

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES  
SCHWEIZ. NATURFORSCHENDE GESELLSCHAFT

---

PROCÈS-VERBAL

de la 103<sup>e</sup> séance de la

COMMISSION GÉODÉSIQUE  
SUISSE

tenue au Palais fédéral à Berne

le 31 mai 1958

avec des extraits des rapports sur l'activité de l'année 1957

---

PROTOKOLL

der 103. Sitzung der

SCHWEIZ. GEODÄTISCHEN  
KOMMISSION

vom 31. Mai 1958

im Parlamentsgebäude in Bern

mit Auszügen aus den Berichten über die Tätigkeit im Jahre 1957

NEUCHÂTEL

IMPRIMERIE PAUL ATTINGER S. A.

1958

PROCÈS-VERBAL

de la 103<sup>e</sup> séance de la

COMMISSION GÉODÉSIQUE  
SUISSE

tenue au Palais fédéral à Berne

le 31 mai 1958

avec des extraits des rapports sur l'activité de l'année 1957

---

PROTOKOLL

der 103. Sitzung der

SCHWEIZ. GEODÄTISCHEN  
KOMMISSION

vom 31. Mai 1958

im Parlamentsgebäude in Bern

mit Auszügen aus den Berichten über die Tätigkeit  
im Jahre 1957

## Adresses

### des membres de la Commission géodésique suisse

---

*Président* : M. le professeur C.-F. BÄSCHLIN, ancien directeur de l'Institut géodésique de l'École polytechnique fédérale, Zurich.

*Vice-président et secrétaire* : M. le professeur F. KOBOLD, directeur de l'Institut géodésique de l'École polytechnique fédérale, Zurich.

*Trésorier* : M. M. DE RÆMY, ancien vice-directeur du Service topographique fédéral, Wabern près Berne.

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

M. le professeur S. BERTSCHMANN, directeur du Service topographique fédéral, Wabern près Berne.

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

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

M. le professeur M. SCHÜRER, directeur de l'Institut astronomique de l'Université, 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 : p. adr. Service topographique fédéral, Wabern près Berne,*

*ou*

*Schweizerische geodätische Kommission : Adr. Eidgenössische Landestopographie, Wabern bei Bern.*

### 103<sup>e</sup> Séance de la Commission géodésique suisse le 31 mai 1958, au Palais fédéral à Berne.

---

*Présents* : M. le président C. F. Bäschlin ; MM. Bertschmann, Gassmann, Guyot, Kobold, de Ræmy, Schürer, Waldmeier, Engi, Hunziker, Wunderlin.

*Excusé* : M. Bachmann.

Le président ouvre la séance à 9<sup>h</sup> 15<sup>m</sup> ; il salue tout spécialement le président central de la Société helvétique des sciences naturelles, M. le professeur J. de Beaumont, qui témoigne de nouveau le grand intérêt du Comité central pour les travaux de la Commission géodésique suisse.

#### *I. Wissenschaftliche Arbeiten.*

##### *a) Auszug aus dem Bericht des Herrn Dr. Paul Engi über die Bearbeitung der im Sommer 1957 ausgeführten Beobachtungen zur Bestimmung der Längendifferenz München - Genf.*

1. *Vorbemerkungen.* Das im Procès-verbal 1957, S. 12 ff. mitgeteilte Beobachtungsprogramm zur Bestimmung der Längendifferenz München - Genf erfuhr insofern eine Änderung, als die Zahl der Beobachtungsabende auf mindestens 4-8-4 festgelegt wurde. Die vorgesehenen Azimutkontrollen konnten im Hinblick auf die Stabilität der Pfeiler beider Stationen unterbleiben.

Sowohl in München als auch in Genf erfuhren wir durch die massgebenden Instanzen der betreffenden Institute (Herr Prof. Dr. Kneissl an der Techn. Hochschule in München und M. Golay, Direktor des observatoire Genf) bereitwilligst jegliche benötigte Unterstützung unserer Arbeiten, wofür Ihnen auch hier bestens gedankt sei. Ebenso erfreulich war die angenehme Zusammenarbeit mit dem bayerischen Beobachter, Herrn Dr. Sigl.

Die Beobachtungen wurden im Zeitabschnitt Mai 2 bis Juli 6 ausgeführt. Von diesen 66 Tagen fielen für Aufbau und Abbruch der Stationen, eingetretene Wartezeiten und Transporte 25 Tage aus. Die 21 Beobachtungsabende erforderten somit durchschnittlich 1,95 beobachtungsbereite Stationstage.

2. *Instrumentelles.* Gestützt auf die guten Erfahrungen, die wir 1948 mit dem Wild-Universal mit Strichplatten gemacht hatten, liessen wir das Fadennetz des D. I. 13999 in den Werkstätten der Firma Kern & C<sup>ie</sup> in Aarau, ebenfalls durch Strichplatten ersetzen.

Als Empfänger der Zeitzeichen dienten auf beiden Stationen von der bayerischen Kommission zur Verfügung gestellte Hagenuk-Empfänger mit Konverter für lange Wellen und Relais. Sie haben sich gut bewährt.

In Genf diente am ersten Abend als Beobachtungsuhr das Pendel Peyer-Favarger der Sternwarte, von da ab die unter konstantem Druck laufende Uhr Leroy 1402, deren Gang sehr gut war. In München beobachteten wir mit unserer Riefler-Uhr Nr. 327.

Die Durchgänge und die rhythmischen Zeitzeichen wurden mittels eines Favag-Chronographen mit zwei Spitzen, deren Abstand 7 mm beträgt, registriert. In Genf II wurde der Chronograph wegen einer Störung durch einen Favag-Chronographen mit 6 Spitzen ersetzt.

3. *Die Angabe des Achsenniveau* wurde vor Beginn der Beobachtungen nach dem bis anhin angewendeten Verfahren für drei Blasenlängen bestimmt. Das Gewichtsmittel der drei im Procès-verbal 1957, S. 6, gegebenen Werte beträgt  $0,0769 \pm 0,0006$ . Nach Abschluss der Beobachtungen in Genf hat Herr Wunderlin die Niveauangabe für sechs Blasenlängen je zweimal nach dem Verfahren von Wanach ermittelt. Die gefundenen Parswerte der drei die die im Laufe der Beobachtungen vorgekommenen Blasenlängen umfassen, sind:

für Blasenlänge	36	partes	1,109
»	»	39	» 1,092
»	»	42	» 1,111
Mittel	$\frac{1,104}{3} = 0,0737 \pm 0,0004$ .		

Zur Reduktion der im Sommer 1957 beobachteten Neigungen wurde das Gewichtsmittel beider Bestimmungen  $0,0747 \pm 0,0015 = \pm 2\%$ , verwendet.

#### 4. *Neigung der Horizontalachse.*

Die beobachteten Neigungen wurden graphisch geglättet. Die Grösse der Abweichungen der beobachteten von den geglätteten Neigungen ist abhängig von der Standfestigkeit des Pfeilers. Der quadratische Mittelwert der Abweichungen beträgt in Genf  $\pm 0,0063$ , in München  $\pm 0,0095$ . Zur Reduktion der Durchgangszeiten auf den Instrumentenvertikal wurden die beobachteten Neigungen verwendet.

Die Durchgangszeit eines Sterns wird durch die Neigung  $i$  um  $Ii$  verändert, wo  $I$  der Mayer'sche Neigungskoeffizient bedeutet. Der Einfluss der Neigung auf die Uhrkorrektion aus einem Durchgang mit Gewicht  $p$  ist  $pIi$ , deren abendliche Summe  $[pIi]$ , durch das Abendgewicht zu dividieren ist. Der Abendwert der Verbesserung wegen Neigungen ist  $\frac{[pIi]}{[p]}$  und des Stationswertes analog  $\Sigma [pIi] : \Sigma [p]$ . Er beträgt in Genf  $+ 0,038 \pm 0,0023$  und in München  $- 0,003 \pm 0,0002$ , wo die hier gegebenen Fehler auf der Annahme beruhen, die eingeführte Niveauangabe habe einen systematischen Fehler von maximal  $\pm 6\%$ .

5. *Kontaktbreite und toter Gang* wurden anlässlich jeder Stationierung meist zweimal bestimmt. Der tote Gang war beim Durchgangsinstrument 13999 früher immer negativ, bis zu  $- 0,015$ . Nach dem Ersatz des Fadenkreuzes durch Strichplatten ist er praktisch verschwunden.

Die Stationsmittel der gefundenen Werte von Kontaktbreite und totem Gang sowie der Koeffizienten für die Berücksichtigung der täglichen Aberration und die zur Reduktion der beobachteten Durchgänge verwendeten Kollimationskonstanten

$c = \frac{1}{2} (\text{Kontaktbreite} + \text{toter Gang}) - 0,0213 \cos \varphi$   
sind die folgenden:

Station	Kontaktbreite	Toter Gang	$- 0,0213 \cos \varphi$	$c$
Genf I	0,111	$- 0,003$	$- 0,015$	$+ 0,039$
München	,107	$- 5$	$- 14$	37
Genf II	,106	$- 2$	$- 15$	38

6. Die innere Genauigkeit der beobachteten Durchgangszeiten wird durch den m. F. eines Doppelkontaktes kritisiert:

$$\mu^2 = a^2 + \left(\frac{b}{\sqrt{v}}\right)^2 \sec^2 \delta.$$

Die gefundenen  $\mu$  der einzelnen Durchgänge wurden in 7 Deklinationsgruppen, deren Fächer  $6^\circ$  beträgt, gemittelt und gemäss diesem Ansatz ausgeglichen. Die Werte von  $a$  und  $b$ , der m. F.  $\mu_{45}$  eines Doppelkontaktes des Durchganges eines Sterns der Deklination  $45^\circ$  sowie des Mittels aus 10 Doppelkontakten,  $M_{45}$ , und die Anzahl  $n$  der beobachteten Durchgänge sind in folgender Zusammenstellung gegeben:

	1957	1934/48	1925/30
$a$	0,042	0,027	0,025
$b$	2,76	2,28	2,00
$\mu_{45}$	$\pm 0,060$	$\pm 0,046$	$\pm 0,041$
$M_{45}$	$\pm 0,019$	$\pm 0,015$	$\pm 0,013$
$n$	204	1027	2335

In der 2. Kolonne der Zusammenstellung sind die aus den Registrierungen mittels des Undulators der Grossen Nordischen Telegraphengesellschaft gefundenen Werte gegeben. Die letzte Kolonne enthält die Werte der mit einem Fuess'schen Chronographen registrierten Durchgänge.

### 7. Uhrzeiten der Zeitzeichen.

Der Berichterstatter wandte das bis anhin befolgte Verfahren der Ablesung von 20 Paaren zur Reihenmitte symmetrisch gelegener Zeichen an. Die meisten Empfänge waren so gut und scharf registriert, dass mit wenigen Ausnahmen die gleichmässige Verteilung der abzulesenden 40 Zeichen auf die zwei mittleren Minuten möglich war.

Trotz diesen günstigen Verhältnissen ist die Genauigkeit der Paarwerte geringer als die mit dem Undulator 1934/48 registrierten Uhrvergleichen, obwohl dort die Abrisse der Uhrsekunden und der Zeitzeichen nicht so scharf sind und die geschriebene Linie beträchtlich breiter ist als beim Favag-Chronographen. Der m. F. eines Paarwertes beträgt beim Undulator  $m = \pm 0,006$  und der gemittelten Uhrzeit aus 20 Paaren  $M_{20} = \pm 0,0013$  (Mittel aus 72 Vergleichen, Band XXII, S. 23). Für die 69 abgelesenen Zeitempfänge 1957 betragen die beiden Fehlermasse  $\pm 0,012$  bzw.  $\pm 0,0027$ .

8. *Uhrgänge.* Die zur Ableitung der abendlichen Uhrkorrekturen verwendeten Uhrgänge wurden aus den registrierten Uhrzeiten von zwei die Zeitbestimmung einschliessenden Zeitsignalen ermittelt. Es genügte für diesen Zweck die halbdefinitiven Zeiten der Emissionen zu verwenden; die Durchgangszeiten der einzelnen Sterne wurden auf die Mittelepoche der Durchgänge reduziert.

Zur Ableitung der endgültigen Uhrgänge, die zur Überführung der abendlichen Uhrkorrektur auf eine beliebige Epoche erforderlich ist, müssen sämtliche Zeichenempfänge des Abends verwendet werden, was durch Ausgleichung derselben geschehen kann. Bezeichnet man die definitiv korrigierten in Weltzeit gegebenen Zeichenepochen mit  $T_i$ , die ihnen entsprechenden Uhrzeiten mit  $U_i$  und den als konstant angenommenen Uhrgang mit  $\gamma$ , so findet man die Uhrzeit  $U_E$  der beliebigen Epoche  $T_E$  und den unbekanntes Uhrgang  $\gamma$  durch Ausgleichung der Beobachtungen

$$U_E = U_i + (T_E - T_i) (1 - \gamma).$$

Wir führen für die gesuchte Uhrzeit  $U_E$  einen Näherungswert  $U'_E$  gemäss  $U_E = U'_E + \Delta U_E$  ein und bezeichnen  $T_E - T_i$  mit  $t_i$  und  $U'_E - U_i$  mit  $u_i$ . Dann lauten die Fehlergleichungen

$$v_i = \Delta U_E + t_i (\gamma - 1) + u_i$$

und die Normalgleichungen

$$\begin{aligned} n \Delta U_E + [t] (\gamma - 1) + [u] &= 0 \\ [tt] (\gamma - 1) + [tu] &= 0. \end{aligned}$$

In dem Spezialfall, da  $U_E$  die Mittelepoche aller Zeichenempfänge sein soll, haben wir

$$\Delta U_E = 0 \text{ und } \gamma = 1 - \frac{[tu]}{[tt]}.$$

Die Grössen  $U$  und  $T$  müssen vor der Ausgleichung in der gleichen Einheit ausgedrückt werden, d. h. die  $t$  sind in Sternzeit zu geben. Nach De Ball ist  $t^* = 1,0027379 t$ .

Der m. F. einer Standbestimmung nach der Ausgleichung beträgt

$$m = \sqrt{\frac{[vv]}{n-2}}, \text{ der m. F. des ausgeglichenen Uhrstandes } m_U = \frac{m}{\sqrt{n}}$$

$$\text{und des ausgeglichenen Ganges } m_\gamma = \frac{m}{[t^* t^*]^{1/2}}.$$

Die in die Ausgleichung einzuführenden Gewichte der  $U_i$  sind abhängig von  $M_{20}$  der einzelnen registrierten Uhrzeiten, den Fehlern der vom BIH gegebenen definitiven Uhrzeiten und von der Variation der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen. Über die Genauigkeit der Angaben des BIH ist man nur im Allgemeinen orientiert, während der zuletzt genannte Fehlerbeitrag nicht erfassbar ist. Somit wird man die  $U_i$  als gleichgewichtig in die Ausgleichung einführen müssen.

9. Untersuchung über das Gewicht der Meridiandurchgänge.

Es sei  $U_b$  die mittels eines mit kleinem Instrumentenazimut  $k$  aufgestelltem Durchgangsinstrumentes in beiden Lagen beobachtete Durchgangszeit eines Sterns. Die Durchgangszeit durch den Instrumentenvertikal ist

$$U_b + (U_b - E) \gamma + Cc + Ii,$$

wo  $E$  die Epoche, auf welche  $U_b$  wegen Uhranges  $\gamma$  reduziert wird, bedeutet. Die andern Grössen sind aus der Mayer'schen Formel bekannt.

Zur Ableitung der Sternzeit des Meridiandurchganges haben wir für jeden Stern die Beziehung

$$\Delta U + Kk = \alpha - \{U_b + (U_b - E) \gamma + Cc + Ii\} = l.$$

Hierin ist  $\Delta U$  die Uhrkorrektur der Durchgangsepoche und  $\alpha$  die scheinbare AR des Sterns.  $\Delta U$  und  $k$  sind unbekannt. Für jeden Durchgang haben wir eine Fehlergleichung

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

mit vorderhand unbekanntem Gewicht  $p$ .

Die Gewichte  $p$  der Beobachtungen können aus der Abschätzung des Einflusses der wirkenden Fehlerquellen, soweit sie erfassbar sind, abgeleitet werden. Es treten folgende, nur z. T. der Grösse nach bekannte Fehler auf:

a) Die AR hat einen m. F. von der Form  $m_\alpha = \pm A \sec \delta$ . Für eine grosse Zahl beliebig herausgegriffener Sterne bis zur Grösse  $M = 6$  aus dem Bosskatalog für 1950 wurde  $A = \pm 0^s.02$  gefunden.

b) Der Fehler des Durchganges durch einen Seitenfaden, oder der Festlegung eines Kontaktes in einer Fernrohrlage setzt sich zusammen aus dem Zielfehler und der zufälligen Unsicherheit der Festlegung der Durchgangsepoche ( $\pm a'$ ). Für den Zielfehler wird

allgemein die plausible Form  $\pm \frac{b'}{V} \sec \delta$  angenommen, wo  $b'$  eine Konstante und  $V$  die Fernrohrvergrösserung bedeuten.  $\pm a'$  ist unabhängig von  $V$  und der Deklination, dagegen abhängig von der Beobachtungsmethode und der instrumentellen Ausrüstung (Schreibgerät).

Der m. F. einer Durchgangsbeobachtung in einer Fernrohrlage ist somit

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

Wie schon früher andere Autoren fügt Uhink (Potsdam) den beiden Gliedern noch einen weiteren, von der Zenitdistanz abhängigen Fehlerbeitrag zu. Das umfangreiche in Band XXI der astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz untersuchte Beobachtungsmaterial (über 5000 Durchgänge) lässt jedoch einen Einfluss der Zenitdistanz nicht erkennen. Da die Zenitdistanzen der Zeitsterne vorwiegend klein waren (Grenzen von  $z$  waren  $+$  und  $-10^\circ$ ), konnte sich ein eventueller Einfluss der Zenitdistanz nicht zuverlässig bemerkbar machen. Dagegen fügen sich die m. F. eines Doppelkontaktes ( $\mu = \frac{\mu'}{\sqrt{2}}$ ) der Polsterne gut in das Gesetz des aus den Zeitsternen abgeleiteten m. F. eines Doppelkontaktes ein, was nicht der Fall sein könnte, wenn ein von der Zenitdistanz abhängiger zusätzlicher Fehlerbeitrag vorhanden wäre. Als Beispiel sollen die vom Berichtersteller in den Jahren 1925/30 mit dem DI 13999 gefundenen  $\mu$  mit und ohne Einbeziehung der Polsterndurchgänge mitgeteilt werden.

	Durchgänge	$a$	$b$	$\mu_{45}$
Nur Zeitsterne	2044	0 <sup>s</sup> .025	1.99	$\pm 0^s.041$
Zeit- und Polsterne	2335	24	2.01	$\pm 41$

Ein Einfluss der Zenitdistanz müsste sich auch zeigen beim Vergleich der Durchgänge der Polsterne in oberer und unterer Kulmination. Die in den Jahren 1934/39 von beiden Ingenieuren der S.G.K. mit Hilfe des Undulators registrierten Durchgänge zeigen in den beiden Kulminationsarten keinen Unterschied als Funktion der Zenitdistanz, wie folgende Zusammenstellung der im Äquator gemessenen  $\mu$  zeigt:

Beobachter	Kulmination	n	δ	z	μ cos δ
Hunziker	obere	24	72° 55'	— 25° 35'	± 0,028
	untere	25	75 13	— 57 27	± 28
Engi	obere	108	76 1	— 28 41	± 36
	untere	113	78 6	— 54 34	± 38

Die mittels des unpersönlichen Mikrometers bestimmten Durchgangszeiten  $U_b$  sind die Mittel aus  $\nu$  Doppelkontakten. Der m. F. eines Doppelkontaktes ist

$$\mu = \sqrt{a^2 + \frac{b^2}{V^2} \sec^2 \delta}, \text{ wo } a = \frac{a'}{V \cdot 2} \text{ und } b = \frac{b'}{V \cdot 2}.$$

Der m. F. von  $U_b$  wäre somit  $m_v = \frac{\mu}{V \cdot \nu}$ .

c) Die Reduktion des beobachteten Durchganges auf eine bestimmte Epoche wegen Unsicherheit des Uhranges hat einen Fehlerbeitrag zur Durchgangszeit zur Folge, der aber heute mit den drahtlosen Uhrstandsbestimmungen sehr klein sein wird.

d) Das Glied  $Cc$  ist unsicher, weil  $c$  nicht als konstant angenommen werden darf, wie die Bestimmungen des toten Ganges im Laufe einer Instrumentenaufstellung immer wieder zeigten. Dieser Fehlerbeitrag ist proportional  $\sec \delta$ , kann der Grösse nach aber nicht angegeben werden.

e) Die Überführung der Durchgangszeit vom Instrumentenmeridian auf den Instrumentenvertikal hat einen Fehler wegen der Unsicherheit  $\mu_i$  der ermittelten Achsenneigung. Er beträgt  $l \mu_i$ .

Die bekannten Fehlerbeiträge zusammengefasst gibt den Fehler einer Beobachtung  $l$  aus

$$m_l^2 = A^2 \sec^2 \delta + \frac{a^2}{\nu} + \frac{b^2}{\nu V^2} \sec^2 \delta + \mu_i^2 \cos^2 z \sec^2 \delta.$$

Das Gewicht eines Durchganges im Äquator zu 1 angenommen, lautet die Gewichtsformel

$$p_\delta = \frac{A^2 + \frac{a^2}{\nu} + \frac{b^2}{\nu V^2} + \mu_i^2 \cos^2 \varphi}{A^2 + \frac{a^2}{\nu} \cos^2 \delta + \frac{b^2}{\nu V^2} + \mu_i^2 \cos^2 z} \cos^2 \delta.$$

Das Gewicht eines Durchganges ist also wesentlich proportional  $\cos^2 \delta$ , wenn man nur die bekannten Fehlerquellen wirkend voraussetzt.

Die Formel mit den unseren Erfahrungen und Instrumenten entsprechenden Grössen ausgewertet gibt für Zürich mit

$$A = \pm 0,02; a = \pm 0,022; b = \pm 1,84; V = 86; \nu = 10, \mu_i = \pm 0,01 \text{ und } \varphi = 47^\circ 20'$$

$$p_\delta = \frac{540,1 \cos^2 \delta}{445,8 + 48,4 \cos^2 \delta + 100 \cos^2 z}$$

Die Auswertung dieser Formel und der ihr entsprechenden Normalgleichungskoeffizienten verglichen mit denjenigen der oft üblichen Annahme  $p = \cos^2 \delta$  zeigte, dass die Werte der beiden Gewichtsannahmen in den gebräuchlichen Zenitdistanzen praktisch dieselben sind.

Diese Gewichtsannahmen entsprechen der *innern* Genauigkeit der Durchgänge. Zur Beurteilung der Genauigkeit einer Zeitbestimmung aus mehreren Durchgängen sind sie jedoch *nicht* massgebend. Ausser den oben berücksichtigten Fehlereinflüssen wirken noch weitere, nicht erfassbare äussere Fehlerquellen: Refraktionsstreuung, die bestimmt mit der Zenitdistanz zunimmt, Zapfenfehler, unstabiles Instrumentenazimut, Streuung der Kollimation, um nur einige bekannte zu erwähnen.

Diese verschiedenen Einflüsse und die innere Genauigkeit ergäben die Gewichte der Durchgänge. Sie können aber nur auf empirischem Wege durch systematische Beobachtungen in sehr verschiedenen Zenitdistanzen ermittelt werden. Sie sind vielleicht vom Instrument abhängig und zudem wahrscheinlich rechnerisch nicht erfassbar.

#### 10. Die Bestimmung der Ortssternzeit.

Die Abendwerte der Uhrkorrektur  $\Delta U$  und des Instrumentenazimutes  $k$  wurden durch Ausgleichung der 8 bis 14, durchschnittlich 11,8 beobachteten, auf den Instrumentenvertikal und die Mittelepoche der Durchgänge reduzierten nach dem im Band XXIV dargelegten Verfahren ermittelt. Das Gewicht der Durchgänge wurde vorderhand proportional  $\cos^2 \delta$  angenommen. Die gefundenen  $\Delta U$  und  $k$ , die Anzahl  $n$  der beobachteten Durchgänge sowie die m. F. der Gewichtseinheit ( $m$ ), der Uhrkorrektur ( $m_{\Delta U}$ ) und des Azimutes ( $m_k$ ) sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Abendliche Uhrkorrekturen und Instrumentenazimute und ihre *m. F.*

Station	Datum	<i>n</i>	<i>m</i>	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	<i>k</i>	$m_k$
Genf I	Mai 7	12	$\pm 0,038$	$-4^m.24^s.491$	$\pm 0,016$	$+ 0,368$	$\pm 0,060$
	» 13	8	19	$-0 7,630$	10	$+ 1,300$	35
	» 14	12	28	$- 7,397$	12	$+ 1,324$	53
	» 17	13	29	$- 6,703$	12	$+ 1,267$	43
	» 21	8	26	$- 5,816$	14	$+ 0,014$	46
München	Mai 29	11	35	$- 5,440$	16	$+ 36,025$	61
	» 30	12	31	$- 4,791$	13	$- 2,364$	46
	» 31	11	39	$- 4,108$	19	$- 2,454$	58
	Juni 1	12	40	$- 3,512$	18	$- 1,485$	67
	» 5	14	37	$- 1,159$	15	$- 1,034$	63
	» 6	12	20	$- 0,498$	9	$- 1,031$	33
	» 13	14	39	$+ 3,805$	16	$+ 0,341$	57
	» 14	12	21	$+ 4,487$	9	$+ 0,335$	30
Genf II	Juni 27	12	24	$+ 2,416$	11	$- 12,647$	39
	» 28	11	37	$+ 2,649$	17	$- 12,513$	54
	Juli 1	13	23	$+ 3,271$	9	$+ 0,010$	34
	» 2	14	29	$+ 3,547$	11	$+ 0,196$	41
Quadratische Mittelwerte			31		14		50

11. Vorschläge für die Ableitung der Längendifferenz München-Genf.

Nach der Bekanntgabe der endgültigen Zeiten der registrierten Zeitzeichen werden die nach dem im Abschnitt 8 dargestellten Verfahren abgeleiteten endgültigen abendlichen Uhrgänge ermittelt. Die abendlichen Uhrkorrekturen der beiden Beobachter werden mittels diesen auf die Mittelepoche reduziert. Voraussichtlich werden die Werte der beiden Beobachter neben zufälligen Abweichungen auch systematisch verschieden sein. Das Mittel der Unterschiede wird als persönliche Gleichung aufgefasst, mit welcher z. B. die Uhrkorrekturen des Beobachters Wunderlin auf das System der Uhrkorrekturen des Berichterstatters überführt werden.

Den Abendwert der Länge findet man aus

$$\lambda = U_E + \Delta U_E - T_W + \Delta l + p, \quad \text{wo}$$

$T_W$  die Sollepoche des in Sternzeit Greenwich ausgedrückten Mittels  $T_E$ ,

$\Delta l$  die wegen der Lage des Momentanpoles anzubringende Verbesserung und

$p$  das Mittel der Abweichungen der beobachteten zentrierten Längewerte von Genf von dessen ausgeglichenem Wert (24<sup>m</sup> 36<sup>s</sup>544, Bd XXI, S. 244), bedeutet.

Der Unterschied der beiden gemittelten Stationswerte der  $\lambda$  ist die Längendifferenz München - Genf, die zur ausgeglichenen Länge von Genf addiert die von uns beobachtete Länge des Pfeilers auf dem Dach der Techn. Hochschule München ergibt.

Ein anderes Verfahren wäre die von den beiden Beobachtern voneinander vollständig unabhängige Ableitung der Längen beider Stationen und damit deren Längenunterschied, wobei nur die Zeitzeichen berücksichtigt würden, die während ihrer Beobachtungszeit aufgenommen wurden, die auch eigene abendliche Uhrgänge ergeben. Mit diesen werden die Abendwerte der Uhrkorrektur auf eine Zeichenemission oder deren Mittel reduziert, wie das bis anhin bei den direkten Längenbeobachtungen geschah.

b) Auszug aus dem Bericht des Herrn N. Wunderlin über die Auswertung der Beobachtungen der Längendifferenz München - Genf.

Anschliessend an die Beobachtungen Dr. Engis hatte der Beobachter Wunderlin jeweils mit demselben Instrument ein analoges Programm in gleicher Weise beobachtet, und auch die Berechnung der Abendwerte für Uhrkorrektur und Horizontalachsenazimut erfolgte im Wesentlichen nach der Methode, wie sie von Dr. Engi dargestellt ist. Ausser der Aufführung der Resultate und ihrer mittleren Fehler soll daher der folgende Bericht nur Ergänzungen und Begründungen für einzelne Abweichungen bei der Auswertung enthalten.

1. Die beobachteten Durchgangszeiten und ihre Reduktion.

Für den mittleren Fehler  $m$  der halben Summe zweier zusammengehöriger Kontakte wurde, ohne strenge Ausgleichung, erhalten:

$$m^{\text{sec}} = \sqrt{(0,035)^2 + (0,028 \cdot \text{sec } \delta)^2}$$

Die zwölf mittels einer Ableseharfe auf dem Chronographenstreifen abgelesenen Kontaktpaare umfassten stets die sechs «geraden» Kontaktpaare 0, 2, 4, 6, 8, 0 einer Revolution und die sechs «ungeraden» Paare 1, 3, 5, 7, 9, 1 der nächsten Revolution. Je der höchste und tiefste Wert der zwölf daraus abgeleiteten Durchgangszeiten wurde bei der Mittelbildung nicht benützt.

Die beobachteten Durchgangszeiten  $U_b$  wurden korrigiert für Uhrgang, für Achsneigung und für Kontaktbreite, Toten Gang und tägliche Aberration.

Die Neigungskorrektur erfolgte mit den für jeden Durchgang aus zwei Niveauablesungen bestimmten mittleren Achsneigungen, wobei der mittlere Fehler einer Neigungsbestimmung zu  $\pm 0,010$  angenommen werden muss. Dieser mittlere Fehler rührt nur her vom Niveau und seiner Ablesung, während «äussere» Einflüsse (Achsunrundheit, Temperatur, unregelmässige Neigungsänderungen der Achse zwischen beiden Niveauablesungen, etc.) nicht berücksichtigt sind.

Der Uhrgang wurde für die höchstens zweistündige Beobachtungsdauer als konstant angenommen und aus Radiozeitzeichen abgeleitet. Der mittlere Fehler der Gangkorrektur wurde, gegenüber dem mittleren Fehler der Neigungs- und Azimutbestimmung der Horizontalachse, als unbedeutend betrachtet.

Ebenso wurde der mittlere Fehler der Korrektur für Kontaktbreite, Toten Gang und Aberration vernachlässigbar angenommen gegenüber den Anteilen der übrigen Fehler am Gesamtfehler der korrigierten Durchgangszeit  $U_k$ .

## 2. Das Gewicht einer Durchgangsbeobachtung.

Für den mittleren Fehler  $m_e$  des Ausdrucks ( $\alpha - U_k$ ) wurde einerseits ein theoretischer Ausdruck aufgestellt

$$m_e^2 = m_\alpha^2 + m_{U_b}^2 + m_N^2 + m_A^2$$

$m_\alpha$  mittlerer Fehler der Rektaszension

$m_{U_b}$  » » » beobachteten Durchgangszeit

$m_N$  » » » Neigungskorrektur

$m_A$  mittlerer Einfluss der Nichtkonstanz des bei der Ausgleichung konstant angenommenen Azimutes der Horizontalachse.

Andererseits wurden numerische Werte für  $m_e$  in 9 verschiedenen Deklinationsintervallen von je  $5^\circ$  zwischen  $25^\circ < \delta < 70^\circ$  abgeleitet aus den betreffenden übrigbleibenden Verbesserungen  $\nu$  einer ersten provisorischen Ausgleichung mit gleichen Gewichten für alle Durchgänge.

Setzt man im theoretischen Ausdruck für  $m_e^2$  als bekannt ein (in  $\text{sec}^2$ ):

$$m_\alpha^2 = (45 + 45 \sec^2 \delta) 10^{-6} \text{ (nach « Apparent Places »)}$$

$$m_{U_b}^2 = (125 + 80 \sec^2 \delta) 10^{-6} \left( \frac{1}{10} m^2 \right)$$

ferner, mit noch zu bestimmenden Werten für  $m_i$  und  $m_a$ :

$$m_N^2 = \frac{\cos^2 z}{\cos^2 \delta} m_i^2$$

$$m_A^2 = \frac{\sin^2 z}{\cos^2 \delta} m_a^2$$

$m_i$  = mittlerer Fehler einer Neigungsbestimmung der Achse

$m_a$  = « mittlere Nichtkonstanz » des Achsenazimutes

so ergibt die Vergleichung mit den empirisch abgeleiteten  $m_e$ :

$$m_i \approx \pm 0,020$$

$$m_a \approx \pm 0,050$$

Obschon diese Werte keineswegs unwahrscheinlich sind, so stellen sie doch die oberste Grenze dar: Jede Einführung eines weiteren Gliedes  $m_x^2$  für Einflüsse unbekannter Fehler (z. B. Seitenrefraktion) in den theoretischen Ausdruck für  $m_e^2$  verkleinert entsprechend die angeführten Beträge für  $m_i$  und  $m_a$ .

Für die definitiven Ausgleichungen zur Bestimmung der Abendwerte von Uhrkorrektur  $\Delta U$  und Achsenazimut  $a$  wurden für die einzelnen Durchgänge Gewichte  $p$  verwendet, die umgekehrt proportional den empirisch bestimmten  $m_e^2$  waren, gemäss folgender Tabelle:

Deklination $\delta$	$30^\circ$	$35^\circ$	$40^\circ$	$45^\circ$	$50^\circ$	$55^\circ$	$60^\circ$	$65^\circ$
Gewicht $p$	0,90	0,95	0,90	0,75	0,60	0,45	0,30	0,20

Für jede Ausgleichung wurden die Gewichte so normiert, dass  $[p] = n$  (Anzahl der Durchgänge), d. h. das Durchschnittsgewicht = 1 wurde, so dass die «mittleren Fehler eines Sterndurchganges»  $m_e$  der verschiedenen Abende sich vergleichen lassen.

### 3. Die Resultate der Ausgleichungen.

Die folgende Tabelle zeigt die Resultate der Ausgleichungen. Die Zahlen stammen aus einer erst nach dem Abschluss des Berichtes durchgeführten Ausgleichung mit individuell verbesserten Rektaszensionen, entnommen dem FK3-R.

Station Datum	Epoche	n	$m_e$	$\Delta U$	$m_{\Delta U}$	a	$m_a$
<i>Genf I</i>							
Mai 14.	14 <sup>b</sup> 29	12	0 <sup>s</sup> 046	— 7 <sup>s</sup> 336	0 <sup>s</sup> 013	+ 1 <sup>s</sup> 306	0 <sup>s</sup> 039
	17.	14	43	— 6,621	12	+ 1,234	47
	20.	17	50	— 5,953	12	+ 0,117	60
	21.	15	45	— 5,737	12	+ 0,116	68
<i>München</i>							
Mai 29.	16 <sup>b</sup> 29	12	0 <sup>s</sup> 029	— 5 <sup>s</sup> 319	0 <sup>s</sup> 009	+ 36 <sup>s</sup> 092	0 <sup>s</sup> 045
	30.	13	47	— 4,652	13	— 2,370	57
	31.	12	25	— 4,007	8	— 2,581	30
Juni 1.	16,31	14	45	— 3,399	13	— 1,493	59
	6.	14	47	— 0,414	13	— 1,105	53
	13.	12	50	+ 3,863	15	+ 0,349	45
	14.	15	41	+ 4,630	11	+ 0,390	48
	15.	15	38	+ 5,279	10	+ 0,392	46
<i>Genf II</i>							
Juni 27.	18 <sup>b</sup> 44	12	0 <sup>s</sup> 044	+ 2 <sup>s</sup> 411	0 <sup>s</sup> 013	— 12 <sup>s</sup> 558	0 <sup>s</sup> 051
	28.	12	34	+ 2,680	10	— 12,498	30
	29.	13	44	+ 2,958	12	— 12,506	56
	30.	13	32	+ 3,149	9	— 1,909	40
Durchschnitte			0 <sup>s</sup> 041		0 <sup>s</sup> 012		0 <sup>s</sup> 048

### 4. Die Stabilität der Horizontalachse.

Es trat die schon mehrfach durch verschiedene Beobachter bei Verwendung verschiedener Bamberg'scher Durchgangsinstrumente festgestellte Erscheinung auf, dass die mittleren Neigungen der Horizontalachse bei Durchgängen mit Beobachtungsbeginn « Okular E » durchschnittlich kleiner sind, als bei Beobachtungen mit Beginn « Okular W ». Um für die Ursache dieser Erscheinung eine einleuchtende Erklärung zu finden, wurden die folgenden Untersuchungen durchgeführt.

a) Aus der Differenz zwischen der Stellung der Blasenmitte nach Abschluss einer Durchgangsbeobachtung und der Stellung vor Beginn der nächsten Beobachtung wurde die Neigungsänderung der Horizontalachse in dieser Zwischenzeit bestimmt. 40 % der 230 untersuchten Differenzen ergaben ein relatives Absinken des Gewichtsendes gegenüber dem Okularende der Achse, 20 % zeigten das Gegenteil und bei 40 % blieb die Achse ruhig, d. h. die Neigungsänderungen waren kleiner als der mittlere Fehler einer Neigungsbestimmung (0,1 pars). Der Durchschnittsbetrag dieses Absinkens zwischen zwei Beobachtungen ergab sich aus allen 230 Fällen zu 0,1 pars = 0<sup>s</sup>008. Diese Unterschiede der Blasenablesungen, je nachdem ob vor oder nach einem Durchgang beobachtet, ergeben (bei der von uns angewendeten allgemein gebräuchlichen Vorzeichenregel für die Bestimmung der Achsneigungen) ganz automatisch für « Beobachtungsbeginn Okular E » kleinere mittlere Neigungen als für « Beobachtungsbeginn Okular W ».

b) Die Vermutung, das eben beschriebene Verhalten der Achse zwischen Abschluss einer Beobachtung und Beginn der nächsten sei nur das Abklingen eines viel ausgeprägteren Absinkens des Gewichtsendes im Zeitintervall zwischen Umlegen und Abschluss der Beobachtung (zweite Niveauablesung), führte zum Gedanken, die aus zeitlich nahe am Umlegen liegenden Kontaktpaaren bestimmten Durchgangszeiten zu vergleichen mit den aus den ersten und letzten Kontakten abgeleiteten. Da keine Niveaubeobachtungen kurz nach dem Umlegen ausgeführt worden waren, schien dies das einzige Mittel, um eventuell eine Bestätigung der Annahme zu erhalten.

Die Untersuchung an 204 Durchgangsbeobachtungen ergab in 90 Fällen ein die Vermutung bestätigendes Resultat (Absinken des Gewichtsendes der Achse nach dem Umlegen), in 28 Fällen ein ihr widersprechendes, und bei 86 Durchgängen liess sich kein zuverlässiger Schluss ziehen, weil das Zu- oder Abnehmen der aus verschiedenen Gruppen von Kontaktpaaren berechneten Durchgangszeiten gegenüber deren mittleren Fehlern zu klein war.

Aus allen 204 Durchgängen ergab sich eine durchschnittliche Änderung der Durchgangszeit (mit zunehmendem zeitlichen Abstand vom Moment des Umlegens) von  $\pm 0,045$  sec/min (+ beim Umlegen Okular W  $\rightarrow$  Okular E, — bei Okular E  $\rightarrow$  Okular W). Will man dies gänzlich einer nach dem Umlegen anfänglich zu hohen Lage des Gewichtsendes der Horizontalachse mit nachfolgendem

Absinken in die «richtige» Lage zuschreiben, so ergibt sich (mit einem durchschnittlichen Neigungsfaktor  $I \approx 1,5$ ) ein Absinken des Gewichtsendes nach dem Umlegen um rund

$$\frac{2(0,045)}{1,5} = 0,060/\text{min} = 0,9/\text{min},$$

was einer relativen Höhenänderung des einen Achsendes gegenüber dem andern von etwa 0,003 mm/min entspricht.

Es ist natürlich anzunehmen, dass dieses Absinken eine kräftige Anfangsperiode mit langsamem Abklingen besitzt, jedoch liess sich dies nicht direkt nachweisen aus den beschriebenen zeitlichen Änderungen der Durchgangszeiten, da deren mittlere Fehler zu gross waren um solche Feinheiten noch zu zeigen in dem doch recht kurzen Zeitintervall von ca. 3 Revolutionen, während denen der Stern mit dem beweglichen Faden des Mikrometers verfolgt wird.

c). Da ein bei sämtlichen Sternen ungefähr gleiches Absinken des Gewichtsendes der Achse wegen der wechselnden Grösse des Neigungsfaktors  $I$  die Durchgangszeiten der einzelnen Sterne verschieden stark verfälscht und sich dies in den übrigbleibenden Verbesserungen der Ausgleichungen zeigen muss, wurden diese  $\nu$  bezüglich Grösse und Vorzeichen untersucht.

Der Durchschnitt der  $\nu$  der 49 Nordsterne ( $\delta > 47,5$ ), deren Beobachtung bei «Okular E» begonnen worden war, ergab:

$$\bar{\nu}_E = + 0,012 \pm 0,005.$$

Derjenige der  $\nu$  der 52 Nordsterne mit Beobachtungsbeginn «Okular W» betrug

$$\bar{\nu}_W = - 0,012 \pm 0,005.$$

Die Differenz dieser Werte ist, bei den angeführten mittleren Fehlern, mit einer Wahrscheinlichkeit von 99,9 % nicht zufälliger Natur, und mit 98 % Wahrscheinlichkeit ist auch die Vorzeichenverteilung der  $\nu$  nicht zufällig. Jedoch ergeben sich für die Südsterne ( $\delta < 47,5$ ) die rein zufälligen Durchschnitte

$$\begin{aligned} \bar{\nu}_E &= - 0,002 \pm 0,022 \text{ aus } 58 \text{ Werten} \\ \bar{\nu}_W &= 0,000 \pm 0,022 \text{ aus } 56 \text{ Werten.} \end{aligned}$$

Will man die Ursache der auffälligen Durchschnitte  $\bar{\nu}$  der Nordsterne in einer «falschen» mittleren Neigung der Horizontalachse (herrührend möglicherweise von einer Neigungsveränderung infolge des Umlegens) suchen, so ergibt sich aus den Vorzeichen der beiden  $\bar{\nu}$  in Übereinstimmung mit  $a$  und  $b$  wieder eine zu hohe Lage des

Gewichtsendes. Die Ursache der Verwischung der Verhältnisse bei den Südsterne müsste dann in den gegenüber den Nordsterne kleineren «Wirkungsfaktoren»  $I$  gesucht werden.

Es scheint also das Umlegen der Horizontalachse eine ziemlich grobe Störung ihrer Neigung zur Folge zu haben, was offenbar auch die Genauigkeit der beobachteten Durchgangszeiten herabsetzt.

### c) Auszug aus dem Bericht des Herrn N. Wunderlin über Libellenuntersuchungen.

Neigungsbestimmungen können durch fehlerhaften Libellenschliff (nicht über die ganze Teilung konstanter Krümmungsradius) systematisch verfälscht sein. Methoden zur Feststellung solcher Schlifffehler mit Hilfe von Niveauprüfern sind bekannt, z. B. <sup>1</sup> und <sup>2</sup>.

Der Einfluss dieser Fehler auf die aus Blasenablesungen bestimmten Neigungen ist eine Funktion nicht allein der Stellung der Blasenmitte, sondern auch der Länge der Blase, oder, anders ausgedrückt, der Lage beider Blasenenden. Wird daher auf Grund einer bei einer bestimmten Blasenlänge durchgeführten Niveauprüfung eine sogenannte Summenlinie (Neigung — am Niveauprüfer festgestellt — als Funktion der Stellung der Blasenmitte) oder eine «Eichkurve» (Abweichungen der aus den Blasenablesungen mit einem mittleren Parswert berechneten Neigungen von den am Niveauprüfer tatsächlich festgestellten) abgeleitet, so dürfen Neigungen nur dann mit deren Hilfe bestimmt (Summenlinie) oder korrigiert (Eichkurve) werden, wenn sie ebenfalls bei der betreffenden Blasenlänge beobachtet worden sind. Zur einwandfreien Berücksichtigung der Schlifffehler müssen daher Eichkurven oder Summenlinien für die verschiedensten Blasenlängen vorliegen, denn Interpolationen zwischen Eich- oder Summenlinien in Form einfacher Mittelbildungen sind nicht korrekt.

Um diese Interpolationsschwierigkeiten zu überwinden, liegt es nahe, über einem ebenen rechtwinkligen Koordinatensystem der beiden Grössen: Blasenende links — Blasenende rechts (oder: Blasenlänge — Blasenmitte, was ein ebenfalls rechtwinkliges, gegenüber dem ersten um 45° gedrehtes Koordinatensystem ergibt) eine der Summenlinie entsprechende «Neigungsfläche» oder, der

<sup>1</sup> B. Wanach, Zeitschrift für Instrumentenkunde, Mai 1926.

<sup>2</sup> R. Brein, Deutsche Geodätische Kommission, Reihe B, Veröffentlichung Nr. 21, 1954.

Eichkurve entsprechend eine « Korrekturfläche » aufzutragen in der Art, dass die Schnitte dieser Flächen längs Linien gleicher Blasenlänge die Summenlinien, beziehungsweise die Eichkurven ergeben. Aus Summenlinien oder Eichkurven verschiedener Blasenlängen lassen sich diese Neigungs- bzw. Korrekturflächen konstruieren in Form von Nomogrammen mit Linien gleicher Neigung, bzw. gleicher Korrektur, entsprechend « Höhenkurven » dieser Flächen. Solche Nomogramme wurden schon von Niethammer<sup>3</sup> konstruiert und verwendet.

Für den praktischen Gebrauch, d. h. zur Ermittlung von Neigungen, die von Schliffelereinflüssen befreit sind, erweist sich am geeignetsten ein Nomogramm, das, als Funktion von Blasenlänge und Stellung der Blasenmitte oder als Funktion der Stellungen beider Blasenenden, Korrekturen gibt, die schon an den Blasenablesungen (nicht erst an den Neigungen) anzubringen sind, und die ferner so berechnet sind, dass die damit korrigierten Blasenablesungen durch Multiplikation mit einem einfachen runden Parswert (z. B. 1,000 oder 2,000 pro pars) in Neigungen übergeführt werden.

Sollen andererseits aus dem Nomogramm möglichst deutlich und unverfälscht die Schlifffehler ersichtlich sein, so ist nach folgendem Prinzip vorzugehen: Jede einzelne zur Konstruktion der « Höhenkurven » der Korrekturfläche benutzte Eichkurve bezieht sich auf einen eigenen mittleren Parswert  $p_m$ , der so bestimmt worden ist, dass die Summe der Quadrate aller Differenzen zwischen Niveauprüferneigungen und mit  $p_m$  aus Blasenablesungen berechneten Neigungen minimal ist. Das Nomogramm zeigt dann nur noch Korrekturen, die von Schliffunregelmässigkeiten herrühren, während die von der Wahl eines « falschen » (runden) Parswertes stammenden Anteile ausgeschaltet sind.

Nach diesem Verfahren konstruierte Korrekturflächen für eine 1"-Libelle und eine 2"-Libelle ergaben für normale, nicht extreme Blasenstellungen Korrekturen von:

	Blasenlänge		
	klein	mittel	gross
2"-Libelle	— 0p4 bis + 0p4	— 0p3 bis + 0p3	— 0p2 bis + 0p2
1"-Libelle	— 0p2 bis + 0p2	— 0p1 bis + 0p1	— 0p1 bis + 0p1

<sup>3</sup> Th. Niethammer, Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, Band XVI.

Die Bestimmung der den Korrektornomogrammen zu Grunde liegenden Eichkurven war im Prinzip nach dem Wanach'schen Verfahren erfolgt und ergab aus den Streuungen mehrfacher Bestimmungen der gleichen Eichkurve mittlere « zufällige » Einspielfehler der Blase (mittlere Fehler einer Blasenmitte-Bestimmung) von rund

	Blasenlänge		
	klein	mittel	gross
2"-Libelle	0p15	0p13	0p10
1"-Libelle	0p20	0p16	0p12

so dass für die 2"-Libelle die systematischen Fehler grösser als die zufälligen sind, während für die 1"-Libelle das Gegenteil gilt.

Über diese Berichte referiert Herr Schürer. In der anschliessenden Diskussion, an der sich die Herren Bäschlin, Kobold, Schürer, Engi und Hunziker beteiligen, werden die Libellenuntersuchungen mit Summenlinien, die Harfe als Ablesegerät und Versuchsbeobachtungen in allen Zenitdistanzen behandelt.

Die Kommission beschliesst, die Berichte zu genehmigen, auf Versuchsbeobachtungen in allen Zenitdistanzen zu verzichten und die Auswertung des Beobachtungsmaterials für die Längendifferenz München - Genf von den Herren Engi und Wunderlin getrennt durchführen zu lassen, um sie erst nachher zu gemeinsamen Resultaten zu vereinigen.

**d) Auszug aus dem Bericht des Herrn Dr. E. Hunziker über im Herbst 1957 ausgeführte Gravimetermessungen.**

Das Programm der im Herbst 1957 auszuführenden Gravimeterbeobachtungen umfasste drei Aufgaben:

- Messungen auf der französischen Eichstrecke Paris - Toulouse - Bagnères,
- Anschluss des schweizerischen Schweregrundnetzes an vier ausländische Stationen,
- Anschlussmessungen in Genf.

In gedrängter Form folgen nachstehend einige Angaben über die Durchführung und die Ergebnisse der vorgenommenen Messungen.

1. Messungen auf der Gravimeter Eichlinie  
Châtellerault - Toulouse - Bagnères.

1.1. Die Beobachtungen auf der Eichlinie dienten zur endgültigen Bestimmung der Einheit des schweizerischen Schweregrundnetzes, das bis anhin ausschliesslich auf inländischen Messungen fusste. Zuerst wurde auf der Linie Basel - Zürich - Luzern - Reusstal - Andermatt beobachtet, hernach auf der Eichstrecke und abschliessend nochmals auf der genannten schweizerischen Linie.

Um einer Veränderlichkeit der Trommeleinheit des verwendeten Worden-Gravimeters zu begegnen, ist bei der Aufstellung des Programmes folgendermassen vorgegangen worden :

Zu einer jeden Strecke in der Schweiz wurde eine ihr zugeordnete Strecke der Eichlinie so gewählt, dass die Schwerebeschleunigungen der entsprechenden Endpunkte nur wenig voneinander abweichen. Auf diese Weise liessen sich entsprechende Schweredifferenzen in der Schweiz und in Frankreich bei gleicher Stellung der grossen Schraube und nur geringen Änderungen der Ablesungen an der Trommel der kleinen Schraube messen. Auch eine allfällige Abhängigkeit der Trommeleinheit von der Stellung der kleinen Schraube wird beim beschriebenen Vorgehen unschädlich gemacht.

In der nachstehenden Übersicht sind die gewählten Stationen und deren abgerundete Schwerewerte zusammengestellt :

Stationen der Eichstrecke Châtellerault - Toulouse - Bagnères		Stationen des schweizerischen Schweregrundnetzes	
Ort	Schwere	Schwere	Ort
	mgal	mgal	
Châtellerault	980 782	980 775	Basel
Angoulême	663	667	Zürich
Montignac-le-Coq	620	615	Luzern
Agen	535	539	Altdorf
Toulouse	443	437	Gurtnellen
Bagnères-de-Bigorre	288	301	Butzenkehr ob Andermatt
Potsdam : 981 274			

Bei der Auswahl der französischen Stationen hat Herr J. Martin in liebenswürdiger Weise mitgeholfen ; er hat auch für die Punkte der Eichstrecke Stationsblätter, Photographien und Croquis zur Verfügung gestellt.

1.2. Das im Herbst 1957 verwendete Worden-Gravimeter Nr. 259, geodätisches Modell, ist von der Firma « Texas Instruments Incorporated », Houston, gemietet worden. Der Bereich der Trommeln erstreckte sich

bei der grossen Schraube von 0 bis 800, Trommelwert  $\approx 5,56$  mgal  
» » kleinen » » 0 » 805, Trommelwert 0,3798 mgal

Es liess sich also in einem Bereich von 305 mgal messen, ohne dass man die Stellung der grossen Schraube zu ändern brauchte.

Das Gravimeter Nr. 259 wies während der ganzen Feldarbeit keine Störung auf. Gegenüber dem in den Jahren 1953-1956 verwendeten Worden-Gravimeter Nr. 26 bot es die folgenden Vorteile : schärfere Einstellung des Lichtstreifens, bessere Feldbeleuchtung, grössere Dämpfung und geringeres Kriechen.

1.3. Die Messungen sind Herrn Gleinswik, Ingenieur der Norwegischen Landesvermessung, übertragen worden. Der Genannte hatte schon im Sommer 1956 aushilfsweise im Dienste der Schweizerischen Geodätischen Kommission Gravimetermessungen durchgeführt. Als bewährte Hilfe und zuverlässiger Fahrer stand ihm Herr G. Cerutti von der Eidgen. Landestopographie zur Seite. Der Direktion der Eidgenössischen Landestopographie ist es ferner zu verdanken, dass durch ihre Vermittlung ein Volkswagen des Eidgen. Militärdepartements, Abteilung für Heeresmotorisierung, benutzt werden konnte. Die Beobachtungen auf der Eichstrecke in Frankreich erfuhren ausser von Herrn J. Martin auch von den Direktoren der Sternwarten in Toulouse und in Bagnères hilfbereites Entgegenkommen.

Die ersten Messungen auf der Linie Basel - Zürich - Luzern - Andermatt fielen in die Zeit vom 18. bis 26. September 1957. Die Beobachtungen auf den Stationen der französischen Eichstrecke dauerten vom 30. September bis 17. Oktober, die zweiten Messungen auf der Linie Basel - Andermatt vom 21. bis 25. Oktober 1957. Die Eichstrecke wurde einmal in der Richtung Châtellerault - Toulouse - Bagnères und hernach im umgekehrten Sinne durchgemessen, wobei die Aufnahme der einzelnen Strecken nach dem Schema A - B - A - B ; B - C - B - C ; u.s.w. vor sich ging. Die Differenzen des Schweregrundnetzes sind einmal vor und einmal nach den Beobachtungen in Frankreich bestimmt worden. Bei den Differenzen Basel - Zürich, Zürich - Luzern, Luzern - Altdorf, kam je mindestens zweimal das

Schema A - B - A zur Anwendung; von der Differenz Altdorf-Gurtellen liegen 9, vom Schwereunterschied Gurtellen - Butzenkehr 5 neu beobachtete Werte vor.

Bei jedem Stationsbezug sind 8 Einstellungen und Ablesungen vorgenommen worden.

1.4. Sämtliche Schwerewerte auf den Stationen des schweizerischen Schweregrundnetzes gingen aus Messungen mit dem Worden-Gravimeter Nr. 26 hervor. Zur Ableitung einer Trommeleinheit wurden 43 an Stationen des Schweregrundnetzes angeschlossene Pendelstationen benutzt. Es ergab sich eine Trommeleinheit  $T_{Gr}^{26}$  der kleinen Schraube bei der Stellung  $S_0 = 300$  der Trommel der grossen Schraube von  $T_{Gr}^{26} = 1,0060 \pm 0,0010$  mgal (schweiz. Pendelstationen) (vergl. Pr. verbal 1956, Seite 29; eine Trommeleinheit = 10 Trommelteile).

Die Auswertung der Messungen auf der französischen Eichstrecke führte ebenfalls zu einem neuen Wert der Trommeleinheit des Worden-Gravimeters Nr. 26. Wir bezeichnen ihn mit  $T_E^{26}$ . Es wurde gefunden

$$T_E^{26} = 1,0074 \pm 0,0003 \text{ mgal (J. Martin).}$$

Auf den gleichen Stationen der Eichstrecke ist auch von C. Morelli beobachtet worden. Verwendet man seine Einheit, so wird

$$T_{Morelli}^{26} = 1,0084 \pm 0,0002 \text{ mgal (C. Morelli).}$$

Alle Schweredifferenzen des Schweregrundnetzes, — deren Einheit ursprünglich aus Pendelmessungen hervorging — wurden umgerechnet in Einheiten der Eichstrecke Châtellerault - Toulouse - Bagnères durch Anbringen einer Korrektur von plus 1,5 ‰.

1.5. Wir lassen noch die Beträge der Trommeleinheit des im Jahre 1957 verwendeten Worden-Gravimeters Nr. 259 folgen.

Die Firma «Texas Instruments Incorporated»

hat angegeben 3,798(7) mgal,  
aus den Messungen auf der Eichstrecke 3,7910 mgal,  
aus den Messungen im Schweregrundnetz 3,7860 mgal.

Die Trommeleinheit bezieht sich auf 10 Trommelteile; bei der Ablesung wird der Zehntel eines Trommelteiles geschätzt, — Grössenordnung 0,04 mgal.

Die Messungen mit dem Worden-Gravimeter Nr. 26 in den Jahren 1953 bis 1955 haben eindeutig eine lineare Abhängigkeit der

Trommeleinheit von der Stellung der grossen Schraube aufgedeckt. Die Ergebnisse der Beobachtungen mit dem Worden-Gravimeter Nr. 259 liessen keine solche Abhängigkeit erkennen. Hingegen weisen sie auf eine Abhängigkeit der Trommeleinheit von der Stellung der kleinen Schraube hin, die aber infolge des gewählten Beobachtungsplanes weitgehend unschädlich gemacht wurde.

## 2. Anschlüsse an ausländische Gravimeterstationen.

2.1. Im Herbst 1957 wurde das schweizerische Schweregrundnetz durch Messung der folgenden Schweredifferenzen an ausländische Stationen angeschlossen:

Basel	—	Mulhouse,
Schaffhausen	—	Donaueschingen,
Sargans	—	Feldkirch,
Castione	—	Milano.

Die Beobachtungsergebnisse, gerechnet mit dem Trommelwert 3,791, sind:

g Basel	—	g Mulhouse	=	— 36,026 mgal
g Schaffhausen	—	g Donaueschingen	=	+ 12,919 mgal
g Sargans	—	g Feldkirch	=	— 56,482 mgal
g Castione	—	g Milano	=	+ 9,998 mgal.

2.2. Von jeder ausländischen Anschlussstation ausgehend, liess sich die Schwerebeschleunigung der Fundamentalstation Zürich berechnen. Unter Benutzung der in Einheiten der Eichstrecke ausgedrückten Schweredifferenzen des Schweregrundnetzes erhielt man:

Zürich, Fundamentalstation, Pfeiler, abgeleitet aus

Mulhouse (Frankreich)	980 667,17 mgal
Donaueschingen (Deutschland)	667,76 mgal
Feldkirch (Österreich)	666,50 mgal
Mailand (Italien)	666,21 mgal.

Die vier Anschlussmessungen ergeben den Mittelwert  
980 666,91  $\pm$  0,35 mgal.

Dementsprechend dürfte es angezeigt sein, als

*Schwerebeschleunigung der Fundamentalstation Zürich,*  
Pfeiler im Geodätischen Institut der Eidgen. Technischen Hochschule, den runden Wert

980 667,00 mgal

anzunehmen, solange die Schwerebeschleunigung Potsdam 981 274 mgal beibehalten wird.

### 3. Anschlussmessungen in Genf.

3.1. Auf der Station Genf, Flughafen Cointrin, hat im August 1954 W. Bonini vom « Department of Geological Engineering, Princeton University, Princeton, New Jersey » beobachtet, ferner im Auftrage des « Osservatorio Geofisico, Trieste » im Oktober 1956 H. C. Ganter und im Sommer 1957 H. Sancin.

Im Herbst 1956 führte Dr. R. Bruns im Auftrage des Deutschen Geodätischen Forschungs-Institutes im « Institut de Physique de l'Université de Genève » Pendelmessungen durch. Am gleichen Ort hat im Sommer 1957 H. Sancin Gravimeterbeobachtungen vorgenommen, ebenso im Observatoire.

3.2. Die Schweizerische Geodätische Kommission liess im Herbst 1957 die Station Genf, Flughafen Cointrin, an den Punkt Ouchy des Schweregrundnetzes anschliessen. Die Differenz wurde dreimal gemessen nach dem Schema Cointrin - Ouchy - Cointrin. Ferner sind noch die Schwereunterschiede Cointrin - Institut de Physique, Cointrin - Observatoire und Cointrin - Nivellementsfixpunkt Pierre du Niton bestimmt worden.

Ausgehend von der Fundamentalstation Zürich  $g = 980\,667$  mgal (Potsdam 981 274 mgal) wurden die folgenden Schwerebeschleunigungen erhalten:

Genf, Flughafen Cointrin, Bodenpunkt	980 589,50 mgal
Genf, Institut de Physique, Mess-Saal, Bodenpunkt	589,64 mgal
Genf, Observatoire, Kellerraum, Bodenpunkt	581,30 mgal
Genf, Nivellementsfixpunkt Pierre du Niton	587,95 mgal.

Über diesen Bericht referiert wegen Abwesenheit von Herrn Bachmann das leitende Mitglied Herr Gassmann. Einzelne Fragen werden von den Herren Bäschlin, Kobold und Schürer diskutiert.

Die Kommission beschliesst, den Bericht zu genehmigen und eine Publikation über die Schweremessungen mit Gravimetern vorzubereiten.

### e) Basismessung im Rheintal.

Herr Kobold gibt folgende mündliche Orientierung:

Nachdem an der Bodenseekonferenz vom Sommer 1956 in Bregenz beschlossen worden war, dass die drei Länder Deutschland, Österreich und Schweiz eine Basismessung im untern Rheintal durchführen sollten, sind vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien und von der Eidgenössischen Landestopographie in Bern Rekognoszierungen durchgeführt worden und es wurden Vorschläge über die Durchführung der Messung und über die Festlegung der Punkte unterbreitet.

Die für das Studium der Basismessung eingesetzten Ausschüsse haben in mehreren Sitzungen die Vorschläge behandelt und ein Programm festgelegt, sodass die Messung im Jahr 1959 durchgeführt werden kann. Im Sommer 1958 sollen von den beteiligten Ländern Messgruppen auf dem Münchner Normalkilometer ausgebildet werden.

Der nördliche Endpunkt der Basis liegt bei der Brücke von Widnau, der südliche Endpunkt auf dem Montlingerberg. Die gesamte Länge beträgt rund 7 km. Die Basis liegt nicht in einer Geraden, sondern sie hat die Form eines Polygons mit fast gestreckten Brechungswinkeln.

Bei der Anlage der Basis wurde darauf gesehen, dass die Messung durchwegs auf Dämmen durchgeführt werden kann, sodass mit wenigen Kunstbauten auszukommen ist. Die Basis wird mit Hilfe eines günstig liegenden Vergrösserungsnetzes auf die Seite 1. Ordnung Pfänder-Säntis übertragen.

### f) Internationaler Kongress für Geodäsie und Geophysik 1957 in Toronto.

Über diesen Kongress geben die Herren Bäschlin und Kobold Auskunft.

## **II. Arbeitsprogramm 1958.**

### **a) Geoiduntersuchungen im Berner Oberland.**

Die Kommission hatte vorgesehen, im Jahre 1957 Höhenwinkel im Gebiet zwischen Jungfrauoch und Eggishorn zu messen und ein astronomisches Azimut und die astronomische Breite des Punktes Konkordiaplatz zu bestimmen. Zuzufolge ungünstiger Witterungsverhältnisse konnten diese Arbeiten nicht ausgeführt werden. Wollte man im Jahre 1958 die Höhenwinkelmessungen nachholen, so müsste die Signalisierung revidiert, teilweise sogar neu erstellt werden. Damit wären sehr hohe Kosten verbunden.

Die Kommission beschliesst daher, auf die Messung der Höhenwinkel im Jahre 1958 zu verzichten und diese Arbeit vielleicht in einem späteren Zeitpunkt auszuführen. Dagegen ist im Jahre 1958 der Punkt Konkordiaplatz geodätisch einzumessen und es sind auf ihm ein astronomisches Azimut und die astronomische Breite zu bestimmen.

### **b) Prüfung des DKM-3 für Laplace-Punkte.**

Der DKM-3A, ein astronomischer Theodolit der Firma Kern-Aarau, hat sich bei der Bestimmung von Azimuten und Breiten in hohem Masse bewährt. Dagegen fehlen heute noch Erfahrungen über seine Eignung bei der Bestimmung von Längen. Zuzufolge des kleinen Gewichtes des Instrumentes würde es sich für Arbeiten im Hochgebirge eignen, sofern die Zeitbestimmungen mit genügender Genauigkeit ausgeführt werden können.

Die Kommission beschliesst, Versuche für Zeitbestimmungen mit dem DKM-3 durchzuführen und zwar teilweise in Zürich, teilweise auf der Rigi.

### **c) Prüfstrecke München.**

Die Kommission sieht vor, dass bei der Basismessung Rheintal vom Sommer 1959 Herr Ing. Wunderlin teilnimmt. Er soll daher im Sommer 1958 den Einführungskurs auf dem Normalkilometer in München mitmachen.

### **d) Schweremessungen.**

Die Schweremessungen sind im Jahre 1957 zu einem gewissen Abschluss gekommen. Für das Jahre 1958 sind nur unbedeutende Ergänzungen vorgesehen.

Die Kommission beschliesst, im Jahre 1958 die Publikation der bisherigen Arbeit derart zu fördern, dass wenn möglich noch in diesem, spätestens aber im Jahre 1959 ein Band über moderne Schweremessungen in der Reihe « Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz » erscheinen kann.

## **III. Administrative Arbeiten.**

### **a) Jahresrechnung 1957.**

Die von Herrn de Remy vorgelegte Jahresrechnung 1957 wird genehmigt.

## Jahresrechnung 1957

A. Vortrag vom Vorjahr, Aktivsaldo .....		Fr. 252 90
B. EINNAHMEN :		
Bundesbeitrag .....	Fr. 83 200	—
Zinserlös .....	» 196 85	—
Verkauf von Veröffentlichungen .....	» 29 35	—
		Fr. 83 426 20
C. AUSGABEN :		
Gehalt der Ingenieure .....	Fr. 58 308	—
Lohn für Techniker .....	» 12 666	60
Beiträge an AHV .....	» 1	517
Unfallversicherung .....	» 585	80
Möbiliarversicherung .....	» 57	20
Feldarbeiten der Ingenieure .....	» 8 492	90
Instrumenten-Unterhalt-Mitgebühren-Trasp. u. Versicherung .....	» 5 589	75
Bürodruckmaschine, Ankauf .....	» 1	950
Büroauslagen in Zürich .....	» 915	20
Kommissionssitzungen .....	» 560	75
Delegation nach Toronto .....	» 3	585
Procès-verbal 1956, Druckkosten .....	» 1	254
Andere Fachdrucksachen und Übersetzungen .....	» 802	—
Verwaltungskosten in Bern .....	» 298	75
Beitrag an die S. N. G. ....	» 832	—
		» 97 415 45
	Mehrausgaben 1957 .....	» 13 989 25
D. Vortrag auf neue Rechnung	Passivsaldo	Fr. 13 736 35

Bern / Zürich, den 13. Januar 1958.

### Remarques sur les comptes 1957.

En décembre, la Société helvétique des sciences naturelles a accordé à la Commission géodésique un subside complémentaire de Fr. 5200.—, ce qui a porté la subvention totale de la Confédération à Fr. 83 200 —. Malgré cette augmentation des recettes, les comptes de 1957 bouclent par un solde passif de Fr. 13 736 35. Ce déficit important a été couvert provisoirement par prélèvement sur le fonds de réserve pour l'achat d'instruments.

Parmi les dépenses exceptionnelles qui ont principalement contribué au déséquilibre de notre budget, on peut citer l'achat, pour le bureau de Zurich, d'une machine à imprimer, Fr. 1950 —; la location d'un gravimètre, Fr. 5365 —; le congrès de Toronto, Fr. 3585 —; et enfin le fait qu'en plus des trois ingénieurs de la Commission, celle-ci a engagé, pour deux mois, l'ingénieur Gleinsvik pour procéder à des mesures gravimétriques, Fr. 3450 —.

L'un des ingénieurs de la Commission ayant atteint la limite d'âge, on peut escompter que sa mise en disponibilité au 31.12.57 aura pour effet d'améliorer sensiblement le budget de 1958.

Berne, le 13 janvier 1958.

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE :

*Le trésorier,*  
M. DE RÆMY.

b) Jahresbudget 1958.

Die Kommission stimmt dem Budget 1958 zu.

A. EINNAHMEN:

Bundesbeitrag ..... Fr. 78 000 —

B. AUSGABEN:

Gehalt für 2 Ingenieure ..... Fr. 39 200 —  
 Gehalt reduz. für 1 Ingenieur ..... » 5 500 —  
 Gehalt für 1 Techniker ..... » 13 500 —  
 Pensionsversicherung Ing. Wunderlin » 500 — » 58 700 —

Beiträge an AHV ..... Fr. 1 200 —  
 Unfallversicherung ..... » 600 —  
 Mobiliarversicherung ..... » 60 — » 1 860 —

Feldarbeiten:

Berner Oberland ..... Fr. 2 000 —  
 Versuche München ..... » 1 100 —  
 Versuche DKM3 ..... » 2 000 — » 5 100 —

Ankauf v. Zeitregistriervorrichtungen ..... » 3 000 —

Rechnungs Arbeiten Berner Oberland 1957 ..... Fr. 400 —  
 Büroauslagen Zürich ..... » 760 —  
 Verwaltung in Bern ..... » 400 —  
 Beitrag an S.N.G. .... » 780 — » 2 340 —

Kommissionssitzungen ..... Fr. 500 —  
 Procès-verbal 1958 ..... » 1 500 — » 2 000 —

Publikation Band SCK ..... » 5 000 —

Total Ausgaben ..... Fr. 78 000 —

c) Gesuch um Beitrag 1959.

Obwohl die bisherigen Mittel für die Weiterführung der Arbeiten kaum ausreichen, erklärt sich die Kommission auf Anraten des Herrn Zentralpräsidenten damit einverstanden, sich mit einem Kreditgesuch im Betrage von Fr. 78 000 — für das Jahr 1959 zu begnügen.

IV. Wahlen.

Herr Bäschlin tritt als Präsident der Schweiz. Geodätischen Kommission zurück. In warmen Worten würdigen die Herren Kobold und de Beaumont die langjährige Tätigkeit des Scheidenden und danken ihm für die aufopfernde Tätigkeit, dank der es gelungen ist, den hohen Ruf, dessen sich die Schweiz. Geodätische Kommission im Ausland seit Jahren erfreut, aufrecht zu erhalten und zu festigen.

Die Kommission wählt als neuen Präsidenten Herrn Kobold und als Vizepräsidenten Herrn Schürer. Herr Kobold wird von Amtes wegen Mitglied des Senats; Herr Schürer Ersatzmann.

Als neues Mitglied der Kommission wird Herr Blaser gewählt. Die Wahl unterliegt der Genehmigung durch den Senat. Die Kommission bestimmt ferner Herrn Blaser als neuen Sekretär.

Ende der Sitzung 13<sup>h</sup>.

Der Präsident: Der Sekretär:

C. F. BÄSCHLIN. F. KOBOLD.

## TABLE DES MATIÈRES

---

Adresses des membres de la Commission géodésique suisse .....	2
I. <i>Wissenschaftliche Arbeiten</i> .....	3
<i>a, b)</i> Bestimmung der Längendifferenz München - Genf.....	3
<i>c)</i> Libellenuntersuchungen .....	19
<i>d)</i> Gravimetermessungen .....	21
<i>e)</i> Basismessung Rheintal .....	27
II. <i>Arbeitsprogramm 1958</i> .....	28
III. <i>Administrative Arbeiten</i> .....	29
IV. <i>Wahlen</i> .....	33

---