

MEDDELELSER OM GRØNLAND

UDGIVNE AF

KOMMISSIONEN FOR VIDENSKABELIGE UNDERSØGELSER I GRØNLAND

Bd. 187 • Nr. 3

EXPÉDITION GLACIOLOGIQUE INTERNATIONALE AU GROENLAND

E.G.I.G. 1967-1968 Vol. 3 No 3

DAS GEOMETRISCHE NIVELLEMENT ÜBER
DAS GRÖNLÄNDISCHE INLANDEIS
DER GRUPPE NIVELLEMENT A DER
INTERNATIONALEN GLAZIOLOGISCHEN
GRÖNLAND EXPEDITION 1967-68

SOMMERCAMPAGNE 1968

VON

H. SECKEL

MIT 5 BILDER, 11 ABBILDUNGEN, 9 TABELLEN
UND 9 ANLAGEN



Nyt Nordisk Forlag Arnold Busck

København 1977

ISBN 87-17-02372-6

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI A/S

Inhaltsübersicht

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Zusammenfassung | 4 |
| Summary | 4 |
| Resumé | 4 |
| Vorwort | 5 |
| 1. Die Arbeiten der Gruppe Nivellement A bei der Sommercampagne 1968 | 6 |
| 2. Das geometrische Nivellement | 7 |
| 2.1 Vorbereitungen | 7 |
| 2.1.1 Versuchsmessungen | 7 |
| 2.1.2 Bereitstellung der Geräte und Eichungen | 7 |
| 2.2 Fußnivelllement im Ablationsgebiet | 16 |
| 2.2.1 Vorbereitung und Erkundung | 16 |
| 2.2.2 Ausrüstung für das Fußnivelllement | 17 |
| 2.2.3 Gruppeneinteilung | 17 |
| 2.2.4 Meßmethode und technische Durchführung | 18 |
| 2.2.5 Zeitplan und Arbeitsleistung | 19 |
| 2.3 Das Weaselnivelllement über das grönlandische Inlandeis von Camp Séismique bis Crête | 20 |
| 2.3.1 Ausrüstung für das Weaselnivelllement | 20 |
| 2.3.2 Gruppeneinteilung | 21 |
| 2.3.3 Meßmethode und technische Durchführung | 22 |
| 2.3.4 Zeitplan und Arbeitsleistung | 25 |
| 3. Auswertung und Ergebnisse der Nivellements | 26 |
| 3.1 Berechnung und Ergebnisse des Fußnivelllements im Ablations- gebiet | 26 |
| 3.1.1 Höhen der Balisen | 26 |
| 3.1.2 Höhen der Einzelpunkte | 26 |
| 3.2 Berechnung und Ergebnisse des Weaselnivelllements über das Inlandeis von Camp Séismique bis T 43 | 31 |
| 3.2.1 Höhen der Balisen | 31 |
| 3.2.2 Höhen der Einzelpunkte | 32 |
| 3.3 Höhenverzeichnis der Rheologischen Balisen, Groß-Balisen (Haefeli) und der Balisen der Deformationsfiguren | 38 |
| 3.4 Genauigkeit der Nivellements | 40 |
| 3.4.1 Genauigkeit des Fußnivelllements | 41 |
| 3.4.2 Genauigkeit des Weaselnivelllements | 42 |
| 4. Sonderaufgaben und ihre operationelle Durchführung | 43 |
| 4.1 Topographische Aufnahmen | 43 |
| 4.1.1 Aufgabe und Aufnahmemethode | 43 |
| 4.1.2 Auswertung und Ergebnisse | 44 |
| 4.2 Gravimetrie | 45 |
| 4.2.1 Ausrüstung | 45 |
| 4.2.2 Durchführung | 45 |
| 4.3 Barometrische Höhenmessung | 47 |
| 4.4 Meteorologie | 48 |
| 4.5 Pentagonmessungen | 48 |

| | | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.6 | Magnetische Azimutmessungen | 48 |
| 4.7 | Magnetometermessungen | 49 |
| 5. | Übersicht über den zeitlichen Verlauf der Arbeiten der Gruppe Nivellement A | 50 |
| | Literaturverzeichnis | 53 |
| | Verzeichnis der Anlagen | 54 |

Zusammenfassung

In der Sommercampagne 1968 wurde im Rahmen der EGIG eine Wiederholung des geometrischen Nivellements von 1959 durchgeführt.

Die Messungen wurden vom westlichen Küstengebirge Grönlands bis zum Scheitelpunkt des Inlandeises von einer deutschen Gruppe (A), vom östlichen Eisrand bis zum Scheitelpunkt von einer französischen Gruppe (B) ausgeführt.

Im vorliegenden Bericht sind die Arbeiten der Gruppe A dargestellt.

Wie 1959 wurde auch 1968 die westliche Ablationszone durch ein Nivellement zu Fuß überwunden, während die eigentliche Höhenübertragung über das Inlandeis als motorisiertes Nivellement durchgeführt wurde. Die Messungen waren auch 1968 als unabhängiges, in sich kontrolliertes Doppelnivellement angelegt und sind hinsichtlich der Genauigkeit den Werten der 1. Messung 1959 vergleichbar. Als Ergebnis stehen die Höhenunterschiede zwischen den einzelnen Festpunkten (Ablationspegel bzw. Balisen) und die Höhen aller Einzelpunkte zur Verfügung.

Summary

During the Summer-Campaign 1968 of EGIG the geometrical levelling of 1959 was repeated. A German group (A) carried out the measurements from the mountains at the western coast of Greenland to the top of the icecap, while a French group (B) started in opposite direction from the eastern coast. In both campaigns the western zone of ablation had to be crossed by levelling on foot; across the icecap the heights were carried by a motorized levelling. The measurements have been controlled by an independent double levelling. The accuracy of the levelling of 1959 and 1968 is similar. As results all the height differences between the ablation level points and the balises as well as the heights of each measured point are given.

Résumé

Pendant la campagne d'été 1968 de l'EGIG le nivelllement géométrique de 1959 fut répété. Les mesures sont effectuées par deux groupes: un groupe allemand (A), qui à commencé aux montagnes du côté occidentale du Groenland et un groupe français (B), qui à nivellé du côté de l'est jusqu'au sommet de l'Inlandsis.

Le rapport présent a pour objet l'activité du groupe nivelllement A.

Comme 1959 la zone d'ablation de l'ouest fut traversée par un nivelllement à pied, la mesure à travers l'Inlandsis fut réalisée par un nivelllement motorisé. La méthode d'observation — un cheminement double indépendant — était la même comme 1959. La précision des observations et des résultats est comparable à celle de la première campagne 1959.

Le rapport présente les dénivellées des points d'ablation et des balises; en plus les altitudes de tous les nivellés sont données.

VORWORT

Die Erfahrungen der Expedition 1959 (EGIG I) zeigten, daß das Nivellement im gesamten West-Ost-Profil der EGIG in Grönland von einer Gruppe in einer Campagne nicht zu bewältigen ist. Für die gesamte Höhenübertragung im West-Ost-Profil in Grönland wurden, nach den Beschlüssen des Direktionskomitees der EGIG vom Oktober 1963 in Lausanne und vom Mai 1965 in Zürich, in der Sommercampagne 1968 (EGIG II) eine deutsche und eine französische Gruppe eingesetzt. Die deutsche Gruppe (A) übernahm, gemäß dem Vorschlag zum Operationsplan von MÖLLER und MÄLZER vom 5. Juni 1965, den Westteil des Profils mit Anschluß an den Festpunkt A 14, während die französische Gruppe (B) das Nivellement vom Cecilia Nunatak beginnend für den Ostteil des Profils ausführte. Der vorliegende Bericht ist eine zusammenfassende Darstellung einschließlich der Berechnungs- und Messungsergebnisse der Arbeiten der Gruppe Nivellement A 1968.

Die Feldbuchunterlagen aller Messungen der Gruppe werden mit Erläuterungen versehen, am Geodätischen Institut der Universität (TH) Karlsruhe aufbewahrt. Durchschriften der Messungen wurden noch während der Feldarbeiten der Expeditionsleitung, Monsieur ROBERT GUILLARD, übergeben und werden im Archiv der Expéditions-Polaires Françaises aufbewahrt. Von den Messungsunterlagen der Gruppe Nivellement B wurde eine Kopie gefertigt, die sich ebenfalls beim Geodätischen Institut der Universität Karlsruhe befindet.

Die instrumentelle Ausrüstung war in dankenswerter Weise von der Deutschen Forschungsgemeinschaft, dem Deutschen Geodätischen Forschungsinstitut (München), dem Institut für angewandte Geodäsie (Frankfurt), dem Institut für Reine und Angewandte Geophysik der Universität Münster und dem Geodätischen Institut der Universität Karlsruhe zur Verfügung gestellt worden. Die Auswertungen der Nivellements konnten mit Hilfe der finanziellen Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft und des Geodätischen Instituts Karlsruhe im wesentlichen von den Herren MANFRED STOBER, MASSOUD RASSOULI und FREDRIK ADOLFSSON durchgeführt werden.

Für ihre stete Hilfe bei allen auftretenden instrumentellen, finanziellen und fachlichen Fragen sei dem Direktor des Geodätischen Instituts der Universität Karlsruhe Herrn Prof. Dr. LICHTE, dem Vertreter der

Deutschen Forschungsgemeinschaft Herrn Dipl.-Phys. KIRSTE, Herrn Prof. Dr. WALTER HOFMANN von der Universität Karlsruhe (T.H.), Herrn Prof. Dr. BROCKAMP und Herrn Prof. Dr. THYSSEN von der Universität Münster, dem Generalsekretär der EGIG Herrn Prof. ALBERT BAUER und den Expeditionsteilnehmern 1959 den Herren Dr. MÄLZER und Dr. MÖLLER an dieser Stelle gedankt.

1. DIE ARBEITEN DER GRUPPE NIVELLEMENT A BEI DER SOMMERCAMPAGNE 1968

Die Hauptaufgabe der Gruppe Nivellement A bei der II. Internationalen Glaziologischen Grönland Expedition (EGIG II) war die Wiederholung der Höhenmessung im Ost-West-Profil von dem Festpunkt A 14 im Westen bis zur Balise T 43 (Crête). Der Festpunkt A 14 war 1948 von Bauer trigonometrisch bestimmt und 1953 an einen Meerespegel bei Port Victor angeschlossen worden (BAUER, 1954 und 1968). Wie 1959 sollte die Höhenübertragung durch das Verfahren des geometrischen Nivellements erfolgen. Die Gründe, die zur Wahl dieses Messungsverfahrens führten, sind von LICHTE und MÄLZER ausführlich dargelegt. Im Jahre 1968 waren, wie 1959, wieder 2 Arbeitsabschnitte vorgesehen. Das Nivellement im westlichen Ablationsgebiet sollte zu Fuß erfolgen, während das Nivellement von Camp Séismique bis zur Balise T 43 als motorisiertes Nivellement durchzuführen war. Das Nivellement sollte auf dem Profil von 1959 wiederholt werden. Im westlichen Ablationsgebiet war dies nicht möglich, da die durch die Geländeverhältnisse bedingten Umwege 1959 und 1968 lagemäßig nicht eingemessen wurden.

Zwischen T 0 und T 43 wäre ein Aufsuchen der alten Trasse 1959 wohl möglich gewesen. Die Verschiebungen der alten Trasse 1959 gegen die Trasse 1968 betragen nach den vorläufigen Werten, die von HOFMANN/NOTTARP im Frühjahr 1968 zur Verfügung gestellt wurden, im Maximum 200 m. Das Nivellement 1959 folgte der von den Transportgruppen ausgesteckten Trasse, die von der geradlinigen Verbindung zweier Balisen bis zu ca. 100 m abwich. Wegen der Unsicherheit der alten Trasse und den geringen Verschiebungswerten wurde auf die Fahrt entlang der Trasse 1959 verzichtet, unsere Gruppe folgte ebenfalls der von den Transportgruppen ausgesteckten Trasse 1968. Die Balisenstandpunkte 1968 wurden höhenmäßig bestimmt und die Standpunkte 1959 angeschlossen. Zu diesem Zweck wurden von den Standpunkten 1968 aus die Standpunkte 1959 abgesteckt.

Auf Wunsch der Glaziologen sollte um 11 Großbalisen herum, die im Jahre 1967 errichtet worden waren, das Gelände in einem Umkreis von etwa 1 km topographisch aufgenommen werden.

2. DAS GEOMETRISCHE NIVELLEMENT

2.1 Vorbereitungen

2.1.1 Versuchsmessungen

Aufgrund der Erfahrungen der Gruppe Nivellement von 1959 (EGIG I) waren umfangreiche Versuchsmessungen zur Vorbereitung nicht erforderlich.

Die 4 Geodäten der Gruppe Nivellement A hatten durch Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Rahmen des Kurses für Hochgebirgs- und Polarforschung 1966 in Obergurgl Gelegenheit, sich unter Leitung von Dr. MÖLLER, einem Teilnehmer der EGIG I Gruppe Nivellement, bei einem Nivellement über das Firnfeld des Gurgler Ferners mit den Verfahren vertraut zu machen. Um auch den französischen Teilnehmern Gelegenheit zu geben, das Meßverfahren kennenzulernen, fanden am 21. und 22. Februar 1968 Versuchsmessungen der Gruppen Nivellement A und Nivellement B in Karlsruhe statt.

2.1.2 Bereitstellung der Geräte und Eichungen

Für das Nivellement standen durch Finanzierung der Deutschen Forschungsgemeinschaft 4 selbsthorizontierende Instrumente Ni 2 der Firma Zeiss, Oberkochen, 3 Holzklapplatten von 4 m Länge für das Fußnivelllement und 3 Invarbandlatten von 3 m Länge für das Weasel-nivellement der Firma Nestle u. Fischer, Dornstetten, zur Verfügung.

Die Nivellierinstrumente wurden im Klimakeller des Geodätischen Institutes der Universität Karlsruhe getestet, die Schrauben für die Horizontierung usw. ließen sich bis zu Temperaturen unter -30°C leicht bewegen. Die Voreichung der Holzlatten sowie der 3 m-Invarbandlatten erfolgte im Rahmen einer Diplomarbeit von VOLKER WERNY im Klimakeller des Geodätischen Instituts der Universität Karlsruhe im Sommer 1967. Nach der Verwendung in Grönland wurden die Latten im Januar/Februar 1969 einer Nacheichung unterzogen.

Die Voreichungen wurden vom 1.6.67 – 10.7.67 bei den Temperaturen $+40^{\circ}\text{C}$, $+30^{\circ}\text{C}$, $+20^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+3^{\circ}\text{C}$, -9°C , -18°C und -26°C und die Nacheichungen vom 22.1.69 – 6.2.69 bei den Temperaturen $+22^{\circ}\text{C}$, $+9^{\circ}\text{C}$, $+2^{\circ}\text{C}$, -8°C und -19°C durchgeführt. Eine Nacheichung bei Temperaturen unter -19°C erübrigte sich, da die gemessenen Latten-temperaturen in keinem Falle unter -20°C lagen.

Um Maßstabsunterschiede in den Höhenmessungen von 1959 und 1968 zu vermeiden, wurden die Latteneichungen 1967/69 mit dem gleichen Normalmeter wie 1959 durchgeführt. Verwendet wurde das Normalmeter Nr. 1098 von Bamberg des Geodätischen Instituts der Universität Karlsruhe mit der Gleichung

$$L = 1 \text{ m} + [0,003 - 0,0115 (t - 18^\circ)] \text{ mm.}$$

Das Lattenmeter wurde etwa von Dezimeter zu Dezimeter mit dem Normalmeter verglichen, sodaß für die 3 m langen Invarlatten $n = 20$ Bestimmungen und für die 4 m langen Holzlatten $n = 30$ Bestimmungen des Lattenmeters für eine konstante Temperatur und einen Eichdurchgang vorliegen (1967 wurden zum Teil 2 Durchgänge gemessen).

Die Ergebnisse der Latteneichungen sind in den folgenden Tabellen und Abbildungen zusammengefaßt, dabei sind nur die Latten erfaßt, die tatsächlich in Gebrauch waren (Holzlatten A, B und C, Invarlatten A und C).

In den Tabellen 1–3 sind neben dem mittleren Lattenmeter die mittleren Fehler einer einmaligen Bestimmung des Lattenmeters

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[\varrho\varrho]}{n-1}} \text{ und des Mittelwertes aus } n \text{ Bestimmungen}$$

$$M = \frac{m_0}{\sqrt{n}} = \pm \sqrt{\frac{[\varrho\varrho]}{n(n-1)}} \text{ angegeben.}$$

Tabelle 1. *Eichung der Invarlatte A.*

| Voreichung 1.6.67 – 18.7.67 | | | | | Nacheichung 22.1.69 – 6.2.69 | | | | |
|--------------------------------|-----|------------------------------------------------|---------------|-------------|---------------------------------|-----|------------------------------------------------|---------------|-------------|
| $t^\circ\text{C}$ | n | durch- schnittl. Latten- meter [m] | m_0 [mm] | M [mm] | $t^\circ\text{C}$ | n | durch- schnittl. Latten- meter [m] | m_0 [mm] | M [mm] |
| Latte A Seite 1 | | | | | | | | | |
| +40° | 40 | 1,000045 | ±0,023 | ±0,004 | — | — | — | — | — |
| +30° | 40 | 1,000036 | ±0,021 | ±0,003 | — | — | — | — | — |
| +20° | 40 | 1,000032 | ±0,020 | ±0,020 | +22° | 20 | 1,000035 | ±0,022 | ±0,005 |
| +10° | 40 | 1,000013 | ±0,024 | ±0,004 | + 9° | 20 | 1,000029 | ±0,023 | ±0,005 |
| + 3° | 40 | 1,000017 | ±0,021 | ±0,003 | + 2° | 20 | 1,000008 | ±0,032 | ±0,007 |
| - 9° | 40 | 0,999988 | ±0,024 | ±0,004 | - 8° | 20 | 1,000009 | ±0,020 | ±0,005 |
| -18° | 40 | 0,999968 | ±0,023 | ±0,004 | -19° | 20 | 0,999986 | ±0,022 | ±0,005 |
| -26° | 40 | 0,999957 | ±0,019 | ±0,003 | — | — | — | — | — |
| Latte A Seite 2 | | | | | | | | | |
| +40° | 40 | 1,000058 | ±0,048 | ±0,008 | — | — | — | — | — |
| +30° | 40 | 1,000049 | ±0,046 | ±0,007 | — | — | — | — | — |
| +20° | 40 | 1,000037 | ±0,049 | ±0,008 | +22° | 20 | 1,000045 | ±0,023 | ±0,005 |
| +10° | 40 | 1,000028 | ±0,044 | ±0,007 | + 9° | 20 | 1,000045 | ±0,025 | ±0,006 |
| + 3° | 40 | 1,000019 | ±0,044 | ±0,007 | + 2° | 20 | 1,000007 | ±0,072 | ±0,016 |
| - 9° | 40 | 0,999997 | ±0,046 | ±0,007 | - 8° | 20 | 1,000020 | ±0,025 | ±0,006 |
| -18° | 40 | 0,999980 | ±0,045 | ±0,007 | -19° | 20 | 0,999989 | ±0,030 | ±0,007 |
| -26° | 40 | ±,999958 | ±0,007 | ±0,047 | — | — | — | — | — |

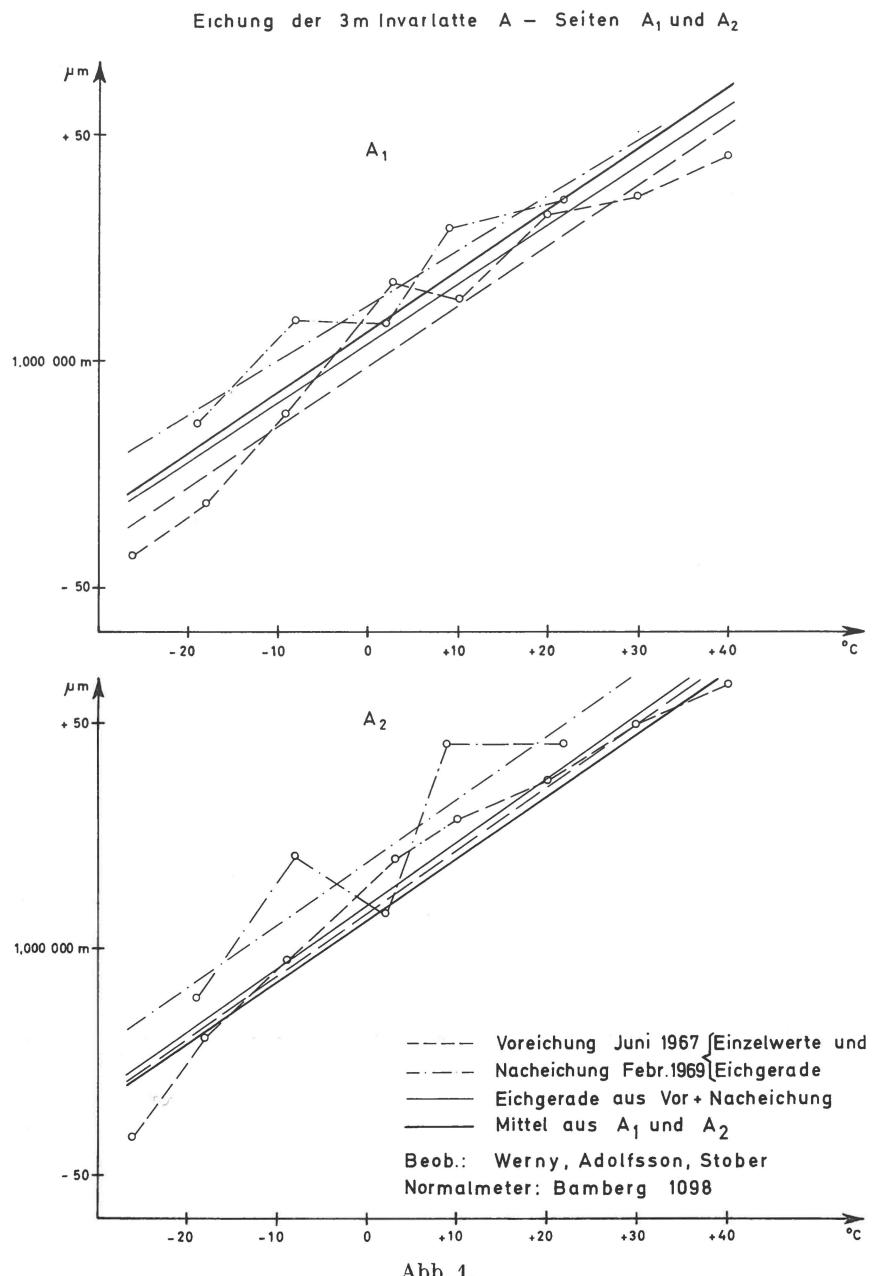


Abb. 1.

Tabelle 2. *Eichung der Invarlatte C (Weaselnivellement).*

| Voreichung 1.6.67 – 18.7.67 | | | | | Nacheichung 22.1.69 – 6.2.69 | | | | |
|--------------------------------|-----|--------------------------------------|--------|--------|---------------------------------|-----|--------------------------------------|--------|--------|
| $t^{\circ}\text{C}$ | n | mittleres Latten- meter [m] | m_0 | M | $t^{\circ}\text{C}$ | n | mittleres Latten- meter [m] | m_0 | M |
| Latte C Seite 1 | | | | | | | | | |
| +40° | 40 | 1,000105 | ±0,034 | ±0,005 | — | — | — | — | — |
| +30° | 40 | 1,000090 | ±0,031 | ±0,005 | — | — | — | — | — |
| +20° | 40 | 1,000077 | ±0,039 | ±0,006 | +22° | 20 | 1,000113 | ±0,048 | ±0,011 |
| +10° | 40 | 1,000072 | ±0,038 | ±0,006 | + 9° | 20 | 1,000086 | ±0,036 | ±0,008 |
| + 3° | 40 | 1,000056 | ±0,042 | ±0,007 | + 2° | 20 | 1,000073 | ±0,061 | ±0,014 |
| - 9° | 40 | 1,000034 | ±0,037 | ±0,006 | - 8° | 20 | 1,000066 | ±0,047 | ±0,011 |
| -18° | 40 | 1,000023 | ±0,038 | ±0,006 | -19° | 20 | 1,000049 | ±0,029 | ±0,006 |
| -26° | 40 | 1,000003 | ±0,037 | ±0,006 | — | — | — | — | — |
| Latte C Seite 2 | | | | | | | | | |
| +40° | 40 | 1,000030 | ±0,044 | ±0,007 | — | — | — | — | — |
| +30° | 40 | 1,000021 | ±0,046 | ±0,007 | — | — | — | — | — |
| +20° | 40 | 1,000015 | ±0,043 | ±0,007 | +22° | 20 | 1,000021 | ±0,061 | ±0,014 |
| +10° | 40 | 0,999997 | ±0,042 | ±0,007 | + 9° | 20 | 1,000018 | ±0,037 | ±0,008 |
| + 3° | 40 | 0,999995 | ±0,045 | ±0,007 | + 2° | 20 | 1,000012 | ±0,067 | ±0,015 |
| - 9° | 40 | 0,999972 | ±0,043 | ±0,007 | - 8° | 20 | 0,999992 | ±0,035 | ±0,008 |
| -18° | 40 | 0,999953 | ±0,042 | ±0,007 | -19° | 20 | 0,999984 | ±0,036 | ±0,008 |
| -26° | 40 | 0,999934 | ±0,042 | ±0,007 | — | — | — | — | — |

Die Werte für das mittlere Lattenmeter sind in den Abbildungen 1–5 über der jeweiligen Eichtemperatur aufgetragen und ergeben für jede Latte und jede Eichperiode eine ausgleichende Gerade. Die unterschiedlichen Genauigkeiten der Vor- und Nacheichung ließen eine einfache Mittelung zwischen Vor- und Nacheichung nicht zu. Zur Bestimmung der mittleren Eichgeraden für Vor- und Nacheichung wurden Gewichte eingeführt, die sich aus dem mittleren Abstand der Einzelpunkte von den ausgleichenden Geraden ergaben.

Für die Invarlatte A konnte eine mittlere Eichgerade für beide Seiten (A 1 und A 2) benutzt werden, während bei der Invarlatte C die Eichgeraden für die Invarbänder C 1 und C 2 zu große Unterschiede zeigten.

Der Vergleich zwischen Vor- und Nacheichung bei den Holzlatten läßt, auch bei der geringen Genauigkeit der Nacheichung, eine Vergrößerung des Lattenmeters erkennen, was vermutlich auf den Einfluß der Feuchte zurückzuführen ist. Die ausgleichenden Geraden weichen maximal um 0,05 mm von den gemessenen Eichwerten ab, das entspricht bei einem Höhenunterschied von 1000 m einem Fehler von 5 cm.

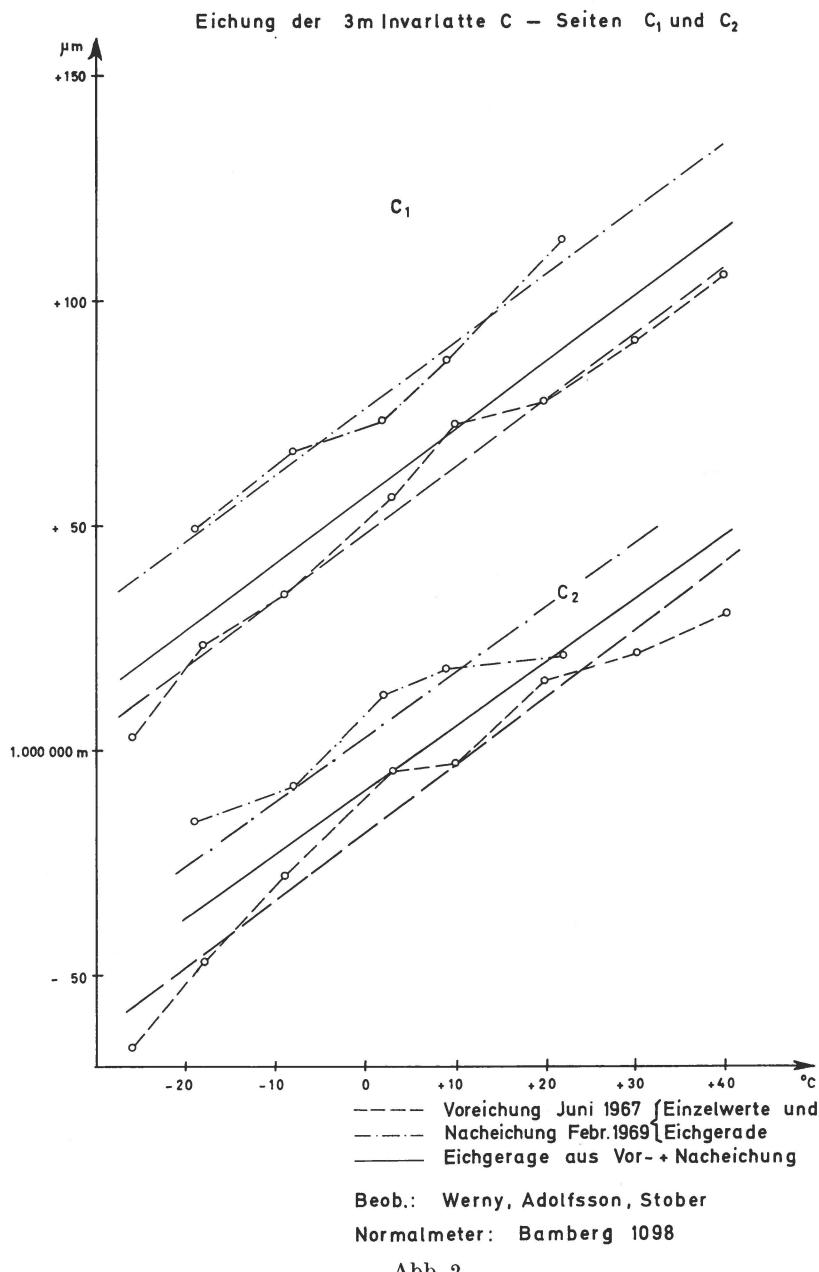


Abb. 2.

Tabelle 3. *Eichung von Holzklapplatten. Fußnivelllement*

| Voreichung 1.6.67 – 18.7.67 | | | | | Nacheichung 22.1.69 – 6.2.69 | | | | |
|--------------------------------|-----|-------------------------------|--------|--------|---------------------------------|-----|-------------------------------|--------|--------|
| $t^{\circ}\text{C}$ | n | mittleres Latten- meter | m_0 | M | $t^{\circ}\text{C}$ | n | mittleres Latten- meter | m_0 | M |
| | | [m] | [mm] | [mm] | | | [m] | [mm] | [mm] |
| Holzlatte A | | | | | | | | | |
| +40° | 30 | 1,000067 | ±0,071 | ±0,013 | — | — | — | — | — |
| +32° | 30 | 1,000074 | ±0,074 | ±0,014 | — | — | — | — | — |
| +21° | 30 | 1,000021 | ±0,072 | ±0,013 | +21° | 30 | 1,000116 | ±0,127 | ±0,023 |
| +10° | 30 | 0,999987 | ±0,062 | ±0,012 | + 8° | 30 | 1,000033 | ±0,115 | ±0,021 |
| + 2° | 30 | 0,999953 | ±0,079 | ±0,014 | + 1° | 30 | 1,000012 | ±0,112 | ±0,020 |
| - 9° | 30 | 0,999939 | ±0,060 | ±0,011 | - 8° | 30 | 1,000071 | ±0,109 | ±0,020 |
| -20° | 30 | 0,999884 | ±0,078 | ±0,014 | -18° | 30 | 1,000020 | ±0,095 | ±0,017 |
| -28° | 30 | 0,999888 | ±0,078 | ±0,014 | — | — | — | — | — |
| Holzlatte B | | | | | | | | | |
| +40° | 30 | 1,000167 | ±0,094 | ±0,017 | — | — | — | — | — |
| +32° | 30 | 1,000140 | ±0,081 | ±0,015 | — | — | — | — | — |
| +21° | 30 | 1,000117 | ±0,072 | ±0,013 | +21° | 30 | 1,000204 | ±0,106 | ±0,019 |
| +10° | 30 | 1,000100 | ±0,061 | ±0,011 | + 8° | 30 | 1,000147 | ±0,085 | ±0,015 |
| + 2° | 30 | 1,000068 | ±0,067 | ±0,012 | + 1° | 30 | 1,000148 | ±0,080 | ±0,015 |
| - 9° | 30 | 1,000015 | ±0,058 | ±0,011 | - 8° | 30 | 1,000154 | ±0,064 | ±0,012 |
| -20° | 30 | 0,999984 | ±0,079 | ±0,014 | -18° | 30 | 1,000120 | ±0,117 | ±0,021 |
| -28° | 30 | 0,999948 | ±0,072 | ±0,013 | — | — | — | — | — |
| Holzlatte C | | | | | | | | | |
| +40° | 30 | 1,000044 | ±0,096 | ±0,018 | — | — | — | — | — |
| +32° | 30 | 1,000027 | ±0,090 | ±0,016 | — | — | — | — | — |
| +21° | 30 | 1,000002 | ±0,092 | ±0,017 | +21° | 30 | 1,000116 | ±0,092 | ±0,017 |
| +10° | 30 | 0,999990 | ±0,096 | ±0,018 | + 8° | 30 | 1,000099 | ±0,091 | ±0,017 |
| + 2° | 30 | 0,999976 | ±0,090 | ±0,016 | + 1° | 30 | 1,000110 | ±0,049 | ±0,009 |
| - 9° | 30 | 0,999910 | ±0,103 | ±0,019 | - 8° | 30 | 1,000078 | ±0,090 | ±0,016 |
| -20° | 30 | 0,999921 | ±0,119 | ±0,022 | -18° | 30 | 1,000018 | ±0,114 | ±0,021 |
| -28° | 30 | 0,999837 | ±0,110 | ±0,020 | — | — | — | — | — |

Aus den Abbildungen 1–5 wurden die in Tabelle 4 zusammengestellten Werte entnommen und zur Reduktion der Meßwerte verwendet.

Die ermittelten Ausdehnungskoeffizienten für Invar stimmen gut mit dem allgemeinen Wert für Invar von $4,5 \cdot 10^{-6}$ überein (LEHMANN, 1960). Bei den Holzlatten liegen die ermittelten Ausdehnungskoeffizienten unter den bei Lehmann mit etwa $8 \cdot 10^{-6}$ angegebenen Werten.

Zur Erfassung der Lattentemperaturen standen Thermometer der Firma Kübler (Karlsruhe) zur Verfügung, die bei der Voreichung der Latten geeicht wurden. Die Eichverbesserungen für die abgelesenen Temperaturen sind in Abbildung 6 aufgetragen.

Eichung der 4m Holzklapplatte A

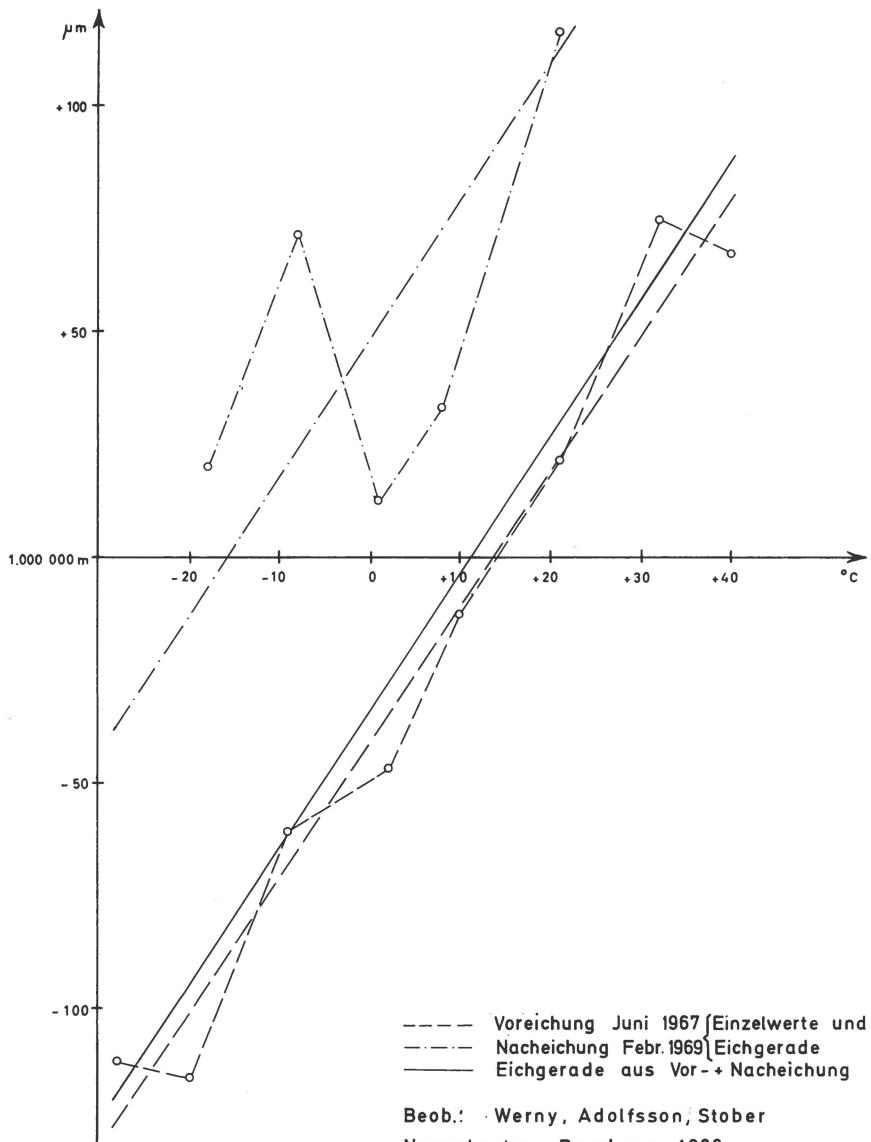


Abb. 3.

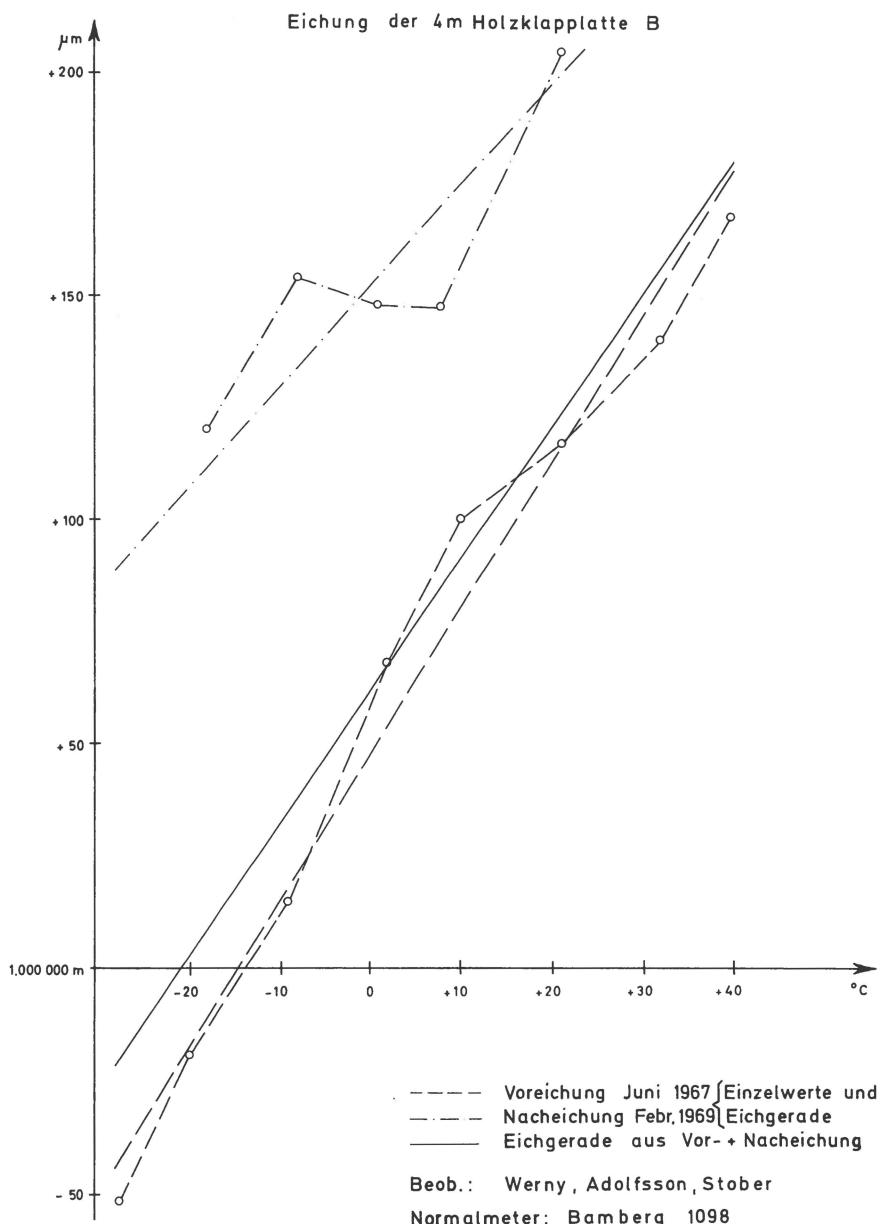


Abb. 4.

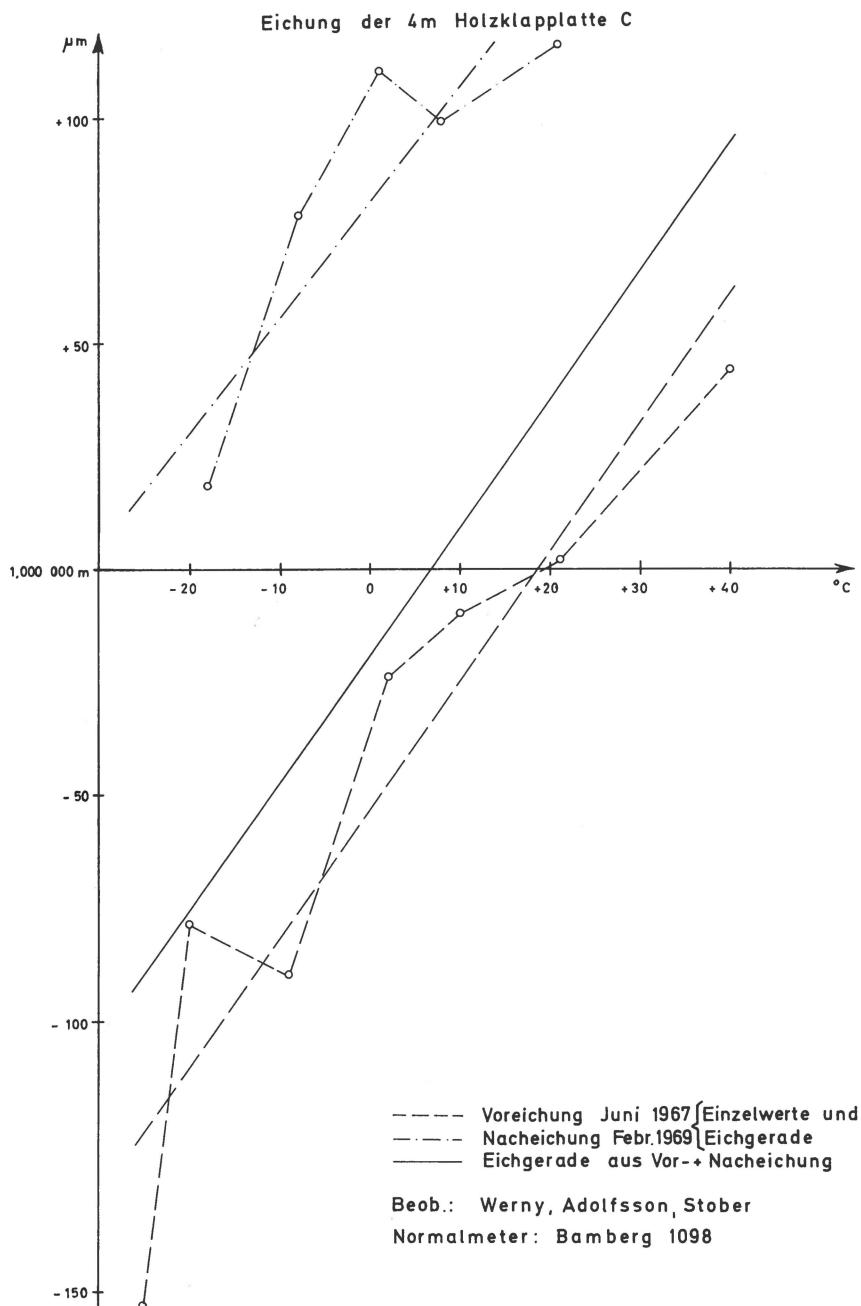


Abb. 5.

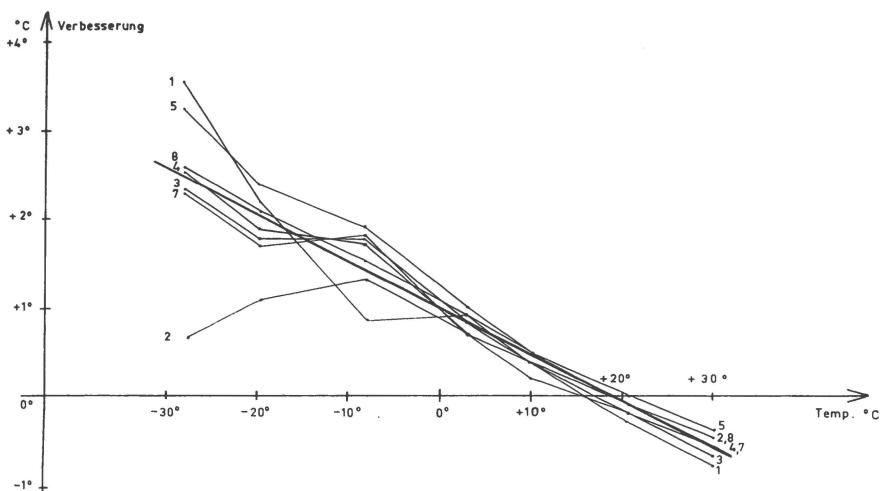


Abb. 6. Eichverbesserung der Kübler-Thermometer.

Tabelle 4.

| Latte | Eichgleichung |
|----------------------------|----------------------------|
| Invar A | 1,000006 m + 0,0013 mm/ °C |
| Invar C ₁ | 1,000056 m + 0,0015 mm/ °C |
| Invar C ₂ | 0,999992 m + 0,0012 mm/ °C |
| Holz A | 0,999966 m + 0,0030 mm/ °C |
| Holz B | 1,000063 m + 0,0030 mm/ °C |
| Holz C | 0,999980 m + 0,0029 mm/ °C |

Für alle Thermometer wurde eine mittlere Eichgerade angenommen. Der maximale Fehler, den man dadurch begeht, tritt bei Thermometer Nr. 2 bei -15°C mit 1°C auf. Dadurch würde sich ein Fehler von 1 mm bei einem Höhenunterschied von 200–300 m ergeben. Dieses Fehlermaß liegt jedoch unter der Meßgenauigkeit.

2.2 Fußnivellelement

2.2.1 Vorbereitung und Erkundung

Am 5. Mai startete die Gruppe von Carrefour aus nach Camp Séismique (EPF), dem vorgesehenen Ausgangspunkt für das Fußnivellelement. Dort wurde das Nivellement vorbereitet, Instrumente und Latten wurden justiert und die Latten an die Fahrzeuge montiert.

Bis zur Erkundung und Messung mit Hubschraubern wurden am 8. und 9. Mai Erkundung und Messung mit Weaseln 11 km nach Westen bis Nivellementpunkt III vorangetrieben. Die durch Fußnivellelement zu überwindende Wegstrecke betrug damit nur noch 48 km.

Am 10.5. standen die Hubschrauber zur Erkundung zur Verfügung. Es wurden die Balisen zwischen Camp Séismique (EPF) und Camp IV (EGIG) gesucht und soweit sie gefunden wurden, durch Fähnchen markiert. In Abständen von 5–6 km wurden insgesamt 8 Verpflegungskisten ausgelegt. Während des Fußmarsches hatte die Gruppe weitere Hubschrauberunterstützung zur Markierung einiger Streckenabschnitte mit Fähnchen im Abstand von etwa 1 km.

2.2.2 Ausrüstung für das Fußnivelllement

Die technische Ausrüstung für das Nivellement bestand aus

- 3 Nivellierinstrumenten Zeiss Ni 2 (Nr. 49344, 54358, 54363)
- auf starren Stativen mit Schneetellern,
- 3 Holzklapplatten (4 m) mit E-Teilung,
- 2 Lattenuntersätze (40 cm Durchmesser),
- 4 Fluchtstäben, zur Abstützung der Nivellierlatten,
- 1 Kontrollstab (2,5 m) mit Schachbretteilung,
- 7 Lattenthermometer und zur Orientierung im Gelände Feldstecher, Kompaß und die 1958 von BAUER aus Luftbildern hergestellte Karte 1:50.000 (BAUER, 1968).

Neben der technischen Ausrüstung war für die Bedürfnisse des Fußmarsches folgende Zusatzausrüstung notwendig:

- 2 Polarzelte,
- 6 Seesäcke der Teilnehmer mit Schlafsäcken und Daunenkleidung,
- Seile, Steigeisen, Eispickel, Spaten, Gas- und Kerosinkocher, Eßgeschirre und Notration.

Die Ausrüstung wurde von der Gruppe während des Fußmarsches auf drei Handschlitten mitgeführt.

2.2.3 Gruppeneinteilung

Von den 7 Gruppenmitgliedern waren 6 am Fußmarch beteiligt, LUCIEN FAIVRE, der Gruppenleiter, blieb bei den Fahrzeugen in Camp Séismique (EPF).

Die vier wissenschaftlichen Teilnehmer

- Dipl.-Ing. SECKEL, Dipl.-Ing. STOBER, Dipl.-Ing. THIELE,
- Dipl.-Ing. ZICK

waren eingeteilt in 2 Beobachter und Schreiber und 2 Lattenträger. Sie wechselten sich in unregelmäßigen Zeitabständen ab.

Der Funker der Gruppe ALAIN GERARD und BERNARD GUÉRIN sollten die Gruppe durch Zubereitung der Mahlzeiten unterstützen. Die beiden französischen Teilnehmer des Fußmarsches wurden am 20.5.1968,

Schema des Fußnivellements

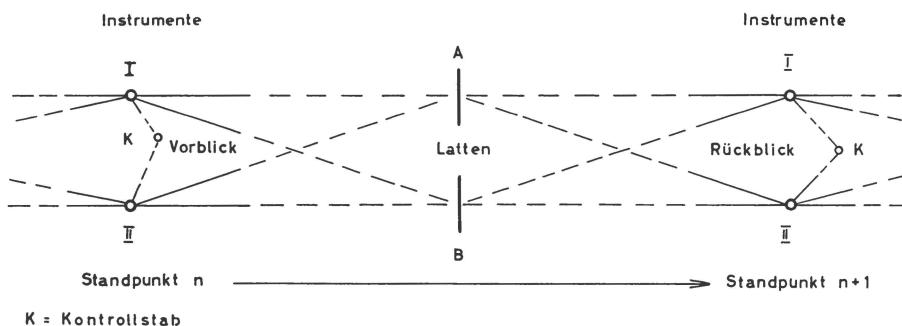


Abb. 7.

nach 9 Tagen, zu dem Weaselstandpunkt zurückgeflogen um bei den weiteren Vorbereitungen für das Weaselnivellement mitzuhelfen.

2.2.4 Meßmethode und Technische Durchführung

Die Methode war die gleiche wie sie 1959 beim Fußnivellement verwendet wurde (MÄLZER, 1964). Die Höhenübertragung erfolgte durch ein Vierfachnivellement und unabhängiges Doppelnivellement mit 2 Instrumenten über 2 Latten. Das Verfahren ist aus Abbildung 7 ersichtlich.

Die Standpunktkontrolle ergibt sich beim Rückblick und Vorblick aus dem Vergleich der Höhenunterschiede der Lattenstandpunkte A und B. Die Beobachtungen beider Instrumente mußten innerhalb 2-3 mm übereinstimmen. Vor dem Abbau der Instrumente wurden außerdem für jedes Instrument die Höhenunterschiede der Lattenstandpunkte i-1 und i gebildet und verglichen. Eine weitere Kontrolle bietet die fortlaufende Addition der Höhenunterschiede. Eine eingehende Darstellung des Meßverfahrens mit Beispielen der Feldbuchaufschreibung, wie sie auch 1968 in nahezu unveränderter Form erfolgte, ist bei (MÄLZER, 1964) enthalten. Es wurde nach Möglichkeit auf gleiche Zielweiten in Vor- und Rückblick geachtet. Die Zielweiten betrugen entsprechend den Gelände-Verhältnissen 8-150 m.

Die Lattentemperaturen wurden mehrmals täglich notiert. Bei Unterbrechungen des Nivellements (Pausen, Nachtruhe) wurden Stativbeine und Lattenuntersätze 20-30 cm in den Schnee eingegraben.

Die Balise »Niv.« aus dem Jahre 1959 (s. Anlage 1) konnte in Camp Séismique nicht wieder gefunden werden. Als Anschlußpunkt für das nach Westen geführte Nivellement wurde daher ein Ersatzpunkt Niv. Pkt. I geschaffen, der durch ein Balisenstück und ein Signalfähnchen vermarktet wurde. Das Fußnivellement begann am 11.5.68 von Niv. Pkt. III aus, der wie Niv. Pkt. I vermarktet war.

Der Marschweg verlief zunächst westwärts; als etwa 700-1000 m

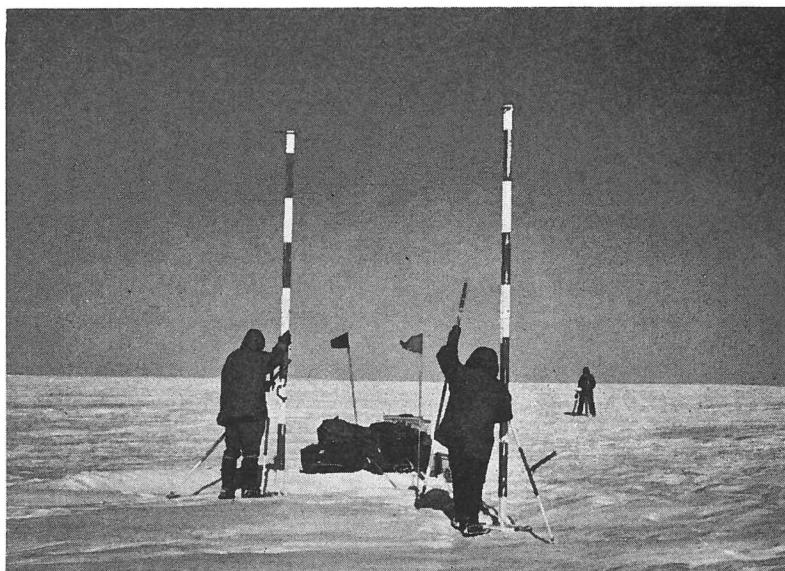


Bild 1. Lattenstandpunkt während des Fußnivelllements.

nördlich der Route die Balise K 4, eine alte Balise der EPF, zu sehen war, wurde die Marschroute fälschlicherweise nach Südwesten geändert, weshalb die Gruppe zunächst die Balise K 3 verfehlte. Durch Unterstützung der Hubschrauber konnte K 3 am 13.5.68 erreicht werden. Von hier aus folgte die Marschroute wie vorgesehen dem durch die Pegel B 32, K 2, B 31, K 1 vorgegebenen Weg. Von K 1 aus war von den Hubschraubern die Trasse nach B 29 abgesteckt worden, so daß der Pegel bei K 0 nicht direkt angegangen wurde, sondern in einem langen Seitenblick angehängt wurde. Die weitere Marschroute des Fußnivelllements von B 29 bis A 14 ist in Anlage 1 dargestellt.

Das Fußnivelllement wurde am 20.5.68 auf dem Punkt A 14 (Punkt- und Einmessungsskizzen siehe MÄLZER, 1964), der schon 1959 als Höhenabschluß diente, beendet. Die Höhe dieses Punktes ist von der EPF durch BAUER zu 560,4 m trigonometrisch bestimmt worden (EPF Rapports préliminaries Nr. 5, 1948, und Nr. 25, 1953). Der schnelle Abschluß des Fußnivelllements ist auf die günstige Wetterlage zurückzuführen. Abgesehen von teilweise sehr starkem Gletscherwind mit Schneedeift, der abends vorzeitig zum Abbruch der Arbeiten zwang, oder den Arbeitsbeginn erst am Mittag zuließ, gab es keinen Ausfall durch Schlechtwettertage.

2.2.5 Zeitplan und Arbeitsleistung

Der Operationsplan sah das Fußnivelllement vom 21.4.68–4.5.68 vor. Wegen der Schlechtwettertage im April konnten wir jedoch erst am 11. Mai beginnen.

- a) Die Meßzeit betrug (11.5.68–20.5.68) 10 Tage.
- b) Die nivellierte Strecke vom Niv. Pkt. III (11 km westlich von Camp Séismique) bis A 14 betrug 48,4 km, das entspricht einer
- c) täglichen Durchschnittsleistung von 4,8 km/Tg.
- d) bzw. bei Abzug eines messungsfreien Tages (12.5.68) 5,4 km/Tg.
- e) Die maximale Tagesleistung betrug 8,5 km/Tg.
- f) Bei einer täglichen Arbeitszeit von etwa 7 Stunden entspricht das einer Durchschnittsleistung von 0,77 km/h.

Der nivellierte Höhenunterschied zwischen Niv. Pkt. III und A 14 liegt bei 710 m. Es waren 379 Doppelstandpunkte notwendig. 24 Balisen wurden höhenmäßig bestimmt.

2.3 Das Weaselnivellement über das grönlandische Inlandeis von Camp Séismipue bis Crête (T 43)

2.3.1 Ausrüstung für das Weaselnivellement

Die technische Ausrüstung entsprach im wesentlichen der bereits 1959 verwendeten und bewährten Ausrüstung. Sie war nach den Erfahrungen von 1959 ergänzt worden und bestand aus:

- 4 Nivellierinstrumenten Zeiss Ni 2. Nr. 46680, Nr. 49344, Nr. 54358, Nr. 54363,
- 4 starren Stativen mit Schneetellern,
- 1 Theodolit Wild T 2,
- 1 Kreiselausrüstung: Nordsuchender Kreisel (NSK 4-2) mit Transistor-Umformer (TU 21-1) der Firma Teldix mit aufgebautem Tachymetertheodolit (Wild RDS),
- 3 Invarbandlatten (3 m) mit beidseitiger Teilung und Stirn-Teilung (Schachbretteilung) von Nestle und Fischer,
- 1 2,50 m Holzlatte mit gleicher Teilung wie die Invarbandlatten,
- 3 Lattenhalterungen mit Kugelgelenk (wie 1959),
- 7 Lattenthermometern mit Magnethalterung und Strahlungsschutz,
- 2 Kontrollstäben mit Schachbretteilung (2,50 m),
- 2 Lattenuntersätzen (40 cm Durchmesser),
- 4 Balisenklammern für den Höhenanschluß an Balisen,
- 4 Brunsviga Handadditionsmaschinen,
- 3 Funkssprechgeräten Miniton für den Austausch der Messungsergebnisse zwischen beiden Nivellementsgruppen und
- 2 50 m-Stahlmeßbändern.

Hierzu kamen für allgemeine Arbeiten:

- 4 Klammern zum Öffnen der Balisenmanschetten und
- 1 Satz Prägebuchstaben zum Bezeichnen der Balisen.

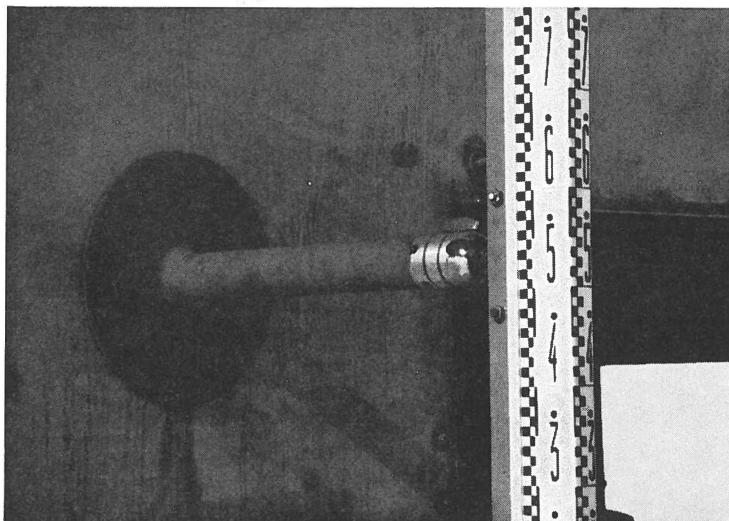


Bild 2. Befestigung der Latten am Fahrzeug.

Der Arbeitsgruppe Nivellement A standen 3 Weasel zur Verfügung, so wurde die Gruppe in 3 Teilgruppen aufgeteilt.

2.3.2 Gruppeneinteitung

Gruppe I: Weasel Nr. 38 mit Transportschlitten (wissensch. Material, persönliches Gepäck, Benzin und Verpflegung).

Chef und technischer Leiter der Gruppe: **LUCIEN FAIVRE**.

Beobachter und Schreiber: Dipl.-Ing. **WOLFGANG ZICK**, Dipl.-Ing. **MANFRED STOBER**.

Gruppe II: Weasel Nr. 37 mit Transportschlitten (wissensch., technisches Material Ersatzteile, Benzin und Verpflegung).

Mechaniker und Fahrer: **BERNARD GUÉRIN** (bis 11.6.68), **MICHEL PIRVIN** (ab 11.6.68).

Beobachter und Schreiber: Dipl.-Ing. **PETER THIELE**, Dipl.-Ing. **HANSJÖRG SECKEL** (wissenschaftl. Gruppenleiter).

Gruppe III: Weasel Nr. 36 mit Wohnschlitten (Caravan). Funker: **ALAIN GERARD**.

Beobachter und Schreiber wechselten in etwa 2-tägigem Rhythmus. Die Gruppe hatte das große Glück in **LUCIEN FAIVRE** einen sehr erfahrenen Gruppenleiter zu haben. Ohne seine stete Hilfsbereitschaft und sein Verständnis für unsere Anliegen wäre die erfolgreiche Durchführung unserer Aufgaben in Frage gestellt gewesen. Wir möchten ihm dafür herzlich danken.

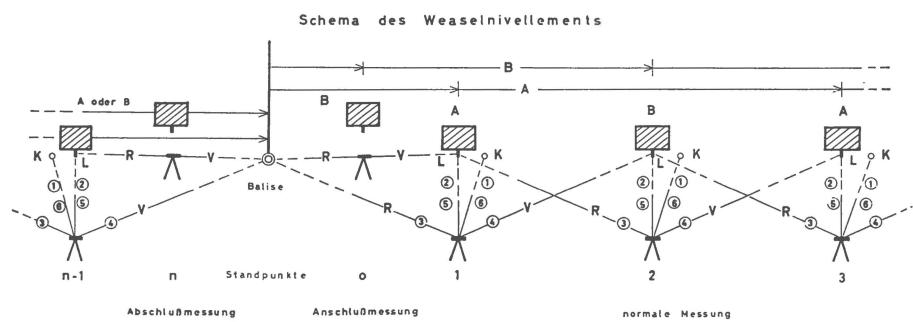


Abb. 8.

2.3.3 Meßmethode und technische Durchführung

Auch das Weaselnivellement wurde nach dem 1959 angewandten und bewährten Verfahren des unabhängigen Doppelnivellements durchgeführt. Das Verfahren ist von MÄLZER eingehend beschrieben worden (MÄLZER, 1964). Die Abbildung 8 soll das Verfahren noch einmal kurz darstellen.

Das Nivellement A läuft über die ungeraden Instrumentenstandpunkte (1, 3, 5) und geraden Lattenstandpunkte (0, 2, 4).

Das Nivellement B läuft über die geraden Instrumentenstandpunkte (0, 2, 4) und ungeraden Lattenstandpunkte (1, 3, 5).

Reihenfolge der Beobachtungen:

1 Kontrollstab K – 2 Latte am Weasel L – 3 Rückblick R, Lattenwechsel – 4 Vorblick V – 5 Latte am Weasel L – 6 Kontrollstab K.

Zur Standpunktkontrolle wurden die Höhenunterschiede der Weasel-latten über Sprechfunk verglichen. Die Feldbuchführung und die Kontrolle der Stabilität von Latten- und Instrumentenhorizonten erfolgte in gleicher Weise wie 1959.

Die normale Zielweite betrug 70 Zählereinheiten der in 1/1000 geteilten Meilenzähler, das entspricht einer Distanz von 112,7 m.

Die Lattentemperaturen wurden mit Thermometern erfaßt, die mit einem U-Magneten durch Federdruck auf dem Invarband festgehalten wurden. Zum Schutz der Thermometersäule gegen Strahlung war an einem weiteren Magneten ein u-förmig gebogenes, etwa 10 cm langes, gut reflektierendes Weißblech befestigt. Wegen der starken Rüttelbewegungen während der Fahrt mußten die Magneten zusätzlich mit einem Selbstklebeband befestigt werden.

Das Nivellement wurde zunächst von Camp Séismique aus nach Westen ausgeführt, am 8.5.1968 von Niv. Punkt I nach Niv. Punkt II und am 9.5.1968 von Niv. Punkt II nach Niv. Punkt III. Nach Beendigung des Fußnivelllements konnte die Höhenübertragung über das Inlandeis von Camp Séismique aus beginnen. Das Nivellement nach Osten

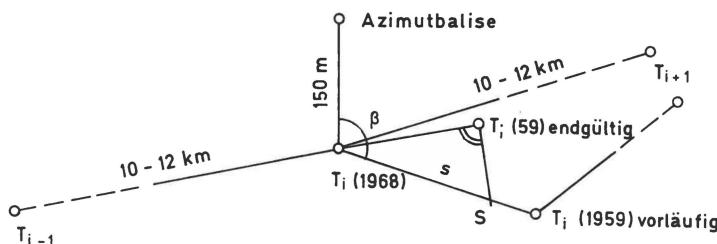


Abb. 9. Lageskizze der Azimutbalisen.

wurde am 24.5.1968 am Niv. Punkt I in Camp Séismique angeschlossen. Die Vermarkung der Niv. Punkte I, II und III wurde entfernt.

Durch das Nivellement wurden die Höhen der T-Balisen im Jahre 1968 bestimmt, außerdem sollten die Höhen der Standpunkte der T-Balisen im Jahre 1959 angeschlossen werden. Die durch die Eisbewegungen hervorgerufenen Verschiebungen des Profils in Nord-Südrichtung zwischen 1959 und 1968 betragen maximal 100 m, sie liegen damit nur wenig über den seitlichen Abweichungen der tatsächlich gefahrenen Trasse von der geradlinigen Verbindung der T-Balisen. Aus diesem Grunde wurde auf die Messung entlang des Profils von 1959, zugunsten der besseren Fahrmöglichkeit auf der vorgebahnnten Trasse von 1968, verzichtet.

Zur Bestimmung der Standpunkte 1959 waren im Jahre 1967 von der Gruppe Geodäsie A (NOTTARP, HEIMES, KARSTEN, WAGNER) 150 m nördlich der T-Balisen Hilfsbalisen eingebracht und die Azimute von der T-Balise zu diesen »Azimut«-balisen bestimmt worden.

Die von der Gruppe Geodäsie A 1967 ermittelten vorläufigen Verschiebungsbeträge 1959–1967 ermöglichen es, mit Hilfe von Strecke und Richtung die Balisenstandpunkte von 1959 an die Balisenstandpunkte von 1968 anzuhängen. Die Absetzung der Richtung erfolgt mit dem Kreisel. Damit konnte zunächst das Azimut von der T-Balise zur Azimutbalise überprüft werden und dann die Richtung zum Standpunkt 1959 der T-Balise bestimmt werden. Leider fiel der Kreisel durch einen Kabeldefekt, der nicht behoben werden konnte, bald aus; die Richtungsmessungen konnten dann nur mit einem Theodoliten ausgeführt werden. Dabei mußten die Änderungen des Azimuts von der T-Balise zur Azimutbalise zwischen 1967 und 1968 vernachlässigt werden. Die Strecken wurden mit den in den Weaseln eingebauten Meilenzählern (Teilungseinheit 1/1000 Meile) und ab T 30 mit dem Maßband abgetragen. Die erreichte Genauigkeit dürfte bis T 30 bei etwa $\pm 2-3$ Teilungseinheiten (das entspricht etwa 3–5 m) liegen.

Zwischen den im Dezember 1971 von HOFMANN angegebenen »endgültigen« Verschiebungswerten und den zur Wiederherstellung der Balis-

senstandpunkte 1959 verwendeten »vorläufigen« Verschiebungswerten ergeben sich Unterschiede bis zu -42^g in der Richtung (bei T 36) und -134 m in der Strecke (bei T 43). Daher sind die 1968 gemessenen Höhen an den »vorläufigen« Balisenstandpunkten 1959 zu einem Vergleich mit den 1959 gemessenen Höhen nicht verwertbar. Die zu diesem Vergleich erforderlichen Höhen an den mit »endgültigen« Werten wiederbestimmten Balisenstandpunkten von 1959 konnten nur durch Interpolation ermittelt werden.

Nimmt man an, daß die Bewegung entlang den Fallinien erfolgt $T_i(59)$ endgültig – $T_i(68)$, so ist die Senkrechte zur Fallinie im Punkt » $T_i(59)$ endgültig« eine Höhenlinie (Abbildung 9), wenn das Gelände in der Umgebung des Punktes als geneigte Ebene betrachtet wird. Für den Schnittpunkt S dieser Höhenlinie mit dem gemessenen Profil ($T_i(68)$ – $T_i(59)$ vorläufig) wurden die Höhen im Höhenprofil interpoliert. Von T 30 – T 43 wurde das Nivellement entlang der Verbindung $T_i(68)$ – $T_{i+1}(68)$ ausgeführt. Die Höhen der Punkte » $T_i(59)$ vorläufig« wurden jeweils durch ein Seitennivellement angehängt. Der Punkt » $T_i(59)$ endgültig« liegt in diesem Profilabschnitt innerhalb eines Dreiecks, das durch die Punkte $T_i(68)$, » $T_i(59)$ vorläufig« und den ersten Profilpunkt in Richtung $T_{i+1}(68)$ gebildet wird. In diesem Dreieck wurden dm Höhenlinien konstruiert und die Höhe des Punktes » $T_i(59)$ endgültig« interpoliert.

An 8 Balisen wurde die Höhe des Punktes » $T_i(59)$ endgültig« außerdem zur Kontrolle aus den topographischen Aufnahmen (siehe Abschnitt 4.1.) entnommen. Die Unsicherheit der Höhenangabe für den Punkt » $T_i(59)$ endgültig«, bezogen auf die benachbarte Balise $T_i(68)$, ergab sich aus den Differenzen der beiden Interpolationen zu $\pm 12\text{ cm}$.

Die Wetterlage war während des Weaselnivellements gut. Da die Gruppe Nivellement A die letzte Gruppe war, die über das Eis zog, war die mit Fähnchen markierte Piste und die Spuren der vorausgefahrenen Gruppen deutlich zu sehen, es waren daher keine Messungen zur Navigation erforderlich.

Als sehr günstig für das Nivellement erwies sich das 3. Fahrzeug. Während die Gruppen I und II nivellierten, fuhr der Funker mit diesem Fahrzeug die voraussichtlich bis Mittag oder Abend zurückzulegende Strecke vor, bereitete die Mahlzeiten und nahm die zu festgesetzten Zeiten vorgeschriebenen Funkverbindungen mit der Expeditionsleitung auf.

Bei schlechter Sicht fuhr er langsam vor und suchte die Trasse der vorausfahrenden Transportgruppen, er blieb immer in Sichtweite und bot für die nachfolgenden Nivellierfahrzeuge eine gute Orientierung. Nur an 4 Tagen mußte wegen des schlechten Wetters das Nivellement unterbrochen werden.

An einigen Tagen mußten die Messungen am Abend gegen 18.00 Uhr wegen der starken Refraktionseinfüsse abgebrochen werden. Der größte Einfluß wurde zwischen T 29 und T 30 festgestellt, wo über einer nahezu horizontalen Schneeoberfläche ($\Delta h = 7$ mm) Änderungen des Höhenunterschieds bis zu 13 mm beobachtet wurden.

Die Azimutbalise wurde nach Benutzung jeweils ausgegraben und zur Aufstockung der T-Balise verwendet. Alle T-Balisen und die Balisen der Deformationsfiguren sind auf etwa 7 m über Schneeoberfläche erhöht worden.

2.3.4 Zeitplan und Arbeitsleistung

Der Zeitplan sah für die Abfahrt in Camp Séismique (EPF) den 10. Mai vor. Die Arbeitsgeschwindigkeit war, mit Rücksicht auf die an den Balisen zu erledigenden Messungen und eventueller Schlechtwettertage, mit durchschnittlich 6 km/Tag angenommen.

Die tatsächliche Abfahrt in Camp Séismique (EPF) erfolgte mit 14 Tagen Verspätung am 24.5.1968. Die günstige Wetterlage ließ eine wesentliche höhere Arbeitsgeschwindigkeit zu und so war die Verspätung bald eingeholt.

Die Zeiten für die einzelnen Etappen sind:

| | | | |
|-----------------|-----------------------------------------------------------|---------|--------|
| 8.5. – 9.5.68 | Camp Séismique – Niv. Pkt. III | 2 Tage | 11 km |
| 24.5. – 27.5.68 | Camp Séismique – TU 1 (Camp VI) | 4 Tage | 30 km |
| 28.5. – 29.5.68 | Schlechtwettertage | 2 Tage | 0 km |
| 30.5. – 31.5.68 | TU 1 (Camp IV) – Carrefour (T 4) | 2 Tage | 27 km |
| 2.6. – 15.6.68 | Carrefour (T 4) – Milcent (T 15) (1 Schlechtwettertag) | 14 Tage | 121 km |
| 24.6. – 9.7.68 | Milcent (T 15) – St. Centrale (T 31) | 16 Tage | 161 km |
| 15.7. – 23.7.68 | St. Centrale (T 31) – Crête (T 43) | 9 Tage | 123 km |

Arbeitsleistung:

- a) Gesamtdauer des Nivellements 49 Tage.
- b) Gesamtstrecke 473 km,
- c) das entspricht einer Tagesleistung von 9,6 km/Tg.,
- d) zieht man 4 Schlechtwettertage ab so erhält man eine Tagesleistung von 10,5 km/Tg.,
- e) bei einer effektiven täglichen Arbeitszeit von 8 Stunden ergibt das 1,3 km/h,
- f) mit einer Maximalleistung von 16 km/Tg.

Zur Bestimmung des Höhenunterschiedes von etwa 1905 m waren 4872 Beobachtungsstandpunkte erforderlich.

3. AUSWERTUNG UND ERGEBNISSE DES NIVELLMENTS

3.1 Berechnung und Ergebnisse des Fußnivellements

3.1.1 Höhen der Balisen

Die Auswertung des Fußnivellements wurde getrennt für jedes der 4 Nivellements vorgenommen (Tabellen 5). Die gemessenen Höhenunterschiede zwischen zwei Pegeln sind um die Beträge der Horizontänderungen verbessert und der Einfluß der Temperatur der Latte auf das mittlere Lattenmeter berücksichtigt worden.

Der verbesserte Höhenunterschied ist

$\Delta H = \Delta H'_{\text{gemessen}} + \nu + k$, wobei ν die Horizontänderung und k die Temperaturkorrektion bedeuten.

Die für das Fußnivellement verwendeten Latten waren:

| | |
|---------------|----------|
| bis Punkt 183 | A und B |
| ab Punkt 184 | A und C. |

Die verbesserten Höhenunterschiede für Nivellelement I und Nivellelement II, über beide Latten gerechnet, sind in den Spalten 6 und 11 gegeben. Spalte 12 enthält die Mittel der Höhenunterschiede für Instrument I und Instrument II

$$\Delta H_I = \frac{\Delta H_{IA} + \Delta H_{IB}}{2} \text{ und } H_{II} = \frac{\Delta H_{IIA} + \Delta H_{IIB}}{2}$$

Das Gesamtmittel aus vier Nivellements $\Delta H = \frac{\Delta H_I + \Delta H_{II}}{2}$ ist in

Spalte 2 der Tabelle 6 gegeben.

Die Tabelle 6 enthält weiterhin die Meereshöhen der nivellierten Balisenpunkte und die Meereshöhen der Schneeoberfläche bei diesen Punkten. Die Skizzen für die Balisen sind in den Anlagen 4–6 zu finden.

3.1.2 Höhen der Einzelpunkte

Neben der Meereshöhe der Schneeoberfläche an den Pegeln interessiert das Höhenprofil entlang des genauen Nivellementsweges.

Die Höhen der Einzelpunkte des Nivellements zwischen dem Festpunkt A 14 und dem Ausgangspunkt des Fußnivellements Niv. Pkt. III in Anlage 2 enthalten. Die Entfernungen beziehen sich auf den mit vorläufigen Verschiebungswerten wiederhergestellten Punkt T 0 im Jahre 1959 (T 0 59). Einige der Balisen wurden durch Seitenblick angehängt. Da sie nicht unmittelbar auf dem Nivellementsberg liegen, wurden die

Tabelle 5 a. Zusammenstellung des Fußnivelllements I.

| Punkt | Latte A | | | | | Latte B | | | | | Mittel $\Delta H_I =$ $\frac{\Delta H_{IA} + \Delta H_{IB}}{2}$ | |
|------------------------------|-------------------------|-------|------|------|------------------------------------------------|-------------------------|----------|------|------|------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|----------|
| | ΔH_{IA} gem. | ν | t | k | $\Delta H_{IA} =$ $\Delta H_{IA} + \nu + k$ | ΔH_{IB} gem. | ν | t | k | $\Delta H_{IB} =$ $\Delta H_{IB} + \nu + k$ | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| | [m] | [mm] | [°C] | [mm] | [m] | [m] | [mm] | [°C] | [mm] | [m] | [m] | [m] |
| Niv. Pkt. III | | | | | | | | | | | | |
| R 1 | -57,626 | -18 | -4 | +3 | -57,641 | -57,598 | -46 | -1 | -3 | -57,647 | -57,644 | |
| K 3 | -0,355 | -0 | -4 | 0 | -0,355 | -0,355 | -0 | -1 | 0 | -0,355 | -0,355 | |
| B 32 | -24,401 | -2 | -8 | +1 | -24,402 | -24,388 | -6 | -3 | -1 | -24,395 | -24,398 | |
| K 2 | -21,661 | -4 | -6 | +1 | -21,664 | -21,667 | -4 | +4 | -2 | -21,673 | -21,668 | |
| B 31 | -12,712 | -3 | -6 | 0 | -12,715 | -12,709 | -4 | -6 | -1 | -12,714 | -12,714 | |
| K 1 | -18,581 | -2 | -6 | +1 | -18,582 | -18,676 | -4 | -6 | -1 | -18,681 | -18,632 | |
| K O | -33,430 | -3 | -10 | +2 | -33,431 | -33,345 | -2 | -10 | -2 | -33,349 | -33,390 | |
| (Schneeh.) | -16,872 | -4 | -11 | +1 | -16,875 | -16,868 | -3 | -11 | -1 | -16,872 | -16,874 | |
| B 29 | | | | | | | | | | | | |
| Camp IV (49) | -13,055 | -2 | -11 | +1 | -13,056 | -13,056 | -3 | -11 | -1 | -13,060 | -13,058 | |
| B 28 | -9,872 | 0 | -6 | +1 | -9,871 | -8,868 | -5 | -6 | 0 | -9,873 | -9,872 | |
| TS 59 | -55,423 | -3 | -3 | +3 | -55,423 | -55,420 | -9 | -3 | -3 | -55,432 | -55,428 | |
| TS 49 | -15,829 | 0 | -5 | +1 | -15,828 | -15,829 | -1 | -7 | -1 | -15,831 | -15,830 | |
| (Schneeh.) | -85,406 | -25 | -2 | +3 | -85,428 | -85,423 | -32 | -3 | -5 | -85,460 | -85,444 | |
| BK 4 | -53,080 | -4 | +1 | +2 | -53,082 | -53,093 | -2 | 0 | +1 | -53,094 | -53,088 | |
| BK 3 | -7,904 | 0 | +1 | 0 | -7,904 | -7,903 | -1 | 0 | 0 | -7,904 | -7,904 | |
| Camp III ter 1950 Bal. | -31,518 | -2 | -3 | +1 | -31,519 | -31,518 | -1 | -3 | +1 | -31,518 | -31,518 | |
| (Schneeh.) | -8,349 | -5 | +3 | 0 | -8,354 | -8,351 | -8 | +4 | 0 | -8,359 | -8,356 | |
| Balise 6 | -8,742 | 0 | +2 | 0 | -8,742 | -8,739 | 0 | +2 | 0 | -8,739 | -8,740 | |
| B 26 | +0,791 | 0 | +2 | 0 | +0,791 | +0,791 | -1 | +2 | 0 | +0,790 | +0,790 | |
| BK 2 | | | | | | | | | | | | |
| Tetra | +0,210 | 0 | +2 | 0 | +0,210 | +0,210 | 0 | +2 | 0 | +0,210 | +0,210 | |
| Pyram. | -9,019 | 0 | +2 | 0 | -9,019 | -9,015 | -2 | +2 | 0 | -9,017 | -9,018 | |
| B 25 | -72,492 | -14 | +3 | +2 | -72,504 | -72,504 | -8 | +2 | +1 | -72,511 | -72,508 | |
| Camp III bis | -12,873 | -2 | +3 | 0 | -12,875 | -12,874 | -1 | +2 | 0 | -12,875 | -12,875 | |
| B 23 | -5,331 | 0 | +6 | 0 | -5,331 | -5,333 | 0 | +6 | 0 | -5,333 | -5,332 | |
| B 24 | -91,502 | -38 | +4 | +2 | -91,538 | -91,492 | -25 | +4 | +1 | -91,516 | -91,527 | |
| BK 1 | +3,532 | 0 | +4 | 0 | +3,532 | +3,536 | 0 | +4 | 0 | +3,536 | +3,534 | |
| Camp III | -48,088 | -6 | +9 | 0 | -48,094 | -48,095 | -11 | +9 | 0 | -48,106 | -48,100 | |
| A 14 | | | | | | | | | | | | |
| Höhenm. 1 | | | | | | | | | | | | |
| Probe | -709,588 | -137 | | | +25 | -709,700 | -709,582 | -179 | | -17 | -709,778 | -709,739 |

Tabelle 5b. Zusammenstellung des Fußnivellements II.

| Punkt | Latte A | | | | | Latte B | | | | | Mittel $\Delta H_{II} =$ $\frac{\Delta H_{IIA} + \Delta H_{IIB}}{2}$ |
|----------------------------------------|--------------------------|-------|------|------|---------------------------------------------------|--------------------------|-------|------|------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| | $\Delta H'_{IIA}$ gem | ν | t | k | $\Delta H_{IIA} =$ $\Delta H'_{IIA} + \nu + k$ | $\Delta H'_{IIB}$ gem | ν | t | k | $\Delta H'_{IIB} =$ $\Delta H'_{IIB} + \nu + k$ | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | [m] | [mm] | [°C] | [mm] | [m] | [m] | [mm] | [°C] | [mm] | [m] | [m] |
| Niv. Pkt. III | | | | | | | | | | | |
| R 1 | -57,640 | -15 | -4 | +3 | -57,652 | -57,611 | -44 | -1 | -3 | -57,658 | -57,655 |
| K 3 | -0,354 | 0 | -4 | 0 | -0,354 | -0,354 | 0 | -1 | 0 | -0,354 | -0,354 |
| B 32 | -24,380 | -2 | -8 | +1 | -24,381 | -24,383 | -6 | -3 | -1 | -24,390 | -24,386 |
| K 2 | -21,675 | -4 | -6 | +1 | -21,678 | -21,676 | -4 | +4 | -2 | -21,682 | -21,680 |
| B 31 | -12,714 | -4 | -6 | 0 | -12,712 | -12,712 | -5 | -6 | -1 | -12,718 | -12,718 |
| K 1 | -18,587 | -2 | -6 | +1 | -18,588 | -18,679 | -4 | -6 | -1 | -18,684 | -18,636 |
| K O (Schneeh) | -33,490 | -6 | -10 | +2 | -33,494 | -33,396 | -5 | -10 | -2 | -33,403 | -33,448 |
| B 29 | -16,851 | -4 | -11 | +1 | -16,854 | -16,851 | -3 | -11 | -1 | -16,855 | -16,854 |
| Camp IV (49) | -13,054 | -2 | -11 | +1 | -13,055 | -13,050 | -3 | -11 | -1 | -13,054 | -13,054 |
| B 28 | -9,880 | 0 | -6 | +1 | -9,879 | -9,877 | -5 | -6 | 0 | -9,882 | -9,880 |
| TS 59 | -55,435 | -3 | -3 | +3 | -55,435 | -55,429 | -9 | -3 | -3 | -55,441 | -55,438 |
| TS 49 (Schneeh) | -15,835 | -1 | -5 | +1 | -15,835 | -15,835 | -2 | -7 | -1 | -15,835 | -15,836 |
| BK 4 | -85,395 | -19 | -2 | +3 | -85,411 | -85,389 | -26 | -3 | -5 | -85,420 | -85,416 |
| BK 3 | -53,088 | -3 | +1 | +2 | -53,089 | -53,088 | -1 | 0 | +1 | -53,088 | -53,088 |
| Camp III ter Balise (Schneeh) | -7,904 | -1 | +1 | 0 | -7,905 | -7,902 | -2 | 0 | 0 | -7,904 | -7,904 |
| B 6 | -31,527 | -2 | -3 | +1 | -31,528 | -31,526 | -1 | -3 | +1 | -31,526 | -31,527 |
| B 26 | -8,360 | -5 | +3 | 0 | -8,365 | -8,355 | -8 | +4 | 0 | -8,363 | -8,364 |
| BK 2 (Tetra) | -8,735 | 0 | +2 | 0 | -8,735 | -8,734 | -0 | +2 | 0 | -8,734 | -8,735 |
| BK 2 | +0,791 | 0 | +2 | 0 | +0,791 | +0,792 | -1 | +2 | 0 | +0,791 | +0,791 |
| Pyramide | +0,210 | 0 | +2 | 0 | +0,210 | +0,210 | 0 | +2 | 0 | +0,210 | +0,210 |
| B 25 | -9,015 | 0 | +2 | 0 | -9,015 | -0,913 | -2 | +2 | 0 | -9,015 | -9,015 |

Fortsetzung der Tabelle 5b.

| Punkt | Latte A | | | | | Latte B | | | | | Mittel $\Delta H_{II} =$ $\frac{\Delta H_{IIA} + \Delta H_{IIB}}{2}$ |
|-----------|---------------------------|------|------|------|------------------------------------------------|---------------------------|------|------|------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| | $\Delta H'_{IIA}$ gem. | v | t | k | $\Delta H_{IIA} =$ $\Delta H_{IIA} + v + k$ | $\Delta H'_{IIB}$ gem. | v | t | k | $\Delta H'_{IIB} =$ $\Delta H_{IIB} + v + k$ | |
| 1 | 2 | 2 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | [m] | [mm] | [°C] | [mm] | [m] | [m] | [mm] | [°C] | [mm] | [m] | [m] |
| | -72,501 | -14 | + 3 | + 2 | -72,513 | -72,498 | - 8 | + 2 | + 1 | -72,505 | -72,509 |
| Camp III | | | | | | | | | | | |
| bis | -12,862 | - 2 | + 3 | 0 | -12,864 | -12,864 | - 1 | + 2 | 0 | -12,865 | -12,864 |
| B 23 | | | | | | | | | | | |
| | - 5,345 | 0 | + 6 | 0 | - 5,345 | - 5,346 | 0 | + 6 | 0 | - 5,346 | - 5,346 |
| B 24 | | | | | | | | | | | |
| | -91,497 | -38 | + 4 | + 2 | -91,533 | -91,510 | -25 | + 4 | + 1 | -91,534 | -91,534 |
| BK 1 | | | | | | | | | | | |
| | + 3,525 | 0 | + 4 | 0 | + 3,525 | + 3,529 | 0 | + 4 | 0 | + 3,529 | + 3,527 |
| Camp III | | | | | | | | | | | |
| | -48,083 | - 6 | + 9 | 0 | -48,089 | -48,089 | -11 | + 9 | 0 | -48,090 | -48,090 |
| A 14 | | | | | | | | | | | |
| Höhenm. 1 | | | | | | | | | | | |
| Probe | -709,681 | -133 | | +25 | -709,789 | -709,626 | -176 | | -17 | -709,819 | -709,804 |

Tabelle 6. Zusammenstellung der Ergebnisse des Fußnivelllements 1968.

| Punkt | $\Delta H =$ $\frac{\Delta H_I + \Delta H_{II}}{2}$ | Höhe über Meeres- spiegel | Höhe der Schnee- oberfl. ü. Meeres spiegel | Datum 1968 | Fehlerrechnung | | | |
|-------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------|----------------|------|-----|-----|
| | | | | | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | [km] | [mm] | | |
| Niv. Pkt. III | | 1270,091 | 1270,09 | 11.5. | | | | |
| | -57,649 | | | | 8,2 | 0,12 | -11 | 15 |
| R 1 | | 1212,442 | 1212,09 | 13.5. | | | | |
| | - 0,354 | | | | 0 | — | — | — |
| K 3 | | 1212,088 | 1211,67 | 13.5. | | | | |
| | -24,392 | | | | 3,3 | 0,30 | 12 | 43 |
| B 32 | | 1187,696 | 1187,17 | 13.5. | | | | |
| | -21,674 | | | | 1,1 | 0,91 | -12 | 131 |
| K 2 | | 1166,022 | 1165,92 | 14.5. | | | | |
| | -12,716 | | | | 2,2 | 0,45 | - 4 | 7 |
| B 31 | | 1153,306 | 1153,31 | 14.5. | | | | |
| | -18,634 | | | | 1,2 | 0,83 | - 4 | 13 |
| K 1 | | 1134,672 | 1134,67 | 14.5. | | | | |
| | -33,419 | | | | | | | |
| K O (Schneeh.) | | 1101,253 | 1101,25 | 14.5. | 3,4 | 0,29 | -38 | 419 |
| B 29 | | 1084,389 | 1084,03 | 14.5. | | | | |

Fortsetzung der Tabelle 6.

| Punkt | $\frac{\Delta H = \Delta H_I + \Delta H_{II}}{2}$ | Höhe über Meeres- spiegel | Höhe der Schnee- oberfl. ü. Meeres- spiegel | Datum 2968 | Fehlerrechnung | | | |
|---------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------|----------------|----------|------|----------|
| | | | | | s | p | d | pdd |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | [m] | [m] | | [km] | | [mm] | |
| | -13,056 | | | | 0,6 | 1,67 | 4 | 27 |
| Camp IV (49) | 1071,333 | 1070,84 | 14.5. | | 0,9 | 1,11 | - 8 | 71 |
| B 28 | 1061,457 | 1060,62 | 15.5. | | 2,7 | 0,87 | - 10 | 37 |
| TS 59 | 1006,023 | 1005,32 | 15.5. | | 0,4 | 2,50 | - 6 | 90 |
| TS 49 (Schneeh.) | 990,190 | 990,19 | 15.5. | | 5,0 | 0,20 | 28 | 157 |
| BK 4 | 904,760 | 903,71 | 17.5. | | 5,2 | 0,19 | 0 | 0 |
| BK 3 | 851,672 | 850,77 | 17.5. | | 0,3 | 3,30 | 0 | 0 |
| Camp III ter | 843,768 | 842,52 | 17.5. | | 1,5 | 0,67 | - 9 | 54 |
| Balise 1950 (Schneeh.) | 812,245 | 812,25 | 17.5. | | 2,2 | 0,45 | - 8 | 29 |
| Balise 6 | 803,885 | 802,84 | 18.5. | | 0,5 | 2,00 | 5 | 50 |
| B 26 | 795,147 | 794,12 | 18.5. | | 0,4 | 2,50 | 1 | 3 |
| BK 2 | 795,938 | 795,09 | 18.5. | | — | — | — | — |
| Tetra | 796,148 | 795,25 | 18.5. | | — | — | — | — |
| Pyram. | - 9,016 | | | | 0,5 | 2,00 | 3 | 18 |
| B 25 | 787,132 | 786,11 | 18.5. | | 3,0 | 0,33 | - 1 | 0 |
| Camp III bis | 714,624 | 713,57 | 19.5. | | 1,0 | 1,00 | 11 | 121 |
| B 23 | -12,870 | | | | 0,5 | 2,00 | - 14 | 392 |
| B 24 | 701,754 | 700,50 | 19.5. | | 2,4 | 0,42 | - 7 | 21 |
| BK 1 | - 5,339 | | | | 0,3 | 3,30 | - 7 | 149 |
| B 24 | 696,415 | 694,92 | 19.5. | | 1,9 | 0,53 | 10 | 53 |
| Camp III | -91,530 | | | | Probe | -709,771 | 48,4 | -65 1900 |
| | + 3,530 | | | | | | | |
| A 14 | 604,885 | 603,03 | 20.5. | | | | | |
| Höhenmarke | -48,095 | 608,415 | 606,97 | 20.5. | | | | |
| | 560,320 | — | 20.5. | | | | | |

Entfernungen in Anlage 2 eingeklammert. Die Einzelpunkthöhen sind über das Nivellement I (Latte A) gerechnet und auf die gemittelten Höhen aus dem Vierfachnivelllement (Tabelle 6, Spalte 4) abgestimmt.

Die Verfälschungen der über ein Nivellement bestimmten Einzelpunkte gegenüber den Ergebnissen des Vierfachnivelllements liegen im Mittel bei ± 10 mm. Der Maximalwert tritt mit 23 mm zwischen K 1 und B 29 auf. Diese Werte liegen in der Größenordnung der Definitionsgenauigkeit der Schneeoberfläche, die mit etwa 1–2 cm angenommen werden kann.

Alle in den Anlagen 2 und 3 enthaltenen Punkthöhen sind wegen der Eisbewegungen in der Zeit der Messung reduziert. Diese Reduktionen ergeben sich aus dem Vergleich der Nivellements 1959 und 1968, sie sind in Band 3 Nr. 5 dieser Veröffentlichungsreihe berechnet.

3.2 Berechnung und Ergebnisse des Weaselnivelllements über das Inlandeis von Camp Séismique bis T 43

Das Nivellement über das Inlandeis wurde als Doppelnivellement unabhängig zweimal berechnet. Die Auswertung umfaßte die Berücksichtigung der Horizontänderungen und die Temperaturkorrektion.

Bei den Horizontänderungen sind 4 Fälle zu unterscheiden:

1. Instrument hat sich gehoben.
2. Instrument hat sich gesenkt.
3. Latte hat sich gehoben.
4. Latte hat sich gesenkt.

Durch die Messungsanordnung konnten über die Ablesungen am Kontrollstab diese 4 Fälle berücksichtigt werden. Dabei wurde jedoch die Voraussetzung getroffen, daß der Kontrollstab seine Lage unverändert beibehält.

Im Juli 1968 wurde bei einigen kleineren Firneinbrüchen zwischen St. Centrale und Crête, die durch das vorbeifahrende Weasel entstanden, festgestellt, daß sich Latte und Instrument und damit wahrscheinlich auch der Kontrollstab gesenkt haben. Diese Kontrollstab-Änderungen ließen sich jedoch nicht erfassen. Es wurde versucht, die Firneinbrüche durch weite Umfahrung des stehenden Weasels zu vermeiden.

3.2.1 Höhen der Balisen

In der folgenden Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Höhenberechnung für die Balisen im Westost-Profil von Niv. Pkt. III bis T 43 für das Niv. I und Niv. II zusammengestellt. Die gemessenen Höhenunterschiede $\Delta H'_{I}$ und $\Delta H'_{II}$ (Spalte 2 + 7) sind um die Horizontänderung ν (Spalte 3 + 8) und die Temperaturkorrektion k (Spalte 5 + 10) verbessert. Da die Temperaturverbesserungen für die Vorder- und Rückseite der Latte C

sehr unterschiedlich sind, war es beim Nivellement II notwendig Vorblicke und Rückblicke getrennt aufzuaddieren und zu verbessern. Die Summe der Temperaturverbesserungen aus Vorb- und Rückblicken sind in Spalte 10 enthalten. In den Spalten 4 und 9 sind außerdem die an den Latten abgelesenen Mitteltemperaturen angegeben. Die verbesserten Höhenunterschiede ΔH_I und ΔH_{II} sind für das Nivellement I der Spalte 6 und für das Nivellement II der Spalte 11 zu entnehmen.

Die Mittelwerte der Höhenunterschiede $\Delta H = \frac{\Delta H_I + \Delta H_{II}}{2}$ sind in

Spalte 2 der Tabelle 8 gebildet und in Spalte 3 sind die Meereshöhen der nivellierten Punkte angegeben. Die Ausgangshöhe von Niv. Punkt III wurde der Tabelle 6 entnommen.

Zur Berechnung der Höhen der Balisenfußpunkte wurden die Abstände Balisenfuß – Nivellierte Höhe mit der gemessenen Neigung in die Vertikale projiziert. (Spalte 4, Tabelle 8). Zusätzlich sind die Meereshöhe der Balisenfußpunkte 1968, der Schneeoberfläche an den Balisen 1968 und der interpolierten Schneeoberfläche an den Standpunkten der Balisen im Jahre 1959, in den Spalten 5 bis 7 mitgeteilt. Die Spalten 9 und 11 dienen der Fehlerrechnung. Die in Tabelle 8 angegebenen Höhen ergeben sich aus den Messungen der Campagne 1968, sie sind noch nicht wegen der Bewegungen im Messungszeitraum reduziert.

Für jede höhenmäßig bestimmte Balise ist in Anlagen 4 und 5 eine Skizze mit Angabe der Neigung zu finden.

3.2.2 Höhen der Einzelpunkte

Wie für das Nivellement von A 14 nach Niv. Pkt. III werden auch für das Weaselnivellement, neben der graphischen Darstellung in Anlage 1, Band 3 Nr. 5 dieser Veröffentlichungsreihe die Höhen der Einzelpunkte listenmäßig aufgeführt (Anlage 3). Sie sind über das Nivellement I gerechnet und auf die Mittelhöhen Tabelle 8 (Spalte 3) abgestimmt. Die Verfälschungen der Einzelpunkte, die durch diese Abstimmung zu erwarten sind, lassen sich aus den Differenzen der Ergebnisse der Nivellements I und II bestimmen. Es ergibt sich bei einer maximalen Verfälschung von 20 mm (bei T 10) ein Mittelwert von $\pm 3,5$ mm. Diese Verfälschungen liegen, wie beim Fußnivellement, innerhalb der Definitionsgenauigkeit der Schneeoberfläche. Die Entferungen sind wieder auf den mit vorläufigen Verschiebungswerten wiederhergestellten Punkt T O im Jahre 1959 bezogen. Alle, in den Anlagen 2 und 3 enthaltenen Einzelpunkthöhen, sind wegen der Bewegungen in der Zeit der Messung reduziert. Diese Reduktionen ergeben sich aus dem Vergleich der Nivellements von 1959 und 1968, sie werden im Band 3 Nr. 5 dieser Veröffentlichungsreihe erscheinen.

Tabelle 7.
Zusammenstellung des Weaselnivellments über das Inlandeis.
 Niv. Punkt III – T 43 (Crête).

| Punkt- bezeichnung | Nivellement I | | | | | Nivellement II | | | | | | |
|-----------------------|----------------------|-----------|------|------|-----------------------------------------------|-------------------------|-----------|------|------|-----------------------------------------------------|------|-----|
| | ΔH_I gem. | φ | t | k | $\Delta H_I =$ $\Delta H'_I + \varphi + k$ | ΔH_{II} gem. | φ | t | k | $\Delta H_{II} =$ $\Delta H'_{II} + \varphi + k$ | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
| | | [m] | [mm] | [°C] | [mm] | [m] | | [m] | [mm] | [°C] | [mm] | [m] |
| Niv. Pkt. III | | | | | | | | | | | | |
| Niv. Pkt. II | +78,776 | + 9 | -4,0 | 0 | +78,785 | +78,758 | +28 | -4,0 | +7 | +78,793 | | |
| Niv. Pkt. I | - 2,283 | + 4 | -1,0 | 0 | - 2,279 | - 2,284 | + 6 | -1,0 | 0 | - 2,278 | | |
| T 301 | +229,595 | +190 | +0,5 | +2 | +229,787 | +228,679 | +1104 | +0,5 | -8 | +229,775 | | |
| DW (T O) | +71,825 | -110 | -4,5 | 0 | +71,715 | +71,510 | +225 | -4,5 | -4 | +71,731 | | |
| T O | + 4,161 | 0 | -6,0 | 0 | + 4,161 | + 4,160 | 0 | -6,0 | 0 | + 4,160 | | |
| DE (T O) | + 9,230 | 0 | -6,0 | 0 | + 9,230 | + 9,145 | +85 | -6,0 | 0 | + 9,230 | | |
| T 1 | + 3,503 | +259 | -6,0 | 0 | + 3,762 | + 3,763 | 0 | -6,0 | 0 | + 3,763 | | |
| T 2 | +56,678 | -25 | -3,0 | 0 | +56,653 | +56,542 | +122 | -3,0 | -1 | +56,663 | | |
| T 3 | +66,186 | +1118 | -3,0 | 0 | +67,304 | +67,266 | +39 | -3,0 | -2 | +67,303 | | |
| T 4 | +58,075 | -26 | -1,0 | 0 | +58,049 | +57,770 | +273 | -1,0 | -3 | +58,040 | | |
| T 5 | +54,356 | +110 | -3,0 | 0 | +54,466 | +54,432 | +24 | -3,0 | -3 | +54,453 | | |
| T 6/1 | +62,962 | +140 | -5,5 | 0 | +63,102 | +62,929 | +157 | -5,5 | -3 | +63,083 | | |
| T 7 | +44,035 | -214 | -5,0 | 0 | +43,821 | +43,408 | +401 | -5,0 | -4 | +43,805 | | |
| T 8 | +51,150 | -17 | -5,5 | 0 | +51,133 | +51,151 | -26 | -5,5 | -3 | +51,122 | | |
| T 9 | +44,370 | +112 | -6,1 | 0 | +44,482 | +44,662 | -172 | -6,1 | -5 | +44,485 | | |
| T 10 | +70,901 | + 5 | -7,4 | 0 | +70,906 | +70,889 | -18 | -7,4 | -4 | +70,867 | | |
| T 11 | +64,612 | +268 | -6,7 | 0 | +64,880 | +64,569 | +303 | -6,7 | -4 | +64,868 | | |
| T 11 A | +26,783 | +49 | -5,5 | 0 | +26,832 | +26,869 | -48 | -5,5 | -3 | +26,818 | | |
| T 12 | +39,342 | +42 | -5,0 | 0 | +39,384 | +39,401 | -13 | -5,0 | -2 | +39,386 | | |
| | +68,669 | -30 | -4,4 | 0 | +68,639 | +68,643 | - 6 | -4,4 | -5 | +68,632 | | |

Fortsetzung der Tabelle 7.

| Punkt- bezeichnung 1 | Nivellement I | | | | | Nivellement II | | | | |
|----------------------------|---------------------------|----------------|----------|----------|---------------------------------------------------|------------------------------|----------------|----------|-----------|----------------------------------------------------------|
| | ΔH_I gem. 2 | φ 3 | t 4 | k 5 | $\Delta H_I =$ $\Delta H_I + \varphi + k$ 6 | ΔH_{II} gem. 7 | φ 8 | t 9 | k 10 | $\Delta H_{II} =$ $\Delta H_{II} + \varphi + k$ 11 |
| | [m] | [mm] | [°C] | [mm] | [m] | [m] | [mm] | [°C] | [mm] | [m] |
| T 13 | +42,859 | -22 | -8,2 | 0 | +42,837 | +42,802 | +19 | -8,2 | -3 | +42,818 |
| T 14 | +27,752 | -57 | -7,4 | 0 | +27,695 | +27,705 | -18 | -7,4 | -2 | +27,685 |
| DW (T 15) | + 3,856 | 0 | -9,7 | 0 | + 3,856 | + 3,859 | - 4 | -9,7 | 0 | + 3,855 |
| T 15 | + 4,013 | 0 | -7,0 | 0 | + 4,013 | + 4,009 | 0 | -7,0 | 0 | + 4,009 |
| DE (T 15) | +40,147 | -36 | -3,9 | 0 | +40,111 | +39,792 | +302 | -3,9 | -2 | +40,092 |
| T 16 | +39,176 | - 2 | -3,1 | 0 | +39,174 | +39,163 | + 2 | -3,1 | -2 | +39,163 |
| T 17 | +48,383 | -21 | -3,4 | 0 | +48,362 | +48,277 | +120 | -3,4 | -4 | +48,393 |
| T 18 | +41,002 | +13 | -7,2 | 0 | +41,015 | +41,046 | -15 | -7,2 | -4 | +41,027 |
| T 19 | +40,706 | -10 | -9,1 | 0 | +40,696 | +40,715 | -12 | -9,1 | -2 | +40,701 |
| T 20 | +33,076 | -31 | -6,0 | 0 | +33,045 | +33,061 | -24 | -6,0 | -4 | +33,033 |
| T 21 | +25,803 | -30 | -2,9 | 0 | +25,773 | +25,807 | + 2 | -2,9 | -2 | +25,807 |
| T 22 | +32,351 | -36 | -4,2 | 0 | +32,315 | +32,345 | -42 | -4,2 | -4 | +32,299 |
| T 23 | +38,188 | -32 | -2,8 | 0 | +38,156 | +38,152 | - 2 | -2,8 | -3 | +38,147 |
| T 24 | +32,278 | -31 | -2,0 | 0 | +32,247 | +32,293 | -57 | -2,0 | -2 | +32,234 |
| T 25 | +23,531 | -22 | +0,6 | 0 | +23,509 | +23,567 | -29 | +0,6 | -3 | +23,535 |
| T 26 | +23,758 | -14 | +3,0 | 0 | +23,744 | +23,737 | +31 | +3,0 | -4 | +23,764 |
| T 27 | +26,552 | -24 | -6,0 | 0 | +26,528 | +26,557 | -28 | -6,0 | -3 | +26,526 |
| T 28 | +31,758 | -20 | -3,9 | 0 | +31,738 | +31,757 | -35 | -3,9 | -4 | +31,718 |
| T 29 | +19,495 | +14 | -0,6 | 0 | +19,509 | +19,552 | -53 | -0,6 | -3 | +19,496 |
| T 30 | +15,265 | -17 | -0,8 | 0 | +15,248 | +15,255 | -10 | -0,8 | -1 | +15,244 |
| DW (T 31) | + 0,547 | - 2 | -2,2 | 0 | + 0,545 | + 0,545 | - 3 | -2,2 | 0 | + 0,542 |

Fortsetzung der Tabelle 7.

| Punkt- bezeichnung 1 | Nivellement I | | | | | Nivellement II | | | | |
|----------------------------|---------------------------|--------|--------|--------|----------------------------------------------|------------------------------|--------|--------|---------|-----------------------------------------------------|
| | ΔH_I gem. 2 | v 3 | t 4 | k 5 | $\Delta H_I =$ $\Delta H_I' + v + k$ 6 | ΔH_{II} gem. 7 | v 8 | t 9 | k 10 | $\Delta H_{II} =$ $\Delta H_{II}' + v + k$ 11 |
| | [m] | [mm] | [°C] | [mm] | [m] | [m] | [mm] | [°C] | [mm] | [m] |
| T 31 | +21,698 | -14 | -2,4 | 0 | +21,684 | +21,694 | -4 | -2,4 | -4 | +21,686 |
| T 32 | +19,595 | -13 | -4,1 | 0 | +19,582 | +19,624 | -24 | -4,1 | -4 | +19,596 |
| T 33 | +21,454 | -26 | -3,6 | 0 | +21,428 | +21,484 | -45 | -3,6 | -3 | +21,436 |
| T 34 | +23,515 | -40 | +1,6 | 0 | +23,475 | +23,505 | -37 | +1,6 | -4 | +23,464 |
| T 35 | +18,362 | -19 | +1,3 | 0 | +18,343 | +18,329 | +1 | +1,3 | -3 | +18,327 |
| T 36 | +17,114 | -17 | -0,9 | 0 | +17,097 | +17,046 | +49 | -0,9 | -3 | +17,092 |
| T 37 | +18,701 | +32 | -0,6 | 0 | +18,733 | +18,764 | -33 | -0,6 | -4 | +18,727 |
| T 38 | +15,909 | -69 | +2,8 | 0 | +15,840 | +15,844 | +3 | +2,8 | -3 | +15,844 |
| T 39 | +19,015 | -31 | -1,9 | 0 | +18,984 | +19,010 | -23 | -1,9 | -3 | +18,984 |
| T 40 | +12,991 | -40 | -4,9 | 0 | +12,951 | +12,965 | -34 | -4,9 | -2 | +12,929 |
| T 41 | +11,963 | -35 | -4,0 | 0 | +11,928 | +11,944 | -22 | -4,0 | -4 | +11,918 |
| T 42 | +10,345 | -27 | -2,7 | 0 | +10,318 | +10,361 | -34 | -2,7 | -5 | +10,322 |
| T 43 | | | | | | | | | | |
| Probe | 1904,084 | +1205 | | +2 | 1905,291 | 1902,828 | +2425 | | -141 | +1905,112 |

Tabelle 8.
Ergebnisse des Weaselnivellements über das Inlandeis.
 (Niv. Pkt. III – T 43) 1968.

| Punkt | $\Delta H_I + \Delta H_{II}$ | Höhe über Meeres- spiegel | Reduk- tion auf Balisen- fuß | Höhe des Balisen- fuß- punkt | Schnee- höhe 1968 | Schneeh. am Balisen- standpkt. 1959 | Da- tum 1968 | Stre- cke s | d | $pdd =$ dd s | | |
|---------------|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|--------------------|-------------------|------|------------------------|------|-----|
| | 2 | | | | | | | | | | | |
| | $= \Delta H_m$ | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | | [km] | [mm] | [mm] | |
| Niv. Pkt. III | | 1270,091 | — | — | 1270,09 | — | 9.5. | | | | | |
| | +78,789 | | | | | | | | | 8,4 | + 8 | 8 |
| Niv. Pkt. II | | 1348,880 | — | — | 1348,88 | | 8.5. | | | | | |
| | - 2,278 | | | | | | | | | 2,8 | + 1 | 0 |
| Niv. Pkt. I | | 1346,602 | — | — | 1346,60 | | 8.5. | | | | | |
| | +229,781 | | | | | | | | | 24.5. | 22,2 | -12 |
| T 301 | | 1576,383 | - 6,221 | 1570,162 | 1576,27 | — | 26.5. | | | | | |
| | +71,723 | | | | | | | | | | | +16 |
| DW (T O) | | 1648,106 | -11,180 | 1636,926 | 1647,85 | | 27.5. | 9,6 | | | | 23 |
| T O | + 4,160 | | | | | | | | | | | - 1 |
| | + 9,230 | | | | | | | | | | | 0 |
| DE (T O) | | 1661,496 | - 9,660 | 1651,836 | 1661,26 | | 27.5. | | | | | |
| T 1 | + 3,762 | | | | | | | | | 8,8 | + 1 | 14 |
| | +56,658 | | | | | | | | | | | +10 |
| T 2 | | 1721,916 | -12,737 | 1709,179 | 1721,73 | 1729,20 | 30.5. | | | | | |
| | +67,304 | | | | | | | | | 8,7 | - 1 | 0 |
| T 3 | | 1789,220 | -11,193 | 1778,027 | 1789,08 | 1802,40 | 31.5. | | | | | |
| | +58,044 | | | | | | | | | 9,3 | - 9 | 9 |
| T 4 | | 1847,264 | -13,241 | 1834,023 | 1847,09 | 1852,64 | 31.5. | | | | | |
| | +54,460 | | | | | | | | | 7,6 | -13 | 22 |
| T 5 | | 1901,724 | -12,681 | 1889,043 | 1901,54 | 1911,04 | 3.6. | | | | | |
| | +63,092 | | | | | | | | | 10,6 | -19 | 35 |
| T 6/1 | | 1964,816 | -10,890 | 1953,926 | 1964,55 | — | 4.6. | | | | | |
| | +43,813 | | | | | | | | | 9,4 | -16 | 27 |
| T 7 | | 2008,629 | -12,195 | 1996,434 | 2008,42 | 2013,81 | 5.6. | | | | | |
| | +51,128 | | | | | | | | | 8,2 | -11 | 15 |
| T 8 | | 2059,757 | -13,115 | 2046,642 | 2059,56 | 2065,22 | 6.6. | | | | | |
| | +44,484 | | | | | | | | | 12,8 | + 3 | 1 |
| T 9 | | 2104,241 | -12,167 | 2092,074 | 2103,96 | 2111,61 | 7.6. | | | | | |
| | +70,886 | | | | | | | | | 12,7 | -39 | 120 |
| T 10 | | 2175,127 | -13,084 | 2162,043 | 2174,95 | 2177,81 | 8.6. | | | | | |
| | +64,874 | | | | | | | | | 10,7 | -12 | 13 |
| T 11 | | 2240,001 | -12,351 | 2227,650 | 2239,78 | 2244,36 | 9.6. | | | | | |
| | +26,825 | | | | | | | | | 8,1 | -14 | 24 |
| T 11 A | | 2266,826 | -10,916 | 2255,910 | 2266,59 | 2271,25 | 10.6. | | | | | |
| | +39,385 | | | | | | | | | 9,3 | + 2 | 0 |
| T 12 | | 2306,211 | -12,802 | 2293,409 | 2306,01 | 2310,80 | 11.6. | | | | | |

Fortsetzung der Tabelle 8.

| Punkt | $\frac{\Delta H_I + \Delta H_{II}}{2}$ | Höhe über Meeresspiegel | Reduktion auf Balisenfuß | Höhe des Balisenfußpunkts | Schneehöhe 1968 | Schneeh. am Balisenstandpunkt 1959 | Datum 1968 | Strecke s | d | $pdd = \frac{dd}{s}$ |
|-----------|----------------------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|-----------------|------------------------------------|------------|-----------|------|----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | | [km] | [mm] | [mm] |
| | +68,635 | | | | | | | 15,2 | - 7 | 3 |
| T 13 | | 2374,846 | -12,626 | 2362,220 | 2374,66 | 2377,48 | 13.6. | | | |
| | +42,828 | | | | | | | 9,6 | -19 | 38 |
| T 14 | | 2417,674 | -12,344 | 2405,330 | 2417,43 | 2420,75 | 14.6. | | | -10 |
| | +27,690 | | | | | | | | | |
| DW (T 15) | | 2445,364 | -12,801 | 2432,563 | 2445,21 | — | 15.6. | 7,6 | | 16 |
| | + 3,856 | | | | | | | | - 1 | |
| T 15 | | 2449,220 | -12,741 | 2436,479 | 2449,14 | 2453,08 | 15.6. | | | - 4 |
| | + 4,011 | | | | | | | | | |
| DE (T 15) | | 2453,231 | -12,109 | 2441,122 | 2453,20 | — | 24.6. | 9,9 | | 53 |
| | +40,102 | | | | | | | | -19 | |
| T 16 | | 2493,333 | -12,280 | 2481,053 | 2493,30 | 2495,01 | 25.6. | | | |
| | +39,168 | | | | | | | 9,5 | -11 | 13 |
| T 17 | | 2532,501 | -12,272 | 2520,229 | 2532,25 | 2533,95 | 26.6. | | | |
| | +48,378 | | | | | | | 13,1 | +31 | 73 |
| T 18 | | 2580,879 | -12,307 | 2568,572 | 2580,60 | 2581,72 | 27.6. | | | |
| | +41,021 | | | | | | | 10,9 | +12 | 13 |
| T 19 | | 2621,900 | -12,288 | 2609,612 | 2621,52 | 2623,12 | 28.6. | | | |
| | +40,698 | | | | | | | 9,7 | + 5 | 3 |
| T 20 | | 2662,598 | -11,616 | 2650,982 | 2662,58 | 2663,52 | 29.6. | | | |
| | +33,039 | | | | | | | 10,8 | -12 | 13 |
| T 21 | | 2695,637 | -11,683 | 2683,954 | 2695,48 | 2696,22 | 1.7. | | | |
| | +25,790 | | | | | | | 9,7 | +34 | 119 |
| T 22 | | 2721,427 | -11,709 | 2709,718 | 2721,23 | 2722,15 | 2.7. | | | |
| | +32,307 | | | | | | | 10,1 | -16 | 25 |
| T 23 | | 2753,734 | -11,635 | 2742,099 | 2753,53 | 2754,42 | 3.7. | | | |
| | +38,152 | | | | | | | 11,2 | - 9 | 7 |
| T 24 | | 2791,886 | -11,286 | 2780,600 | 2791,78 | 2792,45 | 4.7. | | | |
| | +32,240 | | | | | | | 11,0 | -13 | 15 |
| T 25 | | 2824,126 | -11,109 | 2813,017 | 2823,94 | 2824,83 | 5.7. | | | |
| | +23,522 | | | | | | | 9,2 | +26 | 73 |
| T 26 | | 2847,648 | -10,891 | 2836,757 | 2847,45 | 2847,78 | 6.7. | | | |
| | +23,754 | | | | | | | 10,0 | +20 | 40 |
| T 27 | | 2871,402 | -10,900 | 2860,502 | 2871,20 | 2871,57 | 6.7. | | | |
| | +26,527 | | | | | | | 10,0 | - 2 | 0 |
| T 28 | | 2897,929 | -10,693 | 2887,236 | 2897,87 | 2898,35 | 7.7. | | | |
| | +31,728 | | | | | | | 11,2 | -20 | 36 |
| T 29 | | 2929,657 | -10,363 | 2919,294 | 2929,41 | 2929,73 | 8.7. | | | |
| | +19,502 | | | | | | | 9,3 | -13 | 18 |
| T 30 | | 2949,159 | -10,332 | 2938,827 | 2948,86 | 2949,33 | 9.7. | | | |
| | +15,246 | | | | | | | | - 4 | |
| DW (T 31) | | 2964,405 | -10,348 | 2954,057 | 2963,91 | — | | 5,7 | | 9 |

Fortsetzung der Tabelle 8.

| Punkt | $\frac{\Delta H_I + \Delta H_{II}}{2}$ = ΔH_m | Höhe über Meeres- spiegel | Reduk- tion auf Balisen fuß | Höhe des Balisen- fuß- punkt | Schnee- höhe 1968 | Schneeh. am Balisen- standpkt. 1959 | Da- tum 1968 | Stre- cke s | d | $pdd =$ $\frac{dd}{s}$ |
|---------|----------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|-------------------------------------------------|--------------------|-------------------|------|---------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | [m] | | [km] | [mm] | [mm] |
| + 0,544 | | | | | | | | | | - 3 |
| T 31 | 2964,949 | -10,319 | 2954,630 | 2964,71 | 2965,18 | 9.7. | | | | |
| | +21,685 | | | | | | | | | |
| T 32 | 2986,634 | -10,359 | 2976,275 | 2986,28 | 2986,59 | 15.7. | | | | |
| | +19,589 | | | | | | | | | |
| T 33 | 3006,223 | -10,295 | 2995,928 | 3005,70 | 3005,89 | 16.7. | | | | |
| | +21,432 | | | | | | | | | |
| T 34 | 3027,665 | - 9,685 | 3017,970 | 3027,50 | 3027,71 | 17.7. | | | | |
| | +23,470 | | | | | | | | | |
| T 35 | 3051,125 | - 9,397 | 3041,728 | 3050,93 | 3051,19 | 17.7. | | | | |
| | +18,335 | | | | | | | | | |
| T 36 | 3069,460 | - 9,299 | 3060,161 | 3069,30 | 3069,52 | 18.7. | | | | |
| | +17,094 | | | | | | | | | |
| T 37 | 3086,554 | - 9,589 | 3076,965 | 3086,37 | 3086,52 | 19.7. | | | | |
| | +18,730 | | | | | | | | | |
| T 38 | 3105,284 | - 9,294 | 3095,990 | 3105,05 | 3105,17 | 20.7. | | | | |
| | +15,842 | | | | | | | | | |
| T 39 | 3121,126 | - 8,988 | 3112,138 | 3120,94 | 3121,04 | 20.7. | | | | |
| | +18,984 | | | | | | | | | |
| T 40 | 3140,110 | - 8,992 | 3131,118 | 3139,90 | 3139,96 | 21.7. | | | | |
| | +12,940 | | | | | | | | | |
| T 41 | 3153,050 | - 8,749 | 3144,301 | 3152,85 | 3152,89 | 22.7. | | | | |
| | +11,923 | | | | | | | | | |
| T 42 | 3164,973 | - 8,704 | 3156,269 | 3164,74 | 3164,68 | 22.7. | | | | |
| | +10,320 | | | | | | | | | |
| T 43 | 3175,293 | - 8,658 | 3166,635 | 3175,15 | 3175,12 | 23.7. 1968 | | | | |

3.3 Höhenverzeichnis der Rheologischen Balisen, der Groß-Balisen (HAEFELI), der Balisen der Deformationsfiguren, älterer Balisen und der Barographenstandpunkte

Im Zuge der Messungen über die T-Balisen im West-Ost-Profil wurden eine Reihe von anderen Balisen durch geometrisches Nivellement höhenmäßig bestimmt. Die Höhen wurden, soweit das möglich war, auf den jeweiligen Balisenfuß bezogen, außerdem wurden die Schneehöhen an den Balisen zur Zeit der Messung bestimmt. Bei den Groß-Balisen (nach Prof. HAEFELI) bezieht sich die Angabe auf die Unterkante des ersten weißen 3-m-Elements (zum Zeitpunkt der Einbringung der Balisen

im Jahre 1967 etwa Schneehöhe). Die Skizzen aller Balisen sind in den Anlagen 4–6 enthalten. Alle in Tabelle 9 angegebenen Höhen sind bereits wegen der Bewegungen im Messungszeitraum reduziert (siehe E.G.I.G. Publikationen Bd. 3 Nr. 5).

Tabelle 9a. *Höhen der Groß-Balisen (HAEFELI).*

| Punktbezeichnung | Datum der Bestimmung | Höhe der Unterkante über Meeresspiegel [m] | Höhe der Schneeoberfläche über Meeresspiegel [m] |
|------------------|----------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Groß Balise bei | | | |
| TU 1 | 27.5.1968 | 1687,160 | 1688,56 |
| bei T 4 | 31.5.1968 | 1845,443 | 1847,01 |
| T 8 | 6.6.1968 | 2057,811 | 2059,21 |
| T 11 | 9.6.1968 | 2238,326 | 2239,73 |
| T 15 | 15.6.1968 | 2447,444 | 2448,77 |
| T 20 | 29.6.1968 | 2660,878 | 2662,21 |
| T 25 | 5.7.1968 | 2822,367 | 2823,57 |
| T 31 | 9.7.1968 | 2963,324 | 2964,36 |
| T 35 | 17.7.1968 | 3049,586 | 3050,50 |
| T 39 | 20.7.1968 | 3119,720 | 3120,51 |
| T 43 | 23.7.1968 | 3173,891 | 3174,71 |

Tabelle 9b. *Höhen der Balisen der Deformationsfiguren.*

| Punktbezeichnung | Datum der Bestimmung | Höhe der Unterkante über Meeresspiegel [m] | Höhe der Schneeoberfläche über Meeresspiegel [m] |
|---------------------|----------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------|
| Deformationsviereck | | | |
| bei T O DW | 27.5.1968 | 1636,859 | 1647,78 |
| DE | 27.5.1968 | 1651,782 | 1661,21 |
| Deformationsviereck | | | |
| bei T 15 DW | 15.6.1968 | 2432,381 | 2445,03 |
| DN | 15.6.1968 | 2437,093 | 2449,49 |
| DS | 15.6.1968 | 2435,731 | 2448,24 |
| DE | 24.6.1968 | 2440,942 | 2453,02 |
| Deformationsviereck | | | |
| bei T 31 DW | 9.7.1968 | 2953,734 | 2963,59 |
| DN | 9.7.1968 | 2953,566 | 2963,59 |
| DS | 9.7.1968 | 2954,895 | 2964,79 |
| DE | verloren | — | — |
| Pentagon | | | |
| St. Centrale R 1 | 9.7.1968 | 2942,953 | 2944,97 |
| R 0 | 9.7.1968 | 2962,250 | 2964,37 |

Tabelle 9c.
*Höhen der Rheologischen Balisen, Balisen älterer Expeditionen und
 Barographenstandpunkte.*

| Punktbezeichnung | Datum der Bestimmung | Höhe der Unterkante über Meeresspiegel | Höhe der Schneeoberfläche über Meeresspiegel |
|---------------------------------|----------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|
| | | [m] | [m] |
| bei Milcent (T 15): | | | |
| R 8 | 15.6.1968 | 2436,651 | 2448,15 |
| Sipre | 15.6.1968 | — | 2449,04 |
| T 15/2 | 15.6.1968 | 2441,295 | 2448,08 |
| Barograph (1968) | 15.6.1968 | 2449,610 | — |
| bei St. Centrale (T 31): | | | |
| R 13 | 9.7.1968 | — | 2964,88 |
| Hiran | 15.7.1968 | — | 2965,23 |
| Benson | 15.7.1968 | — | 2965,29 |
| Barograph (1968) | 9.7.1968 | 2964,248 | — |
| bei Crête (T 43): | | | |
| R 18 | 23.7.1968 | 3167,435 | 3174,70 |
| Barograph (1968) | 23.7.1968 | 3174,555 | — |

3.4 Genauigkeit des Nivellements

Das geometrische Nivellement ist mit einer Reihe systematischer und zufälliger Fehler behaftet. Die Einhaltung gleicher Vorblick- und Rückblickentfernung, Vermeidung von bodennahen Ablesungen, gut justierte Dosenlibellen an den Latten und die Messungsanordnung (siehe Abschnitt 2.2 und 2.3 und MÄLZER, 1964), gestatten die meisten systematischen Fehler hinreichend klein zu halten. Zwei systematische Fehlerquellen jedoch

- 1) die mit der Messungsanordnung nicht erfaßbaren Einsinkbeträge und
- 2) der Einfluß der unsymmetrischen Strahlenbrechung bei einseitiger Neigung des Profils verfälschen die Ergebnisse.

Die Horizontänderungen durch Einsinken lassen sich nur relativ zum Kontrollstab bestimmen, wobei die Annahme, daß der Kontrollstab fest bleibt, sicher nicht immer zutreffend ist.

Das West-Ost-Profil von A 14 bis Crête steigt auf einer Länge von rund 520 km nach Osten um etwa 2600 m an.

Der Einfluß der möglichen Refraktionsasymmetrie ist nach dem Handbuch der Vermessungskunde Jordan-Eggert-Kneißl Band III

$$dh = -\frac{\iota}{2} \cdot z \cdot \delta_e, \text{ wobei } \iota \text{ die Nivellementslänge, } z \text{ die mittlere}$$

Zielweite (100 m) und

$$\delta_e = \frac{k_v - kr}{2r} = \frac{\text{Refraktionskoeff. im Vorbl.-Refraktionsk. im Rückbl.}}{2 \cdot \text{Erdradius}}$$

bedeuten. Mit den Werten für das Ost-West-Profil und der Annahme $k_v - kr = 0,1$ erhält man den Einfluß auf die Höhe zu

$$d_h = - \frac{260 \text{ km} \cdot 100 \text{ m} \cdot 0,1}{12740 \text{ km}} =$$

$$d_h = - 0,022 \text{ m} = 22 \text{ mm.}$$

Die Differenz der Refraktionskoeffizienten im Vor- und Rückblick wird im allgemeinen wohl kleiner sein als die oben getroffene Annahme $k_v - kr = 0,1$. Der Einfluß dieses Fehlers liegt also in der Regel unter dem der zufälligen Fehler und wird vernachlässigt. Bei der folgenden Berechnung der Genauigkeiten sind daher nur zufällige Fehler angenommen worden.

Zur Beurteilung der inneren Genauigkeit des geometrischen Nivellements 1968 wurden die Differenzen d der Höhenunterschiede beider Nivellements zwischen zwei Balisen gebildet.

Eine absolute Höhengenauigkeit würde sich durch Abschluß an einem Festpunkt ergeben, der durch Zusammenschluß der Nivellements der Gruppe A und B möglich ist. Leider stehen vom Abschluß-Festpunkt (Cecilia Nunatak) nur barometrisch bestimmte Höhen zur Verfügung, sodaß die Abschlußkontrolle nicht mit der dem geometrischen Nivellement entsprechenden Genauigkeit erfolgen kann.

In dieser Abschluß-Kontrolle sind auch die Fehler, die durch die Eisbewegungen entstehen, zu berücksichtigen.

3.4.1 Genauigkeit des Fußnivelllements

Die Berechnung der Differenzen der Doppelnivellements und der Gewichte erfolgte in Tabelle 6 »Zusammenstellung der Ergebnisse des Fußnivelllements«. Hierbei bedeuten die d die Differenzen der bereits gemittelten Höhenunterschiede der Doppelnivellements I und II in den Spalten 10 der Tabellen 5a und 5b also $d = \Delta H_I - \Delta H_{II}$. Für die Fehlerrechnungen wurde der Punkt K O nicht berücksichtigt, da der lange Seitenblick nach K O (s. S. 19) die Genauigkeit der Höhenübertragung zwischen Niv. Punkt III und A 14 nicht beeinflußt. Bei der Bildung der d wurden daher die Höhenunterschiede K 1 – K O und K O – B 29 zu einem Höhenunterschied K 1 – B 29 zusammengefaßt.

Die Gewichte werden, nach dem beim geometrischen Nivellement allgemein geltenden Gewichtsansatz, als Reziprokerwert der Strecken angenommen. $p = 1/s [\text{km}]$.

Damit erhält man auf der 48,4 km langen Strecke des Fußnivellements für 24 Höhenunterschiede die Summe $[pdd] = 1900$ (Tabelle 6, Spalte 9).

Mit diesem Wert ergeben sich folgende mittlere zufällige Fehler:

1. für ein 1 km langes Nivellement

$$m_o = \pm \sqrt{\frac{[pdd]}{2n}} = \pm \sqrt{\frac{1900}{48}} = \pm 6,3 \text{ mm und}$$

2. für ein 1 km langes Doppelnivellement

$$M_o = \pm \frac{m_o}{\sqrt{2}} = \pm 4,5 \text{ mm.}$$

3. Der durchschnittliche Abstand zweier höhenmäßig bestimpter Pegel ist 2,0 km. Die Genauigkeit der Höhenunterschiede errechnet sich aus

$$\begin{aligned} M_s &= \pm M_o \cdot \sqrt{s} = 4,5 \cdot \sqrt{2,0} \\ &= \pm 6,3 \text{ mm.} \end{aligned}$$

4. Die innere Genauigkeit der Höhenübertragung auf der 48,4 km langen Strecke zwischen A 14 und Niv. Pkr. III (11 km westl. Camp Séismique E.P.F.) ergibt sich mit

$$M_s = \pm M_o \cdot \sqrt{s} = \pm 4,5 \cdot \sqrt{48,4} = \pm 31 \text{ mm.}$$

3.4.2 Genauigkeit des Weaselnivellements

Die Berechnung der zufälligen Fehler des Weaselnivellements erfolgte in gleicher Weise wie beim Fußnivellement. Die Zahlenwerte sind in Tabelle 8, Spalten 11–13 (Seiten 36–37) enthalten. Zur Vermeidung zu unterschiedlicher Gewichte wurden die kurzen Strecken $T_o - T_1$ und die Strecken von den DW und DE Punkten zu den Zentren nicht berücksichtigt.

Es ergeben sich:

1. für ein 1 km langes Nivellement

$$m_o = \pm \sqrt{\frac{[pdd]}{2n}} = \pm \sqrt{\frac{1014}{2 \cdot 47}} = \pm 3,3 \text{ mm und}$$

2. für ein 1 km langes Doppelnivellement

$$M_o = \pm \frac{m_o}{\sqrt{2}} = \pm \frac{3,3}{\sqrt{2}} = \pm 2,3 \text{ mm.}$$

3. Der durchschnittliche Abstand zweier Pegel ist 10 km. Der Höhenunterschied zwischen zwei Pegeln ist daher mit einer Genauigkeit von

$$m_s = Mo \cdot \sqrt{s} = \pm 2,3 \cdot \sqrt{10} = \pm 7,4 \text{ mm}$$

bestimmt worden.

4. Die innere Genauigkeit der Höhenübertragung auf der Gesamtstrecke von 475,7 km ergibt sich mit

$$M_s = \pm Mo \cdot \sqrt{s} = \pm 2,3 \cdot \sqrt{475,7} = \pm 51 \text{ mm}.$$

Diese Genauigkeiten liegen in der gleichen Größenordnung der beim ersten Nivellement 1959 erreichten Werte.

5. Neben der Unsicherheit der Höhenübertragung sind für die Höhen der Balisenstandpunkte des Jahres 1959 die Unsicherheit der Interpolation mit ± 12 cm zu berücksichtigen (siehe S. 24).

4. SONDERAUFGABEN UND IHRE OPERATIONELLE DURCHFÜHRUNG

Neben den Höhenbestimmungen und den unmittelbar damit zusammenhängenden Arbeiten (Absteckung der Punkte 1959, Aufstocken der Balisen u.a.) waren der Gruppe Nivellement A eine Reihe weitere Messungsarbeiten übertragen worden.

4.1 Topographische Aufnahmen

4.1.1 Aufgabe und Aufnahmemethode

In der Umgebung von 11 Groß-Balisen nach Prof. HAEFELI (Balise Longue-Durée) wurden topographische Aufnahmen der Oberfläche gemacht. Vorgesehen waren Aufnahmen entlang von Profilen mit Tachymetertheodolit und Latte. Um den gewünschten Bereich der Schneoberfläche zu erfassen, wären mehrere Theodolitstandpunkte notwendig gewesen. Zur Beschleunigung wurde das Verfahren der trigonometrischen Höhenbestimmung von einem Zentralpunkt aus angewandt. Die Entfernung wurden mit dem Meilenzähler bestimmt, als Ziel für die Höhenwinkelmessung diente die höchste Stelle des Weaseldaches.

Da das Profil entlang der West-Ost-Trasse ohnehin aus dem Nivellement höhenmäßig bekannt ist, wurden zwei gleichseitige Dreiecke, in der in Abbildung 10 gezeigten Anordnung, gemessen.

Die Orientierung erfolgte über die Richtung zur vorhergehenden Balise. Die Seitenlänge war bei den Balisen TU 1, T 4 und T 8 500 Einheiten der Meilenzähler, d.h. etwa 800 m und bei den übrigen 8 Groß-

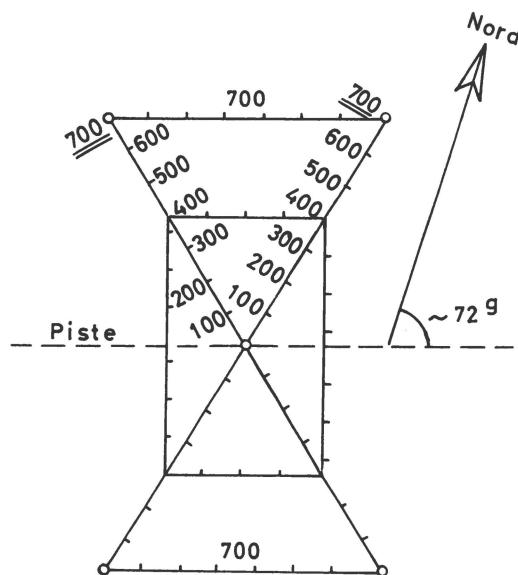


Abb. 10. Profile der topographischen Aufnahmen.

balisen ab T 11 700 Einheiten oder 1,1 km. Hier wurden zusätzlich Rechtecke mit den Eckpunkten bei den Marken 400 gemessen. Der Punktabstand betrug 100 Einheiten (ca. 160 m). Die Verständigung der Beobachtergruppe mit den beiden Zielgruppen wurde über Sprechfunkgeräte ermöglicht. Je nach den Geländeverhältnissen dauerte die Messung 1–2 Stunden pro Aufnahme an einer Balise.

4.1.2 Auswertung und Ergebnisse

Zunächst wurde die Fahrroute der Weasel, die als Zielpunkte dienten, kartiert. Aus dieser Kartierung konnten die Entferungen vom Zentralpunkt für diejenigen Einzelpunkte, die nicht auf Radialstrahlen liegen, graphisch entnommen werden. Mit den um den Indexfehler verbesserten Höhenwinkeln und den Entferungen wurden die Höhenunterschiede gegen den Zentralpunkt gerechnet.

Die Zielhöhen für die einzelnen Weasel waren:

| Weasel | Höhenunterschied Dach – Schnee |
|----------------|-----------------------------------|
| 36 (A. GERARD) | 2,22 m |
| 37 (M. PIRVIN) | 2,26 m |
| 38 (L. FAIVRE) | 2,23 m |

Aus der Höhe des zentralen Standpunktes, die durch das Nivelllement bestimmt wurde, ergaben sich die Höhen aller Einzelpunkte mit einem mittleren Fehler von $\pm 0,01$ m.

Das Ergebnis der Aufnahmen sind die in den Anlagen 7 dargestellten Höhenkurven. Bei T 43 (Crête) wurden keine Höhenlinien gezeichnet, da dort das Gebiet zu flach ist. Bei T 4 und T 39 wurden die Höhenlinien wegen örtlicher Störungen unterbrochen.

Die in den Anlagen 7 angegebenen Höhen beziehen sich auf die Schneehöhe am Instrumentenstandpunkt und nicht auf die Schneehöhe an der Groß-Balise. Wegen der Störungen der Schneeoberfläche in unmittelbarer Nähe der Groß-Balise und der Sichtbehindrung durch die Groß-Balise wurde der Instrumentenstandpunkt mindestens 1 m von der Balise entfernt gewählt.

4.2 Gravimetrie

4.2.1 Ausrüstung

Die technische Ausrüstung bestand aus:

2 La-Coste-Romberg Gravimetern (Nr. 128 des Instituts für Reine und Angewandte Geophysik der Universität Münster und Nr. 156 des Geodätischen Instituts der Universität Karlsruhe) mit je 2 Nickel-Cadmium Batterien und je einem Ladegerät sowie den Schalt- und Regleranlagen und den erforderlichen Kabeln.

Die beiden Gravimeter waren zur Temperaturisolierung allseitig mit einer etwa 1 cm starken Styroporschicht verkleidet, nur die Decken- und Bodenplatte der Verkleidung waren für die Durchführung der Bedienungsschrauben durchbrochen. Die Verkleidung war mit Selbstklebeband befestigt und versteift. (Bild 3).

4.2.2 Durchführung des gravimetrischen Messungsprogrammes

Die Anschlußmessungen erfolgten vor dem Abflug am 11. April 1968 am Pendelpunkt Karlsruhe Nr. 6916/30 PS und am Schwerefestpunkt Frankfurt-Flughafen.

In Kopenhagen konnte am 11.4.1968 folgende Meßreihe durchgeführt werden:

Kastrup III – Buddinge (Dansk-Geodetisk-Institut) Innenpunkt – Buddinge Außenpunkt – Kastrup III – Kastrup II – Kastrup III.

Vor dem Abflug nach Søndre Strømfjord am 12.4.1968 wurde an Kastrup II und Kastrup III erneut angeschlossen. Am 12.4.1968 und am 13.4.1968 wurden in Søndre Strømfjord jeweils an den Punkten Flughafen (Hilfspunkt), Tower und Hafen Gravimetermessungen ausgeführt. Die Schweredifferenz Søndre Strømfjord Flughafen – Jakobshavn Flughafen konnte das erste Mal am 14.4.1968 beim Flug der Gruppe nach Jakobshavn und zum zweiten und dritten Mal bei einem Helicopterflug von Jakobshavn nach Søndre Strømfjord und zurück am 3.5.1968 bestimmt werden. Dank des Entgegenkommens der Expeditionsleitung

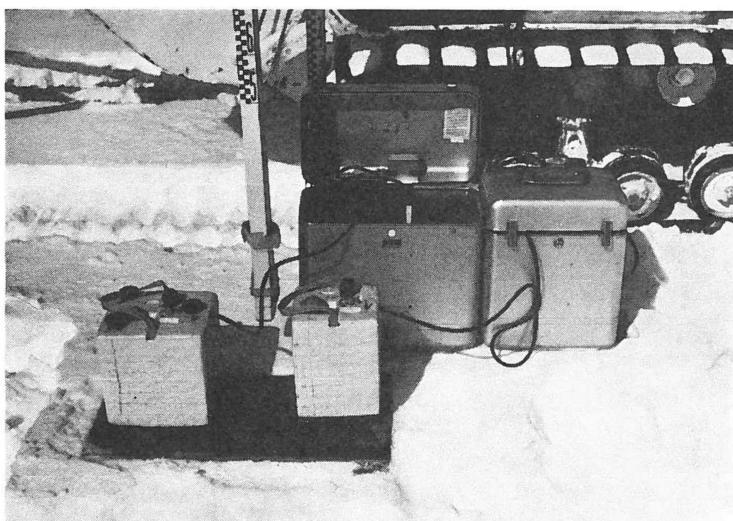


Bild 3. La Coste-Romberg Gravimeter in Meßaufstellung während des Weaselnivellements.

und der Helicopterbesatzung konnte auch die Schwerdifferenz Jakobshavn – Camp I E.P.F. (G 1) – G 14 (bei A 14) in Hin- und Rückweg bestimmt werden, und die Messung Jakobshavn – Carrefour dreifach ausgeführt werden. Von Carrefour bis Camp Séismique wurde jeweils an den Balisen T 4 bis T 301 beobachtet. Am 22.5.1968 war eine Anschlußmessung Camp Séismique – Camp I (G 1) möglich. Auf der Fahrt über das Inlandeis wurde zwischen Carrefour und Crête ein gravimetrisches Profil gemessen. Der Punktabstand betrug 700 Zählereinheiten der Meilenzähler, das entsprach ca. 1.1 km. Zwischen T 6/1 und T 7, in einem tiefen Tal, war der Punktabstand auf 400 Zählereinheiten verkürzt.

Zur Messung wurden die Gravimeter mit den Transportbehältern aus dem Fahrzeug herausgereicht und unmittelbar neben der am Fahrzeug befestigten Latte auf einem im Schnee festgetretenen Holzbrett aufgestellt. Die enge Verbindung der Gravimetrie mit dem Nivellement hat sich als sehr zweckmäßig erwiesen, da ohne Mehraufwand ein exakter Höhenbezug für die Schweremeßpunkte gegeben war.

Es wurde von zwei Beobachtern gemessen und als Standpunkt-kontrolle sofort die jeweilige Differenz beider Instrumente gegen die Ablesungen am vorhergehenden Punkt gebildet und verglichen.

An drei Stationen, wo wegen Reparaturarbeiten oder anderer Messungsvorhaben einige Tage Aufenthalt war, wurden zur Messung vertikaler Schweregradienten Schneeschächte gegraben (Carrefour 4 m, Milcent 9 m, Crête 10 m Tiefe). Auf der 630 km langen Rückfahrt von Crête nach Dye II wurden im Abstand von drei Meilen gravimetrische Messungen

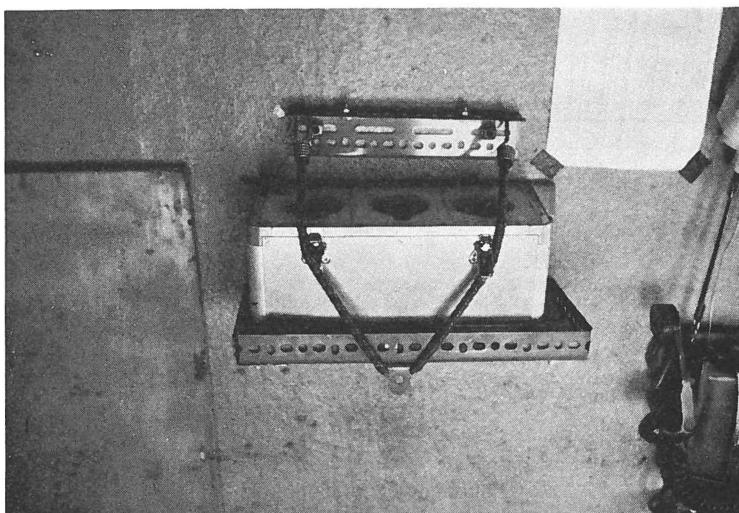


Bild 4. Aufhängen der Thommen Altimeter in den Weaseln.

vorgenommen. Die Höhenbestimmung mußte hier durch barometrische Höhenübertragung erfolgen.

Insgesamt wurden an 757 Punkten mit jedem der beiden Gravimeter etwa 1120 Meßwerte beobachtet. Die Originalfeldbücher der Gravimeterbeobachtungen wurden im Dezember 1968 der Gruppe Geophysik (Dr. THYSSEN, beim Institut für Reine und Angewandte Geophysik der Universität Münster), die 1967 bereits Schweremessungen auf identischen Punkten durchgeführt hatte, zur Auswertung übergeben.

4.3 Barometrische Höhenmessung

Für die barometrische Höhenmessung war die Gruppe mit

- 6 Thommen-Altimetern in 2 Gruppen zu je 3 Geräten,
- 1 Barometer von Wallace und Tiernan,
- 5 Barographen und
- 1 Hypsometer ausgerüstet.

3 Thommen-Altimeter, das Barometer von Wallace und Tiernan und ein Fahrtbarograph mit Wochenumlauf waren in Weasel Nr. 38, die anderen 3 Thommen-Altimeter und ein Fahrtbarograph mit Tagesumlauf im Weasel Nr. 36 installiert.

Die Altimeter in Weasel Nr. 38 wurden während des Nivellements etwa jede halbe Stunde beobachtet, die Altimeter im vorausfahrenden Weasel Nr. 36 bei Abfahrt und Ankunft auf einer Station und während des Aufenthalts etwa jede Stunde abgelesen.

Die zwischenzeitlichen Luftdruckschwankungen sollten von drei weiteren Barographen, die in Milcent, Station Centrale und Crête aufgestellt waren, erfaßt werden.

Zur Bestimmung des absoluten Luftdrucks wurden an mehreren Stellen Hypsometermessungen durchgeführt. Bei den 1/2-stündigen Barometerablesungen während des Nivellements wurden keine Trocken- und Feuchttemperaturen gemessen. Diese Temperaturmessungen wurden nur morgens, mittags und abends ausgeführt. Der tägliche Temperaturgang sollte über die Lattenthermometer erfaßt werden.

4.4 Meteorologie

An täglich drei Terminen, die zeitlich dem Nivellementsablauf angepaßt waren (8^h, 12^h–13^h, 18^h–19^h), wurden Trocken- und Feuchttemperaturen und Luftdruck gemessen, sowie allgemeine Wetterlage, Bewölkung, Windrichtung und Windstärke geschätzt und notiert. Die Unterlagen wurden an O. REINWARTH abgegeben, der bei der Kommission für Glaziologie bei der Bayerischen Akademie der Wissenschaften die weiteren meteorologischen Auswertungen vornehmen wird.

4.5 Pentagonmessungen

Im Jahre 1967 waren für Deformationsbestimmungen mit den Zentralpunkten in Carrefour, Milcent, Station Centrale, Crête, Jarl-Joset und Dépot 420, Pentagon mit 7 km Radius angelegt und vermarktet worden.

Die Gruppe Nivellement A hat bei den Deformationspentagonen in Milcent, Station Centrale und Crête Wiederholungsmessungen vorgenommen, um die zwischen 1967 und 1968 eingetretenen Deformationen bestimmen zu können.

Die technische Ausrüstung bestand aus:

- 2 Tellurometern MA 1 und RA 1 des Instituts für Angewandte Geodäsie Frankfurt,
- 1 Tellurometer MRA 2 des Geodätischen Instituts Karlsruhe,
- 3 Hochantennen,
- 3 Assmann Aspirationspsychrometern,
- 1 Theodolit für Winkelmessung und Ablotung der Antennen.

Bei den Deformationsfünfecken wurden die 10 Strecken gemessen und die Winkel dort, wo es die Sichtverhältnisse erlaubten. In jedem Pentagonnetz sind mindestens 7 Überbestimmungen beobachtet. Die Ergebnisse der Messungen wurden an die Gruppe Geodäsie A (1967) HOFMANN/NOTTARP abgegeben.

4.6 Magnetische Azimutmessungen

Die magnetischen Azimute von den Haupt-Balisen (T-Balisen) zu den 1967 eingebrachten Azimutbalisen wurden mit dem Bussolentheodolit Wild T O beobachtet. An 4 Stationen (Carrefour, Milcent, Station

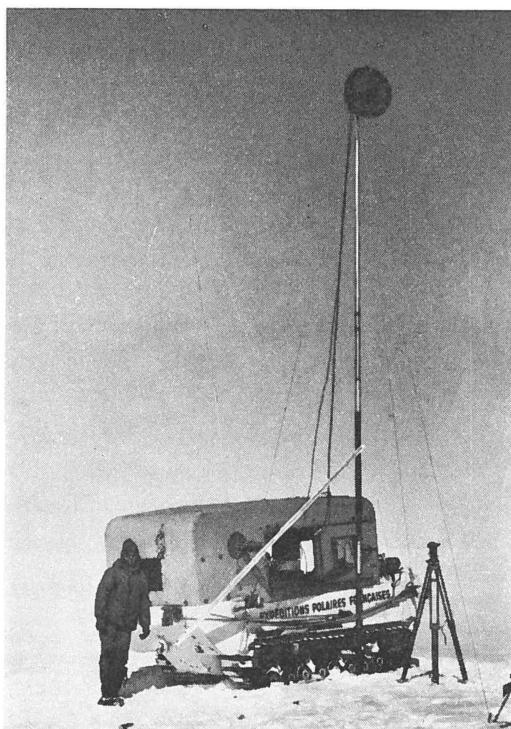


Bild 5. Auf einen Pegel montierte Tellurometerhochantenne während der Streckenmessung beim Pentagon Milcent.

Centrale, Crête) konnten Dauerbeobachtungen über mehrere Tage zur Bestimmung der Tagesvariationen durchgeführt werden. Die Messungsunterlagen wurden an Herrn Dr.-Ing. FRANZ-JOSEF HEIMES, Delft (Teilnehmer der Gruppe Geod. A. 1967) zur Auswertung weitergegeben.

4.7 Magnetometermessungen

Zwischen den Balisen T 45 und T 46 (ca. 25 km östl. von Crête) waren von der Gruppe Geophysik 1967 große Anomalien der Totalintensität des magnetischen Feldes festgestellt worden.

Die Gruppe Nivellement A hatte die Aufgabe die Vertikalintensität in diesem Gebiete flächenhaft zu erfassen. Mit einem Askania-Torsionsmagnetometer Gfz wurden neben dem Profil T 45 – T 46 ein Nord-Süd-Profil an der Stelle des Maximums der Anomalie und Füllpunkte in den Quadranten gemessen. Auf diesen Punkten wurden auch magnetische Richtungsmessungen mit dem Wild T O und gravimetrische Messungen ausgeführt. Ein zweites Magnetometer und ein zweiter Bussolentheodolit Wild T O, der uns freundlicherweise von der schweizerischen Glaziologen Gruppe (FEDERER, BECK, v. SURY) zur Verfügung gestellt wurde, ver-

blieben für Standbeobachtungen am Maximum. Insgesamt wurde an 130 Punkten beobachtet. Die Messungsergebnisse wurden zur weiteren Auswertung an die Gruppe Geophysik (Dr. THYSSEN, am Institut für Reine und Angewandte Geophysik der Universität Münster) weitergeleitet.

5. ÜBERSICHT DES ZEITLICHEN VERLAUFS DER ARBEITEN DER GRUPPE NIVELLEMENT A

| | |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11.4.1968 | Gravimetrische Anschlußmessungen in Karlsruhe und Frankfurt, Flug Frankfurt – Kopenhagen |
| | Gravimetermessungen in Kopenhagen |
| 12.4.1968 | Gravimetermessungen in Kopenhagen |
| | Flug Kopenhagen – Søndre Strømfjord |
| | Gravimetermessungen in Søndre Strømfjord |
| 13.4.1968 | Gravimetermessungen in Søndre Strømfjord |
| 14.4.1968 | Gravimetrische Anschlußmessungen, Flug nach Jakobshavn |
| 15.4.1968–30.4.1968 | Aufenthalt in Jakobshavn mit Gravimetermessungen |
| 19.4.1968 | Gravimetermessungen Jakobshavn – Camp I (EPF) (G 1) – G 14 (bei A 14) und zurück nach Jakobshavn mit Hubschrauber |
| 1.5.1968 | Flug von W. ZICK und H. SECKEL nach Carrefour |
| 3.5.1968 | Gravimetermessungen Jakobshavn – Søndre Strømfjord und zurück (STOBER) mit Hubschrauber |
| 2.5.1968–4.5.1968 | Vorbereitende Arbeiten in Carrefour |
| 5.5.1968 | Flug von M. STOBER und P. THIELE nach Carrefour |
| | Abfahrt der Gruppe mit 3 Weaseln Richtung Camp Séismique (EPF) |
| 6.5.1968 | Ankunft in Camp Séismique (EPF) |
| 7.5.1968 | Vorbereitung auf das Nivellement |
| 8.5.1968 u. | Nivellement mit Weasel in Richtung Westen bis |
| 9.5.1968 | 11 km westlich Camp Séismique |
| 10.5.1968 | Erkundung der Marschroute des Fußnivelllements und Einrichtung von Verpflegungsdepots mit Hubschraubern |
| 11.5.1968 | Beginn des Fußnivelllements |
| 20.5.1968 | Rückflug von B. GUÉRIN und A. GERARD nach |

| | |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Camp Séismique (EPF). Abschluß des Fußnivelle- ments auf A 14 |
| 22.5.1968 | Rückflug der 4 wissenschaftlichen Teilnehmer nach Camp Séismique (EPF). Flug Camp Séismique – Camp I zu Gravimeteranschlußmessungen |
| 23.5.1968 | Vorbereitung auf das Nivellement über das In- landeis |
| 24.5.1968 | Beginn des Nivellements |
| 24.5.1968–27.5.1968 | Nivellement Camp Séismique – TU 1 |
| 28.5.1968–29.5.1968 | Schlechtwetterpause bei TU 1 |
| 30.5.1968–31.5.1968 | Nivellement TU 1 – T 4 (Carrefour) |
| 1.6.1968 | Reparaturarbeiten, Übernahme von Verpflegung in Carrefour |
| 2.6.1968–15.6.1968 | Nivellement T 4 – T 15 (Milcent) |
| 11.6.1968 | Ablösung von BERNARD GUÉRIN durch MICHEL PIRVIN |
| 16.6.1968–17.6.1968 | Vorbereitung der Tellurometermessungen im Pentagon Milcent |
| 18.6.1968–23.6.1968 | Pentagonmessung und Fahrzeugreparaturen |
| 24.6.1968– 9.7.1968 | Nivellement T 15 – T 31 (St. Centrale) |
| 10.7.1968–14.7.1968 | Pentagonmessung St. Centrale, Verpflegungs- übernahme |
| 15.7.1968–23.7.1968 | Nivellement T 31 (St. Centrale) – T 43 (Crête) |
| 24.7.1968–27.7.1968 | Pentagonmessungen |
| 28.7.1968 | Abschlußarbeiten, Demontage der Tellurometer- Antennen und Nivellier-Latten Fahrt nach T 45 |
| 29.7.1968– 1.8.1968 | Magnetometermessungen zwischen T 45 und T 46 Rückkehr nach Crête |
| 2.8.1968–10.8.1968 | Abschlußarbeiten, Verpacken der Instrumente |
| 11.8.1968–19.8.1968 | Rückfahrt Crête – Dye II, Gravimetermessungen und barometrische Höhenbestimmung |
| 20.8.1968 | Flug Dye II – Søndre Strømfjord Gravimetermessungen |
| 21.8.1968 | Gravimetrie in Søndre Strømfjord |
| 23.8.1968 | Rückflug nach Kopenhagen |
| 24.8.1968 | Flug Kopenhagen – Frankfurt |

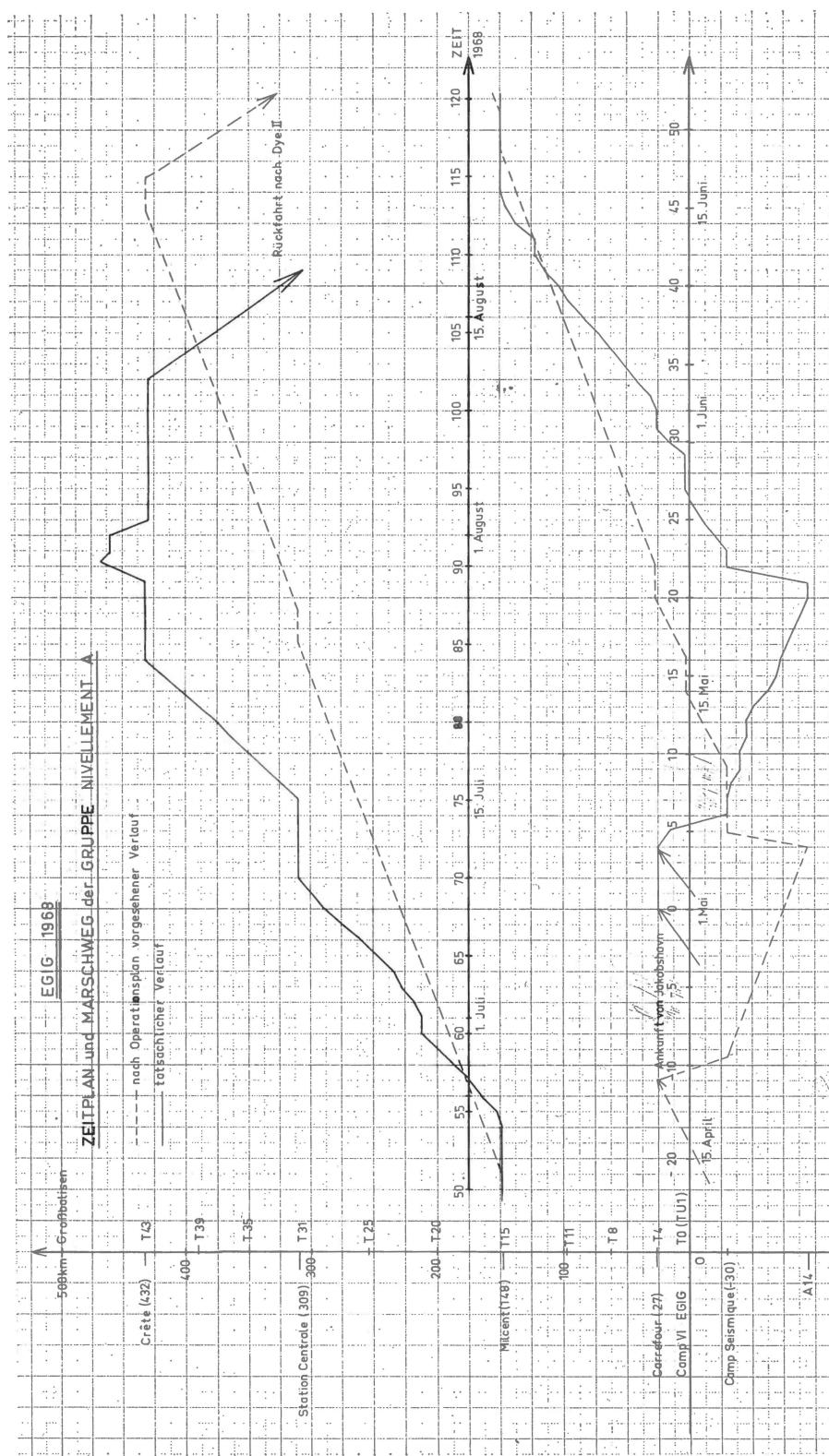


Abb. 11.

Literaturverzeichnis

BAUER, A. 1954. Triangulation cotière de la region de l'Eqe. Campagne au Groenland 1948, *Annales de Geophysique*, Bd. 9, Nr. 1, Kopenhagen.

— 1968. Mission Aériennes de Reconnaissance au Groenland 1957–1958. *Meddelelser om Grönland* Bd. 173 Nr. 3. EGIG 1957–1960, Vol. 2 Nr. 3.

— 1968. Mouvement et variation d'altitude de la zone d'ablation ouest. *Meddelelser om Granland* Bd. 174 Nr. 1.

EXP. POLAIRES FRANÇAISES 1948. *Rapports préliminaires séries scientifique* Nr. 5.

— 1953. *Rapports préliminaires séries scientifique* Nr. 25.

JORDAN-EGGERT-KNESSL 1956. Handbuch der Vermessungskunde, Bd. III, Stuttgart.

LEHMANN 1960. Leitfaden der Längenmeßtechnik, Berlin.

LICHTE, H. 1957. Internationale Glaziologische Grönlandexpedition 1958/59. *Zeitschrift für Vermessungswesen* (3–8).

MÄLZER, H. 1964. Das Nivelllement über das grönländische Inlandeis der EGIG 1959. *Meddelelser om Grenland* Bd. 173 Nr. 7. EGIG 1957–1960 Vol. 3, Nr. 4.

MÄLZER, H. & MÖLLER, D. 1965. Vorschlag zum Operations-Plan für die EGIG-Campagne 1968 vom 5.6.1965 (nicht veröffentlicht).

Anlagen

1. Trassenverlauf des Fußnivvellements
2. Höhen der Einzelpunkte des Fußnivvellements (A 14 – Niv. Pkt. III)
3. Höhen der Einzelpunkte des Weaselnivvellements (Niv. Pkt. III – T 43)
4. Punktskizzen des Fußnivvellements
5. Einmessungsskizzender Balisendes Weaselnivvellements
6. Einmessungsskizzen der Großbalisen
7. Geländeaufnahmen bei den Großbalisen
8. Expeditionskarte
9. Karte von Grönland

Die Höhen aller Einzelpunkte zwischen A 14 und T 43 sind in den

Anlagen 2 (A 14 – Niv. Pkt. III)
für das Fußnivelllement (4 Seiten)

und **Anlagen 3 (Niv. Pkt. III – T 43)**
für das Weaselnivellement (52 Seiten)
enthalten.

Wegen des großen Umfangs der Tabellen ist hier als Beispiel nur die erste Seite der Anlage 2 abgedruckt. Die Werte für die ca. 5200 Einzelpunkte stehen allen Interessenten zur Verfügung, sie sind beim Geodätischen Institut der Universität Karlsruhe, Englerstraße 7, gegen Erstattung der Kopierkosten erhältlich.

Anlage 2.
Höhe der Einzelpunkte zwischen A 14 und Niv. Punkt III.
(Fußnivelllement).

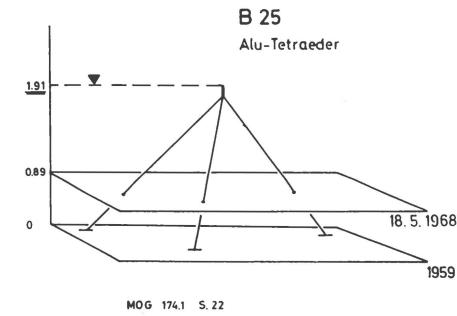
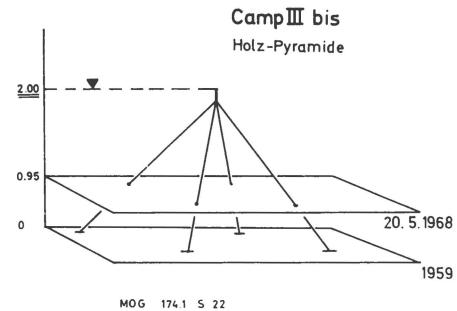
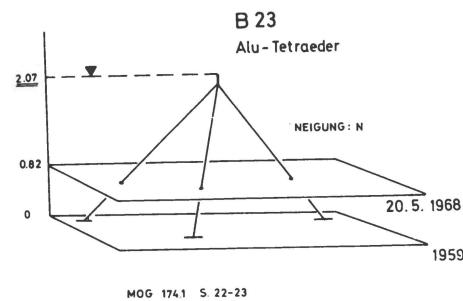
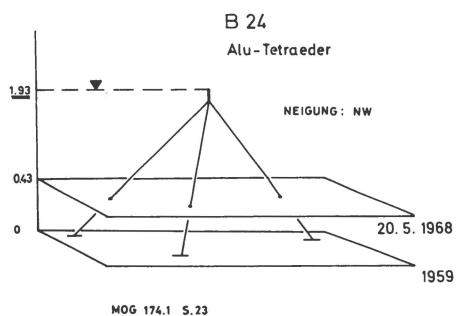
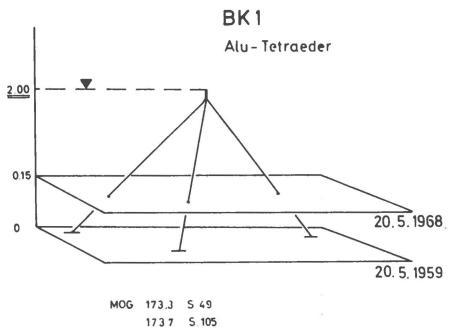
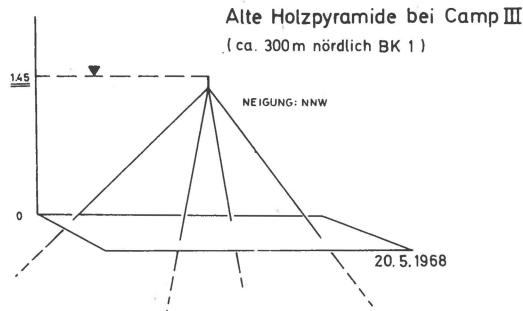
| Pkt. Nr. | Entfernung von T O | Höhe über Meeresniv. | Pkt. Nr. | Entfernung von T O | Höhe über Meeresniv. |
|-------------|--------------------|----------------------|----------|--------------------|----------------------|
| | [km] | [m] | | [km] | [m] |
| A 14 | | | | | |
| HM 1 | 92,554 | 560,32 | 331 | 89,384 | 640,41 |
| 379 | ,529 | 557,24 | 330 | ,279 | 643,79 |
| 378 | ,504 | 553,63 | 329 | ,179 | 646,28 |
| 377 | ,474 | 550,61 | 328 | 89,064 | 649,56 |
| 376 | ,449 | 547,42 | 327 | 88,984 | 652,70 |
| 375 | ,429 | 543,89 | 326 | ,914 | 655,83 |
| 374 | ,404 | 540,14 | 325 | ,844 | 658,96 |
| 373 | ,364 | 536,74 | 324 | ,764 | 661,94 |
| 372 | ,279 | 533,32 | 323 | ,664 | 664,69 |
| 371 | ,209 | 530,01 | 322 | ,579 | 667,47 |
| 370 | 92,104 | 527,47 | 321 | ,504 | 670,20 |
| 369 | 91,969 | 529,12 | 320 | ,444 | 673,05 |
| 368 | ,919 | 532,92 | 319 | ,387 | 676,09 |
| 367 | ,814 | 536,32 | 318 | ,337 | 678,79 |
| 366 | ,734 | 539,68 | 317 | ,272 | 680,96 |
| 365 | ,674 | 543,03 | 316 | ,207 | 683,61 |
| 364 | ,614 | 546,28 | 315 | ,147 | 686,74 |
| 363 | ,564 | 549,53 | 314 | ,087 | 689,41 |
| 362 | ,524 | 552,85 | 313 | 88,027 | 692,26 |
| 361 | ,479 | 555,77 | 312 | 87,962 | 695,88 |
| 360 | ,439 | 559,13 | B 24 | (87,917) | 694,92 |
| 359 | ,399 | 562,36 | 311 | 87,827 | 698,75 |
| 358 | ,359 | 566,10 | 310 | ,607 | 701,41 |
| 357 | ,299 | 569,17 | 309 | 87,457 | 702,98 |
| 356 | ,229 | 572,11 | B 23 | (87,407) | 700,50 |

Fortsetzung die Anlagen 2.

| Pkt. Nr. | Entfernung von T O | Höhe über Meeresniv. | Pkt. Nr. | Entfernung von T O | Höhe über Meeresniv. |
|----------|--------------------|----------------------|----------|--------------------|----------------------|
| | [km] | [m] | | [km] | [m] |
| 355 | ,154 | 575,33 | 308 | 87,377 | 705,31 |
| 354 | 91,024 | 578,88 | 307 | ,292 | 708,51 |
| 353 | 90,929 | 582,26 | 306 | 87,487 | 711,16 |
| 352 | ,899 | 585,13 | 305 | 86,967 | 713,35 |
| 351 | ,869 | 588,32 | 304 | ,712 | 712,87 |
| 350 | ,839 | 591,60 | 303 | ,472 | 712,84 |
| 349 | ,809 | 594,79 | Camp III | | |
| 348 | ,749 | 598,18 | bis | (86,372) | 713,57 |
| 347 | ,659 | 601,54 | 302 | 86,252 | 714,80 |
| 346 | 90,619 | 604,74 | 301 | 86,067 | 717,58 |
| Camp III | (90,534) | 606,97 | 300 | 85,922 | 720,41 |
| 345 | 90,529 | 604,74 | 299 | ,762 | 723,30 |
| 344 | 90,354 | 605,09 | 298 | ,597 | 725,42 |
| BK 1 | (90,304) | 603,03 | 297 | ,467 | 727,28 |
| 343 | 90,314 | 607,82 | 296 | ,352 | 729,37 |
| 342 | ,274 | 611,05 | 295 | ,257 | 731,57 |
| 341 | ,229 | 614,54 | 294 | 85,182 | 733,92 |
| 340 | ,159 | 617,81 | 293 | 85,087 | 736,50 |
| 339 | ,089 | 621,38 | 292 | 85,027 | 738,90 |
| 338 | 90,039 | 624,26 | 291 | 84,957 | 741,79 |
| 337 | 89,999 | 627,23 | 290 | ,892 | 744,66 |
| 336 | ,959 | 630,68 | 289 | ,822 | 747,98 |
| 335 | ,859 | 632,93 | 288 | ,747 | 741,36 |
| 334 | ,649 | 631,11 | 287 | ,677 | 754,44 |
| 333 | ,549 | 633,43 | 286 | ,592 | 757,78 |
| 332 | ,469 | 636,74 | 285 | ,502 | 760,65 |

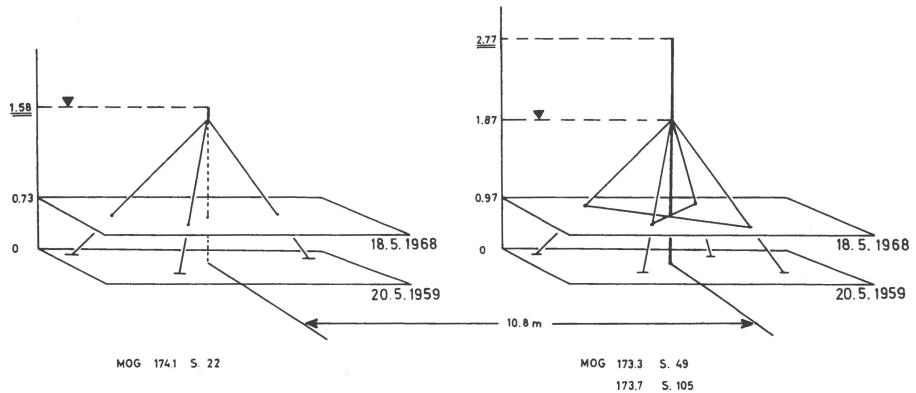
() Durch Seitenblick bestimmte Punkte, die nicht unmittelbar auf dem nivellierten Profil liegen.

Anlage 4.1

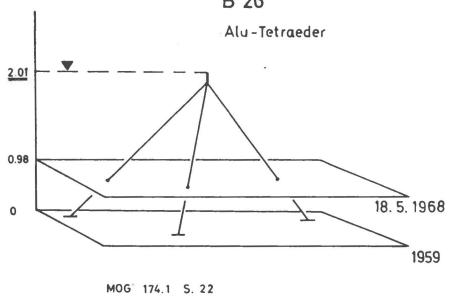


Anlage 4.2

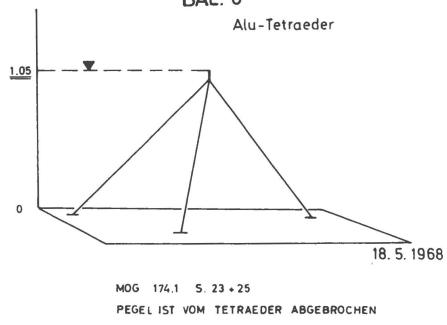
BK 2
Holz-Pyramide und Alu-Tetraeder



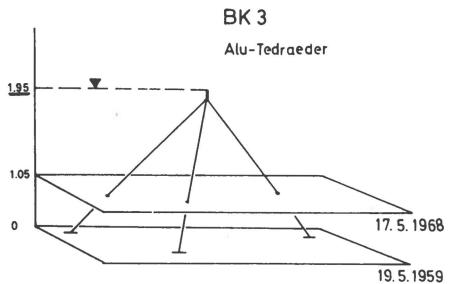
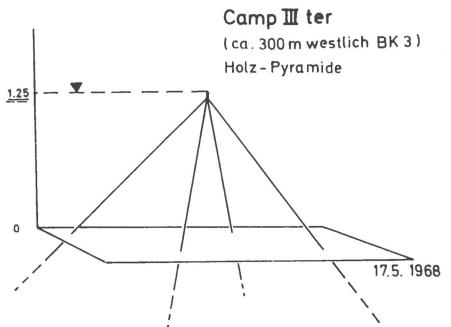
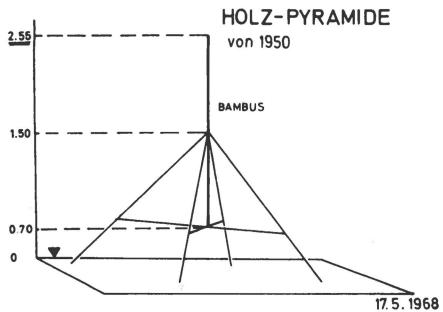
B 26
Alu-Tetraeder



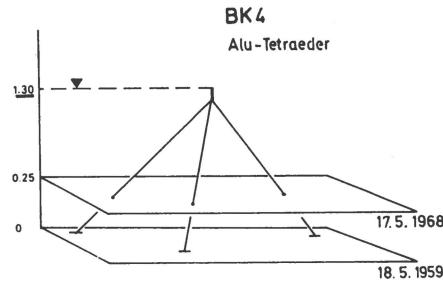
BAL. 6
Alu-Tetraeder



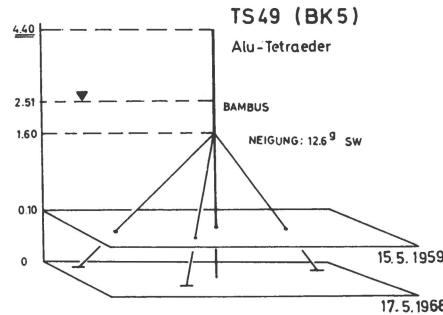
Anlage 4.3



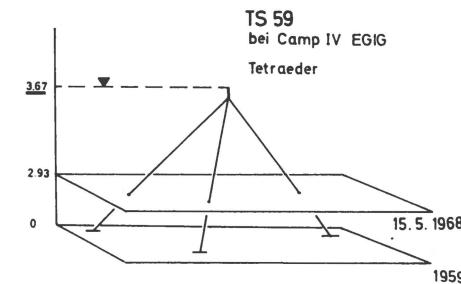
MOG 173.3 S. 50
173.7 S. 105



MOG 174.1 S. 24
173.3 S. 50
173.7 S. 105

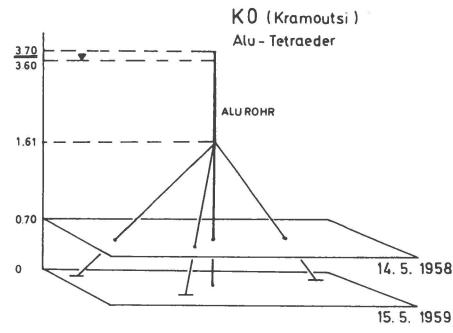


MOG 174.1 S. 24-25
173.3 S. 50-51
173.7 S. 105



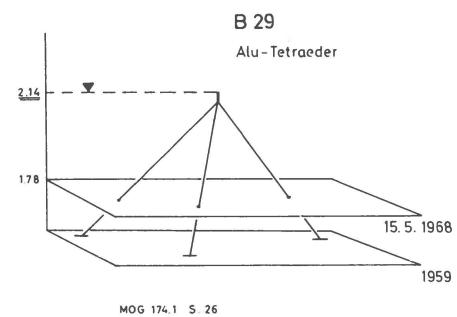
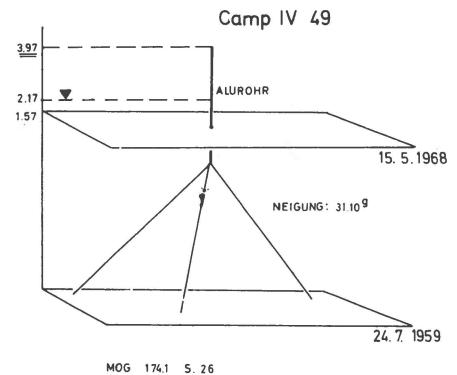
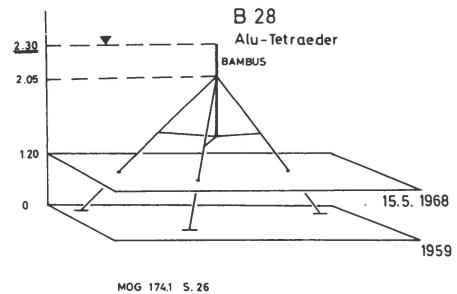
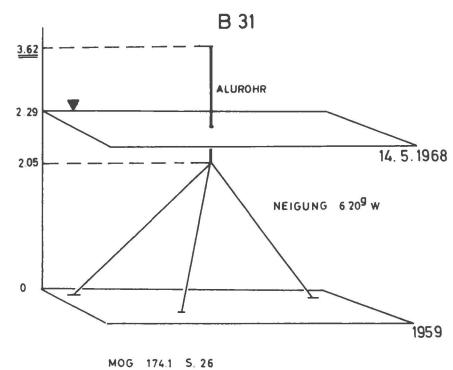
MOG 174.1 S. 25-26 PHOTO NR. 15

Anlage 4.4

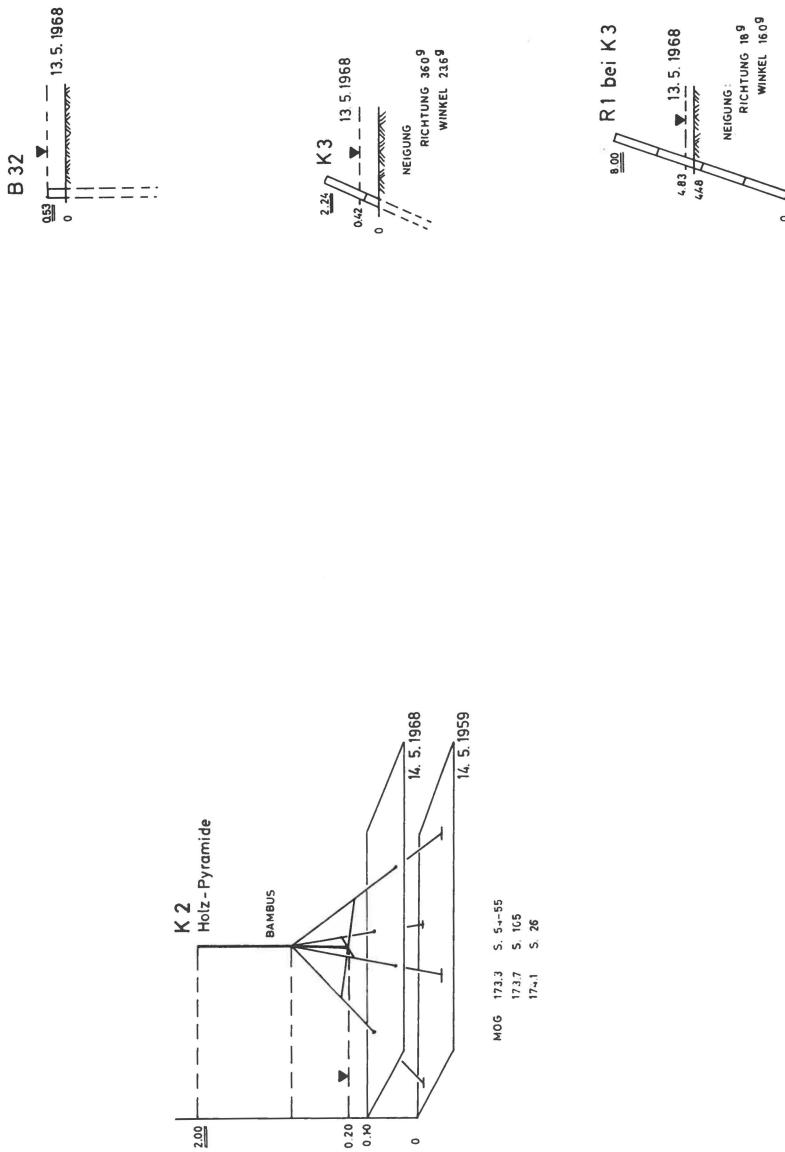
**K 1**

TEILE DER HOLZPYRAMIDE LAGEN ZERSTÜRT.
NIVELLIERTE HÖHE IST DIE SCHNEEHÖHE BEI DEN HOLZRESTEN.

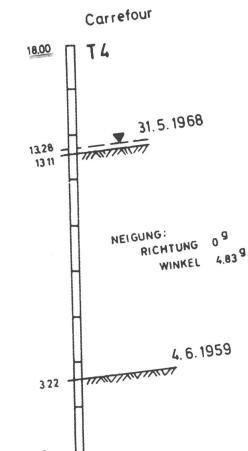
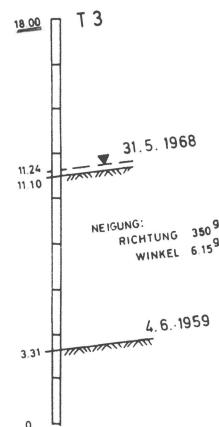
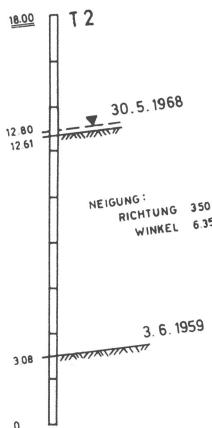
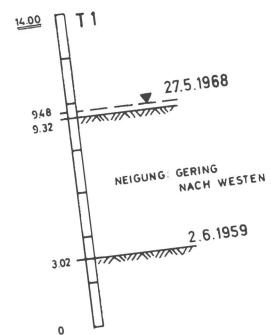
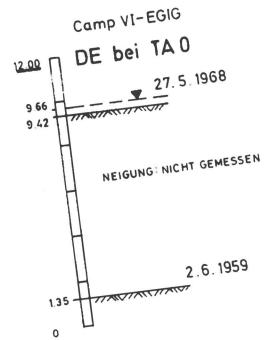
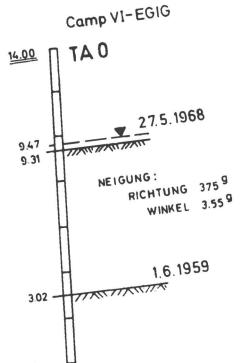
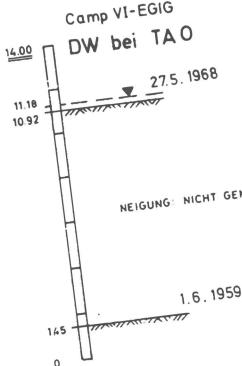
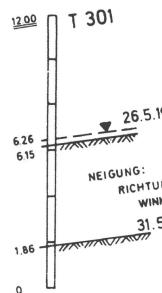
MOG 173.7 S. 105
173.1 S. 26



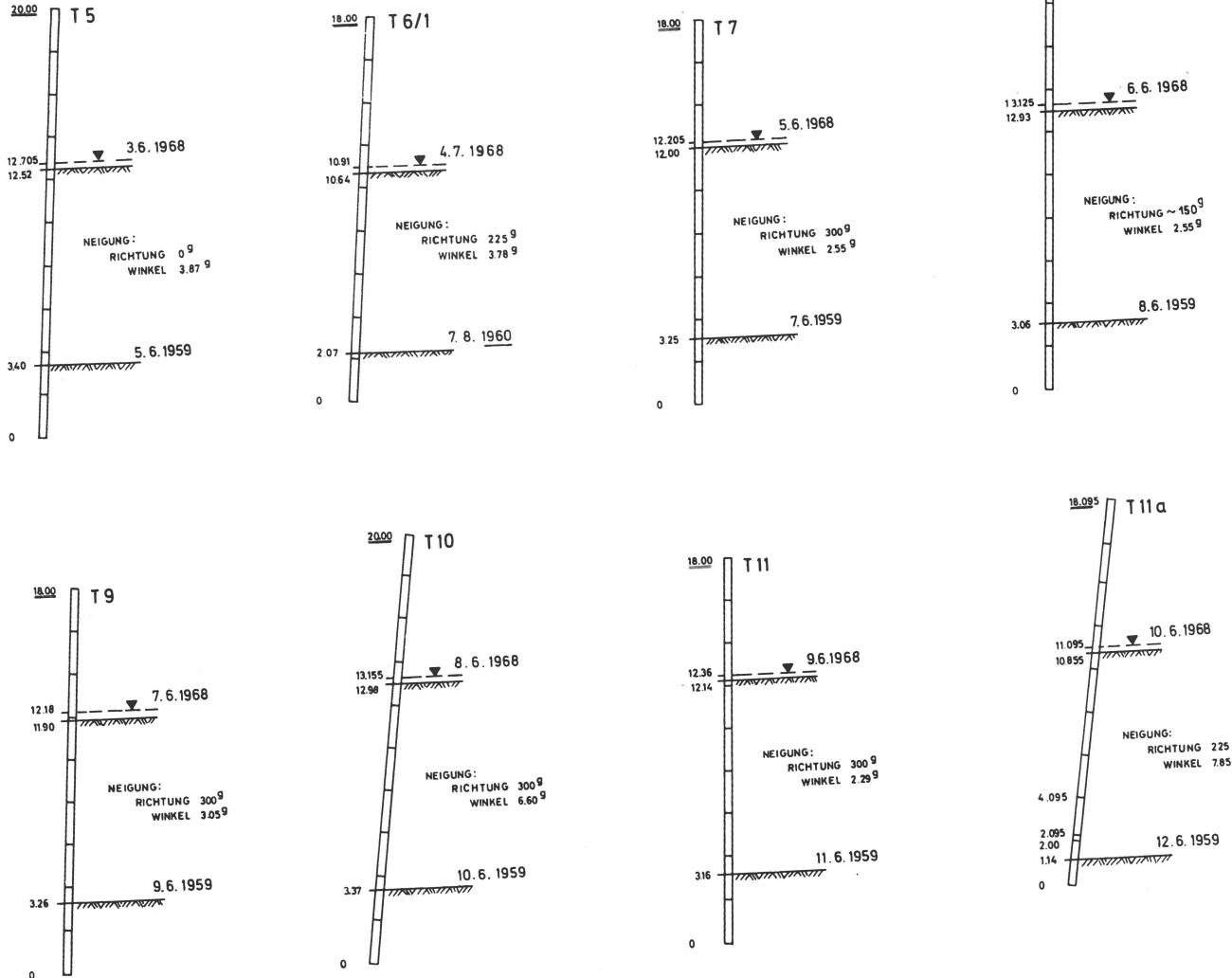
Anlage 4.5

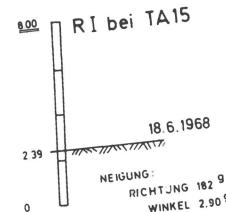
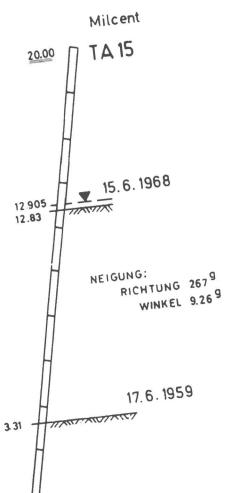
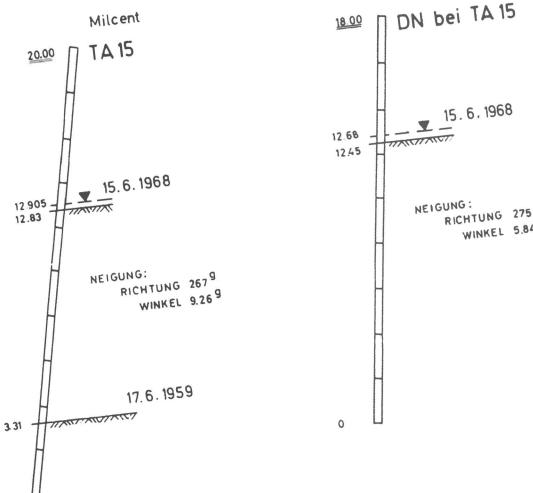
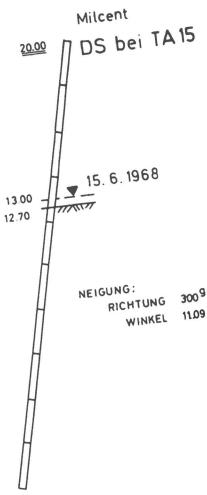
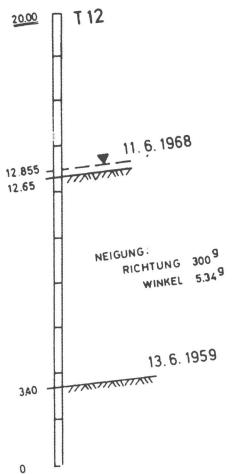
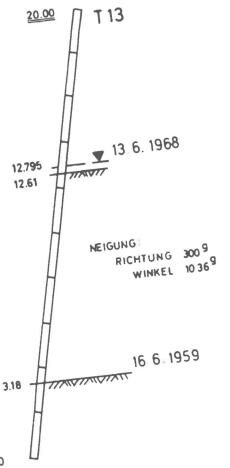
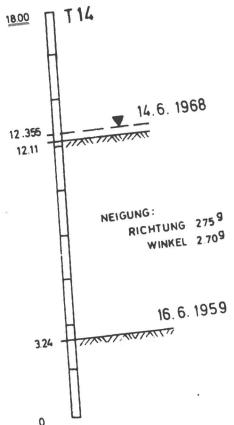
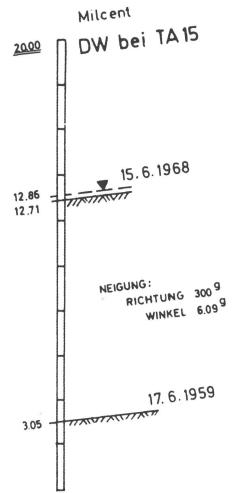


Einmessungsskizzen der Balisen



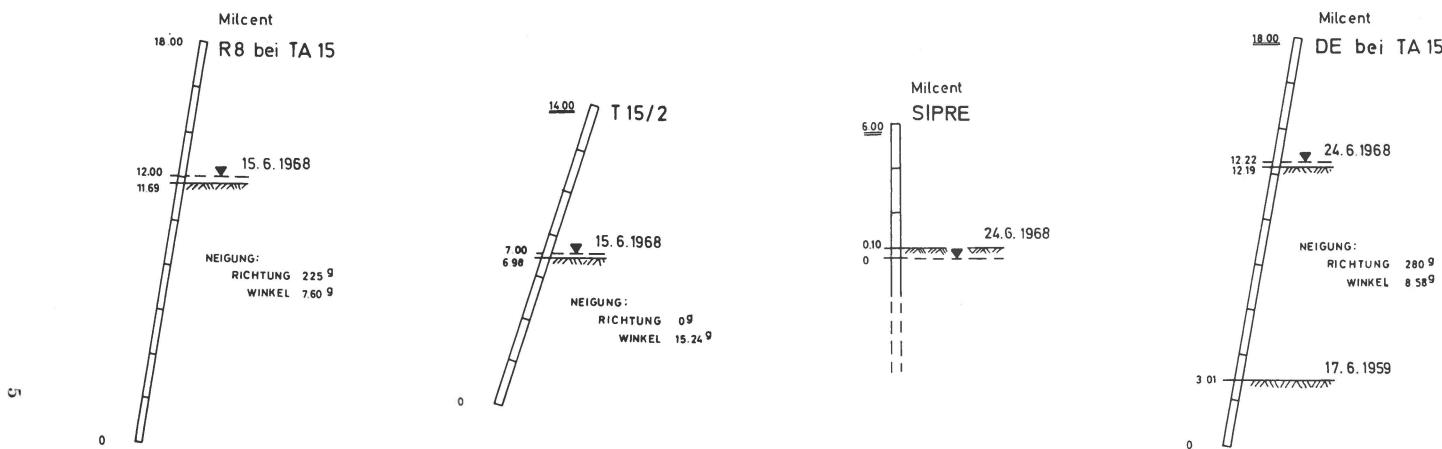
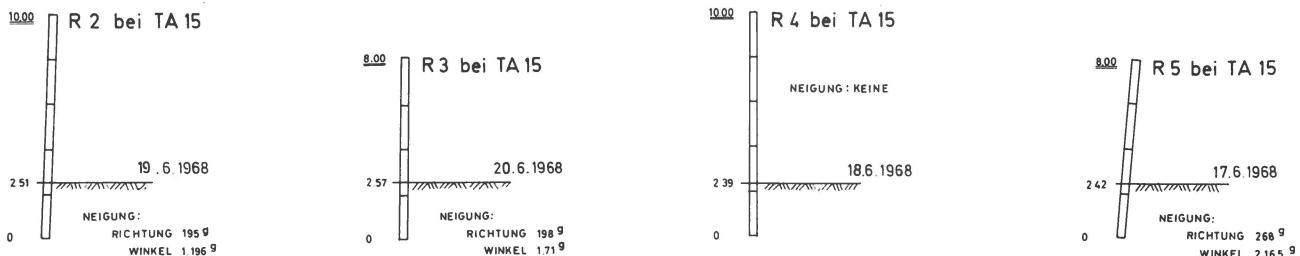
Anlage 5.2





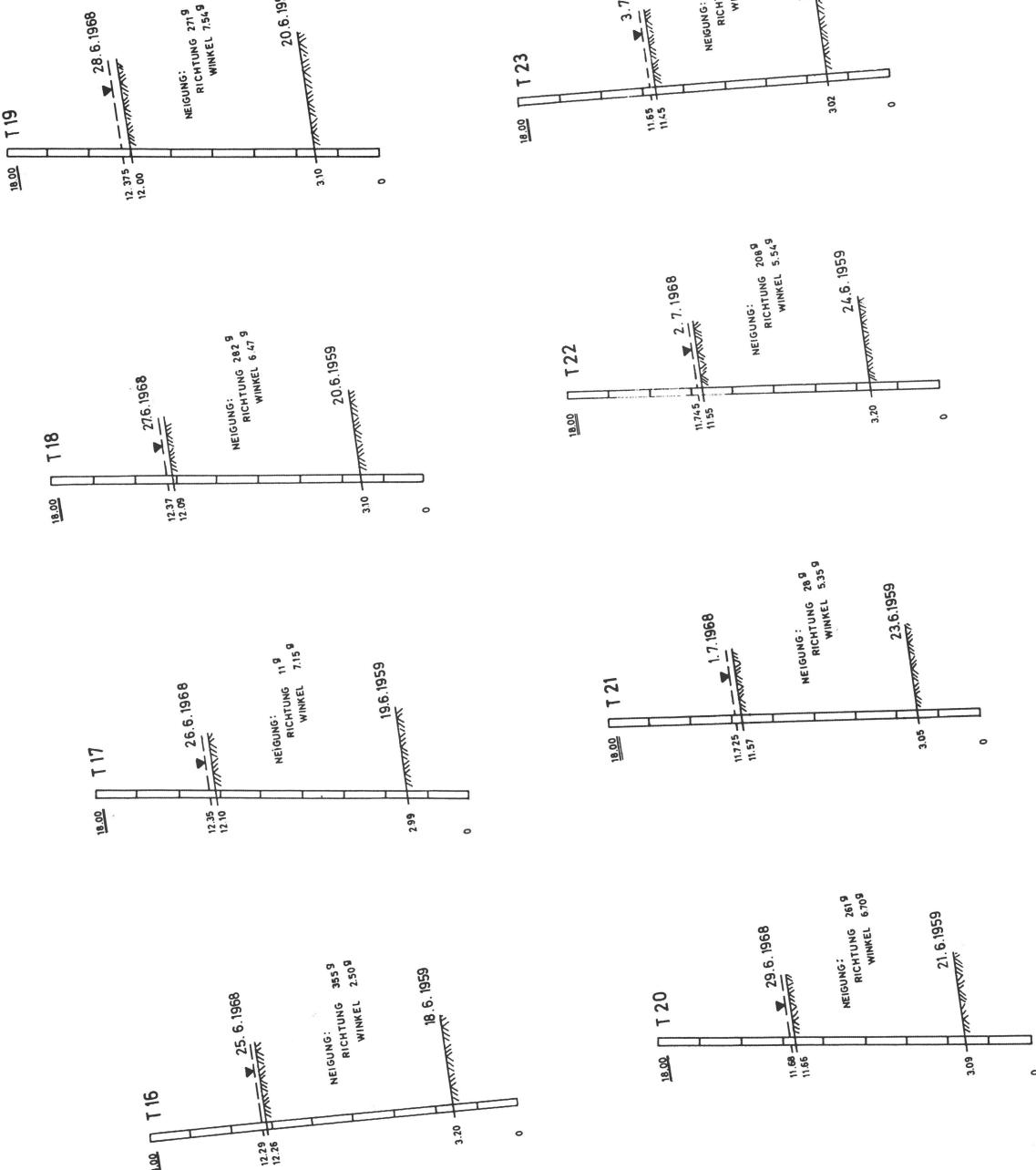
Anlage 5.4

187

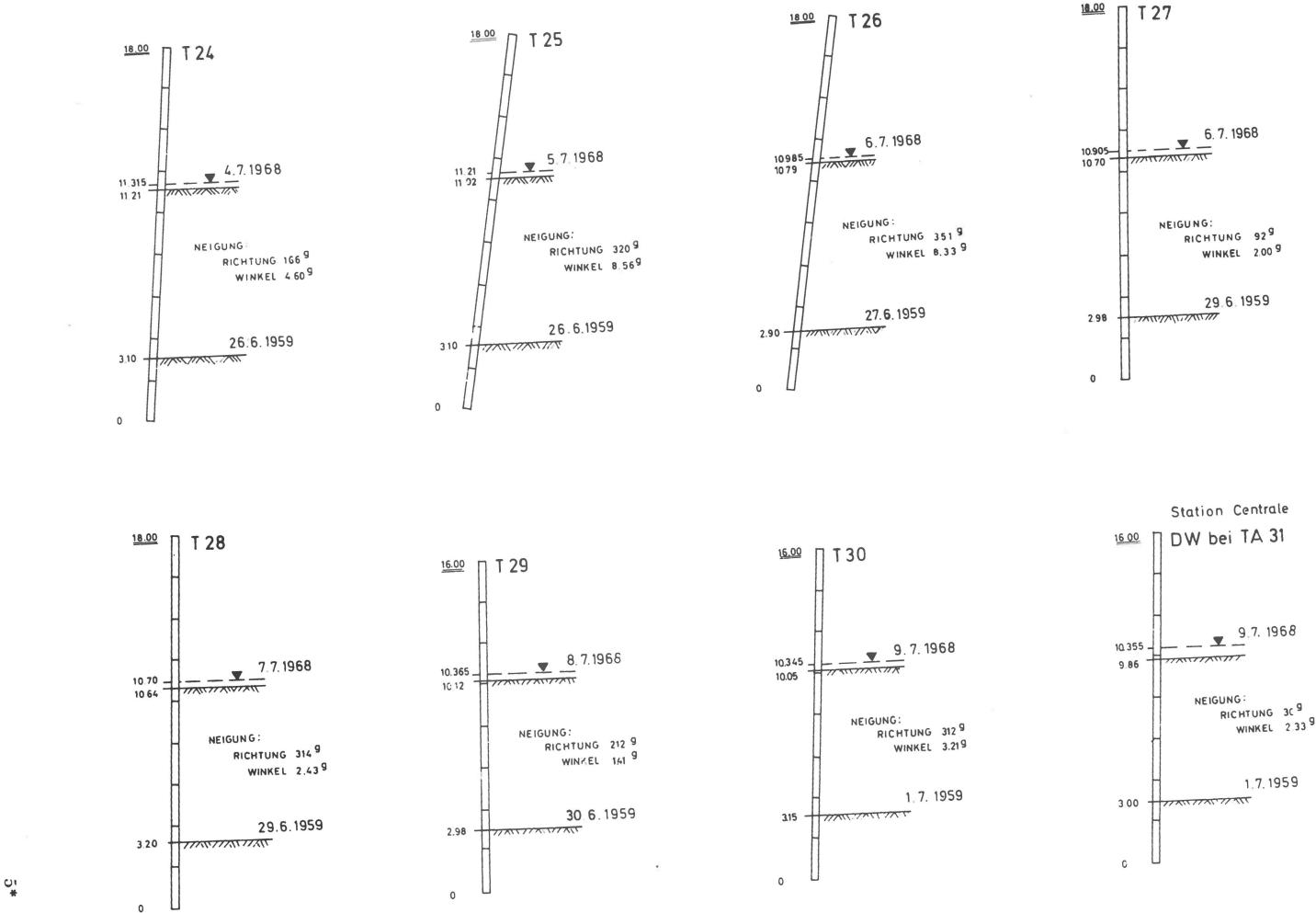


H. SECKEL

Anlage 5.5



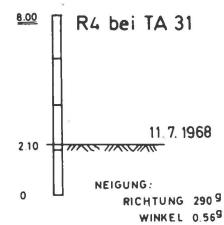
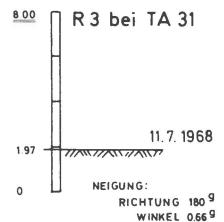
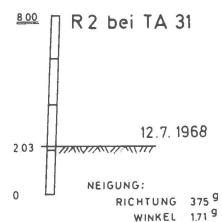
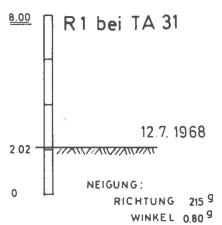
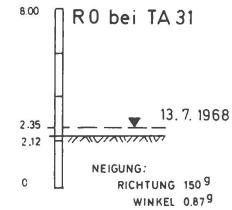
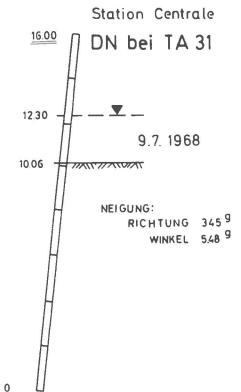
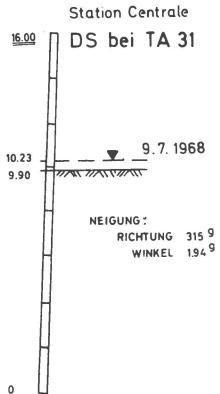
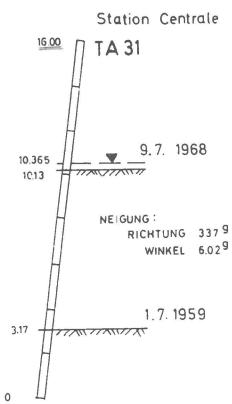
Anlage 5.6



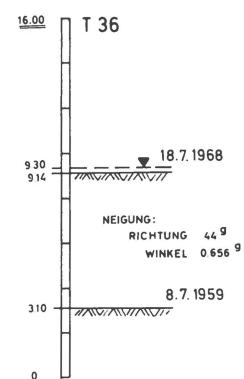
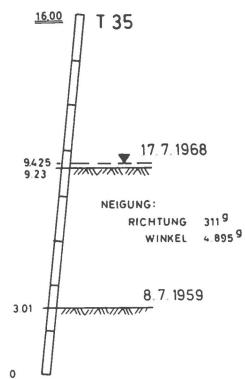
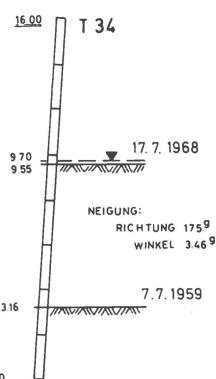
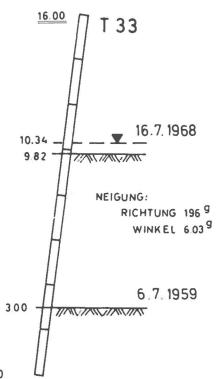
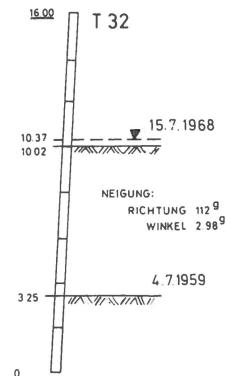
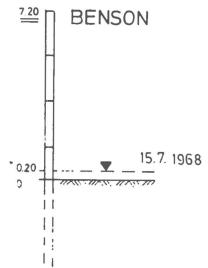
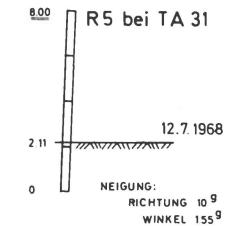
Anlage 5.7

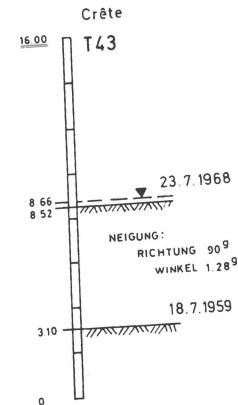
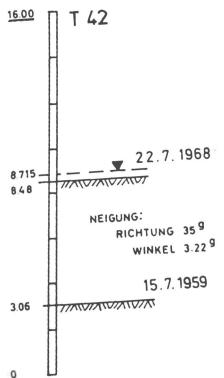
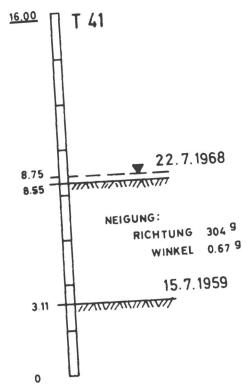
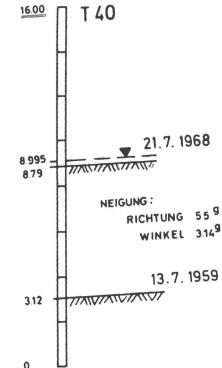
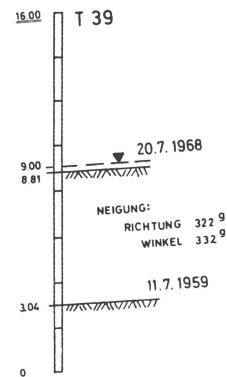
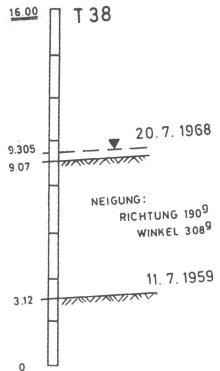
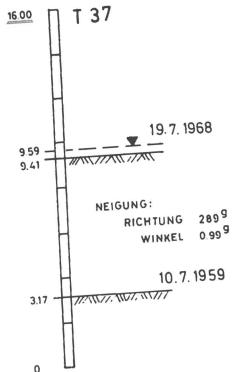
H. SECKEL

III

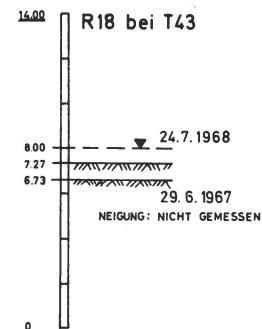
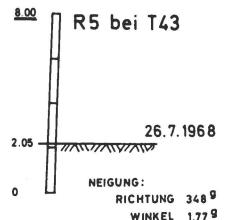
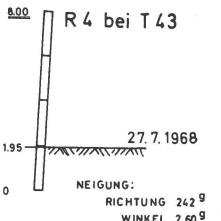
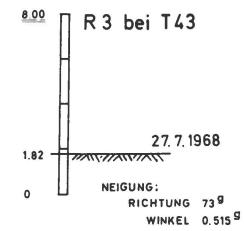
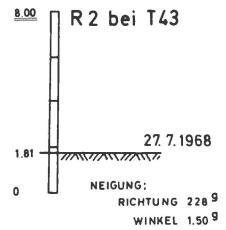
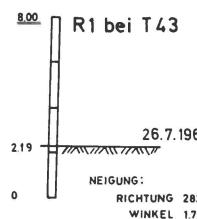


Anlage 5.8



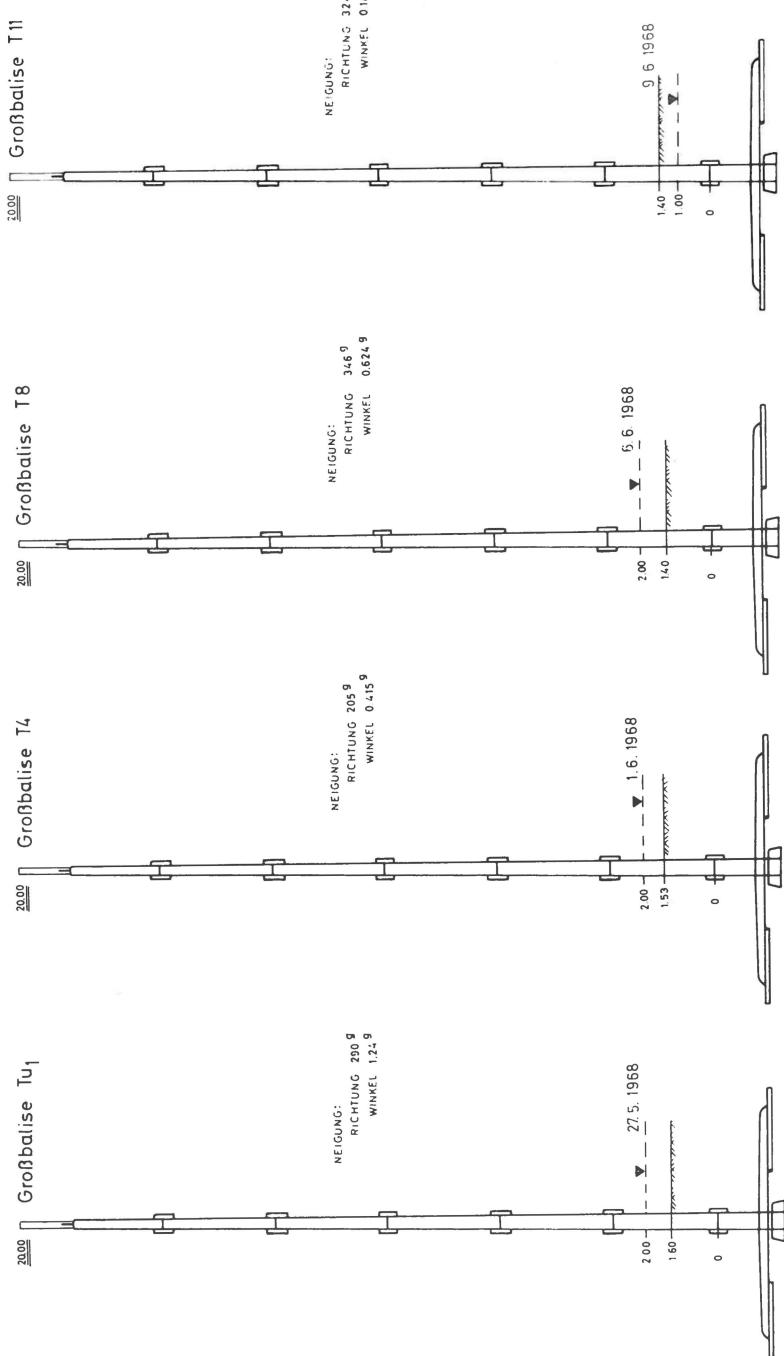


Anlage 5.10

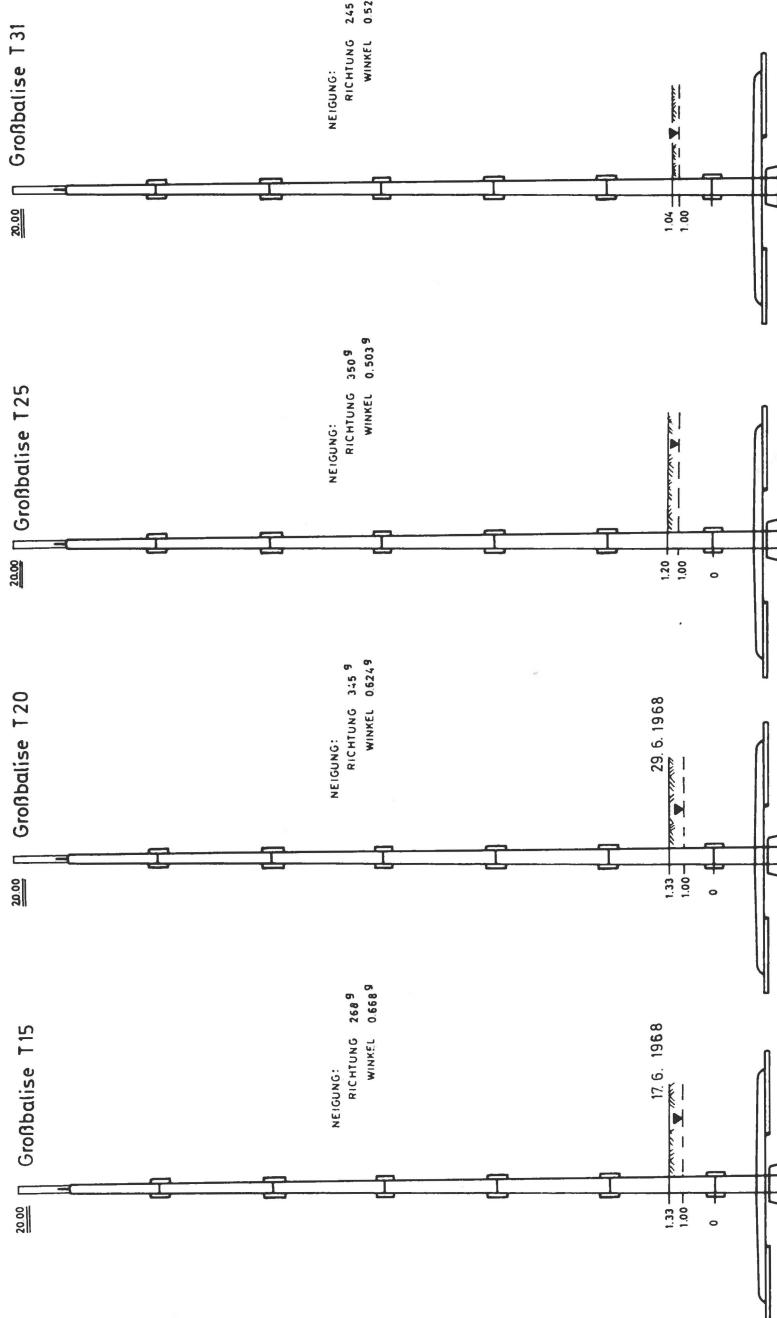


Anlage 6.1

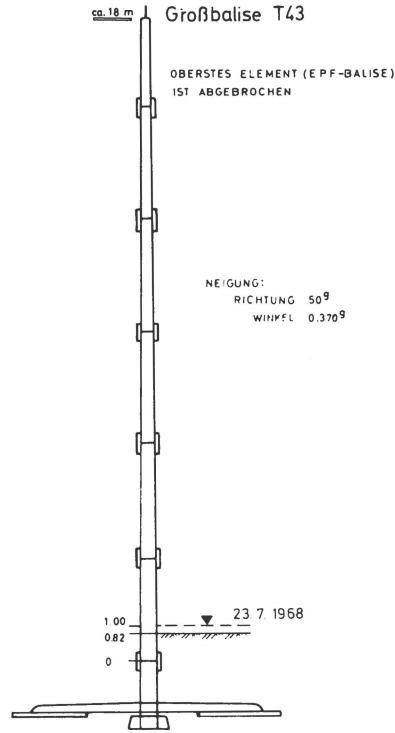
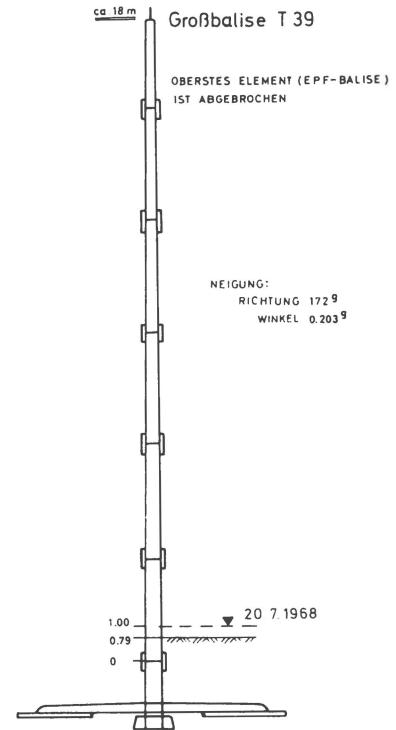
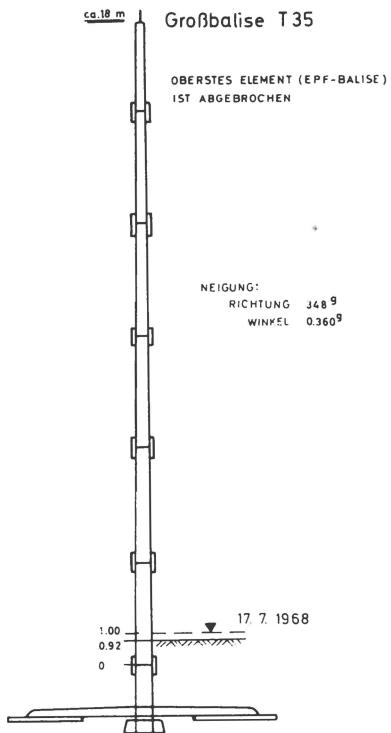
Einmessungsskizzen der Großbalisen



Anlage 6.2

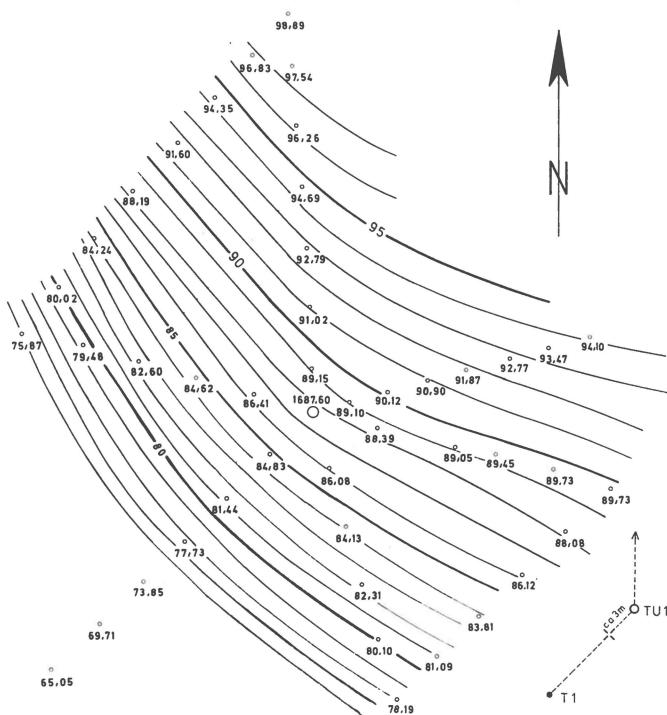


Anlage 6.3



Anlage 7.1

GELÄNDEAUFNAHME BEI DER GROßBALISE TU 1



Großbalise: O

Standpunkt: -+

T-Balise:

0 500 m

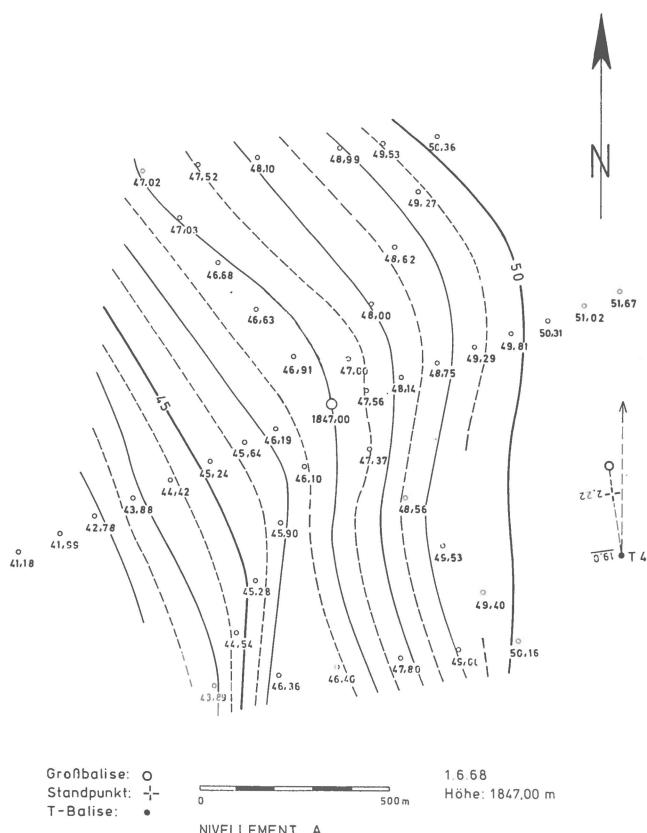
27.5.68

Höhe: 1687,60 m

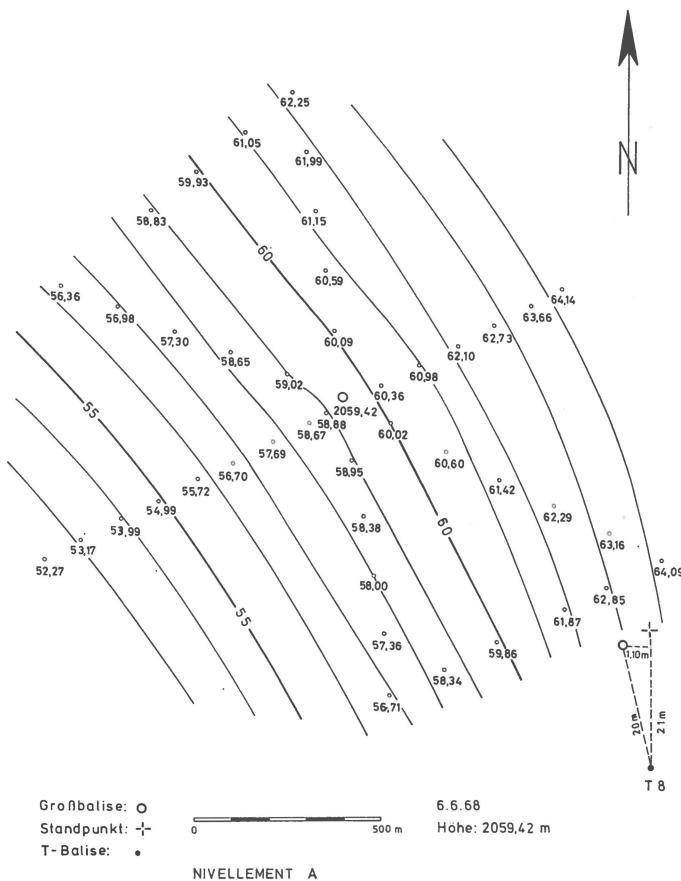
NIVELLEMENT A

Anlage 7.2

GELÄNDEAUFNAHME BEI DER GROßBALISE T 4

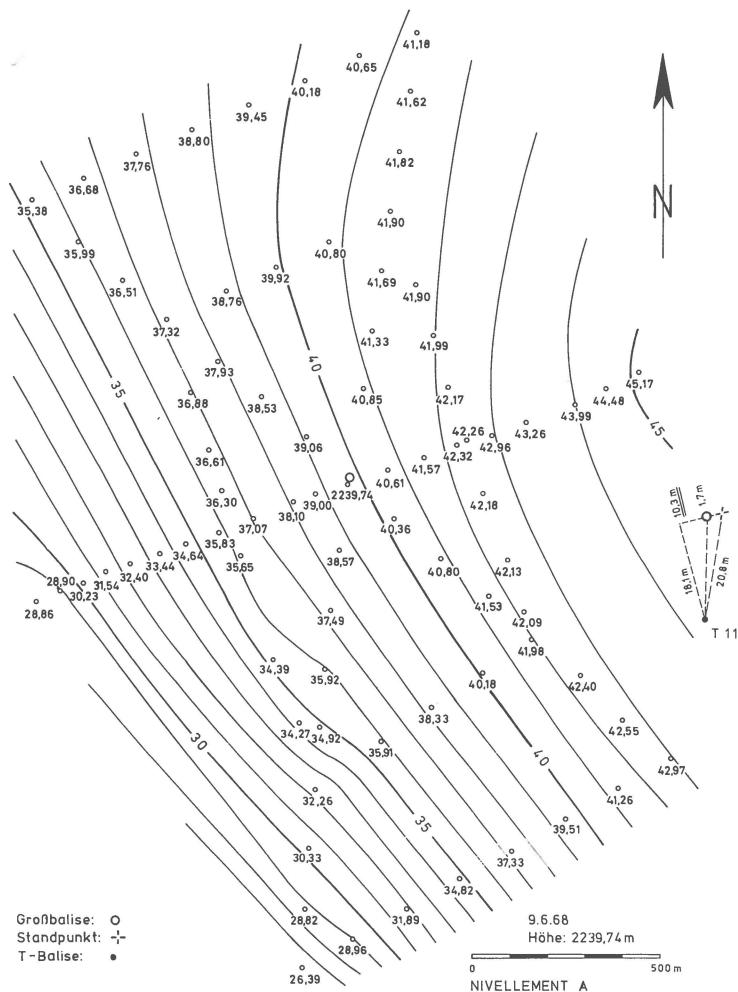


Anlage 7.3

GELÄNDEAUFNAHME BEI DER GROßBALISE T 8

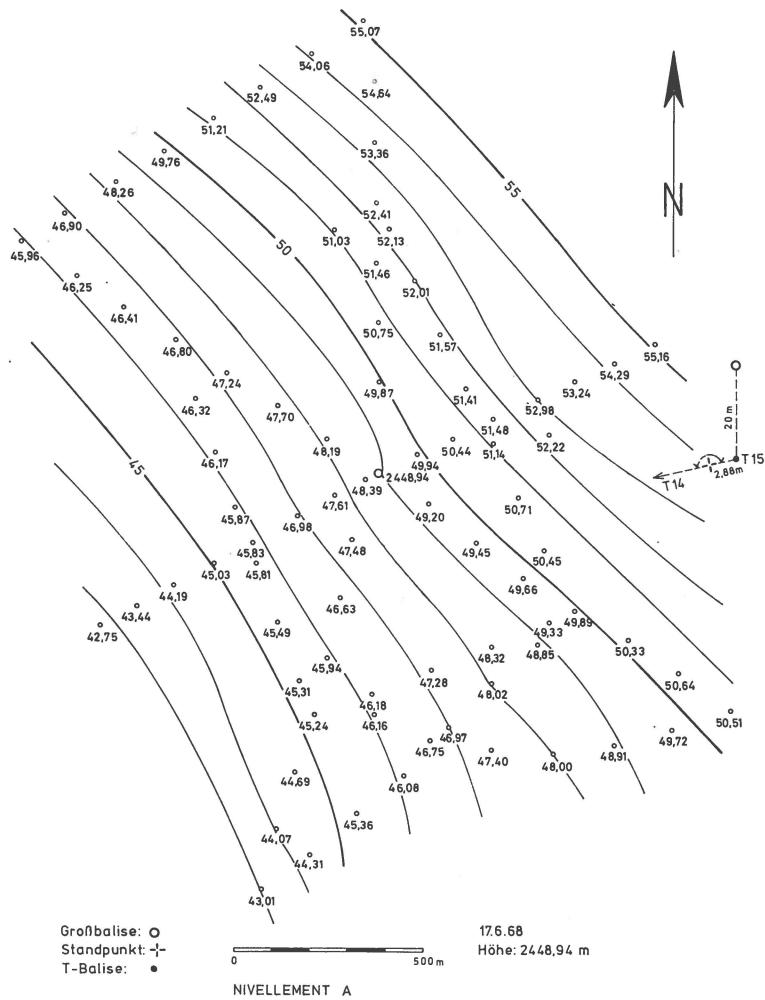
Anlage 7.4

GELÄNDEAUFNAHME BEI DER GROßBALISE T 11



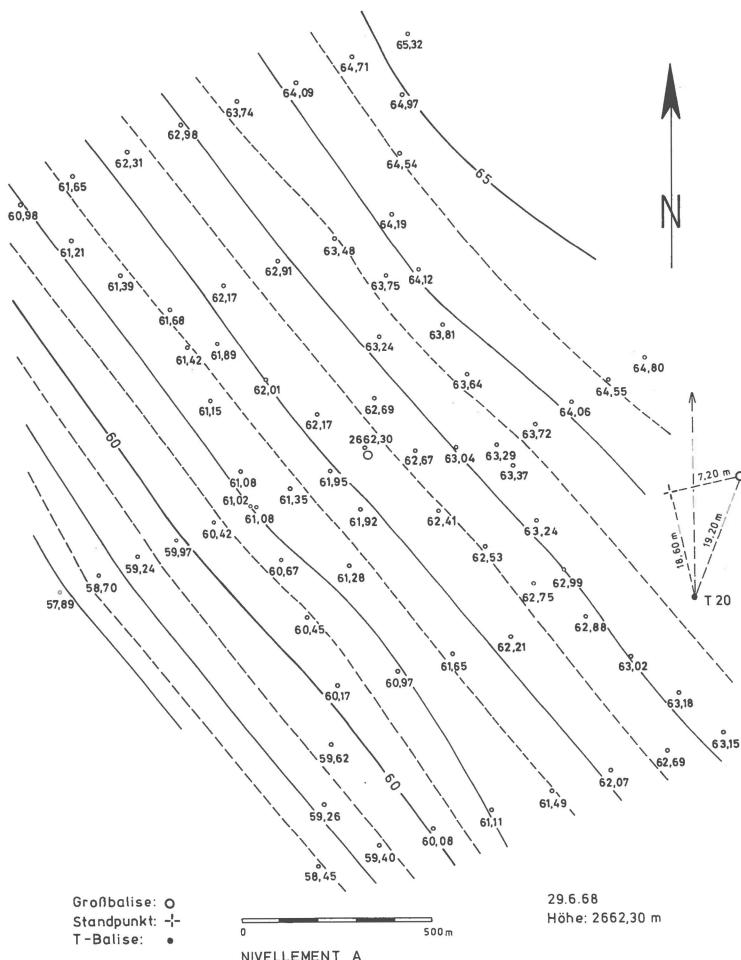
Anlage 7.5

GELÄNDEAUFNAHME BEI DER GROßBALISE T 15



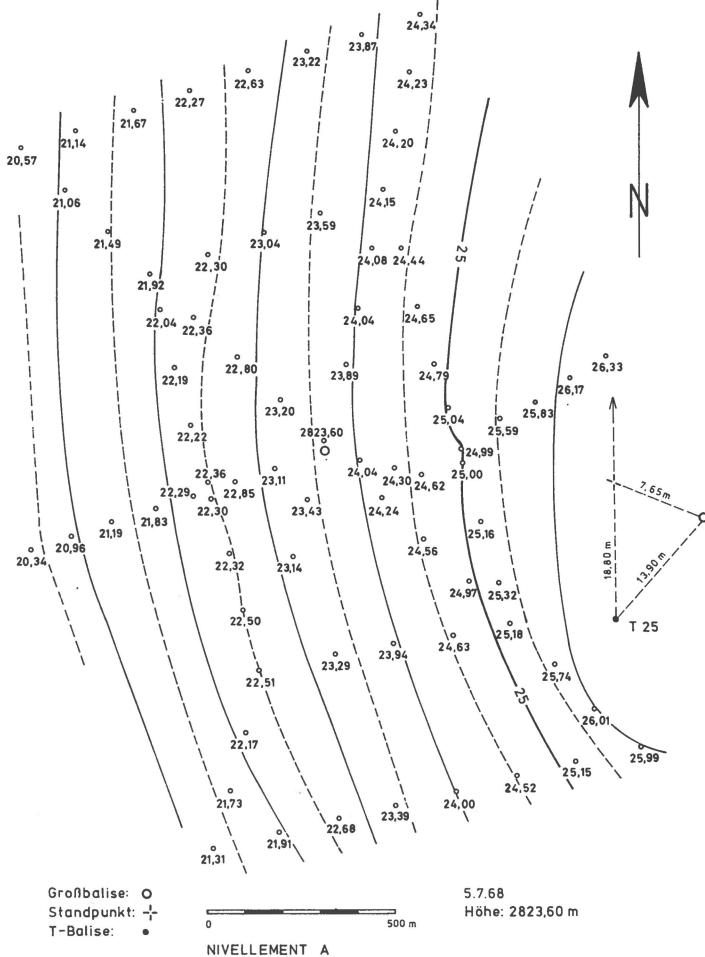
Anlage 7.6

GELÄNDEAUFNAHME BEI DER GRÖßBALISE T 20



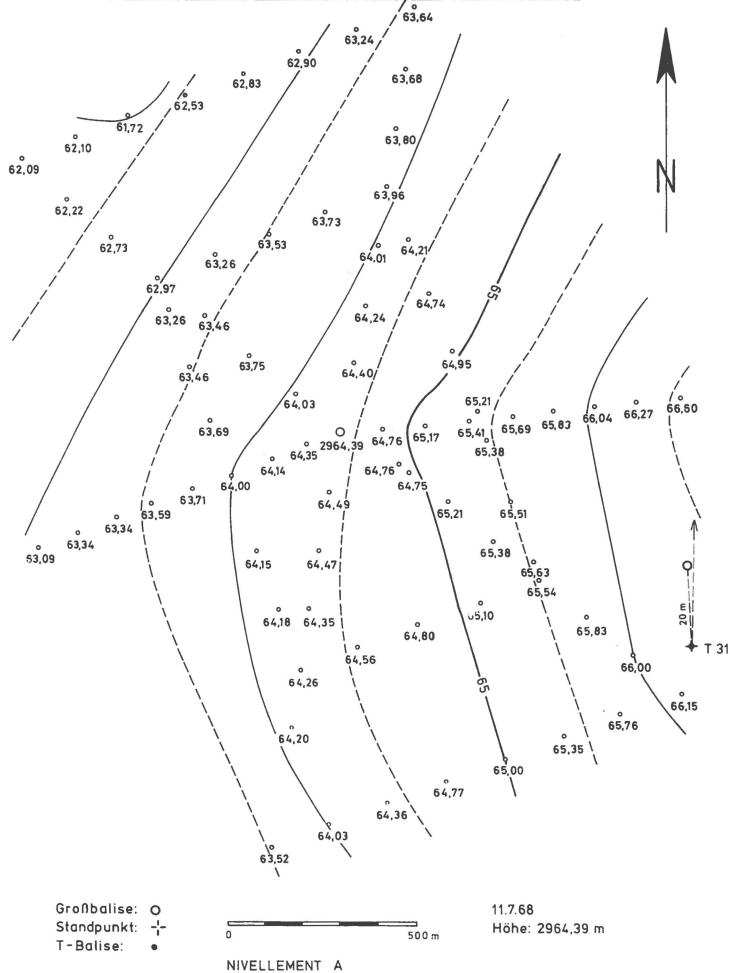
Anlage 7.7

GELÄNDEAUFNAHME BEI DER GROßBALISE T 25



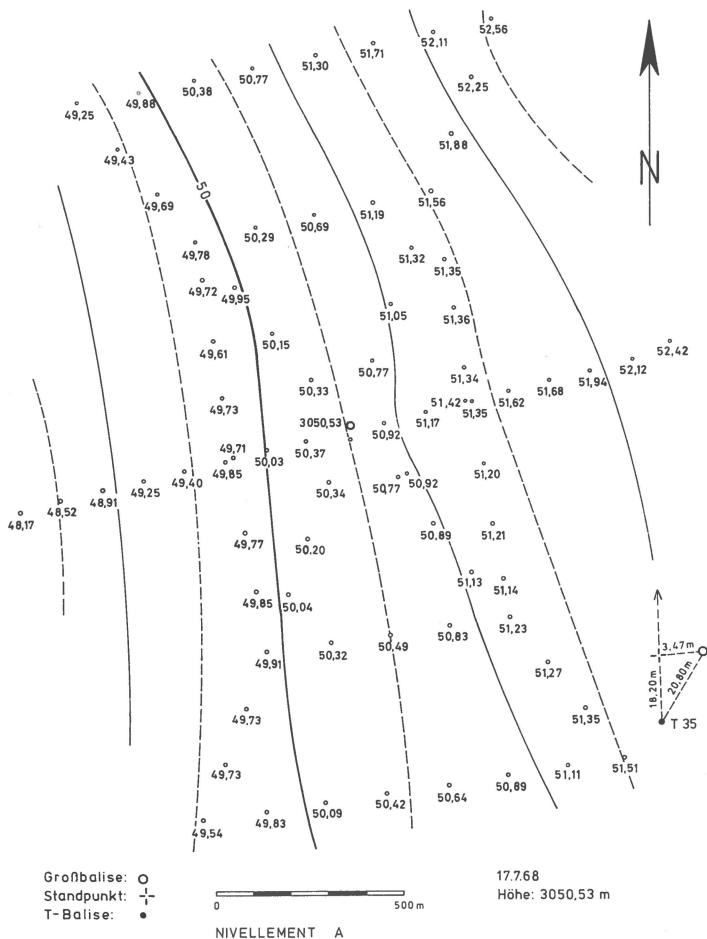
Anlage 7.8

GELÄNDEAUFNAHME BEI DER GROßBALISE T 31



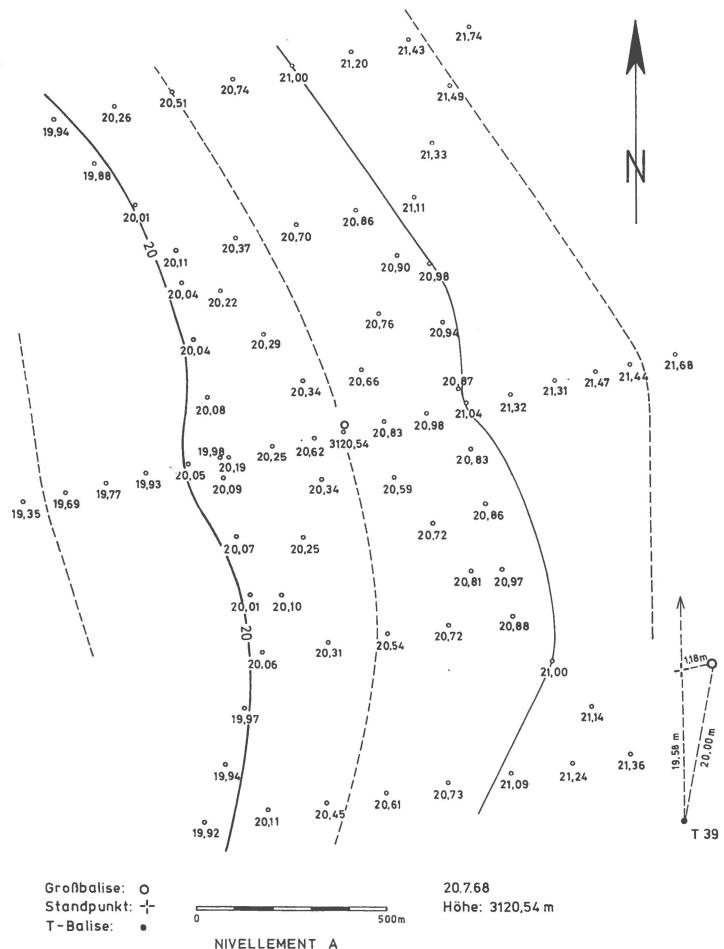
Anlage 7.9

GELÄNDEAUFNAHME BEI DER GROßBALISE T 35



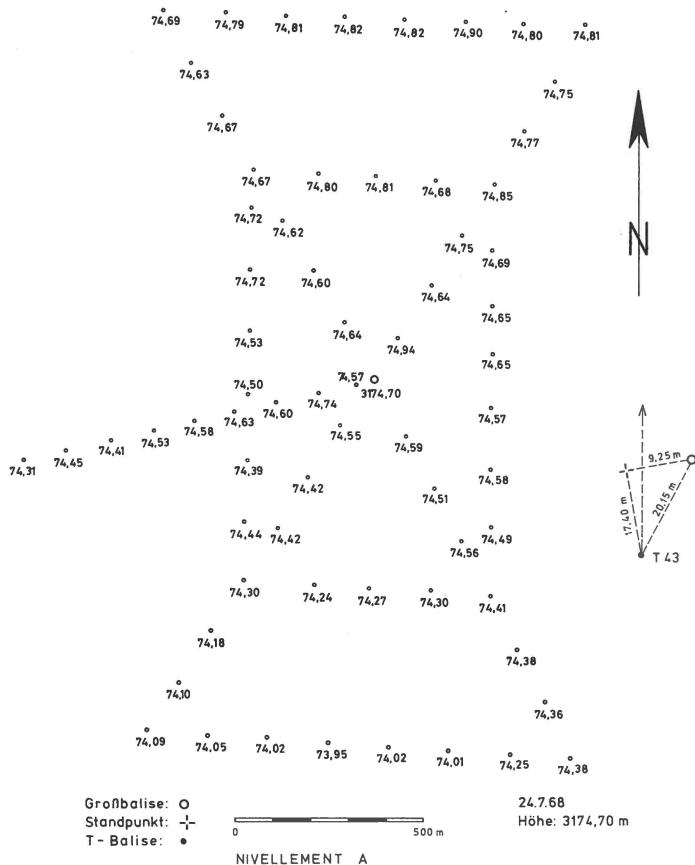
Anlage 7.10

GELÄNDEAUFNAHME BEI DER GROßBALISE T 39

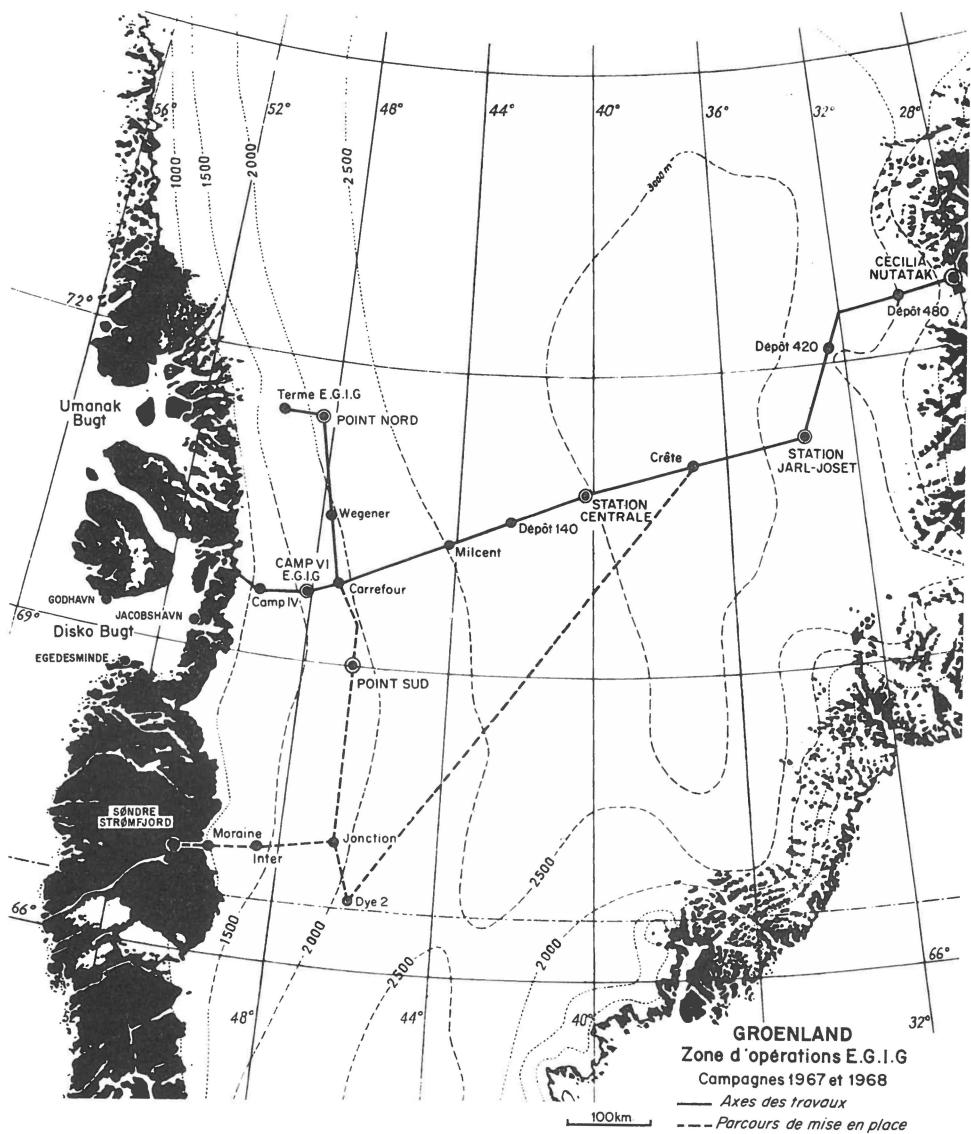


Anlage 7.11

GELÄNDEAUFNAHME BEI DER GROßBALISE T 43



Anlage 9



Hand-drawn map of the 1968 leveling route from A14 to T0, spanning from 69°35' to 69°45'. The map shows various camps (III, IV, Seismique), benchmarks (BK1-TS49), and leveling stations (B14-T0). The route includes a detour through Camp IV E.G.I.G. and Camp Seismique. The map is annotated with elevations and coordinates along the route.

