

MEDDELELSER OM GRØNLAND

UDGIVNE AF

KOMMISSIONEN FOR VIDENSKABELIGE UNDERSØGELSER I GRØNLAND

Bd. **173** • Nr. **8**

EXPEDITION GLACIOLOGIQUE INTERNATIONALE AU GROENLAND

E. G. I. G. 1957–1960 Vol. 3 No. 2

BAROMETRISCHE
HÖHENBESTIMMUNGEN AUF DEM
GRÖNLÄNDISCHEN INLANDEIS

BEI DER INTERNATIONALEN
GLAZIOLOGISCHEN GRÖNLANDEXPEDITION (EGIG) 1959

VON

KARL GERKE

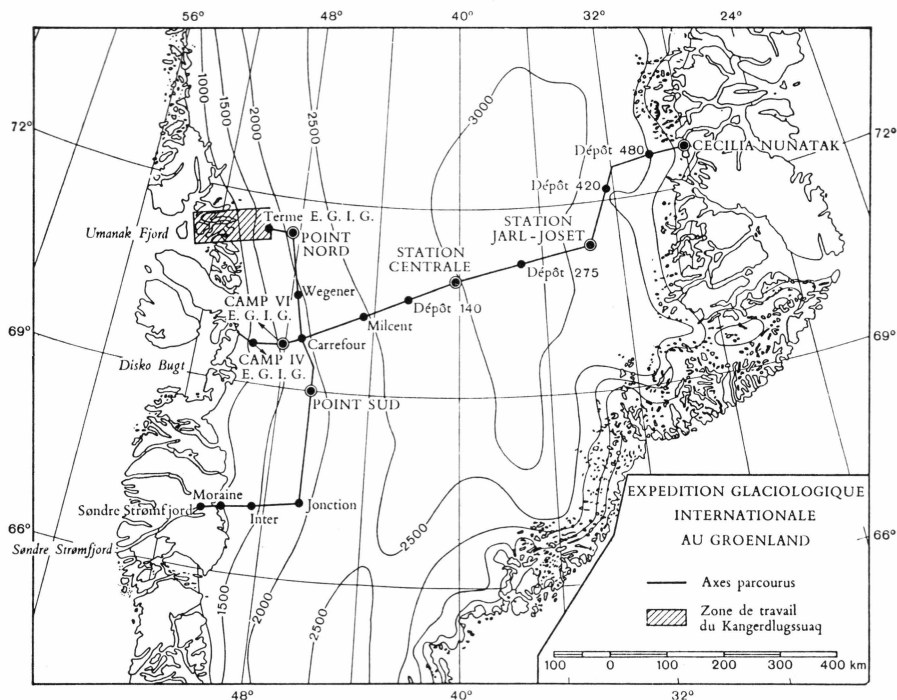
MIT 12 ABBILDUNGEN, 8 ANLAGEN
UND 5 TABELLEN

KØBENHAVN

C. A. REITZELS FORLAG

BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI A/S

1969



EXPEDITION GLACIOLOGIQUE INTERNATIONALE AU GROENLAND 1957-1960

Réalisation technique:
EXPEDITIONS POLAIRES FRANÇAISES
(Missions PAUL-EMILE VICTOR)

L'EXPEDITION GLACIOLOGIQUE INTERNATIONALE AU GROENLAND est une expédition commune à un certain nombre d'organismes scientifiques des pays suivants: Allemagne, Autriche, Danemark, France et Suisse. Créée en 1956, elle fut autorisée par le Gouvernement du Danemark et patronnée par L'ASSOCIATION INTERNATIONALE D'HYDROLOGIE SCIENTIFIQUE.

La direction scientifique de l'expédition est assurée par le COMITE DE DIRECTION, et sa réalisation confiée aux EXPEDITIONS POLAIRES FRANÇAISES. Le chef d'expédition est PAUL-EMILE VICTOR. Le support aérien a été assuré par les FORCES ARMEES AIR (France).

Après deux années de préparation et de reconnaissances (1957-1958), le programme de recherches glaciologiques dans la partie centrale du Groenland a été réalisé pendant la campagne d'été 1959 et l'hivernage à la Station Jarl-Joset (1959-1960). L'expédition proprement dite s'est terminée par une campagne réduite en 1960 ramenant hivernants et matériel.

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
Abstract	4
Zusammenfassung	4
Résumé	4
Vorwort	5
1. Vorbereitungen	7
1.1 Allgemeines	7
1.2 Vorgeschlagene Instrumente und Meßverfahren	8
1.3 Beschaffte Instrumente	8
1.4 Vorbereitete Feldbücher und Auswertehilfsmittel	11
2. Messungen	13
2.1 Meßverfahren	13
2.2 Felderfahrungen	15
3. Auswertungen, Ergebnisse und Folgerungen	18
3.1 Vervielfältigung der Feldbücher	18
3.2 Auswertungen	18
3.2.1 Teilungs- und Temperaturkorrekturen	18
3.2.2 Standkorrekturen	19
3.3 Berechnung der Höhenunterschiede	22
3.3.1 Barometrische Höhenformel	22
3.3.2 Berechnung der reduzierten Temperatur	23
3.3.3 Berechnung der Höhenunterschiede	25
3.3.4 Bestimmung des Druckganges	27
3.3.5 Korrektur k_α wegen Neigung der Isobarenflächen	30
3.3.6 Höhenunterschiede	30
3.4 Kortenvergleich	32
3.5 Folgerungen	35
4. Schlußbemerkungen	36
Literaturverzeichnis	37
Anlagen	39

Abstract

In the course of the EGIG summer campaign of 1959, the geodesy teams carried out tellurometric measurements as well as geodetic levellings, and the atmospheric pressure was currently gauged for barometric determinations of altitude.

The instruments used were aneroid barometers, hypsometers, and various makes of psychrometers.

The measurements were taken in the east-west profile between A 14 and Cecilia Nunatak, and in the north-south profile from T 100 to T 132, either by the parallel or the overtake method.

The observations were analyzed in the Institute of Applied Geodesy, Dept. II of the German Geodetic Research Institute in Frankfurt/Main; but, regrettably, air-pressure registrations of fixed points had to be dispensed with in the process.

However, in view of arctic conditions, the results can be claimed to be good, and they bid fair for further barometric levellings to be gained in future expeditions.

Zusammenfassung

Während der Sommerkampagne 1959 der EGIG haben die Trupps der Gruppe Geodäsie neben den Tellurometermessungen und dem geometrischen Nivellement laufend Luftdruckmessungen ausgeführt, die für eine barometrische Höhenbestimmung verwendet wurden.

Es wurden Trockenbarometer (Aneroide), Hypsometer und Psychrometer verschiedener Fabrikate verwendet.

Die Messungen erfolgten im West-Ost-Profil zwischen A 14 und Cecilia Nunatak und im Nord-Süd-Profil von T 100 bis T 132 entweder nach dem Parallel- oder nach dem Überholverfahren.

Die Beobachtungen wurden im Institut für Angewandte Geodäsie, II. Abt. des Deutschen Geodätischen Forschungsinstitutes, Frankfurt/M., ausgewertet; dabei mußte leider auf Luftdruckregistrierungen fester Stationen verzichtet werden.

Die Ergebnisse sind jedoch in Anbetracht der arktischen Bedingungen als gut zu bezeichnen und lassen einige Folgerungen für weitere barometrische Höhenmessungen auf Expeditionen zu.

Résumé

Pendant la campagne d'été 1959 de l'EGIG, les Groupes de Géodésie et de Nivellement ont effectué, en plus des mesures avec telluromètres et du nivellement géométrique, des mesures de pression atmosphérique qui ont été utilisées pour un nivellement barométrique.

Des anéroïdes, des hypsomètres et de psychromètres ont été utilisés.

Les mesures ont été faites le long du profil ouest-est entre A 14 et Cecilia Nunatak, et le long du profil nord-sud de T 100 à T 132, d'après la méthode des mesures parallèles ou à chevauchement.

Les observations ont été exploitées par l'Institut de Géodésie Appliquée, 2ème Section de l'Institut Allemand de Recherches Géodésiques, Frankfurt sur le Mein; malheureusement, des enregistrements de la pression atmosphérique en des stations fixes faisaient défaut.

Compte tenu des conditions arctiques, les observations se révèlent bonnes et permettent des conclusions pour de futurs nivellements barométriques.

VORWORT

In der vorliegenden Arbeit sind die während der Sommerkampagne 1959 der Internationalen Glaziologischen Grönland-Expedition (EGIG) von der Gruppe Lagemessung — also den Tellurometer- und den Nivellementstrupps — ausgeführten Luftdruckmessungen für eine barometrische Höhenmessung ausgewertet worden. Die Luftdruckmessungen der Gruppe Geophysik standen nicht zur Verfügung.

Mit der Auswertung der Beobachtungen wurde bereits 1960 im Institut für Angewandte Geodäsie — II. Abt. des Deutschen Geodätischen Forschungsinstitutes, Frankfurt a.M., begonnen. Neben den Expeditionsteilnehmern, den Herren RVR Dipl.-Ing. H. MELCHERS und BA K. NOTTARP, haben sich die Mitarbeiter in der Gruppe Nivellement und Schwere des IfAG um die nicht ganz einfachen Auswertungen verdient gemacht. Besonders möchte ich dem Referenten, Herrn Dr. H. WATERMANN, für seine Initiative und wertvolle Hilfe bei der Auswertung danken. Die Fertigstellung des Manuskriptes hat sich aus mehreren sachlichen und persönlichen Gründen verzögert. Für die Mitwirkung bei den Abschlußarbeiten bin ich meinem Assistenten, Herrn Dipl.-Ing. G. WEISS, dankbar.

1. VORBEREITUNGEN

1.1 Allgemeines

Während der Vorbereitungen der Expedition im Jahre 1958 wurde in den gemeinsamen Besprechungen und Beratungen über die Lagemessungen und das geometrische Nivellement beschlossen, die Luftdruckmessungen so vorzunehmen, daß eine barometrische Höhenbestimmung durchgeführt werden konnte.

In der Gruppe Lagemessung sollten die Tellurometerstrecken, für die ohnehin zur Bestimmung der Ausbreitungsgeschwindigkeit neben der Lufttemperatur und dem Dampfdruck der Luftdruck zu messen war, mittels der Luftdruckdifferenzen auf die Horizontale reduziert werden. Es waren also nur wenige zusätzliche Messungen notwendig, um eine Höhenbestimmung mit den Barometerablesungen vornehmen zu können. Um aber die eigentliche Lagemessung als die wichtigste Aufgabe herauszustellen, wurden damals für die barometrischen Messungen einige Forderungen erhoben:

1. die Hauptarbeiten dürfen nicht verzögert werden,
2. die barometrische Höhenmessung hat sich dem übrigen Messungsablauf und dem Fahrplan der Weasel anzupassen,
3. während jeder Messung mit Aneroiden ist an einem Standbarometer die zeitliche Änderung des Luftdrucks abzulesen,
4. die Aneroide dürfen keinen sprunghaften Temperaturänderungen ausgesetzt werden,
5. der Gang der Aneroide ist in geeigneter Weise zu kontrollieren.

Auch bei der Gruppe Nivellement bedeuteten die Barometerablesungen nur eine geringe Mehrarbeit, dennoch sollten die gleichen Forderungen gelten.

Die Ergebnisse der barometrischen Höhenbestimmungen dieser Gruppen mußten im Vergleich mit den Nivellementshöhen sehr zuverlässige Folgerungen für die Eignung der Geräte und der Meßverfahren unter den extremen Witterungsverhältnissen zulassen.

1.2 Vorgeschlagene Instrumente und Meßverfahren

Als Instrumentenbestand wurde i. J. 1958 vorgeschlagen:

- 4 Aneroide, Meßbereich von 0 m bis 3500 m Meereshöhe bzw. 1015 bis 650 mb
 - je 2 Aneroide für Messungen innerhalb und außerhalb des Weasels
- 2 Schleuderthermometer zur Messung der Lufttemperatur
- 2 Schleuderthermometer zur Reserve
- 2 Thermometer für Weasel-Innentemperatur
- 2 Thermometer zur Reserve
- 2 Siedethermometer mit 3 Thermometern zur Kontrolle der Aneroide, dazu 2 Thermometer zur Reserve.

Es wurden Meßverfahren vorgeschlagen, die sowohl den Instrumentengang, als auch die zeitliche Änderung des Luftdrucks bestimmen:

beim Tellurometertrupp:

Unter der Voraussetzung, daß der Trupp täglich 3 Diagonalen-vierecke messen kann, also täglich etwa 30 km Strecke zurücklegt, könnte mit dem o.a. Barometerbestand nach dem in Abb. 1a dargestellten Verfahren gemessen werden. Dabei messen die Aneroide I und II im Weasel, die Aneroide III und IV außerhalb des Weasels. In Station 1 und Station 4 sind alle 4 Aneroide zusammen und können sowohl untereinander, als auch, wenn möglich, mit dem Siedethermometer verglichen werden.

beim Nivellementstrupp:

Bei der geometrischen Höhenmessung mit Zielweiten von etwa 100 m fahren die Weasel in kurzen Zeitabständen aneinander vorbei. In Abb. 1b wird ein Meßverfahren vorgeschlagen, das diesen Überholungen angepaßt ist. Das vorbeifahrende Fahrzeug übernimmt dabei stets die beiden Außenaneroide — hier Altimeter —, die Innenaneroide dienen also als Standbarometer. Standvergleiche aller 4 Barometer können leicht ausgeführt werden. Morgens oder abends könnten evtl. wieder Vergleiche mit dem Siedethermometer vorgenommen werden, obwohl diese Häufigkeit nicht notwendig ist und wohl auch eine Belastung sein würde.

1.3 Beschaffte Instrumente

Im Verlauf der weiteren Vorbereitungen wurden dann nach eingehenden Prüfungen und auch nach Besprechungen über neuere Geräte-

I) im Tellurometertrupp:

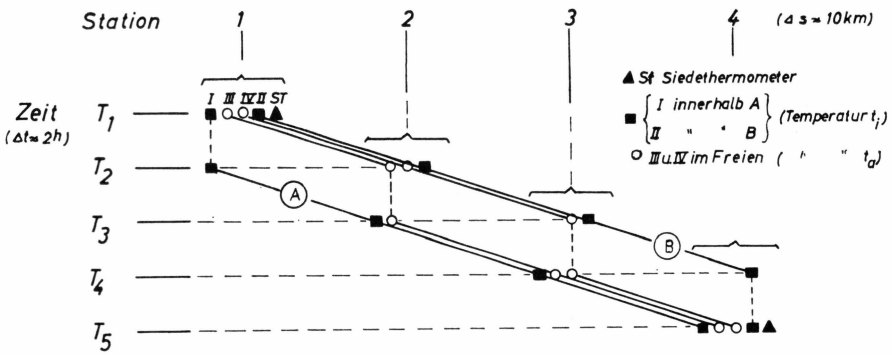


Abb. 1 a

II) im Nivellementstrupp:

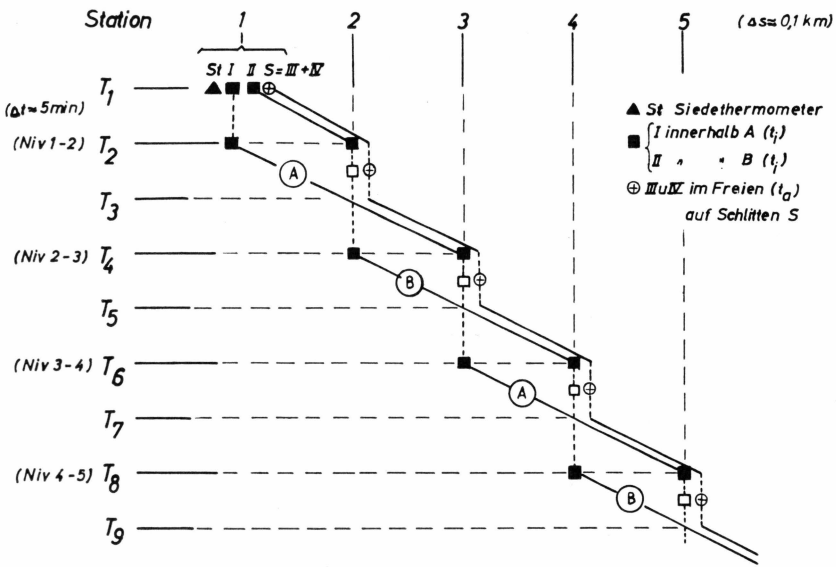


Abb. 1 b

Abb. 1 a und 1 b Vorgeschlagene Meßverfahren für 4 Aneroide (I, II, III, IV) und 2 Fahrzeuge (Weasel A, B)

erfahrungen auf Expeditionen, u. a. auch beim Institut Geographique National (IGN), Paris, folgende Instrumente und Geräte bechafft:

für die Tellurometertrups:

aus Mitteln der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) vom Institut für Angewandte Geodäsie (IfAG), Frankfurt a.M. (II. Abt. des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts — DGFI —:

- 4 Aneroide Type F 185 a von Wallace and Tiernan, Belleville, USA,
Ø 13 cm, Bereich 915 bis 675 mb, Teilung 1/2 mb,
- 6 Stationsaneroide von Fueß, Berlin,
Ø 10 cm, Bereich 900 bis 670 mb, Teilung 1/1 mb,
- 2 Siedethermometer von Bosch, mit je 3 Thermometern von Schneider,
Wertheim, Teilung 1/1 mb, Ablesung 1/10 mb,
- 5 Aspirations-Psychrometer von Lambrecht, Göttingen,
Bereich von -58° bis $+20^{\circ}\text{C}$, Ablesung $0,2^{\circ}\text{C}$,

ferner standen die zur Tellurometer-Ausrüstung gehörenden Geräte zur Verfügung

- 5 Aneroide von Short and Mason, London,
Ø 8,5 cm, Bereich 780 bis 520 mm Hg (1020 bis 690 mb), Teilung 1/1
mm Hg,
- 5 Schleuder-Psychrometer,
Bereich von -30°C bis $+20^{\circ}\text{C}$, Ablesung $0,5^{\circ}\text{C}$.

für die Nivellements-Trupps:

aus Mitteln der DFG

- 1 Stationsaneroid Fueß
- 1 Siedethermometer
- 2 Aspirations-Psychrometer
- 1 Schleuder-Psychrometer

von der Technischen Hochschule Karlsruhe, Geodätisches Institut

- 5 Thommen-Bodenhöhenmesser Typ 3 B 4, Meßbereich von -500 m bis
 $+3000$ m mit Innenthermometer von -60°C bis $+40^{\circ}\text{C}$.

Zum Teil wurden diese Geräte von der Gruppe Meteorologie zusammen mit anderen meteorologischen Instrumenten für die Expedition bestellt. Es war nachteilig, daß diese Geräte so spät geliefert wurden, daß vor der Sommerkampagne 1959 eine eigene Eichung nicht mehr vorgenommen werden konnte, also nur die Ergebnisse der Firmeneichungen bekannt waren. Dagegen wurden alle Aneroide, Siedethermometer und Thermometer nach Beendigung der Expedition beim Instrumentenamt Süd des Deutschen Wetterdienstes oder beim Geodätischen Institut der TH Karlsruhe einer Nacheichung unterzogen.

Zu den Vorbereitungen gehörte auch die Auswahl und Anfertigung geeigneter Transportkästen für die Aneroide.

Für die Gruppe Lagemessungen wurden Leichtmetallkästen »Zarges K 4005« mit einer etwa 95 mm starken leichten Kunststoffisolation aus »Expansit K 25« ausgekleidet und die beiden Aneroide mit je 8 Schraubenfedern schwebend aufgehängt. Der Innenkasten enthielt ein Thermo-

meter und hatte oben eine Plexiglasscheibe. Diese Transportkisten wurden mitten auf dem Dach bzw. am Heck des Weasels fest angebracht. Die übrigen Instrumente verblieben in den gelieferten Firmenkästen. Die Thermometer wurden stets außerhalb der Fahrzeuge mitgeführt.

Die Gruppe Nivellement hatte die Aneroide mitten im Weasel gepolstert und federnd in kardanischen Ringen aufgehängt.

1.4 Vorbereitete Feldbücher und Auswertehilfsmittel

Die Vorbereitungen umfaßten weiter Überlegungen für eine zweckmäßige Niederschrift aller gemessenen Daten sowie eine bequeme und sichere Auswertung.

Für die Niederschrift der meteorologischen Daten wurde in der Gruppe Lagemessung das graphische Verfahren gewählt. Der Vordruck (Format DIN A 4) wurde so eingeteilt, daß für eine Meßzeit von 5 Stunden außer den Stationsangaben folgende Daten aufgetragen werden konnten:

die *Luftdruckablesungen* an 4 Aneroiden mit Innentemperatur,
die *Lufttemperaturen*, trocken und feucht, sowie der *Dampfdruck*.

Der Vordruck ist auf wasserfestem, transparentem, grünem Millimeterpapier gedruckt und in Blocks zusammengefügt worden; er hat sich gut bewährt, bes. die Farbe war im Gebrauch auf dem Inlandeis sehr angenehm. Der Maßstab war so gewählt worden, daß die Einheiten 1 mb, 1 mmHg und 1°C je einem Zentimeter entsprachen und je 1/10 davon über der Zeit — mit 2 Minuten auf 1 Millimeter — gut aufgetragen werden konnten.

Zur späteren Vervielfältigung der Feldbücher im Lichtpausverfahren wurde mit doppelseitigem Kohlepapier protokolliert und zur Sicherung der Ergebnisse doppelt durchgeschrieben. Als Schreibunterlage dienten dünne Preßspanplatten.

Um eine leichte und zuverlässige Auswertung zu gewährleisten, sind ferner folgende Hilfstafeln und graphische Darstellungen entworfen und wetterfest gefertigt worden:

für die barometrische Höhenbestimmung nach der Formel von Robitzsch der notwendige Erläuterungstext sowie Konstantentafel und Reduktionsgrößen (s. Anlage 1);

für die Korrektur der Tellurometermessungen und der Barometerablesungen wegen des Dampfdrucks wurden aus der Psychrometertafel des Deutschen Wetterdienstes der Dampfdruck, sowohl in mm

Hg, als auch in mb, als Funktion der psychrometrischen Differenz und der Feuchttemperatur dargestellt und textliche Erläuterungen dazu gegeben (s. Anlage 2);

für die Korrektur der Tellurometermessungen sind die Konstanten zur Berechnung des Refraktionskoeffizienten in Fluchtlinientafeln zusammengestellt worden, wobei die besonderen Verhältnisse über dem Inlandeis berücksichtigt sind (s. Anlage 3).

Jede dieser Tafeln war als Fotokopie mit weißer Darstellung und Schrift auf schwarzem Grund hergestellt, auf 0,7 mm starker Preßspanplatte aufgezogen und mit Folie überzogen worden. Auch diese Form hat sich bei der großen Helligkeit auf dem Eis gut bewährt.

Die Gruppe Nivellement hatte für die Thommen-Barometer mit metrischer Skala die Vordrucke für Zahlenniederschrift vorbereitet.

2. MESSUNGEN

Während der Sommerkampagne 1959 der EGIG sind folgende Strecken gemessen worden:

von der Gruppe Lagemessung:

17. 5. — 28. 5.	Carrefour—Milcent	123 km
3. 6. — 9. 6.	Milcent—Station Centrale.....	162 km
13. 6. — 21. 6.	Station Centrale—Jarl-Joset	262 km
24. 6. — 26. 6.	Jarl-Joset—Depot 420.....	90 km
2. 7. — 7. 7.	Cecilia Nunatak—Dépôt 420	160 km
28. 7. — 13. 8.	Terme EGIG—T 132.....	222 km
13. 5. — 15. 5.		
und	Carrefour—Qapiarfit	90 km
13. 8. — 18. 8.		

von der Gruppe Nivellement:

9. 5. — 10. 5.	Erkundungsflüge Camp VI—BK 1.....	63 km
25. 5. — 1. 7.	Camp Séismique—Station Centrale	340 km
4. 7. — 29. 7.	Station Centrale—Jarl-Joset	263 km
3. 8. — 15. 8.	Jarl-Joset—T 9	500 km

2.1 Meßverfahren

Die Gruppe Lagemessung hat bei den elektronischen Streckenmessungen mit Tellurometern in der Diagonalenviereckskette und auf den Polygonzügen je ein besonderes Meßverfahren gewählt, die aber beide von dem o. a. Vorschlag abweichen.

In der Diagonalenviereckskette wurde auf der Hauptpiste von T 4 nach TA 61 nach dem Parallelverfahren gemessen (s. Abb. 2 a), d.h. beide Weasel befanden sich gleichzeitig auf dem Marsch oder auf den Stationen, daher wurden die Aneroide und Psychrometer innerhalb von ± 2 Minuten, also praktisch gleichzeitig abgelesen. Während der Wartezeiten wurden etwa halbstündliche Ablesungen gemacht. Jeweils das vorausfahrende Fahrzeug ließ nach Beendigung der Messungen eine

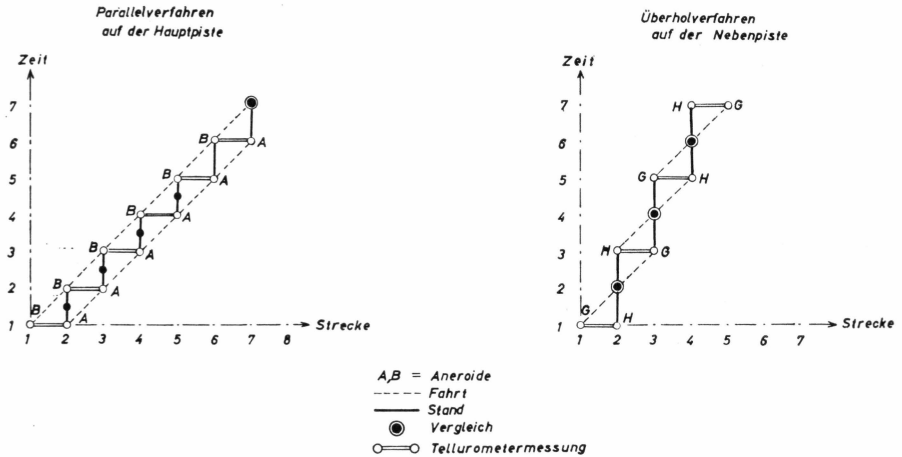


Abb. 2a und 2b Angewendete Meßverfahren

Barometerkiste mit eingelegten Notizen der letzten Ablesungen zurück. Der nachfahrende Trupp las nach Ankunft auf der Station die eigenen und die zurückgelassenen Geräte ab und führte das graphische Feldbuch. Auf der Nebenpiste wurde im Überholverfahren (s. Abb. 2b) gemessen, weil mit dem Tellurometer auch die Diagonalen in beiden benachbarten Vierecken gemessen werden mußten. Bei jedem Überholen wurden sämtliche Aneroide und Psychrometer abgelesen. Beim Zusammentreffen aller Meßtrupps der Haupt- und Nebenpiste an den Depots und während der Reparatur- und Liegetage sind dann alle Geräte untereinander verglichen und die Siedethermometer-Beobachtungen durchgeführt worden. Diese Vergleiche und Messungen haben stattgefunden am

6. 5. und 8. 5. 1959 in Camp VI – EGIG

16. 5. in Carrefour

23. 5. in T 9 a

1. 6. in Milcent

11. 6. in Centrale

23. 6. in Jarl-Joset

1. 7. in Cecilia Nunatak

7. 7. in Dépôt 420

22. 7. in Terme EGIG

8. 8. in Carrefour

14. 8. in Camp VI – EGIG.

Bei den Polygonzugmessungen

von Cecilia Nunatak nach TA 61

von IV^a nach T 132 und

von T 4 nach T 306/307

sind nur einfache Barometerablesungen gemacht worden, die zur Reduktion der Tellurometermessungen dienen sollten.

Die Gruppe Nivellement hat ebenfalls mehrere Meßverfahren angewendet, die jeweils den Hauptarbeiten angepaßt waren.

Bei den Erkundungsflügen mit dem Hubschrauber am 9. und 10. 5. wurden nach Landung auf sieben vermarkten Zwischenpunkten des Fußnivellements von Camp Séismique nach A 14 Aneroidablesungen ausgeführt; die Lufttemperatur wurde mit dem Schleuderpsychrometer gemessen. Ein Vergleich mit dem Siedethermometer wurde am 10. 5. vorgenommen. Während des geometrischen Nivellements vom Camp Séismique nach Station Jarl-Joset im Parallelverfahren wurden auf jedem 10. Instrumenten-Standpunkt — etwa in Kilometerabstand — und an den Pegeln die Aneroide und Schleuderpsychrometer abgelesen und einmal täglich ein Siedethermometer-Vergleich vorgenommen. Es war damit gerechnet worden, daß für die Auswertung auch Registrierungen von meteorologischen Stationen zur Verfügung stehen würden. Auf dem Rückweg wurden von Station Jarl-Joset bis Station Centrale einige Untersuchungen zur barometrischen Höhenbestimmung nach dem *Überhol-Verfahren* durchgeführt. Die Ablesungen der Altimeter wurden im Abstand von etwa 5 km gleichzeitig von beiden Trupps und beim Überholen gemacht, der Vergleich mit Hypsometern wurde täglich einmal vorgenommen. Von Station Centrale bis zum Abbruch der Messungen in T 9 wurde im *Parallelverfahren* gemessen. Bei geringem Punktabstand erfolgten die Ablesungen gleichzeitig, die Aneroide wurden dreimal täglich untereinander verglichen mit ebenfalls täglichem Siedethermometer-Vergleich.

Die Geräteverteilung ist in Tabelle 1 (S. 16) zusammengestellt worden.

2.2 Felderfahrten

Über die eingesetzten Geräte und ihren Transport während der Expedition haben sich einige Felderfahrten ergeben.

Gruppe Lagemessungen

Die Aneroidkisten haben sich bewährt. Der Transport dieser Kisten am Heck zwischen Weasel und Schlitten war nicht günstig, da der aufgewirbelte Schnee eindrang und auch durch Auspuffgase und Sonneneinstrahlung recht beträchtliche Temperaturschwankungen auftraten. Die Aufstellung auf dem Dach des Weasels — etwa über Mitte der Ketten — war günstiger, dennoch mußte bei Temperaturen um den Nullpunkt auf rechtzeitiges Austrocknen des eingedrungenen und dann geschmolzenen Treibschnees geachtet werden.

Tabelle 1 *Geräteverteilung*

EGIG-Gruppe	Barometer								Siedethermometer	
	Tr.	Beobachter	Gerät Nr.			Kiste Nr.	Verwendung	Piste	Fa.	Thermometer
Lagemessung	1	HOFMANN	WT CC	15 256	B 11	5	Weaselgerät	Hauptpiste	Bosch	784/59
			Fueß C	3 037	B 12					
	2	MELCHERS	WT CC	15 257	B 21	2	Weaselgerät	Hauptpiste		796/59
			Fueß C	3 028	B 22					
	3	NOTTARP	WT CC	15 258	B 31	3	Weaselgerät	Nebenspiste		
			SM	5 557 L	B 32					
	4	GFELLER	WT CC	12 400	B 41	6	Weaselgerät	Nebenspiste		
			SM D	11 357	B 42					
Nivellement		HOFMANN MELCHERS	Fueß C	3 029	F 01	7	Standbarometer	Hauptpiste	Bosch	790/59
			SM E	4 958						785/59
		HOFMANN MELCHERS	Fueß C	3 031	F 02	1	Standbarometer	Hauptpiste		
			SM I	13 958						
		HOFMANN MELCHERS	Fueß C	3 039	F 03	4	Standbarometer	Hauptpiste		
			SM I	14 058						
		HOFMANN	Fueß C	3 034		Holz- kasten	Handbarometer	Hauptpiste		
Nivellement	I	MÄLZER MÖLLER	Thommen	47 831	B 1		Weaselgerät	Hauptpiste	Bosch	783/59
			–	47 832	B 2					788/59
			–	47 833	B 3					
	II	PFROMMER	Thommen	47 830	B 10		Weaselgerät	Hauptpiste		1337/59
		SCHNÄDEL- BACH	–	47 834	B 20					
			Fueß C	3 036	B 30					

Die Wallace and Tiernan- sowie die Fueß-Aneroide haben die harten Bedingungen gut überstanden. Die Short and Mason-Aneroide, die an der Bereichsgrenze benutzt werden mußten, sind bald ausgefallen.

Gruppe Nivellement

Sehr vorteilhaft hat sich der Anschluß der Siedethermometer an den Butangasherd im Wohnschlitten ausgewirkt. Noch zweckmäßiger ist für Messungen bei ständigem starkem Wind eine elektrische Heizung.

Die Lambrecht-Aspirationspsychrometer haben bei den Einsätzen keine Mängel gezeigt. Es ist zweckmäßig, sie senkrecht, also in Gebrauchs-

lage, zu transportieren, um in den Thermometern das Abreißen des Quecksilberfadens zu vermeiden. Für das angefeuchtete Thermometer wäre eine Sichtkontrolle für den Zustand am Lämpchen wünschenswert. Die Beobachter hatten es sich zur Regel gemacht, bei Psychrometermessungen die Trompete stets über Schneeoberfläche und gegen den Wind, nicht gegen Körper oder Weaseldach oder auch in den Wind zu halten. Wegen der intensiven Strahlung ist ein ständiges Aspirieren notwendig — auch dafür wäre elektrischer Antrieb gut.

3. AUSWERTUNGEN, ERGEBNISSE UND FOLGERUNGEN

3.1 Vervielfältigung der Feldbücher

Die gesamten geodätischen Feldbücher der EGIG 1959 sind nach Beendigung der Sommerkampagne zur Sicherung der Originaldaten vervielfältigt worden. Neben der Verteilung des Originals und der Durchschriften an OP. Deutschland, Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt a.M. und Eidgenössische Technische Hochschule Zürich wurden je eine Ausfertigung an das Deutsche Geodätische Forschungsinstitut München, die Technische Hochschule Karlsruhe und das Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt/Main, zur Aufbewahrung und als Arbeitsausfertigung übersandt.

Die Feldbücher der Gruppen Lagemessung und Nivellement konnten je nach Beschaffenheit und besonders nach dem Kontrast entweder als Lichtpausen oder über Mikrofilm vervielfältigt werden.

3.2 Auswertungen

Wie schon erwähnt, standen für die bei der EGIG 1959 eingesetzten Aneroide und Thermometer vor der Expedition nur die Firmeneichungen zur Verfügung. Nach der Expedition wurden unabhängige Eichungen teils vom Instrumentenamt München des Deutschen Wetterdienstes, teils vom Geodätischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe ausgeführt.

3.2.1 Teilungs- und Temperaturkorrektion

Die schließlich für die Auswertungen zur Verfügung stehenden Eichwerte der Aneroide stimmten nicht immer befriedigend zusammen, für die wahrscheinlichen Werte mußten daher auch die sich aus den Relativvergleichen während der Expedition ergebenden Werte mitverwendet werden. Im einzelnen wurden Werte aus folgenden Eichungen benutzt:

Tabelle 2 *Verwendete Instrumenteneichungen*

Barometer	Bezeichnung	Eichung für	
		Teilung	Temperatur
Tellurometertrupp			
Wallace and Tiernan	B 11	München 1960 Firma 1959	
	B 21, B 31	Technische Hochschule Karlsruhe 1960	
	B 41	Firma 1958	oder 1959
Fueß	B 12, B 22	Firma 1958	oder 1959
Short and Mason	B 32, B 42	Firma 1958	oder 1959
Siedethermometer		Firma 1958	oder 1959
Nivellementstrupp			
Thommen	B 1, B 2, B 3	Technische Hochschule Karlsruhe 1960	
	B 10, B 20	TH K. 1960	—
Fueß	B 30	TH K. 1960	—
Siedethermometer		Firma 1958 oder 1959	—

3.2.2 **Standkorrekturen**

Von den Tellurometertrupps standen zur Auswertung nur 11 Vergleiche der Aneroide mit den Siedethermometern zur Verfügung. Aus den verbesserten Aneroidablesungen und den Hypsometerablesungen wurden zunächst »mittlere Standkorrekturen« ($\overline{\Delta p}$) ermittelt, die in Abb. 3 graphisch dargestellt sind. Diese waren jedoch für die Bestimmung der Höhendifferenzen von 2 Stationen, auf denen gleichzeitige Aneroidablesungen mit einer Ablesegenauigkeit von 0,1 bis 0,2 mb ausgeführt waren, nicht zuverlässig genug.

Die Meßtrupps auf der Hauptpiste hatten die Aneroide miteinander nur bei den Siedethermometermessungen verglichen. Wenn auch der Voraus-Trupp täglich mehrmals Aneroide zurückließ, so ließ dieses Verfahren nur indirekte Vergleiche zu verschiedenen Zeiten zu. Dagegen haben die Meßtrupps auf der Nebepiste täglich morgens und abends sowie bei jedem Überholen gegenseitig verglichen.

Um den Mangel der fehlenden Vergleiche zu beheben, mußte versucht werden, aus allen Ableesungen auf der Haupt- und Nebepiste die zeitliche Änderung des Luftdrucks zu ermitteln und dann die relativen Standkorrekturen für die Barometer der Hauptpiste herzuleiten. Die

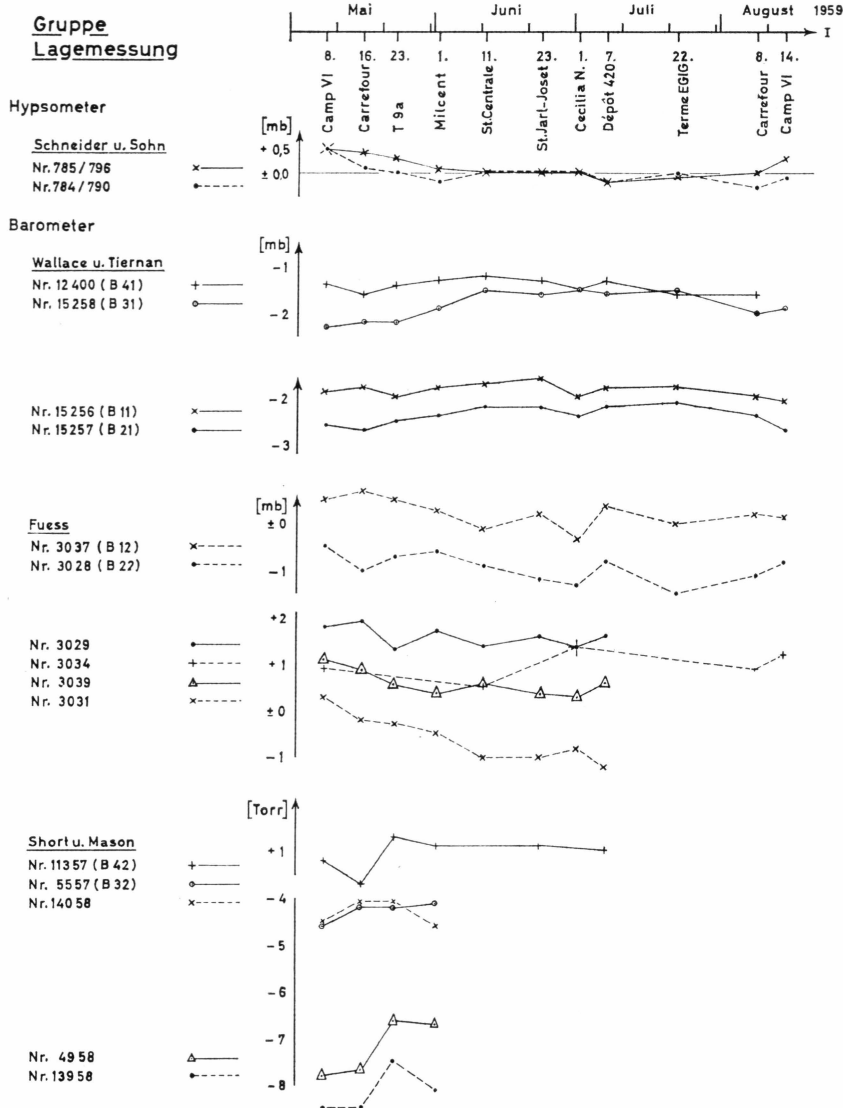


Abb. 3 Mittlere Standkorrekturen ($\overline{\Delta p} = p_0 = (p)$) aus Barometervergleichen

Werte $d(\Delta p)$ sind dann über der Zeit aufgetragen (s. Abb. 4) und graphisch ausgeglichen (geglättet) worden. In diesen Werten sind auch die unterschiedlichen Instrumentenhöhen — 1,4 m über Schnee oder auf Weasel-Dach — enthalten.

Die Nivellementstrupps hatten auf der Hinfahrt täglich Barometervergleiche durchgeführt und vorausgesetzt, daß Luftdruckregistrierungen auf Stationen entlang der Piste zur Verfügung stehen würden. Das Fehlen dieser Registrierungen verhinderte die Auswertung dieser Beobachtungen.

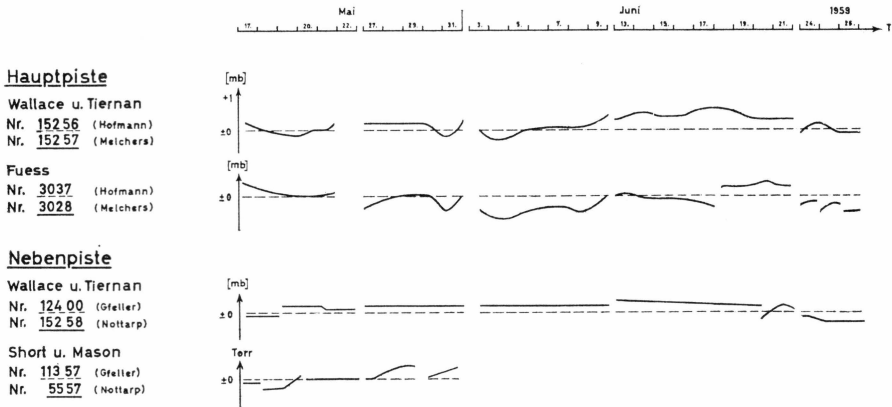


Abb. 4 Relative Standkorrekturen $d(\overline{\Delta p})$

Die Rückfahrt von TA 53 Jarl-Joset bis T 9 wurde als reine Barometermeßfahrt ausgeführt. Durch täglich mehrfach vorgenommene Barometervergleiche konnten die relativen Ständifferenzen zwischen den Altimetern der beiden Meßtrupps bestimmt werden (s. Abb. 5 a). Zur Vereinfachung der weiteren Auswertung wurden jeweils die Mittelwerte der beiden Einzeltrupps verwendet. Die Differenzen dieser Mittelwerte bei den Barometervergleichen wurden berechnet, graphisch ausgeglichen (s. Abb. 5 b) und die ausgeglichenen Werte als relative Standkorrekturen an den Mittelwerten des Meßtrupps II angebracht:

$$(H_{II}) + d(\Delta H) = (z_{II}).$$

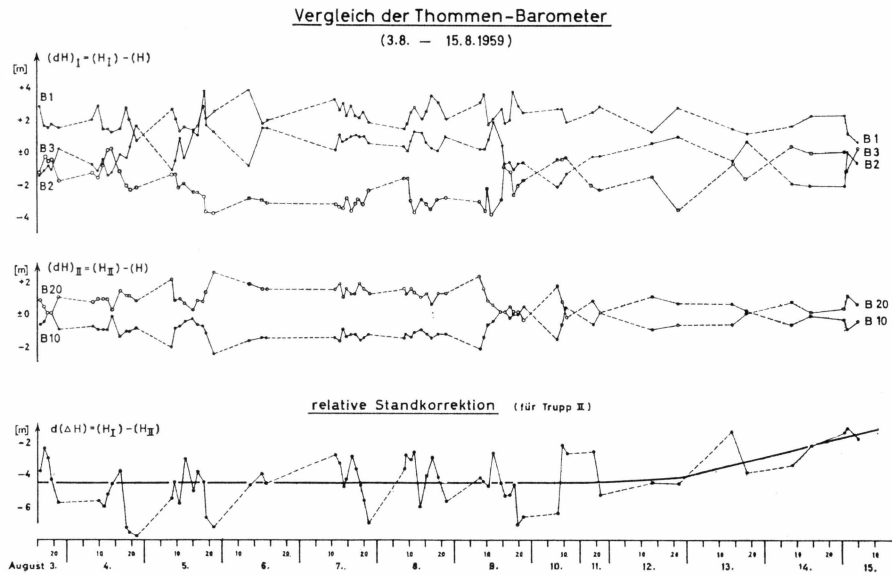


Abb. 5 a und b

3.3 Berechnung der Höhenunterschiede

3.3.1 Barometrische Höhenformel

Die Berechnung der Höhenunterschiede zwischen den einzelnen Stationen aus den Luftdruckdifferenzen erfolgte nach der barometrischen Höhenformel in der von ROBITZSCH (1939) angegebenen Form

$$\begin{aligned} z_2 - z_1 &= K \frac{1 + \alpha t_m}{1 - \delta \left(\frac{e}{p} \right)_m} (1 + \beta \cos 2\varphi_m) \left(1 + \frac{2}{r} z_m \right) [\log p_1 - \log p_2] \\ &= K (1 + \alpha t'_m) [\log p_1 - \log p_2] \\ &= 18\,400,4 \left(1 + \frac{1}{272,18} \cdot t'_m \right) [\log p_1 - \log p_2] \end{aligned}$$

mit der »reduzierten Temperatur« $t' = t + \Delta t_e + \Delta t_\varphi + \Delta t_z$,

wobei t = Lufttemperatur am trockenen Thermometer
 t_f = Temperatur am feuchten Thermometer
 p = Luftdruck.

Für das Expeditionsgebiet ändern sich die Einflüsse Δt_φ und Δt_z nur wenig, wie nachfolgende Tabelle zeigt.

Tabelle 3 *Einflüsse von Δt_φ und Δt_z*

Profil	Strecke		$\Delta t_\varphi + \Delta t_z$
W-O	T 0 bis T 6		-0,4° C
	7	38	-0,3° C
	39	47	-0,2
	48	61	-0,3
	62	69	-0,4
	70	87(C.N.)	-0,5
N-S	100	101	-0,4° C
	102	114	-0,3
	115	132	-0,4
	301	306/7	-0,4

Als Näherungsformel für die Maschinenrechnung wurde benutzt

$$z_2 - z_1 = 7\,991,17 \cdot \left(1 + \frac{1}{272,18} t \right) \frac{p_1 - p_2}{p_m}.$$

Nach PÖTZSCHNER (1955) bleibt die Ungenauigkeit dieser Näherungsformel für $\Delta z < 300$ m unter einem Dezimeter.

Der Faktor $K' = K(1 + \alpha t') = 7\,991,17 \left(1 + \frac{1}{272,18} \cdot t'\right)$ wurde als Funktion von t' tabelliert (Anlage 1).

Somit ließ sich die umfangreiche Berechnung der Kotenunterschiede Δz in die Teilrechnungen zerlegen:

- a) Bestimmung der reduzierten Temperatur t' und des Mittelwertes t'_m
- b) Entnahme des Faktors K' aus der Tafel
- c) Berechnung des Kotenunterschiedes

$$z_2 - z_1 = K' \frac{p_1 - p_2}{\frac{p_1 + p_2}{2}}.$$

Bei dem Nivellementstrupp war mindestens ein täglicher Vergleich der Barometer untereinander und dieser mit dem Hypsometer ausgeführt worden. Um die Ablesungen der Thommen-Altimeter mit denen der Hypsometer und des Fueß-Barometers vergleichen zu können, mußten die Druckablesungen p_{mb} in Normhöhen $(H)_m$ umgewandelt werden.

Die Tabellen der Normatmosphäre nach CINA — aufgrund der Eichungen — geben die Normwerte p^n in mb als Funktion der Höhe H (Abstand 100 m) an. Danach wurde eine Tabelle mit den Normhöhen (H) sowie deren 1. und 2. Differenzen ($\Delta_1 H, \Delta_2 H$) als Funktion von p — Tafelabstand 10 mb — aufgestellt. Die Normhöhen wurden durch Interpolation mit 2. Differenzen für einen Zwischenwert $p = p_1 + \delta p$ ermittelt, wobei $\delta p < \Delta p = 10$ mb und $\delta p / \Delta p = z$ ist.

Dann war

$$(H) = (H_1) + \Delta_1 H \cdot z_1 - \Delta_2 H \cdot z_2.$$

Für $z_2 = \frac{1}{2} z (1 - z)$ wurde eine Hilfstafel mit dem Argument z angefertigt.

3.3.2 Berechnung der reduzierten Temperatur

Die bei der Gruppe Lagemessung geführten graphischen Feldbücher haben sich bewährt, weil grobe Ablesefehler oder Reduktionsfehler leicht zu erkennen und zeitliche Interpolationen einfach und sicher auszuführen sind.

Die Aneroidablesungen (p) erhielten die mittlere Standkorrektur ($\overline{\Delta p}$) sowie die Teilungs- und Temperaturkorrektur ($k_p + k_t$). Der verbesserte Luftdruck p ist in die Feldbücher eingetragen worden (Abb. 6).

Ferner wurden die schon während der Expedition berechneten Werte für Dampfdruck e geprüft, die reduzierte Temperatur t' berechnet und beide in die Feldbücher eingezeichnet. Die Werte t' wichen meist nur geringfügig von den gemessenen Lufttemperaturen t (trocken) ab.

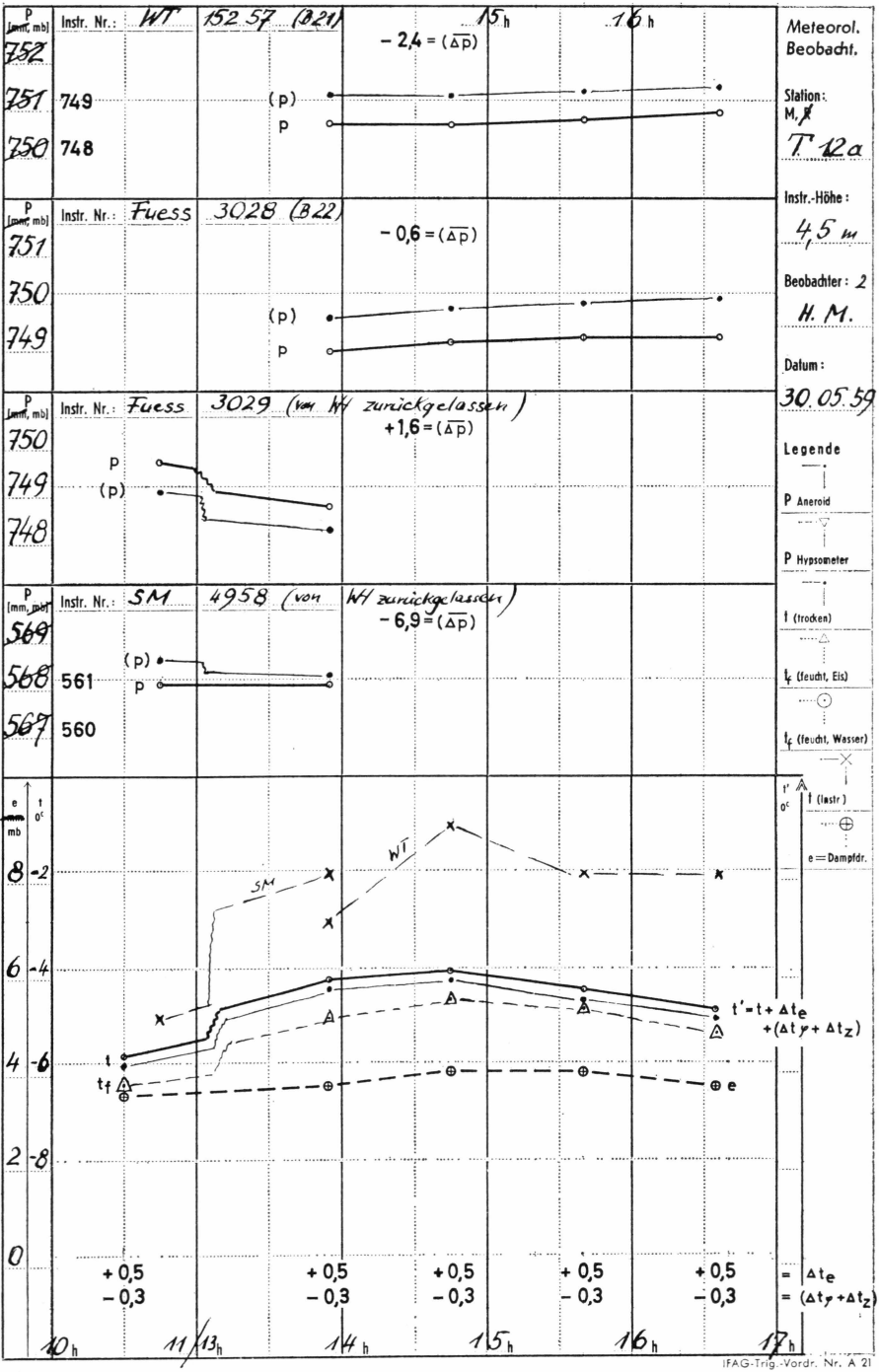
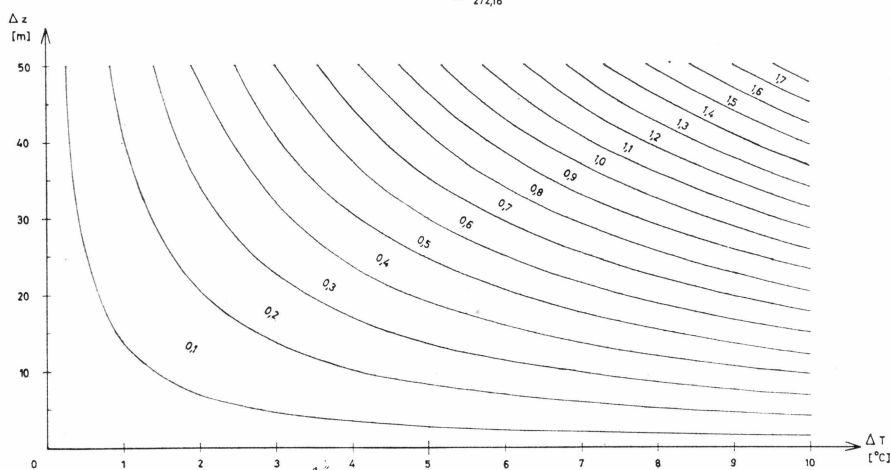


Abb. 6 Feldbuch des Tellurometertrupps mit verbessertem Luftdruck p vom 30. 5. 59

Temperaturkorrektur

$$v(\Delta z) = \Delta z - (\Delta z)_m = (\Delta z)_m \cdot \frac{t'_m - t^n}{272,18} \quad t'_m - t^n = \Delta T$$

Abb. 7 Temperaturkorrekturen $v(\Delta z)$ für Nivellementstrupp

Für die weiteren Auswertungen wurden nun die verbesserten Luftdruckwerte p und die reduzierten Temperaturen t' benutzt.

Bei den Nivellementstrupps setzen die aus den Ablesungen der Thommen-Altimeter ermittelten Höhenunterschiede $(\Delta z)_i = (z)_i - (z)_{i-1}$ voraus, daß die mittlere reduzierte Temperatur t'_m mit der Temperatur t^n der Normalatmosphäre nach CINA übereinstimmt.

$$t^n = 15^\circ - 0,0065 \cdot H(m).$$

Weicht t'_m von t^n ab, so ist die gemessene Kotendifferenz (Δz) um den Betrag $v(\Delta z)$ zu verbessern.

$$v(\Delta z) = z - (\Delta z) = (\Delta z)_m \cdot \frac{t'_m - t^n}{272,18}.$$

Zur Interpolation der Werte t^n und zur Berechnung der Werte $v(\Delta z)$ wurden graphische Hilfstafeln angefertigt (Abb. 7). Anstelle der reduzierten Temperatur t' wurde die gemessene Temperatur t verwendet, die in Grönland praktisch übereinstimmen.

3.3.3 Berechnung der Höhenunterschiede

Die barometrische Höhenformel ist unter der Voraussetzung abgeleitet, daß die Aneroidablesungen gleichzeitig auf zwei in einer Lotlinie gelegenen Stationen erfolgen. Nun sind die Ablesungen, wie schon erwähnt, entweder praktisch gleichzeitig an verschiedenen Barometern oder zeitlich nacheinander an demselben Barometer erfolgt. Somit können 2 Auswerteverfahren angewendet werden:

- I. mit gleichzeitigen Ablesungen zweier Aneroide A u. B, dabei muß der relative Stand $d(\Delta p)$ der Instrumente bekannt sein,
- II. mit nacheinander ausgeführten Ablesungen an einem Aneroid, dafür ist die in der Zwischenzeit eingetretene Druckänderung $\frac{dp}{dT}$ zu berücksichtigen.

Der verbesserte Druckunterschied Δp gilt aber für nicht übereinander liegende Stationen nur, wenn die Flächen gleichen Luftdrucks horizontal liegen. Mit einer mittleren Neigung $\frac{dHp}{ds}$ der Isobarenflächen im Azimut α der Meßstrecke ist der Einfluß $k_\alpha = \left(\frac{dHp}{ds}\right)_\alpha \cdot \Delta s$.

Damit ergibt sich für die barometrische Höhenformel folgende Form

$$\begin{aligned}\Delta H_i &= H_i - H_{i-1} = -K'_m \cdot \frac{p_i - p_{i-1}}{\frac{p_i + p_{i-1}}{2}} + \left(\frac{dHp}{ds}\right)_\alpha \cdot \Delta s_i \\ &= \Delta z_i + k_\alpha.\end{aligned}$$

Es ist

$$\begin{aligned}\text{I: } p_i - p_{i-1} &= p_i^A - (p_{i-1}^B + d(\Delta p)) \\ \text{II: } p'_i - p'_{i-1} &= \left\{ p_i - \frac{dp}{dt} (T_K - T_o) \right\} - \left\{ p_{i-1} - \frac{dp}{dt} (T_{k-1} - T_o) \right\}.\end{aligned}$$

Beide Verfahren dürften für eine barometrische Höhenbestimmung bei guter Kenntnis der notwendigen Korrekturen gute Ergebnisse liefern.

Es ist erforderlich,

- beim Verfahren I: den Stand jedes Aneroids befriedigend zu bestimmen,
- beim Verfahren II: den Gang des Luftdrucks (zeitliche Änderung) gut zu kennen,
- beim Verfahren I + II: die Neigung der Isobarenflächen zu berücksichtigen.

Die beiden Auswerteverfahren sind auf folgende Strecken angewendet worden:

Verfahren I:

Tellurometertrupp

West-Ost-Profil in der Viereckskette von T 4 bis T 61:

1. Wallace and Tiernan B 11 und B 21 Hauptpiste
2. Wallace and Tiernan B 31 und B 41 Nebenpiste

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| 3. Fueß | B 12 und B 22 Hauptpiste |
| 4. Short and Mason | B 32 und B 42 Nebenpiste |

im Polygonzug von T 61 bis T 87 Cecilia Nunatak

- | | |
|------------------------|---------------|
| 5. Wallace and Tiernan | B 11 und B 41 |
| 6. Wallace and Tiernan | B 21 und B 31 |

Nord-Süd-Profil

- | | |
|------------------------|---------------|
| 7. Wallace and Tiernan | B 21 und B 41 |
|------------------------|---------------|

Nivellementstrupp

West-Ost-Profil von TA 53 bis T 9

- | | |
|------------|-----------------------|
| 1. Thommen | B 1, B 2, B 3 |
| 2. Thommen | B 10, B 20, Fueß B 30 |
- (Fueß B 30 nicht ausgewertet, Abweichungen zu anderen Instrumenten zu groß)

Verfahren II:

Tellurometertrupps

West-Ost-Profil von T 4 bis T 87 Cecilia Nunatak

- | | |
|---------------------------|--------------|
| mit 4 Wallace and Tiernan | } siehe oben |
| 2 Fueß | |
| 2 Short and Mason | |

Nivellementstrupp

West-Ost-Profil von Camp Seismique bis TA 53

- | | |
|--------------------------|--------------|
| mit 5 Thommen-Altimetern | } siehe oben |
| 1 Fueß-Barometer | |
- (Auswertung nicht möglich)

Die Zusammenstellung der aus den graphischen Feldebüchern entnommenen Daten, die Berechnung der Mittelwerte für reduzierte Temperatur und Luftdruck sowie der Kotenunterschiede wurde mit einer Additionsmaschine mit doppeltem Rechenwerk, Programmschiene und Springwagen sehr erleichtert. Die Kotenunterschiede sind auf einer Rechenmaschine mit Schreibwerk gerechnet worden. Zur Vermeidung von Abrundungsfehlern wurden die Dezimeter als Rechengrößen mitgeführt.

3.3.4 Bestimmung des Druckganges

Für barometrische Höhenbestimmungen aus nichtgleichzeitigen Luftdruckmessungen werden die zeitlichen Änderungen des Luftdrucks — der Luftdruckgang — meist durch häufiges Ablesen von Stationsbarometern oder aus Barographen-Registrierungen hergeleitet.

Auch während der EGIG 1959 sind in mehreren Stationen entlang der Hauptpiste Barographen aufgestellt worden. Leider sind die Regi-

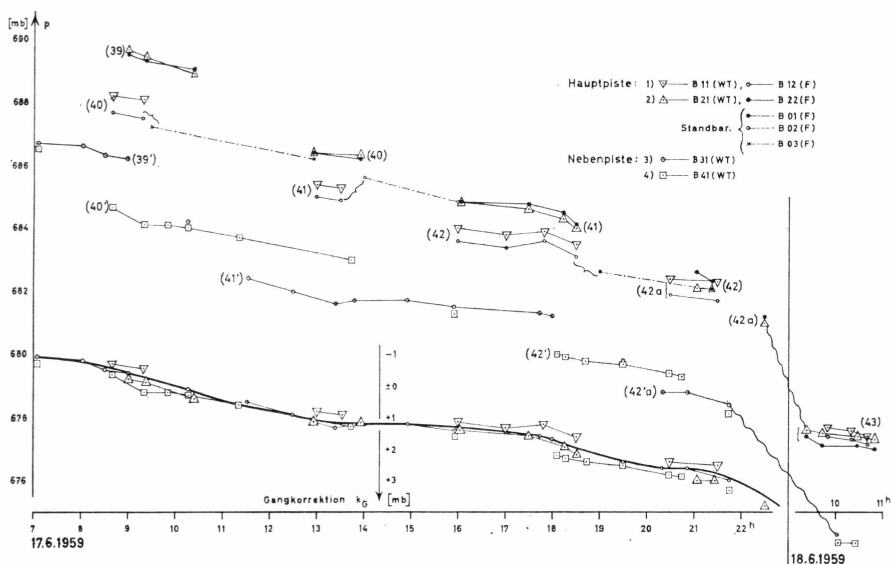


Abb. 8 Zeitliche Änderung des Luftdrucks – Druckgang – bei den Tellurometertrupps am 17. 6. 59

strierungen für die vorliegende Auswertung nicht verwertbar. Es mußte auch hier versucht werden, den Druckgang aus den Aneroidablesungen zu ermitteln.

Diese Möglichkeit ergab sich aus den beim Überholverfahren gemachten Ableseungen des Meßtrupps auf der Nebenpiste, weil jeder Trupp mehrere Stunden auf einer Station blieb und Ableseungen machte und die Aneroide gewissermaßen abwechselnd »Standbarometer« waren.

Für die übrigen Barometer konnten wohl Tageskurven des Luftdruckganges aus Teilstücken gebildet werden, weil die Aufenthaltszeiten auf den Stationen meist so lang waren, daß keine Einlaufeffekte mehr wirksam sein konnten, nur die Messungen auf der letzten Station des Tages waren dafür zu kurz.

Aus dem auf der Hauptpiste angewendeten Meßverfahren der zurückgelassenen Aneroide ist der Luftdruckgang nicht zu bestimmen, weil die zurückgelassenen Barometer wesentlich später als die mitgebrachten abgelesen wurden und Einlaufeffekte vorhanden sind.

Dies wäre nur möglich gewesen, wenn *alle* Aneroide, die mitgebrachten und die vorgefundenen, während der Meßzeit auf der Station wenigstens dreimal abgelesen wären.

Mit Hilfe der Abend- und Morgenablesungen auf einer Station war es möglich, eine kontinuierliche Kurve des Luftdruckganges über der Zeit zu zeichnen. Als Beispiel wird die Kurve des Luftdruckganges für den 17. 6. 1959 in Abb. 8 gegeben.

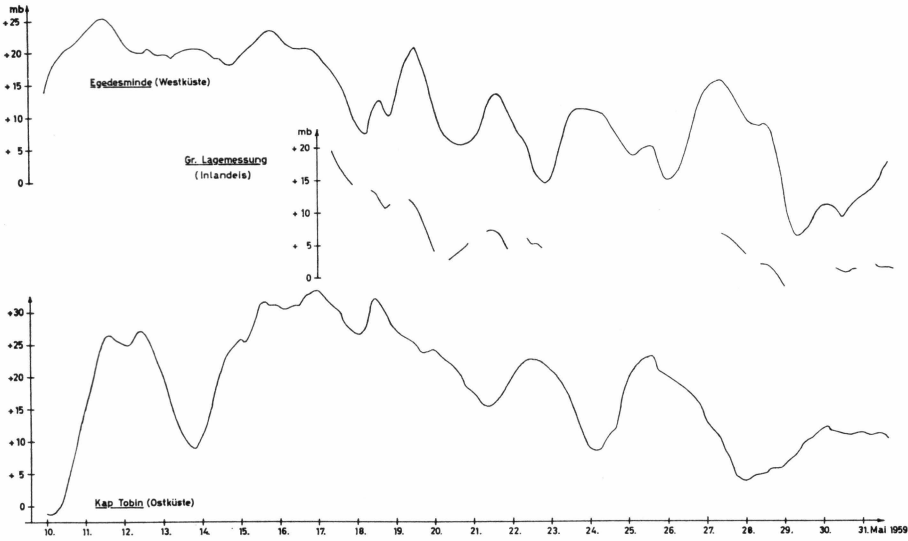


Abb. 9 Verlauf des Luftdrucks in den Stationen Egedesminde und Kap Tobin

Aus diesen Auftragungen konnte nun für jede Meßzeit T die Gangkorrektur

$$k_G = -\frac{dp}{dT}(T - T_o)$$

entnommen, also beim Auswerteverfahren II jede Barometerablesung auf die Epoche T_o reduziert werden:

$$p + k_G = p'.$$

Ein Vergleich mit den Barographenregistrierungen nahegelegener Stationen wäre eine gute Bestätigung des angewendeten Verfahrens. Einen Vergleich mit den Luftdruckgängen in den weiter entfernten Stationen Egedesminde (Westküste) und Kap Tobin (Ostküste) zeigt Abb. 9.

Der Druckverlauf entlang der Meßstrecken zeigt im Mai zwar gewisse Ähnlichkeit mit dem Verlauf in Egedesminde, jedoch ist eine Ableitung des täglichen Luftdruckganges daraus nicht möglich. Der Verlauf des Druckganges an der West- und Ostküste ist so unterschiedlich, daß Interpolationen nicht vorgenommen werden können. Es ist natürlich, daß über dem gesamten Messungsgebiet mit erheblichen horizontalen Druckgradienten gerechnet werden muß.

3.3.5 Korrektur k_α wegen Neigung der Isobarenflächen

Die Neigung der Isobarenflächen läßt sich bestimmen aus

- a) der Richtung und Geschwindigkeit des Gradientwindes, deren Daten aus Ballonaufstiegen im Messungsgebiet ermittelt werden,
- b) aus Bodenwindmessungen und
- c) aus Höhenwetterkarten.

Während der Expedition waren Ballonaufstiege nicht gemacht worden.

Die Bodenwindmessungen liefern in Grönland wegen des katabatischen Windsystems nur unsichere Ergebnisse.

Der Deutsche Wetterdienst fertigt täglich zweimal — um 0^h und 12^h Greenwich Mean Time — im mittleren Maßstab 1:20 000 000 Höhenwetterkarten der 500-mb-Fläche an. Diese Karten wurden vom Deutschen Wetterdienst für den benötigten Zeitraum von Mai bis August 1959 freundlicherweise zur Verfügung gestellt.

Deshalb wurden bei allen Auswertungen die Korrekturen k_α wegen des horizontalen Druckgradienten mit Hilfe der aus den Höhenwetterkarten gewonnenen Tagesmittelwerte berechnet und an den berechneten Kotendifferenzen Δz angebracht,

$$\Delta z + k_\alpha = \Delta H; \quad H' + \Sigma k_\alpha = H.$$

3.3.6 Höhenunterschiede

Beim Tellurometertrupp auf der Hauptpiste des West-Ost-Profiles sind von Station T 4, Carrefour, bis Station TA 53, Jarl-Joset, die Höhen der Balisenfußpunkte durch geometrisches Nivellement bestimmt worden. Es ist unter diesen Umständen einmalig, die Auswerteergebnisse nach den Verfahren I und II der barometrischen Höhenmessung mit den Höhenunterschieden aus dem geometrischen Nivellement vergleichen zu können, die hierbei als fehlerfrei angesehen werden dürfen.

Als Ausgangswert der barometrischen Kottenberechnung wurde die Balise T 4 = T 125 mit dem durch geometrisches Nivellement bestimmten Wert 1 849,2 m gewählt.

Die *Kottenberechnung* derjenigen Stationen, die nicht durch geometrisches Nivellement bestimmt waren, wurde aufgrund des Auswerteverfahrens I durchgeführt, und zwar

- 1) TA 53 — TA 61 Hauptpiste
ausgehend von der durch geometrisches Nivellement erhaltenen Höhe des Balisenfußpunktes TA 53.

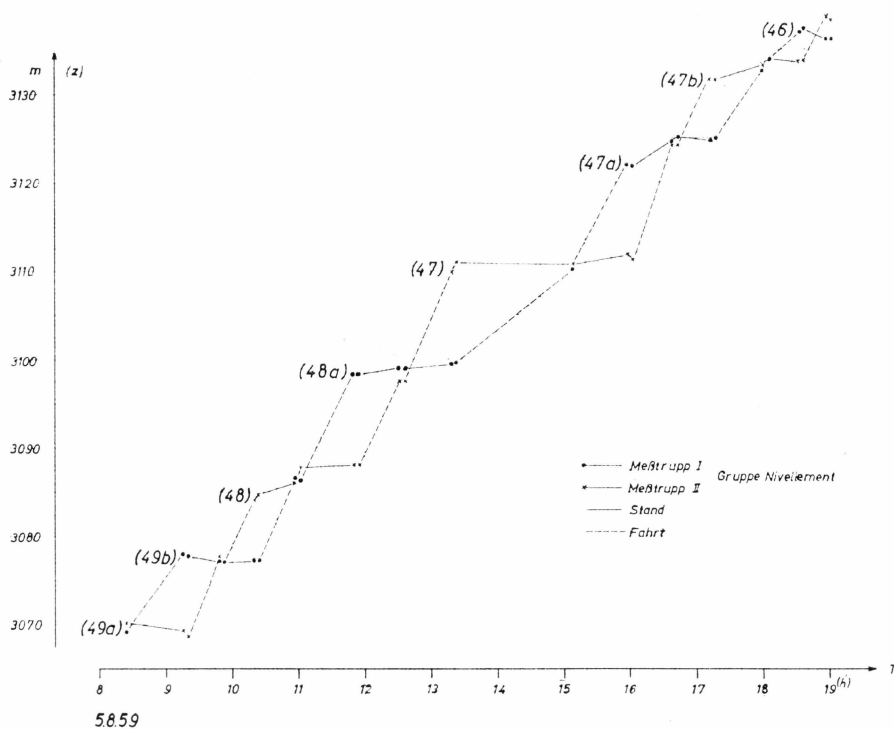


Abb. 10 Ergebnisse des Nivellementstrupps für den 5. 8. 1959

- 2) T 4 bis TA 61 Nebenpiste
ausgehend auch von der durch geometrisches Nivellement bestimmten Höhe von T 4.
Die Höhenunterschiede sind abschnittsweise gegen die Hauptpiste verbessert worden.
- 3) TA 61 bis T 87 (Ostanschluß) Polygonzug
ausgehend von der barometrisch erhaltenen Höhe TA 61.
- 4) T 4 bis T 306/307 (Westanschluß)
ausgehend von der durch geometrisches Nivellement erhaltenen Höhe von T 301
(kein Höhenabschluß an A 14 zwischen T 306/307).
- 5) T 4 bis IVa und T 4 bis T 132 (Nord-Süd-Profil)
ausgehend jeweils von der durch geometrisches Nivellement erhaltenen Höhe von T 4 = 1849,2 m.

Auf den unter 3), 4) und 5) erwähnten Abschnitten können die Kotendifferenzen zusätzlich systematisch verfälscht sein, da keine relativen Standkorrekturen $d(\Delta p)$ bestimmt und nur mittlere Standkorrekturen $(\overline{\Delta p})$ angebracht werden konnten.

Alle Koten beziehen sich auf den Balisenfußpunkt. Die tatsächliche Schneeoberfläche befindet sich etwa 3 m darüber.

Wo Druckdifferenzen zwischen Meßpunkten mit Barometern auf Weaseldach und Punkten auf Felsboden (T 87 Cecilia Nunatak, T 306 Qapiarfit, IV a) gemessen waren, wurden die Differenzen der Instrumentenhöhe berücksichtigt.

Die bei der dänischen Küstentriangulation vielleicht ermittelten Höhen für die Stationen IV a, T 306 Qapiarfit und T 307 Manitsoq waren nicht bekannt, so daß die freien Polygonzüge 4) und 5) höhenmäßig nicht abgeschlossen werden konnten.

Beim Nivellementstrupp, wie schon erwähnt, konnte nur die Rückfahrt der Trupps von TA 53 — T 9, die als reine Barometermeßfahrt stattfand, ausgewertet werden.

Da jede Höhendifferenz Δz aus je zwei Paar Ablesungen im Abstand von 5 Minuten ermittelt werden kann (s. Abb. 10), wurden zunächst alle Messungen ausgewertet und vorläufige Koten einmal aus dem Mittel beider Kotendifferenzen $\frac{1}{2} (\Delta z_1 + \Delta z_2)$, zum anderen nur mit den zeitlich letzten Kotendifferenzen Δz_2 berechnet. Um Fehler durch Einlaufeffekte möglichst einzuschränken, wurden die endgültigen Koten nur mit den Differenzen $\Delta z_2 = \Delta z$ berechnet, d.h. $H'_i = H_{i-1} + \Delta z_i$.

Die Korrektur » k_α « wegen Neigung der Isobarenflächen wurde an den Kotendifferenzen Δz angebracht.

Die Kotendifferenzen ΔH wurden denen des geometrischen Nivellements und des Tellurometertrupps gegenübergestellt.

3.4 Kotenvergleich

Für die Beurteilung des Vergleichs der barometrisch ermittelten Höhenunterschiede mit denen des geometrischen Nivellements darf darauf hingewiesen werden, daß unter den in Grönland vorhandenen Temperatur- und Höhenverhältnissen einem Luftdruckfehler von 0,1 mb ein Höhenfehler von etwa 1,0 m entspricht. Die Herstellerfirmen gaben für Präzisionsaneroide als Anzeigeempfindlichkeit bestenfalls $\frac{1}{2}$ Skalenteil an. Dem entspricht also bei $\frac{1}{2}$ -mb-Teilung oder mit Nonien eine Anzeigeempfindlichkeit von 0,1 mb; bei 1-mb-Teilung eine solche von 0,2 mb. Außerdem streuen die für die Auswertung I ermittelten relativen Standarddifferenzen mit $\pm 0,2$ mb um die ausgeglichene Kurve der relativen Standardkorrekturen.

Bei der Auswertung der Barometerablesungen wurde versucht, die inneren und äußeren Einflüsse möglichst richtig zu erfassen.

Dennoch fällt bei allen Kotenvergleichen der überwiegend positive Verlauf der Differenzen

$$\varepsilon = \Delta H_{\text{geom. Niv.}} - \Delta H_{\text{bar. Niv.}}$$

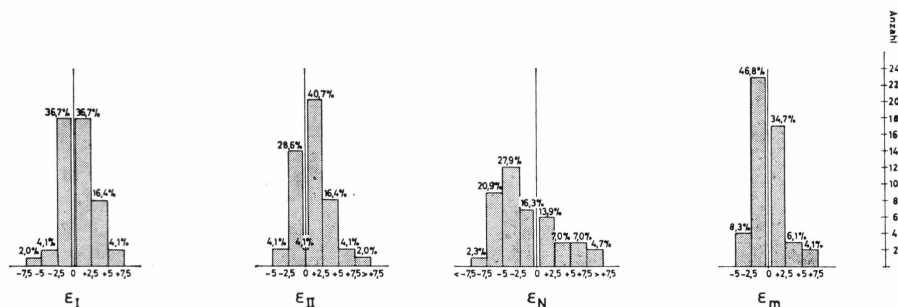


Abb. 11 Größe und Vorzeichen der Differenzen der Höhenunterschiede zwischen geometrischem und barometrischem Nivellement

auf, der auf dem Gipfel des Inlandeises merklich schwächer oder überwiegend negativ wird.

Es kann also ein systematischer, vom Vorzeichen des Höhenunterschiedes ΔH abhängiger Fehleranteil von rund $+32 \text{ m}/400 \text{ km}$ Δs bzw. $+32 \text{ m}/1320 \text{ m}$ ΔH (aus Auswertung I) für die Strecke T 4—T 43 erkannt werden. Dieser läßt sich vielleicht durch eine von der Geländeneigung beeinflusste, ständig vorhandene zusätzliche Neigung der Isobarenflächen von etwa $1 \text{ m}/12 \text{ km}$ erklären, was durchaus plausibel ist und durch das Vorhandensein des katabatischen Windabflußsystems bestätigt wird.

Außerdem würde ein einseitig negativer Fehler der mittleren Temperatur t'_m ebenfalls negativ auf die barometrisch bestimmten Höhenunterschiede wirken; auch dies ist wahrscheinlich, da in der Grenzschicht über der Eisoberfläche tiefere Temperaturen herrschen als darüber.

Beim Vergleich der Kotendifferenzen des Nivellementstrups zeigen sich unterschiedliche Tendenzen bei den verschiedenen Meßverfahren: TA 53—TA 31 Überholverfahren, TA 31—T 9 Parallelverfahren. Vor allem beim ersten dürften systematische Fehler vorliegen, Differenz $-96,2 \text{ m}$, deren Ursache vielleicht zum Teil in den zeitlich variierenden relativen Standdifferenzen zu suchen ist. Außerdem erfolgt beim Überholverfahren die Messung einer Kotendifferenz zu einem Zeitpunkt, an dem eine Gruppe bereits etwa 1 Stunde auf einer Station verweilt, die andere aber erst wenige Minuten vorher auf der neuen Station angekommen ist. Die Barometer dieser Gruppe unterliegen sicher noch Hystereseeffekten und Einlaufeffekten, wie auch die Messungen eines Tages aus Abb. 10 erkennen lassen.

Für den Abschnitt TA 31—TA 15, auf dem nach dem Parallelverfahren gemessen wurde, beträgt die Differenz $-14,0 \text{ m}$. Die Messungen von TA 15 bis T 9 wurden unter Zeitdruck ausgeführt und zeigen einen starken positiven Verlauf der Differenzen, $\Sigma \Delta H_{\text{geom. Niv.}} - \Sigma \Delta H_{\text{bar. Niv.}} = +40,6 \text{ m}$ von T 9 bis TA 15.

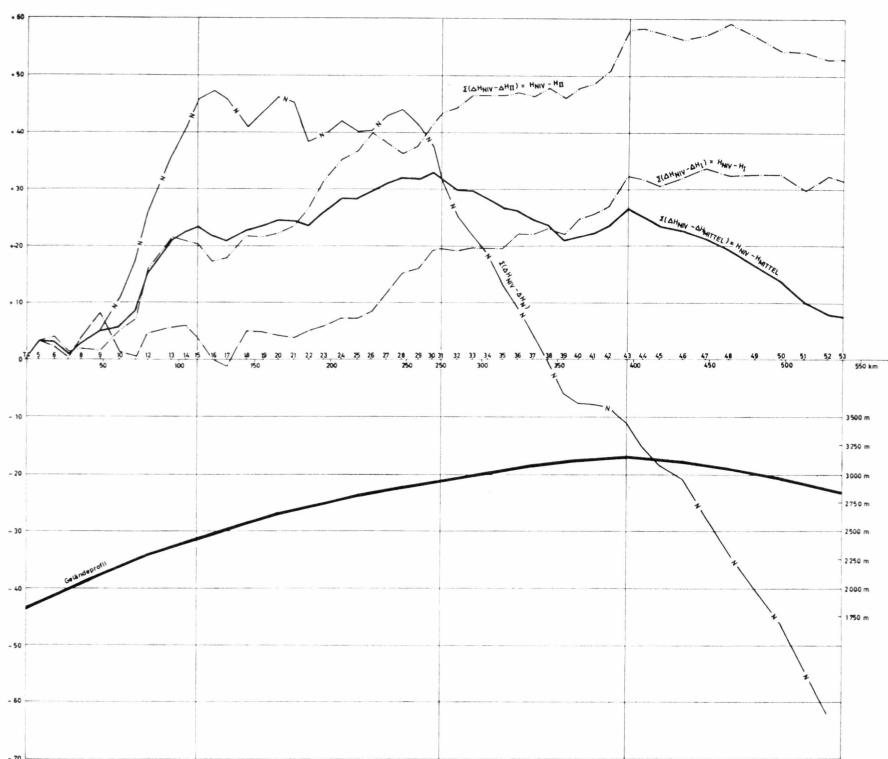


Abb. 12 Graphische Darstellung des Verlaufs der Differenzen zwischen geometrischem und barometrischem Nivellement

Nach den Tagebüchern der Expedition erfolgten alle Messungen der Nivellements- und Tellurometer-Trupps unter Zeitnot. Dies führte dann leider zu einer wesentlichen Reduzierung der Aneroidvergleiche untereinander und mit den Siedethermometern sowie zu kurzen Wartezeiten auf den Stationen. Daraus folgt natürlich auch, daß die Ergebnisse nicht nur die zufälligen Fehlereinflüsse der Instrumente und der Meßverfahren aufweisen.

Hysteres- und Einlaufeffekte, die bei der Nivellementsgruppe eine der Ursachen der großen Differenzen bilden können, dürften bei der Tellurometergruppe nur eine geringe Rolle spielen, weil bis auf die ersten und letzten Messungen jeden Tages stets mehrere, über einige Stunden verteilte Ablesungen vorlagen, und für die Auswertung nur die Messungen verwendet wurden, die möglichst keine Einlaufeffekte mehr aufwiesen.

3.5 Folgerungen

Bei der Beurteilung der einzelnen Barometer muß beachtet werden, daß die durch vorstehend erwähnten Einflüsse bewirkten systematischen Abweichungen nicht den Barometern zur Last gelegt werden dürfen. In den Auswertungen stimmten die einzelnen Barometer gut überein.

Bei den *Wallace and Tiernan-Aneroiden* ist eine Ablesung auf 0,1 mb ($\frac{1}{3}$ Skalenteil) durchaus reell, was vor allem bei der Ermittlung der Druckgangkurven festgestellt werden konnte.

Auch die *Fuß-Aneroide* haben sich sehr gut bewährt, besonders wenn die 1 mb-Skala mit verhältnismäßig dicken Teilstrichen und der Preis bedacht werden.

Die *Short and Mason-Barometer* — Teilung 1 Torr und sehr feine Teilungsstriche — waren bei den meisten Messungen ausgefallen, weil ihr Meßbereich überschritten war. Es ist verständlich, daß bereits in der Nähe der Bereichsgrenze die Anzeige unsicher ist (siehe Standkorrekturen). Dagegen haben sie im normalen Bereich durchaus gute Ergebnisse gehabt.

Das systematische Auseinanderlaufen der Koten beim Vergleich kann teilweise durch eine ungenügende Bestimmung der Teilungs- und Temperaturkorrekturen sowie durch die Standkorrekturen verursacht sein. Eine Abhängigkeit der Standdifferenzen von der Instrumententemperatur konnte nicht eindeutig nachgewiesen, kann aber auch bei den temperaturkompensierten Geräten vermutet werden.

Für zukünftige barometrische Höhenbestimmungen seien nochmals die Forderungen zusammengestellt:

Instrumente: Gute Aneroide und Siedethermometer auswählen, Eichungen vor und nach der Feldarbeit.

Meßverfahren: Geeignetes Meßverfahren zur Elimination des Instrumentenganges sowie des Luftdruckganges wählen. Je nach dem Fortgang und der Aufgabe des Trupps kann das im Parallelverfahren, im Überholverfahren, durch Schleifenmessungen oder auch bei Profilmessungen (Stepverfahren) erreicht werden.

Möglichst Luftdruckregistrierungen auf festen Stationen im Meßgebiet und Sondenaufstiege. Ausreichend Zeit für Vermeidung von Nachwirkungen und sonstigen Störeinflüssen.

4. SCHLUSSBEMERKUNGEN

Die Auswertung der während der Feldkampagne 1959 der EGIG von den Trupps der Gruppe Lagemessung ausgeführten Luftdruckmessungen hat einen erstmaligen Vergleich der Ergebnisse einer barometrischen Höhenbestimmung mit denen eines geometrischen Nivellements ermöglicht. Dadurch ergaben sich gute Beurteilungen und Folgerungen für Meßverfahren und Genauigkeit.

Es zeigt sich, daß durch die Auswertung auch restliche systematisch wirkende Einflüsse aufgezeigt werden konnten, daß aber die Ergebnisse dennoch zu weiteren barometrischen Höhenbestimmungen in arktischen und antarktischen Gebieten ermutigen. Unter Beachtung der erwähnten Empfehlungen und Folgerungen kann das Verfahren bei geophysikalischen Messungen und bei Paßpunktbestimmungen für photogrammetrische Arbeiten mit Erfolg angewendet werden.

LITERATURVERZEICHNIS

- BAUR, F. (1953) Linkes Meteorologisches Taschenbuch. II. Band, Verlag Geest. u. Portig, Leipzig.
- BEDEL, B. (1954) Déterminations altimétriques par mesures barométriques corrigées. Ann. Géophys., Bd. 10, Nr. 2,
- BROCKAMP, B. (1959) Erweiterter Nachtrag zu den wissenschaftlichen Ergebnissen der Deutschen Grönland-Expedition ALFRED WEGENER. — DGK, Reihe B, Heft Nr. 48, München.
- DEUTSCHER NORMENAUSSCHUSS (DNA) (1937) Norm-Atmosphäre. — Deutsche Normen DIN 5450, Mai.
- DEUTSCHER WETTERDIENST (1955) Aspirations — Psychrometer — Tafeln. — 3. erw. Aufl. Verlag Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig.
- FINSTERWALDER, R. (1958 a) Polarforschung und Internationale Glaziologische Grönland-Expedition 1957/60. Sitzungsbericht 1958, Bayer. Akademie d. Wiss. — (1958 b) Geodäsie bei der Commission on Snow and Ice. Zeitschrift f. Vermessungswesen 1958 (171).
- GERKE, K. (1961) Über die Ergebnisse der barometrischen Höhenmessung bei der Internationalen Glaziologischen Grönland-Expedition 1959. Vortrag auf der Tagung der Deutschen Gesellschaft für Polarforschung in Münster/Westf. am 13. Mai 1961.
- HOFMANN, W. (1958) Nivellement-Versuche im Firnfeld des Großen Gurgler Feners.
- (1958) Lagemessungen bei der Internationalen Glaziologischen Grönlandexpedition (EGIG) 1959. Zeitschrift für Vermessungswesen (216).
- (1958) Die Internationale Glaziologische Grönlandexpedition. Erkundungen und Vorbereitungen. Naturwissenschaftl. Rundschau (169–175).
- (1958) Stand der Vorbereitungen zur Internationalen Glaziologischen Grönlandexpedition (EGIG) 1957–60. Zeitschrift für Vermessungswesen (235).
- (1960) Die geodätische Lagemessung bei der Sommerkampagne 1959 der Internationalen Glaziologischen Grönland-Expedition (EGIG). Zeitschrift für Vermessungswesen (46).
- (1964) Die geodätische Lagemessung über das Grönländische Inlandeis der Internationalen Glaziologischen Grönland-Expedition (EGIG) 1959. Medd. om Grønland, Bd. 173, Nr. 6. København.
- LICHTE, H. (1957) Internationale Glaziologische Grönlandexpedition 1958/59. Zeitschrift für Vermessungswesen (3–8).
- (1957) Geodätische Messungen auf dem grönländischen Inlandeis. Zeitschrift für Vermessungswesen (46–50, 63–73).
- MÄLZER, H. (1960) Die Höhenmessung bei der Sommerkampagne 1959 der Internationalen Glaziologischen Grönland-Expedition (EGIG). Zeitschrift für Vermessungswesen (275).

- MÄLZER, H. (1964) Das Nivellement über das Grönländische Inlandeis der Internationalen Glaziologischen Grönland-Expedition 1959. Medd. om Grønland, Bd. 173, Nr. 7, København.
- OSTENSO, N. A. u. BENTLEY, CH. R. (1959) The problem of elevation control in Antarctica. IGY Glac. Rep. Series, Nr. 2, IGY World Data Center Glaciology, Amerc. Geogr. Soc., New York.
- PÖTZSCHNER, W. (1955) Höhenmessung mit Feinbarometern. Wiss. Arb. Inst. f. Geodäsie und Photogrammetrie TH Hannover, Nr. 7, Hannover.
- RAETHJEN, P. (1942) Einführung in die Physik der Atmosphäre, Bd. 2, Teubner, Berlin.
- ROBITZSCH, M. (1939) Ausführliche barometrische Reduktions- und Höhentafeln. Leipzig.

ANLAGEN

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

- Anlage 1 a-h Erläuterungstexte, Konstantentafel, Reduktionsgrößen für barometrische Höhenbestimmung nach der Formel von ROBITZSCH (1939).
- Anlage 2 a-b Dampfdruck als Funktion der psychrometrischen Differenz und der Temperatur.
- Anlage 3 a-d Tafeln zur Berechnung des Refraktionskoeffizienten für Tellurometermessungen.
- Anlage 4 West-Ost-Profil von A 14 bis T 0.
- Anlage 5 West-Ost-Profil von T 0 bis TA 53 Jarl-Joset.
- Anlage 6 West-Ost-Profil von TA 53 bis T 87 Cecilia Nunatak.
- Anlage 7 Nord-Süd-Profil von T 100 bis T 132.
- Anlage 8 Expeditionskarte 1:1 500 000.

Anlage 1 a

Barometrische Höhenformel

$$z_2 - z_1 = K \cdot \frac{1 + \frac{\alpha}{2} (t_1 + t_2)}{1 - \frac{\delta}{2} \left(\frac{e_1}{p_1} + \frac{e_2}{p_2} \right)} \cdot [1 + \beta \cdot \cos (\varphi_1 + \varphi_2)] \cdot \left[1 + \frac{1}{r} (z_1 + z_2) \right] \cdot [\log p_1 \cdot \log p_2]$$

$$K = \text{Barometerkonstante} = \frac{0,76 \cdot q}{M \cdot D_0 \cdot k_0} = \frac{0,76 \cdot 13,595 \, 93}{0,434 \, 294 \cdot 0,001 \, 293 \cdot 1,00021} = 18400,4$$

0,76 = Normalhöhe der Quecksilbersäule in m

q = Dichte des Quecksilbers

D_0 = Dichte der trockenen Luft bei $t_0 = 0^\circ\text{C}$ und $p_0 = 760$ mm Hg

k_0 = Reduktionsfaktor für Kohlensäure

M = logarithm. Modul.

α = Ausdehnungskoeffizient der Luft = 1:272,18

β = Schwereoeffizient = 0,002 637

r = mittl. Erddurchmesser $2:r = 3,14 \cdot 10^{-7}$

δ = Dampfdruckkoeffizient = $1 - \frac{D'_0}{D_0} = 1 - 0,623 = 0,377$

D'_0 = Dichte des Wasserdampfes bei $t_0 = 0^\circ\text{C}$ und $p_0 = 760$ mm Hg

t = Lufttemperatur (in $^\circ\text{C}$), gemessen am trockenen Thermometer

t_f = Temperatur (in $^\circ\text{C}$), gemessen am *feuchten* Thermometer

$t - t_f$ = Psychrometerdifferenz (in $^\circ\text{C}$)

p = Luftdruck (in mm Hg oder mb)

e = Dampfdruck (in mm Hg oder mb) = $E_f - c \cdot (t - t_f) \frac{p}{p_0}$

E_f = Sättigungsdampfdruck bei Normaldruck p_0

c = Psychrometerkonstante

φ = geographische Breite

z = Meereshöhe (in m)

$$z_2 - z_1 = K \cdot \frac{1 + \alpha t_m}{1 - \delta \left(\frac{e}{p} \right)_m} \cdot (1 + \beta \cos 2\varphi_m) \cdot \left(1 + \frac{2}{r} \cdot z_m \right) \cdot [\log p_1 - \log p_2]$$

$t' = \text{»reduzierte« Temperatur} = t + \Delta t_e + \Delta t_\varphi + \Delta t_z$

für log. Rechnung:

$$z_2 - z_1 = 18 \, 400,4 \cdot (1 + \alpha t') [\log p_1 - \log p_2]$$

für Maschinenrechnung:

$$z_2 - z_1 = K' \cdot M \cdot (1 + \alpha t') \cdot \frac{p_1 - p_2}{\frac{p_1 + p_2}{2}} = 7 \, 991,17 \cdot (1 + \alpha t') \cdot \frac{p_1 - p_2}{p_m}$$

Anlage 1 b

Berechnung des Dampfdruckes e

Sprungsche Formel:

$$e = E_f - c \cdot (t - t_f) \cdot \frac{p}{p_0}$$

E_f = Sättigungsdampfdruck bei Normaldruck p_0
 c = Psychrometer-Konstante; $c_{\text{Wasser}} = 0,5$; $c_{\text{Eis}} = 0,43$
 t = Temperatur des trockenen Thermometers in °C
 t_f = Temperatur des feuchten Thermometers in °C
abgelesen am Assmannschen Aspirationspsychrometer

p = Luftdruck
 p_0 = Normaldruck

Die Werte für E_f wurden den Aspirations-Psychrometer-Tafeln des Deutschen Wetterdienstes, Verlag Vieweg u.S., Braunschweig 1955 entnommen. Sie gelten für einen Normaldruck von $p_0 = 755 \text{ mm Hg} = 1007 \text{ mb}$

$$e = [E_f - c(t - t_f)] + \left[c \cdot (t - t_f) \cdot \frac{p_0 - p}{p_0} \right]$$

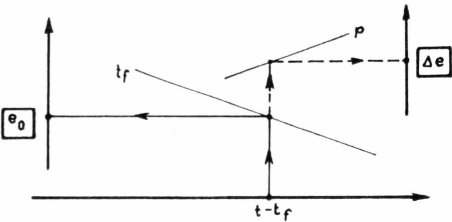
$e =$

e_0

$+$

Δe

Den *Tafeln I* (mm Hg) und *II* (mb) lassen sich e_0 und e entnehmen.
 e_0 als Funktion von $\Delta t = t - t_f$ und der *feuchten* Temperatur t_f
 Δe – – – Δt und dem Luftdruck p

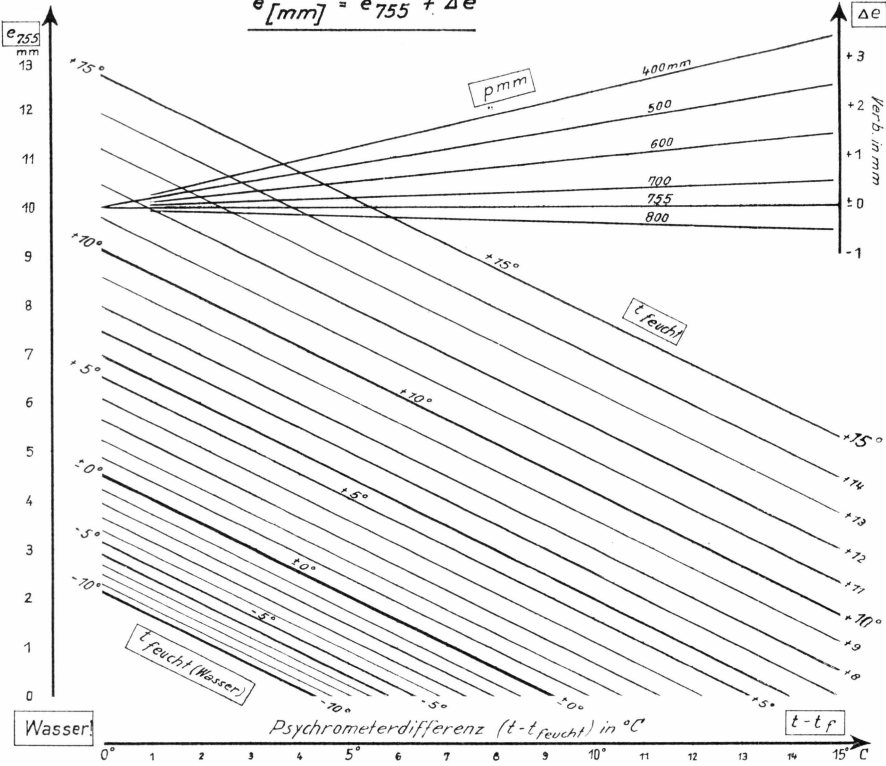


Weist das feuchte Thermometer Kältegrade auf, dann ist zu unterscheiden, ob sein Gefäß von einer Eisschicht umgeben (untere Tafel »Eis!«) oder von unterkühltem Wasser benetzt ist (obere Tafel »Wasser!«).

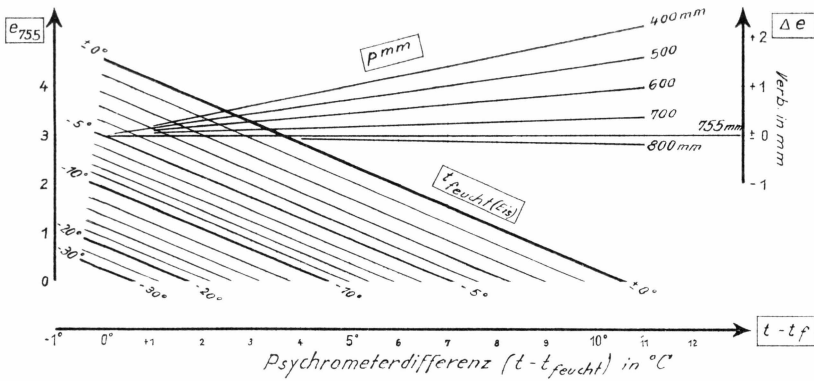
Anlage 1 c

Berechnung des Dampfdruckes e in mmHg

$$e [mm] = e_{755} + \Delta e$$



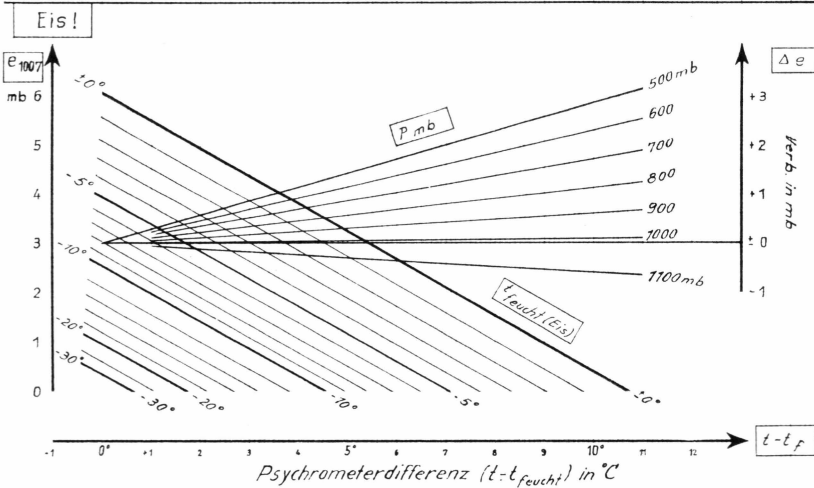
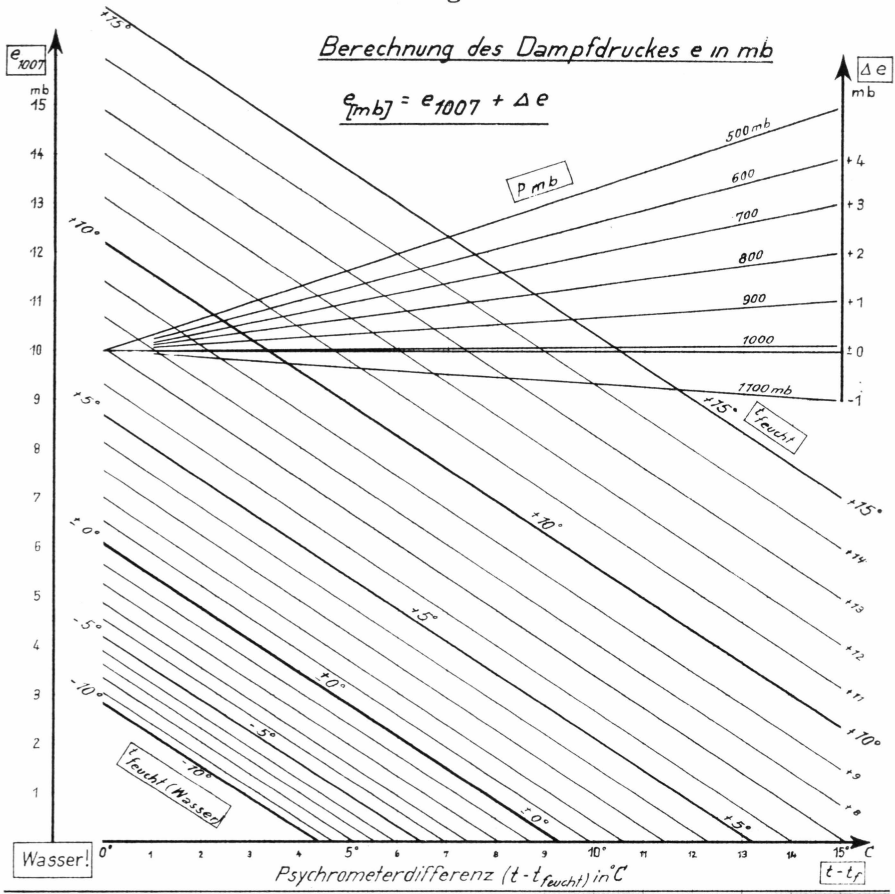
Eis!



Anlage 1 d

Berechnung des Dampfdruckes e in mb

$$e_{[mb]} = e_{1007} + \Delta e$$



Anlage 1 e

Berechnung der »reduzierten« Temperatur t' in $^{\circ}\text{C}$

$$1 + \alpha \cdot t' = \frac{1 + \alpha t}{1 - \delta \cdot \frac{e}{p}} \cdot (1 + \beta \cdot \cos 2\varphi) \cdot \left(1 + \frac{2}{r} \cdot z\right)$$

$$t' = t + \frac{\frac{\delta}{\alpha} \cdot \frac{e}{p} \cdot (1 + \alpha t)}{1 - \delta \cdot \frac{e}{p}} + \frac{\beta}{\alpha} \cos 2\varphi \cdot (1 + \alpha t) + \frac{2}{\alpha \cdot r} \cdot z \cdot (1 + \alpha t)$$

$$t' = t + \Delta t_e + \Delta t_\varphi + \Delta t_z$$

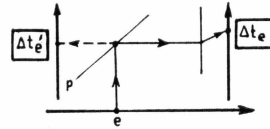
1) Temperaturreduktion wegen Dampfdruck

$$\Delta t_e$$

$$\Delta t_e = \frac{\frac{\delta}{\alpha} \cdot \frac{e}{p}}{1 - \delta \cdot \frac{e}{p}} (1 + \alpha t) = \frac{\frac{\delta}{\alpha} \cdot \frac{e}{p}}{1 - \delta \cdot \frac{e}{p}} + \frac{\frac{\delta}{\alpha} \cdot \frac{e}{p}}{1 - \delta \cdot \frac{e}{p}} \cdot \alpha t = \Delta t'_e + \Delta t'_{et}$$

$$\delta = 0,377; \quad \alpha = 1:272,18; \quad \frac{\delta}{\alpha} = 102,6.$$

Der *Tafel III* lassen sich die Werte Δt_e bzw. die Näherungswerte $\Delta t'_e$ als Funktion von Dampfdruck e , Luftdruck p und Lufttemperatur t (in $^{\circ}\text{C}$) entnehmen. e und p müssen in gleichen Dimensionen (mm Hg oder mb) eingeführt werden.

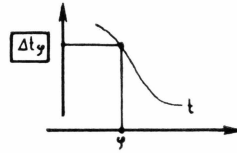


2) Temperaturreduktion wegen geographischer Breite

$$\Delta t_\varphi$$

$$\Delta t_\varphi = \frac{\beta}{\alpha} \cdot \cos 2\varphi \cdot (1 + \alpha t) \approx 0,002\,64 \cdot 272,18 \cos 2\varphi \approx 0,72 \cos 2\varphi$$

Die Temperatur t braucht nur bei hohen Genauigkeitsansprüchen, sehr hohen oder sehr tiefen Temperaturen bzw. geogr. Breiten φ berücksichtigt zu werden.



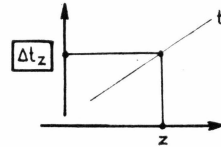
3) Temperaturreduktion wegen mittlerer Meereshöhe

$$\Delta t_z$$

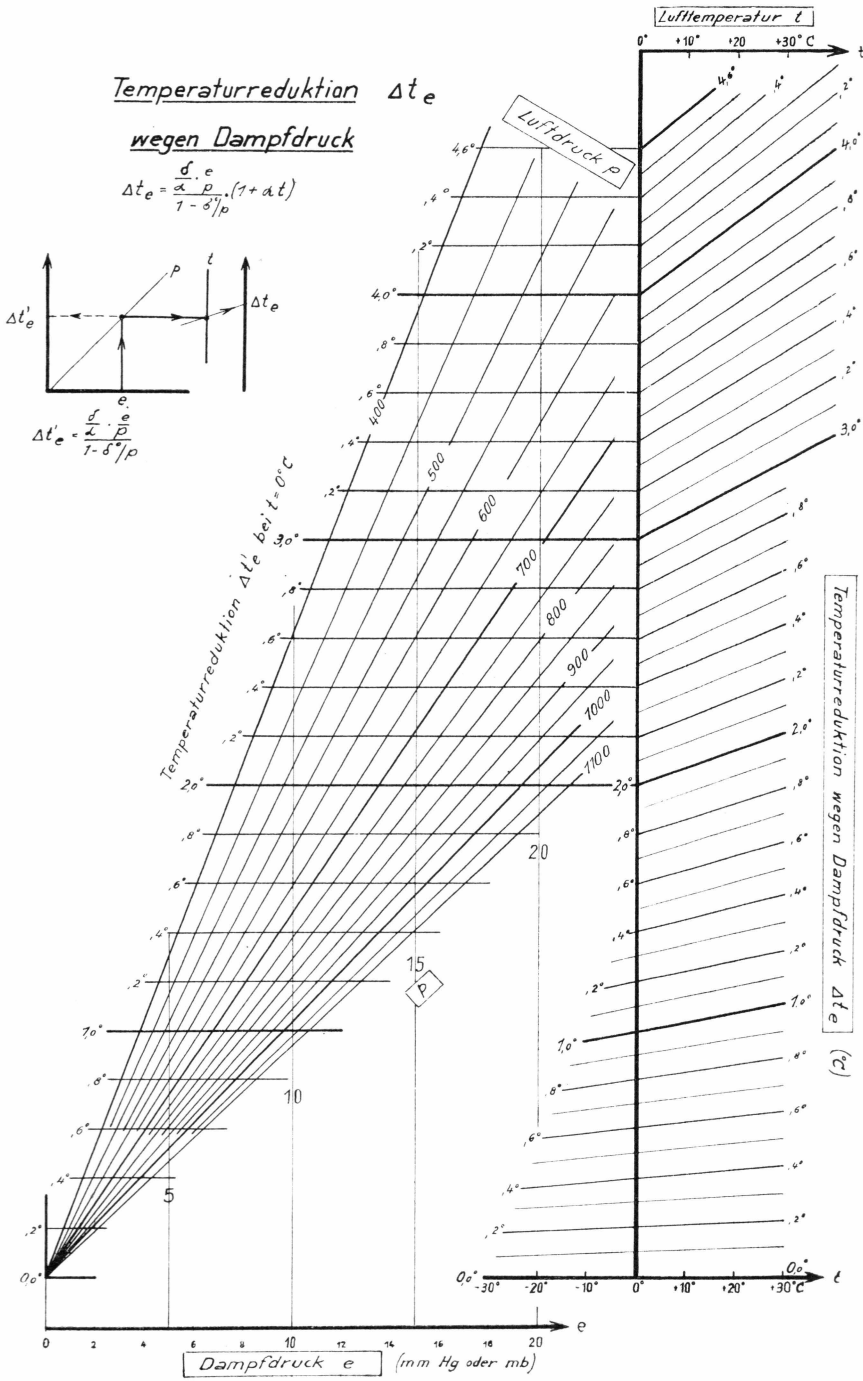
$$\Delta t_z = \frac{2}{\alpha \cdot r} \cdot z_m \cdot (1 + \alpha t)$$

$$= 0,085 \cdot (1 + \alpha t) \cdot z_m (\text{km})$$

Berücksichtigung der Temperatur nur bei hohen Temperaturwerten und großen Höhen.

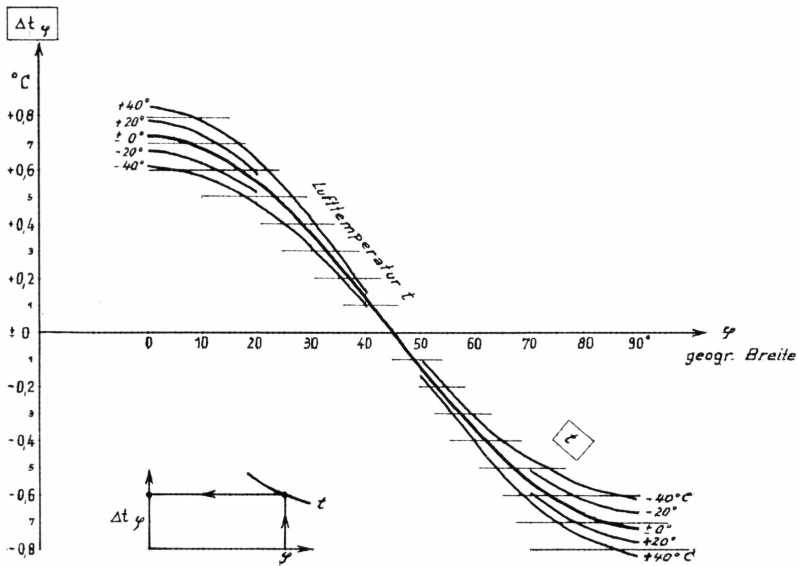


Anlage 1 f

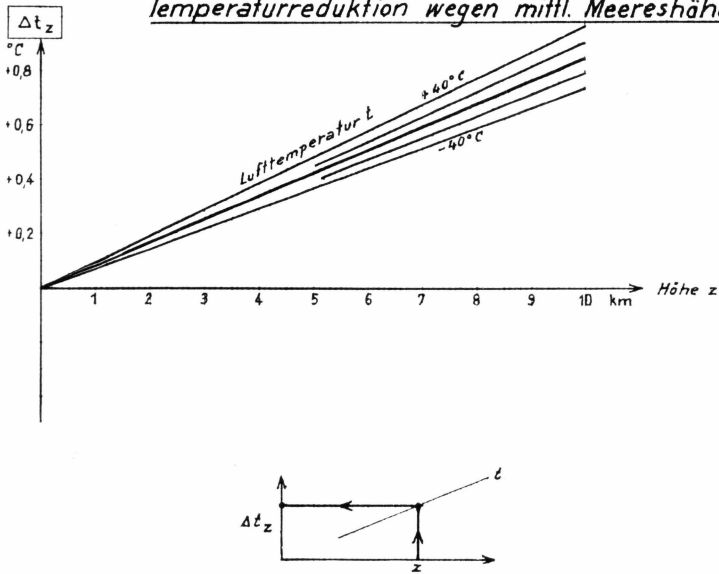


Anlage 1 g

Temperaturreduktion wegen geogr. Breite



Temperaturreduktion wegen mittl. Meereshöhe



Anlage 1 h

Konstantentafel für den Wert

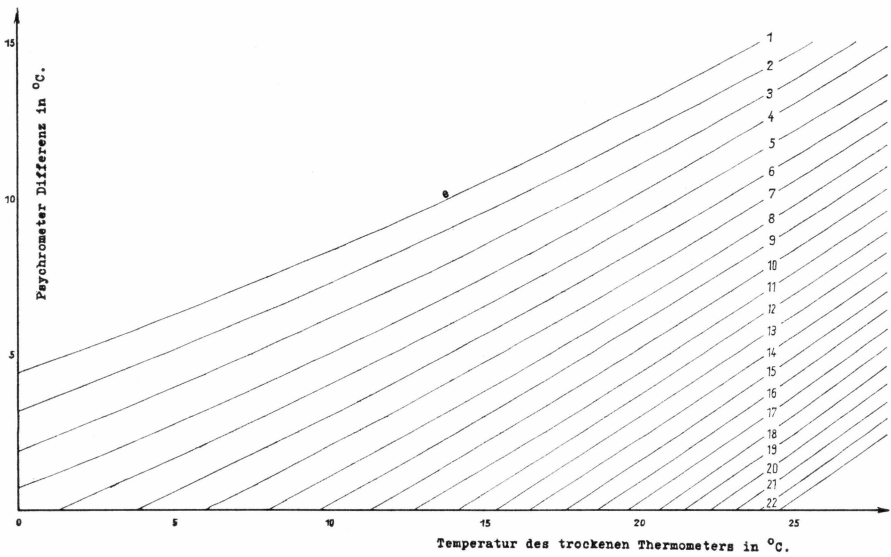
$$K' \cdot (1 + \alpha t') = 7\,991,17 \cdot \left(1 + \frac{1}{272,48} \cdot t'\right) = 7\,991,17 \cdot (1 + 0,003\,674 \cdot t')$$

<i>t'</i>	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9° C
+ 40.....	9 166	9 195	9 224	9 254	9 283	9 312	9 342	9 371	9 400	9 430
+ 30.....	8 872	8 901	8 931	8 960	8 989	9 019	9 048	9 077	9 107	9 136
+ 20.....	8 578	8 608	8 637	8 666	8 696	8 725	8 755	8 784	8 813	8 843
+ 10.....	8 285	8 314	8 343	8 373	8 402	8 432	8 461	8 490	8 520	8 549
+ 0.....	7 991	8 021	8 050	8 079	8 109	8 138	8 167	8 197	8 226	8 255
− 0.....	7 991	7 962	7 932	7 903	7 874	7 844	7 815	7 786	7 756	7 727
− 10.....	7 698	7 668	7 639	7 609	7 580	7 551	7 521	7 492	7 463	7 433
− 20.....	7 404	7 375	7 345	7 316	7 287	7 257	7 228	7 198	7 169	7 140
− 30.....	7 110	7 081	7 052	7 022	6 993	6 964	6 934	6 905	6 876	6 846

¹ / ₁₀ ° C	29	30
1.....	3	3
2.....	6	6
3.....	9	9
4.....	12	12
5.....	14	15
6.....	17	18
7.....	20	21
8.....	23	24
9.....	26	27

Anlage 2 a

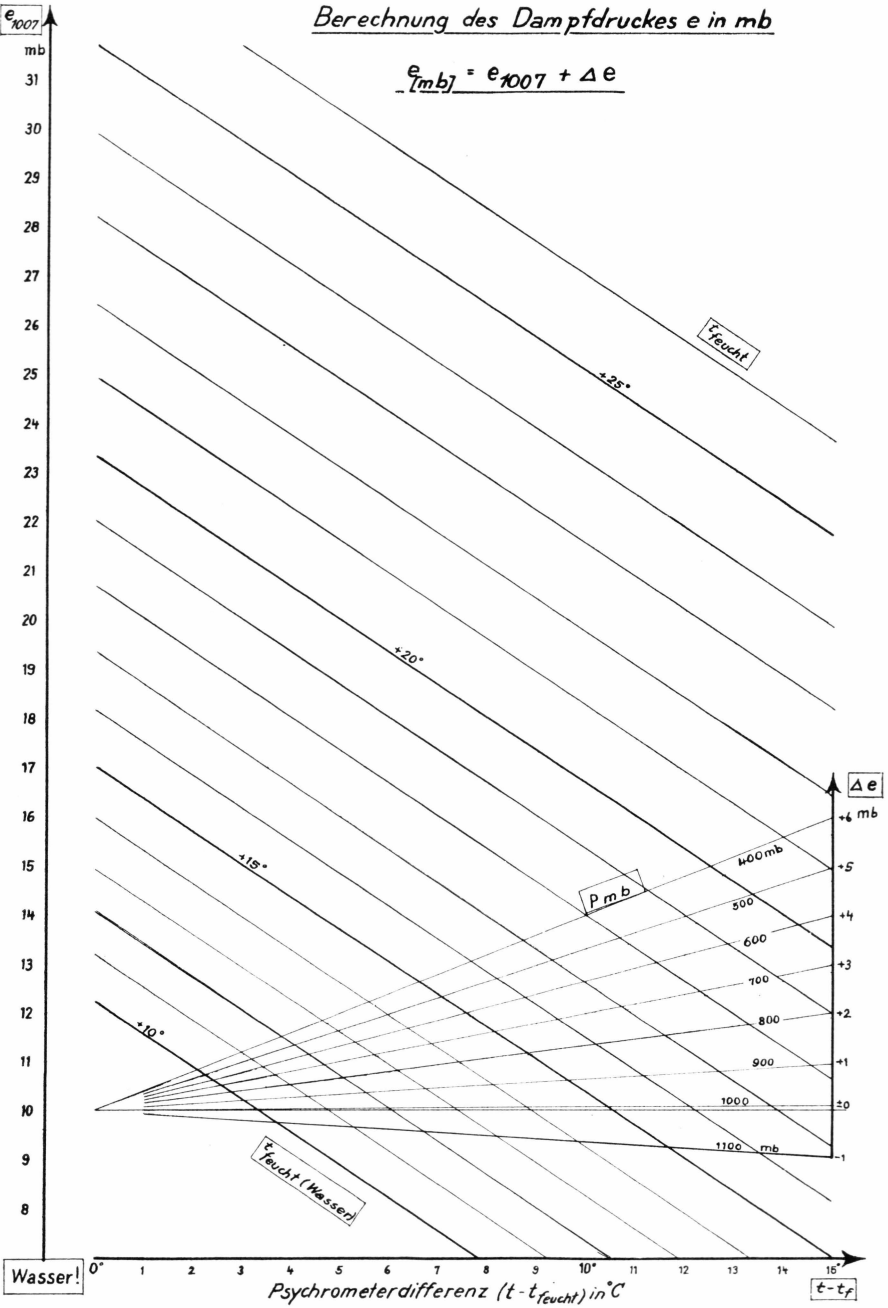
Psychrometertafel
(e = Dampfdruck in mm)



Anlage 2 b

Berechnung des Dampfdruckes e in mb

$$\frac{e}{[mb]} = e_{1007} + \Delta e$$



Anlage 3 a

Äquivalenter Druck $E = \frac{4744,4 \cdot e}{273,0 + t^o}$ mb

Refraktionsindex $(n - 1) \cdot 10^6 = \frac{77,60 (P + E)}{273,0 + t^o}$ mb

e = Dampfdruck in millibar *t* = Lufttemperatur in °C *P* = Luftdruck in mb

<i>t</i>	<i>E</i> für (<i>e</i> = 10 mb)	(<i>n</i> - 1) · 10 ⁶ für (<i>P</i> + <i>E</i> = 1000 mb)	<i>t</i>	<i>E</i> für (<i>e</i> = 10 mb)	(<i>n</i> - 1) · 10 ⁶ für (<i>P</i> + <i>E</i> = 1000 mb)	<i>t</i>	<i>E</i> für (<i>e</i> = 10 mb)	(<i>n</i> - 1) · 10 ⁶ für (<i>P</i> + <i>E</i> = 1000 mb)
- 10° C	180,4	295,1	+ 10° C	167,6	274,2	+ 30° C	156,6	256,1
- 11	181,1	296,2	+ 9	168,2	275,2	+ 29	157,1	257,0
- 12	181,8	297,3	+ 8	168,8	276,2	+ 28	157,6	257,8
- 13	182,5	298,4	+ 7	169,4	277,1	+ 27	158,1	258,6
- 14	183,2	299,6	+ 6	170,0	278,1	+ 26	158,6	259,5
- 15	183,9	300,7	+ 5	170,7	279,1	+ 25	159,2	260,4
- 16	184,6	301,9	+ 4	171,3	280,1	+ 24	159,7	261,3
- 17	185,3	303,1	+ 3	171,9	281,2	+ 23	160,2	262,2
- 18	186,1	304,3	+ 2	172,5	282,2	+ 22	160,8	263,1
- 19	186,8	305,5	+ 1	173,1	283,2	+ 21	161,3	263,9
- 20° C	187,5	306,7	± 0° C	173,8	284,2	+ 20° C	161,9	264,8
- 21	188,3	307,9	- 1	174,4	285,3	+ 19	162,4	265,7
- 22	189,0	309,2	- 2	175,1	286,4	+ 18	163,0	266,7
- 23	189,8	310,4	- 3	175,7	287,4	+ 17	163,6	267,6
- 24	190,5	311,6	- 4	176,4	288,5	+ 16	164,1	268,5
- 25	191,3	312,4	- 5	177,0	289,6	+ 15	164,7	269,4
- 26	192,1	314,2	- 6	177,7	290,7	+ 14	165,3	270,4
- 27	192,9	315,5	- 7	178,4	291,7	+ 13	165,8	271,3
- 28	193,6	316,7	- 8	179,0	292,8	+ 12	166,4	272,3
- 29	194,4	318,0	- 9	179,7	293,9	+ 11	167,0	273,2
- 30° C	195,2	319,3	- 10° C	180,4	295,1	+ 10° C	167,6	274,2

Anlage 3 b

Äquivalenter Druck $E = \frac{4744,4 \cdot e}{273,0 + t^o}$ mm Hg

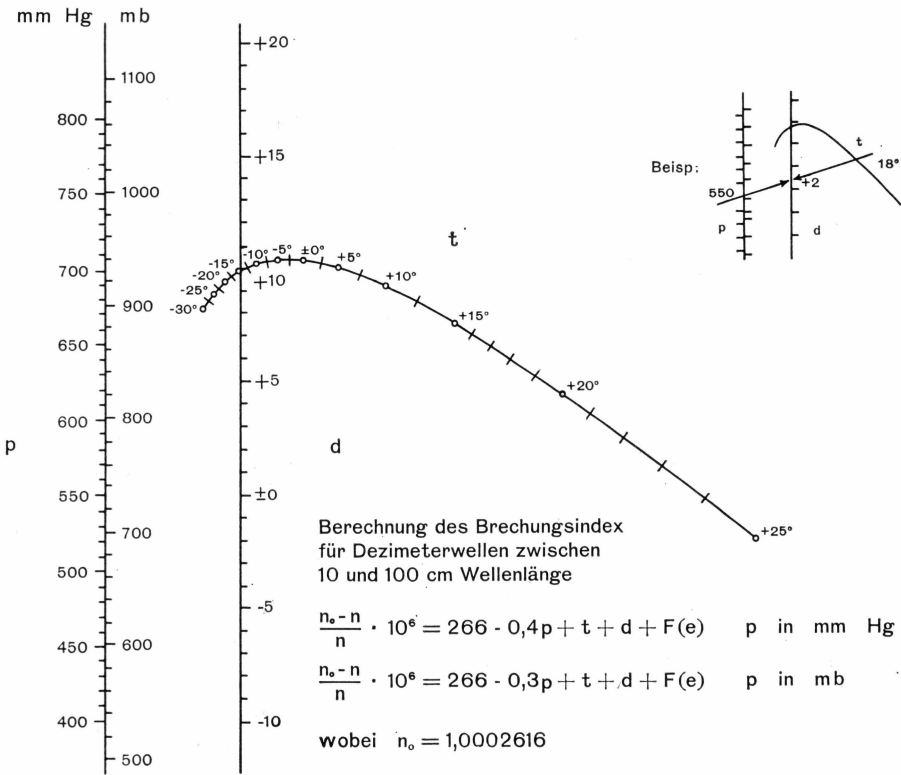
Refraktionsindex $(n-1) \cdot 10^6 = \frac{103,46 (P + E)}{273,0 + t^o}$

e = Dampfdruck in mm Hg t = Lufttemperatur in °C P = Luftdruck in mm Hg

t	E für ($e = 10$ mm Hg)	$(n-1) \cdot 10^6$ für ($P + E =$ 1000 mm Hg)	t	E für ($e = 10$ mm Hg)	$(n-1) \cdot 10^6$ für ($P + E =$ 1000 mm Hg)	t	E für ($e = 10$ mm Hg)	$(n-1) \cdot 10^6$ für ($P + E =$ 1000 mm Hg)
-10° C	180,4	393,4	+10° C	167,6	365,6	+30° C	156,6	341,4
-11	181,1	394,9	+ 9	168,2	366,9	+29	157,1	342,6
-12	181,8	396,4	+ 8	168,8	368,2	+28	157,6	343,7
-13	182,5	397,9	+ 7	169,4	369,5	+27	158,1	344,9
-14	183,2	399,5	+ 6	170,0	370,8	+26	158,6	346,0
-15	183,9	401,0	+ 5	170,7	372,2	+25	159,2	347,2
-16	184,6	402,6	+ 4	171,3	373,5	+24	159,7	348,4
-17	185,3	404,1	+ 3	171,9	374,8	+23	160,2	349,5
-18	186,1	405,7	+ 2	172,5	376,2	+22	160,8	350,7
-19	186,8	407,3	+ 1	173,1	377,6	+21	161,3	351,9
-20° C	187,5	408,9	± 0° C	173,8	379,0	+20° C	161,9	353,1
-21	188,3	410,6	- 1° C	174,4	380,4	+19	172,4	354,3
-22	189,0	412,2	- 2	175,1	381,8	+18	163,0	355,5
-23	189,8	413,8	- 3	175,7	383,2	+17	163,6	356,8
-24	190,5	415,5	- 4	176,4	384,6	+16	164,1	358,0
-25	191,3	417,2	- 5	177,0	386,0	+15	164,7	359,3
-26	192,1	418,9	- 6	177,7	387,5	+14	165,3	360,5
-27	192,9	420,6	- 7	178,4	388,9	+13	165,8	361,8
-28	193,6	422,3	- 8	179,0	390,4	+12	166,4	363,0
-29	194,4	424,0	- 9	179,7	391,9	+11	167,0	364,3
-30° C	195,2	425,8	-10° C	180,4	393,4	+10° C	167,6	365,6

Anlage 3 c

NOMOGRAMM FÜR d

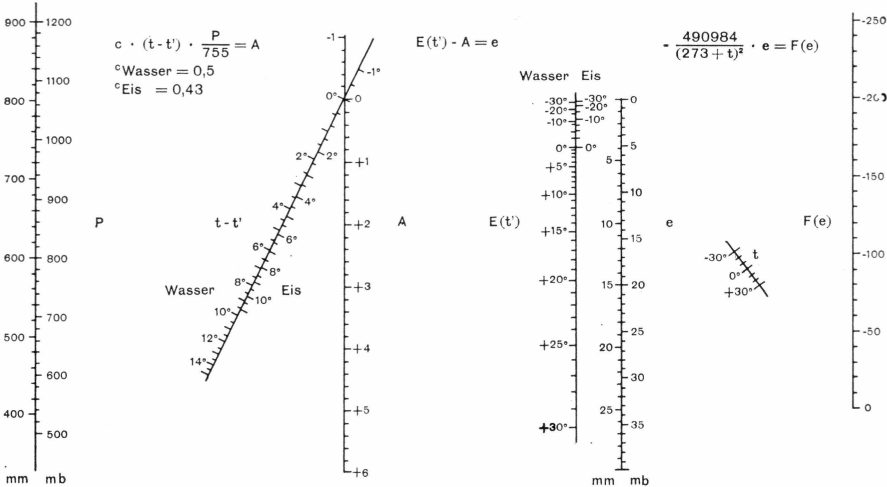
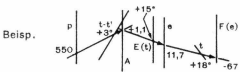


Anlage 3 d

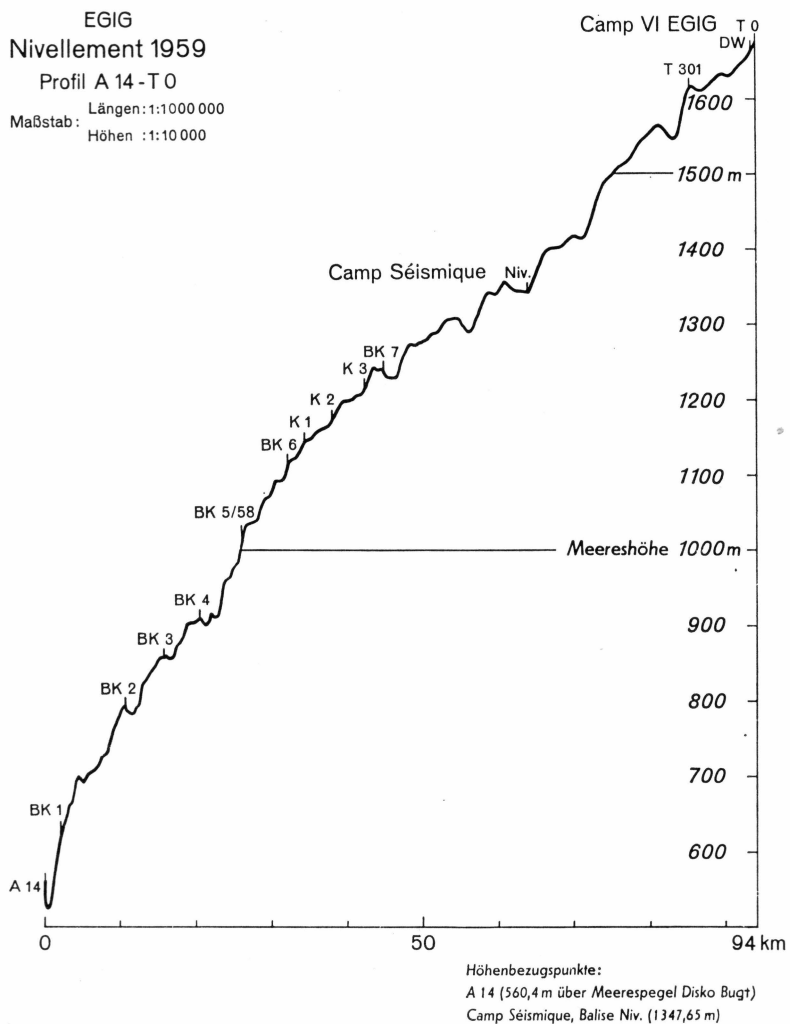
NOMOGRAMM FÜR DEN FEUCHTIGKEITSANTEIL F(e)

Berechnung des Brechungsindex
für Dezimeterwellen zwischen
10 und 100 cm Wellenlänge ;

$$\frac{n_d - n}{n} \cdot 10^6 = 266 - 0,4p + t + d + F(e) \quad \left[\frac{\text{mm Hg}}{\text{mb}} \right]$$



Anlage 4



VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tabelle 1	Geräteverteilung	Seite 16
Tabelle 2	Verwendete Instrumenteneichungen	Seite 19
Tabelle 3	Einflüsse von Δt_p und Δt_z	Seite 22
	Gegenüberstellung der barometrischen Höhenbestimmung und des geometrischen Nivellements	
Tabelle 4a	T 4 Carrefour—TA 15 Milcent TA 31 Centrale—TA 53 Jarl-Joset TA 53 Jarl-Joset—TA 61—T 87 Cecilia Nunatak	
4b	T 4 Carrefour—T 87, über Hauptpiste in Summen h	
4c	T 4 Carrefour—TA 61, über Nebenpiste in Summen h	
4d	T 4 Carrefour—T 87 über Haupt- und Nebenpiste zusammen	
4e	Verbesserungen ε für die Strecken von T 4 bis TA 53, $\varepsilon = \Sigma \Delta H_{\text{geom. Niv.}} - \Sigma \Delta H_{\text{Bar. Niv.}}$ in [m]	
4f	T 4 Carrefour—307 Manitsoq, $\Delta H_{\text{geom. Niv.}} - \Delta H_I$	
4g	T 4 = 125 Carrefour—132	
4h	T 4 = 125 Carrefour—IV a	
	Kotenverzeichnisse	
Tabelle 5a	T 4 Carrefour—TA 53 Jarl-Joset Hauptpiste; geometrisches Nivellement	
5b	TA 53 Jarl-Joset—TA 61 Dépôt 240 Hauptpiste, barometrische Höhenbestimmung	
5c	TA 61 Dépôt 240—T 87 Cecilia Nunatak Polygonzug, barometr. Höhenbestimmung	
5d	T 4 Carrefour—TA 61 Dépôt 240 Nebenpiste, barometr. Höhenbestimmung abschnittsweise gegen Hauptpiste verbessert	
5e	T 4 Carrefour—T 31 Polygonzug, geometr. Nivellement	
5f	T 301—T 307 Manitsoq Polygonzug, barometr. Höhenbestimmung	
5g	T 4 = T 125 Carrefour—T 132 Polygonzug, barometr. Höhenbestimmung	
5h	T 4 = T 125 Carrefour—IV a (Dän. Station) Polygonzug, barometr. Höhenbestimmung	

im
Anhang

Tabelle 4a *T 4 Carrefour – TA 15 Milcent – TA 31 Centrale – TA 53 Jarl-Joset*
TA 53 Jarl-Joset – TA 61 – T 87 Cecilia Nunatak

Stations- nummer	ΔH_I	H_I	ΔH_{II}	H_{II}	ΔH_N	ΔH Mittel	H Mittel	ΔH geom. Niv.	H geom. Niv.	$\Delta H_{\text{geom. Niv.}} - \Delta H_{\text{bar. Niv.}}$			
										ε_I	ε_{II}	ε_N	$\varepsilon_{\text{Mitte}}$
T 4		1849,2		1849,2			1849,2		1849,2				
Carrefour	+ 54,6		+ 54,8			+ 54,7		+ 57,9		+ 3,3	+ 3,1		+ 3,2
5		1903,8		1904,0			1903,9		1907,1				
	+ 61,3		+ 59,4			+ 60,4		+ 60,2		- 1,1	+ 0,8		- 0,2
6		1965,1		1963,4			1964,3		1967,3				
	+ 44,4		+ 45,2			+ 44,8		+ 42,5		- 1,9	- 2,7		- 2,3
7		2009,5		2008,6			2009,1		2009,8				
	+ 48,1		+ 50,8			+ 49,4		+ 51,5		+ 3,4	+ 0,7		+ 2,1
8		57,6		59,4			58,5		61,3				
	+ 42,1		+ 46,8			+ 44,4		+ 46,4		+ 4,3	- 0,4		+ 2,0
9		99,7		106,2			102,9		107,7				
	+ 72,8		+ 62,5		+ 60,4	+ 65,2		+ 66,0		- 6,8	+ 3,5	+ 5,6	+ 0,8
10		172,5		168,7			168,1		173,1				
	+ 67,3		+ 64,7		+ 59,9	+ 64,0		+ 66,6		- 0,7	+ 1,9	+ 6,7	+ 2,6
11		239,8		233,4			232,1		240,3				
	+ 62,6		+ 57,5		+ 58,3	+ 59,4		+ 66,5		+ 3,9	+ 9,0	+ 8,2	+ 7,1
12		302,4		290,9			291,5		306,8				
	+ 65,6		+ 61,2		+ 56,5	+ 61,1		+ 66,6		+ 1,0	+ 5,4	+ 10,1	+ 5,5
13		368,0		352,1			352,6		373,4				
	+ 42,8		+ 43,8		+ 38,1	+ 41,6		+ 43,2		+ 0,4	- 0,6	+ 5,1	+ 1,6
14		410,8		395,9			394,2		416,6				
	+ 33,9		+ 32,5		+ 27,0	+ 31,1		+ 31,9		- 2,0	- 0,6	+ 4,9	+ 0,8
TA 15		2444,7		2428,4			2425,3		2448,5				
Milcent	+ 46,3		+ 45,4		+ 41,0	+ 44,2		+ 42,5		- 3,8	- 2,9	+ 1,5	- 1,7
16		491,0		473,8			469,5		491,0				
	+ 40,3		+ 38,4		+ 40,5	+ 39,7		+ 38,9		- 1,4	+ 0,5	- 1,6	- 0,8
17		531,3		512,2			509,2		529,9				
	+ 42,0		+ 44,3		+ 52,9	+ 46,4		+ 48,2		+ 6,2	+ 3,9	- 4,7	+ 1,8
18		573,3		556,5			555,6		578,1				
	+ 41,1		+ 41,2		+ 38,4	+ 40,2		+ 41,0		- 0,1	- 0,2	+ 2,6	+ 0,8
19		614,4		597,7			595,8		619,1				
	+ 41,5		+ 40,1		+ 38,3	+ 40,0		+ 40,9		- 0,6	+ 0,8	+ 2,6	+ 0,9
20		655,9		637,8			635,8		660,0				
	+ 33,1		+ 31,4		+ 33,7	+ 32,7		+ 32,6		- 0,5	+ 1,2	- 1,1	- 0,1
21		689,0		669,2			668,5		692,6				
	+ 24,3		+ 22,6		+ 32,4	+ 26,4		+ 25,6		+ 1,3	+ 3,0	- 6,8	- 0,8
22		713,3		691,8			694,9		718,2				
	+ 31,1		+ 27,2		+ 30,7	+ 29,6		+ 32,0		+ 0,9	+ 4,8	+ 1,3	+ 2,4
23		744,4		719,0			724,5		750,2				
	+ 37,0		+ 34,8		+ 36,0	+ 36,0		+ 38,4		+ 1,4	+ 3,6	+ 2,4	+ 2,4
24		781,4		753,8			760,5		788,6				
	+ 32,3		+ 30,6		+ 34,0	+ 32,3		+ 32,2		- 0,1	+ 1,6	- 1,8	- 0,1
25		813,7		784,4			792,8		820,8				
	+ 21,9		+ 20,1		+ 23,0	+ 21,7		+ 23,2		+ 1,3	+ 3,1	+ 0,2	+ 1,5

(Fortsetzung)

Tabelle 4 a (fortgesetzt)

ations- mmer	ΔH_I	H_I	ΔH_{II}	H_{II}	ΔH_N	ΔH Mittel	H Mittel	ΔH geom. Niv.	H geom. Niv.	$\Delta H_{\text{geom. Niv.}} - \Delta H_{\text{bar. Niv.}}$			
										ε_I	ε_{II}	ε_N	$\varepsilon_{\text{Mittel}}$
26		2835,6		2804,5			2814,5		2844,0				
	+ 20,8		+ 25,3		+ 21,3	+ 22,4		+ 23,7		+ 2,9	− 1,6	+ 2,4	+ 1,3
27		856,4		829,8			836,9		867,7				
	+ 23,2		+ 29,0		+ 25,8	+ 26,0		+ 27,0		+ 3,8	− 2,0	+ 1,2	+ 1,0
28		879,6		858,8			862,9		894,7				
	+ 30,4		+ 29,8		+ 34,1	+ 31,4		+ 31,2		+ 0,8	+ 1,4	− 2,9	− 0,2
29		910,0		888,6			894,3		925,9				
	+ 16,4		+ 15,6		+ 23,1	+ 18,4		+ 19,5		+ 3,1	+ 3,9	− 3,6	+ 1,1
30		926,4		904,2			912,7		945,4				
	+ 15,1		+ 13,7		+ 21,2	+ 16,6		+ 15,6		+ 0,5	+ 1,9	− 5,6	− 1,0
31		2941,5		2917,9			2929,3		2961,0				
Centrale	+ 21,9		+ 20,7		+ 28,0	+ 23,5		+ 21,5		− 0,4	+ 0,8	− 6,5	− 2,0
32		963,4		938,6			952,8		982,5				
	+ 19,0		+ 17,3		+ 22,8	+ 19,7		+ 19,5		+ 0,5	+ 2,2	− 3,3	− 0,2
33		2982,4		955,9			972,5		3002,0				
	+ 22,0		+ 21,7		+ 25,3	+ 23,0		+ 21,7		− 0,3	0	− 3,6	− 1,3
34		3004,4		2977,6			2995,5		23,7				
	+ 23,6		+ 23,7		+ 28,8	+ 25,4		+ 23,8		+ 0,2	+ 0,1	− 5,0	− 1,6
35		28,0		3001,3			3020,9		47,5				
	+ 15,7		+ 17,7		+ 22,3	+ 18,6		+ 18,2		+ 2,5	+ 0,5	− 4,1	− 0,4
36		43,7		19,0			39,5		65,7				
	+ 16,9		+ 17,5		+ 21,6	+ 18,7		+ 16,8		− 0,1	− 0,7	− 4,8	− 1,9
37		60,6		36,5			58,2		82,5				
	+ 17,8		+ 17,4		+ 23,5	+ 19,6		+ 18,8		+ 1,0	+ 1,4	− 4,7	− 0,8
38		78,4		53,9			77,8		101,3				
	+ 17,0		+ 17,7		+ 21,4	+ 18,7		+ 16,0		− 1,0	− 1,7	− 5,4	− 2,7
39		95,4		71,6			96,5		117,3				
	+ 16,2		+ 16,9		+ 20,7	+ 17,9		+ 18,8		+ 2,6	+ 1,9	− 1,9	+ 0,9
40		111,6		88,5			114,4		136,1				
	+ 12,3		+ 12,5		+ 13,4	+ 12,7		+ 13,2		+ 0,9	+ 0,7	− 0,2	+ 0,5
41		123,9		101,0			127,1		149,3				
	+ 10,3		+ 9,4		+ 12,2	+ 10,6		+ 11,8		+ 1,5	+ 2,4	− 0,4	+ 1,2
42		134,2		110,4			137,7		161,1				
	+ 4,8		+ 3,3		+ 13,0	+ 7,0		+ 10,2		+ 5,4	+ 6,9	− 2,8	+ 3,2
43		139,0		113,7			144,7		171,3				
	− 6,8		− 7,9		− 3,3	− 6,0		− 7,6		− 0,8	+ 0,3	− 4,3	− 1,6
44		132,2		105,8			138,7		163,7				
	− 12,9		− 13,2		− 11,2	− 12,4		− 14,0		− 1,1	− 0,8	− 2,8	− 1,6
45		119,3		92,6			126,3		149,7				
	− 24,1		− 21,5		− 20,2	− 21,9		− 22,7		+ 1,4	− 1,2	− 2,5	− 0,8
46		95,2		71,1			104,4		127,0				
	− 29,2		− 28,3		− 20,8	− 26,1		− 27,5		+ 1,7	+ 0,8	− 6,7	− 1,4
47		66,0		42,8			78,3		99,5				
	− 26,4		− 29,7		− 21,5	− 25,9		− 27,7		− 1,3	+ 2,0	− 6,2	− 1,8

(Fortsetzung)

Tabelle 4 a (fortgesetzt)

Stations- nummer	ΔH_I	H_I	ΔH_{II}	H_{II}	ΔH_N	ΔH Mittel	H Mittel	ΔH geom. Niv.	H geom. Niv.	$\Delta H_{\text{geom. Niv.}} - \Delta H_{\text{bar. Niv.}}$			
										ε_I	ε_{II}	ε_N	$\varepsilon_{\text{Mittel}}$
48		3039,6		3013,1			3052,4		3071,8				
	- 39,0		- 36,5		- 32,4	- 36,0		- 38,8		+ 0,2	- 2,3	- 6,4	- 2,8
49		3000,6		2976,6			3016,4		3033,0				
	- 45,0		- 42,6		- 39,4	- 42,3		- 45,1		- 0,1	- 2,5	- 5,7	- 2,8
50		2955,6		934,0			2974,1		2987,9				
	- 44,1		- 46,5		- 38,8	- 43,1		- 46,7		- 2,6	- 0,2	- 7,9	- 3,6
51		911,5		887,5			931,0		941,2				
	- 46,2		- 42,5		- 36,3	- 41,7		- 43,8		+ 2,4	- 1,3	- 7,5	- 2,1
52		865,3		845,0			889,3		897,4				
	- 32,7		- 33,5			- 33,1		- 33,5		- 0,8	0		- 0,4
TA 53		2832,6		2811,5	} - 26,2		2856,2		2863,9				
Jarl-Joset						+ 6,9		+ 0,8		[ε_I]	[ε_{II}]	[ε_N]	[ε_m]
[TA 53 DW							2849,3		2864,7	[ε_I]	[ε_{II}]	[ε_N]	[ε_m]
TA 53		2832,6		2811,5			2856,2		
	- 17,4		- 19,3			- 18,4				[$\varepsilon_I \varepsilon_I$]	[$\varepsilon_{II} \varepsilon_{II}$]	[$\varepsilon_N \varepsilon_N$]	[$\varepsilon_m \varepsilon_m$]
54		815,2		792,2			837,8			=	=	=	=
	- 32,4		- 31,0			- 31,7				277,21	346,31	955,92	219,7
55		782,8		761,2			806,1			$n = 49$	$n = 49$	$n = 43$	$n = 49$
	- 17,4		- 22,2			- 19,8							
56		765,4		739,0			786,3			m_I	m_{II}	m_N	m_m
	- 14,0		- 13,6			- 13,8				= \pm	= \pm	= \pm	= \pm
57		751,4		725,4			772,5			2,4 m	2,6 m	4,7 m	2,1 m
	+ 1,6		+ 4,7			+ 3,2							
58		753,0		730,1			775,7			VORZEICHENSUMMEN			
	+ 13,4		+ 15,5			+ 14,4							
59		766,4		745,6			790,1			- +	- 0 +	- +	- +
	- 0,9		+ 0,5			- 0,2				21 28	16 2 31	29 14	27 22
60		765,5		746,1			789,9						
	+ 11,5		+ 11,1			+ 11,3				‰:			
TA 61		2777,0		2757,2			2801,2			42,8	32,7 4,1	67,4	55,2
	+ 4,8		+ 3,8			+ 4,3				57,2	63,2	32,6	44,8
62		781,8		761,0			805,5						
	+ 1,4		- 0,4			+ 0,5							
63		783,2		760,6			806,0						
	- 33,6		- 33,8			- 33,7							
64		749,6		726,8			772,3						
	- 22,2		- 20,5			- 21,4							
65		727,4		706,3			750,9						
	- 93,8		- 91,9			- 92,8							
66		633,6		614,4			658,1						
	- 153,4		- 151,5			- 152,4							
67		480,2		462,9			505,7						
	- 141,9		- 143,0			- 142,4							

(Fortsetzung)

Tabelle 4 a (fortgesetzt)

stations- nummer	ΔH_I	H_I	ΔH_{II}	H_{II}	ΔH_N	ΔH Mittel	H Mittel	ΔH geom. Niv.	H geom. Niv.	$\Delta H_{\text{geom. Niv.}} - \Delta H_{\text{bar. Niv.}}$			
										ε_I	ε_{II}	ε_N	$\varepsilon_{\text{Mittel}}$
68		2338,3		2319,9			2363,3						
	-177,4		-177,6			-177,5							
69		160,9		142,3			185,8						
	-80,2		-79,5			-79,8							
70		80,7		2062,8			106,0						
	-66,6		-68,4			-67,5							
71		2014,1		1994,4			2038,5						
	-444,6		-450,5			-447,6							
87 C.N.		1569,5		1543,9			1590,9						

Tabelle 4 b *T 4 Carrefour – T 87, über Hauptpiste in Summen h*

stations- nummer	$\Sigma \Delta H_I$	H_I	$\Sigma \Delta H_{II}$	H_{II}	$\Sigma \Delta H_N$	$\Sigma \Delta H$ Mittel	H Mittel	$\Sigma \Delta H$ geom. Niv.	H geom. Niv.
4 Carrefour		1849,2		1849,2			1849,2		1849,2
	+ 250,5		+ 257,0			+ 253,7		+ 258,5	
9		2099,7		2106,2			2102,9		2107,7
	+ 345,0		+ 322,2		+ 300,2	+ 322,4		+ 340,8	
A 15 Milcent		2444,7		2428,4			2425,3		2448,5
	+ 496,8		+ 489,5		+ 526,5	+ 504,0		+ 512,5	
A 31 Centrale		2941,5		2917,9			2929,3		2961,0
	- 108,9		- 106,4		$\left\{ \begin{array}{l} + 29,1 \\ \text{bis T 52} \end{array} \right\}$	- 73,1		- 97,1	
A 53 Jarl-Joset		2832,6		2811,5		2856,2			2863,9
	- 55,6		- 54,3			- 55,0			
A 61		2777,0		2757,2			2801,2		
	-1207,5		-1213,3			-1210,3			
87		1569,5		1543,9			1590,9		

Tabelle 4 c *T 4 Carrefour – TA 61, über Nebenpiste in Summen h*

T 4 Carrefour		1849,2		1849,2
	+ 578,5		+ 579,8	
TA 15 Milcent		2427,7		2429,0
	+ 504,0		+ 487,8	
TA 31 Centrale		2931,7		2916,8
	-108,2		-101,4	
TA 53 Jarl-Joset		2823,5		2815,4
	- 50,9		- 42,7	
TA 61		2772,6		2772,7

Tabelle 4d *T 4 Carrefour – T 87 über Haupt- und Nebenpiste zusammen*

Stations- nummer	ΔH_I Mittel	H_I	ΔH_{II} Mittel	H_{II}	ΔH_N	Mittel der ΔH	H	ΔH geom. Niv.	H geom. Niv.
T 4 Carrefour		1849,2		1849,2			1849,2		1849,2
	+ 587,0		+ 579,5			+ 583,2		+ 599,3	
TA 15 Milcent		2436,2		2428,7			2432,4		2448,5
	+ 500,4		+ 488,6		+ 526,5	+ 505,2		+ 512,5	
TA 31 Centrale		2936,6		2917,3			2937,6		2961,0
	– 108,6		– 103,9			– 106,3		– 97,1	
TA 53Jarl-Joset		2828,0		2813,4			2831,3		2863,9
	– 53,2		– 48,5			– 50,8			
TA 61		2774,8		2764,9			2780,5		
	– 1207,5		– 1213,3			– 1210,4			
T 87		1567,3		1551,6			1570,1		

Tabelle 4e *Verbesserungen ε für die Strecken von T 4 bis TA 53*
 $\varepsilon = \Sigma \Delta H_{\text{geom. Niv.}} - \Sigma \Delta H_{\text{bar. Niv.}}$ in [m]

Abschnitt	T 4 – T 9 T 9 – TA 15	TA 15 – TA 31	TA 31 – T 43	T 43 – TA 53	Bemerkun- gen
Δs	120 km	160 km	120 km	140 km	
Stationen	16	21	13	17	
Δh	+ 600 m	+ 510 m	+ 210 m	– 305 m	
Ausw. I Hauptpiste	+ 8,0 – 4,2 + 3,8	+ 15,7	+ 12,5	– 1,0	
Ausw. II Hauptpiste	+ 1,5 + 18,6 + 20,1	+ 23,0	+ 14,5	– 5,2	
Ausw. I Niv.-Trupp	+ 40,6	– 14,0	– 42,7	(– 53,5)	

Tabelle 4f *T 4 Carrefour – 307 Manîtsoq* $\Delta H_{\text{geom. Niv.}} - \Delta H_I$

Stations- nummer	ΔH_I	H_I	$\Delta H_{\text{geom. Niv.}}$	$H_{\text{geom. Niv.}}$	ε_I
T 4 Carrefour		1849,2		1849,2	
3	– 53,2	1796,0	– 50,5	1798,7	+ 2,7
2	– 69,8	1726,2	– 72,5	1726,2	– 2,7
1	– 38,5	1687,7	– 41,8	1684,4	– 3,3
TA 0	– 8,5	1679,2	– 10,4	1674,0	– 1,9
301	– 90,8	1596,9	– 60,4	1613,6	+ 20,0
302	– 44,8	1552,1			
303	– 197,2	1354,9			$[\varepsilon\varepsilon] = 429,08$
304	– 109,7	1245,2			$n = 5$
305	– 112,0	1133,2			$m = \pm 9,17 \text{ m}$
306 Qapiarfît	– 304,1	829,1			
307 Manîtsoq	– 41,7	787,4	A 14 nicht angeschlossen		

Tabelle 4g *T 4 = 125 Carrefour – 132*

Stations- nummer	ΔH_I	H_I	Stations- nummer	ΔH_I	H_I
T 4 = 125		1849,2 = $H_{\text{geom. Niv.}}$	T 4 = 125		1849,2 = $H_{\text{geom. Niv.}}$
126	– 1,2	1848,0	130	+ 16,7	
127	– 0,3	1848,3	131	+ 9,6	1851,4
128	– 14,2	1834,1	132	– 0,6	1861,0
129	– 0,6	1834,7			1860,4

Tabelle 4h *T 4 = 125 Carrefour – IV a*

Stations- nummer	ΔH_I	H_I	Stations- nummer	ΔH_I	H_I
T 4 = 125		1849,2 =	T 4 = 125		1849,2 =
	+ 18,5	$H_{\text{geom. Niv.}}$		+ 15,7	$H_{\text{geom. Niv.}}$
124		1867,7	111		2030,2
	+ 16,3			+ 3,8	
123		1884,0	110		2034,0
	- 2,5			- 15,0	
122		1881,5	109		2019,0
	- 1,7			+ 48,7	
121		1879,8	108		2067,7
	+ 21,3			+ 1,1	
120		1901,1	107		2068,8
	+ 34,8			+ 34,6	
119		1935,9	106		2103,4
	+ 4,4			+ 9,1	
118		1940,3	105		2112,5
	+ 8,5			+ 11,0	
117		1948,8	104		2123,5
	+ 8,0			+ 10,7	
116		1956,8	103		2134,2
	+ 1,0			- 63,4	
115		1957,8	102		2070,8
	+ 9,9			- 146,4	
114		1967,7	101		1924,4
	+ 14,5			- 57,5	
113		1982,2	TA 100		1866,7
	+ 32,3			- 179,2	
112		2014,5	IV a		1687,5

KOTENVERZEICHNISSE

Tabelle 5a *T 4 Carrefour – TA 53 Jarl-Joset*
Hauptpiste, geometrisches Nivellement

T 4 Carrefour ...	1 849,2	TA 26 Milcent	2 844,0
5	+57,9	27	+23,7 2 867,7
	1 907,1	28	+27,0 2 894,7
6	+60,2	29	+31,2 2 925,9
	1 967,3	30	+19,5 2 945,4
7	+42,5	TA 31 St. Centrale .	2 961,0
8	+51,5		
9	+46,4	32	+21,5 2 982,5
	2 107,7	33	+19,5 3 002,0
10	+66,0	34	+21,7 3 023,7
	2 173,1	35	+23,8 3 047,5
11	+66,6	36	+18,2 3 065,7
	2 240,3	37	+16,8 3 082,5
12	+66,5	38	+18,8 3 101,3
	2 306,8	39	+16,0 3 117,3
13	+66,6	40	+18,8 3 136,1
	2 373,4	41	+13,2 3 149,3
14	+43,2	42	+11,8 3 161,1
	2 416,6		+10,2
TA 15 Milcent	2 448,5	T 43 Dépôt 275 ..	3 171,3
	+42,5		– 7,6
16	+38,9	44	3 163,7
	2 529,9		–14,0
17	+48,2	45	3 149,7
	2 578,1		–22,7
18	+41,0	46	3 127,0
	2 619,1		–27,5
19	+40,9	47	3 099,5
	2 660,0		–27,7
20	+32,6		
	2 692,6		
21	+25,6		
	2 718,2		
22	+32,0		
	2 750,2		
23	+38,4		
	2 788,6		
24	+32,2		
	2 820,8		
25	+23,2		

(Fortsetzung)

Tabelle 5 a (fortgesetzt)

T 48 Dépôt 275 ..	3 071,8	T 51 Dépôt 275 ..	2 941,2
	– 38,8		– 43,8
49	3 033,0	52	2 897,4
	– 45,1		– 33,5
50	2 987,9	TA 53 Jarl-Joset...	2 863,9
	– 46,7		

Tabelle 5 b *TA 53 Jarl-Joset – TA 61 Dépôt 240*
Hauptpiste, barometrische Höhenbestimmung

TA 53 Jarl-Joset...	2 863,9	TA 57 Jarl-Joset...	2 780,2
	– 18,4		+ 3,2
54	2 845,5	58	2 783,4
	– 31,7		+ 14,4
55	2 813,8	59	2 797,8
	– 19,8		– 0,2
56	2 794,0	60	2 797,6
	– 13,8		+ 11,3
		TA 61 Dépôt 240..	2 808,9

Tabelle 5 c *TA 61 Dépôt 240 – T 87 Cecilia Nunatak*
Polygonzug, barometrische Höhenbestimmung

TA 61 Dépôt 240 ..	2 808,9	TA 67 Dépôt 240 ..	2 513,4
	+ 4,3		+ 142,4
62	2 813,2	68	2 371,0
	+ 0,5		– 177,5
63	2 813,7	69	2 193,5
	– 33,7		– 79,8
64	2 780,0	70	2 113,7
	– 21,4		+ 67,5
65	2 758,6	71	2 046,2
	– 92,8		– 447,6
66	2 665,8	T 87 Cecilia Nunat.	1 598,6
	– 152,4		

Tabelle 5 d *T 4 Carrefour – TA 61 Dépôt 240*
Nebenpiste, barometrische Höhenbestimmung, abschnittsweise gegen
Hauptpiste verbessert

T	4 Carrefour . . .	1 849,2	T	26'	2 847,0
	+ 55,8			+ 22,0	
	5'	1 905,0		27'	2 869,0
	+ 24,6			+ 32,5	
	6'	1 929,6		28'	2 901,5
	+ 101,6			+ 25,9	
	7'	2 031,2		29'	2 927,4
	+ 30,4			+ 21,1	
	8'	2 061,6		30'	2 948,5
	+ 49,0			+ 11,7	
	9'	2 110,6	T	31'	2 960,2
	+ 59,4			+ 22,9	
	10'	2 170,0		32'	2 983,1
	+ 75,2			+ 22,7	
	11'	2 245,2		33'	3 005,8
	+ 64,3			+ 15,3	
	12'	2 309,5		34'	3 021,1
	+ 50,6			+ 21,6	
	13'	2 360,1		35'	3 042,7
	+ 63,0			+ 20,7	
	14'	2 423,1		36'	3 063,4
	+ 40,5			+ 17,1	
T	15'	2 463,6		37'	3 080,5
	+ 36,2			+ 21,6	
	16'	2 499,8		38'	3 102,1
	+ 31,7			+ 20,6	
	17'	2 531,5		39'	3 122,7
	+ 51,7			+ 13,5	
	18'	2 583,2		40'	3 136,2
	+ 43,0			+ 15,4	
	19'	2 626,2		41'	3 151,6
	+ 40,6			+ 5,5	
	20'	2 666,8		42'	3 157,1
	+ 29,6			+ 7,9	
	21'	2 696,4		43'	3 165,0
	+ 28,1			– 7,6	
	22'	2 724,5		44'	3 157,4
	+ 32,9			– 13,7	
	23'	2 757,4		45'	3 143,7
	+ 34,0			– 18,9	
	24'	2 791,4		46'	3 124,8
	+ 30,2			– 30,3	
	25'	2 821,6		47'	3 094,5
	+ 25,4			– 31,1	

(Fortsetzung)

Tabelle 5 d (fortgesetzt)

T 48'.....	3 063,4	T 55' Jarl-Joset ..	2 834,0
	- 37,4		- 24,5
49'.....	3 026,0	56'.....	2 809,5
	- 45,1		- 12,7
50'.....	2 980,9	57'.....	2 796,8
	- 49,7		+ 4,0
51'.....	2 931,2	58'.....	2 800,8
	- 45,9		+ 6,5
52'.....	2 885,3	59'.....	2 807,3
	- 21,4		+ 8,7
TA 53 Jarl-Joset...	2 863,9	60'.....	2 816,0
	+ 20,7		+ 5,7
T 53'.....	2 884,6	61'.....	2 821,7
	- 13,9		- 12,8
54'.....	2 870,7	TA 61 Dépôt 240 ..	2 808,9
	- 36,7		

Tabelle 5 e *T 4 Carrefour – T 301 Polygonzug, geometrisches Nivellement*

T 4 Carrefour	1 849,2	T 1 Carrefour	1 684,4
	- 50,5		- 10,4
3	1 798,7	TA 0	1 674,0
	- 72,5		- 60,4
2	1 726,2	T 301	1 613,6
	- 41,8		

Tabelle 5 f *T 301 – T 307 Manitsoq
Polygonzug, barometrische Höhenbestimmung*

T 301	1 613,6	T 304	1 261,9
	- 44,8		- 112,0
302	1 568,8	305	1 149,9
	- 197,2		- 304,1
303	1 371,6	306 Qapiarfit ..	845,8
	- 109,7	A 14	- 41,7
		307 Manitsoq ..	804,1

* nicht angeschlossen

Tabelle 5 g $T 4 = T 125$ Carrefour – $T 132$
Polygonzug, barometrische Höhenbestimmung

T 4 =					
T 125 Carrefour....		1	849,2	T 129 Carrefour ...	1 834,7
	– 1,2			+ 16,7	
126.....		1	848,0	130.....	1 851,4
	+ 0,3			+ 9,6	
127.....		1	848,3	131.....	1 861,0
	– 14,2			– 0,6	
128.....		1	834,1	T 132.....	1 860,4
	+ 0,6				

Tabelle 5 h $T 4 = T 125$ Carrefour – $IV a$ (Dän. Station)
Polygonzug, barometrische Höhenbestimmung

T 4 =					
T 125 Carrefour....		1	849,2	T 112.....	2 014,5
	+ 18,5			+ 15,7	
124.....		1	867,7	111.....	2 030,2
	+ 16,3			+ 3,8	
123.....		1	884,0	110.....	2 034,0
	– 2,5			– 15,0	
122.....		1	881,5	109.....	2 019,0
	– 1,7			+ 48,7	
121.....		1	879,8	108.....	2 067,7
	+ 21,3			+ 1,1	
120.....		1	901,1	107.....	2 068,8
	+ 34,8			+ 34,6	
119.....		1	935,9	106.....	2 103,4
	+ 4,4			+ 9,1	
118.....		1	940,3	105.....	2 112,5
	+ 8,5			+ 11,0	
117.....		1	948,8	104.....	2 123,5
	+ 8,0			+ 10,7	
116.....		1	956,8	103.....	2 134,2
	+ 1,0			– 63,4	
115.....		1	957,8	102.....	2 070,8
	+ 9,9			– 146,4	
114.....		1	967,7	101.....	1 924,4
	+ 14,5			– 57,5	
113.....		1	982,2	TA 100	1 866,7
	+ 32,3			– 179,2	
				IV a.....	1 687,5

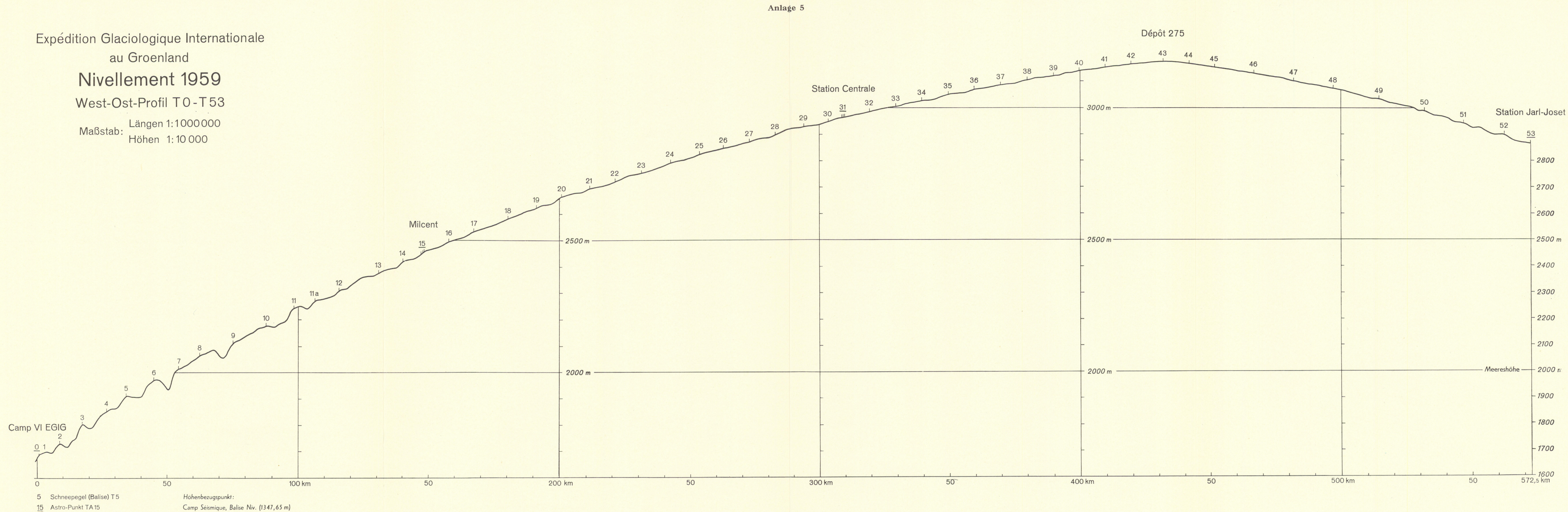
Færdig fra trykkeriet den 16. maj 1969.

Expédition Glaciologique Internationale
au Groenland

Nivellement 1959

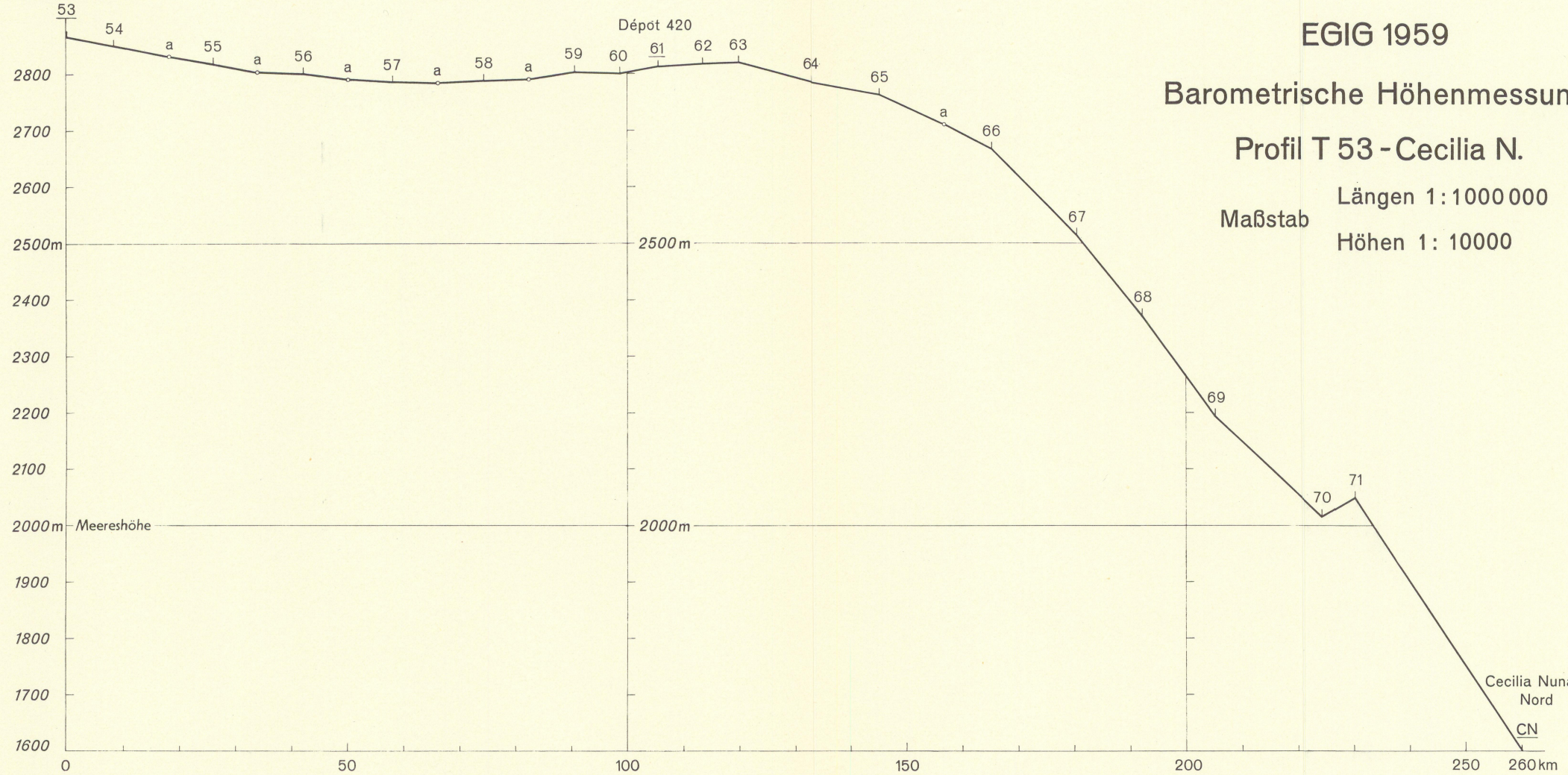
West-Ost-Profil T0-T53

Maßstab: Längen 1:1000000
Höhen 1:10000



Anlage 6

Station Jarl-Joset



54 Schneepegel (Balise) T 54

61 Astro-Punkt TA 61

Höhenbezugspunkt:

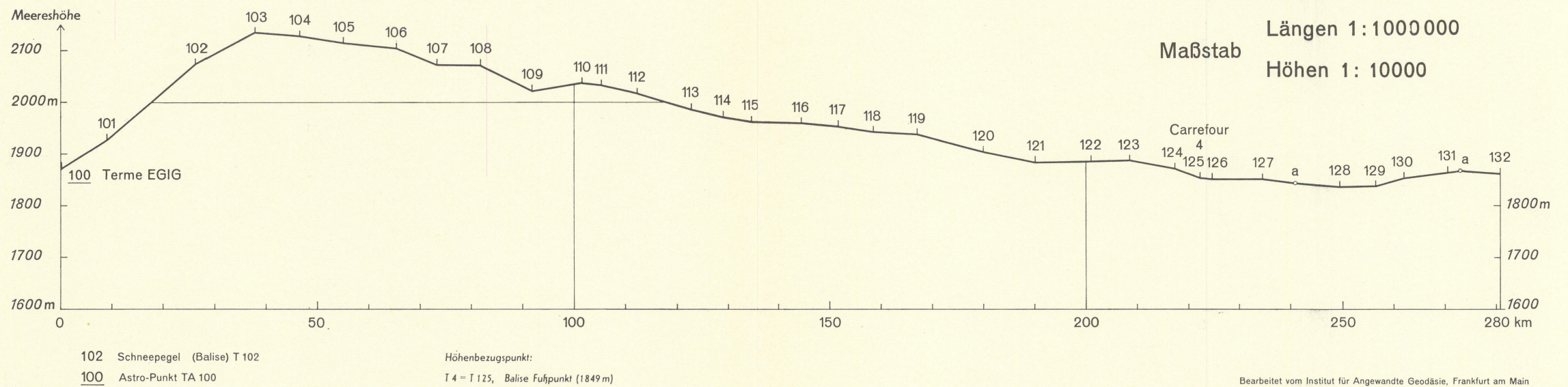
TA 53, Balise Fußpunkt (2864 m)

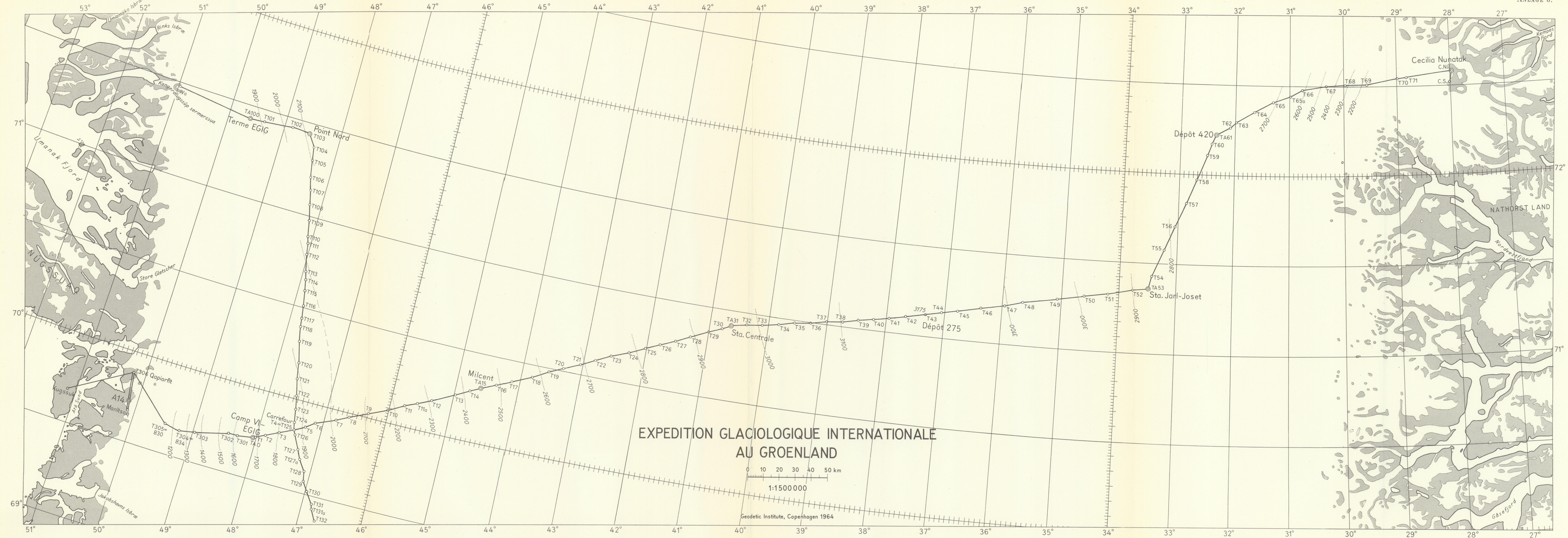
Bearbeitet vom Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt am Main
(Abt. Angewandte Geodäsie des Deutschen Geodätischen Forschungsinstitutes)

Anlage 7

EGIG 1959
Barometrische Höhenmessung
Nord-Süd-Profil

Maßstab
Längen 1:1000000
Höhen 1:10000





EXPEDITION GLACIOLOGIQUE INTERNATIONALE
AU GROENLAND

0 10 20 30 40 50 km
1:1500 000

Geodetic Institute, Copenhagen 1964