

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES
SCHWEIZ. NATURFORSCHENDE GESELLSCHAFT

PROCÈS-VERBAL

de la 111^e séance de la

**COMMISSION GÉODÉSIQUE
SUISSE**

tenue au Palais fédéral à Berne

le 19 juin 1965

avec des extraits des rapports sur l'activité de l'année 1964

PROTOKOLL

der 111. Sitzung der

**SCHWEIZ. GEODÄTISCHEN
KOMMISSION**

vom 19. Juni 1965

im Parlamentsgebäude in Bern

mit Auszügen aus den Berichten über die Tätigkeit im Jahre 1964

NEUCHÂTEL

IMPRIMERIE PAUL ATTINGER S. A.

1966

PROCÈS-VERBAL

de la 111^e séance de la

**COMMISSION GÉODÉSIQUE
SUISSE**

tenue au Palais fédéral à Berne

le 19 juin 1965

avec des extraits des rapports sur l'activité de l'année 1964

PROTOKOLL

der 111. Sitzung der

**SCHWEIZ. GEODÄTISCHEN
KOMMISSION**

vom 19. Juni 1965

im Parlamentsgebäude in Bern

mit Auszügen aus den Berichten über die Tätigkeit
im Jahre 1964

Adresses

des membres de la Commission géodésique suisse

Président : M. le professeur F. KOBOLD, directeur de l'Institut de géodésie et photogrammétrie de l'Ecole polytechnique fédérale, Zurich.

Vice-président : M. le professeur M. SCHÜRER, directeur de l'Institut astronomique de l'Université, Berne.

Secrétaire : M. le professeur R. CONZETT, Institut de géodésie et photogrammétrie de l'Ecole polytechnique fédérale, Zurich.

Trésorier : M. M. BONANOMI, Service topographique fédéral, Berne.

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

M. le professeur J.-P. BLASER, Institut de physique de l'Ecole polytechnique fédérale, Zurich.

M. le professeur J. BONANOMI, directeur de l'Observatoire cantonal de Neuchâtel.

M. le professeur F. GASSMANN, directeur de l'Institut géophysique de l'Ecole polytechnique fédérale, Zurich.

M. E. HUBER, directeur du Service topographique fédéral, Wabern.

M. le professeur H. KASPER, Institut de géodésie et photogrammétrie de l'Ecole polytechnique fédérale, Zurich.

M. M. DE RAEMY, ancien vice-directeur du Service topographique fédéral, Kapellenstrasse 22, Wabern.

M. le professeur M. WALDMEIER, directeur de l'Observatoire fédéral, Zurich.

La correspondance doit être adressée au président ou au secrétaire.

Les envois de publications sont à adresser à la Commission géodésique suisse, Ecole polytechnique fédérale, salle 15 c, 8006 Zurich.

111. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission am 19. Juni 1965 im Bundeshaus in Bern

Anwesend sind als Mitglieder der Kommission die Herren : F. Kobold, Präsident, W. K. Bachmann, J. P. Blaser, J. Bonanomi, M. Bonanomi, R. Conzett, F. Gassmann, E. Huber, H. Kasper, M. de Ræmy, M. Schürer, ferner als Mitarbeiter die Herren : W. Fischer, W. Keller, H. Müller, N. Wunderlin.

Entschuldigt hat sich Herr M. Waldmeier.

Der Präsident eröffnet die Sitzung um 9^h 20^m. Er begrüsst insbesondere die neuen Mitglieder J. Bonanomi, M. Bonanomi, R. Conzett und H. Kasper und stellt die anwesenden Mitarbeiter vor.

Die folgende *Traktandenliste* wird ohne Bemerkungen genehmigt :

1. Bericht des Präsidenten über die Tätigkeit der Kommission im allgemeinen.
2. Bericht des Vizepräsidenten über seine Teilnahme an den Symposien.
3. Im Jahre 1964 ausgeführte Arbeiten :
 - 3.1. Laplace-Punkte Hörnli und Niesen
Bericht von Herrn Wunderlin und Frau Bergt.
 - 3.2. Bestimmung von Breite und Länge im Berner Oberland. Bericht von Herrn Prof. Müller.
 - 3.3. Bestimmung der Breite und Länge im Oberwallis
Bericht von Herrn Schudel.
 - 3.4. Niveauuntersuchung und Untersuchung von kleinen Teilkreisfehlern
Berichte von Herrn Fischer und von Frau Bergt.

- 3.5. Provisorischer Kurzbericht von Herrn Wunderlin über Lotabweichungen im Berner Oberland.
- 3.6. Gravimetrische Messungen 1964
Bericht von Herrn Fischer.
- 3.7. Elektronische Distanzmessung im Netz 1. Ordnung
Bericht von Herrn Fischer.
4. Arbeitsprogramm 1965.
5. Rechnungsabnahme 1964.
6. Endgültiges Budget 1965.
7. Voranschlag 1966.
8. Wahl des Präsidenten, Vizepräsidenten, Sekretärs und Quästors.
9. Verschiedenes.

1. Bericht des Präsidenten über die Tätigkeit der Kommission im allgemeinen

Die Zusammensetzung der Kommission hat sich im Jahre 1964 gegenüber dem Vorjahr nicht verändert.

Die Arbeiten der Kommission wurden im Berichtsjahr zur Hauptsache von zwei Adjunkten des Institutes für Geodäsie und Photogrammetrie an der ETH, den Herren Dipl. Ing. W. Fischer und Dipl. Ing. N. Wunderlin durchgeführt. Sie wurden unterstützt von Frau Dipl. Ing. H. Bergt, die bei der Kommission angestellt war, sowie von dem seit Jahrzehnten bei der Kommission als Techniker tätigen Herrn A. Berchtold. Bei den Feld- und Berechnungsarbeiten wirkten zudem die Herren Prof. Dr. H. Müller, die Dipl. Ing. W. Keller, H. Schudel, F. Klingenberg und F. Knoll mit, alles Mitarbeiter am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie an der ETH. Zu den gelegentlichen Mitarbeitern der Geodätischen Kommission im Jahre 1964 zählten ferner die Herren Prof. F. Chaperon, Technikum Luzern, Dr.-Ing. N. Danial aus Kairo und Dipl. Phys. G. Berset, Assistent am Institut für Geophysik der ETH.

Frau Bergt ist auf 31. Dezember 1964 als Mitarbeiterin der Kommission ausgeschieden. Ihre Mitarbeit wird verdankt.

Die im Jahr 1964 ausgeführten Arbeiten entsprechen dem von der Kommission beschlossenen Arbeitsprogramm. Sie umfassen:

- Schweremessungen im Netz 1. Ordnung: Nachmessungen im Brünig-Gebiet.
- Schweizerisches und Europäisches Triangulationsnetz: Laplace-Punkte Hörnli und Niesen, elektronische Entfernungsmessungen mit Tellurometer und Distomat.
- Geoidbestimmung: astronomische Ergänzungsmessungen im Berner Oberland und Oberwallis.

Im allgemeinen herrschten günstige Wetterbedingungen, sodass die Feldarbeiten rasch abgeschlossen werden konnten.

Die Schweiz. Geodätische Kommission war im Jahre 1964 an folgenden internationalen Veranstaltungen vertreten:

- an der Europäischen Triangulations-Konferenz in Stockholm durch den Präsidenten und Herrn M. Bonanomi;
- an einer Sitzung der Europäischen Triangulationskommission durch den Präsidenten;
- an der Hundertjahrfeier der Italienischen Geodätischen Kommission durch den Präsidenten;
- an den Satelliten-Symposien von Athen und Paris, sowie an Symposien über mathematische Geodäsie in Dresden und Prag durch den Vizepräsidenten.

Als Publikation der Kommission ist 1964 erschienen:

- Procès-verbal de la 110^e séance de la Commission géodésique suisse, tenue au Palais fédéral à Berne le 25 avril 1964.

2. Bericht des Vizepräsidenten über seine Teilnahme an den Symposien

Herr Schürer gibt zusammenfassend seine allgemeinen Eindrücke von den Tagungen in Dresden und Prag: Die schweizerische Mitarbeit im Rahmen der internationalen Zusammenarbeit wird geschätzt und es fällt deshalb auf, dass im Verhältnis zu anderen Delegationen die Schweiz an solchen

Tagungen zahlenmässig sehr schwach, meist nur durch einen Delegierten, vertreten ist.

Das Symposium von Paris war der Satellitengeodäsie gewidmet und bezweckte eine erste Kontaktnahme unter den europäischen Interessenten. Im Zusammenhang mit dem Aufbau des europäischen Beobachtungsnetzes stellt sich die Frage der Beteiligung der Schweiz am vorgesehenen Beobachtungsprogramm. Von Interesse wäre dabei der Nachweis der Geoiderhebungen über unseren Alpen.

Am 2. internationalen Symposium über Satellitengeodäsie in Athen wurde eine Europäische Kommission für Satelliten-Geodäsie gebildet, die zur Internationalen Assoziation für Geodäsie gehört. Im Jahre 1965 soll die Organisation aufgebaut und mit Versuchsmessungen begonnen werden.

Zur Diskussion stehen die dynamische und die geometrische Methode.

Für die Schweiz kommt wegen des notwendigen Aufwandes an Personal und Material nur eine Mitarbeit bei der Anwendung der geometrischen Methode in Frage.

Dabei dürften die seit 100 Jahren in der Schweiz durchgeführten umfangreichen Studien im Ausland auf noch grössere Anerkennung stossen, wenn als Synthese aus allen bisherigen Arbeiten, welche die Kleinformen des Geoides zeigen, der Zusammenhang mit den grossen Formen hergestellt würde.

Herr Schürer wäre bereit, eine Beobachtungsstation in Zimmerwald, der Aussenstation der Sternwarte Bern, einzurichten. Es steht dort ein Astrograph mit einem Schmidt-Spiegel zur Verfügung. Zwei Ballistische Kammern BC4 der Firma Wild und ein Auswertegerät dazu könnten von der KTA Thun zur Verfügung gestellt werden, da sie nur wenige Tage im Jahr verwendet werden. Die Kosten dürfte der Schweiz. Nationalfonds übernehmen, sodass für die geodätische Kommission keine Belastung entstände.

Der Präsident verdankt die Berichterstattung. Die angeregte Synthese aller Arbeiten zum Geoidproblem ist im langfristigen Arbeitsprogramm vorgesehen. Die Einrichtung einer

Satelliten-Station in Zimmerwald entspricht den Wünschen der Kommission. Die Schweiz dürfte in der Lage sein, gute Beobachtungen zu liefern, da wir über einen guten Zeitdienst und Beobachtungsinstrumente von anerkannter Qualität besitzen.

3. Tätigkeitsberichte

3.1. *Auszug aus dem Bericht von H. Bergt und N. Wunderlin über:*

Astronomische Beobachtungen 1964 auf den Laplace-Punkten Niesen und Hörnli

3.11. *Feldarbeiten*

Die Schweizerische Geodätische Kommission beschloss an ihrer 110. Sitzung vom 25. April 1964, auf dem Laplace-Punkt Hörnli die im Herbst 1963 wegen des schlechten Wetters nicht mehr zustandekommenen Längenbeobachtungen nachholen zu lassen und anlässlich dieser Längenbestimmungen neben dem 1963 beobachteten Azimut nach Säntis zusätzlich auch noch dasjenige nach Lägern bestimmen zu lassen. Ausserdem sollten weitere Breitenbestimmungen vorgenommen werden. Ferner wurden die Längen- und Azimutbestimmungen auf dem Laplace-Punkt Niesen in das Arbeitsprogramm für das Jahr 1964 aufgenommen. Die Beobachtungen sollten nach den in den vorangehenden Jahren angewandten Methoden und durch zwei verschiedene Beobachter erfolgen.

Die Längen waren aus Beobachtungen von Meridiandurchgangszeiten von etwa 12 Sternen mit Zenitdistanzen $< 20^\circ$, die den « Apparent Places of Fundamental Stars » zu entnehmen waren, abzuleiten. Jeder der beiden Beobachter hatte zu Beginn 3-4 Abende auf der Referenzstation Sternwarte Zürich, dann 3-4 Abende auf den Feldstationen und am Schluss nochmals 3-4 Abende auf der Referenzstation zu beobachten, wobei aber, um die gesamte Dauer der Beobachtungen nicht allzusehr zu verlängern, die Abende beider Beobachter zusammenfallen durften.

Die Azimute sollten nach der Polarismethode beobachtet werden: Messung des Winkels zwischen Signal und Polarstern in beiden Fernrohrlagen mit je einmaliger Anzielung von terrestrischem Objekt und Stern. Nach je zwei solcher Winkelmessungen war der Horizontalkreis um 30° , das Ablesemikrometer um $10''$ zu verstellen. Eine vollständige Serie enthielt also $\frac{180}{30} = 6$ solcher Kreisstände, d. h.

12 Winkelmessungen. Für jedes Azimut waren etwa 8 solcher Serien vorgesehen, möglichst gleichmässig auf Tag- und Nachtbeobachtungen verteilt, aber ohne Wechsel der Beobachter. — Auf der Station Niesen wurde als Zielpunkt Gurten gewählt, da die Bedienung der Leuchtstation auf diesem Punkt am einfachsten schien.

Die Breite auf der Station Hörnli sollte an einigen wenigen Abenden aus Messung von Meridianzenitdistanzen von ca. 8 Sternpaaren bestimmt werden, da die Beobachtungen von 1963 etwas grosse mittlere Fehler aufwiesen. Für Niesen waren keine Breitenbeobachtungen vorgesehen, da auf dieser Station 1953 anlässlich von Lotabweichungsbestimmungen die Breite mit guter Genauigkeit bestimmt worden war.

Auf allen drei Stationen Zürich, Hörnli und Niesen wurde mit dem gleichen Instrumentarium gearbeitet, das 1963 auf der Station Säntis verwendet worden war und das im Wesentlichen aus folgendem bestand:

- Universalinstrument Wild T4 Nr. 86968 (auf dem Hörnli für die Azimutbeobachtungen auf Stativ).
- Zeitregistriereinrichtung mit Tonband für Auswertung auf einem Druckchronographen (vgl. Procès-Verbal de la 108^e séance de la Commission géodésique suisse 1962).
- Langwellenempfänger Ebauches für die Aufnahme der Zeitzeichen HBB.
- Quarzchronometer Nardin-Ebauches.
- Deckchronometer Nardin 13 710 (Sternzeit) als Hilfsuhr bei den Längen- und Breitenbestimmungen und als Beobachtungsuhr bei den Azimutbeobachtungen.

Den Zeitdienst besorgten wieder die Sternwarte Neuenburg und « Radio Schweiz AG », indem die Zeitsignale des Observatoire cantonal de Neuchâtel jeden Abend nach Münchenbuchsee gegeben wurden, von wo sie durch Radio Schweiz auf telefonische Bestellung an den Beobachtungsabenden ausgestrahlt wurden.

Bei den Längenbestimmungen wirkten als Beobachter die Ingenieure Frau H. Bergt und N. Wunderlin; die Azimute beobachtete N. Wunderlin. — Die Auswertungen und Berechnungen wurden zur Hauptsache von Frau H. Bergt unter Mitwirkung von Dr. N. Danial und N. Wunderlin besorgt.

Die Referenzbeobachtungen für die Längenbestimmungen fanden wie 1963 auf dem sog. T4-Pfeiler der Eidgenössischen Sternwarte Zürich statt dessen Länge 1963 aus der Länge des Meridiankreises Kern ($-34^m 12^s 286$) abgeleitet worden war zu

$$\lambda_{T4} = -34^m 12^s 313$$

Auf dem Hörnli fanden die Längen- und Breitenbeobachtungen auf dem 1963 errichteten Pfeiler statt, um den wegen seiner nicht einwandfreien Stabilität für die Beobachter wieder ein Holzpodest als Standfläche errichtet werden musste. Da der Standort des Pfeilers für die Beobachtung des Azimutes nach Säntis gewählt worden war und die Visur nach Lägern ungünstig verlief, musste das Azimut nach Lägern exzentrisch auf Stativ beobachtet werden.

Die Koordinaten der verschiedenen Punkte im Projektionssystem der Landesvermessung sind:

		y	x
Hörnli	Zentrum	+ 113 528,96	+ 47 763,24
	Pfeiler 1963	+ 113 536,04	+ 47 759,61
	Stativ T4 1964	+ 113 537,06	+ 47 763,65

Auf dem Niesen wurde über der « Weststation » ein Betonpfeiler von 50 cm Durchmesser errichtet, dessen Koordinaten von der Eidgenössischen Landestopographie bestimmt wurden zu

	y	x	H
Niesen Pfeiler 1964	+ 16 359,53	— 33 862,57	2363,28 OK

Die Leuchtstation auf Lägern befand sich zentrisch auf dem Pfeiler 1888. Auf dem Gurten stand das Leuchtgerät auf dem sog. « Astronomischen Pfeiler 1945 » beim Punkt « Gurten Ost ».

3.12. Längenbestimmungen

Die Beobachtungen erfolgten nach dem Verfahren von 1963, das im Procès-Verbal der 110. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission vom 25. April 1964 beschrieben ist.

Die Durchgangszeiten U sind durch Bilden der Summen der Zeiten von je zwei symmetrischen Mikrometerkontakten ermittelt worden. Damit erhält man « doppelte Durchgangszeiten », deren halbiertes Gesamtmittel die Durchgangszeit U des Sternes ergibt. Zur Berechnung wurden sämtliche ausgedruckten Zahlenpaare der gemessenen Mikrometerrevolutionen benützt.

Zur Bestimmung der Nachführungsgenauigkeit sind die mittleren Fehler des Mittels aus zwei symmetrischen Kontaktabmessungen in Funktion der Deklination ihres zugehörigen Sternes aufgetragen worden. Die Konstanten a und b der Funktion

$$m^2 = a^2 + b^2 \sec^2 \delta$$

wurden empirisch so bestimmt, dass die Kurve sich dem Punkthaufen möglichst gut anpasste. Für die beiden Beobachter ergaben sich die folgenden Werte

Wu: $a = 0,022$ $b = 0,033$
 Be: $a = 0,030$ $b = 0,050$

Zum Vergleich seien die Konstanten a und b angegeben, die sich aus den Beobachtungen des Jahres 1963 errechneten

Wu: $a = 0,048$ $b = 0,035$
 Fi: $a = 0,037$ $b = 0,032$

Das Niveau wurde für jeden Stern vor dem Durchgang kurz vor dem Beginn des Nachfahrens und nach dem Durchgang kurz nach dem Ende des Nachfahrens abgelesen. Bei Sternen mit grosser Deklination wurden noch Niveauablesungen unmittelbar vor und nach dem Umlegen ausgeführt.

Das Niveau war stets so aufgehängt, dass der Nullpunkt sich auf der Okularseite befand. Die Ablesungen der Blasenmitten mit Okular im Osten sind mit M_E und die mit Okular im Westen mit M_W bezeichnet worden. Die Differenz $d = M_E - M_W$ multipliziert mit dem halben Parswert ergibt die mittlere Neigung b der Horizontalachse mit dem Vorzeichen, mit dem der Einfluss der Neigung in der Mayer'schen Formel berücksichtigt werden muss. Der Parswert wurde in der Grösse von $p = 1''17$ eingeführt, wie er sich bei Niveauprüfungen vor den Beobachtungen im Frühjahr und Sommer und nach den Beobachtungen im Herbst 1964 ergeben hatte.

Die abendlichen Neigungen sind alle in Funktion der Zeit graphisch aufgetragen worden. Die von verschiedenen Beobachtern mit verschiedenen Instrumenten festgestellte Tatsache, dass die Grösse der Neigung von der Stellung des Okulars vor Messbeginn abhängig ist (Neigungsbestimmungen bei Beobachtungsbeginn mit Okular im W sind durchwegs grösser als die bei Beginn mit Okular im E), ist auch bei den Beobachtungen des Jahres 1964 in der Regel (ausser bei den Referenzbeobachtungen im Sommer auf der Sternwarte in Zürich) vorhanden.

Die Kontaktbreite und der tote Gang des astronomischen Theodoliten Wild T4 Nr. 86968 sind im Sommer 1964 bestimmt worden. Ihre Grössen ergaben sich zu

Kontaktbreite: 0,843 Trommelteile
 toter Gang: —0,001 Trommelteile

Der Revolutionswert R , der zur Umrechnung der Grösse Kontaktbreite + toter Gang von Trommelteilen in Zeitsekunden gebraucht wird, wurde aus den Auswertungen des Jahres 1963 übernommen. Er hat die Grösse

$$R = 10^5 2... / \text{Rev.}$$

Zusammengefasst mit der täglichen Aberration von $0^s021 \cos \varphi$ ergeben Kontaktbreite und toter Gang für Zürich, Hörnli, Niesen die gleiche Konstante.

$$c = \frac{1}{2} (\text{Kontaktbreite} + \text{toter Gang}) - 0^s021 \cos \varphi = + 0^s029$$

Die scheinbaren Rektaszensionen α_{app} wurden aus den « Apparent Places of Fundamental Stars 1964 » (Fk4) mit Hilfe der 1. und 2. Differenzen und unter Berücksichtigung der kurzperiodischen Nutationsglieder interpoliert.

Zur Ausgleichung der Abendwerte der Uhrkorrekturen $\Delta U_{beob.}$ und des Azimutes a der Horizontalachse wurde das im Procès-Verbal der 108. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission vom 5. Mai 1962 beschriebene Ausgleichsverfahren mit Einführung der Horizontalachsneigungen als Beobachtungen befolgt, wobei aber, im Gegensatz zur Auswertung der Beobachtungen des Jahres 1963, der Parswert des Niveaus nicht als Unbekannte sondern als Konstante ($1,17''/_{\text{pars}}$) betrachtet wurde. Die Resultate dieser Ausgleichungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse

Datum	Beobachter Bergt				Beobachter Wunderlin				
	$\Delta U_{beob.}$		a		$\Delta U_{beob.}$		a		
Sternwarte Zürich, Sommer 1964									
11.6.	34 ^m 12 ^s 060	$\pm 0^s014$	+ 4 ^s 371	$\pm 0^s058$	34 ^m 12 ^s 125	$\pm 0^s010$	+ 4 ^s 345	$\pm 0^s037$	
12.6.	12,055	$\pm 0,017$	+ 4,470	$\pm 0,068$		12,193	$\pm 0,010$	+ 4,288	$\pm 0,035$
17.6.	12,078	$\pm 0,014$	+ 4,408	$\pm 0,056$		12,213	$\pm 0,012$	+ 4,733	$\pm 0,030$
23.6.	12,116	$\pm 0,018$	+ 4,560	$\pm 0,075$					
Hörnli 1964									
2.7.	35 ^m 45 ^s 825	$\pm 0^s018$	— 0 ^s 252	$\pm 0^s070$	35 ^m 45 ^s 942	$\pm 0^s012$	— 0 ^s 138	$\pm 0^s036$	
3.7.	45,869	$\pm 0,016$	— 0,381	$\pm 0,063$	45,921	$\pm 0,011$	— 0,180	$\pm 0,030$	
6.7.	45,777	$\pm 0,015$	— 0,134	$\pm 0,062$	45,925	$\pm 0,011$	— 0,174	$\pm 0,032$	
8.7.	45,882	$\pm 0,008$	— 0,108	$\pm 0,034$					
16.7.					45,944	$\pm 0,010$	+ 0,078	$\pm 0,037$	
Niesen 1964									
20.8.	30 ^m 36 ^s 838	$\pm 0^s015$	— 0 ^s 263	$\pm 0^s056$	30 ^m 36 ^s 979	$\pm 0^s012$	— 0 ^s 260	$\pm 0^s035$	
25.8.	36,802	$\pm 0,015$	— 0,589	$\pm 0,052$	36,953	$\pm 0,010$	— 0,773	$\pm 0,026$	
26.8.	36,888	$\pm 0,024$	— 0,851	$\pm 0,075$	36,948	$\pm 0,009$	— 0,729	$\pm 0,028$	
27.8.	36,886	$\pm 0,013$	— 0,412	$\pm 0,054$	36,998	$\pm 0,009$	— 0,276	$\pm 0,029$	
2.9.					37,034	$\pm 0,007$	— 0,195	$\pm 0,020$	
Sternwarte Zürich, Herbst 1964									
29.9.	34 ^m 12 ^s 215	$\pm 0^s016$	+ 0 ^s 827	$\pm 0^s055$	34 ^m 12 ^s 277	$\pm 0^s008$	+ 0 ^s 795	$\pm 0^s026$	
6.10.	12,161	$\pm 0,016$	+ 0,853	$\pm 0,044$	12,254	$\pm 0,009$	+ 0,806	$\pm 0,024$	
28.10.	12,158	$\pm 0,012$	+ 0,855	$\pm 0,040$					
6.11.					12,245	$\pm 0,011$	+ 0,774	$\pm 0,038$	

Die Längen λ_H und λ_N von Hörnli und Niesen wurden aus einer vermittelnden Ausgleichung bestimmt, in welche die persönlichen Gleichungen der beiden Beobachter, λ_H und λ_N als Unbekannte und die korrigierten Uhrkorrekturen ΔU — alle mit dem Gewicht 1 — als Beobachtungen eingeführt wurden.

Die folgende Tabelle enthält eine Zusammenstellung der berechneten Uhrkorrekturen $\Delta U_{\text{beob.}}$, der Korrekturen $\Delta\lambda + \Delta T_s$ zur Umrechnung von TU_0 auf TU_2 und der Korrekturen D am Zeitzeichen HBB (Observatoire Neuchâtel, Bulletin Serie D) sowie der korrigierten ΔU . Die kleine Verzögerung von 0,001 bis 0,002 des Zeitzeichens HBB auf dem Weg von Neuchâtel nach Münchenbuchsee (Bulletin Serie A Neuchâtel) wurde nicht berücksichtigt, da sie konstant und in der persönlich-instrumentellen Konstanten enthalten ist.

Nr.	Datum	Beob.	$\Delta U_{\text{beob.}}$	$\Delta\lambda + \Delta T_s$	$- D$	ΔU
<i>Zürich</i>						
1	11.6.	Be	+ 34 ^m 12 ^s 060	+ 0 ^s 010	+ 0 ^s 075	+ 34 ^m 12 ^s 145
2	12.6.		055	+ 10	+ 76	141
3	17.6.		078	+ 9	+ 78	165
4	23.6.		116	+ 7	+ 82	205
5	29.9.		215	— 24	+ 42	233
6	6.10.		161	— 22	+ 48	187
7	28.10.		158	— 13	+ 68	213
8	12.6.	Wu	+ 34 ^m 12 ^s 125	+ 0 ^s 010	+ 0 ^s 076	+ 34 ^m 12 ^s 211
9	17.6.		193	+ 9	+ 78	280
10	23.6.		213	+ 7	+ 82	302
11	29.9.		277	— 24	+ 42	295
12	6.10.		254	— 22	+ 48	280
13	6.11.		245	— 8	+ 76	313
<i>Hörnli</i>						
14	2.7.	Be	+ 35 ^m 45 ^s 825	+ 0 ^s 003	+ 0 ^s 086	+ 35 ^m 45 ^s 914
15	3.7.		869	+ 3	+ 86	958
16	6.7.		777	+ 1	+ 88	866
17	8.7.		882	0	+ 89	971
18	2.7.	Wu	+ 35 ^m 45 ^s 942	+ 0 ^s 003	+ 0 ^s 086	+ 35 ^m 46 ^s 031
19	3.7.		921	+ 3	+ 86	010
20	6.7.		925	+ 1	+ 88	014
21	16.7.		944	— 4	+ 93	033
<i>Niesen</i>						
22	20.8.	Be	+ 30 ^m 36 ^s 838	— 0 ^s 021	+ 0 ^s 110	+ 30 ^m 36 ^s 927
23	25.8.		802	— 23	+ 112	891
24	26.8.		888	— 24	+ 112	976
25	27.8.		886	— 24	+ 113	975
26	20.8.	Wu	+ 30 ^m 36 ^s 979	— 0 ^s 021	+ 0 ^s 110	+ 30 ^m 37 ^s 068
27	25.8.		953	— 23	+ 112	042
28	26.8.		943	— 24	+ 112	031
29	27.8.		998	— 24	+ 113	087
30	2.9.		37,034	— 25	+ 017	026

Die Ausgleichung ergab die folgenden Resultate :

Persönliche Gleichung Bergt	— 0 ^s 131	± 0 ^s 011
Persönliche Gleichung Wunderlin	— 0,032	± 0,011
λ Hörnli	— 35 ^m 46,056	± 0,015
λ Niesen	— 30 ^m 37,079	± 0,015
Mittlerer Fehler der Gewichtseinheit	$m_e =$	± 0,034

(Gewichtseinheit : Abendwert ΔU der Uhrkorrektur)

3.13. Azimutbestimmungen

Die Berechnungen folgten dem üblichen Verfahren (siehe Bericht über die Bestimmung des Azimuts Rigi-Lägern im Oktober 1961).

Wie für die Längenbestimmungen wurde in die Auswertungen als Angabe des Horizontalachsenniveaus der Parswert $p = 1,17 = 0,078$ eingeführt.

Azimut Hörnli - Lägern.

Standpunkt : Hörnli_{Exz. Az.}
Zielpunkt : Lägern_{Zentrum}

Serie	Datum	MEZ	Beob.	n	m_e	Azimut
1	20. Juli	22 ¹⁵ - 23 ⁵⁵	Wu	12	± 1,73	286° 57' 15,92 ± 0,750
2	10. Sept.	19 ³⁰ - 21 ²⁰	Wu	12	± 0,68	13,94 ± 0,20
3	17. Sept.	19 ²⁵ - 20 ³⁵	Wu	6	± 0,87	13,17 ± 0,25
		21 ²⁰ - 22 ⁰⁰		6		
4	22. Sept.	19 ⁵⁵ - 21 ¹⁵	Wu	12	± 0,61	13,47 ± 0,18
5	23. Sept.	19 ³⁰ - 21 ⁰⁰	Wu	12	± 0,98	12,12 ± 0,28

Die Übereinstimmung der Ergebnisse der Messungsperiode vom 10. bis 23. September ist gut. Das Azimut vom 20. Juli stimmt schlecht mit den andern Serienmitteln überein und hat einen grossen mittleren Fehler. Dazu ist zu sagen, dass böige Winde die Messungen dieses Abends behinderten. Auch traten wahrscheinlich systematische Verfälschungen der Niveauablesungen wegen der Bewegungen der Beobachter um das nicht ganz stabile Stativ auf. Sie sind wahrscheinlich für die grosse Abweichung verantwortlich. Für das Gesamtmittel scheint es ungerechtfertigt, die Ergebnisse aller 5 Beobachtungsabende zu mitteln, da der Wert vom 20. Juli das Resultat verfälschen könnte. Zur Bildung des Gesamtmittels wurden daher für die Seriennittel Gewichte entsprechend ihren mittleren Fehlern eingeführt.

Wegen des grossen zeitlichen Abstandes der Beobachtungen wurden ausserdem vor der Mittelbildung die Reduktionen auf den « Mittleren Pol 1900-1905 » (s. u.) angebracht. Man erhält damit die folgende Tabelle :

Datum	m_e	Azimute (Pol 1900-1905)	p	v	p^v
20.7.	$\pm 1,73$	$286^\circ 57' 15,37 \pm 0,50$	0,34	$- 2,05$	$- 0,70$
10.9.	$\pm 0,68$	$13,66 \pm 0,20$	2,16	$- 0,34$	$- 0,73$
17.9.	$\pm 0,87$	$12,89 \pm 0,25$	1,32	$+ 0,43$	$+ 0,57$
22.9.	$\pm 0,61$	$13,19 \pm 0,18$	2,69	$+ 0,13$	$+ 0,35$
23.9.	$\pm 0,98$	$12,84 \pm 0,28$	1,04	$+ 0,48$	$+ 0,50$
		$286^\circ 57' 13,32 \pm 0,31$	$[p] 7,55$		$[p^v] - 0,01$ $[p^v v] 2,214$ $m = \pm 0,86$

Auf eine Untersuchung auf Teilkreisfehler wurde verzichtet, da die Abweichungen der einzelnen Kreisstände von den Serienmitteln keine Regelmässigkeit zeigen.

Azimut Niesen - Gurten.

Standpunkt : Niesen, Pfeiler 1964

Zielpunkt : Gurten « Ost », Pfeiler SGK

Datum	MEZ	Beob.	n	m_e	Azimut	m_s	v_s
24.8.	19h40m - 21h10m	Wu	12	$\pm 0,63$	$332^\circ 14' 05,75$	$\pm 0,18$	$+ 0,10$
25.8.	9 30 - 10 45	Wu	12	$\pm 0,54$	05,74	$\pm 0,16$	$+ 0,11$
26.8.	8 35 - 9 45	Wu	12	$\pm 1,12$	06,22	$\pm 0,32$	$- 0,37$
27.8.	14 30 - 15 45	Wu	12	$\pm 1,22$	06,72	$\pm 0,35$	$- 0,87$
27.8.	19 30 - 20 45	Wu	12	$\pm 0,52$	05,40	$\pm 0,15$	$+ 0,45$
28.8.	9 00 - 10 45	Wu	12	$\pm 0,16$	05,53	$\pm 0,34$	$+ 0,32$
1.9.	19 15 - 21 00	Wu	12	$\pm 0,54$	05,63	$\pm 0,16$	$+ 0,22$
1.9.	21 15 - 22 45	Wu	12	$\pm 0,80$	05,20	$\pm 0,26$	$+ 0,65$
2.9.	8 55 - 10 25	Wu	12	$\pm 1,18$	06,30	$\pm 0,34$	$- 0,45$
2.9.	19 30 - 21 20	Wu	16	$\pm 1,07$	05,99	$\pm 0,27$	$- 0,14$
Durchschnitt				$\pm 0,89$	$332^\circ 14' 05,85$ $\pm 0,15$	$\pm 0,25$	$[v] = + 0,02$

Wegen der geringen Streuung der mittleren Fehler m_s der Seriennittel wurde das Gesamtmittel als einfaches arithmetisches Mittel gebildet.

Die Polkoordinaten für Sommer und Herbst 1964 stehen vorläufig nur vom SIR (Service International Rapide des Longitudes) zur Verfügung. Sie beziehen sich auf den mittleren Pol der Epoche. Benötigt werden aber die Polkoordinaten vom IPMS (International Polar Movement Service), die sich auf den mittleren Pol₁₉₀₀₋₁₉₀₅ beziehen. Sie sind erst bis 1964.5 veröffentlicht. Die Extrapolation der Differenzen der Polkoordinaten vom SIR und SIL für das gewünschte Datum ergab Korrekturen, die zu provisorischen Koordinaten im System SIL führen.

$$x_{SIL (prov.)} = x_{SIR} + 0,0$$

$$y_{SIL (prov.)} = y_{SIR} + 0,2$$

	Hörnli - Lägern		Hörnli - Lägern		Niesen - Gurten	
Periode	1964,55	20. Juli	1964,71	18. Sept.	1964,66	29. Aug.
	x	y	x	y	x	y
SIR			$+ 0,25$	$- 0,05$	$+ 0,26$	$0,00$
Korr.			$+ 0,0$	$+ 0,2$	$0,0$	$+ 0,2$
IPMS prov.	$+ 0,22$	$+ 0,34$	$+ 0,25$	$+ 0,15$	$+ 0,25$	$+ 0,2$
$\Delta\alpha_{prov.}$	$- 0,55$		$- 0,28$		$- 0,34$	

$$\Delta\alpha = (x \sin \lambda - y \cos \lambda) \sec \varphi$$

	Hörnli - Lägern		Niesen - Gurten	
Gemessen (reduz. auf Pol 1900-1905)	$286^\circ 57' 13,32$	$\pm 0,12$	$332^\circ 14' 05,51$	$\pm 0,09$
Zentrierung :				
Standpunkt	$+ 12,60$			
Meridiankonvergenz	$- 0,28$			
Zielpunkt				
tägl. Aberration	$+ 0,32$		$+ 0,32$	
Korr. Höhe Zielpunkt	$- 0,02$		$- 0,04$	
Normalschnitt auf geod. Linie				
Azimut	$286^\circ 57' 25,9$	$\pm 0,1$	$332^\circ 14' 05,8$	$\pm 0,1$
Bezugspunkte	Zentrum - Zentrum		Pfeiler 64 - Pfeiler 45	

Das 1963 beobachtete Azimut Hörnli (Zentrum) nach Säntis (Pfeiler 1959) hatte ergeben (definitiv reduziert auf den Mittleren Pol 1900-1905) :

$$113^\circ 50' 27,8 \pm 0,13$$

Die Differenz der beiden astronomisch bestimmten Azimute d. h. der Winkel auf Hörnli (Zentrum) zwischen Lägern (Zentrum) und Säntis (Zentrum, Pfeiler 1959) wird damit

$$186^{\circ} 53' 01,9 \pm 0,2$$

während aus den Richtungsverzeichnissen der Eidgenössischen Landestopographie aus den Winkelbeobachtungen 1910-1915 der Wert

$$186^{\circ} 53' 02,45$$

hervorgeht.

3.14. Breitenbestimmungen

Die an drei Abenden durchgeführten Breitenbestimmungen auf dem Hörnli (Messung von Meridianzenitdistanzen) folgten in Bezug auf Beobachtung und Auswertung dem üblichen Vorgehen.

Die Höhenkreislibelle wurde zur Ergänzung der Prüfungen des Jahres 1963 nochmals bei verschiedenen Blasenlängen geprüft. Es ergab sich, dass bei allen Blasenlängen ein einheitlicher Parswert von 1,03"/pars verwendet werden darf.

Die Resultate :

Datum	MEZ	Sternpaare	Beobachter	φ_m	$m\varphi_m$
1964					
30. Juni	21 ¹⁵ - 22 ³⁰	8	Wunderlin	47° 22' 18,41	± 0,23
10. Sept.	22 ¹⁵ - 23 ⁴⁰	9	Danial	18,54	± 0,21
23. Sept.	21 ⁴⁰ - 23 ²⁵	7	Schiegg	18,46	± 0,25

Wegen ihres ziemlich weiten zeitlichen Auseinanderliegens wurden die Abendwerte einzeln auf den « Mittleren Pol 1900-1905 », reduziert und erst dann das Gesamtmittel gebildet. Die Koordinaten des Momentanpoles stammen vom International Polar Movement Service (IPMS), Mizusawa, Japan.

$$\begin{aligned} \text{Hörnli } \lambda &= -35^m 46^s & \cos \lambda &= +0,988 \\ & & \sin \lambda &= -0,156 \end{aligned}$$

1964	x	y	$\Delta\varphi = -(x \cos \lambda + y \sin \lambda)$	φ_m	$\varphi_m + \Delta\varphi$
30. Juni	+ 0,20	+ 0,40	- 0,14	47° 22' 18,41	18,27
10. Sept.	(+ 0,25)	(+ 0,15)	(- 0,23) provis.	18,54	18,31
23. Sept.	(+ 0,23)	(+ 0,09)	(- 0,22) provis.	18,46	18,24
					18,27

Weil nur drei Werte vorliegen, wurde auf die Bildung eines mittleren Fehlers aus den Abweichungen der Abendwerte vom Gesamtmittel verzichtet und als mittlerer Fehler des Gesamtmittels φ_M der Wert angenommen :

$$m\varphi_M = \frac{\bar{m}\varphi_m}{\sqrt{n}} = \frac{0,23}{\sqrt{3}} \cong 0,15$$

Das (einfache) Mittel der vier Abendwerte vom 16., 17., 18., 23. September 1963 (vgl. Procès-Verbal der 110. Sitzung der Schweiz. Geodätischen Kommission vom 25. April 1964) wurde (gesamthft) ebenfalls auf den « Mittleren Pol 1900-1905 » reduziert. Mit

$$x = + 0,15, \quad x = + 0,03 \quad (1963.72, \text{ IPMS})$$

ergab sich

$$\begin{array}{r} \varphi_M \quad 47^{\circ} 22' 18,79 \quad \pm 0,2 \\ \Delta\varphi \quad \quad \quad - 0,15 \\ \hline 47^{\circ} 22' 18,64 \quad \pm 0,2 \end{array}$$

Zusammen mit dem diesjährigen Wert

$$47^{\circ} 22' 18,27 \quad \pm 0,15$$

ergibt sich als Gesamtmittel und definitive Breite für Hörnli (Pfeiler 1963) :

$$\underline{\varphi = 47^{\circ} 22' 18,4 \quad \pm 0,15}$$

Diskussion :

Herr Schürer als Referent hebt hervor, dass die Arbeit sehr speditiv erledigt wurde. Er macht Bemerkungen zur Verteilung der Sterne bei der Längenbestimmung und fragt, wieso in der Ausgleichung der Längenbeobachtungen den beiden Beobachtern nicht verschiedene Gewichte zugeordnet wurden. Herr Wunderlin äussert sich zur Verteilung der Sterne und stellt fest, dass der Unterschied der mittleren Fehler der Beobachter statistisch nicht gesichert ist. Mit der Feststellung, dass die innere Übereinstimmung der Längen, Breiten und Azimute sehr befriedigend ausgefallen ist, empfiehlt der Referent der Kommission die Genehmigung.

3.2. *Auszug aus dem Bericht von Prof. Helmut Müller :*

Längen- und Breitenbestimmungen im Berner Oberland von Juli bis September 1964

3.21. *Aufgabe, Teilnehmer, Instrumente*

Die Aufgabe bestand darin, auf einigen Triangulationspunkten im Berner Oberland astronomische Längen- und Breitenbestimmungen durchzuführen, um daraus beide Komponenten der Lotabweichung abzuleiten. Vorgesehen für Beobachtungen mit T4 waren die drei Stationen : Schynige Platte, Daube und Grindelwald ; dank des günstigen Wetters und des raschen Ablaufes der Beobachtungen wurden noch die drei weiteren Stationen : Niederhorn, Aeschi-Allmend und Spiez-Bühl hinzugenommen. Für jede Station wurden in der Zeit vom 30. Juli bis zum 8. September in 19 Nächten je 3 Längen- und 3 Breitenbestimmungen durchgeführt. Vorher, im Juli, und kurz nachher im September wurden an der Eidgenössischen Sternwarte in Zürich die notwendigen Referenzbeobachtungen gemacht, sodass die gesamten Beobachtungen vom 7. Juli bis zum 14. September dauerten.

Prof. Dr. H. Müller, Adjunkt am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH, und Dipl. Ing. W. Keller, Forschungsassistent am gleichen Institut, führten abwechselnd die Beobachtungen aus, während für die mannigfachen Hilfsarbeiten zwei Studierende der Abteilung für Kulturtechnik und Vermessung der ETH zur Verfügung standen.

Die Beobachtungen erfolgten mit dem astronomischen Universal-Instrument Wild T4 Nr. 33 112 auf einem sehr stabilen Holzstativ ; einzig bei der zweiten Referenzbeobachtung im September wurde der Theodolit auf einem Pfeiler aufgestellt. Als Sternzeituhr diente der Marinechronometer Ulysse Nardin Nr. 34/7845, dessen Zweisekunden-Tops nebst den Kontaktzeiten der Sterndurchgänge auf einem Zweispitzen-Schreibchronographen FAVAG registriert wurden. In Abständen von ungefähr einer halben Stunde wurde mit einem Langwellenempfänger Ebauches auf der Frequenz 96.05 kHz, die vom Sender Münchenbuchsee ausgestrahlten Zeitsignale HBB der Sternwarte Neuenburg empfangen und auf diesem Chronographen registriert. Der zur Berechnung der Refraktion erforderliche Barometerstand wurde am Präzisions-Aneroid-Barometer Thommen Typ 2A2S Nr. 58 621 abgelesen.

3.22. *Beobachtungsmethoden und Beobachtungen*

Die Längen wurden nach der Methode der Durchgangsbeobachtungen durch den Meridian unter Benutzung des unpersönlichen

Mikrometers, die Breiten nach der Methode von Sterneck bestimmt.

In üblicher Weise wurde bei den Längenbestimmungen während der Zeit des Meridiandurchganges das Instrument umgelegt. Im allgemeinen wurden bei jedem Stern beidseits des Meridians 31 Kontakte registriert. Das Achsenniveau wurde nie umgehängt. Die Ablesungen erfolgten kurz vor Beginn des Registrierens und kurz nach dem Ende des Sterndurchganges. Die Sterne wurden aus dem FK4 so ausgewählt, dass ihre Zenitdistanz kleiner als 20° war, und dass die Summe der Zenitdistanzen der Sterne einer Serie — die Zenitdistanz nach Norden in diesem Falle negativ gezählt — möglichst nahe Null war. Pro Serie wurden 12 bis 15 Sterne beobachtet ; einschliesslich der Referenzbeobachtungen wurden von Keller 18 Serien, von Müller 15 Serien registriert.

Bei den Breitenbestimmungen besorgte stets der eine Beobachter das Einstellen des Sterns, während der andere das Ablesen der Kollimationslibelle und des Kreises übernahm. So konnte ein allzu häufiger Platzwechsel des Beobachters vermieden werden. Es wurden Sterne aus dem FK4 bis zur Zenitdistanz 30° ausgewählt. Im allgemeinen wurden für die Breitenbestimmung eines Abends 8 Sternpaare benutzt.

3.23. *Die Auswertung und die Ergebnisse*

3.231. *Längenbestimmungen*

Die Reduktionen wurden nach der Mayer'schen Formel durchgeführt, die in der folgenden Form geschrieben wird :

$$U - \alpha + \Delta U_o + \Delta U = - (kK + iJ + cC).$$

Darin bedeutet U die abgelesene Uhrzeit der Sternzeituhr für den Sterndurchgang aus beiden Fernrohrlagen gemittelt unter Benutzung sämtlicher Kontaktzeiten. ΔU_o ist die Korrektur der Sternzeituhr mittels des Zeitzeichens HBB für eine angenommene Länge λ_o der Beobachtungsstation, ΔU ist die Korrektur von der angenommenen Länge λ_o auf die wahre Länge λ der Beobachtungsstation, also $\Delta U = \lambda - \lambda_o$, wenn λ positiv nach Osten gezählt wird. α ist die scheinbare Rektaszension des Sterns aus den « Apparent Places of Fundamental Stars » unter Berücksichtigung der kurzperiodischen Nutation. Ferner ist k das Instrumentenazimut, so definiert, dass 90°- k das von Süd gezählte Azimut des Westendes der Achse ist, i die mittlere Neigung der Horizontalachse, positiv definiert, wenn das Westende der Achse über dem Horizont liegt. $c = 0.0635 - 0.0213 \cos \varphi$ enthält im ersten Glied die halbe Summe

von Kontaktbreite und totem Gang, im zweiten Glied die tägliche Aberration. K, J, C sind die bekannten Koeffizienten der Mayer'schen Formel, die sich aus φ und δ errechnen.

Die Unbekannten der Gleichung sind also ΔU und k , die sich für jede Beobachtungsserie durch Ausgleichung aus den Ausgangsgleichungen ergeben, nachdem diese noch mit Gewichten versehen worden waren. Für die Gewichte wurden gemäss den Ausführungen von N. Wunderlin in Procès-verbal 1962, S. 27, die Werte angesetzt :

$$p' = \frac{1,6 \cos^2 \delta \cos^4 z}{1 + 1,6 \cos^6 z}$$

An den so erhaltenen Werten von ΔU sind noch einige Korrekturen anzubringen. Im Bulletin Série D von Neuenburg sind die Korrekturen

$$D = TU_2 - TU_A$$

gegeben. TU_A ist die aus der Beobachtung erhaltene Uhrzeit, die wegen der jahreszeitlichen Schwankung der Rotationsdauer der Erde einerseits und wegen der Polbewegung andererseits unregelmässig ist. Die gegebenen Werte von D sind schon geglättet. Daraus lässt sich mit TU_A die provisorisch gleichförmige Zeit ermitteln. Der Unterschied zwischen der provisorischen Zeit TU_2 von Neuenburg und der definitiven, die erst viel später publiziert wird, ist erfahrungsgemäss sehr gering, sodass man ihn meist vernachlässigen kann. Ebenfalls klein ist die im Bulletin Série A von Neuenburg veröffentlichte Korrektur $TU_A - T_{\text{signal}}$, die die Differenz zwischen der Uhrzeit TU_A und der Aussendezeit T_{signal} angibt. Diese beiden Korrekturen müssen zu ΔU_0 addiert, also vom erhaltenen ΔU subtrahiert werden. Da andererseits die Beobachtungen sich auf die Durchgänge durch den momentanen Ortsmeridian beziehen, muss zu ΔU noch $\Delta\lambda_p + \Delta T_s$, die Korrektur auf den mittleren Pol und die Korrektur wegen der jahreszeitlichen Schwankung der Dauer der Erdrotation, addiert werden. Die Summe aller dieser Korrekturen, die an den ausgeglichenen Werten von ΔU anzubringen sind, werden in der Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1

Korrektur an den ΔU in ms: $(TU_A - TU_2 + T_{\text{signal}} - TU_A + \Delta\lambda_p + \Delta T_s)$

1964	Gesamt-korrektur	1964	Gesamt-korrektur	1964	Gesamt-korrektur	1964	Gesamt-korrektur
Juli 3	+ 89	Juli 23	+ 88	Aug. 12	+ 88	Sept. 1	- 9
8	+ 89	28	+ 87	17	+ 88	6	- 5
13	+ 89	Aug. 2	+ 88	22	+ 89	11	- 1
18	+ 89	7	+ 87	27	+ 89	16	+ 3

Da ferner auf allen Stationen nicht genau auf dem Triangulationspunkt, sondern exzentrisch beobachtet wurde, sind den Werten von ΔU noch die Reduktionen auf den Triangulationspunkt hinzuzufügen.

Tabelle 2

Die beobachteten Daten der Längenbestimmungen

Einheit 1 ms

Datum 1964	Station ($\lambda_0 =$ angenommene Länge)	Keller				Müller						
		ΔU	$m_{\Delta U}$	n	m_e	ΔU	$m_{\Delta U}$	n	m_e			
7. Juli	Zürich (Stativ) ($\lambda_0 = 34^m 12^s 300$)	-	52	9	14	17						
8. Juli		-	27	10	12	18						
8. Juli							-	19	20	12	35	
15. Juli							-	57	15	12	27	
25. Juli			-	41	14	12	23					
26. Juli			-	40	26	7	31					
30. Juli	Schynige Platte ($\lambda_0 = 31^m 38^s 000$)	-	1036	14	14	27						
4. Aug.		-	968	22	14	32						
5. Aug.		-	1046	11	14	20						
6. Aug.	Daube-Süd ($\lambda_0 = 31^m 38^s 000$)	-	1785	16	13	27	-	1738	19	13	33	
12. Aug.							-	1704	17	11	28	
14. Aug.												
14. Aug.			-	1761	13	11	22					
17. Aug.	Grindelwald ($\lambda_0 = 32^m 09^s 000$)	+	350	16	14	29	+	440	8	17	18	
20. Aug.												
24. Aug.			+	361	9	19	19					
25. Aug.	Niederhorn ($\lambda_0 = 31^m 04^s 000$)	+	401	10	14	20	+	406	13	14	25	
26. Aug.							+	461	18	13	35	
27. Aug.												
28. Aug.	Aeschi-Allmend ($\lambda_0 = 30^m 55^s 000$)	+	106	14	14	28						
30. Aug.							+	56	19	14	37	
1. Sept.			+	66	16	14	30					
2. Sept.	Spiez-Bühl (Exz. 1964) ($\lambda_0 = 30^m 42^s 000$)	+	405	8	10	13	+	392	18	13	34	
3. Sept.							+	393	16	14	30	
4. Sept.												
7. Sept.			+	402	12	15	22					
10. Sept.	Zürich (Pfeiler) ($\lambda_0 = 34^m 12^s 300$)	-	12	9	15	17	-	40	15	15	28	
10. Sept.												
11. Sept.			-	11	10	17	20					
11. Sept.								-	36	14	15	27
14. Sept.								-	29	15	14	27
14. Sept.		-	17	9	15	18						

Die gesamten Ergebnisse der Längenbeobachtungen sind in der Tabelle 2 zusammengestellt. Ausser den durch die Ausgleichung gefundenen Werten von ΔU , die in der beschriebenen Weise korrigiert sind, werden der mittlere Fehler von ΔU : $m_{\Delta U}$, die Zahl der betrachteten Sterne n und der mittlere Fehler der Gewichtseinheit m_e aufgeführt. Die Werte sind für beide Beobachter getrennt angegeben.

Für die Berechnung der gesuchten Längen der 6 Stationen sind noch die persönlichen Gleichungen der Beobachter zu berücksichtigen. Zur Bestimmung der persönlichen Gleichung sind nicht nur die Beobachtungen auf der Referenzstation Zürich benutzt worden. Da auf sämtlichen Stationen beide Beobachter Längenbestimmungen durchgeführt haben, wurden auch die bei den Feldstationen sich zeigenden Differenzen zwischen den Ergebnissen beider Beobachter zur Ableitung der persönlichen Gleichung herangezogen. Es wurde demnach eine vermittelnde Ausgleichung durchgeführt, in der einerseits die Verbesserungen der angenommenen Länge jeder Station, andererseits die persönlichen Gleichungen beider Beobachter als Unbekannte eingeführt wurden. Die Ausgleichung der 33 Fehlergleichungen ergab für die persönlichen Gleichungen der Beobachter:

$$\begin{aligned} \text{Keller} &+ 25 \text{ ms} \pm 8 \\ \text{Müller} &+ 9 \text{ ms} \pm 9 \end{aligned}$$

Der mittlere Fehler der Gewichtseinheit war:

$$m_e = \pm 25 \text{ ms.}$$

Die Längen der 6 Stationen finden sich in der Tabelle 3.

Tabelle 3
Ausgeglichene Längen der 6 Feldstationen

Station	Länge
Schynige Platte	31 ^m 37 ^s 003 ± 0,016
Daube-Süd	31 36,270 ± 0,015
Grindelwald	32 09,403 ± 0,016
Niederhorn	31 04,437 ± 0,016
Aeschi-Allmend	30 55,096 ± 0,016
Spiez-Bühl, Exz. 1964	30 42,415 ± 0,015

3.232. Breitenbestimmungen

Die Reduktion der Beobachtungen bei den Breitenbestimmungen wurde in der bekannten Weise vollzogen. Wie dies beim Theodoliten T4 schon häufig bemerkt worden ist, variierte der Indexfehler für die einzelnen Sternpaare innerhalb einer Beobachtungsserie beträcht-

lich. Die Ursache ist nicht recht geklärt. Man kann vermuten, dass ein Zusammenhang mit dem oft völlig unmotivierten Wandern der Blase der Kollimationslibelle besteht; vielleicht spielen hierbei Temperatureinflüsse auf die Libelle eine Rolle.

Die beobachteten Breiten wurden schliesslich noch auf den « Mittleren Pol 1900-1905 » reduziert, wie dies üblich ist. Die Koordinaten des momentanen Pols sind vom International Polar Motion Service (IPMS), Mizusawa, berechnet worden und wurden uns von der Sternwarte Neuenburg mitgeteilt. Die sich daraus ergebenden Werte von

$$\Delta\varphi = \varphi_{\text{mittl.}} - \varphi_{\text{momentan}} = -(x \cos\lambda - y \sin\lambda),$$

λ positiv nach Osten gezählt, gehen im Beobachtungszeitraum für gehen die Stationen von $-0,20$ bis $-0,23$.

Die Ergebnisse der Breitenbestimmungen sind in der Tabelle 4 zusammengestellt, wobei an den beobachteten Werten der Breite die Zentrierung auf den Triangulationspunkt und die Korrektion auf den mittleren Pol 1900-1905 bereits angebracht sind. Da im allgemeinen die Zahl der beobachteten Sternpaare an den einzelnen Abenden wenig verschieden ist, wurde bei der Mittelbildung jeder Beobachtungsserie gleiches Gewicht gegeben. Nur bei den Beobachtungen auf der Station Schynige Platte wurden die Gewichte nach der Zahl der beobachteten Sternpaare angesetzt, da hier die Paarzahl von Abend zu Abend stärker differierte. Das Datum bezieht sich jeweils auf den Beginn des Beobachtungsabends; auch wenn die Beobachtung zum Teil erst nach Mitternacht erfolgt.

Tabelle 4

Die auf den Triangulationspunkt und auf den mittleren Pol 1900-1905 reduzierten Breiten der 6 Feldstationen

Station	Datum 1964	Astronomische Breite	Paarzahl
Schynige Platte	30. Juli	46° 39' 25,91 ± 0,50	8
	31. Juli	28,64 ± 1,00	2
	4. Aug.	27,09 ± 0,34	12
	5. Aug.	28,05 ± 0,15	8
	5. Aug.	28,44 ± 0,58	8
	Mittel 1964	46 39 27,41 ± 0,26	
Daube-Süd	6. Aug.	46° 39' 42,40 ± 0,23	10
	12. Aug.	41,96 ± 0,27	9
	Mittel 1964	46 39 42,18 ± 0,18	

Station	Datum 1964	Astronomische Breite	Paarzahl
Grindelwald	17. Aug.	46° 37' 29,66 ± 0,30	12
	20. Aug.	29,53 ± 0,33	12
	24. Aug.	29,45 ± 0,27	12
	Mittel 1964	46 37 29,55 ± 0,17	
Niederhorn	25. Aug.	46° 42' 46,22 ± 0,27	8
	26. Aug.	47,08 ± 0,32	8
	27. Aug.	47,46 ± 0,24	8
	Mittel 1964	46 42 46,92 ± 0,16	
Aeschi-Allmend	28. Aug.	46° 39' 10,21 ± 0,45	8
	30. Aug.	11,24 ± 0,26	8
	1. Sept.	11,09 ± 0,37	8
	Mittel 1964	46 39 10,85 ± 0,21	
Spiez-Bühl Exz. 1964	2. Sept.	46° 41' 24,31 ± 0,39	8
	4. Sept.	24,68 ± 0,22	5
	7. Sept.	23,52 ± 0,46	8
	Mittel 1964	46 41 24,17 ± 0,21	

3.24. Die Lotabweichungen

Das Ziel der vorliegenden astronomischen Ortsbestimmungen war die Ermittlung der Lotabweichungen. Zu diesem Zweck mussten die ellipsoidischen Koordinaten der 6 Stationen berechnet werden. Die Landeskoordinaten der Triangulationspunkte sind bekannt; für den Beobachtungspunkt Spiez-Bühl, der stärker exzentrisch liegt, sind die Landeskoordinaten durch kombiniertes Einschneiden bestimmt worden. Die Berechnung der ellipsoidischen Koordinaten aus den Landeskoordinaten erfolgte nach den Tafeln von Odermatt (Mitteilungen aus dem Geodätischen Institut der ETH, Nr. 8, 1960). Zugrunde gelegt sind für den Nullpunkt Bern die Länge 29^m 45^s 500 und die Breite 46° 57' 08,66.

In der Tabelle 5 sind die astronomischen und ellipsoidischen Breiten und Längen und die sich daraus ergebenden ξ — und η -Komponenten zusammengestellt, ξ vom geodätischen Zenit aus positiv nach Norden, η vom geodätischen Meridian aus positiv nach Osten gezählt. Zum Vergleich sind frühere auf Grund von Azimutbeobachtungen bestimmte Werte dieser Komponenten der Lotabweichung, sowie die aus sichtbaren Massen berechneten Werte hinzugefügt.

Tabelle 5
Die Lotabweichungen auf den 6 Beobachtungsstationen

Station	Astron. Breite	Ellipsoid. Breite	ξ 1964	ξ 1964	Ältere ξ - Werte	Berechnete ξ - Werte
Schynige Platte	46° 39' 27,41	46° 39' 15,64	+ 11,77	+ 36cc3	cc	cc
Daube-Süd	46 39 42,18	46 39 26,12	+ 16,06	+ 49,6	+ 49,9	+ 51,4
Grindelwald	46 37 29,55	46 37 07,28	+ 22,27	+ 68,7	+ 66,9	—
Niederhorn	46 42 46,92	46 42 43,30	+ 3,62	+ 11,2	+ 12,3	+ 17,4
Aeschi-Allmend	46 39 10,85	46 38 49,25	+ 21,60	+ 66,7	+ 65,1	+ 68,8
Spiez-Bühl (Exz. 1964)	46 41 24,17	46 41 09,39	+ 14,78	+ 45,6	+ 39,0	+ 46,9
Station	Astr. Länge	Ellipsoid. Länge	η 1964	η 1964	Ältere η - Werte	Berechnete η - Werte
Schynige Platte	31 ^m 37 ^s 003	31 ^m 38 ^s 490	— 15,31	— 47cc3	cc	cc
Daube-Süd	31 36,270	31 37,923	— 17,02	— 52,5	— 49,4	— 50,1
Grindelwald	32 09,403	32 11,064	— 17,11	— 52,8	— 72,0	—
Niederhorn	31 04,437	31 05,849	— 14,52	— 44,8	— 52,5	— 43,7
Aeschi-Allmend	30 55,096	30 55,835	— 7,61	— 23,5	— 26,2	— 27,7
Spiez-Bühl (Exz. 1964)	30 42,415	30 42,528	— 1,16	— 3,6	— 0,8	— 9,7

Die Abweichungen der beobachteten Werte von den aus sichtbaren Massen gerechneten Werten sind gering, und der Vergleich mit den Werten von weiteren Stationen zeigt, dass diese Differenzen nun plausibel sind, während früher besonders bei den η -Werten stärkere Sprünge auftraten.

Diskussion:

Der Referent, Herr Schürer, anerkennt, dass mehr Punkte bestimmt werden konnten, als vorgesehen waren. Er empfiehlt die Arbeit zu genehmigen und zu verdanken, was von der Kommission beschlossen wird.

3.3. Auszug aus dem Bericht von H. Schudel über :

Breiten- und Längenbestimmungen im Oberwallis, Tessin und Berner Oberland

3.31. Aufgabe und Personal

Die astronomischen Beobachtungen 1964 waren von Anfang an als Fortsetzung der entsprechenden Arbeiten des Jahres 1963 gedacht, die im Procès-verbal der 110. Sitzung der SGK vom 25. April 1964 unter dem Titel : « Auszug aus dem Bericht von W. Keller über : Breiten- und Längenbestimmungen im Goms und Val Bedretto » beschrieben sind.

Im Frühling 1964 beschloss die Geodätische Kommission, weitere Breiten- und Längenbestimmungen im Höhennetz Berner Oberland - Oberwallis - Bedrettal ausführen zu lassen. In Abweichung von der ursprünglichen Konzeption wurden im Verbindungsnetz Eggishorn - Gotthardmeridian nur noch die Punkte Eggishorn, San Giacomo und, für den Fall besonders günstiger Verhältnisse, Basodino vorgesehen. Dazu kamen noch die Punkte Morgenberghorn und Lauberhorn im Berner Oberland. Alle diese Beobachtungen sollen mit dem DKM3 ausgeführt werden.

Die Durchführung dieser Aufgabe erfolgte durch die Dipl. Ing. H. Schudel, F. Knoll und F. Klingenberg, Assistenten am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH, und dem Studenten M. Gatti.

3.32. Beobachtungsverfahren und Instrumente

Verfahren und Instrumente waren dieselben wie 1963, nämlich Längenbestimmungen nach Zinger und Polhöhenbestimmungen nach Sterneck mit dem astronomischen Theodoliten DKM3-A Kern Aarau (Nr. 64908). Abweichungen gegenüber 1963 bestanden nur darin, dass bei den Längenbestimmungen die Horrebow-Niveaus nicht mehr benützt wurden und dass der Gang des verwendeten Deckchronometers Nardin ausser durch den stündlichen Empfang des Zeitzeichens DCF 77 noch durch halbstündlichen Vergleich mit einem kleinen Quarzchronometer der Firma Ebauches Neuchâtel (Prototyp) bestimmt wurde.

3.33. Durchführung der Arbeiten

Der zeitliche Ablauf der Beobachtungen geht aus Tabelle 1 hervor. Es darf dabei nicht vergessen werden, dass Längen- und Breitenbestimmungen auf Gipfeln von 2000-3000 m über Meer schwierige Transport- und Beobachtungsprobleme stellen.

Tabelle 1
Astronomische Beobachtungen 1964

Station	Datum	Beob.	n	Beob. Länge λ	m_λ msec.	Breite φ	m_ϕ	k
Sternwarte Zürich	6. Juli	Knoll	8	34 ^m 12 ^s 208	± 44			
	6. Juli	Kgb	9	12,317	± 37			
	30. Juli	Sch	6	12,261	± 26			
	30. Juli	Knoll	7	12,244	± 43			
	30. Juli	Kgb	7	12,430	± 31			
Eggishorn	4. Aug.	Kgb	6	32 ^m 23 ^s 413	± 33	46° 25' 46,5	± 0,35	7
	4. Aug.	Sch	7	23,379	± 17			
	5. Aug.	Kgb	7	23,432	± 41	46 25 46,1	± 0,25	4
	5. Aug.	Knoll	5	23,335	± 61			
San Giacomo	19. Aug.	Sch	6	33 ^m 47 ^s 642	± 39	46° 27' 56,5	± 0,20	8
	19. Aug.	Kgb	6	47,795	± 53			
	23. Aug.	Knoll	5	47,762	± 58	46 27 56,5	± 0,27	4
	23. Aug.	Kgb	8	47,983	± 100			
	24. Aug.	Sch	14	47,827	± 27			
Basodino	25. Aug.	Sch	5	33 ^m 53 ^s 302	± 33	46° 24' 37,7	± 0,21	15
	25. Aug.	Knoll	7	53,342	± 16			
	25. Aug.	Kgb	6	53,447	± 29			
Morgen'gh.	1. Sept.	Sch	7	31 ^m 09 ^s 578	± 20	46° 37' 48,0	± 0,24	8
	1. Sept.	Knoll	7	09,599	± 32			
	2. Sept.	Sch	7	09,582	± 34	46 37 48,2	± 0,30	11
	2. Sept.	Kgb	7	09,705	± 36			
Lauberhorn	9. Sept.	Kgb	6	31 ^m 46 ^s 175	± 49	46° 35' 59,1	± 0,40	6
	9. Sept.	Sch	7	46,065	± 35	46 35 59,3	± 0,54	10
	10. Sept.	Knoll	7	46,046	± 32	46 35 58,9	± 0,41	11
	10. Sept.	Kgb	7	46,253	± 32			
Sternwarte Zürich	14. Sept.	Kgb	7	34 ^m 12 ^s 462	± 32			
	14. Sept.	Sch	7	12,248	± 18			
	15. Sept.	Knoll	7	12,292	± 22			
	15. Sept.	Kgb	7	12,397	± 21			
	15. Sept.	Sch	6	12,234	± 20			
	22. Sept.	Knoll	7	12,309	± 21			

n = Anzahl Zinger-Paare.

k = Anzahl Paare.

3.34. Auswertung

Die Auswertung entsprach dem Vorgehen im Jahre 1963, wobei die Berechnung der Neigungsdifferenzen der Zielachse nur noch aus Höhenkreisablesungen möglich war. Als Beobachtungen wurden die

31 Abendwerte mit gleichem Gewicht in eine Ausgleichung eingeführt, deren Unbekannte die 5 Längendifferenzen der Feldstationen und die 3 persönlichen Gleichungen der Beobachter waren.

3.35. *Resultate*

Die Resultate, die ausgeglichenen Längen und die gemittelten Polhöhen, sind in Tabelle 2 zusammengestellt. Die angegebenen Werte beziehen sich auf die trigonometrischen Zentren der Stationen. Zeitzeichenkorrekturen und Lage des Poles (gegenüber dem «mittleren Pol 1900-1905») sind berücksichtigt.

Tabelle 2

Station	Ausgegl. Länge λ	m in msec	Breite φ	$m \varphi$
Eggishorn	32 ^m 23,331	± 30	46° 25' 46,0	± 0,25
San Giacomo	33 47,750	± 28	46 27 56,2	± 0,15
Basodino	33 53,319	± 33	46 24 37,4	± 0,21
Morgenberghorn	31 09,581	± 30	46 37 47,8	± 0,20
Lauberhorn	31 46,064	± 30	46 35 58,7	± 0,26

Diskussion :

Herr Schürer referiert über den Bericht. Wenn die Genauigkeit auch nicht ganz diejenige einer normalen Bestimmung erreicht, so muss doch darauf hingewiesen werden, dass die Beobachtungen auf hohen Gipfeln unter schwierigen Verhältnissen in sehr kurzer Zeit durchgeführt werden mussten, sodass die Resultate als sehr befriedigend betrachtet werden dürfen. Herr Blaser weist auf die grosse persönliche Gleichung von Klingenberg hin. Der Bericht wird verdankt und genehmigt unter besonderer Würdigung der alpinistischen Leistungen der Beobachter.

3.4. *Auszug aus den Berichten von W. Fischer und von Frau H. Bergt über :*

NiveaunTERSUCHUNG und Untersuchung von Teilkreisfehlern

3.41. *Die dritte Untersuchung des Achsniveaus zum astronomischen Theodoliten Wild T4 Nr. 86 968*

Die zweite Untersuchung des Achsniveaus zum astronomischen Theodoliten Wild T4 Nr. 86 968 zeigte, dass dessen Parswert zeit-

lichen Veränderungen unterworfen war, die für astronomische Beobachtungen erster Ordnung nicht geduldet werden konnten. In der Annahme, dass diese Erscheinung eine Folge innerer Spannungen war, wurde das Niveau durch die Firma Wild Heerbrugg AG neu gefasst (vgl. Procès-verbal de la 110^e séance de la Commission géodésique suisse, Neuchâtel 1965, Seite 17).

Im Zusammenhang mit dem Einsatz des Achsniveaus bei Laplace-Beobachtungen im Sommer 1964 wurde dieses einer dritten Untersuchung unterzogen, die von Frau H. Bergt besorgt wurde. Das weitere Verhalten des Niveaus nach Abschluss der Beobachtungen wurde gelegentlich von W. Fischer überprüft, der auch die endgültige Bearbeitung der Parswertbestimmungen übernahm.

Die Bestimmungen vom Juni und vom August gaben Anlass zur Annahme, dass nach der Neufassung der Libellenröhre der Parswert konstant blieb. Zwar lag die mittlere Abweichung der Einzelwerte von einem Mittelwert mit $m = \pm 0,024$ oder $\pm 2\%$ des Parswertes relativ hoch. Doch zeigten die Mittelwerte der beiden Serien eine so gute Übereinstimmung, dass mit gutem Grund der Wert $p = 1/17$ /pars in die Reduktion der Laplace-Beobachtungen eingeführt werden konnte. Auch die ersten Parswertbestimmungen vom Dezember führten auf Beträge von der gleichen Grössenordnung, sodass die Annahme berechtigt schien, dass sich während den Feldbeobachtungen das Niveau nicht verändert habe.

Leider zeigten dann die Dezember-Messungen ein plötzliches Ansteigen des Parswerts, das sich im Februar 1965 noch beträchtlich fortsetzte. Erst im Mai 1965 traten wieder kleinere Werte auf, möglicherweise als Folge der in der Zwischenzeit durchgeführten Transporte. Der Grund für die starke Zunahme des Parswerts um nahezu 20% des Ausgangswerts lag auch nach dieser 3. Untersuchung des Achsniveaus völlig im Dunkeln.

Obschon die Laplace-Beobachtungen von 1964 durch die Veränderlichkeit des Parswertes kaum beeinträchtigt wurden, schien es nicht ratsam, das Niveau für weitere astronomische Beobachtungen erster Ordnung einzusetzen. Es wurde in der Folge von der Firma Wild Heerbrugg AG durch ein neues ersetzt und dürfte in der dortigen Instrumentensammlung als Kuriosum aufbewahrt werden.

3.42. *Untersuchung der Kreisteilfehler für die astronomischen Theodolite T4 Nr. 33 112 und Nr. 86 968*

Die bei den in den letzten Jahren durchgeführten astronomischen Azimutbestimmungen festgestellten Unterschiede zwischen einzelnen Kreisständen legten eine Teilkreisprüfung am T4 Nr. 33 112 nahe. Sie wurde zusammen mit derjenigen am neueren T4 Nr. 86 968

vom 9. bis 13. März 1964 an einem Teilkreisprüfer der Firma Wild Heerbrugg AG durchgeführt.

Die Prüfung geschah nach dem sog. Wild'schen Beobachtungsprogramm (vgl. H. Wild, « Der neue Theodolit », Schweiz. Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik, Jg. 1925, S. 97 ff.), bei dem ein fester Winkel von 36° in folgenden Kreisständen gemessen wird :

- Serie 1 0°, 36°, 72°, 108°, 144° ;
- Serie 2 18°, 54°, 90°, 126°, 162° ;
- Serie 3 9°, 45°, 81°, 117°, 153° ;
- Serien 4 27°, 63°, 99°, 135°, 171° .

Die Untersuchung wurde aber noch verfeinert, indem zwei weitere Reihen gemessen wurden, beginnend beim Kreisstand 3° und 6°. Die erste Reihe wurde zudem noch von einem Mitarbeiter der Firma Wild Heerbrugg AG durchgemessen. Schliesslich wurde auch der Höhenkreis des neuen T4 Nr. 86968 einem einfachen Wild'schen Prüfprogramm unterzogen, was bei seiner verstellbaren Lagerung möglich war.

Die Messungen wurden vorerst nach der Wild'schen Methode ausgewertet ; die Resultate wurden wie üblich graphisch dargestellt und mit den Resultaten der Original-Kreisprüfung vor Auslieferung der Instrumente verglichen. Während die Horizontalkreisfehler des neuen T4 kaum grösser waren als die Beobachtungsfehler, zeigten sich beim alten T4 gewisse systematische Abweichungen.

Für den T4 Nr. 33112 drängte sich somit eine analytische Auswertung nach Heuvelink auf, die bei dem vorhandenen Zahlenmaterial nach gewissen Umstellungen ohne weiteres möglich war. Für den Teilkreisfehler $\Delta\varphi$ wurde folgende Funktion gefunden :

$$\Delta\varphi = + 0,13 \cdot \sin(2\varphi + 176^\circ) + 0,22 \cdot \sin(4\varphi + 242^\circ) + 0,31 \cdot \sin(6\varphi + 10^\circ) + 0,21 \cdot \sin(8\varphi + 46^\circ)$$

Der Gesamtfehler betrug $M = \pm 0,74$, während der zufällige Teilungsfehler bei Berücksichtigung der vier ausgeglichenen Glieder auf $T^{IV} = \pm 0,25$ zurückging bei einem mittleren Beobachtungsfehler von $m = \pm 0,28$.

Eine Zusammenstellung aller zwischen 1954 und 1963 mit dem T4 Nr. 33112 gemessenen astronomischen Azimute zeigte eine deutliche Abweichung des Kreisstandes 60° von den übrigen. Die Teilkreisuntersuchung ergab aber gerade an dieser Stelle einen sehr geringen Teilungsfehler ; die gefundenen Abweichungen mussten somit von einer andern Ursache herrühren.

Diskussion :

Herr Schürer als Referent beschränkt sich in Bezug auf die Niveauuntersuchung darauf, festzustellen, dass die Neigungsbestimmungen nach wie vor den unzuverlässigsten Teil der Richtungsmessungen darstellen. Die Libellen sollten durch bessere Mittel ersetzt werden. Auch die Ergebnisse der Teilkreisbestimmungen erklären gewisse Unstimmigkeiten nicht.

3.5. *Auszug aus dem provisorischen Kurzbericht von N. Wunderlin über :*

Neuausgleichung der Höhenwinkelbeobachtungen im Berner Oberland und Aletschgebiet

Die in « Annex zum Procès-verbal der Schweizerischen Geodätischen Kommission » 1960 und 1963 provisorisch publizierten Ausgleichungen von Höhenwinkelbeobachtungen zur Bestimmung von Lotabweichungen und ellipsoidischen Höhen wurden aus folgenden Gründen wiederholt :

- es waren neue astronomische Lotabweichungsbestimmungen zu berücksichtigen ;
- eine Erweiterung des Höhenwinkelnetzes im Gebiet von Grindelwald war einzubeziehen.

Bei diesen Neuausgleichungen bot sich Gelegenheit, die Refraktion und die Gewichtszuteilung in den Nord- und Südteilen des Netzes einheitlich zu behandeln.

Die Resultate dieser in einer endgültigen Veröffentlichung darzustellenden Ausgleichungen zeigten fast durchwegs Verbesserungen gegenüber denjenigen der ersten Ausgleichungen, soweit Vergleiche wegen der veränderten Voraussetzungen überhaupt gezogen werden konnten.

Der Präsident verdankt den Bericht und stellt fest, dass die nun zehn Jahre dauernde Arbeit gute Ergebnisse gebracht hat.

3.6. *Auszug aus dem Bericht von W. Fischer über :*

Schweremessungen I. Ordnung des Jahres 1964

3.61. *Allgemeine Bemerkungen*

Die Schweremessungen von 1962 und 1963 im Schwerenetz 1. Ordnung wiesen im allgemeinen eine befriedigende Genauigkeit

auf. Hingegen traten gelegentlich grössere Widersprüche innerhalb des Schwerenetzes 1. Ordnung sowie bei dessen Anschluss an das Schweregrundnetz auf, für die keine Erklärung gefunden werden konnte. Bevor die Messungen im Schwerenetz 1. Ordnung fortgesetzt wurden, sollten diese Widersprüche unbedingt abgeklärt werden.

Im Frühjahr 1963 wurde das Schwerenetz 1. Ordnung innerhalb der Schleife 5 des Schweregrundnetzes durch einzelne Nachmessungen ergänzt. Die dadurch entstandenen wenigen Vergleichsmöglichkeiten erwiesen sich aber als zu wenig aufschlussreich, um die aufgetretenen Fehler lokalisieren und analysieren zu können. Deshalb wurde vorgeschlagen, das ganze Netz 1. Ordnung innerhalb der Schleife 5 durch unabhängige Wiederholungsmessungen zu kontrollieren. Dieses in der Nordostschweiz günstig gelegene Teilnetz sollte damit als Testnetz dazu dienen, die Frage der Genauigkeit gravimetrisch bestimmter Schweredifferenzen an einem praktischen Beispiel zu studieren.

An der 110. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission vom 25. April 1964 wurden dementsprechend die folgenden Schritte für das weitere Vorgehen im Schwerenetz 1. Ordnung festgelegt:

1. Ergänzungsmessungen in der Schleife 5 des Schweregrundnetzes.
2. Ergänzungsmessungen im Raume Lungern.
3. Einbau der Schweremessungen von Prof. Poldini im Genferseegebiet.
4. Neue Messungen im Jura.

Im Jahre 1964 konnten von diesen vier Punkten nur die ersten zwei erledigt werden. Im Zusammenhang mit diesen Messungen wurden zudem verschiedene Messungen auf der Vergleichsstrecke Zürichberg - Landesmuseum durchgeführt. Diese Messungen hatten den Zweck, genauere Angaben über das Verhalten des Gravimeter-Trommelwertes zu liefern, als dies auf der relativ langen Eichstrecke Pfäffikon - Zürich möglich war.

3.62. Schleife 5 des Schweregrundnetzes

Durch den Wunsch von Prof. F. Chaperon, Zentralschweizerisches Technikum Luzern, sich an praktischen Schweremessungen beteiligen zu können, ergab sich die willkommene Gelegenheit, das Schwerenetz 1. Ordnung innerhalb der Schleife 5 des Schweregrundnetzes unabhängig nachzumessen. Das beobachtete Netz war eine Kombination des 1962 gemessenen Netzes mit dem Ergänzungsnetz

von 1963. Mit Ausnahme von zwei Stationen wurde das Gravimeter überall gleich aufgestellt wie in den vorangegangenen Jahren, sodass die gemessenen Schweredifferenzen direkt miteinander verglichen werden konnten.

Aus je drei Gravimeter-Ablesungen auf den beiden Endpunkten und den entsprechenden vier Einzelwerten einer Schweredifferenz ging im allgemeinen ein innerer mittlerer Fehler von $m_e = \pm 0,02$ mgal an einer Schweredifferenz hervor. Bei vereinzelt Schweredifferenzen traten grössere Streuungen der Einzelwerte auf, die nach einer eingehenden Untersuchung der Messungen riefen.

Aus den Messungen von 1964 liessen sich fünf geschlossene Polygone bilden, deren Schleifenwidersprüche auf den mittleren Fehler $m_e = \pm 0,033$ mgal an einer gemessenen Schweredifferenz führten. Aus den fünf Polygonen ergab sich also eine geringere Genauigkeit als erwartet.

3.63. Anschlussmessungen Lungern - Schüpfheim

Die nochmalige Messung der beiden Anschlüsse des Schwerenetzes 1. Ordnung innerhalb der Schleife 3 des Schweregrundnetzes an den Punkt Lungern wurde von Herrn G. Berset, Dipl. Phys. ETH am Institut für Geophysik der ETH, besorgt, da er mit den örtlichen Verhältnissen von der ersten Messung her vertraut war. Die beiden Anschlüsse bilden zusammen eine geschlossene Schleife mit 10 Schweredifferenzen. Auch hier wurde mit Ausnahme des Punktes Sörenberg gleich stationiert wie 1963, um die gemessenen Schweredifferenzen direkt miteinander vergleichen zu können.

Die innere Genauigkeit der 10 Schweredifferenzen war sehr hoch, was wohl auf die sorgfältige Durchführung der Messungen zurückgeführt werden kann, und der Schleifenwiderspruch wurde mit $\sigma = 0,005$ mgal erstaunlich klein. Einzig bei der zuerst gemessenen Schweredifferenz (Finsterwald - Schüpfheim) traten grössere Streuungen der Einzelwerte auf, die noch näher untersucht werden sollten.

3.64. Vergleichsstrecke Zürichberg - Landesmuseum

Es hatte sich als zweckmässig erwiesen, dass das Gravimeter Worden Nr. 472 auf der Strecke Pfäffikon - Zürich des Schweregrundnetzes kontrolliert worden war. Durch diese Vergleichsmessungen konnte eine anfängliche Abnahme des Trommelwertes und eine allmähliche Stabilisierung dieses Wertes festgestellt werden. Die Messungen auf der relativ langen Strecke nahmen aber immer viel Zeit in Anspruch (meist einen ganzen Arbeitstag), und zudem

hatten die grossen Zeitintervalle zwischen zwei Messungen auf einer Station eine grössere Drift des Gravimeters und damit eine grössere Unsicherheit an der Schweredifferenz zur Folge.

Um diese beiden Nachteile auszuschalten wurde vorgeschlagen, in Zürich eine kurze Vergleichsstrecke zu errichten, die etwa die gleiche Schweredifferenz aufweist wie die Strecke Pfäffikon - Zürich. Dabei zeigte es sich, dass bereits anlässlich der Messung des Schweregrundnetzes in den Jahren 1953 und 1954 eine sog. kleine Eichstrecke in Zürich benützt worden war. Wegen baulichen Veränderungen am einen Endpunkt wurde sie in der Folge nicht mehr verwendet. Es schien jedoch zweckmässig, die neuen Vergleichsmessungen auf der gleichen Strecke vorzunehmen wie früher.

Der obere Endpunkt der Vergleichsstrecke befindet sich beim (verlegten) Fixpunkt NF 921 des Nivellements der Stadt Zürich (Höhe = 629,270 m) am Kurhaus Zürichberg, der untere in der Nähe des Fixpunktes NF 474 (Höhe = 407,899 m) am Schweizerischen Landesmuseum. Die Schweredifferenz zwischen den beiden Punkten beträgt ungefähr 44 mgal.

Für die graphische Bestimmung der Schweredifferenz wurden bei der kurzen Dauer einer Einzelmessung keine Gezeitenkorrekturen angebracht. Die 4 bis 6 Einzelwerte einer Differenz zeigten stets sehr gute Übereinstimmung untereinander, was sicher auf den kurzen Weg und die kleinen Zeitintervalle zurückzuführen ist.

3.65. Vergleich mit früheren Messungen

Alle Schweredifferenzen wurden früher schon einmal beobachtet, sodass nun verschiedene Messungen miteinander verglichen werden konnten. Durch diesen Vergleich sollte man einzelne grobe Fehler der einen oder andern Messreihe lokalisieren und allfällige systematische Unterschiede zwischen den Resultaten beider Messreihen feststellen können.

In der Schleife 5 waren die 1964 beobachteten Schweredifferenzen fast ausnahmslos grösser als diejenigen von 1962 und die Differenz betrug im Mittel $\pm 0,055$ mgal, also wesentlich mehr, als aus dem Beobachtungsfehler erwartet würde. Demgegenüber stimmten die Messungen von 1963 und 1964 innerhalb des Beobachtungsfehlers miteinander überein mit einer Ausnahme, der Schweredifferenz Wil - Frauenfeld, die um etwa 0,1 mgal differierte und somit einer näheren Untersuchung bedurfte.

Bei den Anschlussmessungen Lungern - Schüpfheim zeigten einzelne Schweredifferenzen gute Übereinstimmung der Messungen von 1963 und 1964, während andere Differenzen bis zu 0,1 mgal Unter-

schied aufwiesen. Für die totale Schweredifferenz Lungern - Schüpfheim lieferten die beiden Messungen von 1964 einen Wert, der praktisch den Mittelwert der beiden Bestimmungen von 1963 bestätigte. Der Widerspruch von ca. 0,20 mgal zwischen dem aus dem Netz 1. Ordnung innerhalb der Schleife 3 und dem aus dem Schwerewert von Lungern abgeleiteten Schwerewert von Schüpfheim blieb damit bestehen.

Die Messungen von 1964 auf der Vergleichsstrecke Zürichberg - Landesmuseum konnten nicht ohne weiteres mit den Messungen von 1953 und 1954 verglichen werden, da der eine Endpunkt verlegt worden war und die Messungen nicht mit dem gleichen Instrument erfolgten. Von den vier Messungen 1964 passten je zwei gut zusammen, während dazwischen ein deutlicher Sprung lag.

Die Gegenüberstellung unabhängiger Messungen ein und derselben Schweredifferenz zeigte dasselbe Bild, das von den früheren Beobachtungen des Schwere-netzes 1. Ordnung bekannt war. Demnach weisen die Schwere-messungen im allgemeinen eine ausserordentlich gute Genauigkeit auf, wogegen bei einzelnen Schweredifferenzen unerwartet grosse, mit dieser Beobachtungsgenauigkeit nicht vereinbare Abweichungen auftreten. Die Aufgabe bestand nun darin, mit Hilfe des vorhandenen Beobachtungsmaterials die Ursache dieser Abweichungen zu ergründen. Eine kritische Durchsicht der Messungen liess in erster Linie folgende Ursachen denkbar erscheinen:

1. Unregelmässigkeiten in den Gravimeter-Ablesungen einer Station.
2. Unstabilität des Trommelwertes des Gravimeters.

3.66. Unregelmässigkeiten in den Gravimeter-Ablesungen

Die graphische Auswertung der Schwere-messungen, wie sie von der Schweizerischen Geodätischen Kommission seit Jahren praktiziert wird, bietet den grossen Vorteil gegenüber einer analytischen Behandlung, dass man das Verhalten der einzelnen Gravimeter-Ablesungen auf einer Station unmittelbar beurteilen kann. Im allgemeinen verändern sich die Ablesungen auf einer Station im Laufe der Zeit (abgesehen vom Einfluss der Gezeiten) um kleine Beträge. Normalerweise ist das « Kriechen » (oder die Drift) der Ablesungen einiger-massen linear; es wurden aber auch gelegentliche starke Änderungen der Drift im Sinn und in der Grössenordnung festgestellt. Daneben traten auch vereinzelt Ablesungen auf, die offensichtlich verfälscht waren, was auf ein « Kleben » im Gravimeter-System zurückgeführt wurde.

Bei der Auswertung der Messungen muss den genannten Erscheinungen Rechnung getragen werden, damit durch die lineare

Interpolation der Ablesungen das Resultat der Schweredifferenz nicht verfälscht wird. Es zeigt sich übrigens hier, wie zweckmässig es ist, die graphische Auswertung möglichst rasch vorzunehmen, da bei dadurch aufgedeckten Unregelmässigkeiten die Messungen unverzüglich vermehrt oder allenfalls ganz wiederholt werden können.

Es ist jedoch nicht immer leicht, tatsächliche Unregelmässigkeiten, die sich als systematische Fehler auswirken, von den zufälligen Ablesefehlern zu unterscheiden. Dies ist wohl auch der Grund, weshalb nach bisheriger Praxis (von wenigen ganz eindeutigen Fällen abgesehen) stets zwischen allen Gravimeter-Ablesungen linear interpoliert wurde.

Auf Grund längerer Beobachtungsreihen lässt sich feststellen, dass plötzliche starke Änderungen der Drift meist auf Nullpunkt-Änderungen der Gravimeterskala zurückzuführen sind. Diese wiederum dürften ihre Ursache in sprunghaften Änderungen des ganzen Gravimeter-Ablesystems haben, hervorgerufen durch mechanische Erschütterungen bei frei schwingendem Pendelkörper. In diesen Fällen führt die lineare Interpolation zwischen aufeinanderfolgenden Gravimeter-Ablesungen auf falsche Werte für die Schweredifferenz.

Im vorliegenden Beobachtungsmaterial konnten nach kritischer Durchsicht einzelne Fälle festgestellt werden, in denen mehr oder weniger grosse Änderungen des Skalen-Nullpunktes auftraten. Infolge der schematisch angewandten linearen Interpolation zwischen den einzelnen Gravimeter-Ablesungen streuten die Teilresultate der Schweredifferenz entsprechend stark, und das Endresultat musste gemäss den vorstehenden Bemerkungen verfälscht werden. Nun wurde nachträglich der Versuch unternommen, die graphische Auswertung dieser Beobachtungen unter Annahme von Nullpunktänderungen durchzuführen. Der Beweis für die Richtigkeit dieses Vorgehens wurde dadurch erbracht, dass die grossen Unterschiede zwischen den Einzelwerten der Schweredifferenz praktisch verschwanden und das Endresultat gut mit demjenigen der Nachmessungen übereinstimmte.

In der Schleife 5 des Schweregrundnetzes zeigten sich bei der Messung der Schweredifferenz Winterthur - Frauenfeld vom 13.8.64 offenbar schon auf dem Feld Unregelmässigkeiten, die den Beobachter veranlassten, vom üblichen Beobachtungsschema abzuweichen. Die Auswertung führte auf eine Streuung der Einzelwerte innerhalb 1,4 Tr.E. (Trommeleinheiten) ($\approx 0,14$ mgal), die eine Wiederholung der ganzen Messung ratsam erscheinen liess. Bei der zweiten Auswertung mit Berücksichtigung von zwei Nullpunktänderungen lagen alle Einzelwerte innerhalb 0,3 Tr.E., und das Endresultat wurde

0,4 Tr.E. ($\approx 0,04$ mgal) kleiner oder praktisch gleich wie das der Nachmessung.

Ein instruktives Beispiel stellt die Messung der Schweredifferenz Uznach - Pfäffikon vom 24.8.64 dar, weshalb es auch noch aufgeführt werden soll. Infolge der wegen einer Nullpunktänderung unstatthaften linearen Interpolation streuten die einzelnen Schweredifferenzen innerhalb 1,4 Tr.E., bei Berücksichtigung dieser Änderung in der zweiten Auswertung jedoch nur noch innerhalb 0,1 Tr.E. Dabei änderte sich das Endresultat um 0,65 Tr.E., um praktisch den Wert der Nachmessung anzunehmen.

Bei den Anschlussmessungen Lungern - Schüpfheim traten wie erwähnt in der Schweredifferenz Finsterwald - Schüpfheim grössere Streuungen der Einzelwerte auf (1,1 Tr.E.). Der Grund dafür dürfte in einem Skalensprung kurz nach Beginn der Messungen liegen, durch dessen Berücksichtigung die Einzelwerte nur noch innerhalb 0,45 Tr.E. streuten. (Die ziemlich stetige Zunahme der Einzelwerte um diesen Betrag dürfte einen andern Grund haben; siehe nächster Abschnitt!)

Die Ablesungen auf der kleinen Vergleichsstrecke Zürichberg - Landesmuseum zeigten im allgemeinen keine Unregelmässigkeiten. Einzig bei der Messung vom 11.8.64 trat ein deutlicher Sprung von + 6,8 Tr.E. auf. Die Abweichung war damit so stark, dass über die Auswertung kein Zweifel bestand; die Messreihe zerfiel dadurch in zwei getrennte Teile. Das Beispiel wird hauptsächlich deshalb erwähnt, weil der Sprung nicht auf eine Erschütterung des Gravimeters zurückzuführen ist sondern auf eine Neigung des Instruments bis fast in die Horizontale beim Verlad ins Fahrzeug. Offenbar wirken in dieser Lage derartige Kräfte auf das Pendelsystem, dass eine starke Nullpunktverschiebung hervorgerufen wird.

3.67. *Unstabilität des Trommelwertes des Gravimeters*

Auf Grund der Widersprüche einzelner Schweredifferenzen wurde eine geringe Temperaturabhängigkeit des Trommelwertes vermutet. Eine solche Abhängigkeit macht sich aber nur deutlich bemerkbar, wenn 1. die Schweredifferenz gross ist und 2. der Temperaturunterschied zwischen zwei verschiedenen Messungen gross ist. Das ist der Grund, weshalb die Wiederholungsmessungen im allgemeinen gut zusammenpassten, während einzelne Schweredifferenzen grössere Widersprüche aufwiesen. Um zuverlässige Angaben machen zu können, war deshalb eine systematische Untersuchung des ganzen Beobachtungsmaterials notwendig.

Bei der Messung der Schweredifferenz Wil - Frauenfeld trat erstmals der Verdacht auf, das verwendete Gravimeter könnte einen veränderlichen Trommelwert aufweisen. Die erste Messung vom 3.4.63 ergab 559,7 Tr.E., die Wiederholungsmessung vom 28.8.64 aber nur 558,8 Tr.E. Bei der Frühjahrsmessung traten im Innern des Transportbehälters Temperaturen zwischen 5 und 8° C auf, bei der Sommermessung solche zwischen 26 und 30° C. Zur Abklärung der aufgeworfenen Frage wurde am 18.12.64 eine dritte Messung ausgeführt, die 559,5 Tr.E. ergab, wobei die Temperaturen zwischen 11 und 7° C lagen. Die graphische Darstellung der drei Messergebnisse in Funktion der Temperatur zeigte eine Abnahme um $-72 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Dieser Faktor besagt, dass z. B. eine Schweredifferenz von 50 mgal bei Zunahme der Temperatur um 14° C bereits 1 ‰ oder 0,05 mgal kleiner gemessen wird, während der mittlere Fehler einer Schweredifferenz a priori 0,02 mgal beträgt.

Ein ähnlicher Faktor resultierte auch aus dem Vergleich der übrigen Schweredifferenzen innerhalb der Schleife 5 des Schweregrundnetzes, sofern sie als Gesamtheit betrachtet wurden, wenn auch infolge der kleineren Schweredifferenzen und der kleineren Temperaturdifferenzen die Unsicherheit grösser war.

Ebenso zeigten die Anschlussmessungen Lungern - Schüpfheim ein im Sinn und in der Grössenordnung gleiches Verhalten des Gravimeters in Bezug auf die Temperatur.

Die auf Grund der Schweredifferenz Wil - Frauenfeld vermutete Temperaturabhängigkeit des Trommelwerts fand eine erste Bestätigung im Verhalten der Messungen auf der Vergleichsstrecke Zürichberg - Landesmuseum. Während die beiden ersten Messungen gut zusammenpassten, wurde die dritte Messung plötzlich viel grösser. Die Messungen der Schweredifferenz Wil - Frauenfeld zeigten gerade das umgekehrte Verhalten, indem die zweite kleiner wurde als die erste. Es konnte aber festgestellt werden, dass sich die Temperaturen bei den beiden Schweredifferenzen ebenfalls umgekehrt verhielten, indem sie bei der einen ab-, bei der andern jedoch zunahmen. Eine vierte Messung vom 19.12.64 ergab ebenfalls einen grossen Wert und bestätigte damit die Vermutung. Aus der graphischen Darstellung der vier Messwerte in Funktion der Temperatur darf wohl auf eine lineare Abnahme der Messwerte mit der Temperatur geschlossen werden. Eine Ausgleichsgerade liefert den Temperaturkoeffizienten $-73 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$.

3.68. Zusammenfassung

Durch die Neumessung des Schweregrundnetzes 1. Ordnung innerhalb der Schleife 5 des Schweregrundnetzes und der Anschlüsse Lungern -

Schüpfheim sowie durch die Messungen auf der Vergleichsstrecke Zürichberg - Landesmuseum wurde wertvolles Material zur Untersuchung der Genauigkeit von Gravimetermessungen im allgemeinen und des Verhaltens des verwendeten Gravimeters Worden Nr. 472 im besondern geschaffen. Die Bearbeitung dieses Materials führte auf zwei Erkenntnisse, die die zuweilen auftretenden Widersprüche der bisherigen Messungen weitgehend erklären und die bei zukünftigen Messungen berücksichtigt werden sollten.

Es hat sich gezeigt, dass infolge Erschütterungen und anderer Einflüsse das Ablesesystem des Gravimeters gelegentliche Veränderungen erfährt, die sich in einer sprunghaften Änderung der Ableisungen auswirken. In der Annahme, dass es sich bei derartigen Änderungen um eine Änderung der Drift handelt, wurden bisher die Ableisungen auch über die Sprungstelle hinweg linear interpoliert. Dadurch entstehen aber Fehler an der Schweredifferenz, die bei dreimaliger Stationierung auf beiden Endpunkten ein Viertel des Sprungbetrages ausmachen und somit den eigentlichen Messfehler weit übersteigen. Es dürfte sich in Zukunft empfehlen, beim Auftreten von Unregelmässigkeiten konsequent eine vierte Stationierung auf einem oder auf beiden Endpunkten anzuschliessen, um den allgemeinen Verlauf der Drift besser erfassen und einen allfälligen Sprung lokalisieren zu können.

Sodann konnte festgestellt werden, dass der Trommelwert des Gravimeters Worden Nr. 472 offenbar nicht konstant ist, wie auf Grund früherer Untersuchungen angenommen wurde, sondern mit der Temperatur zunimmt. Die Zunahme beträgt rund $+7 \cdot 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ und bewirkt damit bei einer Temperaturänderung von $+14^{\circ}\text{C}$ bereits eine Änderung des Messresultats von -1 ‰ . Bei einer Schweredifferenz von 50 mgal wird der entsprechende Fehler $-0,05 \text{ mgal}$ und übersteigt damit den eigentlichen Messfehler.

Daraus geht hervor, dass bei der Reduktion der Messungen offenbar ein Temperaturkoeffizient berücksichtigt werden muss. Aus den bisherigen Untersuchungen dürfte dieser auf etwa 10 ‰ genau bekannt sein, was an sich genau genug ist, da sich diese Unsicherheit nur mit 0,005 mgal an einer Schweredifferenz von 50 mgal auswirkt. Für die genauere Erfassung des Temperaturkoeffizienten stehen drei Möglichkeiten offen: 1. die Ableitung aus allen grösseren Schweredifferenzen, die bei stark verschiedenen Temperaturen gemessen wurden, und strenge Mittelbildung; 2. die Ausgleichung der Schwere-netze unter Einführung eines linearen Temperaturkoeffizienten als zusätzliche Unbekannte; 3. weitere Messungen auf der Vergleichsstrecke Zürichberg - Landesmuseum bei verschiedenen Temperaturen im Bereich von 0 bis 30° C. Die dritte Möglichkeit scheint die zweck-

mässigste, da sie bei relativ kleinem Aufwand die zuverlässigsten Angaben über das Verhalten des Gravimeters liefert.

Ist einmal der Temperaturkoeffizient des Gravimeters Worden Nr. 472 mit der nötigen Sicherheit bestimmt, können alle Schwere-messungen innerhalb der Schleife 5 des Schweregrundnetzes auf eine mittlere Temperatur, z. B. 20° C, reduziert werden. Die reduzierten Messungen einer Schweredifferenz aus verschiedenen Messperioden können hierauf miteinander verglichen werden. Die verbleibenden Widersprüche sind dann noch näher zu untersuchen, so vor allem in Bezug auf Unregelmässigkeiten einzelner Ablesungen. Die bereinigten Schweredifferenzen können alsdann einer endgültigen Gesamt-ausgleichung unterzogen werden.

Auch die übrigen Schwerenetze 1. Ordnung sind selbstverständ-lich einer neuen Ausgleichung zu unterziehen, doch wird sich am Schlussresultat nicht sehr viel ändern. Da alle Netze bei mehr oder weniger homogenen Beobachtungsbedingungen gemessen wurden, zeigten sich bekanntlich keine grossen innern Widersprüche.

Die Messung der Temperatur im Innern des Transportbehälters hat sich bewährt, indem dadurch offenbar mit guter Näherung die Temperatur des Gravimeters erfasst wurde. Von der Verwendung eines Thermometers im Gravimeter sollte abgesehen werden, da Eingriffe in dieses empfindliche Instrument problematisch sind. Auch auf den Einbau einer thermostatisierten Heizung in oder um das Gravimeter sollte verzichtet werden, da man deren Einfluss auf die Messungen nicht kennt, und da vor allem die Beweglichkeit stark beeinträchtigt würde.

Diskussion :

Der Referent, Herr Bachmann, fasst die Ergebnisse des Berichtes zusammen : Das Instrument ist nicht stabil, es ist empfindlich gegen Stösse beim Transport und ist temperatur-abhängig. Es ist erfreulich, dass man Anhaltspunkte über die Ursachen gefunden hat und dass es möglich scheint, die Mes-sungen zu korrigieren.

Gassmann äussert sich allgemein zu den instrumentellen Fehlern. Die neueren Instrumente sind stabiler. Die hohe Genauigkeit ist zwar für die Schwerekarte nicht nötig, wohl aber für das Netz 2. Ordnung. Blaser empfiehlt, die Tem-peratur auch im Laboratorium zu untersuchen ; Gassmann

verspricht sich davon wenig. Das Problem ist weiter zu ver-folgen.

Auf Antrag des Referenten verdankt die Kommission den Bericht und stimmt ihm zu.

3.7. Auszug aus dem Referat von W. Fischer über :

Erfahrungen mit Tellurometer und Distomat bei der Nachmessung von Hauptnetzseiten im Bodenseegebiet

In den Jahren 1963 und 1964 führte die Schweizerische Geodä-tische Kommission in Zusammenarbeit mit den Firmen Wild Heer-brugg AG und Albiswerk Zürich AG elektronische Distanzmes-sungen durch. Der Zweck dieser Messungen bestand einerseits darin, Angaben über einen Teil des schweizerischen Triangulationsnetzes 1. Ordnung zu liefern. Andererseits sollte durch diese Messungen das neue elektronische Distanzmessgerät Wild DI 50 Distomat im praktischen Einsatz erprobt werden. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass es sich um die ersten derartigen Messungen der Schwei-zerischen Geodätischen Kommission handelte. Da wir uns noch auf keine eigenen praktischen Erfahrungen stützen konnten, sind die Lehren, die daraus gezogen werden können, in erster Linie als solche von Anfängern zu werten und somit nicht zu verallgemeinern.

Gemäss der gestellten Aufgabe wurden im Oktober 1963 sieben Seiten des Triangulationsnetzes 1. Ordnung im Bodenseegebiet ge-messen, nämlich die zwei Dreiecke Lägern - Singen (Hohentwiel) - Hörnli und Hörnli - Kippenhausen (Hersberg) - Säntis sowie die Vergrösserungsseite Säntis - Pfänder des Basisnetzes Heerbrugg. Zur Erzielung überschüssiger Beobachtungen wurden die Punkte Nollen und Hohentannen des Basisvergrösserungsnetzes Weinfeldern und der Punkt St. Anton des Basisvergrösserungsnetzes Heerbrugg in unser Beobachtungsnetz einbezogen. Jede der 18 Strecken wurde einmal mit dem Distomat und unmittelbar anschliessend einmal mit dem Tellurometer gemessen¹. Im August 1964 wurde im selben Gebiet ein kleineres Netz von 13 Strecken zwischen 6 Punkten 2. Ordnung gemessen, nachdem aus verschiedenen Gründen eine Wiederholungs-messung des Netzes von 1963 nicht möglich war. Jede Strecke wurde an zwei verschiedenen Tagen mit dem Distomat gemessen. Schliess-

¹ Da diese Messungen bereits an der 110. Sitzung der Schweiz. Geodä-tischen Kommission behandelt wurden (vgl. Procès-verbal 1964) wird hier nicht mehr darauf eingetreten.

lich erfolgte im September 1964 die Messung von vier langen Strecken vom Punkt 1. Ordnung Chasseral im Jura quer über das schweizerische Mittelland nach anderen Punkten 1. Ordnung.

Das Netz vom August 1964 wies 13 Seiten von durchschnittlich 17,2 km Länge auf. Jede Seite wurde an zwei verschiedenen Tagen bei stark unterschiedlichen meteorologischen Bedingungen mit dem Distomat gemessen. Die Messreihen, die jeweils nur etwa 10 Minuten in Anspruch nahmen, wurden meist in kürzeren Zeitintervallen wiederholt, wobei gelegentlich deutliche Abweichungen zwischen den einzelnen Serien auftraten.

Die Mittel der Messungen jedes Tages wurden einer vermittelnden Ausgleichung unterworfen, die mit zwei verschiedenen Gewichtsansätzen durchgeführt wurde. Der Ansatz $p = 1$ führte auf einen mittleren Fehler einer Beobachtung (Tagesmittel) $m_e = \pm 7,2$ cm, was einem relativen Fehler von $\pm 4,2 \cdot 10^{-6}$ an der durchschnittlichen Strecke von 17,2 km entspricht. Beim Ansatz $p = 1/D^2$ (D in 10 km) resultierte ein mittlerer Fehler $m_e = \pm 3,8$ cm an der Gewichtseinheit $D_e = 10$ km oder ein relativer Fehler von $\pm 3,8 \cdot 10^{-6}$. Der zweite Gewichtsansatz entsprach der Verteilung der Beobachtungsfehler besser als der erste. Die ausgeglichenen Strecken des Distomat-Netzes waren um einen Faktor $10 - 20 \cdot 10^{-6}$ kürzer als die entsprechenden Strecken der Triangulation 2. Ordnung und bestätigten damit die bereits 1963 festgestellte Tatsache, dass der Massstab der Triangulation im Bodenseegebiet um den Faktor $17 \cdot 10^{-6}$ zu gross eingeführt wurde.

Bei den im September 1964 durchgeführten Messungen handelt es sich um einen Versuch, den Distomat über längere als bisher vorgesehene und gemessene Distanzen einzusetzen. Da bei zunehmender Distanz die Erdkrümmung eine immer entscheidendere Rolle spielt, wurde vorgesehen, die Stationspunkte auf leicht zugängliche Gipfel- punkte zu legen. Zudem sollten die Messungen mit möglichst gut bekannten Strecken verglichen werden können, weshalb die Wahl auf Punkte des Triangulationsnetzes 1. Ordnung fiel. Dadurch entstand umgekehrt wieder die Möglichkeit, die Triangulation 1. Ordnung mit diesen Messungen zu überprüfen. Als Ausgangspunkt aller vier Strecken wurde der Punkt Chasseral (1600 m über Meer) auf dem Jurakamm gewählt, der freie Sicht über einen grossen Teil des schweizerischen Mittellandes bis zu den Alpen gewährt. Von hier aus sollten die Strecken nach den Punkten Niesen (2360 m), Briener Rothorn (2350 m), Rigi (1800 m) und Hörnli (1130 m) gemessen werden. Die Länge der zu messenden Strecken konnte somit sukzessive gesteigert werden von 70 km auf 84, 110 und schliesslich auf 147 km.

Die Mittel der Ablesungen der verschiedenen Serien eines Tages wiesen eine sehr geringe Streuung auf ($0,2 - 0,6 \cdot 10^{-6} \cdot D$), was auf die sehr konstanten atmosphärischen Verhältnisse längs der ganzen Strecke zurückgeführt wurde. Demgegenüber zeigten die mit dem aus den meteorologischen Elementen der Stationen A und B abgeleiteten Brechungskoeffizienten reduzierten Messungen Abweichungen von $\pm 1,2 \cdot 10^{-6} \cdot D$. Daraus ging hervor, dass die Tagesschwankungen des Brechungskoeffizienten an den beiden Bodenstationen (Gipfel) nicht für die ganze Strecke Gültigkeit hatten. Die Übereinstimmung der auf das Ellipsoid reduzierten Strecken mit den entsprechenden Werten aus der Triangulation 1. Ordnung war erstaunlich gut und widersprach der andernorts festgestellten Massstabsdifferenz.

Diskussion:

Herr Bachmann fasst als Referent die Ergebnisse zusammen. Wesentlich ist der Einfluss der Refraktionsunsicherheit. Er empfiehlt Zustimmung zum Bericht. Blaser äussert sich zu den meteorologischen Einflüssen und erkundigt sich nach Versuchen mit Schallmessung und systematischen Abweichungen zwischen Tag und Nacht, Sommer und Winter. Die Frage bedarf weiterer Klärung. Der Bericht wird genehmigt.

4. Arbeitsprogramm 1965

Der Präsident weist darauf hin, dass infolge des gewünschten späten Datums der Sitzung ein Teil des Arbeitsprogrammes bereits in Angriff genommen wurde. Es entspricht aber dem früher beschlossenen langfristigen Programm.

Im Einzelnen werden folgende Arbeiten vorgeschlagen:

- 4.1. Gravimetrische Arbeiten: Fortsetzung der Messung im Schwerenet 1. Ordnung im Jura.
- 4.2. Laplace-Punkte Rochers-de-Naye und La Dôle mit Referenzbeobachtungen in Genf und Versoix als schweizerischer Anteil am europäischen Triangulationsnetz.

4.3. Elektronische Distanzmessungen: Vervollständigung des Netzes im Mittelland und Anschluss an den Feldberg. Die Landestopographie übernimmt die Winkelmessungen.*

4.4. Basis Heerbrugg: Durch ein Höhenwinkelnetz zwischen Säntis und Pfänder werden ellipsoidische Höhen bestimmt.

Huber erwähnt, dass eine Beteiligung von Ingenieuren der Landestopographie an den Distomat-Messungen wünschbar sei. Dem Wunsch wird gerne entsprochen.

Das vorgeschlagene Programm wird gutgeheissen.

Gassmann schlägt vor, in Zukunft Arbeitsprogramm und Budget nicht nur für das laufende, sondern bereits für das folgende Jahr zu besprechen. Der Präsident nimmt von diesem Vorschlag Kenntnis.

5. Rechnung 1964

De Ræmy erstattet Bericht. Die Rechnung ist von der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft geprüft und genehmigt worden.

6. Budget 1965

Letztes Jahr wurden Fr. 105 000.— beantragt. Dem Wunsche der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft entsprechend hat der Präsident den Betrag in eigener Kompetenz auf Fr. 97 000.— reduziert, da man der Kommission anderweitig entgegengekommen ist.

Für 1966 wurde bei dieser Gelegenheit ein Betrag von Fr. 105 000.— zugesichert.

Die Kommission ist mit dem vorgelegten Budget einverstanden.

7. Budget 1966

Der Präsident erläutert in diesem Zusammenhang das für 1966 vorgesehene Arbeitsprogramm. Vorgesehen sind:

— weitere Schweremessungen;

— Laplace-Punkte auf dem Generoso (Tessin) und der Weissfluh (Graubünden), ferner auf einem noch zu bestimmenden Punkt im Wallis;

— Elektronische Distanzmessungen im Basisnetz von Bellinzona.

Wegen der zu erwartenden hohen Druckkosten wird ein Ausgabenbudget von Fr. 105 000.— vorgesehen.

In der Diskussion wird von Blaser die Frage aufgeworfen, ob für Instrumentenanschaffungen die notwendigen Beträge eingesetzt seien. Kobold weist darauf hin, dass durch die Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Instituten teure Instrumentenanschaffungen vermieden werden können. Zudem sind für besondere Auslagen besser Spezialkredite anzufordern.

Bonanomi (Neuenburg) weist auf die Neuordnung des Zeitzeichendienstes hin.

8. Wahl des Präsidenten, des Vizepräsidenten, des Sekretärs und des Quästors

Es liegen die Demissionen des Sekretärs, Herrn Prof. Blaser, und des Quästors, Herrn Ing. de Ræmy, vor. Der Präsident verdankt die grosse geleistete Arbeit und freut sich, dass beide Herren weiterhin als Mitglieder der Kommission angehören werden.

Präsident und Vizepräsident werden einstimmig bestätigt. Als Sekretär wird Prof. R. Conzett, Zürich, und als Quästor Dipl. Ing. M. Bonanomi, Bern, gewählt.

9. Verschiedenes

Das Wort zu diesem Traktandum wird nicht verlangt. Der Präsident schliesst die Sitzung um 13^h 15^m.

TABLE DES MATIÈRES

Adresses des membres de la Commission géodésique suisse	2
1. Bericht des Präsidenten über die Tätigkeit der Kommission im allgemeinen	4
2. Bericht des Vizepräsidenten über seine Teilnahme an den Sym- posien	5
3. Tätigkeitsberichte	7
3.1 Über « astronomische Beobachtungen 1964 auf den Laplace- Punkten Niesen und Hörnli »	7
3.2 Längen- und Breitenbestimmungen im Berner Oberland von Juli bis September 1964	18
3.3 Breiten- und Längenbestimmungen im Oberwallis, Tessin und Berner Oberland	26
3.4 Niveauuntersuchung und Untersuchung von Teilkreisfehlern	28
3.5 Neuausgleichung der Höhenwinkelbeobachtungen im Berner Oberland und Aletschgebiet	31
3.6 Schweremessungen 1. Ordnung des Jahres 1964	31
3.7 Erfahrungen mit Tellurometer und Distomat bei der Nach- messung von Hauptnetzseiten im Bodenseegebiet	41
4. Arbeitsprogramm 1965	43
5. Rechnung 1964	44
6. Budget 1965	44
7. Budget 1966	44
8. Wahl des Präsidenten, des Vizepräsidenten, des Sekretärs und des Quästors	45
9. Verschiedenes	45