20	27 45 25, 1	15 45 24, 39	117, 2	
910	4, 7	15 01 52, 47	27 11 05, 6	17 01 41, 11	241, 2	$p=\frac{1}{4}$	1094	3, 8	17 55 26, 63	29 15 18, 3	15 50 03, 10	113, 0	
854	4, 3	14 14 06, 14	46 22 08, 3	17 11 45, 16	286, 7	$p=\frac{1}{4}$	782	1, 7	12 51 22, 76	56 17 31, 4	15 58 03, 65	306, 8	
992	3, 8	16 19 16, 61	19 17 45, 4	17 26 31, 10	212, 1		1106	3, 8	18 05 12, 76	28 45 17, 3	16 01 59, 20	114, 4	
943	2, 3	15 32 08, 98	26 55 10, 3	17 30 40, 50	240, 4	$p=\frac{1}{4}$	1154	4,2,5,1	18 53 31, 76	43 51 59, 5	16 04 12, 58	78, 6	
934	3, 7	15 25 21, 45	29 18 56, 4	17 34 49, 43	247, 2	$p=\frac{1}{2}$ *	818	5, 0	13 34 47, 24	36 36 17, 9	16 10 20, 60	245, 4	$p=\frac{1}{4}$
							1178	4, 0	19 15 44, 77	53 15 24, 0	16 14 01, 64	59, 3	
Nr. 4. Lelgio.													
Gruppe 1.							Gruppe 2.						
1939; Juni 21.							1939; Juni 21.						
722	2, 5	11 ^b 50 ^m 39 ^s 15	54°02'05,3	14 ^b 57 ^m 14 ^s 39	302,4		992	3 8	16 ^b 19 ^m 16 ^s 62	19°17'46,8	17 ^b 27 ^m 33 ^s 26	212,2	
1005	2, 8	16 27 38, 73	21 37 21, 5	15 04 46, 48	137, 5		928	3, 1	15 20 50, 69	72 03 13, 6	17 32 35, 60	340, 6	
992	3, 8	16 19 16, 62	19 17 46, 8	15 16 07, 78	147, 8		934	3, 7	15 25 21, 42	29 18 57, 8	17 35 39, 40	247, 2	
852	0, 2	14 12 55, 14	19 29 55, 1	15 23 09, 57	213, 2		919	3, 5	15 13 05, 08	33 32 33, 3	17 39 30, 00	248, 1	
975	5, 3	16 05 22, 19	17 12 33, 0	15 28 37, 84	161, 0		1190	4, 6	19 26 13, 09	24 32 33, 8	17 44 30, 63	127, 0	
863	5, 4	14 23 39, 58	19 30 00, 2	15 33 55, 38	213, 2	$p=\frac{1}{4}$ *	906	3, 6	14 59 41, 27	40 37 54, 6	17 46 31, 34	274, 5	
1084	3, 5	17 44 07, 24	27 45 26, 4	15 45 52, 64	117, 1	$p=\frac{1}{4}$	1281	1, 3	20 39 24, 22	45 03 47, 1	17 48 25, 54	76, 1	
1149	4, 8	18 50 21, 46	59 18 54, 8	15 49 27, 06	47, 2	*	1005	2, 8	16 27 38, 73	21 37 21, 5	17 55 38, 79	222, 5	
782	1, 7	12 51 22, 62	56 17 31, 9	15 58 29, 56	306, 8		1302	4, 9	20 57 48, 11	47 17 00, 2	18 03 08, 75	71, 3	
1106	3, 8	18 05 12, 80	28 45 18, 7	16 02 27, 87	114, 4		1298	4, 0	20 54 56, 94	40 55 59, 3	18 12 32, 90	84, 7	
1154	4,2,5,1	18 53 31, 83	43 52 01, 1	16 04 48, 15	78, 5	$p=\frac{1}{4}$	936	5, 2	15 28 46, 78	41 02 30, 9	18 16 35, 14	275, 5	
818	5, 0	13 34 47, 17	36 36 18, 6	16 10 55, 02	265, 4	$p=\frac{1}{4}$ *	1324	2, 6	21 17 11, 05	62 19 37, 7	18 19 59, 60	41, 0	
1178	4, 0	19 15 44, 86	53 15 25, 7	16 14 41, 04	59, 2		931	3, 5	15 23 36, 46	59 10 53, 6	18 29 45, 06	312, 6	
896	2, 2	14 50 53, 57	74 24 27, 2	16 23 51, 10	348, 1		1249	5, 4	20 14 13, 48	24 29 05, 4	18 32 51, 20	127, 3	
1147	3,4,1,1	18 47 52, 71	33 17 34, 9	16 27 27, 48	102, 5		1320	4, 3	21 15 04, 09	39 08 23, 3	18 37 05, 24	88, 9	
953	4, 3	15 46 02, 41	18 19 46, 3	16 43 47, 26	207, 1		984	5, 8	16 12 26, 41	34 00 49, 6	18 40 27, 20	259, 3	
826	1, 9	13 45 10, 27	49 37 07, 3	16 48 06, 34	293, 5		954	5, 1	15 45 46, 25	62 47 24, 8	18 47 15, 78	320, 0	$p=\frac{1}{4}$
1213	3, 0	19 43 07, 24	44 58 58, 4	16 52 16, 96	76, 1		1215	3, 8	19 44 43, 17	18 23 07, 4	18 51 27, 56	152, 6	$p=\frac{1}{4}$
1219	4, 0	19 48 27, 37	70 06 50, 1	17 23 15, 44	24, 2		1205	4, 4	19 38 21, 67	17 20 11, 1	18 59 30, 52	160, 0	

Tabelle 1 (2. Fortsetzung)

Stern	Gr.	Rektas- zension	De- klination	Durchgangs- zeit	Azimut	Bemer- kungen	Stern	Gr.	Rektas- zension	De- klination	Durch- gangszeit	Azimut	Bemer- kungen		
Nr. 5. Lugaggia.															
Gruppe 1.						1939; Juni 22.		Gruppe 2.						1939; Juni 22.	
760	3, 9	12 ^h 30 ^m 54 ^s ,17	70°07'33",9	15 ^h 00 ^m 55 ^s ,69	335,9		1201	4, 6	19 ^h 34 ^m 51 ^s ,57	50°04'51",5	16 ^h 36 ^m 41 ^s ,97	65,5			
1005	2, 8	16 27 38,73	21 37 21,7	15 04 43,52	137,4		1157	3, 3	18 56 42,77	32 36 25,7	16 38 46,86	104,2	**		
992	3, 8	16 19 16,61	19 17 47,0	15 16 00,22	147,7		953	4, 3	15 46 02,40	18 19 46,5	16 44 10,98	207,2			
739	3, 4	12 12 26,16	57 22 21,0	15 19 24,96	309,0		975	5, 3	16 05 22,19	17 12 33,2	16 47 46,12	199,1			
1113	5, 0	18 13 36,05	64 22 42,8	15 21 13,34	36,7		1213	3, 0	19 43 07,26	44 58 58,8	16 52 25,72	76,1			
852	0, 2	14 12 55,13	19 29 55,2	15 23 30,06	213,3		912	5, 0	15 04 39,86	25 06 23,1	16 54 52,92	234,9			
975	5, 3	16 05 22,19	17 12 33,2	15 28 19,08	160,8		1119	3, 9	18 21 09,01	21 44 35,3	16 57 21,44	136,9			
863	5, 4	14 23 39,58	19 30 00,3	15 34 15,54	213,3		845	3, 6	14 02 45,85	64 40 09,2	16 59 40,68	323,9			
1083	4, 9	17 43 04,60	72 10 53,9	15 38 31,24	18,9		910	4, 7	15 01 52,41	27 11 07,1	17 02 44,38	241,4			
1084	3, 5	17 44 07,24	27 45 26,7	15 45 54,70	117,0		1219	4, 0	19 48 27,40	70 06 50,4	17 23 41,32	24,1			
1149	4, 8	18 50 21,47	59 18 55,2	15 49 41,56	47,1		992	3, 8	16 19 16,61	19 17 47,0	17 27 53,95	212,3			
782	1, 7	12 51 22,59	56 17 31,9	15 58 29,79	306,9		928	3, 1	15 20 50,64	72 03 13,8	17 32 17,20	340,7			
1106	3, 8	18 05 12,81	28 45 18,9	16 02 30,57	114,3	$p=\frac{1}{4}$	934	3, 7	15 25 21,41	29 18 58,0	17 35 49,67	247,3			
1154	4,2-5,1	18 53 31,84	43 52 01,4	16 04 56,42	78,5		919	3, 5	15 13 05,07	33 32 33,5	17 39 38,33	258,2			
818	5, 0	13 34 47,15	36 36 18,7	16 11 02,12	265,5		1190	4, 6	19 26 13,10	24 32 34,1	17 44 30,34	126,9			
1178	4, 0	19 15 44,88	53 15 26,0	16 14 53,01	59,2		906	3, 6	14 59 41,26	40 37 54,8	17 46 37,16	274,6			
896	2, 2	14 50 53,51	74 24 27,3	16 23 16,15	348,2		1281	1, 3	20 39 24,25	45 03 47,4	17 48 34,10	76,0			
1147	3,4-4,1	18 47 52,73	33 17 35,2	16 27 32,16	102,5		1005	2, 8	16 27 38,73	21 37 21,7	17 55 54,92	222,6			
1173	3, 2	19 12 36,52	67 33 21,6	16 31 57,78	30,0		1302	4, 9	20 57 48,13	47 17 00,5	18 03 18,02	71,3			
Nr. 6. Canobbio.															
Gruppe 1.						1939; Juli 7.		Gruppe 2.						1939; Juli 7.	
1094	3, 8	17 ^h 55 ^m 26 ^s ,73	29°15'23",9	15 ^h 51 ^m 39 ^s ,50	112,8		1219	4, 0	19 ^h 48 ^m 27 ^s ,68	70°06'55",7	17 ^h 25 ^m 13 ^s ,62	24,0			
782	1, 7	12 51 22,16	56 17 32,4	15 59 30,68	307,0		992	3, 8	16 19 16,56	19 17 49,8	17 29 18,68	212,5			
1106	3, 8	18 05 12,88	28 45 22,9	16 03 34,82	114,1		928	3, 1	15 20 49,89	72 03 16,8	17 32 54,95	340,8			
818	5, 0	13 34 46,91	36 36 20,2	16 12 11,70	265,5		934	3, 7	15 25 21,27	29 19 00,8	17 37 02,65	247,0			
1178	4, 0	19 15 45,04	53 15 31,2	16 16 08,08	59,2		919	3, 5	15 13 04,90	33 32 36,2	17 40 49,16	258,3			
896	2, 2	14 50 52,54	74 24 29,7	16 23 34,25	348,3		1190	4, 6	19 26 13,30	24 32 38,2	17 45 31,45	126,8			
1123	3, 7	18 22 13,27	72 42 37,5	16 26 14,63	17,2		1288	3, 6	20 44 07,14	61 36 14,0	17 47 20,79	42,4			
1194	3, 9	19 28 13,49	51 36 08,7	16 29 48,15	62,4		1281	1, 3	20 39 24,58	45 03 52,3	17 49 45,78	75,9			
1173	3, 2	19 12 36,66	67 33 26,9	16 33 24,78	28,2		1005	2, 8	16 27 38,68	21 37 24,7	17 57 14,78	222,7			
1201	4, 6	19 34 51,78	50 04 56,7	16 37 55,63	65,5		1302	4, 9	20 57 48,50	47 17 05,3	18 04 30,46	71,3			
1157	3, 3	18 56 42,92	32 36 30,1	16 39 52,92	104,1		1262	4, 1	20 26 57,48	30 10 03,4	18 19 23,82	110,4			
953	4, 3	15 46 02,31	18 19 49,0	16 45 39,82	207,2		1324	2, 6	21 17 11,60	62 19 42,8	18 21 36,79	40,8			
975	5, 3	16 05 22,12	17 12 35,7	16 49 24,22	199,3		1284	2, 6	20 43 47,89	33 44 39,3	18 23 01,76	101,3			
1213	3, 0	19 43 07,48	44 59 03,7	16 53 37,20	76,1		931	3, 5	15 23 36,06	59 10 57,0	18 30 42,05	312,8			
912	5, 0	15 04 39,72	25 06 25,5	16 56 08,86	234,9		1249	5, 4	20 14 13,77	24 29 09,7	18 33 51,71	127,0			
1119	3, 9	18 21 09,12	21 44 39,0	16 58 19,36	136,8		1331	5, 3	21 27 15,32	46 16 24,2	18 35 32,12	73,3			
845	3, 6	14 02 45,26	64 40 10,8	17 00 34,68	324,0		961	4, 6	15 50 36,35	42 37 27,3	18 43 08,16	278,9			
910	4, 7	15 01 52,26	27 11 09,5	17 03 58,54	241,4		954	5, 1	15 45 45,82	62 47 28,5	18 48 07,50	320,0	$p=\frac{1}{4}$		
854	4, 3	14 14 05,71	46 22 11,8	17 13 37,12	286,9		1215	3, 8	19 44 43,41	18 23 11,4	18 52 04,88	152,3			
1245	4, 0	20 11 46,09	46 33 31,0	17 19 35,32	72,7		1205	4, 4	19 38 21,91	17 20 15,0	18 59 53,58	159,6			
							1333	3, 3	21 27 57,72	70 17 39,5	19 06 09,68	23,6			

Tabelle 1 (5. Fortsetzung).

Stern	Nr.	Rektas- zension	De- klination	Durch- gangszeit	Azimut	Bemer- kungen	Stern	Gr.	Rektas- zension	De- klination	Durch- gangszeit	Azimut	Bemer- kungen
Nr. 11. Rancate.													
Gruppe 1.								Gruppe 2.					
1939; Juni 28.								1939; Juni 28.					
992	3, 8	16 ^b 19 ^m 16;60	19°17'48;2	15 ^b 14 ^m 55;92	146;7		845	3, 6	14 ^b 02 ^m 45;63	64°40'10;0	16 ^b 58 ^m 47;52	324;2	
739	3, 4	12 12 25, 98	57 22 21, 1	15 19 09, 23	309, 2		910	4, 7	15 01 52, 36	27 11 08, 1	17 03 59, 34	241, 8	
852	0, 2	14 12 55, 07	19 29 55, 9	15 25 47, 98	214, 2		854	4, 3	14 14 05, 89	46 22 10, 7	17 12 50, 19	287, 1	
863	5, 4	14 23 39, 52	19 30 01, 1	15 36 33, 20	214, 2	*	1245	4, 0	20 11 45, 94	46 33 27, 9	17 19 23, 08	72, 5	
1083	4, 9	17 43 04, 53	72 10 55, 9	15 42 28, 98	18, 4		1219	4, 0	19 48 27, 52	70 06 52, 5	17 26 51, 20	23, 7	
1084	3, 5	17 44 07, 27	27 45 28, 2	15 45 59, 83	116, 6		1190	4, 6	19 26 13, 19	24 32 35, 7	17 44 20, 08	126, 4	
1094	3, 8	17 55 26, 71	29 15 21, 6	15 50 45, 99	112, 4		1288	3, 6	20 44 06, 92	61 36 10, 9	17 47 52, 73	42, 2	
782	1, 7	12 51 22, 42	56 17 32, 3	15 58 18, 09	307, 2		1281	1, 3	20 39 24, 39	45 03 49, 3	17 49 30, 17	75, 7	
847	4, 8	14 07 39, 26	25 22 48, 6	16 00 44, 75	236, 3		893	5, 7	14 49 55, 28	59 32 38, 7	17 55 20, 98	313, 6	
1154	4,2-5,1	18 53 31, 91	43 52 03, 4	16 05 49, 18	78, 3		1005	2, 8	16 27 38, 72	21 37 23, 0	17 57 45, 11	223, 3	
818	5, 0	13 34 47, 06	36 36 19, 4	16 11 46, 02	245, 9		911	4, 9	15 01 48, 87	47 53 36, 0	18 02 48, 82	290, 3	
896	2, 2	14 50 53, 14	74 24 28, 4	16 18 26, 48	348, 8		947	5, 1	15 37 07, 33	36 50 05, 1	18 14 46, 34	266, 3	
1123	3, 7	18 22 13, 37	72 42 34, 5	16 28 48, 62	16, 9		1262	4, 1	20 26 57, 32	30 10 00, 8	18 18 33, 55	109, 3	
1173	3, 2	19 12 36, 60	67 33 23, 7	16 34 33, 34	29, 7		1324	2, 6	21 17 11, 31	62 19 39, 8	18 22 12, 30	40, 6	
1201	4, 6	19 34 51, 67	50 04 53, 6	16 37 51, 31	65, 3		1331	5, 3	21 27 15, 08	46 16 21, 4	18 35 19, 60	73, 1	
885	2, 7	14 42 21, 78	27 19 52, 9	16 45 09, 77	242, 2		976	5, 4	16 06 11, 41	67 58 26, 1	18 48 43, 57	331, 3	
975	5, 3	16 05 22, 17	17 12 34, 2	16 51 28, 29	200, 6		1229	3, 7	19 56 05, 86	19 19 43, 5	18 51 28, 08	146, 7	$p=\frac{1}{4}^*$
1119	3, 9	18 21 09, 07	21 41 36, 8	16 56 50, 34	136, 2		1205	4, 4	19 38 21, 79	17 20 12, 8	18 56 58, 42	158, 2	
Nr. 12. Brusata.													
Gruppe 1.								Gruppe 2.					
1939; Juni 27.								1939; Juni 27.					
992	3, 8	16 ^b 19 ^m 16;60	19°17'48;0	15 ^b 14 ^m 38;49	146;5	$p=\frac{1}{4}$	912	5, 0	15 ^b 04 ^m 39;82	25°06'24;0	16 ^b 56 ^m 20;64	235;4	
739	3, 4	12 12 26, 01	57 22 21, 1	15 18 58, 40	309, 3		845	3, 6	14 02 45, 66	64 40 09, 8	16 58 31, 64	324, 0	
1113	5, 0	18 13 36, 06	64 22 44, 6	15 23 30, 98	36, 4		910	4, 7	15 01 52, 37	27 11 08, 0	17 04 00, 70	241, 9	
863	5, 4	14 23 39, 53	19 30 01, 0	15 36 43, 12	214, 4	*	1209	5, 0	19 42 07, 76	37 12 30, 6	17 10 00, 66	92, 7	
1083	4, 9	17 43 04, 54	72 10 55, 6	15 42 51, 86	18, 3		854	4, 3	14 14 05, 91	46 22 10, 5	17 12 43, 95	287, 1	
1084	3, 5	17 44 07, 27	27 45 28, 0	15 45 51, 98	116, 5	$p=\frac{1}{4}^{**}$	1245	4, 0	20 11 45, 92	46 33 27, 6	17 19 22, 12	72, 5	
1094	3, 8	17 55 26, 71	29 15 21, 3	15 50 38, 94	112, 3		1219	4, 0	19 48 27, 52	70 06 52, 2	17 27 07, 18	23, 6	
782	1, 7	12 51 22, 44	56 17 32, 2	15 58 08, 02	307, 2		1190	4, 6	19 26 13, 18	24 32 35, 5	17 44 09, 76	126, 3	
847	4, 8	14 07 39, 27	25 22 48, 5	16 00 47, 40	236, 4		1288	3, 6	20 44 06, 89	61 36 10, 6	17 47 58, 67	42, 1	
1106	3, 8	18 05 12, 84	28 45 20, 3	16 02 32, 32	113, 7		1281	1, 3	20 39 24, 37	45 03 49, 0	17 49 28, 85	75, 7	
1154	4,2-5,1	18 53 31, 90	43 52 03, 0	16 05 47, 48	78, 2		893	5, 7	14 49 55, 31	59 32 38, 5	17 55 08, 96	313, 7	
818	5, 0	13 34 47, 07	36 36 19, 3	16 11 43, 02	265, 9		1005	2, 8	16 27 38, 72	21 37 22, 8	17 57 51, 02	223, 4	
896	2, 2	14 50 53, 20	74 24 28, 3	16 17 37, 86	348, 9		911	4, 9	15 01 48, 89	47 53 35, 8	18 02 41, 94	290, 3	
1123	3, 7	18 22 13, 37	72 42 34, 2	16 29 13, 74	16, 8		1302	4, 9	20 57 48, 27	47 17 02, 1	18 04 19, 06	71, 0	
1173	3, 2	19 12 36, 59	67 33 23, 4	16 34 45, 26	29, 6		947	5, 1	15 37 07, 35	36 50 04, 9	18 14 43, 36	266, 4	
1201	4, 6	19 34 51, 66	50 04 53, 2	16 37 51, 82	65, 2		1262	4, 1	20 26 57, 29	30 10 00, 5	18 18 26, 58	110, 8	
953	4, 3	15 46 02, 38	18 19 47, 4	16 47 10, 52	208, 4		1324	2, 6	21 17 11, 28	62 19 39, 5	18 22 18, 68	40, 6	
975	5, 3	16 05 22, 17	17 12 34, 1	16 51 47, 82	200, 9		931	3, 5	15 23 36, 33	59 10 55, 0	18 29 08, 72	313, 0	

Tabelle 2.

Sternzeit	B in mm	t in C°	R	Sternzeit	B in mm	t in C°	R	Sternzeit	B in mm	t in C°	R
Nr. 1. Giubiasco. 7. Juni 1939.				Nr. 5. Lugaggia. 22. Juni 1939.				Nr. 9. Maroggia. 2. Juli 1939.			
13 ^h 49 ^m	745,8	+ 13,1	32,48	14 ^h 52 ^m	711,3	+ 16,6	30,60	15 ^h 26 ^m	736,8	+ 20,0	31,33
15 09	746,7	12,4	32,60	17 14	710,3	15,5	30,67	17 06	738,1	17,4	31,66
17 39	747,1	10,4	32,84	17 55	710,6	16,0	30,63	18 51	738,4	14,2	32,03
Nr. 2. S. Antonino. 8. Juni 1939.				Nr. 6. Canobbio. 7. Juli 1939.				Nr. 10. Riva S. Vitale. 29. Juni 1939.			
13 34	718,1	+ 18,0	30,74	16 04	728,5	+ 19,0	31,08	15 21	736,7	+ 18,8	31,45
15 36	718,0	17,4	30,80	17 02	728,7	18,3	31,16	17 02	737,3	17,4	31,63
17 34	717,6	15,7	30,96	18 46	728,8	16,8	31,33	18 24	737,2	16,8	31,69
Nr. 3. Medeglia. 14. Juni 1939.				Nr. 7. Cassarate. 4. Juli 1939.				Nr. 11. Rancate. 28. Juni 1939.			
14 30	691,8	+ 11,6	30,28	15 49	740,0	+ 20,0	31,46	15 17	730,6	+ 16,3	31,46
17 13	691,8	9,6	30,50	17 54	740,1	17,5	31,74	16 57	730,4	14,6	31,64
16. Juni 1939.				18 57	740,0	16,4	31,85	18 52	730,8	13,3	31,80
14 27	696,5	+ 11,5	30,50	Nr. 8. Punta di Bissone. 3. Juli 1939.				Nr. 12. Brusata. 27. Juni 1939.			
16 13	696,5	10,6	30,60	15 29	740,5	+ 17,6	31,74	15 10	730,5	+ 18,2	31,25
Nr. 4. Lelegio. 21. Juni 1939.				17 02	741,4	16,1	31,95	16 59	731,4	13,3	31,83
14 48	701,7	+ 13,6	30,50	18 51	741,7	15,0	32,08	18 17	731,5	12,7	31,90
16 32	701,6	13,1	30,55								
18 52	702,2	13,1	30,58								

8. Uhrgänge.

Die Zeitzeichen von Lafayette um 21^h und von Paris um 23^h 30^m sind mit Hilfe der Methode der Koinzidenzenbilder aufgenommen worden. Dazu wurde Deckchronometer Nardin Nr. 13711 verwendet. Aus den Ergebnissen der Koinzidenzenaufnahmen und den Vergleichen der Koinzidenzuhr mit der Beobachtungsuhr Nardin Nr. 15282 liessen sich stündliche Gänge g_0 der Beobachtungsuhr rechnen. Diese g_0 wurden in die Ausgleichung der Sternbeobachtungen eingeführt. Die Ergebnisse der Ausgleichungen ermöglichen ebenfalls stündliche Gänge der Beobachtungsuhr abzuleiten. Wir bezeichnen diese mit g .

Im Durchschnitt ergibt die Ausgleichung einer Gruppe die Uhrkorrektur mit einem mittleren Fehler von $\pm 0^s,025$. Dem entspricht ein mittlerer Fehler eines g von durchschnittlich $\pm 0^s,020$. In Tabelle 3 findet man die g_0 und die g zusammengestellt. Die letzte Kolonne enthält die Differenzen $(g - g_0)$. Der mittlere Absolutwert der Differenzen $(g - g_0)$ beträgt $0^s,024$; er übersteigt nur um $0^s,004$ den mittleren Fehler von g . Die Differenzen $(g - g_0)$

enthalten weiterhin die Einflüsse der Abweichungen der Zeitzeichen von den theoretischen Sendezeichen, der Fehler in den Aufnahmen der Zeitzeichen und in den Uhrvergleichen, sowie der Unregelmässigkeiten im Gang der Beobachtungsuhr. Die geringe Abweichung des mittleren Absolutwertes der Differenzen $(g - g_0)$ vom mittleren Fehler der g zeigt, wie klein die eben aufgezählten Einflüsse geblieben sind.

Eine ausnahmsweis grosse Differenz $(g - g_0)$ tritt bei Station Lelgio auf; sie beträgt 0;08. Der gleiche Unterschied zwischen eingeführtem und aus der Ausgleichung hervorgegangenem Gang ist auch auf einer Station des Nivellement im Meridian des St. Gotthard vorgekommen. Eine besondere Untersuchung hat damals gezeigt, dass selbst in diesem extremen Fall die Genauigkeit des eingeführten Ganges vollständig genügt. (Band 19 der Astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz, Seite 66—67.)

Tabelle 3

Punkt	Datum	Stündlicher Gang		Differenzen ($g - g_0$)
		in die Red. eingeführt g_0	aus den Beob. achtungen g	
Giubiasco	Juni 7	— 0;21	— 0;23	— 0;02
S. Antonino	8	— 0,20 ⁵	— 0,24	— 0,03 ⁵
Medeglia	14	— 0,40		
	16	— 0,30 ⁵		
Lelgio	21	— 0,28	— 0,36	— 0,08
Lugaggia	22	— 0,19 ⁵	— 0,17 ⁵	+ 0,02
Brusata	27	— 0,17 ⁵	— 0,18 ⁵	— 0,01
Rancate	28	— 0,29	— 0,28 ⁵	+ 0,00 ⁵
Riva S. Vitale	29	— 0,27 ⁵	— 0,25	+ 0,02 ⁵
Maroggia	Juli 2	— 0,20 ⁵	— 0,23 ⁵	— 0,03
Punta di Bissone	3	— 0,21 ⁵	— 0,21 ⁵	0,00
Cassarate	4	— 0,08 ⁵	— 0,12 ⁵	— 0,04
Canobbio	7	— 0,07 ⁵	— 0,07 ⁵	0,00

9. Eingeführte Näherungswerte und Koeffizienten der Normalgleichungen.

Wie die Darlegung in Abschnitt 5, Seite 51 zeigt, ist mit Näherungswerten Z_0 der Instrumental-Zenitdistanz, φ_0 der Breite und u_0 der Uhrkorrektur in die Reduktionsrechnungen einzugehen. Diese Beträge, mitsamt dem Datum und der zugehörenden Epoche, sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Aus der Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate gehen die Unbekannten

$$dZ = Z - Z_0$$

$$d\varphi = \varphi - \varphi_0$$

$$du = u - u_0$$

hervor. Daraus ergeben sich ohne weiteres die gesuchten Grössen Z , φ und u . Sie sind im nächsten Abschnitt aufgeführt.

Entsprechend der im Abschnitt 5 abgeleiteten Fehlergleichung erhält man die folgenden Normalgleichungen:

$$\begin{aligned} [paa] \cdot dZ + [pab] \cdot d\varphi + [pac] \cdot du + [pal] &= 0 \\ [pab] \cdot dZ + [pbb] \cdot d\varphi + [pbc] \cdot du + [pbl] &= 0 \\ [pac] \cdot dZ + [pbc] \cdot d\varphi + [pcc] \cdot du + [pcl] &= 0 \end{aligned}$$

wobei die eckige Klammer als Summenzeichen angewendet ist. Die Koeffizienten $[paa]$, $[pab]$ usw. der beiden Gruppen einer jeden Station findet man in Tabelle 5 angegeben.

10. Die Beobachtungsergebnisse.

a. Die Gruppenwerte.

Die Ausgleichung jeder Gruppe führt zu einem Wert Z der Instrumental-Zenit-Distanz, einem Wert φ der Breite und einem Wert u der Uhrkorrektur. Diese Gruppenergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengestellt. Die einzelnen Kolonnen enthalten: Das Datum, die Ordnungsnummer der Gruppe, die Grössen Z , φ und u samt ihren mittleren Fehlern, sowie die Anzahl n der beobachteten Sterndurchgänge und die Dauer D der Beobachtungen in Zeitminuten. Den Gruppenergebnissen jeder Station folgen kurze Angaben über die Windverhältnisse, den Grad der Bewölkung und die relative Feuchtigkeit der Luft während der Beobachtungen.

Auf Punkt Nr. 3, Medeglia, wurde an zwei Abenden beobachtet. Der Instrumentenstandort war beide Male derselbe. Die beiden Breitenwerte sind deshalb ohne weiteres miteinander vergleichbar.

Tabelle 4.

Datum	Epoche	Gr.	Z_0	φ_0	u_0	Datum	Epoche	Gr.	Z_0	φ_0	u_0	Datum	Epoche	Gr.	Z_0	φ_0	u_0
Nr. 1. Giubiasco.						Nr. 5. Lugaggia.						Nr. 9. Maroggia.					
1939			29°59'	46°10'	-1 ^m	1939			29°59'	46°03'	-2 ^m	1939			29°59'	45°55'	-3 ^m
Juni 7.	14 ^b 55 ^m	1	60"	24"	8;35	Juni 22	15' 40 ^m	1	55"	40"	40;34	Juli 2.	16' 30 ^m	1	55"	49"	37;70
	16 40	2	56	11	8;58		17 20	2	55	30	40, 66		18 10	2	55	50	39, 00
Nr. 2. S. Antonino.						Nr. 6. Canobbio.						Nr. 10. Riva S. Vitale.					
1939			29°59'	46°08'	1 ^m	1939			29°59'	46°01'	-3 ^m	1939			29°59'	45°54'	-3 ^m
Juni 8	15' 00 ^m	1	55"	48"	13;74	Juli 7.	16 40 ^m	1	55"	44"	48;90	Juni 29.	16' 00 ^m	1	55"	08"	24;00
	16 50	2	55	53	14, 12		18 10	2	55	44	49, 40		17 50	2	55	08	24, 64
Nr. 3. Medeglia.						Nr. 7. Cassarate.						Nr. 11. Rancate.					
1939			29°59'	46°06'	-1 ^m	1939			29°59'	46°00'	-3 ^m	1939			29°59'	45°51'	-3 ^m
Juni 14	16 ^b 30 ^m	1	55"	51"	47;26	Juli 4	16 ^b 30	1	55"	00"	44;70	Juni 28	16 ^b 00 ^m	1	55"	55"	19;20
Juni 16	15 20	2	55	45	60, 20		18 10	2	55	00	45, 40		18 00	2	55	56	19, 80
Nr. 4. Lelgio.						Nr. 8. Punta di Bissone.						Nr. 12. Brusata.					
1939			29°59'	46°05'	-2 ^m	1939			29°59'	45°57'	-3 ^m	1939			29°59'	45°50'	-3 ^m
Juni 21.	16' 10 ^m	1	55"	10"	33;90	Juli 3.	16 30 ^m	1	55"	28"	41;90	Juni 27.	16 ^b 00 ^m	1	55"	40"	16;00
	18 10	2	55	01	34, 40		18 10	2	55	28	43, 40		17 40	2	55	22	16, 06

Tabelle 5.

[<i>pa</i>]	[<i>pab</i>] [<i>pbb</i>]	[<i>pac</i>] [<i>pbc</i>] [<i>pcc</i>]	[<i>pa'</i>] [<i>pb'</i>] [<i>pc'</i>]	[<i>pa</i>]	[<i>pab</i>] [<i>pbb</i>]	[<i>pac</i>] [<i>pbc</i>] [<i>pcc</i>]	[<i>pa'</i>] [<i>pb'</i>] [<i>pc'</i>]	[<i>pa</i>]	[<i>pab</i>] [<i>pbb</i>]	[<i>pac</i>] [<i>pbc</i>] [<i>pcc</i>]	[<i>pa'</i>] [<i>pb'</i>] [<i>pc'</i>]
Nr. 1. Giubiasco.				Nr. 5. Lugaggia.				Nr. 9. Maroggia.			
Gruppe 1.				Gruppe 1.				Gruppe 1.			
+ 21,00	- 0,85 + 9,23	+ 1,90 + 1,46 + 5,64	+ 101,82 + 111,72 + 18,39	+ 18,25	+ 2,08 + 9,47	+ 2,35 - 0,09 + 4,24	+ 7,24 + 92,89 - 0,93	+ 16,25	+ 2,23 + 6,26	+ 0,52 + 1,72 + 4,83	+ 8,54 + 15,45 + 63,71
Gruppe 2.				Gruppe 2.				Gruppe 2.			
+ 21,00	+ 0,35 + 7,81	+ 1,93 - 0,45 + 6,32	+ 23,24 + 2,64 + 6,24	+ 19,00	- 2,68 + 7,39	- 0,61 + 1,74 + 5,57	- 15,97 + 3,18 + 0,72	+ 15,17	+ 0,70 + 6,76	+ 2,92 + 0,71 + 4,33	- 1,36 - 3,86 - 0,36
Nr. 2. S. Antonino.				Nr. 6. Canobbio.				Nr. 10. Riva S. Vitale.			
Gruppe 1.				Gruppe 1.				Gruppe 1.			
+ 17,50	- 1,43 + 6,90	+ 1,18 - 0,36 + 5,14	+ 8,79 - 36,15 + 0,36	+ 20,00	+ 1,71 + 7,67	+ 1,95 + 0,86 + 5,93	+ 23,95 + 4,17 + 42,13	+ 16,50	+ 0,41 + 7,22	+ 2,48 + 0,42 + 4,48	+ 4,26 + 2,14 + 8,91
Gruppe 2.				Gruppe 2.				Gruppe 2.			
+ 19,00	+ 0,67 + 8,74	+ 1,51 + 2,26 + 4,96	- 1,07 + 1,47 + 2,83	+ 20,25	+ 0,40 + 8,56	+ 2,79 + 0,50 + 5,65	+ 9,75 - 3,74 + 6,83	+ 15,50	+ 0,69 + 6,70	+ 0,35 + 0,36 + 4,23	+ 1,13 + 3,78 - 3,13
Nr. 3. Medeglia.				Nr. 7. Cassarate.				Nr. 11. Rancate.			
Gruppe 1.				Gruppe 1.				Gruppe 1.			
+ 16,00	+ 0,27 + 6,68	+ 0,61 + 0,76 + 4,49	+ 8,90 + 47,00 + 46,38	+ 19,00	+ 2,93 + 7,87	+ 1,18 + 1,57 + 5,37	+ 11,75 + 16,25 + 43,02	+ 18,00	- 0,46 + 8,87	+ 0,05 + 0,62 + 4,40	+ 20,98 - 5,61 + 4,17
Gruppe 2.				Gruppe 2.				Gruppe 2.			
+ 18,50	- 2,60 + 8,23	+ 4,05 - 0,73 + 5,00	+ 15,77 - 1,91 - 5,00	+ 16,75	+ 1,57 + 6,77	+ 3,53 + 0,77 + 4,82	+ 4,02 - 0,73 + 2,74	+ 17,25	+ 1,67 + 6,52	+ 0,98 - 0,09 + 5,19	+ 19,88 + 1,17 + 4,15
Nr. 4. Lequio.				Nr. 8. Punta di Bissone.				Nr. 12. Brusata.			
Gruppe 1.				Gruppe 1.				Gruppe 1.			
+ 16,00	- 0,32 + 7,48	+ 1,84 - 0,59 + 4,08	- 0,22 + 70,82 - 15,05	+ 20,00	+ 4,00 + 8,34	+ 1,56 + 1,76 + 5,63	+ 27,72 + 26,23 + 96,96	+ 16,50	+ 2,07 + 8,31	+ 0,56 + 1,19 + 3,95	+ 43,47 + 141,96 + 6,65
Gruppe 2.				Gruppe 2.				Gruppe 2.			
+ 17,50	- 1,34 + 5,55	- 0,47 + 0,22 + 5,77	- 1,57 - 1,00 + 4,07	+ 17,50	+ 1,34 + 7,53	+ 2,11 + 0,39 + 4,82	- 1,40 - 10,92 + 0,54	+ 18,00	+ 3,32 + 5,60	+ 0,01 + 0,49 + 5,98	- 2,18 - 6,01 + 0,50

Tabelle 6.

Datum	Gr.	Instrumental- zenitdistanz <i>Z</i>	Breite <i>φ</i>	Uhrkorrektion <i>u</i>	<i>n</i>	<i>D</i>
1939						
Nr. 1. Giubiasco.						
Juni 7.	1	29°59' 54,45 ± 0,17	46°10' 11,08 ± 0,26	- 1 ^m 8;22 ± 0;02	21	100 ^m
	2	54,96 ,30	10,67 ,48	8;63 ,04	21	103
Kein Wind; leichte schleierartige Bewölkung; sehr feucht, 100%; Prisma hauptsächlich in der zweiten Gruppe oft beschlagen, so daß die Sternbilder zuweilen kaum sichtbar.						
Nr. 2. S. Antonino.						
Juni 8.	1	29°59' 54,90 ± 0,25	46°08' 53,24 ± 0,39	- 1 ^m 13;72 ± 0;03	19	122 ^m
	2	55,10 ,16	52,98 ,25	14,16 ,02	19	81
Bei Beginn leichter Wind und dünne Bewölkung; im Laufe der Nacht zunehmend klar. Feuchtigkeit anwachsend von 72 auf 79%.						
Nr. 3. Medeglia.						
Juni 14.	1	29°59' 54,90 ± 0,27	46°06' 45,03 ± 0,43	- 1 ^m 47;88 ± 0;04	20	127 ^m
	2	53,70 ,27	45,00 ,37	- 2 00,06 ,03	21	100
Juni 14.	Starker Wind mit heftigen Stößen. Wechselnde Bewölkung. Feuchtigkeit zunehmend von 37-42%. Beobachtungsverhältnisse ausgesprochen schlecht.					
Juni 16.	Fast windstill. Zuerst klar, dann zunehmend bewölkt. Feuchtigkeit ansteigend von 80 auf 84%.					
Nr. 4. Lelgio.						
Juni 21.	1	29°59' 54,53 ± 0,26	46°05' 00,71 ± 0,37	- 2 ^m 33;73 ± 0;03	19	146 ^m
	2	55,09 ,20	01,23 ,36	34,45 ,02	19	92
Kein Wind; zuerst leicht bewölkt, dann zunehmend klar; Feuchtigkeit zwischen 93 und 83%.						
Nr. 5. Lugaggia.						
Juni 22.	1	29°59' 55,80 ± 0,19	46°03' 30,01 ± 0,25	- 2 ^m 40;37 ± 0;03	19	91 ^m
	2	55,82 ,15	29,87 ,24	40,66 ,02	19	86
Windstill; klar; Feuchtigkeit zwischen 73 und 82%.						
Nr. 6. Canobbio.						
Juli 7.	1	29°59' 54,45 ± 0,14	46°01' 44,36 ± 0,23	- 3 ^m 49;36 ± 0;02	20	89 ^m
	2	54,66 ,14	44,52 ,21	49,47 ,02	21	101
Kein Wind; klar; sehr grosse Feuchtigkeit, 100%.						

Tabelle 6 (Fortsetzung).

Datum	Gr.	Instrumental- zenitdistanz Z	Breite φ	Uhrkorrektion "	"	D
1939						
Nr. 7. Cassarate.						
Juli 4.	1	29°59' 54,94 ± 0,22	45°59' 59,53 ± 0,35	- 3 ^m 45,22 ± 0,03	19	83 ^m
	2	54,84 ,14	46 00 00,20 ,21	45,43 ,02	19	108
Kein Wind; leichte, rasch wechselnde Bewölkung; Feuchtigkeit zunehmend von 62–84 %.						
Nr. 8. Punta di Bissone.						
Juli 3.	1	29°59' 54,85 ± 0,20	45°57' 28,60 ± 0,31	- 3 ^m 43,06 ± 0,02	20	99 ^m
	2	55,00 ,12	29,46 ,18	43,42 ,02	19	101
Kein Wind; zuerst leichte, schleierartige Bewölkung, hernach klar; Feuchtigkeit zunehmend von 55–75 %.						
Nr. 9. Maroggia.						
Juli 2.	1	29°59' 54,72 ± 0,28	45°55' 50,39 ± 0,47	- 3 ^m 38,61 ± 0,04	17	81 ^m
	2	55,07 ,17	50,57 ,24	39,00 ,02	18	102
Anfangs leichter Wind; klar; Feuchtigkeit zunehmend von 24–39 %.						
Nr. 10. Riva S. Vitale.						
Juni 29.	1	29°59' 55,05 ± 0,17	45°54' 07,82 ± 0,25	- 3 ^m 24,13 ± 0,02	18	81 ^m
	2	54,94 ,20	07,40 ,30	24,59 ,02	17	120
Kein Wind; klar; sehr grosse Feuchtigkeit, zunehmend von 84–100 %.						
Nr. 11. Rancate.						
Juni 28.	1	29°59' 53,85 ± 0,20	45°51' 55,64 ± 0,29	- 3 ^m 19,27 ± 0,03	18	102 ^m
	2	53,87 ,20	56,10 ,33	19,84 ,04	18	118
Windstill; klar; sehr grosse Feuchtigkeit, zunehmend von 86–100 %.						
Nr. 12. Brusata.						
Juni 27.	1	29°59' 54,43 ± 0,19	45°50' 22,53 ± 0,27	- 3 ^m 15,76 ± 0,03	18	97 ^m
	2	54,91 ,20	23,14 ,36	16,07 ,02	18	93
Anfangs etwas Wind und leicht bewölkt, später klar; Feuchtigkeit zunehmend von 38--99 %.						

b. Stationswerte und Genauigkeitsnachweis.

Die beiden Gruppenwerte der Breite sind für jede Station zu einem Gewichtsmittel zusammengezogen worden, wobei die Gewichte umgekehrt proportional dem Quadrate der mittleren Fehler der Gruppenwerte angesetzt wurden. Es bleibt noch übrig, diese Stationswerte auf das Zentrum des trigonometrischen Punktes und auf den mittleren Pol zu reduzieren. Die beiden Korrekturen — Reduktion $\Delta\varphi_z$ auf das Zentrum und $\Delta\varphi_P$ auf den mittleren Pol — findet man in Tabelle 7 aufgeführt. Da die Beobachtungen sich nur über die Dauer eines Monats erstrecken, schwankt das $\Delta\varphi_P$ bloss um 3 Einheiten der zweiten Stelle. Die Tabelle 7 enthält weiterhin von jeder Station die Durchschnittswerte der mittleren Fehler einer Gruppe. Bildet man die Mittelwerte aller 12 Stationen und vergleicht man sie mit den Beträgen, die aus den Beobachtungen der Jahre 1916—21 hervorgegangen sind, so ergeben sich für das Jahr 1939 durchwegs kleinere Werte. Am geringsten ist der Unterschied bei der Breite, wo er nur 0,04 beträgt.

Aus den zwei Breitenwerten der beiden Gruppen lässt sich der mittlere Fehler der Gewichtseinheit ableiten. Die gefundenen Beträge stehen in der mit (1) überschriebenen Kolonne der Tabelle 7. Die letzten zwei Kolonnen — überschrieben mit (2) und (3) — geben den mittleren Fehler des Gesamtmittels, sowie den zu erwartenden mittleren Fehler des Ge-

Tabelle 7.

Nr.	Datum	$\Delta\varphi_z$	$\Delta\varphi_P$	Durchschnittswert der mittleren Fehler einer Gruppe			Mittlere Breitenfehler		
				Instrumental-Zenitdistanz	Breite	Uhr-Korrektion	der Gewichtseinheit	des Mittels	zu erwartender m. F. des Mittels
	1939						(1)	(2)	(3)
1	Juni 7.	0,00	+ 0,05	± 0,24	± 0,37	± 0,03	± 0,76	± 0,17	± 0,23
2	Juni 8.	+ 0,10	+ 0,05	0,20	0,32	0,025	0,56	0,12	0,21
3	Juni 14. u. 16.	- 0,72	+ 0,04	0,27	0,40	0,03	0,05	0,02	0,28
4	Juni 21.	- 0,73	+ 0,04	0,23	0,36	0,025	1,00	0,26	0,26
5	Juni 22.	0,00	+ 0,04	0,17	0,24	0,025	0,40	0,07	0,17
6	Juli 7.	+ 0,01	+ 0,02	0,14	0,22	0,02	0,52	0,08	0,16
7	Juli 4.	+ 0,24	+ 0,02	0,18	0,28	0,02	1,64	0,30	0,18
8	Juli 3.	- 0,13	+ 0,02	0,16	0,24	0,02	2,40	0,37	0,16
9	Juli 2.	- 0,12	+ 0,03	0,22	0,36	0,03	0,34	0,07	0,21
10	Juni 29.	+ 0,25	+ 0,04	0,18	0,28	0,02	1,07	0,21	0,19
11	Juni 28.	- 0,70	+ 0,04	0,20	0,31	0,035	1,03	0,23	0,22
12	Juni 27.	+ 0,91	+ 0,04	0,20	0,32	0,025	1,35	0,29	0,22
	Mittel 1939:			± 0,20	± 0,31	± 0,025	± 0,93	± 0,18	± 0,21
	Mittel 1916 — 1921:			± 0,28	± 0,35	± 0,045	± 1,06	± 0,18	± 0,17

samtmittels. Die Zahlen der Kolonnen (1), (2), (3) sind in gleicher Weise abgeleitet worden, wie in Band 19 der Astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz auf den Seiten 148 und 149 dargelegt ist.

Als Durchschnittswert der Kolonne (1) ergibt sich ± 0.93 , was die Richtigkeit der eingeführten Gewichtsbemessung bestätigt. Der Durchschnittswert der Kolonne (2) beträgt ± 0.18 , der von Kolonne (3) ± 0.21 ; der mittlere Fehler (2) des Stationswertes der Breite ist also etwas kleiner ausgefallen, als aus den mittleren Fehlern der einzelnen Gruppen zu erwarten war.

Punkt Nr. 8, Punta di Bissone, weist mit ± 0.37 den grössten mittleren Fehler (2) auf. Das überrascht insofern, als gerade auf diesem Punkt die besten Beobachtungsbedingungen herrschten, was sich auch in der guten Übereinstimmung der Beobachtungen innerhalb einer Gruppe zeigt. Trotzdem gibt die zweite Gruppe einen um 0.86 grösseren Wert als die erste. In der darauffolgenden Nacht (4. Juli) ist auf Station Nr. 7, Cassarate, beobachtet worden. Auch dort zeigt sich die gleiche Erscheinung: aus der zweiten Gruppe geht ein um 0.67 grösserer Breitenwert hervor als aus der ersten. Das gleiche Anwachsen im Laufe eines Beobachtungsabends ist schon im Jahre 1921 in Zürich aufgetreten. An fünf Abenden — von im ganzen deren sechs — ergab die letzte Gruppe einen merklich grösseren Breitenwert als die vorherigen. Als derart systematisch wirkende Fehlerquellen kommen Refraktionsanomalien und Veränderungen des Instrumentes in Frage.

Wie aus den beiden letzten Zeilen der Tabelle 7 hervorgeht, weisen die Breitenbestimmungen im Meridian von Lugano durchschnittlich die gleiche Genauigkeit auf, wie die Bestimmungen im Meridian des St. Gotthard. Hier wie dort beläuft sich der mittlere Fehler der beobachteten Polhöhe eines Punktes des astronomischen Nivellementes auf rund ± 0.2 . Dass auf den Stationen des Gotthardmeridianes trotz der einfacheren Beobachtungsmethode die gleiche Genauigkeit erreicht wurde, ist zum Teil durch die grössere Anzahl der beobachteten Sterndurchgänge bedingt. In den Jahren 1916—1918 wurden auf einer Station durchschnittlich 93 Sterndurchgänge mittels der Aug- und Ohrmethode beobachtet; im Jahre 1939 hat der Durchschnitt auf einer Station 39 Durchgänge betragen. Ferner wurden damals zahlreiche, dem Boss'schen Katalog entnommene Sterne verwendet, die in Meridiannähe durch den Almukantarat gehen. Im Gegensatz dazu enthielt im Jahre 1939 das Beobachtungsprogramm ausschliesslich Sterne, deren scheinbare Örter in den American Ephemeris aufgeführt sind.

11. Die geodätischen Koordinaten der Beobachtungspunkte.

Die 12 Stationen des Meridianstückes fallen alle mit Punkten der Triangulation IV. Ordnung zusammen. Ihre Lage ist in Abschnitt 1, unter „Aufführung der Stationen“ beschrieben. Die Tabelle 8 gibt, ausser der Ordnungsnummer und dem Namen jeder Station, die folgenden Angaben über die Triangulationspunkte: die Nummer des Operates und des Punktes, die Koordinaten Y und X in winkeltreuer schiefachsiger Zylinderprojektion und die

Tabelle 8.

Nr.	Name	Trigon. Punkte		Y	X	Meeres- höhe *
		Operat	Nr.			
1	Giubiasco	277	50	+ 118 626, 27	— 85 334, 44	212, 3
2	S. Antonino	277	19	+ 118 772, 03	— 88 280, 87	512, 8
3	Medeglia	332	55	+ 118 506, 74	— 91 818, 93	740, 2
4	Lelgio	252	27	+ 118 330, 50	— 94 804, 06	666, 5
5	Lugaggia	252	21	+ 118 475, 61	— 97 535, 75	541, 0
6	Canobbio	258	4	+ 118 618, 10	— 100 787, 13	401, 5
7	Cassarate	258	45	+ 118 349, 69	— 103 941, 65	273, 2
8	Punta di Bissone	258	150	+ 118 516, 14	— 108 762, 65	273, 4
9	Maroggia	298	209	+ 118 655, 73	— 111 707, 98	272, 7
10	Riva S. Vitale	298	108	+ 118 770, 91	— 114 891, 57	296, 2
11	Rancate	298	59	+ 118 574, 15	— 118 829, 51	395, 3
12	Brusata	298	24	+ 118 438, 12	— 121 766, 44	386, 2

* Meereshöhe von Pierre du Niton: 373, 60 m.

Meereshöhen. Die Koordinaten und Meereshöhen wurden den von der Eidgenössischen Landestopographie zugestellten Versicherungsprotokollen entnommen.

Aus den Koordinaten Y , X der vier Punkte

Nr. 1 Giubiasco

Nr. 5 Lugaggia

Nr. 8 Punta die Bissone

Nr. 12 Brusata

sind sphäroidische Koordinaten gerechnet worden. Die dabei verwendeten Formeln stehen auf den Seiten 106—107 der Veröffentlichung „Projektionssystem der schweizerischen Landesvermessung“ von M. Rosenmund. Die sphäroidischen Koordinaten der übrigen Punkte wurden mittels Differenzformeln abgeleitet. Diese sind in Band 19 der Astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz auf den Seiten 156—157 aufgeführt. Die abgeleiteten geographischen Breiten B und Längen L findet man in der Tabelle 9 zusammengestellt.

12. Die beobachteten Polhöhen und Lotabweichungskomponenten.

Abschliessend sind in Tabelle 9 ausser den geodätischen Breiten B und Längen L , die beobachteten astronomischen Breiten φ und die Lotabweichungs-Komponenten ξ aufgeführt. Gleich auf den ersten Blick fallen die grossen Absolutwerte der ξ in die Augen. Vergleichsweise sei erwähnt, dass die Extremwerte im Meridian des St. Gotthard + 20,77 (Station

Tabelle 9.

Nr.	Name	Astronomische Breite φ	Geodätische Breite B	Geodät. Länge östlich Greenwich L	$\varphi - B = \xi$
1	Giubiasco	46°10' 11,04	46°10' 27,23	35 ^m 54,226	- 16,19
2	S. Antonino	08 53, 21	08 51, 72	54, 499	+ 1, 49
3	Medeglia	06 44, 33	06 57, 33	53, 460	- 13, 00
4	Lelgio	05 00, 29	05 20, 77	52, 731	- 20, 48
5	Lugaggia	03 29, 98	03 52, 22	53, 017	- 22, 24
6	Canobbio	01 44, 48	02 06, 85	53, 262	- 22, 37
7	Cassarate	00 00, 28	00 24, 87	52, 239	- 24, 59
8	Punta di Bissone	45 57 29, 13	45 57 48, 65	52, 464	- 19, 52
9	Maroggia	55 50, 44	56 13, 19	52, 718	- 22, 75
10	Riva S. Vitale	54 07, 94	54 30, 03	52, 881	- 22, 09
11	Rancate	51 55, 18	52 22, 64	52, 037	- 27, 46
12	Brusata	50 23, 70	50 47, 63	51, 440	- 23, 93
	Bern	46 57 08, 66	46 57 08, 66	29 45, 500	± 0, 00
				Band 23, Seite 75	

Nr. 27, Bärentross) und -15'09 (Station Nr. 3, Stetten) betragen. Solch grosse und stetig vorkommende Absolutwerte einer Lotabweichungskomponente, wie sie auf den Stationen Nr. 4 bis Nr. 12 des astronomischen Nivellements im Meridian von Lugano auftreten, sind bis anhin noch in keinem der in der Schweiz untersuchten Profile gefunden worden.

III. Teil.

Die Ableitung der Geoidprofile.

1. Die Grundlagen.

Die Geoidprofile im Parallelkreis von Locarno und im Meridian von Lugano sind auf gleiche Art abgeleitet worden, wie die beiden grossen Profile im Meridian des St. Gotthard und im Parallelkreis von Zürich. Die theoretischen Grundlagen findet man dargelegt im zwanzigsten Band der Astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz, „Das astronomische Nivellement im Meridian des St. Gotthard. II. Die berechneten Geoiderhebungen und der Verlauf des Geoidschnittes“. Die Bestimmung des in west-östlicher Richtung gelegten Profiles ist im zweiundzwanzigsten Band der genannten Veröffentlichungsreihe unter dem Titel „Das Geoidprofil im Parallelkreis der Eidgenössischen Sternwarte zu Zürich“ erschienen. Die beiden erwähnten Profile schneiden sich in der Station Schwerzenbach bei Zürich. Setzt man willkürlich fest, in diesem Punkte sei der Höhenunterschied zwischen Geoid und Referenzellipsoid gleich Null, so gehen die in Band 22, Seite 47, aufgeführten Geoiderhebungen N der Punkte des Profiles im Meridian des St. Gotthard hervor. Auf Seite 42 des gleichen Bandes sind die ebenfalls auf Schwerzenbach bezogenen Geoiderhebungen der Stationen des Profiles im Parallel von Zürich aufgeführt. Die Station Aula, Punkt Nr. 52 des Profiles im Meridian des St. Gotthard, ist zugleich der Anfangspunkt des Parallelkreisprofiles von Locarno. Ihre zu + 884 mm errechnete Geoiderhebung wird als Ausgangswert zur Ableitung der hier behandelten Profile im Tessin verwendet, deren Geoiderhebungen sich also ebenfalls auf die Station Schwerzenbach als Nullpunkt beziehen.

2. Die Geoidprofile ohne Berücksichtigung der Lotkrümmung.

Wird von der Krümmung der Lotlinie abgesehen, so erhält man als Zunahme N' der Geoiderhebung vom Ausgangspunkte A eines Profiles bis zu dessen Punkte C den einfachen Ausdruck

$$N' = \text{arc } 1'' \cdot \int_A^C \Delta ds,$$

wenn A die in das Profil fallende Komponente der Lotabweichungen und s die Länge des auf das Profil projizierten Linienzuges $A-C$ bedeutet. Im Parallelkreisprofil von Locarno liegt der Ausgangspunkt im Westen. Dementsprechend ist im Ausdruck

$$N' = \text{arc } 1'' \int_A^c \eta ds$$

die Ost-West-Komponente η positiv zu setzen, wenn das astronomische Zenit nach Westen abgelenkt wird. Das Meridianprofil von Lugano beginnt im Norden. Die Meridiankomponente ξ im Ausdruck

$$N' = \text{arc } 1'' \int_A^c \xi ds$$

hat positives Vorzeichen, wenn das astronomische Zenit eine Ablenkung nach Norden erfährt. Zur Ausführung der Integration benützt man mit Vorteil eine zeichnerische Darstellung des Parallelkreisprofils der Lotabweichungskomponenten η und des Meridianprofils der Lotabweichungskomponenten ξ . Im Folgenden bezeichnen wir die beiden Kurven kurz mit η -Kurve und mit ξ -Kurve. Die Punktfolge muss so dicht sein, dass sich die Kurven mit genügender Genauigkeit auftragen lassen. Genügen die beobachteten η oder ξ der Beobachtungsstationen nicht, so ist es notwendig, noch Zwischenpunkte einzuschalten.

Die topographischen Profile im Parallelkreis von Locarno und im Meridian von Lugano verlaufen nur an ihrem Anfang bewegt. Deshalb liess sich mit einer geringen Verdichtung der Punktfolge auskommen; es genügte, mittels rechnerischer Interpolation je 3 Zwischenpunkte einzufügen.

a) *Interpolation der Lotabweichungs-Komponenten der Zwischenpunkte.*

Die Zwischenpunkte werden an den Stellen gewählt, wo Extremwerte der η -Kurve und der ξ -Kurve zu erwarten sind. Ihre Koordinaten und Meereshöhen betragen:

Parallelkreis von Locarno.

Nr.	Y	X	Meereshöhe
1 a	+ 95 860 m	- 85 090 m	800 m
3 a	+ 102 540	- 85 000	450
3 b	+ 104 090	- 85 060	500

Die Ziffer der Ordnungsnummer stimmt überein mit der Ordnungsnummer des benachbarten, westlich gelegenen Beobachtungspunktes.

Meridian von Lugano.

Nr.	Y	X	Meereshöhe
2 a	+ 118 560 m	— 91 060 m	1000 m
3 a	+ 118 460	— 92 650	850
4 b	+ 118 400	— 93 600	850

Hier haben die Zwischenpunkte in ihrer Ordnungsnummer die gleiche Ziffer wie die benachbarte, nördlich gelegene Beobachtungsstation.

Nachstehend wiederholen wir kurz das Verfahren, nach welchem die Lotabweichungskomponenten der Zwischenpunkte interpoliert worden sind; die ausführliche Darlegung findet man in Band 20 auf den Seiten 10—14.

Handelt es sich um ein Parallelkreisprofil, so können mit genügender Annäherung auf einer Abszissenachse die Y-Koordinaten der Stationspunkte und als Ordinaten die beobachteten Lotabweichungskomponenten $\eta_{\text{beob.}}$ aufgetragen werden. Aus den sichtbaren Massen seien bereits mit Berücksichtigung der Isostasie die Lotabweichungskomponenten $\eta_{\text{ber.}}$ abgeleitet worden. Trägt man die Differenzen $\eta_{\text{beob.}} - \eta_{\text{ber.}}$ ebenfalls als Ordinaten auf, so erhält man eine ruhig verlaufende Kurve. Sie ist auf der Beilage des vorliegenden Bandes rot eingetragen und mit „Parallelkreisprofil der reduzierten Lotabweichungskomponente η “ bezeichnet. Mit Hilfe dieser Kurve lässt sich für jeden beliebigen Zwischenpunkt ein zuverlässiger Wert $\eta_{\text{beob.}} - \eta_{\text{ber.}}$ interpolieren. Fügt man das entsprechende $\eta_{\text{ber.}}$ hinzu, so erhält man den gesuchten Wert η (ZP) des Zwischenpunktes.

In einem Meridianprofil werden in entsprechender Weise die X-Koordinaten der Stationspunkte als Abszissen und die Meridiankomponenten ξ der Lotabweichungen als Ordinaten aufgetragen. Allgemein hat man für einen Zwischenpunkt ZP, wenn mit A die Lotabweichungskomponente in einem bestimmten Profil bezeichnet wird,

$$A(\text{ZP}) = A(\text{ZP}_{\text{ber.}}) + \{ A_{\text{beob.}} - A_{\text{ber.}} \}_{\text{interpoliert}}$$

Nach dem Gesagten genügt es, die Kurve der reduzierten Lotabweichungen an den Profilstellen zu bestimmen, wo Zwischenpunkte eingeschaltet werden. Im Parallelkreis von Locarno und im Meridian von Lugano sind trotz der wenigen Zwischenpunkte die Kurven für die ganzen Profile abgeleitet worden. Dies geschah aus folgendem Grund:

Im Meridian des St. Gotthard verläuft die Kurve der reduzierten Lotabweichungen fast durchwegs mit grosser Annäherung achsenparallel. Einzig am südlichen Ende des Profils fällt sie stark ab. Es war nun sehr aufschlussreich festzustellen, wie sich die entsprechenden Kurven im Parallelkreis von Locarno und im Meridian von Lugano — dessen Stationen zur Mehrzahl südlicher als der Endpunkt des Gotthardnivellement liegen — verhalten. Wir kommen im letzten Abschnitt dieses dritten Teiles nochmals darauf zurück.

Die Einzelheiten des Rechnungsganges bei der Bestimmung der Lotabweichungskomponenten aus den sichtbaren Massen sind in Band 20 auf den Seiten 10—14 dargelegt. Davon

wurde einzig abgewichen, indem als mittlere Gesteinsdichte nicht wie dort $\theta = 2,60$, sondern den örtlichen Verhältnissen entsprechend

$$\theta = 2,70$$

gewählt worden ist.

Die berechneten Komponenten $\xi_{\text{ber.}}$ und $\eta_{\text{ber.}}$ der Lotabweichungen sind in den Tabellen 10^a und 10^b aufgeführt. Da die Berechnung beider Komponenten nur wenig Mehrarbeit verursacht, als die Ableitung einer einzelnen, sind stets die ξ und η bestimmt worden. Die Tabellen 10^a und 10^b geben ferner die Differenzen ($\Delta_{\text{beob.}} - \Delta_{\text{ber.}}$), sowie die beobachteten $\Delta_{\text{beob.}}$ der Nivellementsstationen und die interpolierten Δ (ZP) der Zwischenpunkte.

Der Anfangspunkt des Parallelkreisprofils befindet sich im Westen. Da auf den Karten stets Westen auf der linken Seite liegt, war es gegeben, die Integration von links nach rechts fortschreitend durchzuführen. Dementsprechend weisen in Tabelle 10^a die η bei westlicher Ablenkung des Zenites und die ξ bei dessen südlicher Ablenkung, positives Zeichen auf. Das Meridianprofil erstreckt sich von seinem Anfangspunkte aus nach Süden. Im Hinblick darauf haben in Tabelle 10^b die ξ bei nördlicher und die η bei östlicher Zenitablenkung positives Zeichen.

Tabelle 10^a.

Parallelkreis von Locarno.

Station		Berechnete Komponenten der Lotabweichungen		Differenz η (beob.) minus η (be-rechn.)	η beob. oder interpol.	$\Delta N'$	N'	$N_P = N' - E$	$N = N_P + 884$
Nr.	Name	ξ im Meridian	η im I. Vertikal						
$\theta = 2,70$									
1	Aula	+ 14,46	- 12,58	- 2,26	- 14,84	mm	mm	mm	mm
1 a		+ 14,72	- 15,25	- 4,4	- 19,6	- 285,9	0,0	0	+ 884*
2	Intragna	+ 12,48	- 10,62	- 5,85	- 16,47	- 150,7	- 285,9	- 255	+ 629
3	Losone	+ 16,96	- 3,37	- 8,34	- 11,71	- 256,7	- 436,6	- 385	+ 499
3 a		+ 24,35	+ 3,26	- 8,7	- 5,4	- 48,1	- 693,3	- 635	+ 249
3 b		+ 26,32	- 3,50	- 9,0	- 12,5	- 62,4	- 741,4	- 693	+ 191
4	Minusio	+ 23,11	- 2,94	- 9,18	- 12,12	- 128,3	- 803,8	- 760	+ 124
5	Cordola	+ 20,62	+ 2,15	- 7,65	- 5,50	- 155,7	- 932,1	- 877	+ 7
6	Cugnasco	+ 21,18	+ 1,65	- 5,27	- 3,62	- 88,9	- 1087,8	- 1034	- 150
7	Giubiasco	+ 13,91	+ 1,74	- 4,21	- 2,47	- 65,0	- 1176,7	- 1125	- 241
B	Bellinzona	+ 8,91	+ 8,13	- 2,38	+ 5,75		- 1241,7	- 1191	- 307

* Band 22, Seite 47

Es bedeutet: positives ξ Ablenkung des Zenites nach Süden;
positives η Ablenkung des Zenites nach Westen.

Tabelle 10b.

Meridian von Lugano.

Station		Berechnete Komponenten der Lotabweichungen		Differenz ξ (beob.) minus ξ (be-rechn.)	ξ beob. oder interpol.	$\Delta N'$	N'	$N_P = N' - E$	$N = N_P - 307$
Nr.	Name	ξ im Meridian	η im I. Vertikal						
		$\theta = 2,70$				mm	mm	mm	mm
1	Giubiasco	- 13,91	- 1,74	- 2,28	- 16,19	- 110,1	0,0	0	- 307
2	S. Antonino	+ 3,14	- 7,80	- 1,65	+ 1,49	- 63,4	- 110,1	- 123	- 430
2 a		- 8,28	- 5,92	- 4,2	- 12,5	- 36,1	- 173,5	- 206	- 513
3	Medeglia	- 8,29	- 8,28	- 4,71	- 13,00	- 37,5	- 209,6	- 233	- 540
3 a		- 4,83	- 9,24	- 5,2	- 10,0	- 90,3	- 247,1	- 279	- 586
3 b		- 12,31	- 8,30	- 5,9	- 18,2	- 94,2	- 337,4	- 368	- 675
4	Lelgio	- 14,00	- 6,63	- 6,48	- 20,48	- 287,1	- 431,6	- 452	- 759
5	Lugaggia	- 13,80	- 4,79	- 8,44	- 22,24	- 353,1	- 718,7	- 725	- 1032
6	Canobbio	- 12,34	- 5,65	- 10,03	- 22,37	- 357,8	- 1071,8	- 1071	- 1378
7	Cassarate	- 11,26	- 5,58	- 13,33	- 24,59	- 527,2	- 1429,6	- 1424	- 1731
8	Punta di Bissone	- 5,09	- 10,89	- 14,43	- 19,52	- 300,0	- 1956,8	- 1954	- 2261
9	Maroggia	- 7,12	- 8,51	- 15,63	- 22,75	- 349,6	- 2256,8	- 2254	- 2561
10	Riva S. Vitale	- 6,95	- 0,84	- 15,14	- 22,09	- 441,8	- 2606,4	- 2607	- 2914
11	Rancate	- 10,94	- 0,75	- 16,52	- 27,46	- 356,7	- 3048,2	- 3050	- 3357
12	Brusata	- 6,60	- 0,96	- 17,33	- 23,93		- 3404,9	- 3407	- 3714

Es bedeutet: positives ξ Ablenkung des Zenites nach Norden;
positives η Ablenkung des Zenites nach Osten.

b) Numerische Bestimmung des Integrales $\int A ds$.

Bezeichnet man die Zunahme der Erhebung des Geoides über das Referenzellipsoid von einem Punkt i des Nivellement zum benachbarten Punkt k mit $\Delta N'$, so ist

$$N' = \sum_A^c \Delta N' = \sum_A^c \text{arc } 1'' \int_i^k A ds.$$

$\Delta N'$ lässt sich bestimmen aus der Fläche F_{ik} , die zwischen der A -Kurve und der Abszissenachse liegt. In unserem Falle sind die folgenden Maßstäbe gewählt worden:

Ordinaten η oder ξ : 1 mm = 0,2
 Abzissen s : 1 mm = 100 m

Drückt man die Fläche F_{ik} in mm^2 aus, so wird:

$$\Delta N'_{(\text{in mm})} = 20\,000 \text{ arc } 1'' \cdot F_{ik} = 0,09696_{27} \cdot F_{ik}.$$

Zur Bestimmung von F_{ik} wurde die Fläche zwischen Kurve und Abszissenachse in Streifen von 2 mm Breite zerlegt und deren mittlere Höhe mit der Lupe abgelesen. Die Streifen am Anfang und am Ende eines Flächenstückes weichen im allgemeinen von der Normalbreite 2 mm ab; ihre Höhen sind mit den ihnen zukommenden Gewichten in die Summe eingeführt worden. Die Tabellen 10^a und 10^b geben ausser den $\Delta N'$ die unter der Annahme abgeleiteten N' , dass im westlichsten Punkt des Parallelkreisprofils und im nördlichsten Punkt des Meridianprofils zwischen Ellipsoid und Geoid kein Höhenunterschied bestehe.

3. Der Einfluss E der Lotkrümmung.

Soll die Krümmung der Lotlinie berücksichtigt werden, so muss an N' eine Verbesserung angebracht werden. Helmert hat sie mit E bezeichnet. Die Erhebung N des Geoides über das Referenzellipsoid beträgt dann:

$$N = N' - E$$

Die Korrektur E wurde abgeleitet mit Hilfe der Beziehung:

$$g_0 E_A^c = \int_A^c (g - g_0) \cdot dz + [H \cdot (g_0 - \bar{G})]_A^c$$

Die theoretischen Grundlagen sind in Band 20 auf den Seiten 2—7 gegeben.

Die Auswertung des Integrales erfordert die Kenntnis der Schwerebeschleunigung g an der Erdoberfläche längs des Profils. Zur numerischen Berechnung kann das Integral umgewandelt werden in die Summe:

$$\int_A^c (g - g_0) \cdot dz = \sum_A^c (\bar{g} - g_0) \cdot (z_k - z_i)$$

wenn gesetzt wird

$$\bar{g} = \frac{g_i' + g_k'}{2} - \Delta \bar{g}'' ,$$

worin

$$g' = (g + \Delta g'')$$

und

$$\Delta \bar{g}'' = \frac{\sum_{v=1}^n \Delta g_v'' \cdot \Delta z_v}{z_k - z_i}$$

In diesen Gleichungen bedeuten:

g = Interpolierter Wert der Schwerebeschleunigung an der Erdoberfläche.

g_0 = Willkürlich gewählter, konstanter Wert der Schwerebeschleunigung.

$\Delta g''$ = Topographische Korrektur.

$\Delta g_v''$ = Mittel der topographischen Korrektur im einzelnen Teilintervall.

n = Anzahl dieser Teilintervalle zwischen zwei Punkten i und k .

Δz_v = Summationsintervall.

$\Delta \bar{g}''$ = Mittelwert der topographischen Korrektur im Intervall zwischen den Punkten i und k .

Die Entwicklung, die zu dieser Auswertung des Integrales führt, findet man in dem eben genannten Band 20 auf den Seiten 19—21.

Die numerischen Werte der Grössen g , $\Delta g''$, $\Delta \bar{g}''$ und $\sum_A^C (\bar{g} - g_0)(z_k - z_i)$ sind in den Tabellen 11^a und 11^b für alle Beobachtungs- und Zwischenpunkte der beiden Profile angegeben. In der Tabelle 11^b fehlen von drei Intervallen die Zahlenwerte des $\Delta \bar{g}''$. Das rührt daher, dass in diesen speziellen Fällen die Meereshöhen des Anfangs- und des Endpunktes der Intervalle gleich sind. Dann besteht die Beziehung

$$(\bar{g} - g_0)(z_k - z_i) = - \sum_{v=1}^n \Delta g_v'' \cdot \Delta z_v,$$

was den Rechnungsgang wesentlich abkürzt.

Die Berechnung des Ausdruckes $H \cdot (g_0 - \bar{G})$ verlangt die Bestimmung des durchschnittlichen Schwerewertes \bar{G} in der Lotlinie jedes Punktes, dessen Geoiderhebung abgeleitet werden soll. Wir verweisen wieder auf Band 20, wo auf den Seiten 22—32 die Ableitung des Schwerewertes \bar{G} eingehend dargelegt ist.

Weiter erfordert der Rechnungsgang zuverlässige Werte der Dichten $\bar{\theta}_0$ und $\bar{\theta}_n$. Mit $\bar{\theta}_0$ wird der durchschnittliche Dichtewert der ebenen Platte bezeichnet, welche die gleiche Anziehung auf den Stationspunkt an der Erdoberfläche ausübt, wie die wirklich vorhandenen Massen. Ganz entsprechend bezeichnet $\bar{\theta}_n$ die durchschnittliche Dichte der ebenen Platte, wenn es sich um deren Anziehung auf den im Meeresniveau gelegenen Punkt der Lotlinie handelt. An Hand geologischer Profile sind die Werte $\bar{\theta}_0$ und $\bar{\theta}_n$ aller Schwerestationen, die in der Nähe des untersuchten Stückes des Parallelkreises von Locarno und des Meridianes von Lugano liegen, abgeleitet worden. Die nachstehende Zusammenstellung gibt die $\bar{\theta}_0$ und $\bar{\theta}_n$, sowie die Mittelwerte

$$\bar{\theta} = \frac{\bar{\theta}_0 + \bar{\theta}_n}{2}.$$

Station	H	$\bar{\theta}_0$	$\bar{\theta}_n$	$\bar{\theta}$
Mendrisio	354 m	2,66	2,64	2,65
Lugano	275	2,53	2,52	2,52
Rivera	473	2,74	2,74	2,74
Al Maglio	821	2,80	2,80	2,80
Bellinzona	224	2,68	2,70	2,69
Locarno	197	2,76	2,82	2,79
Brissago	209	2,69	2,75	2,72
Spruga	1116	2,68	2,68	2,68

Daraus lassen sich die Dichtewerte der Stationen im Parallelkreis von Locarno und im Meridian von Lugano interpolieren.

Tabelle 11 a.

Parallellkreis von Locarno.

Nr.	H	Breite	Länge östl. Gr.	Mittlere Gesteins- dichte		g = 980 000+	Δg''	Δḡ''	ΔḠ'' + ΔḠ'	Σ _A ^C (ḡ-g ₀)(z _k -z _i)	[H(g ₀ -Ḡ)] ₁ ^C	E
				θ̄ ₀	θ̄							
	m					mgal	mgal	mgal	mgal	mgal. m	mgal. m	mm
1	1417	46° 10' 9	34 ^m 37 ^s	2,69	2,70	402,5	+ 27,6	+ 19,6	- 20,7	0	0	0
1 a	800	10,7	43	2,70	2,72	542,2	11,4	+ 13,1	+ 6,2	+ 78 976	- 109 496	- 31
2	359	10,6	49	2,71	2,73	625,7	15,9	+ 15,5	+ 22,4	+ 86 032	- 136 902	- 52
3	222	10,8	35 1	2,73	2,76	652,0	14,7	+ 19,4	+ 18,9	+ 80 689	- 137 128	- 58
3 a	450	10,8	4	2,74	2,77	599,9	20,0	+ 27,2	+ 17,6	+ 86 161	- 133 696	- 48
3 b	500	10,7	9	2,75	2,78	590,2	16,0	+ 15,5	+ 18,4	+ 85 461	- 128 196	- 44
4	247	10,6	16	2,76	2,79	638,8	15,1	+ 15,2	+ 19,0	+ 81 666	- 135 564	- 55
5	207	10,7	28	2,74	2,76	638,3	15,3	+ 16,9	+ 19,3	+ 80 106	- 133 390	- 54
6	223	10,5	40	2,72	2,74	625,0	17,4	+ 15,5	+ 22,0	+ 80 602	- 131 163	- 52
7	212	10,4	54	2,71	2,72	623,5	13,9	+ 16,2	+ 17,7	+ 80 338	- 130 632	- 51
B	307	11,5	36 6	2,68	2,69	590,2	16,5		+ 18,8	+ 80 908	- 125 003	- 45

Tabelle 11 b.

Meridian von Lugano.

Nr.	H	Breite	Länge östl. Gr.	Mittlere Gesteins- dichte		g = 980 000+	Δg''	Δḡ''	ΔḠ'' + ΔḠ'	Σ _A ^C (ḡ-g ₀)(z _k -z _i)	[H(g ₀ -Ḡ)] ₁ ^C	E
				θ̄ ₀	θ̄							
	m					mgal	mgal	mgal	mgal	mgal. m	mgal. m	mm
1	212	46° 10' 5	35 ^m 54 ^s	2,71	2,72	623,5	+ 13,9	+ 14,5	+ 17,7	0	0	0
2	513	8,9	55	2,72	2,72	563,1	15,3	+ 15,7	+ 16,5	- 2 107	+ 14 657	+ 13
2 a	1000	7,4	54	2,75	2,75	474,2	12,0	+ 10,9	- 4,6	- 42 528	+ 73 936	+ 32
3	740	7,0	54	2,76	2,76	528,8	9,9	+ 8,8	+ 14,1	- 17 048	+ 39 976	+ 23
3 a	850	6,5	53	2,74	2,74	506,8	9,1	-	+ 11,3	- 26 068	+ 57 786	+ 32
3 b	850	6,0	53	2,72	2,72	508,3	7,6	+ 8,3	+ 11,6	- 26 248	+ 56 936	+ 31
4	666	5,3	53	2,70	2,70	541,3	9,8	+ 7,6	+ 19,0	- 12 448	+ 32 576	+ 20
5	541	3,9	53	2,65	2,65	566,7	4,9	+ 5,3	+ 8,0	- 6 698	+ 12 969	+ 6
6	402	2,1	53	2,59	2,58	590,3	6,5	+ 6,3	+ 6,4	- 3 779	+ 2 318	- 1
7	273	0,4	52	2,53	2,52	616,6	5,5	-	+ 7,2	- 4 166	- 1 708	- 6
8	273	45 57,8	53	2,57	2,56	607,2	8,8	-	+ 12,0	- 4 468	+ 1 295	- 3
9	273	56,2	53	2,60	2,59	606,1	7,1	+ 5,0	+ 10,0	- 4 607	+ 1 568	- 3
10	296	54,5	53	2,63	2,62	594,5	10,2	+ 8,8	+ 15,3	- 4 515	+ 5 048	+ 1
11	395	52,4	52	2,66	2,65	578,0	2,5	+ 6,9	+ 3,0	- 6 099	+ 7 911	+ 2
12	386	50,8	51	2,68	2,67	577,3	1,0		+ 0,9	- 5 847	+ 8 252	+ 2

Die Tabellen 11^a und 11^b enthalten die $\bar{\theta}_0$ und $\bar{\theta}$ aller Beobachtungs- und Zwischenpunkte der beiden Profile. Ferner findet man darin die Summen ($\Delta\bar{G}'' + \Delta\check{G}$). Im Durchschnittswert $\Delta\bar{G}''$ der topographischen Korrektur längs der Lotlinie sind die Massen bis zur Entfernung von 42 km von der Station berücksichtigt. Der Einfluss der Massen zwischen 42 bis 188 km Entfernung ist im Korrektionsglied $\Delta\check{G}$ enthalten. Beide Korrekturen wurden auf gleiche Weise gerechnet, wie in Band 20 dargelegt ist. Weiter enthalten die Tabellen den Ausdruck $[H \cdot (g_0 - \bar{G})]_A^c$ und endlich die gesuchten Grössen E in Millimetern.

In Tabelle 11^a findet man in der letzten Zeile die Angaben für Bellinzona, Punkt erster Ordnung des schweizerischen Längennetzes. Sie ermöglichen mit geringem Arbeitsaufwand die Geoiderhebung von Bellinzona abzuleiten, sobald dort ausser der Ost-West-Komponente auch die Meridian-Komponente der Lotabweichung bekannt sein wird.

Die Geoiderhebungen $N = N' - E$ sind in der letzten Kolonne der Tabellen 10^a und 10^b aufgeführt.

4. Die Genauigkeit der berechneten Geoiderhebungen.

Um die Genauigkeit der Geoiderhebungen im Parallelkreis von Locarno und im Meridian von Lugano mit den Ergebnissen der astronomischen Nivellements im Meridian des St. Gotthard und im Parallelkreis von Zürich vergleichen zu können, schätzen wir die mittleren Fehler in gleicher Weise ab, wie es in Band 20 auf den Seiten 36—42 und in Band 23 auf den Seiten 46—54 geschehen ist. Der Ausdruck, dessen mittlerer Fehler bestimmt werden soll, lautet:

$$N = \sum_A^c \Delta N' - \sum_A^c \frac{\bar{g} - g_0}{g_0} (z_k - z_i) - \left[H \cdot \frac{g_0 - \bar{G}}{g_0} \right]_A^c$$

In den folgenden Abschnitten wird zuerst ein Durchschnittswert der mittleren Fehler der einzelnen Glieder und daraus der mittlere Fehler der Geoiderhebungen N abgeleitet.

a) *Der mittlere Fehler m_1 von $\sum \Delta N'$.*

Zur Bestimmung von m_1 treffen wir die folgenden vereinfachenden Annahmen:

Im Ausdruck $\Delta N' = \text{arc } 1'' \int_i^k \Delta ds$ kann ein Mittelwert $\bar{\Delta}$ vor das Integral gesetzt werden.

In allen Intervallen wird als mittlerer Fehler von $\bar{\Delta}$ ein Mittelwert $m_{\bar{\Delta}}$ angenommen, sowie der Abstand der beiden Endpunkte i und k gleich einem Mittelwert Δs gesetzt.

Nach diesen Vereinfachungen ergibt sich als mittlerer Fehler eines Einzelwertes $\Delta N'$

$$m_{\Delta N'} = \pm \text{arc } 1'' \cdot \Delta s \cdot m_{\bar{\Delta}}$$

und als mittlerer Fehler des Endpunktes des n -ten Intervalles:

$$m_1 = \pm m_{\Delta N'} \cdot \sqrt{n}.$$

Das Profil im Parallelkreis von Locarno zählt 7 Beobachtungs- und 3 Zwischenpunkte; seine Länge beträgt 25 km. Daraus ergibt sich als Mittelwert eines Intervalles

$$\Delta s = 2,8 \text{ km.}$$

Der entsprechende Mittelwert im Meridianprofil durch Lugano mit einer Gesamtlänge von 36 km und mit 12 Beobachtungs- und 3 Zwischenpunkten beläuft sich auf

$$\Delta s = 2,6 \text{ km.}$$

Im Meridianprofil des St. Gotthard misst ein Intervall durchschnittlich 1,7 km. Berücksichtigt man den weit ruhigeren Verlauf des Profiles der Erdoberfläche in den beiden südtessinischen Profilen so ist hier ein grösseres Δs durchaus gerechtfertigt. Ferner sind in den beiden Profilen die mittleren Fehler $m_{\bar{A}}$ von \bar{A} abzuschätzen; es wurde bereits darauf hingewiesen, dass \bar{A} einen Mittelwert der Lotabweichungskomponente in einem bestimmten Intervall mit den Endpunkten i und k bedeutet. Wir rechnen zuerst einen Durchschnittswert μ_{beob} der beobachteten Lotabweichungskomponenten und hernach einen Durchschnittswert μ_{interpol} der interpolierten Lotabweichungskomponenten auf den Zwischenpunkten.

1. Der mittlere Fehler μ_{beob} der beobachteten Lotabweichungskomponenten.

Die Ost-Westkomponente η geht hervor aus der Beziehung

$$\eta = (\lambda - L) \cos \varphi.$$

Der Fehler der geodätischen Länge L kann vernachlässigt werden. In diesem Falle ist der Fehler von η gleich dem Fehler der beobachteten Längendifferenz λ , multipliziert mit dem Cosinus der Breite des Parallelkreises von Locarno $\varphi = 46^\circ 10'7$. Auf der Station Aula sind an drei, auf der Station Giubiasco an einem und auf den übrigen Stationen an zwei Abenden Längendifferenz-Bestimmungen ausgeführt worden. Im Durchschnitt beträgt der mittlere Fehler des auf einer Station beobachteten η :

$$\mu_{\eta \text{ beob}} = \pm 0''16.$$

Der mittlere Fehler einer beobachteten Lotabweichungskomponente $\xi = \varphi - B$ ist gleich dem mittleren Fehler der astronomischen Breite φ , da der Fehler der geodätischen Breite vernachlässigt werden kann. Auf 11 Stationen im Meridian von Lugano ist nur an einem Abend beobachtet worden; auf einer Station musste infolge Bewölkung das gewohnte Programm auf zwei Abende verteilt werden. Als Durchschnittswert des mittleren Fehlers eines beobachteten φ wurde gefunden:

$$\mu_{\xi \text{ beob}} = \pm 0''18.$$

2. Der mittlere Fehler μ_{interp} der Zwischenpunkte.

Die interpolierten A der Zwischenpunkte sind hervorgegangen aus der Beziehung:

$$A (\text{ZP}_{\text{interpol}}) = A (\text{ZP}_{\text{berechn}}) + \{ A_{\text{beob}} - A_{\text{berechn}} \}_{\text{interpoliert}}.$$

Früher ausgeführte Untersuchungen haben für Punkte des Profiles im Meridian des St. Gotthard, die im Hügel- und Voralpengebiet liegen, $\mu_{\text{berechn}} = \pm 0''05$ ergeben. Die Unsicherheit, die von der Annahme eines konstanten Wertes der Gesteinsdichte herrührt, lässt sich mitberücksichtigen indem man setzt

$$\mu_{\text{berechn}} = \pm 0''12.$$

Der mittlere Fehler der Differenz $\{ A_{\text{beob}} - A_{\text{berechn}} \}$ beträgt demnach:

im Parallelkreis von Locarno $\pm \sqrt{0''16^2 + 0''12^2}$

im Meridian von Lugano $\pm \sqrt{0''18^2 + 0''12^2}$

Die Kurven der $\{ A_{\text{beob}} - A_{\text{berechn}} \}$ verlaufen regelmässig, sodass der Fehler der Interpolation dieser Differenz mit $\pm 0''20$ genügend hoch bemessen ist. Man erhält dann als mittleren Fehler von $\{ A_{\text{beob}} - A_{\text{berechn}} \}$ interpoliert

im Parallelkreis von Locarno $\pm \sqrt{0''16^2 + 0''12^2 + 0''20^2}$

im Meridian von Lugano $\pm \sqrt{0''18^2 + 0''12^2 + 0''20^2}$

Weiter kommt noch der mittlere Fehler $\pm 0''12$ eines A_{berechn} dazu, sodass sich als mittlerer Fehler des interpolierten A eines Zwischenpunktes ergibt:

im Parallelkreis von Locarno $\mu_{\text{interp}} = \pm \sqrt{0''16^2 + 2 \cdot 0''12^2 + 0''20^2} = \pm 0''31$

im Meridian von Lugano $\mu_{\text{interp}} = \pm \sqrt{0''18^2 + 2 \cdot 0''12^2 + 0''20^2} = \pm 0''32$

Wie schon weiter oben erwähnt ist, zählt das Profil im Parallelkreis von Locarno 7 Beobachtungs- und 3 Zwischenpunkte, dasjenige im Meridian von Lugano 12 Beobachtungs- und 3 Zwischenpunkte. Dementsprechend ergibt sich als mittlerer Fehler einer Ordinate der Lotabweichungskurve

im Parallelkreis von Locarno $\pm \sqrt{\frac{7 \cdot 0''16^2 + 3 \cdot 0''31^2}{10}} = \pm 0''22$

im Meridian von Lugano $\pm \sqrt{\frac{12 \cdot 0''18^2 + 3 \cdot 0''32^2}{15}} = \pm 0''22$

Nun bleiben noch die Abweichungen der aufgezeichneten Kurven von den fehlerlosen Kurven zu berücksichtigen. Wir tun es, indem wir setzen:

$$m_x = \pm 0''22 \sqrt{2} = \pm 0''31.$$

Mit diesem Wert findet man einen mittleren Fehler der — ohne Berücksichtigung der Krümmung der Lotlinien abgeleiteten — Geoiderhebung N' des Endpunktes des n -ten Intervalles von

$m_1 = m_{AN'} \cdot \sqrt{n} = \pm 0,42 \sqrt{n}$ cm im Parallelkreis von Locarno,

$m_1 = m_{AN'} \cdot \sqrt{n} = \pm 0,39 \sqrt{n}$ cm im Meridian von Lugano

b) Der mittlere Fehler m_2 von $\sum_A^c \frac{\bar{g} - g_0}{g_0} (z_k - z_i)$.

Der mittlere Fehler m_2 am Ende des n -ten Intervalles geht hervor aus dem Ausdruck:

$$(1) \quad g_0^2 m_2^2 = \frac{m'^2}{4} \left\{ \Delta z_1^2 + \sum_1^{n-1} (\Delta z_i + \Delta z_{i+1})^2 + \Delta z_n^2 \right\} + m''^2 \sum_1^n \Delta z_i^2.$$

Die auf der rechten Seite auftretenden Grössen haben die folgende Bedeutung:

m' der mittlere Fehler von $g' = g_{\text{interpol}} + \Delta g''$ und

μ' der mittlere Fehler von g_{interpol} ,

μ'' der mittlere Fehler von $\Delta g''$,

m'' der mittlere Fehler von $\Delta \bar{g}''$,

Δz_i der Höhenunterschied zwischen Anfangs- und Endpunkt im Profilintervall i .

An Stelle des Index k wurde der Index $i + 1$ eingeführt. Der Wert \bar{g} ist definiert durch die Beziehung

$$\bar{g} = \frac{g'_i + g'_{i+1}}{2} - \Delta \bar{g}''_{i, i+1}.$$

In Band 20 ist auf Seite 39 der oben stehende Ausdruck (1) vereinfacht worden. Zu diesem Zwecke wurde der Durchschnittswert von $(\Delta z_i + \Delta z_{i+1})^2$ mit $\Delta z'^2$ und der Durchschnittswert von Δz_i^2 mit $\Delta z''^2$ bezeichnet. Nimmt man an, es dürfe

$$\Delta z''^2 = \frac{1}{2} \Delta z'^2$$

gesetzt werden, so erhält man den Ausdruck

$$(2) \quad g_0^2 m_2^2 = \left(\frac{m'^2}{2} + m''^2 \right) \frac{\Delta z'^2}{2} \cdot n.$$

Aus der nachstehenden kleinen Zusammenstellung ist ersichtlich, wie weitgehend die Annahme $\Delta z''^2 = \frac{1}{2} \Delta z'^2$ in den bis anhin untersuchten Geoidprofilen zutrifft.

Durchschnittswert	Parallelkreis von Zürich	Meridian des St. Gotthard	Parallelkreis von Locarno	Meridian von Lugano
$\frac{1}{2} \Delta z'^2$	$2,48 \cdot 10^8 \text{ cm}^2$	$14,46 \cdot 10^8 \text{ cm}^2$	$10,42 \cdot 10^8 \text{ cm}^2$	$3,92 \cdot 10^8 \text{ cm}^2$
$\Delta z''^2$	2,53	14,17	7,94	3,60

In den beiden grossen Profilen im Parallelkreis von Zürich und im Meridian des St. Gotthard ist die Annäherung weitgehend erfüllt. Bedeutend weniger ist das im Parallelkreis von Locarno der Fall. Dieses Profil eignet sich schlecht zur Bildung von Mittelwerten, weil am Anfang verhältnismässig grosse und nachher — in der Magadinoebene — nur mehr kleine Höhenunterschiede Δz auftreten. Das gleiche, aber bedeutend weniger ausgeprägt, gilt auch für das Profil im Meridian von Lugano.

Es werden nun die mittleren Fehler m' und m'' abgeschätzt.

Den mittleren Fehler μ' eines interpolierten g -Wertes setzen wir

$$\mu' = \pm 1,5 \sqrt{2} \text{ mgal.}$$

Diesem Betrag liegt die Annahme zu Grunde, dass zum Fehler $\pm 1,5 \text{ mgal}$ eines beobachteten g -Wertes ein gleich grosser, von der Interpolation herrührender Fehler hinzukomme.

Die topographische Korrektur $\Delta g''$ beläuft sich im Durchschnitt im Parallel von Locarno auf 16,7 mgal, im Meridian von Lugano auf 8,3 mgal. Der Fehlerbeitrag infolge Unsicherheit der Gesteinsdichte kann auf $\pm 0,1$ mgal veranschlagt werden, der Fehlerbeitrag wegen Unsicherheit der mittleren Höhen auf $\pm 0,2$ mgal. Aufrundend setzen wir als Resultante dieser beiden Fehlerquellen:

$$\mu'' = \pm 0,3 \text{ mgal.}$$

Dann wird

$$m'^2 = 2 \cdot 1,5^2 + 0,3^2 = 4,6 \text{ (mgal)}^2.$$

Die durchschnittliche Abweichung der gezeichneten Kurve der $\Delta g''$ vom wahren Verlauf nehmen wir an zu $\pm 1,5$ mgal und setzen dementsprechend

$$m''^2 = 2,25 \text{ (mgal)}^2.$$

Ferner betrage $g_0 = 981 \cdot 10^3$ mgal.

Durch einsetzen in die Näherungsformel (2) erhalten wir:

$$(3) \quad \begin{array}{ll} m_2 = 0,070 \cdot \sqrt{n} \text{ cm} & \text{im Parallelkreis von Locarno und} \\ m_2 = 0,043 \cdot \sqrt{n} \text{ cm} & \text{im Meridian von Lugano.} \end{array}$$

Da die Annahme $\Delta z''^2 = \frac{1}{2} \Delta z'^2$ insbesondere im Parallelkreis von Locarno nicht gut erfüllt ist, wurden für alle Beobachtungspunkte der beiden Profile die m_2 sowohl nach der strengen Beziehung (1) als auch nach der Annäherung (3) gerechnet. Die gefundenen Beträge des mittleren Fehlers m_2 am Ende des n -ten Intervalles sind nachstehend zusammengestellt:

Mittlerer Fehler m_2 im									
Parallelkreis von Locarno					Meridian von Lugano				
Station		n	Strenge Rechnung nach (1)	Näherung nach (3)	Station		n	Strenge Rechnung nach (1)	Näherung nach (3)
Nr.	Name				Nr.	Name			
			cm	cm				cm	cm
1	Aula	0	$\pm 0,00$	$\pm 0,00$	1	Giubiasco	0	$\pm 0,00$	$\pm 0,00$
2	Intragna	2	0,18	0,10	2	S. Antonino	1	0,07	0,04
3	Losone	3	0,19	0,12	3	Medeglia	3	0,14	0,07
4	Minusio	6	0,20	0,17	4	Lelegio	6	0,14	0,11
5	Gordola	7	0,20	0,19	5	Lugaggia	7	0,15	0,11
6	Cugnasco	8	0,20	0,20	6	Canobbio	8	0,15	0,12
7	Giubiasco	9	0,20	0,21	7	Cassarate	9	0,16	0,13
					8	Punta di Bissone	10	0,16	0,14
					9	Maroggia	11	0,16	0,14
					10	Riva S. Vitale	12	0,16	0,15
					11	Rancate	13	0,16	0,15
					12	Brusata	14	0,16	0,16

Am Anfang der beiden Profile, wo bedeutend grössere Höhendifferenzen auftreten als in deren weiterem Verlauf, weichen die Ergebnisse der beiden Berechnungsarten stark voneinander ab; gegen das Ende der Profile sind die Unterschiede nur noch gering.

c) Der mittlere Fehler m_3 von $\left[H \cdot \frac{g_0 - \bar{G}}{g_0} \right]_A^c$.

Die Meereshöhe H kann als fehlerlos angenommen werden. Um den Fehler $m_{\bar{G}}$ des Durchschnittswertes \bar{G} längs der Lotlinie bestimmen zu können, gehen wir auf den Ausdruck für \bar{G} zurück:

$$\bar{G} = g + \Delta g_{H^2} - \Delta g'_H \left(1 - \frac{H}{2\bar{a}} \right) + \Delta g'' - \Delta \bar{G}'' - \Delta \check{G}.$$

Die Abschätzung der einzelnen Summanden ergibt:

1. Der mittlere Fehler m' von g .

In gleicher Weise wie in Abschnitt *b* setzen wir den mittleren Fehler m' eines interpolierten Wertes der Schwere g :

$$m' = \pm 1,5 \cdot \sqrt{2} \text{ mgal.}$$

2. Der mittlere Fehler von Δg_{H^2} .

Er erreicht nur Bruchteile eines mgal und kann deshalb vernachlässigt werden.

3. Der mittlere Fehler m'' von $\Delta g'_H \left(1 - \frac{H}{2\bar{a}} \right)$.

Es genügt, sich auf den mittleren Fehler von $\Delta g'_H$ zu beschränken. Setzt man die Gesteinsdichte gleich 2,70 und führt man H in km ein, so erhält man aus dem in Band 20, auf Seite 23 gegebenen Ausdruck für $\Delta g'_H$:

$$\Delta g'_H = 113 \cdot H \text{ mgal.}$$

Schätzt man die Unsicherheit der Gesteinsdichte auf rund 1 %, so wird

$$m'' = \pm 1,13 \cdot H \text{ mgal (H in km),}$$

4. Der mittlere Fehler m''' von $(\Delta g'' - \Delta \bar{G}'')$.

Im Parallelkreis von Locarno erreicht diese Differenz nur einmal den Wert 50 mgal; auf allen übrigen Punkten bleibt sie kleiner als 10 mgal; ihr mittlerer Absolutwert beträgt 11 mgal. Einem Fehler von 1 % in der Gesteinsdichte entspricht ein maximaler Fehler der Differenz $(\Delta g'' - \Delta \bar{G}'')$ von $\pm 0,5$ mgal und ein Fehler des Mittelwertes von $\pm 0,1$ mgal. Im Hinblick darauf, dass der Absolutwert der Differenz nur wegen der Station Aula den verhältnismässig grossen Wert von 11 mgal annimmt, setzen wir durchschnittlich

$$m''' = \pm 0,2 \text{ mgal, (Parallelkreis von Locarno)}$$

was reichlich bemessen ist.

Im Meridian von Lugano übersteigt die Differenz $(\Delta g'' - \Delta \bar{G}'')$ nur einmal den Wert 10 mgal; sie weist einen mittleren Absolutwert von 3,5 mgal auf, Nimmt man wieder einen Fehler von 1 % der Gesteinsdichte an, so ergibt sich ein Fehler des Mittelwertes von $(\Delta g'' - \Delta \bar{G}'')$ im Betrage von $\pm 0,04$ mgal und ein kaum unterschätzter Durchschnittswert von

$$m''' = \pm 0,1 \text{ mgal. (Meridian von Lugano)}$$

5. Der Fehler von $\Delta \check{G}$.

Der Durchschnittswert des Gliedes $\Delta \check{G}$ beläuft sich in beiden Profilen auf +0,6 mgal. Der Maximalwert, im Betrage von +1,9 mgal, tritt im Parallelkreis von Locarno auf. Der Fehler von $\Delta \check{G}$ ist vernachlässigbar.

Das Zusammenwirken der drei Fehler m' , m'' und m''' ergibt den mittleren Fehler $m_{\bar{G}}$ von \bar{G} .

$$m_{\bar{G}} = \sqrt{4,54 + (1,13 H)^2} \text{ mgal } (H \text{ in km}) \text{ im Meridian von Lugano.}$$

$$m_{\bar{G}} = \sqrt{4,51 + (1,13 H)^2} \text{ mgal } (H \text{ in km}) \text{ im Parallelkreis von Locarno,}$$

Weiter sind die Fehler

$$m_C = \pm H_C \frac{m_{\bar{G}}}{g_0} \text{ und } m_A = \pm H_A \frac{m_{\bar{G}}}{g_0}$$

zu bilden. Setzt man vereinfachend $H_C = H$ und $g_0 = 981 \cdot 10^3$ mgal, so wird:

$$m_C = \sqrt{0,115^2 \{ 3,56 + H^2 \} H^2} \text{ cm} \quad \text{im Parallelkreis von Locarno,}$$

$$m_C = \sqrt{0,115^2 \{ 3,53 + H^2 \} H^2} \text{ cm} \quad \text{im Meridian von Lugano.}$$

Die Höhen H_A der Ausgangspunkte betragen:

Aula 1,42 km ü. M.,

Giubiasco 0,21 km ü. M.

Diese Werte eingesetzt geben:

$$m_A = \pm 0,39 \text{ cm} \quad \text{im Parallelkreis von Locarno,}$$

$$m_A = \pm 0,05 \text{ cm} \quad \text{im Meridian von Lugano.}$$

Nun ist:

$$m_3 = \sqrt{m_A^2 + m_C^2}$$

und nach Einführung der Werte von m_A und m_C in diesen Ausdruck

$$m_3 = \sqrt{0,39^2 + 0,115^2 \{ 3,56 + H^2 \} H^2} \text{ cm} \quad \text{im Parallelkreis von Locarno,}$$

$$m_3 = \sqrt{0,05^2 + 0,115^2 \{ 3,53 + H^2 \} H^2} \text{ cm} \quad \text{im Meridian von Lugano.}$$

d) *Der mittlere Fehler der Geoiderhebung N.*

Der mittlere Fehler der Geoiderhebung N im Endpunkt des Intervalles mit der Ordnungsnummer n ist:

$$m_N = \sqrt{m_1^2 + m_2^2 + m_3^2}.$$

Werden die in den vorigen Abschnitten abgeleiteten m_1 , m_2 und m_3 eingesetzt, und begnügt man sich dabei mit dem Näherungsausdruck (3) für m_2 , so findet man:

$$m_N^2 = 0,18 n + 0,15 + \{ 3,56 + H^2 \} (0,115 H)^2 \text{ cm}^2$$

im Parallelkreis von Locarno und

$$m_N^2 = 0,15 n + \{ 3,53 + H^2 \} (0,115 H)^2 \text{ cm}^2$$

im Meridian von Lugano.

H ist in km ausgedrückt einzuführen. Die mittleren Fehler der Geoiderhebungen, die sich für die Beobachtungspunkte ergeben, sind in der nachstehenden Uebersicht in der mit m_{NP} überschriebenen Kolonne zusammengestellt. Das im Index beigefügte P soll darauf hinweisen, dass vom Anfangspunkt des betreffenden kurzen Profiles ausgegangen wurde.

Wie in Band 22 dargelegt ist, wurde dem Schnittpunkt der Profile im Parallelkreis von Zürich und im Meridian des St. Gotthard die Geoiderhebung Null gegeben. Der im Meridian des St. Gotthard liegenden Station Aula muss in diesem Falle ein mittlerer Fehler von $\pm 2,9$ cm zugesprochen werden. Fügt man die mittleren Fehler m_{NP} der hier behandelten Profile hinzu, so findet man die mittleren Fehler m_N der abgeleiteten Geoiderhebungen N , bezogen auf Schwerzenbach; sie sind in der letzten Kolonne aufgeführt.

Es zeigt sich, dass neben dem Glied $0,18n$ oder $0,15n$ die andern Glieder recht klein bleiben. Das heisst mit anderen Worten, neben dem Einfluss der Unsicherheit der Lotabweichungen kann der Fehler, womit die Korrektur E behaftet ist, vernachlässigt werden. Dementsprechend erhält man die gleichen Beträge m_N , wenn der Fehler m_2 streng nach dem Ausdruck (1) oder genähert mit (3) (Abschnitt *b*) gerechnet wird.

Parallel von Locarno					Meridian von Lugano						
Station		H	n	m_{NP}	m_N	Station		H	n	m_{NP}	m_N
Nr.	Name	in km				Nr.	Name	in km			
				cm	cm					cm	cm
1	Aula	1,42	—	—	$\pm 2,9$	1	Giubiasco	0,21	—	—	$\pm 3,2$
2	Intragna	0,36	2	$\pm 0,7$	3,0	2	S. Antonino	0,51	1	$\pm 0,4$	3,2
3	Losone	0,22	3	0,8	3,0	3	Medeglia	0,74	3	0,7	3,3
4	Minusio	0,25	6	1,1	3,1	4	Lelgio	0,67	6	1,0	3,3
5	Gordola	0,21	7	1,2	3,1	5	Lugaggia	0,54	7	1,0	3,4
6	Cugnasco	0,22	8	1,3	3,2	6	Canobbio	0,40	8	1,1	3,4
7	Giubiasco	0,21	9	1,3	3,2	7	Cassarate	0,27	9	1,2	3,4
						8	Punta di Bissone	0,27	10	1,2	3,4
						9	Maroggia	0,27	11	1,3	3,4
						10	Riva S. Vitale	0,30	12	1,3	3,5
						11	Rancate	0,40	13	1,4	3,5
						12	Brusata	0,39	14	1,4	3,5

In dem gewählten System, — mit dem Schnittpunkt des Parallelkreises von Zürich und des Meridianes des St. Gotthard als Ausgangspunkt, — weist die Geoiderhebung des westlichsten Punktes des Parallelkreisprofils durch Zürich einen mittleren Fehler $\pm 3,0$ cm, das N des südlichsten Punktes des Profils im Meridian des St. Gotthard einen mittleren Fehler $\pm 3,1$ cm auf. Man kann also sagen, die grössten mittleren Fehler der Geoiderhebungen, die in den beiden langen Profilen vorkommen, sowie die m_N der Punkte der beiden kurzen, im Tessin gelegenen Profile, belaufen sich auf $\pm 3,0$ cm bis $\pm 3,5$ cm.

5. Schlussbemerkungen.

Auf allen Stationen des Parallelkreises von Locarno zeigt die im ersten Vertikal gelegene Lotabweichungskomponente η eine östliche Ablenkung des Zenites an. Die gefundenen η sind nicht besonders gross; sie entsprechen durchaus den Geländeformen. Das grösste beobachtete η weist die Station Intragna auf; es beträgt $16''5$.

Im Gegensatz dazu übersteigen die Meridiankomponenten ξ der im Meridian von Lugano gelegenen Stationen das gewohnte Mass. Südlich der Station Lelgio, von wo an das

Geländeprofil sehr ruhig verläuft, bleibt nur auf Punta di Bissone — mit einer Ablenkung des Zenites um $19\frac{5}{8}$ nach Süden — das ξ unter dem Betrag von $20''$. Durchschnittlich ergeben die ξ der neun auf der Strecke Lelgio-Brusata gelegenen Beobachtungspunkte eine Meridiankomponente von $-22\frac{8}{8}$, wobei das negative Zeichen südliche Ablenkung des Zenites bedeutet. In der Schweiz sind bisher nirgends so grosse, nicht von extremen Geländeformen herrührende Lotabweichungen gefunden worden.

Im sehr bewegten Meridianprofil des St. Gotthard tritt ein einziges ξ auf, das grösser als $20''$ ist; es betrifft den Punkt Bärenross, auf halber Höhe zwischen Stoos und Frohnalp, hart an einem Felsabsturz und nachfolgendem Steilhang gelegen, mit einem ξ von $+20\frac{8}{8}$. Die Absolutwerte der ξ der übrigen Beobachtungsstationen überschreiten nur zweimal den Betrag von $15''$, beide male um weniger als $0\frac{1}{1}$.

Es folgen nun einige zusammenfassende Ausführungen über die Kurven der Differenzen „beobachtete minus berechnete Lotabweichungskomponenten“. Wir haben diese Unterschiede „reduzierte Lotabweichungskomponenten“ genannt. Sie sind schon weiter oben, im Abschnitt 1, Die Geoidprofile ohne Berücksichtigung der Lotkrümmung, a) Interpolation der Lotabweichungskomponenten der Zwischenpunkte, erwähnt worden. Ganz entsprechend wie auf der Tafelbeilage zu Band 22 findet man auch auf der Beilage des vorliegenden Bandes die Profile der reduzierten Lotabweichungskomponenten rot eingetragen.

Im Parallelkreis von Locarno fällt die Kurve der reduzierten Lotabweichungskomponenten η'' in einem flachen Bogen vom Ausgangspunkt Aula mit einem $\eta'' = -2\frac{3}{3}$ bis zur Station Minusio mit $\eta'' = -9\frac{2}{2}$. Die η'' des zweiten Teiles des Profiles nehmen gleichmässig zu bis zum Wert $\eta'' = -4\frac{2}{2}$ der Station Giubiasco. Anfangs- und Endordinate sind also nur wenig voneinander verschieden. Die Kurve lässt sich glatt und mühelos ziehen; sie eignet sich gut zur Interpolation der η der Zwischenpunkte.

Ganz anders als in allen bis anhin in der Schweiz untersuchten Profilen, verhält sich die Kurve der reduzierten Lotabweichungskomponenten ξ'' im Meridian von Lugano. Ihrer Ableitung entsprechend sollte sie näherungsweise achsenparallel verlaufen. Das tut sie durchaus nicht. Die beiden ersten Punkte, mit den Koordinaten $-2\frac{3}{3}$ und $-1\frac{6}{6}$, liegen noch in der Nähe der Achse. Hierauf fällt die Kurve nahezu geradlinig bis auf $-13\frac{3}{3}$ in Lugano. Von dort sinkt sie weniger steil und in leichten Wellen weiterhin gleichmässig bis auf $-17\frac{3}{3}$ am Südende des Profiles.

Auch im Meridianprofil des St. Gotthard fällt die Kurve der ξ'' am südlichen Ende unvermittelt ab. Darüber wird in Band 20 auf Seite 47 gesagt, die Änderung könne auf Störungsmassen, die nördlich des letzten Punktes, Ghiridone, und nahe der Erdoberfläche gelagert seien, zurückgeführt werden. Im Meridian von Lugano lassen sich weder die aussergewöhnlich grossen beobachteten Lotabweichungskomponenten ξ noch der Verlauf der reduzierten Werte ξ'' durch solch örtliche Störungsmassen erklären.

Es ist gegeben, das ξ'' des südlichen Endpunktes des Profiles im Meridian des St. Gotthard zu vergleichen mit dem ξ'' der in gleicher geographischer Breite liegenden Station im Meridian von Lugano. Man hat:

Profil im Meridian	Station Name und Nummer	Breite	ξ''
des St. Gotthard von Lugano	Ghiridone (Nr. 54)	46° 7,5	— 4,4
	Medeglia (Nr. 3)	46 7,0	— 4,7

Die Übereinstimmung der ξ'' lässt vermuten, dass bei einer Verlängerung des Profiles im Meridian des St. Gotthard nach Süden die Kurve der reduzierten Lotabweichungskomponente ξ'' weiterhin fallen würde.

Der Einfluss der Krümmung der Lotlinien auf die Geoiderhebungen wird durch Anbringen der Korrektur E berücksichtigt. Sie erreicht in Intragna, der zweiten Station des Profiles im Parallelkreis von Locarno, den Betrag von rund -5 cm; von dort bis zur Endstation Giubiasco schwankt sie nur noch zwischen -4 cm und -6 cm. Im Meridian von Lugano steigt die Korrektur E , ausgehend vom Werte Null des nördlichsten Punktes, rasch auf $+3$ cm an und nimmt dann ebenso rasch wieder ab; in der südlichen Hälfte des Profiles weist sie Absolutwerte von höchstens 6 mm auf. Die Korrektur bleibt also sehr klein. Im Gegensatz dazu summiert sich im Meridian des St. Gotthard, wo das Profil der Erdoberfläche Höhen bis zu 3000 Meter über Meer erreicht, die Korrektur E im Gotthardmassiv bis auf Beträge von 40 cm.

Die Geoidprofile findet man ebenfalls in der Tafelbeilage graphisch dargestellt. Ihre Ordinaten beziehen sich auf den Ausgangswert $N = 0$ in Schwerzenbach, dem Schnittpunkt der Profile im Meridian des St. Gotthard und im Parallelkreis von Zürich. Die Geoiderhebung der Station Aula, dem Anfangspunkt des Profiles im Parallelkreis von Locarno, ist in Band 22, Seite 47, zu $+884$ mm gegeben. Vom Punkt Aula nach Osten nimmt die Geoiderhebung gleichmässig ab; sie erreicht unmittelbar nach der Station Minusio den Wert Null. Weiter sinkend fällt das Geoid bis Giubiasco auf 307 mm unter das Ellipsoid. Eine Abnahme von rund 1,2 Meter auf einer Strecke von 25 km bedeutet nichts Auffallendes; im Meridianprofil des St. Gotthard verringert sich die Geoiderhebung in den ersten, im Flachland verlaufenden 25 km um rund 1,5 Meter.

Ungewöhnliche Änderungen der Geoiderhebungen treten hingegen im Meridianprofil von Lugano auf. Vom Anfangspunkt Giubiasco bis zur 2,5 km nördlich von Tesserete gelegenen Station Lelgio sinkt das Geoid in schwach angedeuteten Wellen von -307 mm bis -759 mm. Weiter nach Süden, auf der 27 km langen Strecke von Lelgio bis zum Endpunkt Brusata, wächst der Abstand N mit grosser Annäherung geradlinig bis zu einem Betrag von -3714 mm. Der Höhenverlust des Geoides beträgt demnach in diesem Teil des Meridianprofils durchschnittlich ein Meter auf eine Strecke von rund 9 km.

Auf den 54 Beobachtungsstationen des 186 km langen Profiles im Meridian des St. Gotthard und auf den 32 Punkten des Profiles im Parallelkreis von Zürich mit einer Länge von 210 km bleiben die Abweichungen des Geoides vom Ellipsoid innerhalb des Bereiches von $+2328$ mm und -307 mm. Die im Südtessin auftretenden negativen Werte fallen vollstän-

dig aus dem Rahmen. An dieser Stelle des Südabfalles der Alpen, mit ihren Besonderheiten im Bau der Erdrinde, ist also — ausser den bekannten Anomalien der Schwere und der magnetischen Kräfte — eine wesentliche Unstetigkeit im Verlauf des Geoides vorhanden.

Zusammenfassung.

a) *Astronomische Messungen.*

Die Ost-West-Komponenten der Lotabweichungen sind mit Hilfe von Längenbestimmungen abgeleitet worden. Auf allen Stationen des Profiles im Parallelkreis von Locarno wurden Meridiandurchgänge beobachtet.

Die Polhöhen der Stationen im Meridian von Lugano gingen aus Beobachtungen mit einem Jobin'schen Prismen-Astrolab hervor.

b) *Geodätische Grundlagen.*

Als Bezugsfläche dient das Schweizerische Referenzellipsoid. Seine Dimensionen sind gleich denen des Besselschen Ellipsoides:

$$\text{Grosse Halbachse: } a = 6\,377\,397 \text{ m}$$

$$\text{Abplattung: } \alpha = \frac{1}{299,153}$$

(Rosenmund, Projektionssystem der schweizerischen Landesvermessung, Seiten 61—62).

Die Koordinaten der Beobachtungspunkte liegen vor in winkeltreuer, schiefachsiger Zylinderprojektion. Nullpunkt des Koordinatensystems ist die alte Sternwarte Bern; seine geographischen Koordinaten betragen:

$$\text{Polhöhe: } \varphi_a = \varphi_g = 46^\circ 57' 7'' 89 \quad (\text{Band 23, S. 107})$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Länge: } \lambda_a = \lambda_g = 7^\circ 26' 22'' 50 \\ \quad \quad \quad = 29^m 45^s 500 \end{array} \right\} \text{östlich Greenwich (Band 23, S. 75)}$$

c) *Bisherige Ergebnisse.*

Die beiden astronomischen Nivellements im Meridian des St. Gotthard und im Parallelkreis von Zürich haben gezeigt, dass das schweizerische Referenzellipsoid sich sehr gut dem Geoid anschmiegt. Wird angenommen, im Schnittpunkt der zwei grossen Profile fallen Geoid und Referenzellipsoid zusammen, so bleiben auf den Beobachtungsstationen die Höhenunterschiede zwischen den beiden Flächen innerhalb eines Bereiches von + 233 cm bis — 31 cm.

d) *Ergebnis der kurzen astronomischen Nivellements im Südtessin.*

Im Parallelkreis von Locarno fällt das Geoid von der Ausgangshöhe + 88 cm des westlichsten Punktes bis auf — 31 cm im östlichen Ende. Diese Senkung entspricht der Geländeform. Eine ganz aussergewöhnliche Abnahme der Geoiderhebung zeigt sich hingegen im südlichen Teil des Profiles im Meridian von Lugano. Obwohl das Profil der Erdoberfläche sehr ruhig verläuft, nimmt von der Station Lelgio, mit der geographischen Breite $46^\circ 5'$, bis zum Endpunkt des Profiles, mit der geographischen Breite $45^\circ 51'$, die Geoiderhebung ab von — 76 cm bis — 371 cm. Dadurch wird erwiesen, dass der Verlauf des Geoides gegenüber dem Ellipsoid hier eine wesentliche Aenderung erfährt.

Berichtigungen.

Band XIX.

- Seite 29, Titel der 3. Kolonne lies „Beobachtungsart“ statt „Beobachtungsort“.
Seite 60, Zeile 11 von oben lies „ $\log \gamma$ “ statt „ γ “.
Seite 156, Zeile 8 von unten lies „ $\Delta x' = 6000 \text{ m}$; $\Delta y' = 1000 \text{ m}$ “
statt „ $\Delta y' = 6000 \text{ m}$; $\Delta x' = 1000 \text{ m}$ “.

Band XX.

- Seite 3, Zeile 10 von unten zweites Glied rechts lies „ $Q_2' Q_2''$ “ statt „ $Q Q_2''$ “.

Band XXI.

- Seite 239, Zeile 16 von unten, Kolonne 4, lies „ $3^m 40^s 224$ “ statt „ $3^m 40^s 212$ “.
Kolonne 5, lies „ 236 “ statt „ 224 “.
Seite 239, Zeile 15 von unten, Kolonne 4, lies „ $13^m 15^s 990$ “ statt „ $13^m 15^s 978$ “.
Kolonne 5, lies „ 978 “ statt „ 966 “.
Seite 243, Zeile 12 von unten lies „Winkelmaß“ statt „Bogenmaß“.
Seite 244, Zeile 6 von unten lies „ $37^m 52^s 522$ “ statt „ $37^m 52^s 510$ “.

Band XXII.

- Seite 18, Zeile 11 von oben lies „ $\delta = 45^\circ$ “ statt „ $\varphi = 45^\circ$ “.
Seite 19, Zeile 6 von oben lies „ $\mp 0^s 0142 \text{ sec } \delta$ “ statt „ $\mp 0^s 0142$ “.
Seite 22, Zeile 2 von unten lies „ $20^h 56^m 13^s$ “ statt „ $20^h 56^m 25^s$ “.
Seite 23, Zeile 6 von oben lies „ $-11,850$ “ statt „ $11,850$ “.

Band XXIII.

- Seite 47, Zeile 13, von oben lies „Nullpunkt Gurten“ statt „Neupunkt Gurten“.
Seite 61. In der untersten Tabelle sind die m. F. der beiden Beobachter für den Steinpfeiler zu vertauschen.
Seite 86, letzte Zeile in der Tabelle, Kolonne 3, lies „ 75 ± 4 “ statt „ 74 ± 5 “.

Adressen

der Mitglieder der Schweizerischen Geodätischen Kommission

Präsident: Professor Dr. Ing. h. e. C. F. BÄSCHLIN, Altdirektor des Geodätischen Institutes an der Eidgen. Techn. Hochschule, Zollikon bei Zürich.

Vizepräsident und 2. Sekretär: M. le professeur G. TIERCY, directeur de l'Observatoire, Genève.

1. Sekretär: Professor Dr. M. SCHUERER, Direktor des Astronomischen Institutes der Universität Bern.

Kassier: M. de RÆMY, suppléant du directeur du Service topographique fédéral, Wabern près Berne.

M. le professeur W. K. BACHMANN, Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne.

Professor Dr. F. GASSMANN, Direktor des Geophysikalischen Institutes an der Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich.

M. le professeur ED. GUYOT, directeur de l'Observatoire, Neuchâtel.

Professor F. KOBOLD, Direktor des Geodätischen Institutes an der Eidgen. Techn. Hochschule in Zürich.

Professor Dr. M. WALDMEIER, Direktor der Eidgen. Sternwarte in Zürich.

Dienstliche Postsendungen sind erbeten an den Präsidenten oder an die Sekretäre.

Zusendungen von Veröffentlichungen an die Adresse:

Schweizerische Geodätische Kommission, p. Adr. Eidgenössische Landestopographie,
Wabern/Bern.

Pour les correspondances officielles, adresser au président ou aux secrétaires.

Pour les envois de publications:

Commission géodésique suisse, p. adr. Service topographique fédérale, Wabern/Bern.



Bisherige Publikationen der Schweizerischen Geodätischen Kommission (zu beziehen durch den Kartenverlag der Eidgenössischen Landestopographie in Wabern/Bern):

Wolf, Dr. Rud., Geschichte der Vermessungen in der Schweiz, als historische Einleitung zu den Arbeiten der Schweiz. geodätischen Kommission bearbeitet. Mit einem Titelbilde. Zürich 1879, in 4^o. Fr. 10.—.

Das schweizerische Dreiecknetz, herausgegeben von der Schweiz. geodätischen Kommission:

- I. Band. Die Winkelmessungen und Stationsausgleichungen. Zürich 1881, in 4^o. Fr. 10.—.
- II. Band. Die Netzausgleichung und die Anschlussnetze der Sternwarten und astronomischen Punkte. Zürich 1885, in 4^o. Fr. 10.—.
- III^{me} Vol. La mensuration des bases. Lausanne 1888, in 4^o. Fr. 10.— (vergriffen).
- IV. Band. Die Anschlussnetze der Grundlinien. Zürich 1889, in 4^o. Fr. 10.—.
- V. Band. Astronomische Beobachtungen im Tessiner Basisnetze, auf Gäbris und Simplon; definitive Dreieckseitenlängen; geographische Koordinaten. Mit einer Karte. Zürich 1890, in 4^o. Fr. 10.—. Als Separatabdruck aus Bd. V: Definitive Seitenlängen und geographische Koordinaten der Punkte des schweiz. Dreiecknetzes und der Anschlussnetze. Mit einer Karte. Zürich 1890, in 4^o. Fr. 2.—.
- VI. Band. Lotabweichungen in der Westschweiz. Mit einer Tafel. Zürich 1894, in 4^o. Fr. 10.—.
- VII. Band. Relative Schwerebestimmungen. I. Teil. Mit 3 Tafeln. Zürich 1897, in 4^o. Fr. 10.—.
- VIII. Band. Lotabweichungen in der mittleren und nördlichen Schweiz. Mit einer Tafel. Zürich 1898, in 4^o. Fr. 10.—.
- IX. Band. Polhöhen- und Azimutmessungen. Das Geoid der Schweiz. Mit vier Tafeln. Zürich 1901, in 4^o. Fr. 10.—.

Die Fortsetzung unter dem Titel: **Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz**.

- X. Band. Relative Lotabweichungen gegen Bern und telephonische Uhrvergleichen am Simplon. Mit zwei Karten und zwei Tafeln. Zürich 1907, in 4^o. Fr. 15.—.
- XI^{me} Vol. Mesure de la base géodésique du tunnel du Simplon. Avec 35 figures. Zurich 1908, in 4^o. Fr. 10.—.
- XII. Band. Schwerebestimmungen in den Jahren 1900—1907. — Das Nivellements-polygon am Simplon. Mit 13 Tafeln. Zürich 1910, in 4^o. Fr. 15.—.
- XIII. Band. Polhöhen- und Schwerebestimmungen bis zum Jahre 1910. Mit fünf Tafeln und einer Karte. Zürich 1911, in 4^o. Fr. 12.—.
- XIV. Band. Telegraphische Bestimmung der Längenunterschiede zwischen schweizerischen Sternwarten 1912—1914. Zürich 1915, in 4^o. Fr. 10.—.
- XV. Band. Schwerebestimmungen in den Jahren 1911—1914. Mit fünf Tafeln und einer Karte. Zürich 1916, in 4^o. Fr. 10.—.
- XVI. Band. Schwerebestimmungen in den Jahren 1915—1918. Mit einer Textfigur, acht Tafeln und einer Karte. Basel 1921, in 4^o. Fr. 9.—.
- XVII^{me} Vol. Déviations de la Verticale et Isostasie. Avec 3 figures et 2 planches. Bâle 1925, in 4^o. Fr. 8.—.
- XVIII. Band. Telegraphische Bestimmung der Längenunterschiede zwischen schweizerischen Stationen 1919—1923. Mit 6 Figuren und 1 Karte. Basel 1929, in 4^o. Fr. 10.—.
- XIX. Band. Das astronomische Nivellement im Meridian des St. Gotthard. I. Die beobachteten Lotabweichungen. Mit 8 Figuren und 1 Karte. Basel 1932, in 4^o. Fr. 10.—.
- XX. Band. Das astronomische Nivellement im Meridian des St. Gotthard. II. Die berechneten Geoid-erhebungen und der Verlauf des Geoidschnittes. Mit 2 Figuren, 1 Tafelbeilage und 28 Tafeln in besonderem Umschlag. Brugg 1939, in 4^o. Fr. 12.—.
- XXI. Band. Bestimmung von Längenunterschieden erster Ordnung mit drahtloser Uhrvergleichen in den Jahren 1924—1930. Mit 10 Abbildungen. Brugg 1936, in 4^o. Fr. 12.—.
- XXII. Band. I. Das Geoidprofil im Parallelkreis der Eidgenössischen Sternwarte zu Zürich. Mit 2 Abbildungen, 6 Tafeln, 1 Karte und 1 Beilage. II. Die Aufnahme rhythmischer Zeitzeichen mit Hilfe der Methode des Koinzidenzen-Bildes. Mit 2 Abbildungen. Brugg 1944, in 4^o. Fr. 12.—.
- XXIII. Band. I. Die Basis-Messung und das Basis-Anschlussnetz von Ostermundigen 1913. Mit 13 Abbildungen. II. Bestimmung der Längendifferenz zwischen dem Koordinaten-Nullpunkt der Schweizerischen Landesvermessung und dem Trigonometrischen Hauptpunkt „Gurten Ost (B)“. Mit 2 Abbildungen. III. Bestimmung der Polhöhe des Koordinaten-Nullpunktes der Schweizerischen Landesvermessung und des Trigonometrischen Hauptpunktes „Gurten Ost (B)“. Brugg 1945, in 4^o. Fr. 12.—.
- XXIV. Band. I. Neubestimmung der Lotabweichung auf dem Monte Generoso im Jahre 1939. Mit 3 Abbildungen. II. Die Geoidprofile im Parallelkreis von Locarno und im Meridian von Lugano, beobachtet in den Jahren 1939, 1947 und 1948. Mit 4 Abbildungen, 1 Karte und 1 Beilage. Brugg 1951, in 4^o. Fr. 15.—.

Nivellement und Schwere als Mittel zur Berechnung wahrer Meereshöhen. Von Th. Niethammer. Mit 6 Figuren und 25 Tafeln. Basel 1932, in 4^o. Fr. 8.—.

Die Reduktion und Ausgleichung des schweizerischen Landesnivellements. Von M. Schürer. Mit 1 Kartenbeilage. Basel 1944, in 4^o. Fr. 5.—.

Die sphärische Berechnung von Streckennetzen. Von C. F. Baeschlin. Neuchâtel 1951, in 8^o. Fr. 3.—.

Die Bestimmung der Lotabweichungskomponenten im Meridian des St. Gotthard aus Höhenwinkelmessungen. Von F. Kobold. Neuchâtel 1951, in 4^o. Fr. 5.—.