

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES  
SCHWEIZ. NATURFORSCHENDE GESELLSCHAFT

---

**PROCÈS-VERBAL**

de la 108<sup>e</sup> séance de la

**COMMISSION GÉODÉSIQUE  
SUISSE**

tenue au Palais fédéral à Berne

le 5 mai 1962

avec des extraits des rapports sur l'activité de l'année 1961

---

**PROTOKOLL**

der 108. Sitzung der

**SCHWEIZ. GEODÄTISCHEN  
KOMMISSION**

vom 5. Mai 1962

im Parlamentsgebäude in Bern

mit Auszügen aus den Berichten über die Tätigkeit im Jahre 1961

NEUCHÂTEL

IMPRIMERIE PAUL ATTINGER S. A.

1962

PROCÈS-VERBAL

de la 108<sup>e</sup> séance de la

COMMISSION GÉODÉSIQUE  
SUISSE

tenue au Palais fédéral à Berne

le 5 mai 1962

avec des extraits des rapports sur l'activité de l'année 1961

---

PROTOKOLL

der 108. Sitzung der

SCHWEIZ. GEODÄTISCHEN  
KOMMISSION

vom 5. Mai 1962

im Parlamentsgebäude in Bern

mit Auszügen aus den Berichten über die Tätigkeit  
im Jahre 1961

## Adresses

### des membres de la Commission géodésique suisse

---

*Président* : M. le professeur F. KOBOLD, directeur de l'Institut géodésique 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 J.-P. BLASER, Ecole polytechnique fédérale, Zurich.

*Trésorier* : M. M. DE RÉMY, ancien vice-directeur du Service topographique fédéral, Kapellenstrasse 22, Berne.

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

M. le professeur S. BERTSCHMANN, ancien directeur du Service topographique fédéral, Germaniastrasse 19, Zurich 6.

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

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

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

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<sup>c</sup>, Zurich 6.*

### 108<sup>e</sup> Séance de la Commission géodésique suisse le 5 mai 1962, au Palais fédéral à Berne

---

*Présents* : M. F. Kobold, président, MM. S. Bertschmann, J.-P. Blaser, E. Guyot, E. Huber, M. de Rémy, M. Schürer, M. Waldmeier, ainsi que MM. les ingénieurs W. Fischer, E. Hunziker et N. Wunderlin.

#### *Ordre du jour* :

1. Communications du président.
2. Rapports d'activité 1961.
3. Programme de travail pour 1962.
4. Comptes 1961.
5. Budget 1962.
6. Budget provisoire et demande de subsides pour 1963.
7. Divers.

#### **I. Communications du président**

Le président ouvre la séance à 9<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> et annonce que MM. Bachmann et Gassmann, ainsi que le président central de la Société helvétique des sciences naturelles, M. le professeur Töndury, se sont fait excuser pour la séance.

M. Kobold retrace les événements principaux de l'année écoulée. La Commission a subi une grande perte en la personne de son président honoraire, M. C.-F. Bäschlin, décédé le 6 décembre 1961 à l'âge de quatre-vingts ans. Un des grands de la géodésie mondiale nous a quitté après une vie remplie d'une activité intense dans les domaines de la science et de l'enseignement. Membre de la Commission géodésique suisse dès 1912, il en prit la présidence en 1932. Après sa retraite en 1958, il

continua son activité féconde comme président honoraire. Il n'y eut guère de problèmes traités par la Commission géodésique auxquels M. Bäschlin ne prit une part active et déterminante, et plusieurs méthodes nouvelles utilisées par les ingénieurs de la Commission furent développées par le professeur Bäschlin. Les travaux les plus remarquables du défunt en rapport avec les travaux de la Commission ont porté sur la réduction des nivellements, sur la détermination du géoïde, le choix des méthodes d'observation astronomique adéquates, ainsi que sur la réduction des mesures gravimétriques. Les séances, au cours desquelles M. Bäschlin savait si magistralement discuter les travaux en cours et projetés resteront présentes dans le souvenir de ses collaborateurs qui tiraient toujours le plus grand profit de ses critiques souvent sévères, mais toujours constructives et bienveillantes. Le professeur Bäschlin fut toujours un modèle de probité intellectuelle ; il savait défendre, sur le plan national aussi bien qu'international, et avec tout le poids de sa personnalité si vivante, les idées qu'il avait reconnues justes.

Les grands mérites scientifiques de M. Bäschlin ont été mis en valeur dans de nombreuses publications suisses et étrangères, et des nécrologies détaillées ont paru <sup>1</sup>.

Le président signale aussi la mort du professeur Jung, président de la Deutsche Geodätische Kommission, décédé en 1961 à Aachen.

La Commission a fêté en 1961 le centenaire de sa fondation par une séance commémorative tenue à Zurich le 20 octobre 1961. Cette manifestation fort réussie avait été associée à une séance de la « Bodenseekonferenz » et a suscité un écho important tant en Suisse qu'à l'étranger. Le discours principal de M. Kobold, retraçant l'histoire, les travaux et les buts de la Commission a été publié dans la *Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de photogrammétrie* (1961,

<sup>1</sup> Gedenkschrift C.-F. Bäschlin.

C.-F. Bäschlin, *Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie* 1962, Nr. 1.

N° 11). M. le professeur Levallois, Paris, a présenté les vœux de l'Association internationale de géodésie, et MM. les professeurs Tardi, Cassinis, Kneissl et Ledersteger ont souligné les relations amicales et fécondes entretenues avec les Commissions géodésiques de France, d'Italie, d'Allemagne et d'Autriche. Un banquet commun à la « Meise » a terminé cette belle fête. La publication commémorative éditée à l'occasion du centenaire de la Commission a subi un certain retard, mais elle paraîtra au cours de l'année 1962.

Le président mentionne ensuite la participation de l'ingénieur Fischer à un cours organisé à Munich sur la mesure électronique des distances et l'utilisation de calculatrices électroniques.

Le président rend ensuite hommage au Dr E. Hunziker, ingénieur de la Commission depuis quarante-six ans et qui prend sa retraite fin juin 1962. Au cours de sa longue et féconde activité, M. Hunziker s'est occupé d'abord du nivellement astronomique et des différences de longitudes des points principaux. Ensuite il a contribué de façon essentielle à créer le réseau gravimétrique suisse. De nombreuses publications témoignent de son activité caractérisée par des connaissances approfondies du sujet et l'extrême soin apporté à ses travaux.

Le président donne ensuite la parole à M. Blaser pour un court rapport sur le symposium tenu à Washington en avril 1962 sur l'emploi de satellites artificiels en géodésie. Cette nouvelle technique est en plein développement et laisse prévoir des applications intéressantes. Parmi celles-ci, citons la détermination du champ gravitationnel et de la forme géométrique de la terre. Les satellites permettront avant tout de relier entre eux les réseaux géodésiques des divers continents. Les méthodes proposées sont d'une part optiques, d'autre part radioélectriques (satellites « Transit »). Les problèmes nouveaux de mécanique céleste et de technique d'observation, posés par l'emploi de satellites, font actuellement l'objet de nombreux travaux. Il serait désirable que la Suisse collaborât à de futurs programmes internationaux dans ce domaine.

Il est décidé de former une sous-commission, composée de MM. Kobold, Schürer et Blaser, qui suivra de près l'évolution de cette nouvelle branche de la géodésie et présentera à la Commission des propositions sur la façon d'y participer.

## 2. Rapports d'activité 1961

### 2.1. Base de Heerbrugg

M. Kobold regrette que la réduction finale n'ait pas encore pu être terminée à cause de retards survenus dans les travaux exécutés par l'Allemagne et l'Autriche. Suivant les méthodes de réduction utilisées, une incertitude d'environ 2 mm persiste.

### 2.2. Auszug aus dem Bericht von N. Wunderlin über :

#### Höhenwinkelmessungen 1961 im Bedretttotal

Die Schweizerische Geodätische Kommission hatte an ihrer Sitzung vom 29. April 1961 in Bern den Beschluss gefasst, das astronomische Nivellement im Meridian des St. Gotthard und das Höhenwinkelnetz Spiez-Jungfrauoch-Brig durch das Bedretttotal und das Goms auf irgend eine Weise zu verbinden, um den Zusammenhang des « Gotthardgeoides » mit dem « Geoid des Berner Oberlandes » herzustellen.

Da die Maggia-Kraftwerke beim Ausbau einer dritten Stufe im obersten Bavonatal im Gebiet des hinteren Bedretttales ein trigonometrisches Netz zu beobachten hatten, das sich vorzüglich auch für Höhenwinkelmessungen zu einer Übertragung geoidischer Höhen eignete, war eine Zusammenarbeit mit diesem Konsortium und dem die Triangulation durchführenden Ingenieurbüro U. Meier, Locarno, gegeben. Die Aufteilung der Arbeiten sollte dabei so unkompliziert und flexibel als möglich erfolgen.

Auf der im Originalbericht enthaltenen Karte 1 : 100 000 sind neben dem Netz der Maggia-Kraftwerke (soweit es die SGK interessiert) das Anschlussnetz an das Gotthardprofil sowie ein vorgesehene Verbindungsnetz zu den Punkten Eggishorn und Strahlgrat des Berner Oberländer Netzes dargestellt.

Die Signalisierung der Punkte des Maggia-Netzes wurde vom Büro Meier durchgeführt. Im Rahmen einer kurzen Rekognoszierung beteiligte sich am 11. Juli von der SGK N. Wunderlin an der Signalisierung des Punktes S. Giacomo und stellte am 12. Juli das Signal auf dem Punkt Piano del Gheisc ob Villa/Bedretto, der zum nur die SGK berührenden Anschlussnetz gehört. Vom 17. bis 22. Juli wurden durch N. Wunderlin und die beiden Gymnasiasten M. Wyniger, Kehrsatz und F. Pervangher, Airolo die Punkte des Anschlussnetzes Corno (18. Juli), Giubing (19.), Fibbia (20.), Vespero (21.), Madrano (22.) signalisiert. Beim Punkt Madrano, der exzentrisch beobachtet werden musste, wurde zudem das Exzentrum durch einen Lochbolzen versichert.

Über den Verlauf der Höhenwinkelmessungen möge die folgende Zusammenstellung orientieren, wobei zu bemerken ist, dass wir eine Station kein zweites Mal bezogen, wenn für alle Höhenwinkel mindestens 10 gut über Morgen und Nachmittag verteilte Messungen vorlagen.

### 24. - 29. Juli

Beobachter : Wunderlin

Gehilfen : Wyniger,  
Pervangher

Stationen : Corno (25.)  
Vespero (26.)  
Fibbia (28.)  
Madrano (29.)

(die beiden letzten Stationen wegen schlechten Wetters nicht vollständig).

Vom 2. - 12. August befanden sich beide Beobachter Fischer und Wunderlin in Grindelwald als Instruktoren für astron. Ortsbestimmungen im Vermessungskurs II und zum Ausprobieren der neuen Quarz/Tonband-Registriereinrichtung.

### 17. August - 2. September

Beobachter : Fischer  
Wunderlin

Gehilfen : Leonardi  
Pervangher

- Stationen : Piano del Gheise (18.)  
 Fibbia (19. nochmals unvollständig)  
 Madrano (21.)  
 Fibbia (22.)  
 S. Giacomo (23. Höhenwinkel)  
 Giubing. (25.)  
 Brudelhorn (26. Signalisierung)  
 S. Giacomo (28. Richtungssätze für Maggia)  
 Rovino (29. Höhenwinkel und Richtungssätze für Maggia)  
 Manegorio (30. Höhenwinkel und Richtungssätze)  
 Gallina (1. September)

4. - 7. September

Vergebliche Versuche, die beiden Stationen Nufenenstock T und W zu beobachten (schlechtes Wetter)

14. - 16. September

Beobachter : Wunderlin

Gehilfe : Wattenhofer

Stationen : Nufenenstock Wallis (Höhenwinkel und Richtungssätze für Maggia)  
 Nufenenstock Tessin (nur Richtungssätze für Maggia)

Von den 36 Feldtagen fielen auf

Rekognoszierung	1
Signalisierung (7 Punkte)	8
Beobachtung (10 Stationen Höhenwinkel und 2 Stationen Richtungssätze Maggia)	<u>27</u>
	36

Pro Station waren also für Signalisierung und Beobachtung etwa 3-4 Feldtage nötig.

Bei den Beobachtungen der zweiten Hälfte, ab 17. August, stand uns ein VW-Kastenwagen aus dem AMP Hinwil zur Verfügung, der uns manche Erleichterung brachte und die Zeit besser ausnützen half. Die Abteilung für Genie und Festungswesen des Eidg. Militärdepartementes und die Festungswacht-Kompagnie 18 in Airolo und 11 in Brig erlaubten uns die Benützung ihrer Unterkünfte und der Seilbahn All'Aqua-Passo S. Giacomo und hielten uns

auf dem laufenden bezüglich der Schiesstage in den vielen gesperrten Gebieten, was uns alles die Arbeit ebenfalls bedeutend erleichterte. Ohne die Leistung unserer ausgezeichneten, bergtüchtigen Gehilfen aber wäre die Aufgabe überhaupt nicht zu lösen gewesen.

Die Zusammenarbeit mit dem Ingenieurbüro Meier in Locarno gestaltete sich praktisch reibungslos. Die SGK beobachtete für die Maggia Richtungssätze auf den Punkten Rovino, Manegorio, S. Giacomo, Nufenenstock W und Nufenenstock T. Das Büro Meier beobachtete für die SGK die Höhenwinkel auf den Stationen Cristallina, Poncione di Braga, Basodino, Cavagnoli, Bettelmatthorn und Faulhorn. Ausserdem profitierte die SGK natürlich von der Signalisierung.

Sofern mit ähnlichen Verhältnissen im projektierten und für 1962 zur Beobachtung vorgesehenen westlichen Netzteil gerechnet werden darf, lässt sich ein ungefähr gleicher Arbeitsaufwand wie 1961 voraussehen. Die zur Berechnung von Lotabweichungen noch erforderlichen astronomischen Beobachtungen dürften sich, sofern keine zu hohen Ansprüche an die Genauigkeit gestellt werden, ebenfalls in einem Jahre durchführen lassen. In dem uns bekannten östlichen Netzteil kommen nur fünf Punkte als astronomische Stationen und zudem — ausser Madrano — nur für DKM3-A in Frage. Im Westteil des Netzes muss die Frage der Astropunkte noch abgeklärt werden. Es bestände dort auch die Möglichkeit, durch ein astronomisches Nivellement zwischen Brig und Bellwald das aus Höhenwinkeln abgeleitete Geoid unabhängig zu kontrollieren.

M. Schürer a examiné ce travail et se déclare très satisfait des résultats obtenus.

2.3. Auszug aus den Berichten von N. Wunderlin über :

**Auswertung der Längenbeobachtungen 1961 Rigi und Grindelwald**

*I. Rigi, Oktober 1961*

*Allgemeines*

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf die Berechnungen, welche von den Zahlen des bereinigten und mit den nötigen Angaben versehenen Druckchronographenstreifen zu den provisorischen

Längendifferenzen gegenüber Greenwich führen. Über die Durchführung der Beobachtungen und den Einsatz der neuen Quarz/Tonband-Registriereinrichtung orientiert der Bericht über « Die tragbare Zeitregistriereinrichtung der SGK » von W. Fischer. Da bei den Beobachtungen die übliche Methode der Bestimmung von Durchgangszeiten zenitnaher Sterne durch den Meridian und der Registrierung von Empfangszeiten von Radiozeitzeichen angewendet worden war, ist die Beschreibung der Auswertung überall kurz gehalten, wo sie dem normalen Vorgehen folgt. Ausführlicher sind einige Änderungen und Erweiterungen im Auswertungsgang dargestellt.

*Die Bestimmung der Zeitzeichenempfangszeiten und der Durchgangszeiten der Sterne.*

Für die Durchgangsbeobachtung jedes Sterns wurden, sofern Registrierungen vorlagen, Zeitzeichenempfangszeiten abgeleitet für die letzte Minute vor dem Einsetzen der Mikrometerkontakte, in der Lücke während dem Umlegen und für die erste Minute nach Abschluss des Nachführens, wobei je 10 aufeinanderfolgende Sekundentops gemittelt wurden.

Es zeigten sich bei den Sekundentops des Zeitzeichens HBB fast stets grössere Schwankungen, die bis etwa 0,010 sec Abweichung vom Mittel betragen; auch grobe Abweichungen traten gelegentlich auf. Über die Ursache dieser Erscheinung — in der Sendezeit der Zeichen?, in Übermittlung und Empfang?, in der Registrierung auf dem Tonband? — können keine Angaben gemacht werden, da noch keine entsprechenden Versuche unternommen wurden. Jedoch scheint die Ursache nicht in der Wiedergabe durch das zu der neuen Registriereinrichtung gehörende Auswertegerät zu liegen, da mehrmaliges Drucken des gleichen Bandes Unterschiede von nur wenigen Millisekunden ergibt.

Die Bestimmung der Durchgangszeiten der Sterne erfolgte nicht auf die übliche Weise durch Bilden der Summe der Zeiten von je zwei symmetrischen Kontakten, Mittelbildung aller dieser « Doppelkontakte » und schliessliche Halbierung. Das müheloser als bei Harfenablesung von Schreibchronographenstreifen zugängliche Beobachtungsmaterial ermöglichte weitgehende Untersuchungen über die zeitliche Abfolge der einzelnen Kontaktschlüsse.

Durch die je rund 30 Werte (Kontaktschluss-Zeiten), die beim Nachfahren eines Sternes mit dem Faden des unpersönlichen Mikrometers vor und nach dem Durchgang entstanden waren, wurde je eine « Ausgleichsgerade » gelegt, das heisst es wurde eine Ausgleichung angesetzt mit folgenden Beobachtungsgleichungen

$$T_i + \varphi_i^2 = T_m + k_i P \quad \begin{matrix} i = 1, 2, \dots, n-1, n \\ k_i = i - \frac{n+1}{2} \end{matrix}$$

$T_i$  beobachtete Kontaktschlusszeit  
 $T_m, P$  durch die Ausgleichung zu bestimmende Parameter der Ausgleichsgeraden

Die Einführung des sich in gleichen Schritten von + 1 ändernden Faktors  $k_i$  schien gerechtfertigt durch die sehr gleichmässigen Abstände der Kontaktlamellen auf dem Mikrometerrädchen. Ob diese Annahme und überhaupt der Ansatz einer linearen Funktion zur Darstellung der Kontaktschlusszeiten angebracht ist oder nicht, soll später diskutiert werden. Die Lösung für die Unbekannten  $T_m$  und  $P$  lautet bekanntlich

$$T_m = \frac{[T_i]}{n} \quad P = \frac{[k_i T_i]}{[k_i^2]}$$

$$m_e = m_{T_i} = \sqrt{\frac{[\varphi' \varphi']}{n-2}}$$

$$m_{T_m} = m_e \sqrt{\frac{1}{n}} \quad m_P = m_e \sqrt{\frac{1}{[k_i^2]}}$$

Sofern bei einem Stern die Kontaktzeiten  $T_i$  vor und nach dem Durchgang völlig identisch gewählt werden, ergibt das Mittel der beiden  $T_m$  die « Durchgangszeit » des betreffenden Sternes, verfälscht natürlich um die Grösse  $\frac{1}{2}$  (Lamellenbreite + Toter Gang).

Die Grösse  $\frac{P}{\sec \delta} = P \cos \delta$  gibt gleichsam einen « Revolutionswert », d. h. das Zeitintervall zwischen zwei Kontaktschlüssen bei einem Äquatorstern. In der folgenden Tabelle 1 sind diese Werte getrennt zusammengestellt für die vier möglichen Fälle: vor oder nach Durchgang, Okular E oder Okular W.

Tabelle 1  
« Revolutionswerte » P cos δ in sec/Kontakt

Datum Beob.	Vor Durchgang					
	Okular W			Okular E		
	*	δ	P cos δ	*	δ	P cos δ
5. Okt. Wu	875	56° 58'	1,0146	1610	37° 59'	1,0209
	1616	40 02	166	1622	46 13	232
	899	57 17	159	2	58 56	198
	1005 <sup>1</sup>			16	62 43	198
	19	29 06	150	25	48 04	200
	29	64 02	171	33	38 18	232
10. Fi	863	66 00	158	869	42 07	162
	1604	49 05	157	875	56 58	183
	882	62 05	160	1616	40 02	200
	891	43 04	184	1622	46 13	185
	899	57 17	170	1	28 53	204
11. Wu	853	63 23	152	858	41 37	223
	863	66 00	177	1600	36 53	208
	869	42 07	161	1604	49 05	200
	1610	37 59	186	1613	32 11	194
	1616	40 02	172	890	46 15	213
	1619	44 07	180	895	67 36	212
12. Fi	1	28 53	155	1005	36 34	188
	1009	37 45	155	16	62 43	209
	21	56 20	178	25	48 05	222
	29	64 02	176	1030	54 44	182
	43	29 53	172	45	27 04	178
	48	60 02	168	52	48 26	179
13. Fi.	830	62 36	163	835	33 00	205
	1583	39 32	147	844	52 02	193
	853	63 23	163	858	41 37	186
	863	66 00	184	1600	36 53	200
	869	42 07	157	875	56 58	198
	1610	37 59	158	1613	32 11	176
	890	46 15	168			
Durch- schnitte			1,0165 ±0,0002			1,0199 ±0,0003

<sup>1</sup> Zu wenig Kontakte vorhanden.

Tabelle 1  
« Revolutionswerte » P cos δ in sec/Kontakt

Datum Beob.	Nach Durchgang					
	Okular W			Okular E		
	*	δ	P cos δ	*	δ	P cos δ
5. Okt. Wu	1610	37° 59'	1,0161	875	56° 58'	1,0165
	1622	46 13	139	1616	40 02	153
	2	58 56	177	899	57 17	188
	16	62 43	160	1005 <sup>1</sup>		
	25	48 04	152	19	29 06	108
	33	38 18	196	29	64 02	208
10. Fi	869	42 07	177	863	66 00	193
	875	56 58	187	1604	49 05	162
	1616	40 02	190	882	62 05	144
	1622	46 13	180	891	43 04	168
	1	28 53	175	899 <sup>1</sup>		
11. Wu	858	41 37	152	853	63 23	198
	1600	36 53	165	863	66 00	175
	1604	49 05	198	869	42 07	162
	1613	32 11	157	1610	37 59	165
	890	46 15	206	1616	40 02	180
	895	67 36	181	1619	44 07	182
12. Fi	1005	36 34	165	1	28 53	157
	16	62 43	196	1009	37 45	124
	25	48 05	188	21	56 20	154
	1030	54 44	179	29	64 02	182
	45	27 04	176	43	29 53	116
	52	48 26	174	48	60 02	174
13. Fi	835	33 00	195	830	62 36	166
	844	52 02	166	1583	39 32	170
	858	41 37	168	853	63 23	174
	1600	36 53	173	863	66 00	155
	875	56 58	172	869	42 07	184
	1613	32 11	166	1610	37 59	127
				890	46 15	175
Durch- schnitte			1,0175 ±0,0003			1,0165 ±0,0005

<sup>1</sup> Zu wenig Kontakte vorhanden.

Die vier Durchschnitte und die Streuungen der Einzelwerte um diese Mittel sind in der folgenden Zusammenstellung nochmals vereinigt (in sec pro Kontakt):

	vor Durchgang	nach Durchgang
Okular W	1,0165 ± 0,0011	1,0175 ± 0,0017
Okular E	1,0199 ± 0,0016	1,0165 ± 0,0024

Es ergibt sich daraus folgendes:

Vor dem Durchgang sind diese « Revolutionswerte » für Okular W und Okular E eindeutig und gesichert verschieden. Z. B. liegen nur drei Werte für Okular W über 1.0180 und nur vier Werte für Okular E liegen unter dieser Schwelle.

Nach dem Durchgang liegt kein gesicherter Unterschied zwischen Okular E und Okular W vor, auch streuen die einzelnen Werte etwas stärker um ihren Durchschnitt als bei den Beobachtungen vor Durchgang.

Eine Abhängigkeit von der Deklination  $\delta$  ist nicht ersichtlich, ebenso nicht vom Beobachter.

Der eigentliche physikalische Revolutionswert, die Drehung der durch den beweglichen Mikrometerfaden definierten Visierebene pro Mikrometerdrehung, darf zwar ebenfalls keineswegs als Konstante betrachtet werden — z. B. ist er abhängig von der Fernrohrfokussierung, ist ferner auch nicht über das ganze Gesichtsfeld des Fernrohres konstant —, jedoch ist eine so auffällige Verschiedenheit, wie sie bei den Beobachtungen vor Durchgang zwischen Okular W und Okular E sich zeigt, nicht als Änderung des eigentlichen Revolutionswertes erklärlich. Die Fokussierung wurde im Laufe eines Abends nicht geändert, und aus einer Ungleichheit des Revolutionswertes in den beiden Gesichtsfeldhälften lassen sich die Werte der Tabelle nicht erklären. Hingegen würde ein stetiges Sich-Heben des Okularendes der Horizontalachse bei Okular W die bewegliche Zielebene des Nachführungsfadens ständig etwas von West nach Ost verschieben, d. h. die Ost-West-Bewegung des Nachführens verlangsamen. Um mit dem Stern Schritt zu halten, müsste das Mikrometer etwas schneller gedreht werden, die Kontakte folgten sich in kürzeren Zeitabständen, der als Regressionskoeffizient « Zeitintervall pro Kontaktintervall » bestimmte « Revolutionswert »  $P \cos \delta$  würde kleiner. Die

umgekehrten Verhältnisse ergäben sich aus einer Hebung des Okularendes bei Okular E. Man hätte also hier eine einfache Erklärung für die Verschiedenheit des als Regressionskoeffizient der zeitlichen Folge der Kontaktschlüsse bestimmten « Revolutionswertes ».

Mag übrigens die Ursache der Erscheinung liegen wo sie will, die übliche Bestimmung des Revolutionswertes des unpersönlichen Mikrometers durch Verfolgen eines Sternes über mehrere Revolutionen (ohne Umlegen) und Berechnung des Regressionskoeffizienten der Kontaktschlusszeiten scheint auf alle Fälle gefährlich. Mindestens sollte eine gleiche Anzahl von Bestimmungen bei Okular W und Okular E durchgeführt werden.

Die übrigbleibenden  $\varphi'$  der Kontaktzeiten T nach der Ausgleichung auf Grund der Fehlergleichungen

$$T + \varphi' = T_m + k P$$

wurden verwendet zur Berechnung der mittleren Fehler  $m_T$  einer beobachteten Kontaktzeit T und der mittleren Fehler der Unbekannten  $T_m$  und P. Der die Genauigkeit des Nachführens zeigende mittlere Fehler  $m_T$  ist natürlich eine Funktion der Deklination  $\delta$ . Legt man durch die Punktmenge der  $m_T(\delta)$  — von Auge — eine Kurve und bestimmt nach dem üblichen Ansatz

$$m_T = \sqrt{a^2 + b^2 \sec^2 \delta}$$

die Koeffizienten  $a$  und  $b$ , so erhält man für die beiden Beobachter ungefähr:

$$\text{Fischer } m_T = \sqrt{3000 + 1900 \sec^2 \delta}$$

$$\text{Wunderlin } m_T = \sqrt{1500 + 2700 \sec^2 \delta}$$

Dazu ist allerdings folgendes zu bemerken: Wie weiter unten gezeigt wird sind die Verbesserungen  $\varphi'$  die der Berechnung von  $m_T$  zu Grunde liegen etwas zu gross, weil der lineare Ansatz  $T + \varphi' = T_m + k P$  zu grob ist. Die Ausdrücke für die Nachführungsgenauigkeit der beiden Beobachter sind daher entsprechend verfälscht. Aus diesem Grunde wurden die Koeffizienten auch nur abgeschätzt, nicht durch eine Ausgleichung berechnet. Der Ansatz  $m^2 = a^2 + b^2 \sec^2 \delta$  ist ausserdem durch die vorliegenden Werte von  $m(\delta)$  keineswegs gesichert; zum Beispiel passt sich die einfachere Kurve  $m = 0,055 \sec \delta$  dem Punkthaufen ebensogut an.

Wie bereits angedeutet, zeigt eine Betrachtung der nach der Ausgleichung  $T + \varphi' = T_m + k P$  übrigbleibenden Fehler  $\varphi'$ , dass der Ansatz den Beobachtungen  $T$  nicht genügend entspricht. Zwar verlangen diese  $\varphi'$ , d. h. die Streuung der beobachteten Kontaktzeiten  $T$  um die Gerade  $T_m + k P$  keineswegs etwa eine Ersetzung der Geraden durch eine Parabel oder Kurve höherer Ordnung. Jedoch zeigen die  $\varphi'$  für eine bestimmte Kontaktlamelle in einer bestimmten « Revolution » bei den verschiedenen Sternen meist gleiches Vorzeichen und ähnliche Werte.

Nur eine nähere Untersuchung der  $\varphi'$  konnte offenbar Aufschluss geben, wo die Ursachen dieser Ähnlichkeit der Verbesserungen  $\varphi'$  bei gleicher Fadenstellung  $r$  allenfalls zu suchen wären. Zu diesem Zweck wurden für jede Kontaktlamelle und getrennt nach der jeweiligen « Revolution », d. h. Stellung des beweglichen Fadens im Gesichtsfeld, der Durchschnitt aller  $\varphi' \cos \delta$  aus den verschiedenen Sterndurchgängen gebildet. In der folgenden Tabelle 2 sind diese Durchschnitte  $(\varphi' \cos \delta)_M$  zusammengestellt nebst der Anzahl  $n$  der Werte, die für die Mittelbildung vorlagen. Die Bezeichnung « Revolution 13,7 » bedeutet: Lamelle Nr. 7 bei Stellung des Schlittens mit dem Zielfaden in der Revolution « 13 » (die Revolutionen, d. h. vollen Umdrehungen des Mikrometerrades, sind beim T4 von « 5 » über « 10 » — Gesichtsfeldmitte — bis « 15 » nummeriert). Die Reihenfolge, in der sich die Kontakte bei den vier möglichen Kombinationen aus den Merkmalen « Okular E » oder « Okular W » und « vor Durchgang » oder « nach Durchgang » folgen, ist durch einen Pfeil angegeben, womit auch der betroffene Rand der Kontaktlamelle bezeichnet ist. Die angegebenen mittleren Fehler  $m_e$  geben die Streuung der einzelnen  $\varphi' \cos \delta$  um ihren (in der Tabelle aufgeführten) Durchschnittswert. Die Durchschnitte dieser Werte für die vier Kolonnen der Tabelle 2 geben folgendes Bild:

	vor Durchgang	nach Durchgang
Okular W	$\pm 0,049^1$	$\pm 0,052$
Okular E	$\pm 0,051^1$	$\pm 0,056$

Es ist also auch hier wieder eine etwas grössere Genauigkeit der Beobachtungen vor Durchgang und bei Okular  $W$  angedeutet.

<sup>1</sup> Gerechnet ohne die Werte für die Revolutionen « 5,0 » und « 5,1 » bzw. « 15,0 » und « 14,9 », da bei « 5,0 » und « 15,0 » der Stern hinter dem Doppelfaden der festen Strichplatte durchgeht und den Beobachter dabei « aus dem Tritt » bringt.

Die Tabelle 2 und noch deutlicher ihre graphischen Darstellungen Figuren 1 und 2 zeigen in allen vier Fällen einen systematischen Verlauf der durchschnittlichen  $\varphi' \cos \delta$  in Funktion der « Revolution », d. h. der Fadenschlittenstellung: grob sinusförmig mit Periode 1 Revolution und Amplitude rund 50 msec (Revolutionen « 5 » bis « 8 ») und 40 msec (Revolutionen « 15 » bis « 12 »).

Eine eindeutige Erklärung der Erscheinung scheint schwierig:

a) Ungleiche Abstände der Lamellen, jedoch bei konstanter Lamellenbreite, müssten für eine bestimmte Lamelle bei jeder Revolution den gleichen Wert und ausserdem beim Drehen im Sinne wachsender Revolutionen und im Sinne abnehmender Revolutionen bei gleichen Beträgen umgekehrte Vorzeichen ergeben. Beides ist nur sehr angenähert der Fall. Dies könnte aus der immerhin ziemlich unscharfen Bestimmung der Werte von  $(\varphi' \cos \delta)_M$  erklärt werden, jedoch ist die deutliche Phasenverschiebung der Kurven « hin » und « rück » bei den Revolutionen « 5 » bis « 8 » nicht recht als Zufall zu erklären, und bei den Revolutionen « 12 » bis « 15 » ist die Asymmetrie der Kurven ebenfalls auffallend systematisch.

Träte zu ungleichen Abständen der Lamellen noch Verschiedenheit ihrer Breite, so müssten die Kurven für « hin » und « rück » nicht mehr symmetrisch zur Nullachse sein, jedoch müssten doch noch in allen Revolutionen die Werte für einen und denselben Lamellenrand gleich sein, was wie erwähnt nur einigermassen erfüllt ist.

Die Abstände der Lamellenränder auf dem Mikrometerrädchen beim Drehen im Sinne wachsender Ablesungen der Mikrometer-Teilung (im folgenden mit « vorwärts » bezeichnet) und im Sinne abnehmender Mikrometerablesungen (« rückwärts ») sind natürlich für den T4 33 112 auch schon « direkt » bestimmt worden, indem nach dem üblichen Verfahren der Kontaktbreitebestimmung die Mikrometerablesung für jeden mit dem Ohr festgestellten Kontaktschluss erhoben wurde. Das Resultat dieser Ausmessungen des Lamellenrädchens war folgendes:

Abweichungen von der Soll-Lage der einzelnen Lamellenränder sind vorhanden, betragen aber höchstens etwa 5 msec. Aus diesen Ungleichheiten der Lamellenränderabstände können die Abweichungen der zeitlichen Folge der Kontaktschlüsse von einem linearen Verlauf nur zu einem kleinen Bruchteil erklärt werden. Dabei ist allerdings darauf hinzuweisen, dass bei dem « direkten » Verfahren

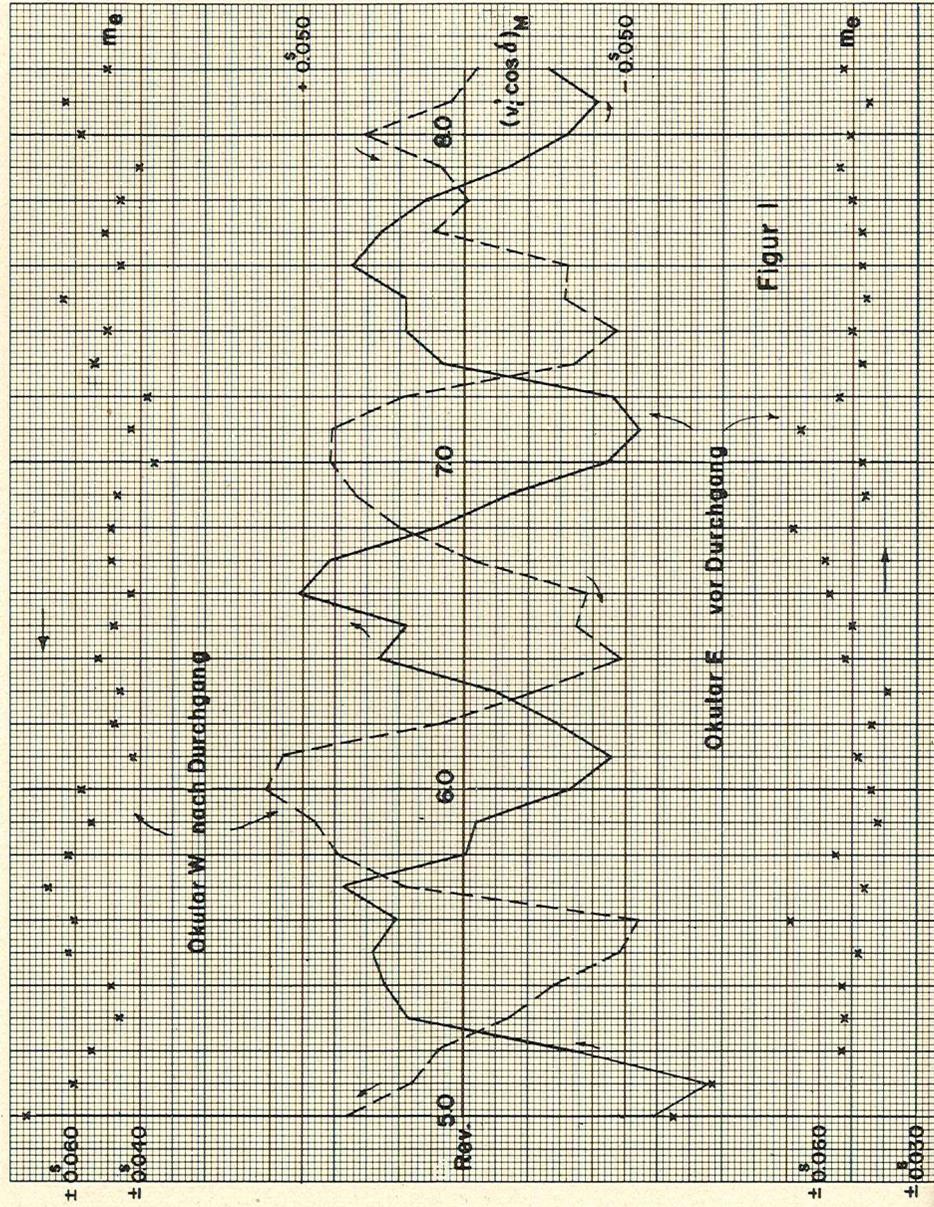
Tabelle 2  
Durchschnitte von  $v_r' \cos \delta$  in msec, Rigi 1961

Revolution r	Okular E vor Durchgang			Okular W nach Durchgang		
	$(v_r' \cos \delta)_M$	$m_e$	$n$	$(v_r' \cos \delta)_M$	$m_e$	$n$
5,0	(-59)	(105)	26	(+36)	75	28
1	(-76)	(93)	26	(+16)	60	28
2	-35	53	28	+8	55	28
3	+17	52	28	-14	46	28
4	+24	53	28	-28	49	28
5	+28	48	28	-48	62	28
6	+21	69	28	-54	60	28
7	+37	46	28	+18	68	28
8	-1	55	28	+39	62	29
9	-4	42	29	+46	55	29
6,0	-33	44	28	+61	58	29
1	-46	48	29	+56	42	29
2	-29	44	29	+7	48	29
3	-10	39	29	-22	46	29
4	+26	52	29	-49	53	29
5	+18	50	29	-35	48	29
6	+51	57	29	-38	43	29
7	+42	58	29	-3	49	29
8	+9	68	29	+20	49	29
9	-14	46	29	+34	47	29
7,0	-44	47	29	+41	36	26
1	-54	66	29	+41	43	29
2	-46	54	29	+19	38	29
3	+7	47	28	-34	54	29
4	+18	50	28	-47	50	29
5	+18	46	28	-31	64	29
6	+35	47	28	-32	46	29
7	+26	47	29	+9	51	29
8	+12	50	29	-1	46	29
9	-14	54	29	+7	40	29
8,0	-32	51	28	+31	58	28
1	-41	45	28	+4	63	28
2	(-26)	53	23	(-4)	50	22

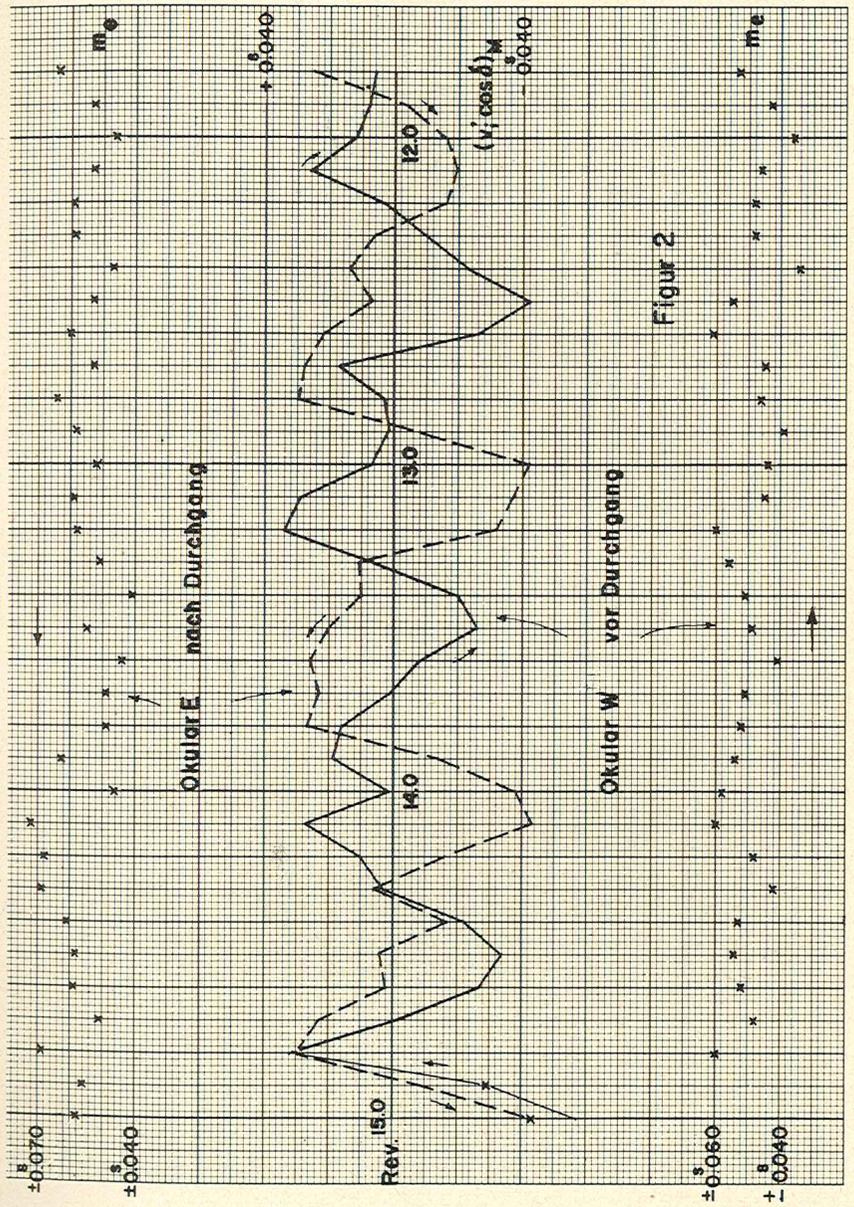
Tabelle 2  
Durchschnitte von  $v_r' \cos \delta$  in msec, Rigi 1961

Revolution r	Okular W vor Durchgang			Okular E nach Durchgang		
	$(v_r' \cos \delta)_M$	$m_e$	$n$	$(v_r' \cos \delta)_M$	$m_e$	$n$
15,0	(-57)	(117)	24	(-43)	58	25
14,9	(-29)	(131)	26	(-9)	56	27
8	+32	60	26	+30	69	27
7	-1	48	27	+23	51	28
6	-27	52	27	+2	59	28
5	-34	54	27	+4	58	28
4	-22	53	27	-17	61	28
3	+3	42	27	+6	69	28
2	+10	48	29	-16	68	29
1	+27	60	29	-43	72	29
14,0	+1	58	28	-38	46	28
13,9	+18	54	29	-14	63	29
8	+16	52	29	+27	49	29
7	+1	51	29	+23	49	29
6	-8	41	29	+26	44	29
5	-26	49	29	+20	55	29
4	-20	51	29	+10	41	29
3	+6	56	30	+11	51	29
2	+34	60	30	-32	58	29
1	+29	45	29	-37	59	29
13,0	+7	44	29	-42	52	29
12,9	+2	39	30	-8	58	29
8	+3	46	30	+30	64	29
7	+17	45	30	+28	53	28
6	-26	61	30	+22	60	28
5	-42	55	30	+7	53	28
4	-23	34	30	+14	47	28
3	-10	48	30	+6	59	28
2	+3	48	30	-16	59	28
1	+26	46	30	-19	53	28
12,0	+12	36	29	-16	46	25
11,9	+8	43	27	-4	53	25
8	(+6)	53	19	(+25)	64	16

Figur 1



Figur 2



der Bestimmung der Lamellenränderabstände die zugehörige Bewegung des Fadenschlittens keineswegs mitgeprüft wird, d. h. bei gleichförmiger Drehung des Mikrometerrädchens und linearer zeitlicher Folge der Kontaktschlüsse ist eine ungleichförmige Bewegung des Schlittens samt dem Faden natürlich noch nicht ausgeschlossen, oder umgekehrt: eine gleichförmige Fadenbewegung (durch den Stern erzwungen) kann eine ungleichmässige Mikrometerdrehung erfordern und damit — auch bei gleichen Lamellenabständen — eine nichtlineare zeitliche Folge der Kontaktschlüsse verursachen.

b) Verzeichnungsfehler des optischen Systems mit ausgerechnet einer Periode von 1 Revolution des Mikrometerrades sind wenig wahrscheinlich. Allerdings könnte man sich die trotz gleichförmiger Bewegung des Nachführungsfadens wellenartige Drehung der durch diesen definierten Visierebene erklären aus einer Abweichung der Strichplatte aus der Bildebene in Richtung der optischen Achse.

Nebenbei sei erwähnt, dass die mittleren Fehler der  $\rho' \cos \delta$  mit zunehmendem Abstand von der Gesichtsfeldmitte schwach, aber doch erkennbar zunehmen, dass also die Nachführungsgenauigkeit gegen die Gesichtsfeldmitte etwas besser wird.

c) Als weitere Ursache könnte eine Exzentrizität der Achse des Kontakträdchens angenommen werden mit leicht verschiedenen Beträgen und Richtungen dieser Exzentrizität je nach Schlittenstellung (« Revolution ») und Drehsinn des Rädchens (woraus die Phasenverschiebungen und die gegen den Rand wachsenden Amplituden erklärt werden könnten).

Der Betrag der Exzentrizität  $e$  lässt sich abschätzen aus der bekannten Exzentrizitätsformel

$$e = r \frac{\sin \varepsilon}{\sin \varphi}$$

$r$  = Radius des Kontakträdchens (14 mm beim T4 Nr. 33 112)

$\varepsilon$  = die durch die Exzentrizität  $e$  hervorgerufene Verfälschung der scheinbaren Lage einer Kontaktlamelle

$\varphi$  = Winkel zwischen der betr. Lamelle und der Stelle mit  $\varepsilon = 0$

Für  $\sin \varphi = 1$  hat man  $\varepsilon = \varepsilon_{\max.} = 0^{\circ}05$ . Da der volle Umfang  $2\pi$  des Rädchens dem Revolutionswert  $10^{\circ}48$  entspricht, ist  $\varepsilon_{\max.} = 0,03 \text{ rad} \cong \sin \varepsilon_{\max.}$  also  $e \cong 0,03 r = 0,4 \text{ mm}$ .

Ein Exzentrischlaufen des Kontakträdchens um den Betrag von 0,4 mm wäre aber eindeutig von Auge feststellbar. Es ist dies am

T4 Nr. 33 112 sicher nicht der Fall, so dass wiederum höchstens ein Teil, niemals aber die volle Nichtlinearität der Kontaktschlusszeiten durch Exzentrizität des Rädchens mit den Kontaktlamellen erklärt werden könnte.

d) Periodische Ungleichmässigkeiten in der Ganghöhe der Spindel, welche zur Übertragung der Drehung der Handräder und des Mikrometers auf den Fadenschlitten dient, könnten ebenfalls als Ursache in Frage kommen. Untersuchungen in dieser Richtung wurden von uns nicht vorgenommen. Auch bei einwandfreier Ganghöhe wäre übrigens bei gleichmässiger Spindeldrehung eine unregelmässige Schlittenbewegung noch nicht ausgeschlossen: « Spiel » beim Spindeleingriff und wackelnde Schlittenbewegung oder ähnliches.

Es wurde versucht, die Bewegung des Fadens pro Drehung des Mikrometers direkt auszumessen, indem der Faden durch Drehungen des Mikrometers von je 10 Einheiten (1 Revolution = 100 Einheiten) verstellt wurde, dann durch Drehungen der Alhidade die durch den Faden definierte Zielebene wieder parallel zu einer festen, durch einen Kollimator gegebenen, Richtung gestellt und die entsprechenden Ablesungen des Horizontalkreises notiert wurden. Der Versuch, auf diese Weise ungleiche Fadenbewegungen bei gleichen Mikrometerdrehungen nachzuweisen misslang aber, da die notwendige Genauigkeit der Zielungen und Kreisablesungen nicht erreicht werden konnte (Amplitude der Ungleichförmigkeit der Fadenbewegung nur ca.  $0^{\circ}05 = 0,75$ !).

Um trotzdem eine Bestätigung für die 1961 festgestellten Tatsachen zu erhalten, wurden die Längenbeobachtungen 1960 im Basisvergrößerungsnetz Heerbrugg (siehe « Bericht über die 1960 ausgeführten astronomischen Beobachtungen » im Procès-verbal der 107. Sitzung der SGK von W. Fischer — detaillierte Angaben werden im Rahmen der Publikation über die Basismessung erscheinen) auf ähnliche Erscheinungen hin untersucht. Es waren dort auf den Streifen des Favag-Chronographen mit der Ableseharfe pro Stern je 10 Kontakte, verteilt über drei Revolutionen (im Normalfall jeder dritte Kontakt, beginnend mit 5,1 oder 5,2 bzw. 14,9 oder 14,8) abgelesen worden. Aus diesen einzelnen Kontaktzeiten war in der üblichen Weise aus je zwei zum « Durchgang » (genauer: zu der durch « Revolution 10,0 » definierten Stellung des Fadens) symmetrischen Werten ihre Summe  $S$  und deren Abweichung  $\rho'$  vom Mittel berechnet worden. In der Tabelle 3, die der Tabelle 2 entspricht, sind

die durchschnittlichen  $(\nu'_s \cos \delta)_M$  zusammengestellt mit Angabe der Anzahl Werte, aus denen dieser Durchschnitt berechnet worden ist. Der mittlere Fehler der einzelnen  $\nu'_s \cos \delta$ , abgeleitet aus den Abweichungen von ihrem Durchschnitt  $(\nu'_s \cos \delta)_M$  beträgt rund  $0^s075$  (beim Druckchronographen  $\sqrt{2 \cdot 0^s055}$  vgl. Seite 15 und 16). Es spielt also die etwas kleinere Genauigkeit der Harfenablesung (mittlerer zufälliger Fehler  $\cong 0^s010$ ) gegenüber dem Druckchronographen bei der Erhebung der Zeiten der Kontraktsschlüsse keine Rolle, weil deren allgemeine Unsicherheit ( $m \cong 0^s050$ ) vergleichsweise sehr gross ist.

Wegen der oben erwähnten Auswahl der abgelesenen Kontakte liegen den Mittelbildungen für die  $(\nu'_s \cos \delta)_M$  eine sehr unterschiedliche Anzahl von Einzelwerten  $\nu'_s \cos \delta$  zu Grunde. Zum Vergleich mit den Werten von 1961 wurden daher für alle Lamellen die aus den verschiedenen « Revolutionen » stammenden Werte gemittelt, aber natürlich immer noch getrennt nach den Revolutionen « 5 » bis « 8 » und « 15 » bis « 12 ».

Die Vergleichswerte aus den Beobachtungen 1961 wurden erhalten durch Addition der beiden  $(\nu'_r \cos \delta)_M$  der gleichen Lamelle vor und nach dem Durchgang und ebenfalls Zusammenfassung der Werte für die gleiche Lamelle in den verschiedenen « Revolutionen » zu einem Gesamtmittel. In der folgenden Tabelle sind diese etwa als « durchschnittliche Korrekturen an der Summe symmetrischer Kontaktzeiten » zu bezeichnenden Grössen für die Beobachtungen 1960 im Basisvergrößerungsnetz Heerbrugg und 1961 auf dem Rigi einander gegenübergestellt.

		Revolutionen « 5 » bis « 8 »									
Lamelle		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1960		+ 17	- 9	- 33	- 4	+ 3	- 12	- 1	+ 32	+ 18	- 11
1961		+ 8	- 13	- 25	- 19	- 18	- 16	- 5	+ 43	+ 26	+ 18
		msec									

		Revolutionen « 15 » bis « 12 »									
Lamelle		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1960		- 13	- 4	+ 2	+ 4	+ 2	- 4	- 18	+ 11	+ 21	- 1
1961		- 25	- 6	- 6	+ 7	- 19	- 24	- 4	+ 30	+ 46	+ 1
		msec									

Bei mittleren Fehlern dieser Vergleichszahlen von 5 bis 10 msec zeigt sich eine Übereinstimmung, die nicht durch Zufall erklärt werden kann.

Tabelle 3  
Basisnetz Heerbrugg 1960

Durchschnitte von $\nu'_s \cos \delta$							
Revol.	$(\nu'_s \cos \delta)_M$	$m_e$	$n$	Revol.	$(\nu'_s \cos \delta)_M$	$m_e$	$n$
15,0	- 0^s048		4	5,0			
14,9	- 15	(± 0^s098)	64	1	- 0^s004	(± 0^s081)	70
8	+ 11		43	2	- 23		36
7	+ 21		13	3	+ 54		8
6	- 17	71	74	4	0	58	78
5	- 13		46	5	+ 22		37
4	- 17		15	6	+ 22		12
3	+ 6	74	74	7	+ 48	64	76
2	- 4		50	8	+ 40		40
1	- 13		14	9	- 11		9
14,0	- 22	81	77	6,0	+ 28	74	79
13,9	+ 18		49	1	- 3		38
8	+ 24		18	2	+ 12		12
7	+ 8	75	71	3	- 4	75	78
6	- 16		53	4	+ 17		40
5	- 23		14	5	- 18		12
4	- 4	75	74	6	+ 10	80	80
3	+ 7		50	7	+ 6		40
2	+ 23		18	8	+ 35		11
1	+ 8	79	75	9	- 12	77	80
13,0	+ 7		49	7,0	+ 3		41
12,9	- 8		19	1	- 54		13
8	+ 28	80	71	2	- 44	66	80
7	+ 12		55	3	- 18		39
6	- 29		15	4	- 25		11
5	+ 6	80	78	5	- 28	75	79
4	+ 16		50	6	- 30		38
3	- 16		19	7	+ 17		10
2	0	± 0^s089	73	8	+ 4	± 0^s079	78
1	- 18		51	9	- 8		37
12,0	- 25		14	8,0	- 20		10
11,9	+ 13		14	1	± 0^s000		8
8	+ 0^s012		8				

Es wird auf alle Fälle angezeigt sein, bei kommenden Beobachtungen mit dem T4 Nr. 33 112 diese Ungleichheit der Fadenbewegung bei gleichmässiger Mikrometerdrehung nicht aus dem Auge zu verlieren. Sie könnte auch bei Verwendung des Mikrometers in Horrebow-Talcott-Breitenbestimmungen gefährlich werden. Bei Zeitbestimmungen tritt dagegen kein schädlicher Einfluss auf die gemittelte Durchgangszeit auf, sofern sämtliche Lamellen 0 bis 9 stets nur als Gesamtheit benützt werden, da ja die Summe der angegebenen Korrekturen über sämtliche 10 Lamellen Null ist. Jedoch führt die übliche Weise der Berechnung der Nachführungsgenauigkeit aus den Verbesserungen  $\varphi'_s$  der Summen von je zwei symmetrischen Kontakten auf ihre Mittel zu Werten, die um weniges zu gross sind, weil die  $\varphi'_s$  durch Subtraktion der angegebenen durchschnittlichen Korrekturen (multipliziert mit  $\sec \delta$ ) in die im Durchschnitt kleineren definitiven Verbesserungen  $\varphi_s$  überzuführen wären. Das gleiche wäre zu sagen von den aus dem zu groben Ansatz  $T + \varphi' = T_m + k P$  erhaltenen  $\varphi'$  die durch Subtraktion der in Tabelle 2 angegebenen mit  $\sec \delta$  multiplizierten Korrekturen überzuführen wären in die durchschnittlich kleineren definitiven Verbesserungen  $\varphi$ . Wegen der relativen Kleinheit dieser Korrekturen gegenüber den Werten der  $\varphi$  selbst verursacht ihre Vernachlässigung, aber keine grosse Verfälschung der mittleren Fehler der einzelnen Kontaktzeit oder des mittleren Fehlers des « Doppelkontaktes ».

*Die Bestimmung der Abendwerte der Uhrkorrektur und der Azimute der Horizontalachse.*

Die Ausgleichung zur Bestimmung des Abendwertes der Uhrkorrektur  $\Delta U$  auf scheinbare Ortssternzeit und des für den ganzen Abend als konstant angenommenen Azimutes  $a$  der Achse wurde gegenüber dem üblichen Vorgehen etwas abgeändert, indem auch die Neigungen als mit Verbesserungen zu versiehende « Beobachtungen » betrachtet wurden. Es ergaben sich also die folgenden Ausgangsgleichungen (Bedingungsgleichungen mit Unbekannten):

$$(U + \varphi_U) + \Delta U + A \cdot a + B(b + \varphi_b) + Cc - \alpha_{app} = 0$$

$U$	= beobachtete Uhrzeit des Durchganges	}	Unbekannte
$\Delta U$	= Uhrkorrektur auf scheinbare Ortssternzeit		
$a$	= Azimut der Horizontalachse		
$b$	= mittlere Neigung der Horizontalachse		

$c = \frac{1}{2}$  (Kontaktbreite + Toter Gang) — tägl. Aberration

$$A = \frac{\sin z}{\cos \delta} \quad B = \frac{\cos z}{\cos \delta} \quad C = \frac{1}{\cos \delta}$$

$\alpha_{app}$  = scheinbare Rektaszension des beobachteten Sternes (aber ohne Aberrationskorrektur)

Für die Lösung sind noch die Gewichte der  $2n$  Beobachtungen  $U_1 \dots U_n, b_1 \dots b_n$  nötig. Es wurden hier folgende Voraussetzungen gemacht:

1. Alle Beobachtungen  $U$  und  $b$  sind unkorreliert;
2. Alle Beobachtungen  $b$  besitzen gleiche Genauigkeit; ihr Gewicht wird mit 1 normiert;
3. Für die Gewichte  $p$  der beobachteten Durchgangszeiten  $U$  wurde angesetzt  $p = q \cos^2 \delta \cos^4 z$ .

Dieser Ansatz entspricht der aus den übrigbleibenden  $\varphi$  solcher Ausgleichungen stets festgestellten Gewichtsabnahme bei Südsternen zunehmender Zenitdistanz (hervorgerufen wohl hauptsächlich wegen Nichtkonstanz des Horizontalachsazimutes).

Der Normierungsfaktor  $q$  wurde vor Beginn der Ausgleichungen zu 1,6 angenommen, um einigermaßen ähnliche durchschnittliche Gewichte wie beim üblichen Ansatz  $p = \cos^2 \delta$  zu erhalten, so dass also:

$$p = 1,6 \cos^2 \delta \cos^4 z$$

was zu folgender Tabelle für die Gewichte  $p$  führt:

$\delta$	20°	30°	40°	50°	60°	70°
$p$	0,9	1,0	0,9	0,65	0,35	0,15

Die beobachteten Sterne lagen zwischen Deklinationen von 27° und 67° und die Durchschnittsgewichte der fünf Abende schwanken zwischen 0,65 und 0,70.

Im hier vorliegenden Spezialfall des allgemeinen Problems von Bedingungsgleichungen mit Unbekannten (in jeder Bedingungsgleichung nur je zwei Verbesserungen, die sonst nirgends mehr auftreten) werden die Unbekannten  $\Delta U$  und  $a$  bekanntlich völlig analog dem üblichen Verfahren berechnet mit der einzigen Abweichung, dass statt den Gewichten  $p$  der Durchgangszeiten  $U$  die zusammengesetzten « Gewichte »  $\frac{1}{\frac{1}{p} + B^2} = \frac{p}{1 + pB^2}$  verwendet werden müssen.

Die nach dem Einsetzen der für die Unbekannten  $\Delta U$  und  $a$  erhaltenen Werte in den Ausgangsgleichungen auftretenden  $n$  « Widersprüche »  $v_w$  lassen sich nun leicht aufspalten in die  $2n$  gesuchten Verbesserungen  $v_U$  und  $v_b$ :

$$v_U = \frac{v_w}{\frac{1}{p} + B^2} \cdot \frac{1}{p_U} \quad v_b = \frac{v_w}{\frac{1}{p} + B^2} \cdot \frac{B}{p_b}$$

Den Zahlenwerten beim Aufstellen der Ausgangsgleichungen  $v_U + Bv_b + \Delta U + Aa = \alpha_{app.} - (U + Bb + Cc)$  liegen folgende Instrumentenkonstanten zu Grunde:

Parswert des Horizontalachsenniveaus	1,273/pars best.	1960
Revolutionswert des Mikrometers	10,18/Rev.	1961
Kontaktbreite und Toter Gang	+ 0,126	1960

Zusammengefasst mit dem Einfluss der täglichen Aberration von  $-0,0213 \cos \varphi$  ergaben Kontaktbreite und Toter Gang für die Konstante  $c$ :

$c = \frac{1}{2} (\text{Kontaktbreite} + \text{Toter Gang}) - 0,0213 \cos \varphi = + 0,0485$ . Dabei sollte allerdings im Hinblick auf die mögliche Unregelmässigkeit in der Kopplung zwischen Mikrometerdrehung und Fadenschlittenbewegung die etwas seltsame Grösse « Toter Gang » einmal anders als auf die übliche Weise bestimmt werden.

Die scheinbaren Rektaszensionen  $\alpha_{app.}$  wurden interpoliert aus den 10tägigen Werten der « Apparent Places of Fundamental Stars » unter Berücksichtigung der zweiten Differenzen und es wurden die Korrekturen wegen der kurzperiodischen Nutationsglieder angebracht. Ausserdem wurden aus « Definitive Corrections FK4-FK3 for the Year 1962 » Mitteilungen Serie B, Nr. 5 des Astronomischen Recheninstitutes in Heidelberg, die entsprechenden Korrekturen verwendet.

Zur Ausgleichungsmethode mit Einführung der Neigungen als Beobachtungen ist zu sagen, dass, wenn *a priori* über das Verhältnis der mittleren Fehler der Durchgangszeiten zu den mittleren Neigungsfehlern nichts bekannt ist, das Verfahren natürlich bezüglich der Aufteilung der Widersprüche  $v_w$  auf die Neigungen  $b$  und die Durchgangszeiten  $U$  völlig von der dann mehr oder weniger willkürlichen Annahme der Gewichte  $p_b$  und  $p_U$  abhängig ist (während allerdings die für die Unbekannten sich ergebenden Werte und auch deren mittlere Fehler davon wenig berührt werden).

Die folgende Zusammenstellung gibt neben einigen allgemeinen Angaben die Resultate und mittleren Fehler der Ausgleichungen für die fünf Beobachtungsabende.

Datum	Beob.	$n$	$m_e$	$a \pm m_a$	$\Delta U \pm m_{\Delta U}$
1961 Okt.					+ 33 <sup>m</sup>
5.	Wu	11	0,015	- 0,111 ± 0,030	56,488 ± 0,009
10.	Fi	10	0,010	+ 0,140 ± 0,020	,531 ± 0,006
11.	Wu	12	0,017	+ 0,286 ± 0,033	,499 ± 0,010
12.	Fi	12	0,017	- 1,263 ± 0,030	,530 ± 0,010
13.	Fi	13	0,018	- 0,877 ± 0,034	,540 ± 0,010
		12	0,015	± 0,029	± 0,009

Es bedeuten  $n$  = Anzahl der beobachteten Durchgänge  
 $m_e$  = mittlerer Fehler der Gewichtseinheit, d. h. einer Bestimmung der mittleren Neigung  $b$  der Horizontalachse und einer Durchgangsbeobachtung  $U$  für einen Stern mit  $\delta = 30^\circ$   
 $a$  = Azimut der Horizontalachse  
 $\Delta U$  = Uhrkorrektur der « Uhr » d. h. der Zeitzeichen HBB ( $TU_{soll}$ ) auf wahre Ortssterzeit

Die erreichte Genauigkeit ist eher ein wenig besser als bei den Beobachtungen im Basisnetz Heerbrugg 1960. Ob günstigere Beobachtungsbedingungen oder die gesteigerte Genauigkeit bei der Bestimmung der Durchgangszeiten mit Hilfe der neuen Registrier- und Auswertearratur die Ursache dafür sind, lässt sich noch nicht entscheiden.

Auffällig ist der systematische Unterschied der Uhrkorrekturen der beiden Beobachter. Er zeigte sich mit gleichem Vorzeichen und sehr ähnlicher Grösse schon 1960 im Basisnetz Heerbrugg. Es müssen also auch mit der neuen Registriereinrichtung in Zukunft immer noch *Längendifferenzen* beobachtet werden.

*Die mittleren Neigungen der Horizontalachse.*

Für jeden Stern sind vier Niveauablesungen durchgeführt worden: etwa  $\frac{1}{2}$  Minute vor Beginn des Nachführens } vor Durchgang  
wenige Sekunden vor Ende des Nachführens }  
etwa  $\frac{1}{2}$  Minute nach Ende des Umlegens } nach Durchgang  
wenige Sekunden nach Ende des Nachführens }

Da beim Umlegen für den Beobachter nicht immer genügend Zeit zu Niveauablesungen zur Verfügung steht, musste ein Hilfsbeobachter diese Aufgabe übernehmen.

Die beiden Blasenmittenstellungen vor bzw. nach Durchgang wurden je gemittelt. Die halbe Differenz im Sinne « Okular E minus Okular W » (der Niveaunullpunkt befand sich auf der Seite gegen das Okular) multipliziert mit dem Parswert 0<sup>s</sup>085/pars ergab die in die Ausgleichung eingeführten mittleren Neigungen der Horizontalachse *b*. Sie sind für alle fünf Abende als Funktion der Uhrzeit graphisch dargestellt in Figur 3.

Es zeigt sich wieder die schon seit jeher von verschiedenen Beobachtern mit verschiedenen Instrumenten festgestellte Erscheinung, dass die Neigungen für Beginn der Beobachtungen bei Okular W grösser sind als für Beginn mit Okular E. Für eine grobe Bestimmung des Betrages der Differenz wurden für jeden Abend die Neigungen « W » und « E » getrennt gemittelt. Die Differenzen dieser Mittel sind einigermassen befreit von den allgemeinen Neigungsänderungen der Horizontalachse während des Abends, da diese sich auf « E » und « W » nicht sehr verschieden auswirken. Die Resultate sind hier zusammengestellt :

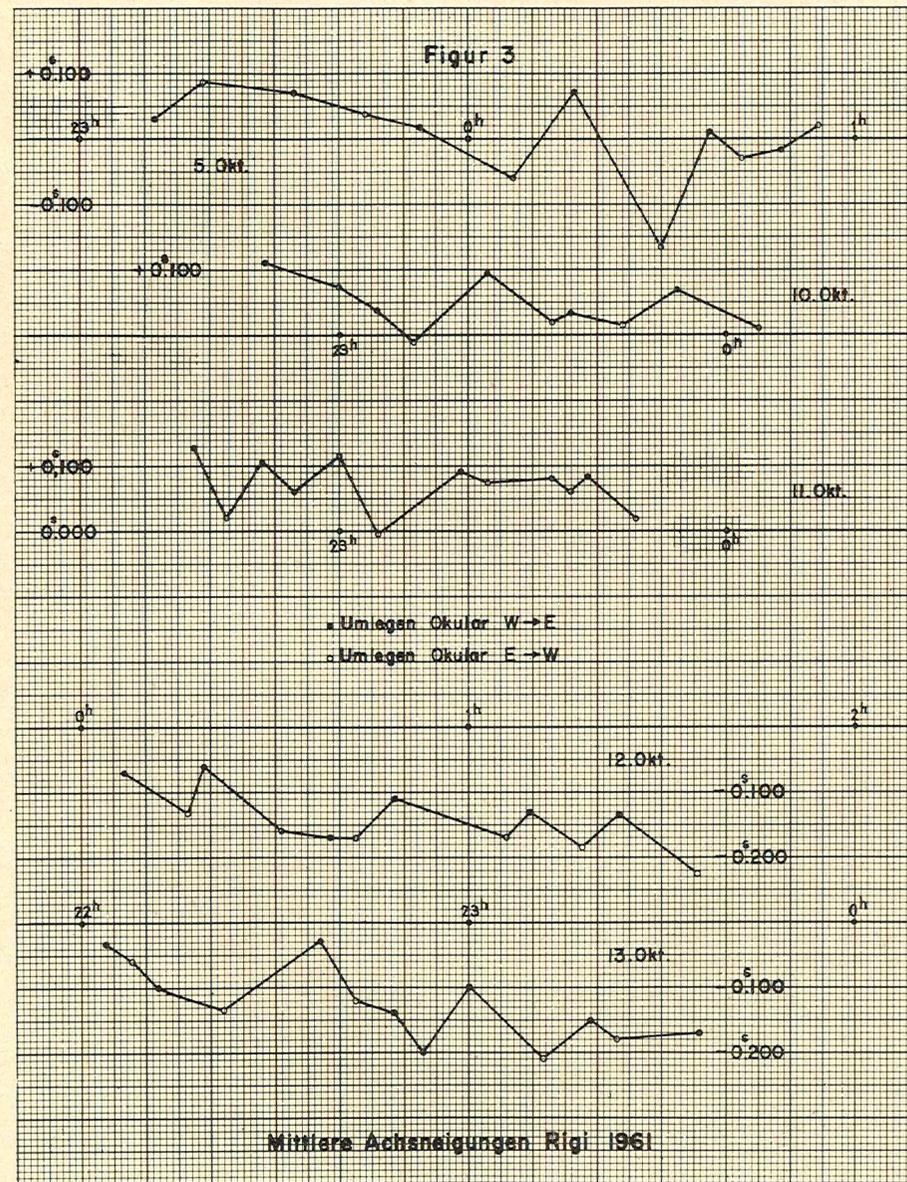
	5.	10.	11.	12.	13.	Okt. 1961
$\bar{b}_{WE}$	+ 0 <sup>s</sup> 023	+ 0 <sup>s</sup> 069	+ 0 <sup>s</sup> 100	— 0 <sup>s</sup> 113	— 0 <sup>s</sup> 103	
$\bar{b}_{EW}$	— 0,018	+ 0,021	— 0,048	— 0,173	— 0,150	
$\bar{b}_{WE} - \bar{b}_{EW}$	+ 0 <sup>s</sup> 041	+ 0 <sup>s</sup> 048	+ 0 <sup>s</sup> 052	+ 0 <sup>s</sup> 060	+ 0 <sup>s</sup> 047	

Der Durchschnitt von rund + 0<sup>s</sup>050 beträgt etwa das Zehnfache des bei Passageinstrumenten gewohnten Betrages.

Die Erscheinung erklärt sich leicht aus den Bewegungen der Libellenblase die in der folgenden Zusammenstellung statistisch erfasst wird nach Anzahl Fällen :

Bewegung der Libellenblase	Während der Beobachtung vor Durchgang	nach Durchgang	In der Zeit zwischen zwei Beobachtungen
vom Okular weg unverändert	10	7	7
gegen Okular hin	25	9	4
	14	34	46
	49	50	57

Figur 3



Es geht daraus hervor, dass von Beobachtungsbeginn bis zum Umlegen die Achse unverändert bleibt, nach dem Umlegen, und zwar schon während des zweiten Teils der Beobachtung, das Okularende der Achse sich relativ zum Kreisende zu heben beginnt und sich diese Bewegung fortsetzt bis zum Beginn der nächsten Beobachtung. Das Okularende der Horizontalachse läge demnach vor Beginn einer Beobachtung *relativ* hoch (relativ kleine Werte für die Blasenablesungen, da Niveaunullpunkt → Okular), direkt nach dem Umlegen dagegen *relativ* tief (relativ grosse Werte der Blasenablesung) woraus bei Berechnung der mittleren Neigung aus « E minus W » sich eben die festgestellten Unterschiede der mittleren Neigungen *b* ergeben, je nachdem ob Beobachtungsbeginn bei « Okular E » oder bei « Okular W » stattfand.

Diese systematischen Unterschiede zwischen  $b_{EW}$  und  $b_{WE}$  scheinen durchaus reell zu sein, denn sie verursachen in den Ausgleichungen für Uhrkorrektur und Achsazimut keine entsprechenden alternierenden Widersprüche<sup>1</sup>. Hingegen stehen die aus den Bewegungen der Libellenblase zu schliessenden Hebungen und Senkungen der Horizontalachse nicht in Einklang mit den Neigungsänderungen der Achse, die weiter oben als Ursache der Verschiedenheit der « Revolutionswerte » (Zeitintervall pro Lamellenintervall)  $\cos \delta$  für « Okular E » und « Okular W » vermutet wurden (Hebung des Okularendes während der Vor-Durchgang-Beobachtung, unveränderte Lage der Achse während der Nach-Durchgang-Beobachtung). Eine einleuchtende, die Libellenbewegungen und die Unterschiede beim zeitlichen Ablauf der Kontaktschlüsse gleichzeitig erklärende Ursache konnte nicht gefunden werden.

*Ableitung von provisorischen Abendwerten der Länge.*

Da bereits im Februar 1962 die « Heure Définitive de l'Observatoire de Neuchâtel » (Bulletin série D) für Oktober 1961 veröffentlicht wurde, lässt sich ein provisorischer Längenswert ableiten.

Nach den Publikationen der Sternwarte Neuenburg für das Zeitzeichen HBB um 08<sup>15</sup> UT ist :

<sup>1</sup> Eine « Glättung » der Neigungen *b* könnte daher höchstens getrennt für  $b_{EW}$  und  $b_{WE}$  in Frage kommen.

Datum	TUA—T <sub>Signal</sub>	Datum	TU <sub>2N</sub> —TUA
Okt. 5.	+ 0 <sup>o</sup> 0022	Okt. 2.	+ 0 <sup>o</sup> 074
9.	21	7.	75
10.	20	12.	75
11.	21	17.	76
12.	21		
	+ 0 <sup>o</sup> 0021		+ 0 <sup>o</sup> 075

Die Empfangszeit — im Zeitsystem TU<sub>2</sub><sup>Neuchâtel</sup> — des Zeitzeichens HBB zwischen 5. und 13. Oktober 1961 wird also erhalten als :

$$\text{Soll-Sendezeit TU} + 0<sup>o</sup>077$$

Da Neuenburg und Rigi bezüglich Reduktion vom Momentanpol auf einen mittleren Pol die gleiche Station sind, müssen keine Korrekturen mehr angebracht werden.

Es ergibt sich die folgende Tabelle der provisorischen Abendwerte :

Längenbestimmungen Rigi, Pfeiler SGK  
Oktober 1961

Datum	Beob.	n	$\Delta U_{beob.}$	Korr→ TU <sub>2N</sub>	$\Delta U$ in TU <sub>2N</sub>
Okt. 5.	Wu	12	+ 33 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup> 488	— 0 <sup>o</sup> 077	+ 33 <sup>m</sup> 56 <sup>s</sup> 411
10.	Fi	10	,531	— 0,077	,454
11.	Wu	12	,499	— 0,077	,422
12.	Fi	12	,530	— 0,077	,453
13.	Fi	13	,539	— 0,077	,462

$\Delta U_{beob.}$  ist der Betrag, der an der « Uhr » d. h. an den Zeitzeichen HBB (ihre « Soll » -Sendezeiten von TU umgerechnet auf Wahre Sternzeit Greenwich) angebracht werden muss, um Wahre Ortssternzeit zu erhalten.

Im Schweizerischen Längennetz beträgt die Länge von Rigi, Pfeiler SGK nach *Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz*, Band XXI :

$$\begin{aligned} \text{Rigi, Punkt A, Signalstein} & \quad - 33^m 56^s 379 & \quad (\text{Seite 244}) \\ \text{Zentrierung auf Pfeiler SGK} & \quad - \quad 0,020 & \quad (\text{Seite 7}) \\ \text{Rigi, Pfeiler SGK} & \quad - 33^m 56^s 399 \end{aligned}$$

Für die Berechnung der definitiven Längenswert 1961 muss die Publikation der « Heure définitive » des Bureau International de

l'Heure abgewartet werden. Erst dann können auch die persönlichen Gleichungen der beiden Beobachter angegeben werden. Die obige Zusammenstellung soll nur die innere Übereinstimmung der Abendwerte für die beiden Beobachter aufzeigen.

II. Grindelwald, August 1961

Über Anlass und Durchführung der Beobachtungen vom 9. August 1961 auf dem Punkt  $\Delta$  Grindelwald exz. orientiert der « Bericht über die tragbare Zeitregistriereinrichtung » von W. Fischer. Im folgenden sind nur die Resultate der Auswertung dieses einzigen Beobachtungsabends zusammengestellt, wobei das Auswerteverfahren identisch mit dem bei den T4-Beobachtungen angewendeten war.

Wie beim T4 zeigte sich bei der Auswertung der Druckchronographenstreifen, dass der « Revolutionswert » (d. h. der mit  $\cos \delta$  multiplizierte Regressionskoeffizient Zeitintervall pro Mikrometerlamellen-Intervall) durchschnittlich grösser war für « Okular E » als für « Okular W ». Die Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

9. August 1961  $\Delta$  Grindelwald exz. DKM3-A Nr. 64 909  
Beobachter W. Fischer.

« Revolutionswert »  $P \cdot \cos \delta$  in sec/Kontakt

Vor Durchgang		*	$\delta$	Nach Durchgang	
Okular W	Okular E			Okular W	Okular E
1,0007	1,0019	703	20° 31'	1,0071	1,0002
		707	59 21		
0,9972	1,0044	713	32 38	0,9973	1,0136
		719	36 03		
0,9927	1,0016	723	67 36	0,9872	0,9988
		733	51 39		
0,9956	0,9984	738	50 08	0,9904	1,0013
		740	37 16		
0,9976	0,9932	1521	34 59	0,9830	1,0019
		1525	36 44		
	0,9984	758	56 27	0,9882	
0,9968	0,9996			0,9922	1,0032

Sofern man auf Grund der wenigen Werte überhaupt Vergleiche ziehen will, so sind die Differenzen zwischen « Okular E » und « Okular W » grösser als beim T4 und, im Gegensatz zum T4, nach dem Durchgang ausgeprägter als vor dem Umlegen.

Bei der Ausgleichung zur Ableitung der Unbekannten  $\Delta U$  und  $a$  bereitet wieder die Einführung der Neigungen der Horizontalachse Schwierigkeiten. Die beobachteten mittleren Neigungen sind in der zweiten und dritten Kolonne der nachstehenden Tabelle zu finden. Eine allgemeine Neigungsänderung im Laufe des Abends ist aus diesen Werten nicht ersichtlich. Wie üblich sind die Neigungen beim Umlegen  $E \rightarrow W$  kleiner als bei  $W \rightarrow E$ , hier durchschnittlich rund 0,070. Den einzelnen Abweichungen von den Durchschnittswerten für  $E \rightarrow W$  und  $W \rightarrow E$  kommt wenig Vertrauenswürdigkeit zu, weil die Libellenblase besonders nach den Beobachtungen selten ruhig stand im Moment der Ablesung, weil die Bewegungen der Blase während des Nachführens nicht beobachtet werden konnten (da ein Hilfsbeobachter fehlte) und weil die Einführung der Neigungskorrekturen auf Grund der beobachteten Neigungen zu völlig unwahrscheinlichen Verbesserungen in der Ausgleichung führte (hauptsächlich bei den Sternen 703, 719, 738). Es wurden daher die Neigungen geglättet in dem Sinn, dass für alle Fälle  $W \rightarrow E$  und für alle Fälle  $E \rightarrow W$  je ein einziger Wert für die mittlere Neigung in die Ausgleichung eingeführt wurde. Diese Werte wurden gebildet als einfacher Durchschnitt aller entsprechenden beobachteten Neigungen (bei  $W \rightarrow E$  wurde der absolut unwahrscheinliche Wert für Stern 719 nicht benützt). Diese durchschnittlichen Neigungen wurden wie bei den Beobachtungen auf dem Rigi als mit Verbesserungen zu versiehende Beobachtungen in die Ausgleichung eingeführt. Die daraus hervorgehenden « verbesserten » Neigungen (Durchschnittswert + Verbesserung) sind in der Tabelle als 4. und 5. Kolonne ebenfalls aufgeführt; ihre beiden Durchschnitte für  $E \rightarrow W$  und  $W \rightarrow E$  sind praktisch identisch mit den entsprechenden Durchschnitten der beobachteten Neigungen.

Die aus dieser Ausgleichung sich ergebende Uhrkorrektur  $\Delta U$ , d. h. die Korrektur des Zeitzeichens HBB (betrachtet als TU) auf scheinbare Ortssterzeit beträgt:

$$\Delta U = + 32^m 09^s 370 \pm 0^s 026$$

Stern	Mittlere Neigungen der Horizontalachse			
	beobachtet		« verbessert »	
	E → W	W → E	E → W	W → E
703	— 0 <sup>s</sup> 278		— 0 <sup>s</sup> 357	
707		— 0 <sup>s</sup> 228		— 0 <sup>s</sup> 254
713	— 376		— 359	
719		— 408		— 229
723	— 267		— 274	
733		— 296		— 268
738	— 341		— 276	
740		— 204		— 249
1521	— 296		— 360	
1525		— 228		— 221
758	— 274		— 314	
767	— 327		— 362	
Durchschnitte	— 0 <sup>s</sup> 308	— 0 <sup>s</sup> 239	— 0 <sup>s</sup> 329	— 0 <sup>s</sup> 244

Das Observatorium Neuenburg veröffentlichte folgende Korrekturen für das Zeitzeichen HBB am 9. August 1961

$$\begin{aligned} TUA - T_{Signal} &= + 0^s0022 && \text{Bulletin série A} \\ TU2 - TUA &= + 0^s084 && \text{Bulletin série D} \\ \hline TU2 - T_{Signal} &= + 0^s086 \end{aligned}$$

Da zu  $T_{Signal}$  (umgerechnet in scheinbare Sternzeit Greenwich) in Grindelwald eine Uhrkorrektur  $\Delta U = + 32^m 09^s370$  zugefügt werden muss, um scheinbare Ortssternzeit zu erhalten, ist nach dem Anbringen von  $+ 0^s086$  an diesen Signalzeiten nur noch eine Uhrkorrektur von  $+ 32^m 09^s284$  anzubringen. Die Länge der Station  $\Delta$  Grindelwald exz. beträgt also :

$$= - 32^m 09^s3..$$

Da in TU2 - TUA die Reduktion auf den mittleren Pol bereits enthalten ist und die Meridiane von Neuenburg und Grindelwald in dieser Hinsicht als zusammenfallend betrachtet werden dürfen, gibt unsere « Uhr » HBB bereits Angaben im System TU2 und es ist daher auch die zugehörige Uhrkorrektur  $\Delta U$  nicht mehr auf den mittleren Pol zu reduzieren. Hingegen handelt es sich bei den mit der Grösse  $+ 0^s086$  korrigierten Zeiten von HBB noch um die Empfangszeiten, wie sie im Observatorium Neuenburg bestimmt wurden, während die

vom Bureau International de l'Heure als Heure définitive publizierten Sendezeiten noch etwas davon abweichen werden. Ebenso ist natürlich im angegebenen Längenwert noch die persönliche und instrumentelle Gleichung enthalten.

### Bestimmung des Azimutes Rigi-Lägern im Oktober 1961

Im Juli und August 1949 war von Dr. E. Hunziker das Azimut Rigi-Lägern an 9 Abenden aus Sterndurchgängen im Vertikal des Objektes mit einem Bambergischen Passageninstrument bestimmt worden zu  $352^\circ 17' 44,16 \pm 0,10$  (vgl. Procès-verbal der 94. Sitzung der SGK, 1950). Nach Anbringen der Reduktion auf den « Mittleren Pol<sub>1900-1905</sub> » ergab sich für 1949 der folgende definitive Wert für das Azimut Rigi, Pfeiler SGK nach Lägern, Zentrum des Trig. Punktes :

$$352^\circ 17' 44,28 \pm 0,10$$

Nach früheren Beschlüssen der Schweiz. Geod. Kommission war das Azimut Rigi-Lägern auch noch durch Winkelmessung zwischen dem terrestrischen Ziel und dem Polarstern zu bestimmen, um wenn möglich allfällige systematische Einflüsse bei beiden Methoden aufzudecken. Diese Beobachtungen nach der Polarismethode sind im folgenden beschrieben.

Als Instrument stand das Universal T4 Nr. 33 112 Wild Heerbrugg zur Verfügung; als Zubehör dienten ein kleiner Deckchronometer Nardin und ein Kurzwellenempfänger für den Vergleich der Uhr mit Radiozeitzeichen. Das Personal auf der Beobachtungsstation bestand aus den beiden Beobachtern W. Fischer und N. Wunderlin, Ingenieur der Kommission, und einem Sekretär, während der Punkt Lägern von einem Gehilfen besetzt war zur Bedienung des Leuchtgerätes, eines 6-Volt-Scheinwerfers, dessen Licht auch für Tagesbeobachtungen genügte (Distanz 48 km). Die Verbindung zwischen Beobachtungs- und Leuchtstation geschah mit kleinen Sendempfangsgeräten. Das ganze Instrumentarium funktionierte einwandfrei und liess auch bezüglich Zweckmässigkeit keine Wünsche offen.

Leider war das Wetter insofern nicht günstig, als der Punkt Lägern auch bei freiem Himmel selten über das Nebel- oder Dunstmeer ragte, so dass vom 2. bis 14. Oktober, während welcher Zeit die Station besetzt war, nur am 9., 10. und 11. Azimutbeobachtungen möglich waren.

Die Beobachtungen fanden nach folgendem Schema statt :

- Anzielen des Signales
- Ablesen des Horizontalachsniveaus
- Kreisablesung
- Grobzielung nach dem Stern
- Niveauablesung
- Feinzielung des Sterns (oder Durchgangsbeobachtung) und Notieren der Uhrzeit
- Niveauablesung
- Kreisablesung
- Lagewechsel
- Grobzielung nach dem Stern
- Niveauablesung
- Feinzielung nach dem Stern und Notieren der Uhrzeit
- Niveauablesung
- Kreisablesung
- Zielung nach dem Signal
- Niveauablesung
- Kreisablesung

In Analogie zur Winkelmessung zwischen zwei terrestrischen Zielen werden im folgenden die oben beschriebenen Operationen als Winkelmessung bezeichnet, ihr Resultat als Winkel. Eine Serie von 12 solchen Winkelmessungen, mit Verstellen des Horizontalkreises um  $\frac{180^\circ}{6} = 30^\circ$  nach je zwei Winkeln, wurde ohne Beobachterwechsel durchgeführt und benötigte 1 bis  $1\frac{1}{4}$  Stunden.

Ursprünglich war vorgesehen worden, eine gleiche Zahl Serien am Tage und bei Nacht zu beobachten, was aber nicht ganz erfüllt werden konnte. Auch war am Nachmittag des 11. Oktober die 12. Winkelmessung nicht mehr möglich. Bei den Nachtbeobachtungen wurde eine gleiche Anzahl Winkel nach dem kleinen Stern  $\lambda$  Ursae Minoris ( $M = 6,5$ ) beobachtet wie nach dem Polarstern  $\alpha$  Ursae Minoris, ebenfalls um so gut wie möglich alle systematischen Fehlerquellen (in diesem Fall Grösse und Bewegungsrichtung des Sternes) aufzudecken.

Die Resultate der in der üblichen Weise durchgeführten Reduktionen der Beobachtungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Datum	Zeit (MEZ)	Beob.	Stern	Anz. Wink.	$m_{\angle}$	Azimit und mittl. Fehler
1961						352° 17'
9. Okt.	20 <sup>55</sup> - 21 <sup>32</sup>	Wu	$\alpha$	6	} $\pm 0,70$	44,72
	21 <sup>37</sup> - 22 <sup>15</sup>	Wu	$\lambda$	6		44,58
10. Okt.	15 <sup>49</sup> - 17 <sup>10</sup>	Fi	$\alpha$	12	$\pm 1,05$	44,84 $\pm 0,30$
	20 <sup>32</sup> - 21 <sup>38</sup>	Wu	$\lambda$	12	$\pm 0,31$	43,68 $\pm 0,09$
11. Okt.	15 <sup>15</sup> - 16 <sup>24</sup>	Wu	$\alpha$	11	$\pm 0,66$	44,63 $\pm 0,20$
	20 <sup>19</sup> - 20 <sup>46</sup>	Fi	$\alpha$	6	} $\pm 0,74$	43,88
	20 <sup>56</sup> - 21 <sup>22</sup>	Fi	$\lambda$	6		43,43
Durchschnitte					$\pm 0,70$	352° 17' 44,29

Systematische Unterschiede zeigen sich weder zwischen den beiden Beobachtern noch zwischen den Sternen  $\alpha$  und  $\lambda$ , jedoch liegen die Tagesbeobachtungen sowohl am 10. als am 11. Oktober um rund 1" höher als die Nachtbeobachtungen (während allerdings die Nachtbeobachtungen des 9. Oktober zu den Tagesbeobachtungen der andern Tage passen). Da sich kein Grund fand, die einen oder andern Messungen mit kleineren Gewichten zu versehen oder gar zu streichen, wurde ein einfaches Gesamtittel aller Beobachtungen gebildet.

Aus den Verbesserungen jedes einzelnen Winkels auf dieses Gesamtittel erhält man den mittleren Fehler der Gewichtseinheit, eines Einzelwinkels

$$m_e = \pm 0,88$$

und hieraus den mittleren Fehler des Mittels

$$m_M = \pm 0,11$$

Nach Anbringen der Korrektion wegen täglicher Aberration von + 0,32 ergibt sich für das auf den Momentanpol bezogene Azimit Rigi (Pfeiler SGK) nach Lägern ( $\Delta$  Zentr.):

$$352^\circ 17' 44,61 \pm 0,11$$

Eine provisorische Berechnung der Reduktion auf den « Mittleren Pol<sub>1900-1905</sub> » mit  $x_{prov.} = -0,03$ ,  $y_{prov.} = +0,21$  ergibt  $\Delta\alpha_{prov.} = -0,29$  womit :

Azimit Rigi, Pfeiler SGK nach  $\Delta$  Lägern, Zentr. (provisorisch reduziert auf Mittleren Pol<sub>1900-1905</sub>)

$$352^\circ 17' 44,32 \pm 0,11$$

M. Schürer, rapporteur pour ces deux travaux, discute les résultats particulièrement intéressants obtenus par l'analyse des instants de contact rendue possible par la haute précision du nouveau système horaire de campagne. L'erreur systématique de l'inclinaison de l'axe horizontal est traitée dans une longue discussion à laquelle participent MM. Kobold, Schürer, Blaser et Guyot. Des effets thermiques sont suggérés, mais il semble que cet effet est très complexe et difficile à étudier. Des mesures en laboratoire serait intéressantes.

La différence jour-nuit trouvée dans les azimuts Rigi-Lägern semble correspondre à un effet de réfraction réel et systématique, qu'il n'est pas possible d'éliminer.

La Commission adresse ses remerciements à M. Wunderlin pour l'excellent travail fourni.

#### 2.4. Auszug aus dem Bericht von W. Fischer über :

##### Die tragbare Zeitregistriereinrichtung der SGK

###### 1. Allgemeines

Im Juli 1961 stellte das Institut für Fernmeldetechnik der ETH die tragbare Zeitregistriereinrichtung der Schweizerischen Geodätischen Kommission fertig. Im August 1961 wurden in Grindelwald die ersten Feldversuche damit angestellt, und im Oktober 1961 folgten weitere Versuche auf Rigi-Kulm.

Der vorliegende Berichtsauszug soll in erster Linie eine Beschreibung der ganzen Apparatur geben. Ferner werden die Versuchsbeobachtungen erwähnt, worauf die dabei als zweckmässig erachtete Arbeitsmethode beschrieben wird.

Die ganze Apparatur setzt sich aus zwei Teilen zusammen, einem Aufnahmeteil und einem Auswerteteil. Die Bezeichnung « tragbar » bezieht sich nur auf den Aufnahmeteil. Die Auswerteapparatur ist zwar auch tragbar im weiteren Sinn. Sie wird aber nicht auf die Beobachtungsstation mitgenommen, sondern ist an einen Stromanschluss mit 220 V $\infty$  gebunden.

###### 2. Die Aufnahmeapparatur

Bei der astronomischen Längenbestimmung nach der heute üblichen Meridianmethode wird die Ortssternzeit beim Durchgang von Sternen durch den Meridian mit der Ortssternzeit von Green-

wich bzw. die durch drahtlose Zeitzeichen übermittelte Weltzeit verglichen. Die Uhrzeit des Sterndurchgangs wird mit Hilfe von Mikrometerkontakten eines unpersönlichen Mikrometers bestimmt. Für die Zeitübertragung zwischen der Aufnahme von Zeitzeichen und dem Sterndurchgang wird ein Zeitträger benötigt.

Während einer Beobachtung müssen somit drei Arten von Zeitimpulsen registriert werden, um nachträglich deren Beziehung untereinander bestimmen zu können, 1. die Zeitträger-Impulse, 2. die Zeitzeichen-Impulse und 3. die Mikrometer-Impulse. Die bisher übliche Methode ist die Chronographen-Registrierung auf Papierstreifen. Eine moderne Einrichtung benützt einen druckenden Chronographen, der von einer Quarzuhr gesteuert wird. Da eine solche Anlage recht umfangreich und schwerfällig ist, kommt sie für unsere Verhältnisse mit den teilweise ziemlich schwer zugänglichen Beobachtungspunkten im Gebirge nicht in Frage. Die Schweizerische Geodätische Kommission wählte deshalb das Magnet-Tonband als Impulsträger. Dieses übt praktisch die Funktion des früheren Registrierstreifens aus, bietet aber ihm gegenüber verschiedene Vorteile und ermöglicht es, das auf der Station benötigte Instrumentarium klein zu halten.

Die aus dieser Konzeption heraus entwickelte Aufnahmeapparatur setzt sich aus folgenden Teilen zusammen : 1. das *Aufnahme-gerät* als zentrale Einheit, 2. der *Zeitzeichenempfänger*, 3. das *Mikro-phon* und 4. das portable *Tonbandgerät*. Die ganze Apparatur ist in

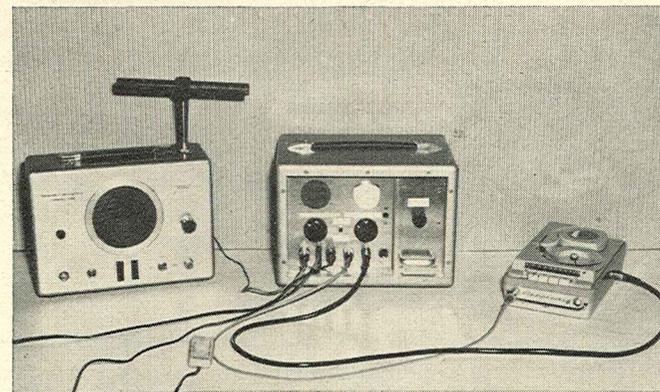


Abb. 1. Aufnahmeapparatur (Photo R. Kägi)

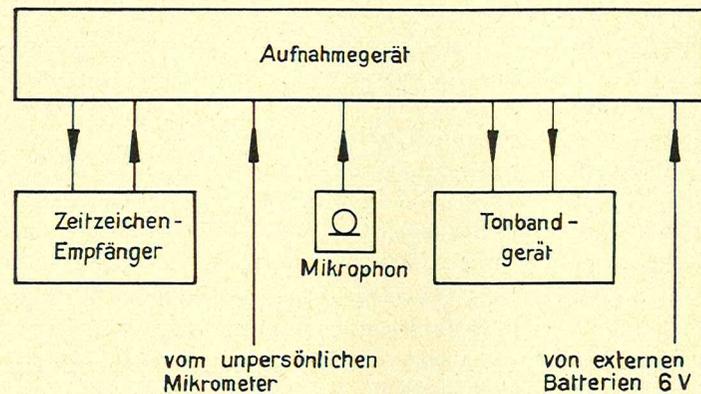


Abb. 2. Schematische Darstellung der Aufnahmeapparatur

Abbildung 1 und 2 bildlich und schematisch dargestellt. Dazu gehört selbstverständlich das Beobachtungsinstrument mit dem unpersönlichen Mikrometer, das die nötigen Kontakt-Impulse liefert.

### 2.1. Das Aufnahmegerät

Das Kästchen enthält in sehr konzentrierter Form alle für die Registrierung der Zeitimpulse notwendigen Einrichtungen, abgesehen von den bereits genannten Zusatzgeräten. Dieser geschlossene Aufbau wurde durch Verwendung transistorisierter Einzelteile erreicht. Ausserdem sind alle erforderlichen Anschlussbuchsen und Bedienungsknöpfe daran angebracht, sodass die ganze Aufnahme vom Aufnahmegerät aus gesteuert werden kann.

Der wichtigste Teil des Aufnahmegerätes ist der *Quarzoszillator*, der die Zeiträger-Impulse liefert. Dies ist wohl der Grund, warum das Gerät oft als Quarzuhr bezeichnet wird. Es muss aber betont werden, dass wir *keine Uhr* im üblichen Sinn haben, die genau definierte Sekunden- und Minutenimpulse liefert. Vielmehr ist es ein Oszillator, der mit einer Frequenz von 100 kHz schwingt. Um ein Zeitmass zu bekommen, müssen diese Schwingungen auf geeignete Weise *gezählt* werden. Die 100 kHz müssen nicht genau eingehalten werden, da es mit Hilfe der Zeitzeichen jederzeit möglich ist, die Abweichung von der Sollfrequenz zu bestimmen. Wichtig ist es hingegen, dass die Frequenz über längere Zeit konstant bleibt. Aus

diesem Grund ist der Schwinger sehr gut isoliert worden, sodass bei einer Änderung der Umgebungstemperatur die Frequenz nur sehr langsam ändert, während auf den Einbau eines Thermostaten verzichtet wurde. Der Oszillator wird nur während der eigentlichen Aufnahmezeit in Betrieb gesetzt, sonst ist er in Ruhe.

Ein *Frequenzuntersetzter* bildet aus den 100-kHz-Schwingungen des Oszillators 1-kHz-Signale, die auf dem Tonband registriert werden.

Ein *Oszillator* mit geringerer Stabilität erzeugt eine Schwingung von 2 kHz. Dieses 2-kHz-Signal wird beim Eintreffen von Zeitimpulsen vom Empfänger oder vom Mikrometer durch ein Zwerchblatt eingeschaltet, worauf es ebenfalls auf dem Tonband registriert wird.

Ein *Mikrofonverstärker* ermöglicht es, das Tonband während der Messung zu besprechen. Zum Schutz der 1-kHz-Signale, die den Zeitmasstab bilden, ist ein Sperrfilter für den Bereich von 0,9-1,1 kHz eingebaut. Dadurch werden die entsprechenden Frequenzen aus der Sprache ausgesiebt, was jedoch keinen Einfluss auf die Verständlichkeit hat. Demgegenüber wurde darauf verzichtet, die Frequenz von 2 kHz aus der Sprache auszusieben, womit in Kauf genommen wurde, dass gelegentlich ein starker Sprechimpuls als Zeitimpuls interpretiert wird.

Zur Kontrolle der registrierten Impulse ist ein *Kontroll-Lautsprecher* mit Verstärker eingebaut. Die Schaltung ist so, dass alle Impulse, die zum Tonbandgerät gelangen, gleichzeitig auf den Lautsprecher gehen, wobei jedoch die Verstärkung der 1-kHz-Impulse auf den beiden Wegen unterschiedlich ist. Auf dem Tonband sind sie sehr stark, weil nachher die ganze Auswertung davon abhängt, im Lautsprecher jedoch nur schwach, damit der Dauerton von 1000 Hz die übrigen Impulse nicht überdeckt. Prinzipiell wird alles kontrolliert, was auf das Tonband gegeben wird, hingegen ist selbstverständlich keine Kontrolle möglich, ob auf dem Tonband alle Impulse registriert werden.

Zur Speisung der ganzen Aufnahmeapparatur dient ein Satz von 7 NiCd-Akkumulatoren von je 6 V, die in einem *Batteriekasten* untergebracht sind. Der Kasten wird in das Aufnahmegerät eingeschoben und zum Aufladen der Akkumulatoren herausgenommen. Durch einen Drehschalter werden je zwei Batterien mit dem Aufnahmegerät verbunden, die eine für den elektronischen Teil, die andere für

den Motor des Tonbandgerätes. Die 7. Batterie ist immer mit dem Aufnahmegerät verbunden; sie erzeugt zusammen mit der in Betrieb stehenden Elektronikbatterie die zur Speisung des Zeitzeichen-Empfängers nötige Spannung von 12 V.

Ein *Kontrollgerät* gestattet es, die Spannung jeder einzelnen Batterie laufend zu überwachen. Ferner gibt es die Möglichkeit, die Amplitude des Quarzoszillators zu prüfen.

Das Aufnahmegerät weist vier *Bedienungsknöpfe* auf. Ein Drehschalter mit 4 Stellungen dient zum Steuern der ganzen Aufnahmeapparatur. Daneben ist der Schiebeschalter angebracht, der die Impulsleitung vom Empfänger oder diejenige vom Mikrometer mit dem Torschalter des 2-kHz-Signals verbindet. Ein weiterer Drehschalter ist mit dem Kontrollgerät verbunden. Der Batteriekasten weist den bereits erwähnten Drehschalter auf.

Unter den Bedienungsknöpfen befinden sich die *Anschlussbuchsen* für die Zusatzgeräte.

### 2.2. Der Zeitzeichenempfänger

In Anbetracht der Schwierigkeiten, die das Registrieren von Kurzwellen-Zeitsignalen verursacht, wurde beschlossen, die langwelligen Signale zu benutzen, die vom Sender Münchenbuchsee ausgestrahlt werden. Normalerweise werden die Zeichen HBB auf 96,05 kHz nur von 0810 bis 0815 Weltzeit gesendet. Es ist aber möglich, dass die Sendungen auf Bestellung hin auch nachts ausgestrahlt werden. Die Zeichen werden vom Observatorium Neuenburg aus gesteuert und vom internationalen Zeitdienst aufgenommen.

Mitbestimmend bei der Wahl dieser Zeitzeichen war der Umstand, dass im Empfänger für das Zeitzeichen HBB der Firma Ebauches S. A., Neuchâtel, ein kommerzielles Gerät zur Verfügung stand, das für den feldmässigen Einsatz geeignet schien. Er ist vollständig transistorisiert und fest auf die Frequenz 96,05 kHz abgestimmt. Er weist einen direkten Ausgang für die Zeitzeichenimpulse sowie zwei durch ein eingebautes Relais gesteuerte Ausgänge auf. Ferner ist ein Lautsprecher mit Lautstärkeregel im Gehäuse eingebaut. Als Antenne dient ein Ferritstab, der oben in das Gehäuse eingeschraubt wird und in die günstigste Empfangsrichtung gedreht werden kann.

### 2.3. Das Mikrophon

Das für die Besprechung des Tonbandes benötigte Mikrophon gehört zur Ausrüstung des Tonbandgerätes (vgl. 2.4).

### 2.4. Das Tonbandgerät

Auch als Tonbandgerät konnte ein kommerzielles Gerät gefunden werden, das für den Feldgebrauch geeignet schien und nur wenige Änderungen erforderte, das Diktiergerät *Stenorette B* der Firma Grundig. Anstelle des Mikrophons wird einfach die Impulsleitung vom Aufnahmegerät angeschlossen. Die Speisung für Elektronik und Motor erfolgt ebenfalls vom Aufnahmegerät her. Die zur Verfügung stehenden Tonbänder sind in Kassetten untergebracht und haben eine Spieldauer von 25 oder 40 Minuten.

### 3. Die Auswerteapparatur

Bei der Auswertung einer Längenbestimmung besteht die erste Aufgabe darin, die auf Magnet-Tonbändern gespeicherten Zeitimpulse zu drucken. Zu diesem Zweck wurde eine Auswerteapparatur entwickelt, die sich aus folgenden Teilen zusammensetzt: 1. das *Auswertegerät*, 2. das *Ladegerät*, 3. das *Tonbandgerät* und 4. der *Druckchronograph*. Die Anlage ist in Abbildung 3 und 4 bildlich und schematisch dargestellt.

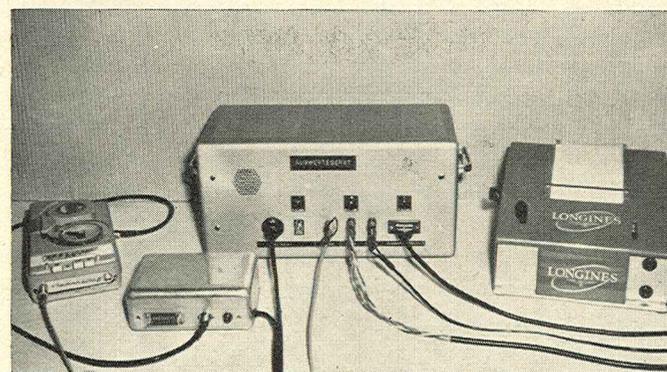


Abb. 3. Aufnahmeapparatur (Photo R. Kägi)

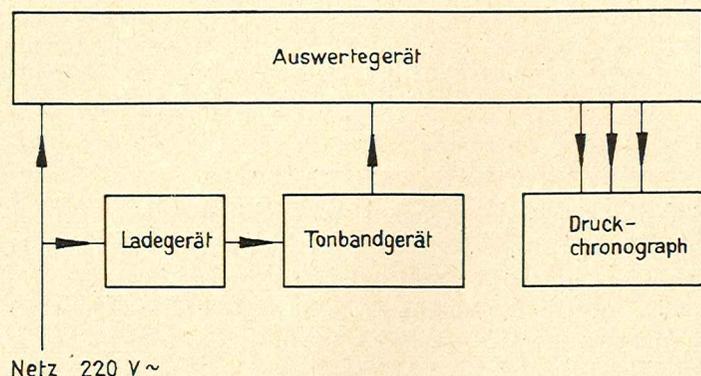


Abb. 4. Schematische Darstellung der Aufnahmeapparatur

### 3.1. Das Auswertegerät

Bei der Aufnahme werden drei verschiedene Informationen auf das Tonband gebracht, nämlich die 1-kHz-Signale als Zeitmarken, die 2-kHz-Signale zur Markierung der Zeitsignale oder der Mikrometerkontakte und die gesprochenen Beobachtungsdaten. Bei der Wiedergabe der Tonband-Registrierungen wird ein Frequenzgemisch erzeugt, das im umgekehrten Sinn in die entsprechenden Impulse umgewandelt werden muss.

In einem ersten Kanal wird der 1-kHz-Ton aus dem Gemisch ausgesiebt. Anschliessend wird die Frequenz von 1000 Hz in einem Umsetzer auf 50 Hz gebracht. Diese Frequenz wird dem Druckchronographen zugeführt und dient zur Steuerung des Druckermotors.

Im zweiten Kanal werden die 2-kHz-Signale ausgesiebt und in Rechteck-Gleichstromimpulse gleicher Dauer umgewandelt. Die Dauer der Impulse wird untersucht; sind sie länger als 350 msec, werden zwei Druckbefehle ausgelöst, im andern Fall nur einer. Auf diese Weise werden die Minutenstriche der Zeitzeichen kenntlich gemacht. Die Druckimpulse steuern schliesslich ein Relais, das mit dem Druckmechanismus des Druckchronographen verbunden wird.

In den dritten Kanal gelangen alle Frequenzen, die über einen Verstärker auf den Lautsprecher gegeben werden, der im Gehäuse des Auswertegerätes eingebaut ist. Einzig der 1-kHz-Ton wird stark gedämpft, sodass er neben der Sprache und den Mikrometerkontakten nur noch schwach hörbar ist.

Der Betrieb des Druckchronographen erfordert eine Gleichspannung von 12 V. Diese wird ebenfalls im Auswertegerät erzeugt.

### 3.2. Das Ladegerät

Das kleine Ladegerät erfüllt zwei Aufgaben; einerseits dient es zum Aufladen der Akkumulatoren des Aufnahmeapparates, andererseits liefert es die notwendige Spannung von 6 V = für den Betrieb des Tonbandgerätes bei der Auswertung. Das Gerät ist voll transistorisiert und so geschaltet, dass bei Spannungsgleichheit zwischen Ladegerät und Akkumulatoren kein Strom mehr fliesst.

### 3.3. Das Tonbandgerät

Zur Wiedergabe des Tonbandes wird das selbe Tonbandgerät wie bei der Aufnahme verwendet (vgl. 2.4.).

### 3.4. Der Druckchronograph

Das Ausdrucken der auf dem Tonband gespeicherten Zeitimpulse erfolgt durch einen Druckchronographen vom Typ «Chronotypogines» der Firma Longines in St. Imier. Dieses Gerät dient üblicherweise der Zeitmessung bei Sportanlässen.

Beim Eintreffen eines Zeitimpulses wird die momentane Stellung der Zeiträdchen auf einen Papierstreifen gedruckt, wobei h, m, s,  $\frac{1}{10}$  s und  $\frac{1}{100}$  s direkt abgelesen werden können. Kleine Marken bei  $\frac{5}{1000}$  s erlauben es, die Millisekunde an einem Indexstrich zu schätzen. Die Zeiträdchen können über einen Druckknopf vom Druckermotor losgekuppelt und deren Stand auf die Stunde und Minute des ersten zu registrierenden Zeichens sowie die Sekunde 00,000 gebracht werden. Sie beginnen beim Eintreffen dieses Zeitimpulses zu drehen. Durch einen Schalter kann der Druckmechanismus ein- und ausgeschaltet werden, sodass gewisse Zeichen unterdrückt werden können.

### 4. Die Versuchsbeobachtungen

Nachdem sich die Anlage im Labor als funktionstüchtig erwiesen hatte, sollte festgestellt werden, ob dies auch im feldmässigen Einsatz und nach grösseren Transporten der Fall sei. Daneben sollten sich die Beobachter mit der Bedienung des Gerätes vertraut machen, die gegenüber der bisherigen Streifenregistrierung einige Umstellungen bedingte. Gleichzeitig sollte auch versucht werden, eine

zweckmässige Arbeitsmethode festzulegen, die den neuen Möglichkeiten Rechnung trug. Schliesslich interessierte natürlich die Genauigkeit, die sich beim Einsatz dieser Zeitregistriereinrichtung erreichen liess.

#### 4.1. *Versuchsbeobachtungen Grindelwald*

Unmittelbar nach Fertigstellung des Gerätes ergab sich eine erste Möglichkeit zu dessen Erprobung. In einem Diplomkurs der ETH in Grindelwald war unter anderem die Aufgabe zu lösen, auf einzelnen Punkten die Lotabweichung auf Grund astronomischer Beobachtungen zu bestimmen. Diese Arbeiten (zusammen mit Höhenwinkelmessungen) waren als Weiterführung der Geoidbestimmung im Berner Oberland gedacht. Es war deshalb sinnvoll, auf dem Punkt Grindelwald eine Längenbestimmung unter Verwendung der tragbaren Zeitregistriereinrichtung durchzuführen.

Am 7. August erfolgte der Transport der vollständigen Einrichtung in einem VW-Kastenwagen nach Grindelwald. Am gleichen Tag wurde eine eingehende Funktionskontrolle vorgenommen mit dem Resultat, dass alle Teile, insbesondere der Quarz, der Empfänger und das Tonbandgerät, einwandfrei arbeiteten.

Der erste praktische Einsatz des Aufnahmeapparates erfolgte am Abend des 8. August. Hier hatten die Beobachter N. Wunderlin und W. Fischer hauptsächlich Gelegenheit, sich mit der Bedienung des Aufnahmeapparates vertraut zu machen. Beide Ingenieure übten abwechselungsweise die Funktion des Beobachters und des Sekretärs aus. Die Durchgangsbeobachtungen wurden mit dem astronomischen Theodoliten DKM3-A Nr. 64 909 des Geodätischen Instituts ausgeführt, der auch für die Lösung der übrigen astronomischen Aufgaben des Kurses benützt wurde. Die registrierten Zeitimpulse wurden am folgenden Tag im Hotel mittels des Auswertegerätes und des Druckchronographen gedruckt. Auch hier handelte es sich hauptsächlich um die praktische Erprobung der Apparatur und deren Bedienung.

Am Abend des 9. August konnte erstmals eine vollständige Längenbestimmung durchgeführt werden. Beobachter war W. Fischer, Sekretär N. Wunderlin. Die registrierten Zeitimpulse wurden am folgenden Tag ausgewertet und in die Längenberechnung eingeführt.

An den darauffolgenden Abenden regnete es, sodass die Versuche nicht mehr weitergeführt werden konnten. Auch war es nicht mehr möglich, eine Referenzbeobachtung anzustellen, sodass diese eine Längenbestimmung als absolute Bestimmung betrachtet werden muss.

#### 4.2. *Versuchsbeobachtungen Rigi-Kulm*

Anlässlich der Beobachtung des Azimuts Rigi-Lägern ergab sich nochmals eine Gelegenheit, die tragbare Zeitregistriereinrichtung zu erproben. Die Azimutbeobachtungen wurden auf dem Längenpfeiler der SGK auf Rigi-Kulm unter Verwendung des Universals T4 Nr. 33 112 des Geodätischen Instituts durchgeführt. Damit war es möglich, in der gleichen Instrumentenaufstellung nach Abschluss der Azimutmessungen jeweils noch eine Längenbestimmung anzufügen.

Die Aufnahmeapparatur wurde am 5. Oktober in einem Privatwagen nach Arth-Goldau und per Bahn nach Rigi-Kulm transportiert. Am Abend des selben Tages war eine erste Längenbestimmung möglich, wobei die ganze Anlage reibungslos funktionierte. Die Auswertung der Tonbänder erfolgte am 9. Oktober in Zürich.

Am 9. Oktober wurde die Auswertearratur ebenfalls nach Rigi-Kulm befördert. Dadurch konnten die Aufnahmen der weiteren Abendbeobachtungen jeweils am darauffolgenden Tag ausgewertet werden. Längenbeobachtungen waren am Abend des 9., 10., 11., 12. und 13. Oktober möglich. Die beiden Ingenieure N. Wunderlin und W. Fischer übten abwechselungsweise die Funktion des Beobachters und des Sekretärs aus. Als Hilfsbeobachter stand zudem der Gymnasiast H. Lüthy zur Verfügung; unter anderem war er mit der ständigen Ablesung des Achsniveaus betraut. Die Auswertung beschränkte sich praktisch auf das Drucken der Zeitimpulse und die Bereinigung der Chronographenstreifen.

#### 4.3. *Praktische Ergebnisse der Versuchsbeobachtungen*

Die Versuchsbeobachtungen haben in jeder Beziehung die an sie gestellten Anforderungen erfüllt. Das Resultat sei hier kurz zusammengefasst.

1. Das ganze Instrumentarium hat die Bewährungsprobe im feldmässigen Einsatz gut bestanden, indem es praktisch ohne Ausfälle arbeitete. Zwei schwache Stellen wurden immerhin durch die Versuche aufgedeckt, die inzwischen behoben werden konnten.

Am Abend des 9. August 1961 setzte beim letzten Sterndurchgang der Quarzoszillator plötzlich aus. Das Kontrollgerät zeigte keinen Ausschlag mehr an und anstelle des 1000-Hz-Tones war ein höherer Ton zu vernehmen, der vom freischwingenden Frequenzumsetzer erzeugt wurde. Die Auswertung bestätigte die starke Abweichung von der Sollfrequenz. Die Ursache dieser Störung lag darin, dass sich der Quarzoszillator, der in einen Sockel gesteckt war, etwas gelöst hatte, sodass ein Kontakt unterbrochen wurde. Heute ist er fest mit dem Unterbau verbunden.

Am Abend des 9. Oktober 1961 wurden zwei Tonbänder nicht bespielt, obschon alles ordnungsgemäss funktionierte. Diese Feststellung konnte erst anderntags gemacht werden, als die beiden Bänder bei der Auswertung keinen Laut von sich gaben. Die Überprüfung der Verbindungskabel zum Tonbandgerät bestätigte die Vermutung, dass sich in einem Stecker eine Verbindung gelöst hatte. In der Folge wurden alle Kabel gründlich geprüft und überholt, sodass sich eine solche Panne nicht mehr wiederholen sollte.

2. Die Beobachter haben sich im Verlauf der wenigen Versuchsbeobachtungen so mit der Anlage vertraut gemacht, dass keine Fehlmanipulationen vorkamen. Dies ist weitgehend der sehr einfachen und klaren Konzeption der Anlage zu verdanken, ferner dem Umstand, dass die Zahl der zu betätigenden Bedienungsknöpfe möglichst klein gehalten wurde. Der Aufbau der Aufnahmeapparatur auf der Feldstation bereitete nie Schwierigkeiten, da praktisch nur das Aufnahmegerät in Griffnähe des Sekretärs sein muss. Dies ist vor allem auf Gebirgsstationen von Bedeutung, ebenso der Umstand, dass die Anlage gegen Wind, Feuchtigkeit und Temperatureinflüsse absolut unempfindlich ist.

3. Die bei den Versuchsbeobachtungen erprobte Arbeitsmethode, wie sie in den folgenden Abschnitten 5 und 6 umrissen ist, dürfte den Erfordernissen einer Längenbestimmung 1. Ordnung gerecht werden. Sie ist grösstenteils durch die Eigenheiten der neuen Einrichtung bedingt, stellt aber weitgehend auch auf die Erfahrungen ab, die mit den bisherigen Registrierarten gemacht wurden.

#### 5. Die Aufnahme

Als Vorbereitung einer Zeitregistrierung wird das Aufnahmegerät nach dem Schema in Abbildung 2 mit den Zusatzgeräten verbunden. Die Stecker der verschiedenen Verbindungskabel sind so gestaltet,

dass eine falsche Verbindung ausgeschlossen ist. Dann wird der Quarzoszillator in Betrieb gesetzt (Schalter auf *Ein*), wodurch gleichzeitig auch der Zeitzeichen-Empfänger eingeschaltet wird. Der 1000-Hz-Ton des Quarzoszillators ist im Kontroll-Lautsprecher hörbar. Überdies soll am Kontrollgerät festgestellt werden, ob die Amplitude die erforderliche Grösse erreicht (Zeigerausschlag bis 60). Gleichzeitig kann auch noch festgestellt werden, ob die Akkumulatoren die nötige Spannung besitzen (Zeigerausschlag ebenfalls bis 60).

Im Tonbandgerät wird eine Tonband-Kassette eingelegt. Das Tonband ist gewöhnlich bereits überspielt; die Aufzeichnungen werden jedoch bei der neuen Aufnahme automatisch gelöscht. Das Tonbandgerät kann hierauf wieder geschlossen werden, sodass das Tonband vor Feuchtigkeit oder irgendwelchen bremsenden Gegenständen geschützt ist. Nur das Fenster mit der Anzeige der Bandstellung und der Bedienungstastatur bleibt offen. Schliesslich kann auch die Aufnahmetaste gedrückt werden, worauf alles für die Aufnahme bereit ist.

In genügendem Zeitabstand vor dem ersten Sterndurchgang, der beobachtet werden soll, setzt der Sekretär das Tongandgerät vom Aufnahmegerät aus in Betrieb, indem er den Schalter auf *Aufnahme* dreht. Der Schiebeschalter soll dabei auf *Mikrometer* stehen, damit die Zeitzeichen noch nicht auf das Tonband gelangen (sofern sie ständig vorhanden sind und auch empfangen werden, was im Lautsprecher des Empfängers festgestellt werden kann). Die notwendigen Angaben wie Station, Datum, Wetter, Beobachter usw. werden hierauf auf das Band gesprochen. Sodann sollen erstmals Zeitzeichen registriert werden. Zweckmässigerweise wird der Schiebeschalter unmittelbar vor einem Minutenzeichen auf *Zeitzeichen* gestellt.

Dadurch wird erreicht, dass die Sekunden, die vom Stand 00,000 weg gezählt werden, richtig gedruckt werden. Die Zeit dieses ersten Zeichens muss schon vorher auf das Band gesprochen werden, damit die Zeiträdchen des Druckers entsprechend orientiert werden können. Sofern die Zeichen HBB kontinuierlich ausgestrahlt werden, wobei lediglich die Minuten durch einen langen Strich kenntlich gemacht sind, ist es unumgänglich, dass der Sekretär über eine Uhr verfügt, der er die Minuten der Weltzeit mit Sicherheit entnehmen kann.

Wie üblich gibt der Sekretär dem Beobachter die Elemente des ersten Sterns bekannt. Zu diesem Zweck benötigt er ebenfalls eine

nach Ortssternzeit gerichtete Uhr. Die Nummer des Sterns und die Fernrohrlage werden auf das Tonband gesprochen. Kurz vor Beginn der Durchgangsbeobachtung wird der Schiebeschalter auf *Mikrometer* gestellt, worauf keine Zeitzeichen mehr auf das Tonband gelangen sondern die Mikrometerkontakte. Im Kontroll-Lautsprecher kann der Sekretär jederzeit feststellen, ob die Impulse vom Zeitzeichen-Empfänger oder vom Mikrometer richtig eintreffen. Die Libellenablesungen können ebenfalls auf das Tonband gesprochen werden, sodass praktisch auf die Führung eines Feldbuches verzichtet werden kann. Es hat sich jedoch als zweckmässig erwiesen, das Feldbuch trotzdem beizubehalten. Dadurch besteht ein Schutz vor Ablesefehlern am Achsniveau, indem der Sekretär unverzüglich die Blasenlänge errechnet und aufschreibt. Ausserdem hat der Sekretär eine einwandfreie Kontrolle über die Summe der Zenitdistanzen der beobachteten Sterne. Zwischen den einzelnen Sterndurchgängen, aber auch während der Zeit des Umlegens von einer Fernrohrlage in die andere, können wieder Zeitzeichen registriert werden (Schiebeschalter auf *Zeitzeichen*), da das Tonband ohnehin läuft.

Bei längeren Pausen zwischen zwei Sterndurchgängen soll das Tonbandgerät abgestellt werden (Schalter auf *Ein*). Dadurch wird zweierlei erreicht ; erstens können mehr Durchgänge auf einem Band registriert werden und zweitens entstehen bei der Auswertung keine unnötigen Wartezeiten. Eine Unterbrechung ist aber nur dann möglich, wenn ein ständiger Zeitträger vorhanden ist, in unserem Falle ein Dauerzeitzeichen. Bei einem Unterbruch des 1-kHz-Signals auf dem Tonband steht nämlich der Motor des Druckchronographen still und die Frequenzzählung wird dadurch verfälscht. Vor dem Ausschalten des Tonbandgerätes müssen also nochmals Zeitzeichen registriert werden, um eine Interpolation zu ermöglichen, wobei zur Sicherheit auch die Minuten nochmals angesagt werden. Die Bandstellung beim Unterbruch (Skalenablesung) wird mit Vorteil im Feldbuch notiert, um das Auffinden dieser Stelle zu erleichtern. Vor dem nächsten Sterndurchgang wird wieder gleich wie oben begonnen, indem man zuerst Zeitzeichen registriert, wenn immer möglich mit einer Minute beginnend.

Dem Ende des Tonbandes hat der Sekretär besondere Beachtung zu schenken. Bei bekannter Bandspieldauer kann er an der Anzeigevorrichtung abschätzen, wieviel Aufnahmezeit er noch zur Verfügung hat. Vor dem Bandende müssen nochmals Zeitzeichen regi-

striert werden. Für das Zurückspulen des Tonbandes, das Beschriften der Kassette und das Einsetzen eines neuen Bandes werden ca. 5 Minuten benötigt. Kann diese Operation in eine Pause zwischen zwei Sterndurchgängen gelegt werden, geht überhaupt keine Beobachtungszeit verloren. Unmittelbar nach dem letzten registrierten Zeichen oder Wort wird die *Rückspul-Taste* des Tonbandgerätes gedrückt. Zur Einsparung von Energie kann in dem Moment auf *TB-Rück* gedreht werden, wodurch nur noch der Tonbandmotor an der Batterie hängt. Nach dem Einsetzen eines neuen Bandes wiederholt sich der ganze Ablauf. Für eine Abendserie einer Längenbeobachtung werden 2-3 Tonbänder benötigt.

#### 6. Die Auswertung

Die « Auswertung » einer Zeitregistrierung wird hier nur so weit beschrieben, bis die gedruckten und bereinigten Zeiten der registrierten Impulse vorliegen. Die weitere Verarbeitung des Zahlenmaterials bis zur Bestimmung der Länge geschieht in der üblichen Weise.

Die Auswertung der Tonbänder sollte nicht zu lange auf sich warten lassen, damit die Bänder wieder für neue Aufnahmen zur Verfügung stehen. Sie kann irgendwo erfolgen ; einzige Bedingung ist das Vorhandensein eines Netzanschlusses von 220 V  $\infty$ . Das Auswertegerät wird gemäss dem Schema in Abbildung 4 an das Netz und die Zusatzgeräte angeschlossen. Hierauf wird ein bespieltes Tonband in das Tonbandgerät eingelegt. Das Auswertegerät wird eingeschaltet und das Tonbandgerät auf *Wiedergabe* gestellt. (Wird versehentlich die Aufnahme-Taste gedrückt, wird die Aufnahme gelöscht und ist verloren !) Unmittelbar darauf ertönt im Lautsprecher der 1000-Hz-Ton und der Drucker motor beginnt zu laufen.

Das Druckerzählwerk wird auf die Sollzeit eingestellt, sodass es beim ersten Zeitzeichen (wenn möglich einer Minute) von dieser Stellung aus zu zählen beginnt. Auf dem Papierstreifen werden dann die nötigen Angaben vermerkt, wie Station, Datum, Beobachter usw. Ferner kann bereits die Weltzeit des ersten Zeitzeichens angeschrieben werden, wenn sie im Lautsprecher ertönt. Sind eine genügende Anzahl Zeitzeichen gedruckt, kann der Druckmechanismus abgestellt werden. Sodann wird der Papierstreifen etwas vorge-schoben, worauf die Nummer und die Fernrohrlage des ersten Sterns angeschrieben wird. Sobald die Zeitzeichen, die im Lautsprecher

stets hörbar sind, aufhören, wird der Druckmechanismus wieder eingeschaltet, sodass die Mikrometerkontakte des ersten Sterns ausgedrückt werden. Gleichzeitig mit dem Drucken der registrierten Impulse können die Feldbucheintragungen auf Grund der auf das Band gesprochenen Daten kontrolliert oder wenn nötig ergänzt werden.

Sind alle Zeitimpulse eines Tonbandes gedruckt, muss der Druckstreifen noch bereinigt werden, damit er für die weitere Verarbeitung bereit ist. Bei den Zeitzeichen kann man sich darauf beschränken, die Minutenzeichen anzuschreiben bzw. zu kontrollieren, die durch eine zweite, ca. 0,350 grössere Zeitmarkierung gekennzeichnet sind. Diese zusätzlichen Markierungen sind zu streichen. Etwas mehr Arbeit verursacht die Beschriftung der Mikrometerkontakte, weil sie erstens entsprechend den Fehlern bei der Verfolgung des Sterns unregelmässige Abstände aufweisen und weil diese Abstände zweitens von der Deklination des Sterns abhängen. Bei langsamen Sternen sind die Mikrometerimpulse verschiedentlich so lang, dass sie zwei Druckbefehle auslösen. Die zweiten Zeitmarken sind mit einiger Übung leicht zu erkennen und werden gleich gestrichen. Andererseits folgen sich unter Umständen die Kontakte so rasch, dass nicht alle gedruckt werden. Es ist etwas schwieriger, fehlende Zeitmarken zu erkennen. Vielfach trifft es die Markierungskontakte der Mikrometertrommel, die ohnehin kleinere Abstände aufweisen als die gewöhnlichen Zeitkontakte. Auf Grund dieser Markierungskontakte, die durch die kürzeren Zeitintervalle auffallen, können die 0-Kontakte der Mikrometertrommel angezeichnet werden. Sie sind noch mit der zugehörigen Revolutionsnummer zu versehen, womit das Zahlenmaterial für die weitere Verarbeitung bereit ist.

Zur Auswertung gehört auch die Vorbereitung der nächsten Aufnahmen. So werden die nicht mehr benötigten Tonbänder bereitgestellt. Daneben ist der Batteriekasten an das Ladegerät anzuschliessen, damit die Akkumulatoren bis zu den nächsten Aufnahmen wieder aufgeladen sind.

La Commission exprime sa satisfaction de voir enfin réalisé le nouveau service horaire de campagne. Dès 1956, la Commission s'était préoccupée de moderniser l'enregistrement de l'heure et des contacts des théodolites, de façon à simplifier les mesures et

à en augmenter la précision. En 1958, un système conçu par M. Blaser et utilisant des signaux spéciaux émis par l'Observatoire de Neuchâtel était adopté et mis en exécution par l'Institut des télécommunications de l'EPF sous la direction du professeur Weber.

M. Blaser oriente la Commission sur une séance de sous-commission qui a eu lieu à Zurich le 1.12.61 pour organiser, pour les années à venir, l'émission de signaux horaires pour les travaux de campagne. Ont assisté à cette discussion M. Bonanomi, directeur de l'Observatoire de Neuchâtel et M. Kiesel, de Radio Suisse. Une solution très favorable a pu être trouvée : l'émission de signaux continus spéciaux par l'émetteur longues ondes HBB. Nous désirons remercier ici ces institutions de l'aide bienveillante dont elles font bénéficier la Commission.

La Commission remercie M. Fischer de son très intéressant rapport.

#### 2.5. Auszug aus dem Bericht von Dr. E. Hunziker über :

#### **Vorbereitungen zur Erstellung des schweizerischen Schwerenetztes erster Ordnung und über eine nachträgliche Berechnung mittlerer Fehler der Schweregrundnetz-Stationen**

Da das leitende Mitglied für gravimetrische Arbeiten, Herr Prof. F. Gassmann, sich bis im Sommer 1962 in Amerika befindet, seien einige an der Sitzung geäusserte Bemerkungen von Dr. Hunziker über Gravimetermessungen und Programmpunkte dem Auszug aus seinem Bericht vorangestellt.

1.1. Als *dringlichste gravimetrische Arbeit* erachtet Herr Prof. Gassmann die im Bericht behandelte Erstellung des Schwerenetztes erster Ordnung.

1.2. Eine *Lotkrümmungsbestimmung* auf dem Säntis, in entsprechender Weise wie sie auf dem Punkte St. Anton des Basisvergrösserungsnetzes durchgeführt wurde, kann des allzu grossen Aufwandes wegen nicht empfohlen werden. Hingegen dürfte die gravimetrische Bestimmung der Lotkrümmung wieder aufgenommen werden, wenn sich eine günstige Gelegenheit bietet an einem Ort, wo sich auch ein Stollen befindet.

1.3. Als weiterer gelegentlicher Programmpunkt wird international die *Erstellung einer Bouguer-Karte* der Schweiz, mit isostatischer Reduktion nach Airy, gewünscht. Ferner bleibt die Frage der Geoidbestimmung mittels rein gravimetrischer Methoden, oder kombinierter trigonometrischer und gravimetrischer Methoden, abzuklären.

1.4. Die *Internationale Gravimetrische Kommission* wird von Montag, 10. Sept., bis Samstag, 15. Sept. 1962, in Paris eine Sitzung abhalten. Délégué national ist Herr Prof. Gassmann; er wird in Paris einen « Rapport national » vorlegen, der von den Herren Hunziker und de Ræmy redigiert und übersetzt worden ist. Herr Prof. Gassmann befürwortet, von einem der Herren Wunderlin oder Fischer begleitet zu werden, damit ausser ihm noch jemand der Schweiz. Geodätischen Kommission über die Arbeiten der Internationalen Gravimetrischen Kommission auf dem Laufenden sei.

2.1. Über den « Entwurf eines schweizerischen Schwerenetzes erster Ordnung » hat Dr. Hunziker schon im Januar 1960 berichtet (Procès-verbal 1960, Seiten 13-18). Wie dort dargelegt wird, sollen die Punkte des Schwerenetzes erster Ordnung flächenmässig möglichst gleich verteilt sein, in der Weise, dass auf 200 km<sup>2</sup> eine Station fällt. Von den vorgesehenen 211 Stationen sind 81 Punkte identisch mit solchen des Schweregrundnetzes und 23 Punkte mit Stationen des REUN (Réseau Européen Unifié de Nivellement). Die Schwere von 107 Punkten bleibt neu zu bestimmen. Im erwähnten Procès-verbal geben zwei Tabellen (Seiten 16 und 17) die gewählten Stationen des Grundnetzes und der REUN-Linien sowie die vorgesehenen neu anzuschliessenden Stationen. Um von diesen möglichst viele mit Punkten des Eidg. Präzisionsnivellement oder einem kantonalen Nivellement (Nr. 93, Campo) zusammenfallen zu lassen, sind nachträglich 11 in der Tabelle auf Seite 17 aufgeführte Stationen auf folgende Weise ersetzt worden :

Nr. 24, Cottens	ersetzt durch	Cossonay,
42, Utzenstorf	» »	Bätterkinden,
57, Herznach	» »	Hornussen,
62, Affoltern	» »	Ottenbach,
72, Uster	» »	Greifensee,
73, Saland	» »	Bauma,
74, Wald	» »	Rüti,

Nr. 79, Euthal	ersetzt durch	Unter Iberg,
93, Cimalmotte	» »	Campo, Valle di Campo,
106, Punta la Drossa	» »	Il Fuorn,
107, Münster	» »	Sta. Maria.

Es liegt ein Beschluss der Schweizerischen *Geotechnischen Kommission* vor, zur Erforschung der Struktur des Untergrundes ein Schwerenetz zweiter Ordnung herauszugeben; dies setzt das Vorhandensein eines Netzes erster Ordnung voraus, am dringlichsten im Mittelland. In einem Netz zweiter Ordnung würde der Abstand benachbarter Stationen im Durchschnitt ungefähr 5 km betragen, etwa eine Station auf 25 km<sup>2</sup>, im ganzen rund 1600 Stationen.

2.2. Eine *Bestimmungsart der Neupunkte des Netzes erster Ordnung* besteht darin, die neuen Punkte in kurzen Zügen anzuordnen, wobei — wenn immer möglich — die Ausgangs- und die Endstationen Punkte des Schweregrundnetzes sind. Zum Beispiel: *Zürich-Greifensee-Bauma-Rüti-Pfäffikon* oder *Altdorf-Klausenpass-Linthal-Niederurnen*. Im Gebirge muss man sich meist mit offenen Anschlüssen von ein bis zwei Schwere-differenzen begnügen. Im Flachland würden sich natürlich ohne Schwierigkeit auch Querverbindungen von einem Zug zu einem benachbarten messen lassen. Eine solche Variante ist von Ing. W. Fischer aufgestellt und untersucht worden. Die Wahl, wie im einzelnen Falle vorgegangen werden soll, steht noch offen.

2.3. Die Einmessung der neuen Punkte des Netzes erster Ordnung erfordert eingehende *Vorbereitungsarbeiten* im Bureau. Das Aufsuchen und die Wahl der geeigneten Fixpunkte an Ort und Stelle wird immer noch merklich Zeit beanspruchen.

Von jeder der 107 neuen Stationen liegt nun ein Blatt vor mit den folgenden Angaben :

Ordnungsnummer und Name des Punktes; genäherter Schwere-wert; Nummer des Blattes des Eidg. Nivellements-Verzeichnisses mit den Ordnungsnummern eines oder mehrerer in Betracht fallender Fixpunkte (oder entsprechende Angaben und Croquis bei den 22 Punkten kantonalen Nivellements); Aufführung der Nachbarstationen mit deren Schwere und Höhe; Schwere-differenz gegenüber den Stationen an die anzuschliessen ist; Hinweise auf allfällig vorhandene Pendelstation.

2.4. Übersteigen die zu bestimmenden Schwere-differenzen 70 bis 80 mgal, so müssen *Zwischenpunkte* eingeschaltet werden, weil

grössere Differenzen nicht ohne Betätigung der grossen Schraube des zur Verfügung stehenden Gravimeters gemessen werden könnten, was eine Herabsetzung der Genauigkeit mit sich brächte. Im Gebirge ist es unumgänglich, oft mehrere Zwischenpunkte zu wählen — wenn möglich wiederum eidgenössische oder kantonale Fixpunkte. Um zum Beispiel den Schwereunterschied Altdorf-Klausen Passhöhe (ungefähr 284 mgal) zu überbrücken, sind 5 Zwischenstationen nötig; von einer jeden sollen die Angaben über die in Betracht fallenden Fixpunkte, die Meereshöhe und die interpolierte Schwere bekannt sein. Ob eine Differenz mit oder ohne Zwischenpunkte gemessen wird, die Strecke muss gleich oft durchfahren werden; der grössere Zeitaufwand rührt vom Suchen der Punkte, vom Wenden des Wagens und von den Beobachtungen auf den Zwischenpunkten her.

2.5. Als *Beobachter* kommt Herr G. Berset, gegenwärtig Assistent im Geophysikalischen Institut in Frage. Ihm müsste ein Mitarbeiter zur Seite stehen, sei es ein Assistent des Geodätischen Institutes oder ein Funktionär der Eidg. Landestopographie.

Dieses Jahr wäre mit den Punkten im Mittelland zu beginnen. Es erübrigt sich ein starres Programm aufzustellen; in der zur Verfügung stehenden Zeitspanne sollen die möglichen Messungen zur Ausführung kommen, wozu auch die zur Eichung nötigen Beobachtungen gehören.

3. Die Schwere aller Stationen des *Schweregrundnetzes* wird auf die Fundamentalstation Zürich bezogen. Es ist deshalb von Interesse, die *mittleren Fehler der Differenzen Schwere der Stationen des Grundnetzes minus Schwere der Fundamentalstation Zürich* zu kennen.

3.1. Die *Schwereunterschiede* im Sinne *Station des Grundnetzes minus Fundamentalstation* sind in Band 25, *Gravimetermessungen in den Jahren 1953 bis 1957*, Kapitel I, Abschnitt 9.2, Tabellen 9.2.2 und 9.2.3 aufgeführt. Man findet dort die Schwereunterschiede  $\delta_F$ , ausgedrückt in Trommeleinheiten, und  $\delta_F \cdot R_E$  in Milligal, wenn mit  $R_E$  der Trommelwert bezeichnet wird. Sollten in Zukunft die eingeführte Schwerebeschleunigung der Fundamentalstation  $g_F = 980\,667,00$  mgal und der Trommelwert  $R_E$  Verbesserungen erfahren, so lassen sich auf einfachste Weise neue Schwerebeschleunigungen für die Stationen des Schweregrundnetzes rechnen.

3.2. Anlässlich der Ausgleichung des Schweregrundnetzes liessen sich in gewohnter Weise die mittleren Fehler der Schweredifferenzen zwischen dem Knotenpunkt Pfäffikon und den übrigen Knotenpunkten bestimmen. Man brauchte also nur die gute Näherung  $\pm 1,0 \cdot 10^{-2}$  mgal für den mittleren Fehler der Differenz Zürich-Pfäffikon zu berücksichtigen, um die *mittleren Fehler* der  $S_F$  der *Knotenpunkte* zu erhalten. Da der Trommelwert mit grosser Annäherung gleich 1 ist, darf angenommen werden die nachstehenden mittleren Fehler seien in  $10^{-2}$  mgal ausgedrückt.

Mittlerer Fehler der Differenzen « Schwere der Knotenpunkte minus Schwere der Fundamentalstation »:

Station	Mittlerer Fehler
<i>Fundamentalstation</i>	10 <sup>-2</sup> mgal
1 Zürich	± 0,0
<i>Knotenpunkte</i>	
2 Bern	± 3,3
3 Spiez	3,3
4 Vevey	4,1
5 Biel	3,2
6 Olten	2,7
7 Luzern	2,0
8 Kaiserstuhl	1,6 *
9 Pfäffikon (Schwyz)	1,1 *
10 Goldau	1,3
11 Sargans	2,4
12 Reichenau	2,9
13 Göschenen	2,5

\* Strenge Berechnung.

3.3. Die *mittleren Fehler* der  $\delta_F$  der zwischen den Knotenpunkten liegenden *Einzelstationen* sind erstens abgeschätzt, zweitens näherungsweise bestimmt und drittens streng gerechnet worden.

Die Abschätzung wurde unter der stark vereinfachenden Annahme vorgenommen, auch nach der Ausgleichung habe jedes Intervall einen der Gewichtseinheit  $\pm 1,55$  mgal entsprechenden mittleren Fehler. Die Intervallfehler sind dann von den Knotenpunkten her quadratisch aufsummiert worden bis zur Station für die von beiden Seiten her der gleiche mittlere Fehler hervorging.

Tabelle 3.3.1

Einzelstation		Mittlerer Fehler	Einzelstation		Mittlerer Fehler
Nr.		10 <sup>-2</sup> mgal	Nr.		10 <sup>-2</sup> mgal
14	Wichtrach	± 3,5	45	Interlaken	± 3
15	Reichenbach	± 3,5	46	Brienz	3
16	Kandergrund	4	47	Lungern	3
17	Schlossweide	4	48	Rudenzeralp	2,5
18	Kandersteg	4	49	Sarnen	2,5
19	Goppenstein	4,5	50	Hauenstein	± 2,5
20	Obere Brücke	4,5	51	Buckten	2,5
21	Gampel	4,5	53	Sissach	2,5
22	Sierre	4,5	54	Basel	2,5
23	Sion	4,5	55	Kaiseraugst	2,5
24	Martigny	4,5	56	Stein (Aargau)	2,5
25	St-Maurice	4,5	57	Koblentz	2
26	Aigle	4	58	Neerach	± 1,5
27	Flamatt	± 3,5	59	Kloten, Flughafen	1
28	Fribourg	4	60	Rafz	± 2
29	Farvagny-le-Grand	4	61	Schaffhausen	2,5
30	Bulle	4	62	Stein a. Rhein	2,5
31	Semsaies	4	63	Berlingen	3
32	Jongny	4	64	Kreuzlingen	3
33	Schüpfen	± 3,5	65	Uttwil	3
34	Ouchy	± 4	66	Rorschach	3
35	Lausanne	4	67	St. Margrethen	3
36	Echallens	4	68	Altstätten	3
37	Yverdon	4	69	Gams	2,5
38	St-Aubin	4	70	Niederurnen	± 2
39	Neuchâtel	3,5	71	Murg	2
40	Neuenstadt	3,5	72	Altdorf	± 1,5
41	Solothurn	± 3	73	Amsteg	2
42	Oensingen	3	74	Gurtellen	2
43	Reiden	± 2,5	75	Wassen	2,5
44	Nottwil	2,5	76	Landquart	± 2,5

Die Stationsnummern sind die gleichen wie die in Band 25, Kapitel I, verwendeten.

Den Näherungsbestimmungen lagen Ausgleichungen der Verbindungen von Knotenpunkt zu Knotenpunkt zu Grunde. Die so gefundenen Fehler der Einzelpunkte wurden wiederum quadratisch zu den Fehlern der Knotenpunkte zugeschlagen, ebenfalls von beiden Seiten her bis zur gleichen Station wie bei der groben Abschätzung.

Eine strenge Ableitung der mittleren Fehler der Einzelstationen hat Ing. N. Wunderlin durchgeführt, indem er die zugehörigen Funktionsgewichte nachträglich aus der Netzausgleichung bestimmte. Die gefundenen Beträge sind in der Tabelle 3.3.1 auf halbe Einheiten auf- oder abgerundet, zusammengestellt.

Die mittleren Fehler der  $\delta_F$  wachsen mit zunehmender Entfernung von Zürich.

Die grösste Anzahl von Einzelstationen zwischen zwei Knotenpunkten kommt auf den Linien, die in Tabelle 3.3.1 aufgeführt sind, in der Verbindung Spiez-Reichenbach-Kandersteg-Martigny-Vevy vor. Für die Stationen dieser Linie sind in der Zusammenstellung 3.3.2 auch die « grob abgeschätzten » und die « näherungsweise » bestimmten Fehlerbeträge gegeben.

Selbst bei dieser grossen Anzahl von Einzelstationen zwischen den Knotenpunkten fallen die grob geschätzten Fehlerbeträge höchstens um eine Einheit zu gross aus. Zwischen den genäherten und streng ausgeglichenen Beträgen treten praktisch keine Unterschiede auf. Dies ist auch deshalb von Bedeutung, weil für die Stationen der Schleife 7 sich keine strengen Werte rechnen liessen.

Tabelle 3.3.2

Einzelstation		Grobe Abschätz.	Näherung	Strenge Rechnung
Nr.		10 <sup>-2</sup> mgal	10 <sup>-2</sup> mgal	10 <sup>-2</sup> mgal
15	Reichenbach	± 3,5	± 3,5	± 3,5
16	Kandergrund	4	4	4
17	Schlossweide	4	4	4
18	Kandersteg	4,5	4	4
19	Goppenstein	5	4,5	4,5
20	Obere Brücke	5	4,5	4,5
21	Gampel	5,5	4,5	4,5
22	Sierre	5,5	4,5	4,5
23	Sion	5	4,5	4,5
24	Martigny	5	4,5	4,5
25	St-Maurice	4,5	4,5	4,5
26	Aigle	4,5	4,5	4

Bei den offenen Linien Castione-Brissago und Martigny-Grand-St-Bernard war es gegeben, einfach den mittleren Fehler jedes neu hinzukommenden Intervalles quadratisch zuzuschlagen. Die so erhaltenen Beträge sind aus der Tabelle 3.3.3 ersichtlich.

Zur Tabelle 3.3.3 bleibt noch zu bemerken, dass in der Schleife 7 nur für die Station Nr. 96, Mesocco, die grobe Abschätzung um anderthalb Einheiten grösser ausfällt als die Näherung; für die 4 Stationen Nr. 81, Tschamut, Nr. 93, San Bernardino, Nr. 97, Soazza und Nr. 98, Buffalora beträgt der Unterschied  $1 \cdot 10^{-2}$  mgal. Bei 12 Stationen verkleinert sich der Unterschied auf  $0,5 \cdot 10^{-2}$  mgal, bei 14 Stationen verschwindet er ganz.

Tabelle 3.3.3

Einzelstation		Näherung	Einzelstation		Aufsummiert
Nr.		$10^{-2}$ mgal	Nr.		$10^{-2}$ mgal
77	Ilanz	± 3	108	Bellinzona	± 4
78	Truns	3,5	109	Flugplatz Locarno	4
79	Disentis	3,5	110	Locarno	4
80	Sedrun	4	111	Brissago	4,5
81	Tschamut	3,5	112	Brissago (Confine)	4,5
82	Spitzkehre	3,5			
83	Oberalppass	3,5	113	Le Borgeau	± 4,5
84	Nätschenkehr	3,5	114	Sembrancher	4,5
85	Butzenkehr	3	115	Orsières	5
86	Andermatt	3	116	Pont-Sec	5
			117	St-Laurent	5,5
87	Thusis	± 3	118	Pont d'Allèves	5,5
88	Via Mala	3,5	119	Bourg-St-Pierre	6
89	Andeer	4	120	Cantine-de-Proz	6
90	La Rofna	4	121	Hospitalet	6
91	Splügen	4	122	Pont des Tronchets	6,5
92	Hinterrhein	4	123	Grand-St-Bernard	6,5
93	San Bernardino	4			
94	Monte Pescedale	4,5			
95	km 89	4,5			
96	Mesocco	4			
97	Soazza	4			
98	Buffalora	4			
99	Cama	4			
100	Roveredo	4			
101	Castione	3,5			
102	Osogna	3,5			
103	Giornico	3,5			
104	Lavorgo	3,5			
105	Faido	3			
106	Rodi	3			
107	Airolo	3			

La Commission remercie M. Hunziker de son rapport et discute le programme proposé. Elle estime que le réseau de 1<sup>er</sup> ordre dans la plaine suisse est urgent, tandis que la détermination des courbures de verticale devrait être restreint à des points où un tunnel permet des mesures souterraines.

La discussion des erreurs des points du réseau gravimétrique fondamental est intéressante et montre que la précision obtenue est très bonne.

Une réunion de la Commission gravimétrique européenne aura lieu à Paris en septembre 1962. M. Gassmann y prendra part et la Commission déléguera également un des ingénieurs.

2.6. Auszug aus dem Bericht von W. Fischer über:

**Berechnung der Lotabweichungsdifferenz zwischen dem Oberflächenpunkt und dem Geoidpunkt einer Lotlinie aus sichtbaren Massen**

1. Allgemeine Bemerkungen zur Berechnung von Lotabweichungsdifferenzen

Die Lotabweichungsdifferenz zwischen dem Oberflächenpunkt und dem Geoidpunkt einer Lotlinie kann aus sichtbaren Massen berechnet werden, wodurch es möglich ist, die an der Oberfläche beobachtete Lotabweichung auf das Geoid zu reduzieren. Die Schweiz. Geodätische Kommission hat schon verschiedentlich von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht, so für den Punkt Jungfraujoch [1] [6]<sup>1</sup>, für 14 Punkte des Höhenwinkelpolygons Oberalpcortignelli im Meridianprofil des St. Gotthard [3] [7] und zuletzt für 16 Punkte im Höhenwinkelnetz des Berner Oberlandes [8].

Praktisch wird so vorgegangen, dass die Lotabweichungskomponenten  $\xi$  und  $\eta$  einerseits für die Stationshöhe  $H_0$  des Oberflächenpunktes und andererseits für die Stationshöhe 0 berechnet werden, wobei für beide Berechnungen die selben Formeln und Tabellen Verwendung finden. Damit kann das gleiche Verfahren angewendet werden, das von der Schweizerischen Geodätischen Kommission zur isostatischen Berechnung der Lotabweichungskomponenten aus sichtbaren Massen entwickelt wurde und in [9] beschrieben ist.

<sup>1</sup> Die Literaturhinweise befinden sich am Schluss dieses Berichtsauszuges.

2. Vereinfachung der Berechnung von Lotabweichungsdifferenzen durch Reduktion der Zonenzahl

Bei der Berechnung der Lotabweichung ist ein grosser Aufwand notwendig, um alle auf die Lotlinie wirksamen Massen bestmöglich zu berücksichtigen. Wenn es sich dagegen um die Bestimmung von Differenzen handelt, ist anzunehmen, dass man gewisse Vereinfachungen vornehmen kann, ohne dadurch einen merklichen Fehler zu verursachen. Es dürfte jedoch schwer sein, eine allgemein gültige Regel aufzustellen, bis zu welcher Zone die sichtbaren Massen berücksichtigt werden müssen, damit der durch die Vernachlässigung entstehende Fehler unter einer bestimmten Grenze bleibt. Zweckmässiger ist es, dies anhand von konkreten Beispielen abzuklären.

Anlass zu der vorliegenden Untersuchung gab das Höhennetz Berner Oberland-Wallis [8]. Analog zu den 16 Punkten auf der Berner Seite sollte auf der Walliser Seite für weitere 16 Punkte die Lotabweichungsdifferenz zwischen Oberflächenpunkt und Geoidpunkt berechnet werden. Im Hinblick auf die darauf abstellenden weiteren Berechnungen war es wünschenswert, diese Werte möglichst rasch zur Verfügung zu haben. Um das zu erreichen, sollte versucht werden, den Umfang der Rechenarbeit so stark als möglich zu reduzieren.

Auf beiden Seiten des Jungfrauochs liegen ähnliche topographische Verhältnisse vor, sodass mit gutem Grund die bereits vorhandenen Punkte der Berner Seite herangezogen werden konnten, um den Umfang der auf der Südseite notwendigen Berechnungen festzulegen. Als Vergleichspunkte wurden die Punkte Spiez-Bühl (670 m), Gürmschbühl (1900 m) als typischer Hangpunkt, Laubhorn (2470 m) und Jungfrauoch (3575 m) als höchster Punkt gewählt.

In einem *ersten Versuch* wurden nur die sichtbaren Massen bis zum Umkreis von 20 km berücksichtigt. Das Resultat dieser Berechnung ist aus der Tabelle 1 ersichtlich. Während die Lotabweichungskomponenten bis zu 50 % kleiner werden, ist der durch die Vernachlässigung der Zonen von 20 bis 70 km entstehende Fehler an den Lotabweichungsdifferenzen im Mittel nur etwa 0,4, also ganz unbedeutend.

Für die Bestimmung der mittleren Terrainhöhe der Felder werden bis zum Umkreis von 8 km Karten im Masstab 1 : 25 000

oder 1 : 50 000 verwendet, ausserhalb dieses Umkreises die Schulwandkarte der Schweiz im Masstab 1 : 200 000. Die Feldereinteilung ist dementsprechend auf durchsichtigen Folien aufgetragen. In einem *zweiten Versuch* sollte nun abgeklärt werden, ob es möglich ist, die sichtbaren Massen ausserhalb des Umkreises von 8 km zu vernachlässigen. Die dadurch entstehenden Fehler wachsen jedoch bis

Tabelle 1: Lotabweichungsdifferenzen zwischen Oberflächenpunkt und Geoidpunkt in vier Vergleichspunkten

(T = 120 km,  $\Theta = 2,76$ )

Punkt	Spiez-Bühl	Gürmschbühl	Laubhorn	Jungfrauoch	Spiez-Bühl	Gürmschbühl	Laubhorn	Jungfrauoch
H <sub>0</sub>	670 m	1900 m	2470 m	3575 m	670 m	1900 m	2470 m	3575 m
Umkreis	$\xi$ (oben)				$\eta$ (oben)			
70 km	+ 15,93	+ 20,86	+ 22,69	+ 19,80	- 3,26	- 20,52	- 17,36	- 16,11
20 km	+ 7,88	+ 15,16	+ 16,62	+ 14,78	+ 1,24	- 17,50	- 14,01	- 13,37
8 km	+ 4,68	+ 6,15	+ 7,43	+ 8,19	+ 1,99	- 12,77	- 8,88	- 9,50
8 (+12) <sup>1</sup>	+ 7,91	+ 15,19	+ 16,53	+ 14,83	+ 1,28	- 17,55	- 14,15	- 13,31
	$\xi'$ (unten)				$\eta'$ (unten)			
70 km	+ 15,00	+ 19,29	+ 20,10	+ 16,28	- 3,46	- 14,33	- 13,30	- 11,18
20 km	+ 7,04	+ 13,74	+ 14,21	+ 11,36	+ 0,94	- 11,39	- 10,06	- 8,54
8 km	+ 3,90	+ 5,38	+ 5,66	+ 5,25	+ 1,64	- 7,00	- 5,34	- 4,98
8 (+12) <sup>1</sup>	+ 7,05	+ 13,79	+ 14,09	+ 11,40	+ 0,95	- 11,43	- 10,19	- 8,50
	$(\xi' - \xi)$				$(\eta' - \eta)$			
70 km	- 0,93	- 1,57	- 2,59	- 3,52	- 0,20	+ 6,19	+ 4,06	+ 4,93
20 km	- 0,84	- 1,42	- 2,41	- 3,42	- 0,30	+ 6,11	+ 3,95	+ 4,83
8 km	- 0,78	- 0,77	- 1,77	- 2,94	- 0,35	+ 5,77	+ 3,54	+ 4,52
8 (+12) <sup>1</sup>	- 0,86	- 1,40	- 2,44	- 3,43	- 0,33	+ 6,12	+ 3,96	+ 4,81
	Fehler an $(\xi' - \xi)$				Fehler an $(\eta' - \eta)$			
20 km	+ 0,09	+ 0,15	+ 0,18	+ 0,10	- 0,10	- 0,08	- 0,11	- 0,10
8 km	+ 0,15	+ 0,80	+ 0,82	+ 0,58	- 0,15	- 0,42	- 0,52	- 0,41
8 (+12) <sup>1</sup>	+ 0,07	+ 0,17	+ 0,15	+ 0,09	- 0,13	- 0,07	- 0,12	- 0,12
8 (+12) <sup>1</sup> gegen 20 km	+ 0,02	+ 0,02	- 0,03	- 0,01	- 0,03	+ 0,01	+ 0,01	- 0,02

<sup>1</sup> 8(+12) bedeutet: in den Zonen zwischen 8 und 12 km wurden die ursprünglich abgelesenen Höhen auf 200 m gerundet, für den Punkt Laubhorn auf 100 m genau neu abgelesen.

zum Betrag von 0,8 (Tabelle 1). Fehler von diesem Ausmass, die zudem systematisch wirken, sollten vermieden werden, weshalb diese Lösung nicht in Frage kommt.

Der systematische Einfluss der umliegenden Zonen (zwischen 8 und 20 km) auf die Lotabweichungsdifferenz kann weitgehend dadurch berücksichtigt werden, dass eine geschätzte Höhe der entsprechenden Felder eingeführt wird. Ein Fehler in der Höhe wirkt sich auf den Oberflächenpunkt und den Geoidpunkt angenähert gleich aus, sodass er für die Differenz unbedeutend ist. Der *dritte Versuch* wurde so durchgeführt, dass die abgelesenen Höhen der Zonen 8 bis 20 km auf 200 m gerundet wurden, wodurch ein mittlerer Rundungsfehler von rund  $\pm 60$  m verursacht wurde. Eine Schätzung der Terrainhöhen auf 100 m genau erfolgte nur für den Punkt Lauberhorn, wobei aus den Differenzen gegenüber den ursprünglich abgelesenen Höhen ein mittlerer Höhenfehler von  $\pm 120$  m resultierte. (Dieser etwas grosse Fehler ist darauf zurückzuführen, dass bei 6 von den 192 Feldern grobe Fehler von 500 m auftraten, was bei dem stark zergliederten Terrain relativ leicht möglich ist.) Das Resultat bestätigte die Erwartungen (Tabelle 1), gingen die Fehler doch auf die selbe Grössenordnung von 0,1 zurück wie beim ersten Versuch. Der Einfluss der Schätzung bzw. Rundung der mittleren Höhen konnte aus den Differenzen der  $(\xi' - \xi)$  und  $(\eta' - \eta)$  zwischen dem ersten und dritten Versuch zu  $\pm 0,02$  abgeleitet werden. Der Höhenfehler ist somit für die Lotabweichungsdifferenz nicht von Bedeutung.

Auf Grund des Resultats der drei Versuche kann bei der Berechnung von Lotabweichungsdifferenzen aus sichtbaren Massen im Gebiet Berner Oberland-Wallis wie folgt vorgegangen werden. Von 0,1 bis 8 km werden die mittleren Höhen des Terrains berechnet (576 Felder). Von 8 bis 20 km werden die mittleren Höhen auf einer Karte 1:200 000 auf 100 m geschätzt (192 Felder). Die übrigen Zonen von 20 bis 70 km werden nicht berücksichtigt (224 Felder). Der durch die Vernachlässigung entstandene Fehler beträgt für 4 Punkte des untersuchten Gebietes 0,1 bis 0,2, was im Hinblick auf die übrigen Fehlereinflüsse toleriert werden kann. Wenn die 224 vernachlässigten Felder auch nur etwa einen Viertel aller Felder umfassen, so ist die Arbeitseinsparung doch ganz erheblich, da gerade bei diesen grossen Feldern der Aufwand für die Berechnung der mittleren Terrainhöhe sehr gross ist.

### 3. Vereinfachung durch topographische statt isostatische Berechnung der Lotabweichungsdifferenzen

Es ist naheliegend, auf die isostatische Berechnung der Lotabweichung zu verzichten, um die Berechnung zu vereinfachen. Der Unterschied der isostatischen gegenüber der topographischen Berechnung besteht jedoch nur in der Berechnung und Berücksichtigung des isostatischen Reduktionsfaktors  $F^*$  (vgl. [9]), nachdem der Faktor der topographischen Verbesserung bereits tabelliert vorliegt.

Auch hier ist man praktisch darauf angewiesen, für konkrete Fälle zu bestimmen, welchen Fehler an der Lotabweichungsdifferenz zwischen Oberflächenpunkt und Geoidpunkt die Vernachlässigung der Isostasie verursacht. Für die selben vier Vergleichspunkte ergaben sich die nachstehenden Fehler an den Lotabweichungsdifferenzen  $(\xi' - \xi)$  und  $(\eta' - \eta)$ , gerechnet für  $\Theta = 2,76$ :

Punkt	H <sub>o</sub> m	$(\xi' - \xi)$	$(\eta' - \eta)$
Spiez-Bühl	670	+ 0,08	— 0,03
Gürmschbühl	1900	+ 0,40	— 0,25
Lauberhorn	2470	+ 0,51	— 0,31
Jungfrauoch	3575	+ 0,60	— 0,43

Wie die kleine Tabelle zeigt, hängt die Grösse der Fehler hier stark von der Höhe des Stationspunktes ab. Sie liegt meist bei einer halben Bogensekunde und übertrifft damit den tolerierbaren Betrag. Lediglich im untersten Punkt Spiez-Bühl können die Fehler vernachlässigt werden.

### 4. Die berechneten Lotabweichungsdifferenzen

Für den Punkt Jungfrauoch sowie für weitere 16 Punkte des Berner Oberlandes wurden die Lotabweichungskomponenten im Oberflächenpunkt und im Geoidpunkt auf Grund der sichtbaren Massen bis zu 70 km isostatisch berechnet. Die Ausgleichsfläche lag bei  $T = 120$  km und die Dichte wurde zu  $\Theta = 2,65$  angenommen. Die Komponenten sowie die Differenzen  $(\xi' - \xi)$  und  $(\eta' - \eta)$  sind in der Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2: Lotabweichungskomponenten im Oberflächenpunkt ( $\xi, \eta$ ) und im Geoidpunkt ( $\xi', \eta'$ ) und Lotabweichungsdifferenzen im Berner Oberland ( $r_{max} = 70$  km,  $T = 120$  km,  $\Theta = 2,65$ )

Punkt	H <sub>0</sub> (m)	$\xi$	$\xi'$	( $\xi' - \xi$ )	$\eta$	$\eta'$	( $\eta' - \eta$ )
Jungfrauoch	3575	+ 19,08	+ 15,69	- 3,39	- 15,42	- 10,63	+ 4,79
Aeschialmend	1120	+ 22,30	+ 20,01	- 2,29	- 8,97	- 7,71	+ 1,26
Bietenhorn	2755	+ 19,83	+ 17,06	- 2,77	- 1,87	- 3,83	- 1,96
Brienzerthorn	2350	+ 6,39	+ 6,38	- 0,01	- 3,96	- 4,24	- 0,28
Därliigrat	1815	+ 26,44	+ 22,68	- 3,76	- 9,18	- 8,86	+ 0,32
Daube	2075	+ 16,64	+ 15,46	- 1,18	- 16,24	- 12,89	+ 3,35
Dreispietz	2520	+ 18,17	+ 17,34	- 0,83	- 14,56	- 12,16	+ 2,40
Engelalp	1775	+ 23,56	+ 18,93	- 4,63	- 13,57	- 11,10	+ 2,47
Gürmschbühl	1900	+ 20,03	+ 18,39	- 1,64	- 19,70	- 13,76	+ 5,94
Lauberhorn	2470	+ 21,79	+ 19,00	- 2,79	- 16,67	- 12,62	+ 4,05
Männlichen	2345	+ 22,54	+ 19,84	- 2,70	- 14,80	- 11,47	+ 3,33
Morgenberghorn	2250	+ 24,40	+ 21,70	- 2,70	- 10,87	- 10,11	+ 0,76
Niederhorn	1950	+ 5,63	+ 3,72	- 1,91	- 14,15	- 10,24	+ 3,93
Niesen	2360	+ 20,20	+ 18,03	- 2,17	+ 1,96	+ 0,12	- 1,84
Schwalmen	2775	+ 22,50	+ 18,91	- 3,59	- 12,43	- 8,75	+ 3,68
Spiez-Bühl	670	+ 15,18	+ 14,40	- 0,78	- 3,14	- 3,29	- 0,15
Sulegg	2415	+ 26,53	+ 22,68	- 3,85	- 6,30	- 6,36	- 0,06

NB. +  $\xi$  ist die nördliche, +  $\eta$  die östliche Abweichung des Zenits von der Ellipsoidnormalen.

Auf der Walliser Seite des Höhennetzes Spiez-Brig wurden für 16 Punkte die Lotabweichungsdifferenzen zwischen Oberflächenpunkt und Geoidpunkt entsprechend den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung berechnet, nämlich durch isostatische Berücksichtigung der sichtbaren Massen bis 20 km, wobei die mittlere Höhe der Zonen zwischen 8 und 20 km lediglich auf 100 m geschätzt wurde. Die Ausgleichstiefe wurde ebenfalls zu  $T = 120$  km und die Dichte zu  $\Theta = 2,65$  angenommen. Da die Lotabweichungskomponenten durch diese Massnahme stark verfälscht wurden, sind in der Tabelle 3 nur die Differenzen zwischen Oberflächenpunkt und Geoidpunkt angegeben.

Alle Berechnungen besorgte wie in früheren Jahren Herr A. Berchtold, Techniker der Schweizerischen Geodätischen Kommission. Auch die im 2. Abschnitt beschriebenen Berechnungen unter Vernachlässigung der äusseren Zonen wurden von ihm durchgeführt.

Tabelle 3: Lotabweichungsdifferenzen zwischen Oberflächenpunkt und Geoidpunkt im Wallis

( $r_{max} = 20$  km,  $T = 120$  km,  $\Theta = 2,65$ )

Punkt	H <sub>0</sub> (m)	( $\xi' - \xi$ )	( $\eta' - \eta$ )
Brig-Axpunkt N	680	+ 0,61	+ 0,58
Dreieckhorn	3810	- 2,00	- 2,79
Eggishorn	2925	+ 1,35	- 2,01
Faulberg	3245	+ 4,09	+ 4,49
Gr. Fushorn	3625	+ 5,29	+ 2,09
Glishorn	2470	- 7,86	- 0,46
Jungfrau	4160	- 1,39	+ 2,86
Konkordiaplatz	2820	+ 4,25	+ 3,48
Moosfluh	2335	+ 3,44	- 0,37
Nessel	1995	+ 2,02	- 9,52
Oberried	1385	+ 7,12	- 2,33
Olmenhorn	3315	+ 3,68	- 4,87
Riederhorn	2230	+ 3,02	- 0,60
Rosswald	2090	+ 1,79	+ 6,92
Sparrhorn	3020	+ 3,99	- 5,54
Strahlgrat	3185	+ 6,26	+ 1,08

### 5. Weitere Bemerkungen zur Lotabweichungsberechnung aus sichtbaren Massen

Die hier benützte Methode wurde seinerzeit entwickelt, um die Lotabweichungskomponenten auf Einzelpunkten zu berechnen. Sobald die Berechnungen für eine Gruppe benachbarter Punkte durchgeführt werden müssen, ist sie jedoch nicht mehr zweckmässig. Die mittleren Höhen müssen für jeden Punkt neu ermittelt werden, obschon die einzelnen Felder praktisch immer das selbe Gebiet überdecken. Diese Mehrarbeit könnte dadurch vermieden werden, dass ein für allemal die mittleren Höhen von quadratischen Feldern bestimmt werden, die sich nicht überdecken. Die Berechnung der Lotabweichungskomponenten würde dadurch allerdings komplizierter als bei der sektor- und zonenweisen Anordnung der Felder. Sobald jedoch ein programmgesteuerter Rechenautomat eingesetzt werden kann, ist dies nicht mehr von Bedeutung.

Ein erster Versuch zur elektronischen Berechnung von Lotabweichungen unter Benützung einer quadratischen Feldereinteilung wurde anlässlich der Bestimmung der Lotkrümmungen für den

Punkt St. Anton des Basisvergrößerungsnetzes Heerbrugg durchgeführt [2]. Bei dem eigens entwickelten Rechenprogramm werden die sichtbaren Massen innerhalb eines Quadrates von  $40 \times 40$  km berücksichtigt. Die Berechnung der Lotabweichungen geschieht topographisch, d. h. ohne Berücksichtigung der Massendefekte mittels der Hypothese der Isostasie. Dafür wird der Einfluss der sogenannten « unsichtbaren Massen » aus Schwerewerten abgeleitet, die zu diesem Zweck in der Umgebung des Punktes gemessen werden müssen.

Es wäre wünschenswert, dieses Programm so auszubauen, dass die Lotabweichungen auch ohne gemessene Schwerewerte berechnet werden können. Damit wäre man in der Lage, auf Grund einmal abgelesener (und in einem Satz von Lochkarten vorhandener) mittlerer Höhen die Lotabweichungen beliebiger Punkte zu berechnen. Eine solche Möglichkeit ist vor allem im Hinblick auf die im langfristigen Programm der Schweizerischen Geodätischen Kommission vorgesehenen Geoidbestimmung mittels der sogenannten Flächenmethode von Bedeutung. Eine derartige Bestimmung wird ausser den Punkten mit astronomisch ermittelter Lotabweichung eine grössere Anzahl Punkte mit Lotabweichungskomponenten benötigen, die aus sichtbaren Massen gerechnet werden.

#### Literaturhinweise

[1] C. F. Bäschlin, *Über die Lotlinienkrümmung*, Kleine Mitteilung an die Studienkommission I, 1954.

[2] Fritz Gassmann und Pierre Müller, *Gravimetrische Bestimmung der Gesteinsdichte und der Lotkrümmungen für den Punkt St. Anton des Basisvergrößerungsnetzes Heerbrugg*, Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie, 1961, Heft 9.

[3] Paul Gleinsvik, *Studien über die Ermittlung der Geoidform und die Bestimmung von Meereshöhen aus Höhenwinkeln*, Diss. ETH Zürich, 1960.

[4] F. R. Helmert, *Die isostatische Reduktion der Lotrichtungen*, Sitzungsberichte der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften 1914. XIV.

[5] E. Hunziker, *Untersuchung der Lotkrümmung im Punkt Montlinger Berg, Südende der Basis Heerbrugg*, Procès-verbal de la 105<sup>e</sup> séance de la Commission géodésique suisse, 1960, Seite 11.

[6] F. Kobold, *Die astronomischen Nivellemente in der Schweiz*, Zeitschrift für Vermessungswesen, Jg. 1957, Heft 4/5.

[7] F. Kobold et E. Hunziker, *Communication sur La courbure de la verticale*, 1960.

[8] F. Kobold und N. Wunderlin, *Die Bestimmung von Lotabweichungen und Meereshöhen im Berner Oberland auf Grund astronomischer Beobachtungen und gegenseitiger Zenitdistanzen*, Annexe au Procès-verbal de la 105<sup>e</sup> séance de la Commission géodésique suisse, 1960.

[9] Th. Niethammer, *Das astronomische Nivellement des St. Gotthard, II. Die berechneten Geoiderhebungen und der Verlauf des Geoidschnittes*, Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, Band 20, 1939.

M. Kobold remarque que les petites différences trouvées (de l'ordre de  $0,1''$ ) sont peu importantes pour la détermination du géoïde, malgré leur caractère systématique, mais que l'économie de travail est considérable.

### 3. Programme de travail pour 1962

#### 3.1. Programme général :

Le président rappelle qu'en 1955 on avait décidé de se concentrer sur trois problèmes :

- a) détermination de nouveaux points de Laplace;
- b) mesure de points astronomiques pour le développement du géoïde en fonctions sphériques;
- c) étude de détail du géoïde pour certaines régions particulières.

#### 3.2. Réseau de liaison entre le méridien du Gothard et le Valais

Dans le cadre du point 3.1.c la région Gothard-Bedretto-Aletsch semble spécialement intéressante pour une étude détaillée du géoïde. Le réseau proposé pour les angles verticaux figure dans le rapport de M. Wunderlin et pourra être terminé cette année. Les mesures astronomiques correspondantes suivraient plus tard.

### 3.3. *Travaux gravimétriques*

Le programme 1962 a déjà été discuté au point 2.5.

### 3.4. *Déterminations astronomiques au Gurten*

Ces mesures font partie du programme des points de Laplace (3.1.a.) et seront entreprises en collaboration avec le Service topographique fédéral. La méthode de la polaire sera employée pour l'azimut.

M. Schürer exprime le vœu que le programme général de la détermination du géoïde, qui dure déjà depuis longtemps, soit terminé rapidement. Il faudrait y consacrer un effort et des moyens plus importants.

## 4. **Comptes 1961**

M. de Ræmy, trésorier de la Commission, commente les comptes qui se soldent par un excédent de recettes assez important. Les causes en sont toutefois de caractère temporaire et ne justifient pas une réduction des subsides.

## 5. **Budget 1962**

Le budget se présente bien équilibré.

## 6. **Budget provisoire et demande de subsides pour 1963**

Une séance de l'UGGI aura lieu en 1963, pour laquelle des frais de voyage importants sont à prévoir. Le poste instruments sera aussi augmenté.

La Commission approuve comptes et budgets et remercie le trésorier, M. de Ræmy, du grand travail fourni.

## 7. **Divers**

La parole n'est pas demandée et le président lève la séance à 12<sup>h00</sup>.

*Le secrétaire:*

J.-P. BLASER.

## TABLE DES MATIÈRES

Adresses des membres de la Commission géodésique suisse . . . . .	2
1. Communications du président . . . . .	3
2. Rapports d'activité 1961 . . . . .	6
2.1. Base de Heerbrugg . . . . .	6
2.2. Höhenwinkelmessungen 1961 im Bedretttotal . . . . .	6
2.3. Auswertung der Längenbeobachtungen 1961 Rigi und Grindelwald . . . . .	9
2.4. Die tragbare Zeitregistriereinrichtung der SGK . . . . .	40
2.5. Vorbereitungen zur Erstellung des schweizerischen Schwere-netzes erster Ordnung und über eine nachträgliche Berechnung mittlerer Fehler der Schweregrundnetz-Stationen . . . . .	55
2.6. Berechnung der Lotabweichungsdifferenz zwischen dem Ober-flächenpunkt und dem Geoidpunkt einer Lotlinie aus sicht-baren Massen. . . . .	63
3. Programme de travail pour 1962. . . . .	71
4. Comptes 1961 . . . . .	72
5. Budget 1962 . . . . .	72
6. Budget provisoire et demande de subsides pour 1963 . . . . .	72
7. Divers . . . . .	72