

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES
SCHWEIZ. NATURFORSCHENDE GESELLSCHAFT

PROCÈS-VERBAL

de la 121^e séance de la

COMMISSION GÉODÉSIQUE
SUISSE

tenue à l'Université de Berne
le 21 juin 1975

PROTOKOLL

der 121. Sitzung der

SCHWEIZ. GEODÄTISCHEN
KOMMISSION

vom 21. Juni 1975
in der Universität Bern

Spross + Co, Kloten
1976

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES
SCHWEIZ. NATURFORSCHENDE GESELLSCHAFT

PROCÈS-VERBAL

de la 121^e séance de la

COMMISSION GÉODÉSIQUE
SUISSE

tenue à l'Université de Berne
le 21 juin 1975

PROTOKOLL

der 121. Sitzung der

SCHWEIZ. GEODÄTISCHEN
KOMMISSION

vom 21. Juni 1975
in der Universität Bern

Adresses
des membres de la Commission géodésique suisse

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

Président: M. le professeur M. Schürer, directeur de l'Institut astronomique de l'Université, Berne

Vice-président: M.E. Huber, directeur du Service topographique fédéral, Wabern

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

Trésorier: M. E. Gubler, Service topographique fédéral, Wabern

M. le professeur W.-K. Bachmann, directeur de l'Institut de photogrammétrie de l'Ecole polytechnique fédérale, Lausanne

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

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

M. le professeur P. Howald, Institut de géodésie et mensurations de l'Ecole polytechnique fédérale, Lausanne

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

M. le professeur A. Miserez, Institut de géodésie et mensurations de l'Ecole polytechnique fédérale, Lausanne

M. le professeur St. Müller, directeur de l'Institut de géophysique de l'Ecole polytechnique fédérale, Zurich

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

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

121. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission
vom 21. Juni 1975 in der Universität Bern

Anwesend sind die Mitglieder M. Schürer(Präsident), F. Chaperon, R. Conzett, E. Gubler, E. Huber, F. Kobold, H. Matthias, A. Miserez, St. Müller und die Mitarbeiter A. Elmiger und N. Wunderlin.

Entschuldigt haben sich die Herren Zentralpräsident A. Lombard und die Mitglieder W.-K. Bachmann, J. Bonanomi, P. Howald, H.H. Schmid, M. Waldmeier sowie W. Fischer.

Traktanden:

1. Protokoll der 120. Sitzung (1974)
2. Bericht des Präsidenten
3. Berichte der Herren
 - 3.1 Wunderlin RETRIG
 - 3.2 Fischer Geodimetermessungen 1973/1974
 - 3.3 Fischer Schweremessungen 1974
 - 3.4 Schürer Satellitengeodäsie
4. Arbeitsprogramm 1975
5. Abnahme der Rechnung 1974
6. Voranschlag 1975
7. Bibliothek der SGK
8. Verschiedenes

II. Teil mit Gästen: Referat von Prof. Schürer über "Das Geoid in der Schweiz, bisher Erreichtes und Zukunftspläne" mit anschliessender Diskussion.

Der Präsident schlägt vor, den nach der Erstellung der Traktandenliste eingegangenen Bericht von A. Elmiger: "Ergebnisse einer Geoidbestimmung in der Schweiz" in die Traktanden aufzunehmen und im Rahmen der Nachmittagsveranstaltung (II. Teil der Sitzung) zu diskutieren, was stillschweigend genehmigt wird.

1. Protokoll der 120. Sitzung

Das Protokoll wird ohne Bemerkungen genehmigt.

2. Bericht des Präsidenten über das Jahr 1974

Die Arbeiten der Kommission waren auch dieses Jahr im wesentlichen durch die internationalen Verpflichtungen (RETRIG, REUN und Satellitengeodäsie) gegeben.

2.1 RETRIG (Europäisches Triangulationsnetz)

Mit dem Geodimeter 8 wurden in der Westschweiz und im Basisvergrößerungsnetz Weinfeldern Distanzmessungen durchgeführt.

2.2 REUN (Réseau Européen Unifié de Nivellement)

Längs Nivellementslinien in der Westschweiz, im St. Galler Rheintal und im Hauensteintunnel wurde die Schwere gemessen; das Nivellement selbst wurde von der L+T ausgeführt. Das von der SGK und der Schweiz. Geophysikalischen Kommission angeschaffte LaCoste-Romberg-Gravimeter wurde Testmessungen unterworfen und gab nicht mehr zu Beanstandungen Anlass.

2.3 Satelliten-Geodäsie

Die Reduktionsarbeiten für die westeuropäische Satellittriangulation und für das sog. "Short-arc-program" wurden abgeschlossen. Die Computerprogramme für die Richtungsbeobachtungen wurden im Hinblick auf zukünftige Beobachtungsmethoden umgearbeitet. Die äussere Genauigkeit von Satellitenbeobachtungen wurde untersucht und die Arbeiten an einer neuen Laser-Anlage zur Entfernungsbestimmung von Satelliten fortgesetzt.

2.4 Teilnahme an Tagungen

An der Tagung der Internationalen Kommission für das RETRIG vom 1. – 3. April 1974 in München nahmen die Herren Prof. Kobold (Vizepräsident dieser Kommission), Fischer, Gubler und Wunderlin teil.

Die Bodenseekonferenz vom 11. – 13. Oktober in Eisenstadt wurde von den Herren Prof. Kobold, Prof. Konzett, Prof. Miserez und Fischer besucht.

2.5 Publikationen

F. Kobold und W. Fischer, Basismessung Heerbrugg 1959, Teil I: Beschlüsse und Anlage, 30. Band der astronomisch-geodätischen Arbeiten in der Schweiz, herausg. von der SGK.

2.6 Beziehungen zur SNG

Nach den neuen Statuten der SNG ist unsere Kommission der Sektion III: Erdwissenschaften zugeteilt worden. Die Sektionen haben weitgehenden Einfluss auf die Zuteilung der Arbeitskredite. Da die Landesanstalten für Geologie, Geotechnik und Geophysik noch nicht zustande gekommen sind, hat der Bundesrat für die drei entsprechenden Kommissionen ein "Sonderstatut" genehmigt, das die Finanzierung dieser Kommissionen sicherstellt. (Bundesratsbeschluss vom 5. Feb. 1975). Da die Aufgaben der SGK mit denjenigen der andern drei "Geokommissionen" verwandt sind, wäre auch die Unterstellung der SGK unter ein solches "Sonderstatut" anzustreben, nicht aber eine besondere geodätische Landesanstalt. Der Präsident verfasste daher ein Memorandum und begründete dieses in einer ersten Besprechung mit dem Eidg. Amt für Wissenschaft und Forschung und dem Nationalfonds. Da das Ziel noch nicht erreicht werden konnte, sind die Bemühungen fortzusetzen, wobei möglichst keine Kompetenzüberschneidungen zwischen der SGK und der Eidg. Landestopographie zu Tage treten sollte.

An diesen Bericht des Präsidenten schliesst sich eine längere Diskussion an.

Aufgrund der in den Protokollen 1967 (S. 26) und 1969 (S. 7) dargelegten Definition der Aufgaben der SGK tritt Direktor Huber für ihre Beibehaltung ein, bei klarer Trennung der SGK (wissenschaftliche Bearbeitung geodätischer Probleme) und der L+T (praktische Aufgaben der Landesvermessung).

Prof. Konzett weist darauf hin, dass die SGK zur Lösung ihrer Aufgaben auf die Mitarbeit der Eidgenössischen Technischen Hochschulen angewiesen ist. Bei den heutigen Personaleinschränkungen wird es aber immer schwieriger, wissenschaftliche Mitarbeiter zur Verfügung zu stellen.

Prof. Schürer betrachtet gewisse Arbeiten (z.B. das RETRIG) als Landesaufgabe, nicht als Aufgabe der ETH. Sie sind deshalb wie bisher

durch die SNG oder durch den Nationalfonds zu finanzieren. Die Technischen Hochschulen sollten sich an diesen Arbeiten im Rahmen ihrer Forschungsprojekte durch Mitarbeiter wissenschaftlich beteiligen.

Prof. Müller gibt nähere Auskünfte über das vorgesehene "Sonderstatut" für die Geo-Wissenschaften.

Prof. Matthias erkundigt sich, ob zusätzlich zu den Statuten der SNG eigene Satzungen der SGK vorhanden sind.

Prof. Schürer weist auf das "Reglement 1921" der SGK hin und erklärt sich bereit, für die nächste Sitzung einen Entwurf zu dessen Neufassung auszuarbeiten.

Prof. Müller und Prof. Matthias sind der Ansicht, es sollte bei den bevorstehenden Unterhandlungen über die Aufnahme der SGK in das "Sonderstatut" eine möglichst umfassende Dokumentation über Aufgaben und Programm der SGK vorbereitet werden und es sei anzustreben, einen Zeitgewinn auszuhandeln.

Prof. Schürer weist auf die früher aufgestellten Programme hin (vgl. z.B. das Protokoll der 115. Sitzung der SGK 1969).

3. Berichte

3.1 Arbeiten am schweizerischen Anteil an der Neuausgleichung der Europäischen Triangulationen RETRIG (N. Wunderlin) (s. Anhang 1)

Herr Wunderlin gibt einige Erläuterungen zu seinem Bericht und Prof. Kobold fügt als Präsident der Permanenten Kommission der Internationalen Assoziation für Geodäsie für das RETRIG einige Ergänzungen an.

Prof. Conzett macht auf die Probleme aufmerksam, die entstanden sind, weil das schweizerische Landesnetz nicht identisch ist mit dem RETRIG-Block CH.

3.2 Elektronische Distanzmessungen mit dem Geodimeter 8 in den Jahren 1973 und 1974 (W. Fischer) (s. Anhang 2)

Prof. Schürer referiert über den Bericht.

Prof. Kobold macht die Anregung, die Basen Weinfeld und Heerbrugg durch Distanzmessungen zu verbinden.

3.3 Schweremessungen 1974 (W. Fischer) (s. Anhang 3)

Referent dieses Berichtes ist Prof. Schürer. Eine Diskussion findet nicht statt.

3.4 Satellitengeodäsie (Prof. M. Schürer)

Prof. Schürer erstattet einen mündlichen Bericht: In der Berichtsperiode fanden praktisch keine Neubeobachtungen statt; sie diente hauptsächlich der Aufarbeitung der noch nicht ausgewerteten älteren Beobachtungen. Die Arbeiten am Laser für Distanzmessungen nach Satelliten werden fortgeführt; Beobachtungen sind für 1976 vorgesehen. Als Zusammenfassung verliest Prof. Schürer seinen Bericht an die Generalversammlung der AIG in Grenoble (August/September 1975) über die schweizerischen Arbeiten in der Satellitengeodäsie.

3.5 Erste Ergebnisse einer Geoidbestimmung für die Schweiz aus astronomischen und interpolierten Lotabweichungen (Dr. A. Elmiger) (s. Anhang 4)

Ueber diesen Bericht wird an der Nachmittagsveranstaltung diskutiert.

3.6 Orientierung über die Arbeiten der Schweizerischen Geophysikalischen Kommission (Prof. St. Müller)

Neue Schwerekarte der Schweiz: Die dem Institut für Geophysik der ETH Zürich übertragenen Schweremessungen werden noch bis Mitte 1977 dauern, da das zugewiesene Gebiet erweitert worden ist. Es steht dafür zusätzlich ein neues LaCoste-Romberg-Gravimeter zur Verfügung.

Neue Geomagnetische Karte der Schweiz: Die im Auftrag der Schweizerischen Geophysikalischen Kommission durch das Observatoire Cantonal de Neuchâtel zu schaffende Karte wird Ende 1977 vorliegen.

Geothermische Karte der Schweiz im Auftrag der Schweizerischen Geophysikalischen Kommission (Sachbearbeiter: Dr. Rybach, Institut für Geophysik, ETHZ): Sie wird die Temperatur in 1 km Tiefe zeigen.

Seismologie: 8 seismologische Stationen mit direkter Uebertragung an den Schweizerischen Erdbebendienst in Zürich und 3 Seismographensystemen in der Umgebung von Stauanlagen sind eingerichtet; dies entspricht etwa 60% der geplanten Anlagen.

4. Arbeitsprogramm 1975

4.1 Distanzmessungen

Im Basisvergrößerungsnetz Bellinzona sind Geodimeter 8-Messungen vorgesehen; die Rekognoszierung wurde bereits in Angriff genommen. Ferner sind die 1974 begonnenen Distanzmessungen im Weinfelder Basisnetz noch zu ergänzen. Die Messungen, für welche etwa 12 Personen benötigt werden, sind für 4 Wochen im August und September vorgesehen. Prof. Schürer teilt mit, dass er das Eidgenössische Luftamt angefragt hat, ob für den Bezug der schwer zugänglichen Stationen im Tessin Helikopter zur Verfügung gestellt werden könnten.

4.2 Laplace-Azimut Weissfluh (Davos) – Säntis

Wenn möglich sollen Azimut und Länge auf der Station Weissfluh neu beobachtet werden.

4.3 Bestimmung des Geoides in der Schweiz

Die begonnen Arbeiten sollen fortgeführt werden.

4.4 Satellitengeodäsie

Sie wird durch die Sternwarte Zimmerwald (Universität Bern) weitergeführt werden. Für 1976 sind Distanzmessungen nach Satelliten mit dem neuen Lasergerät vorgesehen.

4.5 Schweremessungen

Im Gotthard-Strassentunnel und in dessen Schächten sind Schweremessungen durch die ETHZ vorgesehen. Planung, Vorbereitung und Kreditgesuch an den Nationalfonds sind 1975 vorzunehmen, die Messungen können frühestens 1976 erfolgen. Dir. Huber sichert die Durchführung des Nivellements durch die L+T zu. Die Frage, ob auch im Furka-Bahntunnel Schweremessungen vorzusehen seien, wird diskutiert, Beschlüsse werden aber auf später verschoben.

5. Abnahme der Rechnung 1974

Wie 1974 liegen zwei Rechnungen vor: je über die SNG-Subvention und über den Nationalfonds-Kredit. Herr Gubler gibt ergänzende Erläuterungen. Ein Restbetrag des NF-Kredites konnte auf das Jahr 1975 übertragen werden. Prof. Schürer erläutert die allgemeinen Aspekte der zukünftigen Finanzbeschaffung der SGK. Er teilt mit, dass ab 1976 das Ruhegehalt von Dr. E. Hunziker von der SNG direkt übernommen wird.

6. Voranschlag 1975

Prof. Schürer hat das Subventionsgesuch an die SNG, das etwa dem von 1974 entspricht, am Jahresbeginn eingereicht. Er verliert sein Begleitschreiben. Für die Zukunft wünscht er von den Mitgliedern eine Vollmacht für einen engeren Ausschuss (Präsident, Vizepräsident, Sekretär, Quästor) zur Budgeteingabe, da meist wenig Zeit dazu zur Verfügung steht. Die Kommission stimmt diesem Antrag zu.

7. Bibliothek

Die Bibliothek der SGK sollte, um Arbeitskraft zu sparen, administrativ der Bibliothek des Institutes für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich angeschlossen werden. Die Mitglieder sind einverstanden.

8. Verschiedenes

Die in den neuen Statuten der SNG vorgeschriebene periodische Neuwahl der Kommissionsmitglieder durch den Senat der SNG ist vorzubereiten. Es wird beschlossen, in einer Eingabe an den Senat der SNG die bisherigen Mitglieder der SGK zur Wiederwahl vorzuschlagen.

Prof. Kobold teilt mit, dass eine Festschrift zum 100. Geburtstag von Heinrich Wild geplant sei. Die Redaktion liegt bei Prof. Kobold, die Finanzierung erfolgt durch die Firmen Wild Heerbrugg und Kern Aarau, als Herausgeber ist die SGK vorgesehen. Sie erhielt eine der Auflage ihrer eigenen Veröffentlichungen entsprechende Zahl von Gratisexemplaren. Die Kommission begrüsst das Vorhaben.

An der öffentlichen Nachmittagsitzung spricht Prof. Schürer über die bisherigen und zukünftigen Bestrebungen zur Bestimmung des Geoids

in der Schweiz. Ein erstes, wenn auch noch sehr grobes Ergebnis lieferte schon Messerschmitt um die Jahrhundertwende (AGA Bd. 9)*. Auf Anregung von Helmert wurden dann einige Jahre später astronomisch-geodätische Nivellements im Meridian des St. Gotthard (AGA Bd. 19 und 20) und im Parallel von Zürich (AGA Bd. 22) durchgeführt, die im Tessin durch Geoidprofile im Parallel von Locarno und Meridian von Lugano ergänzt wurden. (AGA Bd. 24). Auf Initiative von Kobold wurden in den Alpen Lotabweichungen und Geoidbestimmungen aus Höhenwinkeln beobachtet und errechnet. (AGA Bd. 26). Neben diesen Daten liegen noch eine Anzahl von Lotabweichungen in der ganzen Schweiz verstreut vor, und Elmiger hat in den letzten Jahren versucht, diese Daten zur Bestimmung des Geoids heranzuziehen. Im wesentlichen besteht sein Verfahren darin, die Differenzen zwischen gerechneten und beobachteten Lotabweichungen — er nennt sie reduzierte Lotabweichungen — zu interpolieren, indem durch die Stützpunkte eine Fläche gelegt wird, deren Neigung durch diese reduzierten Lotabweichungen möglichst gut angepasst wird.

In Zukunft müssen diese Verfahren noch verfeinert werden. Es wird sich zeigen, ob allenfalls noch bestehende Lücken in den Beobachtungen auszufüllen sind. Die noch laufenden Beobachtungen der Schwereanomalien durch die geophysikalische Kommission sind in die Betrachtungen einzubeziehen und die geophysikalische Struktur des Untergrundes ist soweit als möglich bei den gerechneten Lotabweichungen zu berücksichtigen.

An Prof. Schürers Vortrag schliesst sich eine lebhaftete Diskussion an, an der sich Kommissionsmitglieder und Gäste beteiligen.

* AGA = "Astronomisch-Geodätische Arbeiten in der Schweiz", herausgegeben von der Schweizerischen Geodätischen Kommission.

Anhang 1

Bericht von N. Wunderlin, dipl.Ing., über Arbeiten am schweizerischen Anteil an der Neuausgleichung der Europäischen Triangulation RETRIG

1. Einleitung

An der Sitzung 1974 der Schweizerischen Geodätischen Kommission wurde ein Bericht vorgelegt über die Vorarbeiten zu RETRIG Phase II (Netzmasstab aus Distanzbeobachtungen, Netzorientierung aus Laplace-Azimuten). Seither ruhte die Arbeit an Phase II jedoch, weil der Zusammenschluss der Länderblöcke durch die internationalen Rechenzentren noch nicht erfolgt ist. Hingegen wurden den Ländern im Laufe des Jahres 1974 die Resultate des Zusammenschlusses auf Stufe Phase I (Masstab und Orientierung des Netzes aus zwei festgehaltenen Punkten) mitgeteilt. Im folgenden ist nur von dieser Phase I die Rede und stets nur vom RETRIG-Block CH, nicht vom eigentlichen schweizerischen Landesnetz, von dem im Westen und Süden Teile zu Nachbarblöcken abgetrennt wurden.

2. Material zum folgenden Bericht

Ueber die in Phase I im Block CH verwendeten Beobachtungen ist in den Berichten an die SGK 1973 und 1974 alles Wesentliche mitgeteilt. Ueber die Arbeiten des Rechenzentrums München geben einerseits das Protokoll der RETRIG-Arbeitstagung vom 1. — 4. April 1974 in München und andererseits der Bericht der Internationalen RETRIG-Kommission an die Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie in Grenoble 1975 Auskunft. — Für die im folgenden beschriebenen Untersuchungen und Berechnungen standen zur Verfügung:

- a) Die durch Inversion ihrer Normalgleichungen (entstanden aus der Vereinigung der "teilreduzierten" Nahtmatrizen der einzelnen Blöcke) berechneten Werte der Nahtunbekannten aller Blöcke für jede der drei verschiedenen "Lösungen" (s. Bemerkung 1 unten).

- b) Nahtunbekannte auf Lochkarten (nur für Block CH und nur für "solution 2").
- c) Die 903 Koeffizienten der Inversen zur Normalgleichungsmatrix der 42 Nahtunbekannten (21 Nahtpunkte) des Blockes CH, nur für "solution 2".

Bemerkung 1

An RETRIG I waren ausser Italien alle RETRIG-Länder beteiligt. Ueber die wesentlichsten Eigenheiten der Beobachtungen der Länder geben die beiden oben genannten Berichte einigen Aufschluss.

Bemerkung 2

Für RETRIG I sind vom Rechenzentrum München drei verschiedene Lösungen berechnet worden:

- Solution 1 Festgehaltene Punkte München und Luleå in Nord-schweden.
- Solution 2 Festgehaltene Punkte (RE50-Koordinaten) D 7835 München und D1629/DK614 Panker in der Nahtlinie Deutschland/Dänemark.
- Solution 3 Festgehaltene Punkte ebenfalls München und Panker aber jetzt mit Koordinaten aus der "Satellitentraverse" Tromsø - Catania. Um Massstab und Orientierung von RETRIG I möglichst RE50-nahe zu erhalten, wurde an der Arbeitstagung der RETRIG-Kommission vom 1. - 4. April 1974 in München beschlossen, "Solution 2" als "offiziell" zu erklären.

3. An RETRIG I im Block CH durchgeführte Berechnungen

- a) Aus den vom Rechenzentrum München erhaltenen Werten für die 42 Nahtunbekannten wurden die 115 "innern" Unbekannten berechnet, nämlich 52 Orientierungsunbekannte für die Richtungsbuschel der 52 Stationspunkte, 1 Massstabunbekannte für sämtliche Geodimeterdistanzen und 62 Koordinaten für die 31 innern, d.h. Nicht-Nahtpunkte. Im gleichen Rechnungsgang erfolgte aus den definitiven Ko-

ordinaten des Systems RETRIG Phase I solution 2 die Berechnung der Verbesserungen v an den Beobachtungen.

- b) Das gleiche Beobachtungsmaterial des Blockes CH, wie es in die RETRIG-Ausgleichung eingeführt worden war, wurde als freies Netz ausgeglichen, wobei alle Punkte, für welche RE50-Koordinaten vorlagen, als Stützpunkte für eine Helmert-Lagerung des freien Netzes dienten. Diese Ausgleichung der Beobachtungen des Blockes CH allein sollte dazu dienen, durch Vergleich mit den RETRIG I-Resultaten die durch die Einpassung in die Nachbarnetze hervorgerufenen Änderungen an der Form des Netzes im Block CH zu zeigen.
- c) Bei Kenntnis der Inversen der Normalgleichungsmatrix der Nahtunbekannten lassen sich die reziproken Gewichtskoeffizienten (d.h. die Koeffizienten der Inversen der Normalgleichungsmatrix) auch für die "innern" Unbekannten berechnen. Dies wurde für den Block CH durchgeführt. Es waren dafür aber ziemlich zeitraubende Programmierungsarbeiten nötig, da das Programm DONHEL (s. Bericht an SGK 1973), welches die "Vereinigung" zweier Netze erlaubt - wobei beide Netze vorliegen - umgearbeitet werden musste für die Aufgabe der "Rückrechnung" innerhalb des einen Netzes, während das zweite eigentlich unbekannt bleibt, d.h. nur seine Einflüsse in Form von Angaben über die Verbindungsunbekannten - ihre Werte und ihre Gewichtskoeffizienten - vorliegen.
- d) Die Internationale RETRIG-Kommission wünschte für ihren Bericht an die Generalversammlung der Internationalen Assoziation für Geodäsie in Grenoble 1975 einen kurzen Bericht aller teilnehmenden Länder über ihre Erfahrungen bei der "Rückwärtsrechnung" von Phase I des RETRIG innerhalb der Blöcke, besonders hinsichtlich Massstab (Vergleich mit Distanzmessungen) und Orientierung (Vergleich mit Laplace-Azimuten) und über "von aussen" auf die Blöcke ausgeübte Zwänge. - Der Rapport der Schweiz ist zur Orientierung dem vorliegenden Bericht beigelegt.

4. Ergebnisse

- a) Koordinaten RETRIG Phase I solution 2.

Diese Koordinaten sind in Tabelle 1 zusammen mit den RE50-Koordinaten aufgeführt und die Lageunterschiede zwischen den beiden Systemen im Netzplänchen Figur 1 graphisch dargestellt.

Die Punkt-Fehlerellipsen für RETRIG I wurden zwar berechnet, sind aber im Plänchen nicht eingezeichnet, da sie sich ja auf die spezielle Annahme der "solution 2" beziehen, d.h. mit wachsendem Abstand von den Festpunkten München und Panker etwa linear zunehmen und wenig aussagen:

Pfänder	15.6 / 10.3 cm Minimum
Grand Ballon	28.8 / 16.0 cm
Cima di Piazzi	30.0 / 20.5 cm
Ruinette	43.6 / 30.1 cm Maximum

Sie sind wenig abgeplattet (Achsenverhältnis meist etwa 3:2), da die Richtungen ziemlich gleichmässig über den Horizont verteilt und die Punktabstände wenig verschieden sind. Die grössten Abplattungen treten in der Nordwestecke des Blockes auf mit Achsenverhältnissen von etwa 7:4.

Ein Blick auf das Plänchen Figur 1 zeigt folgendes:

Einzelne Lagedifferenz-Vektoren sind nicht in Uebereinstimmung mit denen ihrer Umgebung, ihrer Nachbarpunkte. An diesen Stellen zeigt also das System RETRIG I lokal eine andere Form als das Netz RE50, wobei wohl RETRIG I "besser" ist, d.h. kleinere übrigbleibende Verbesserungen v an den Beobachtungen hat als RE50 (dessen Beobachtungen und damit deren v hier allerdings nicht bekannt sind).

Solche individuelle, punktweise Lage-"Verbesserungen" im RETRIG I gegenüber RE50 sind etwa festzustellen bei: Lägern, Rigi/Scheye, Altels, Finsteraarhorn, Schwarzhorn VS. Nicht zu dieser Gruppe gehören aber die drei Punkte Illfurt, Chrischona, Weissfluh, da ihre RE50-Koordinaten gar nicht "echte" RE50-Werte sind, sondern ziemlich grob abgeleitete spätere Einzelpunkteinschaltungen.

b) Masstab

Sofort erkennbar ist auch eine verschiedene "Grösse", ein anderer Masstab der beiden Systeme: RETRIG I (gemeint ist immer "solution 2") ist "grösser" als RE50. Wieviel grösser? Man kann etwa zwi-

schen allen benachbarten Punkten des Netzes die ausgeglichenen Distanzen des Systems RETRIG I und RE50 miteinander vergleichen, wobei sich aber wegen der oben erwähnten lokalen Punktverschiebungen ein sehr verwirrendes, zufälliges, unsystematisches Bild der Masstabunterschiede ergibt. Selbst wenn für jeden Netzpunkt der Durchschnitt der Masstabunterschiede aller von ihm ausgehenden Netzverbindungen gebildet wird und sich so die lokalen Formverschiedenheiten zwischen den beiden Systemen etwas ausmitteln, lassen sich Kurven gleicher Masstabunterschiede nur mit grosser Unsicherheit interpolieren. — Aus diesem Grund ist für den Bericht an die RETRIG-Kommission ein anderer Weg eingeschlagen worden und ein durchschnittlicher Masstabunterschied nur für den Netzteil mit beobachteten Distanzen abgeleitet worden: Die als Unbekannte je aus den beiden Ausgleichungen RETRIG I, bzw. Freies Netz mit Helmert-Lagerung auf RE50 bestimmten Masstabfaktoren für die Geodimeter-Distanzmessungen ergaben

+1.2 mm/km \pm 1.0 mm/km	bei RETRIG I
-1.7 mm/km \pm 0.5 mm/km	bei RE50

ca. 3 mm/km RETRIG I grösser als RE50
(durchschnittlich, im Block CH, für
die Strecken mit Distanzmessungen)

c) Orientierung

Schliesslich ist aus dem Plänchen Figur 1 auch noch eine Verdrehung der beiden Systeme gegeneinander ersichtlich. Ihre Grösse ist allerdings nicht leicht direkt ablesbar, weil sie natürlich ebenfalls durch die lokalen Netzverformungen verfälscht und durch den Masstabunterschied und Verschiebungen der beiden Netze als Ganzes gegeneinander überdeckt wird, und auch weil sie wie die Masstabunterschiede nicht im ganzen Block gleich, sondern gebietsweise verschieden ist. Um wieder den Einfluss der individuellen, lokalen Netzverbiegungen zwischen den beiden Systemen auszuschalten, wurde folgendermassen vorgegangen: Für jede der 52 Stationen wurde die Differenz der Orientierungsunbekannten wie sie aus den beiden Ausgleichungen RETRIG I, bzw. Freies Netz mit Helmert-Lagerung auf RE50 hervorgingen, gebildet. Diese Differenzen, im Sinne $O_{RETRIG} - O_{RE50}$, sind überall positiv, d.h. RETRIG I ist gegenüber RE50 im

Uhrzeigersinn gedreht, jedoch stärker im Westteil des Blockes CH (ca. 3^{cc}) als im Ostteil (ca. 1^{cc}).

Welche dieser beiden Orientierungen ist die "bessere"? Zur Beantwortung dieser Frage wurden für diejenigen Netzverbindungen, für welche Laplace-Azimet-Beobachtungen vorliegen (die in RETRIG I aber nicht inbegriffen waren!), die ausgeglichenen Azimute (aus den ausgeglichenen Koordinaten berechnet) der beiden Systeme RE50 und RETRIG I verglichen mit den beobachteten astronomischen Werten. Tabelle 2 gibt eine Zusammenstellung dieser Werte und im Netzplan Fig. 1 sind die Drehungen graphisch dargestellt, die an den RETRIG I -Azimuten anzubringen wären, um sie in die beobachteten Laplace-Azimute überzuführen. Das Resultat: RE50 ist – als Ganzes – besser in Übereinstimmung mit den Laplace-Beobachtungen als RETRIG I, welches im Durchschnitt um etwa 2^{cc} im Gegenurzeigersinn gedreht werden müsste. Nach einer solchen Drehung würden allerdings die RETRIG I -Azimute besser mit den astronomischen übereinstimmen als bei RE50, wo die individuellen, lokalen Punktlagefehler zum Teil beträchtliche Einzelwidersprüche verursachen.

Die Verdrehung von RETRIG I um ca. 2^{cc} würde in RETRIG II (mit Einschluss der Laplace-Azimute) verschwinden durch entsprechende Koordinatenänderungen, und zwar ohne merkliche Netzverformungen, d.h. ohne an den Richtungs- und Distanzbeobachtungen grössere Verbesserungen hervorzurufen, allerdings nur, wenn nicht im benachbarten Ausland Laplace-Beobachtungen vorliegen, die einer solchen Netzdehnung des Blockes CH entgegenstehen.

d) Netzverformungen RETRIG I gegenüber einem "freien" Block CH

Die Einbettung des Blockes CH in das Gesamt-RETRIG hatte natürlich gegenüber einer "freien" Ausgleichung der Beobachtungen des Blockes gewisse Netzdeformationen zur Folge. Sie zeigen sich in andern Verbesserungen v im System RETRIG I gegenüber den entsprechenden Verbesserungen des freien Netzes. Diese Verbesserungsänderungen sind klein. Ihr Histogramm (Differenzen multipliziert mit \sqrt{p}) ist in der folgenden Figur gegeben und ihre lokale Verteilung in Figur 2 dargestellt (nur Richtungen auf und nach Nahtpunkten, da im Blockinnern meist zu klein für die Darstellung). Die grösste

dieser Verbesserungsänderungen (nicht die grösste Verbesserung!) tritt übrigens nicht auf einem Nahtpunkt auf, sondern auf dem Punkt Sántis (Richtung nach Sulzfluh), in einer von Nahtpunkten umschlossenen "Ecke" mit $v_{\text{RETRIG}} - v_{\text{Freies Netz}} = -1.86^{\text{cc}}$. Die Summe $[pvv]$, welche bei freier Ausgleichung 187.0 beträgt, steigt für RETRIG I auf 201.0. Bei Beteiligung des Blockes Italien würde diese Vergrößerung von $[pvv]$ natürlich etwas grösser ausfallen.

HISTOGRAMM

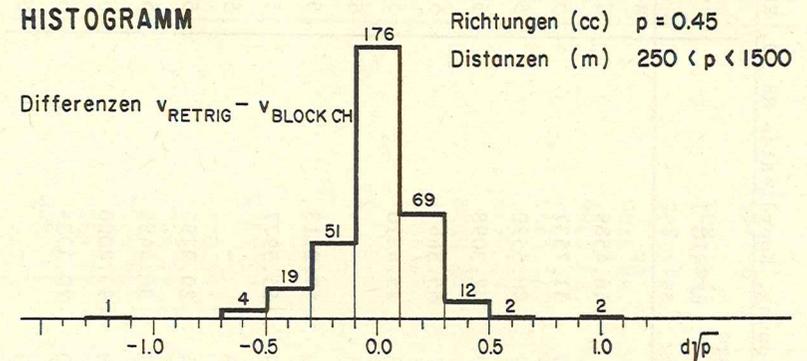


Tabelle 1 Schweizerisches Landesnetz 1. Ordnung, Koordinaten RE 50, RETRIG

Punkt	Länge		RETRIG I		Breite		RETRIG I sol. 2
	RE 50	RETRIG I sol. 2	RE 50	RETRIG I sol. 2	RE 50	RETRIG I sol. 2	
	g	cc	g	cc	g	cc	cc
CH 1 <u>Chrischona</u> ¹	8 53	46.4 ¹	46,4589	52 85	98.9 ¹	98,9040	
CH 2 <u>Faux d'Enson</u>	7 73	31.7680	31,7537	52 62	66.8690	66,8171	
CH 3 <u>Wisenberg</u>	8 75	88.5340	88,5520	52 67	03.7047	03,6734	
CH 4 <u>Lägern</u>	9 33	52.1920	52,3098	52 75	82.1944	82,1450	
CH 5 <u>Hörnli</u>	9 93	65.2997	65,3667	52 63	53.3479	53,3349	
CH 6 + <u>Säntis</u>	10 38	25.3913	25,4320	52 50	03.4684	03,4247	2
CH 7 <u>Pouillere</u>	7 55	70.2123	-	52 34	43.9188	-	2
CH 8 <u>Chasseral</u>	7 84	49.2580	49,2313	52 37	10.1690	10,1246	
CH 9 <u>Rötifluh</u>	8 36	55.6019	55,5977	52 50	98.5896	98,5532	2
CH 10 <u>Soliat</u> ²	7 46	86.2238	-	52 14	66.8457	-	2
CH 11 <u>Gurten</u>	8 27	20.9784	20,9295	52 13	13.3302	13,2965	
CH 12 <u>Napf</u>	8 82	34.4799	34,4495	52 22	72.4493	72,4287	
CH 13 <u>Rigi</u>	9 42	93.1858	93,2000	52 28	62.3139	62,2846	
CH 14 <u>Scheye</u> ²	9 99	20.2870	20,3335	52 28	91.6346	91,5570	2
CH 15 <u>Suchet</u> ²	7 18	59.5093	-	51 97	03.3047	-	2

CH 16 <u>Berra</u>	7 98	34.4180	34,3307	51 86	32.3060	32,2618	
CH 17 <u>Niesen</u>	8 50	39.0420	38,9690	51 83	01.6096	01,5733	
CH 18 <u>Rothorn</u>	8 94	22.4895	22,4384	51 98	66.8688	66,8398	
CH 19 <u>Titlis</u>	9 37	65.0389	64,9754	51 96	99.3210	99,2827	
CH 20 <u>Scheerhorn</u>	9 81	14.6198	14,5981	52 03	10.4963	10,4200	
CH 21 <u>Vorab</u>	10 17	54.0154	54,0237	52 08	31.3766	31,2853	
CH 22 <u>Calanda</u> ²	10 52	03.4012	03,4272	52 11	19.7191	19,6270	2
CH 23 <u>Döle</u> ²	6 77	86.0432	-	51 58	48.1142	-	2
CH 24 <u>M. Tendre</u> ²	7 01	23.9901	-	51 77	29.9219	-	2
CH 25 <u>Rochers de Naye</u> ²	7 75	23.7645	-	51 59	19.3679	-	2
CH 26 <u>Oldenhorn</u>	8 02	50.8650	50,7837	51 47	79.6970	79,6436	
CH 27 <u>Altels</u>	8 53	28.2404	28,0822	51 58	87.2302	87,1854	
CH 28 <u>Finsteraarhorn</u>	9 03	02.6123	02,5623	51 70	91.2118	91,1338	
CH 29 <u>Six Madun</u>	9 62	75.2194	75,1225	51 80	37.7827	37,7106	
CH 30 <u>P. Tgietschen</u>	10 02	43.9914	43,9366	51 82	98.8846	98,7760	
CH 31 <u>P. Beverin</u>	10 39	88.3827	88,3700	51 83	71.6698	71,5421	
CH 32 <u>P. Michel</u>	10 71	95.6389	95,6465	51 79	46.0247	45,8890	
CH 33 + <u>Schwarzhorn GR</u>	11 04	75.1840	75,2603	51 92	96.0546	95,9551	
CH 34 <u>Muttler</u>	11 53	29.1852	29,2794	52 11	27.3488	27,3115	2
CH 35 <u>Dent du Midi</u> ²	7 69	37.1244	-	51 29	11.2854	-	2
CH 36 <u>Ruinette</u>	8 22	39.2901	39,1879	51 08	89.5864	89,4866	

Punkt	Länge		Breite	
	RE 50	RETRIG I sol. 2	RE 50	RETRIG I sol. 2
CH 37 Schwarzhorn VS	g c cc 8 61 99.0824	cc 98.9905	g c cc 51 35 29.9627	cc 29.9171
CH 38 + Wasenhorn	8 98 52.0019	51.8709	51 40 82.1497	82.0926
CH 39 + Basodino	9 41 05.5830	05.4294	51 56 93.9176	93.8430
CH 40 Gridone	9 61 00.9753	00.7983	51 24 91.9537	91.8395
CH 41 Cramosino	9 82 69.9318	69.7953	51 51 56.5243	56.4050
CH 42 P. Tambo	10 31 47.7278	47.6623	51 66 37.5003	37.3504
CH 46 Montreux-Vieux	7 80 57.9580	57.9932	52 91 62.9430	62.8942
CH 47 Glaserberg	8 13 23.8185	23.8328	52 72 82.0484	82.0007
CH 48 Illifurt ¹	8 09 02.1 ¹	02.2172	52 97 58.0 ¹	58.0160
CH 49 Grand Ballon	7 88 83.3654	83.4454	53 22 42.0806	42.0557
CH 50 Belchen	8 70 45.4105	45.4400	53 13 70.8346	70.8095
CH 51 + Feldberg	8 89 47.6935	47.7133	53 19 38.3099	38.2843
CH 52 + Hohentwiel	9 79 98.8596	98.8545	53 07 28.3342	28.3064
CH 53 + Hersberg	10 38 96.9460	96.9597	52 96 57.0382	57.0134
CH 54 Pfänder	10 86 79.8281	79.8531	52 78 69.2413	69.2308
CH 55 Hoher Freschen	10 86 52.0957	52.1283	52 56 41.9074	41.8746
CH 56 Sulzfluh	10 93 42.0062	42.0513	52 23 72.5988	72.5476
CH 60 Mompiccio	11 57 44.7809	44.8937	51 89 98.8580	98.7923

CH 61 C. di Piazzini	11 42 89.2747	89.3822	51 57 53.7932	53.6743
CH 62 M. Disgrazia	10 83 39.1080	39.0617	51 41 14.0710	13.8953
CH 63 P. Menone	10 16 19.2994	19.1713	51 24 94.2932	94.1434
CH 64 M. Palanzone ^{1,3}	10 22 52.6 ¹	- 3	50 95 89.7 ¹	- 3
CH 65 M. Generoso ^{1,3}	10 02 33.3 ¹	- 3	51 03 57.8 ¹	- 3
CH 66 Campo dei Fiori ³	9 73 70.7546	- 3	50 96 64.3797	- 3
CH 68 pta Gnifetti	8 75 34.4460	34.3638	51 03 12.2901	12.1703
CH 75 Voirons ²	7 06 24.9485	- 2	51 36 81.9497	- 2
CH 76 Dent d'Oche ²	7 48 05.1364	- 2	51 50 43.2713	- 2
CH 81 Weissfluh ¹	10 88 35.5 ¹	35.4821	52 04 01.4 ¹	01.3465
CH 99 Zimmerwald ¹	8 29 64.3 ¹	nicht beteiligt	52 08 68.5 ¹	nicht beteiligt

¹ Punkte in RE 50 nicht enthalten oder RE 50-Koordinaten nicht bekannt.

² Punkt im RETRIG-Block F (Frankreich); Koordinaten RETRIG I im Block F berechnet.

³ Punkt im RETRIG-Block I (Italien); keine RETRIG I-Koordinaten vorhanden, da Block I an RETRIG I nicht beteiligt.

Nahpunkte RETRIG Block CH; z.T. etwas andere RE 50 - Koordinaten als "schweizerische" Werte.

+ Bei RETRIG anderes Zentrum als bei RE 50.

Anhang 2

Bericht von W. Fischer, dipl.Ing., über die Elektronischen Distanzmessungen mit dem Geodimeter 8 in den Jahren 1973 und 1974

1. Allgemeines

Für das Jahr 1972 waren keine elektronischen Distanzmessungen vorgesehen, da zurückgestellte Arbeiten gefördert werden sollten [1]. Hingegen wurde 1973 beschlossen, die Messungen im Rahmen eines generellen Arbeitsprogramms im westlichen Teil des Mittellandes fortzusetzen [2]. Da dies im Jahre 1973 wegen ungünstiger Wetterbedingungen nur teilweise erreicht wurde, sollte dieser Netzteil im Jahre 1974 ergänzt werden [3]. Ferner waren für dieses Jahr einige Distanzmessungen im Basisvergrößerungsnetz Weinfeldern und eine Streckenverbindung vom Mittellandnetz über den Titlis nach dem Basodino geplant [3].

2. Feldarbeiten

Die Durchführung der Messungen wickelte sich im gewohnten Rahmen ab [1], sodass hier nicht mehr darauf eingegangen werden muss. Gerätebedingte Ausfälle traten keine ein, hingegen zeigte sich immer wieder, dass der zeitliche Ablauf von elektro-optischen Messungen grösserer Distanzen stark von den jeweiligen Sichtverhältnissen abhängig ist.

2.1 Messungen 1973

Vom 3. bis 6. September 1973 konnten unter äusserst guten Wetterbedingungen 16 Strecken mehrmals pro Tag gemessen werden, worunter 5 Strecken nach der nicht sehr leicht zugänglichen Berra (Abb. 1). Nach einer Woche mit stark dunstigem Wetter war erst wieder am 17. September die Messung zweier Strecken vom Chasseral aus möglich. Der alsdann eingetretene Schlechtwettereinbruch verhinderte jede weitere Messung mit Ausnahme der relativ tief gelegenen Strecke Mou-

don – Middel. Ein letzter Anlauf wurde am 24. September unternommen, wobei vom Suchet aus drei weitere Strecken gemessen werden konnten. Am folgenden Tag wurde noch die zur Schliessung des 2. Ordnungs-Netzes benötigte Verbindung Tour de Gourze – Moudon gemessen, worauf die Kampagne abgebrochen wurde. Der Aufenthalt im Feld wurde auch während der Kampagne unterbrochen, sobald das Zustandekommen von Messungen aussichtslos erschien, wodurch unnötige Auslagen vermieden werden konnten.

2.2 Messungen 1974

Die Kampagne begann am 9. September 1974. An den folgenden Tagen konnten auf den Punkten Tour de Gourze, Dôle und Suchet je drei, bzw. zwei Strecken gemessen werden, wobei der Dunst über dem Mittelland von Tag zu Tag höher stieg und somit keine Messungen nach tieferliegenden Punkten mehr zuliess (Abb. 2). Am 13. September war die Sicht schliesslich auch in der Höhe so schlecht, dass nur noch die Messung der ca. 2.8 km langen Verbindung zwischen den Punkten Soliat und Chaille von einem (topographisch bedingten) Zwischenpunkt aus möglich war.

In der darauffolgenden Woche war selbst in den Alpen die Sicht so trübe, dass die vorgesehene Kampagne auf den Titlis zur Messung der Verbindung nach dem Basodino und nach Punkten des Mittellandnetzes abgesagt werden musste.

Ein weiterer Versuch in der Westschweiz am 23. September ergab unmittelbar vor dem Eintreffen einer Störung aus W die Distanz Suchet – Berra, worauf der unerwartet frühe Schneefall die Besetzung der Gipfelpunkte verunmöglichte. Nach einer weiteren Messung der Strecke Moudon – Tour de Gourze bei stark wechselhaftem Westwindwetter am 26. September wurde deshalb die Rückreise nach Zürich angetreten.

Der 27. September brachte in der Ostschweiz eine föhnige Aufhellung, die rasch dazu benützt wurde, das Dreieck Hörnli – Nollen – Hersberg im Basisvergrößerungsnetz Weinfeldern zu messen (Abb. 3). Zwei weitere Distanzen in diesem Netz liessen sich am 30. September von der Station Hohentannen aus messen, bevor eine von W vorgestossene Regenzzone jede Sicht verhinderte. Ein zweiter und letzter Anlauf zur Messung der noch fehlenden Verbindung über den Bodensee im angefangenen Viereck glückte am 4. Oktober, ebenso die Messung der Seite

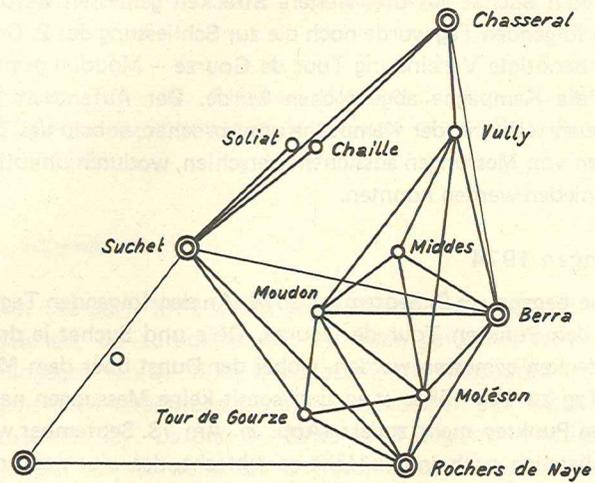


Abb. 1 Geodimeter-Messungen 1973

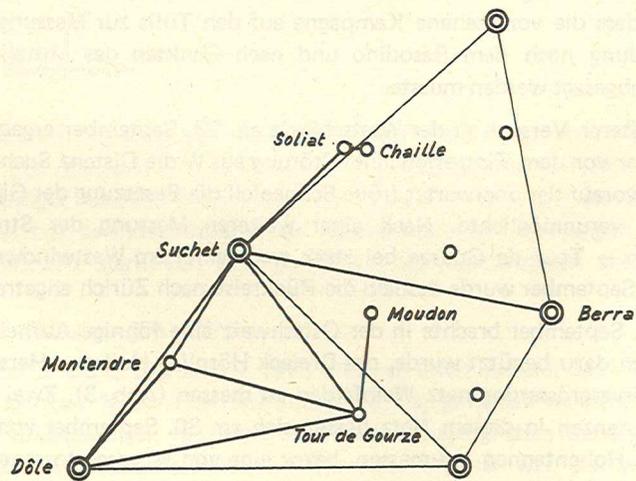


Abb. 2 Geodimeter-Messungen 1974

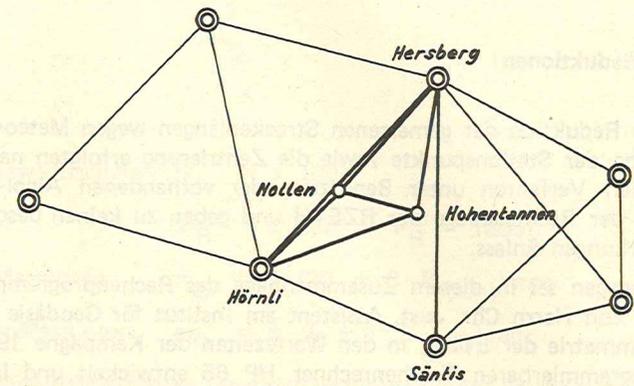


Abb. 3 Geodimeter-Messungen 1974 in der Ostschweiz

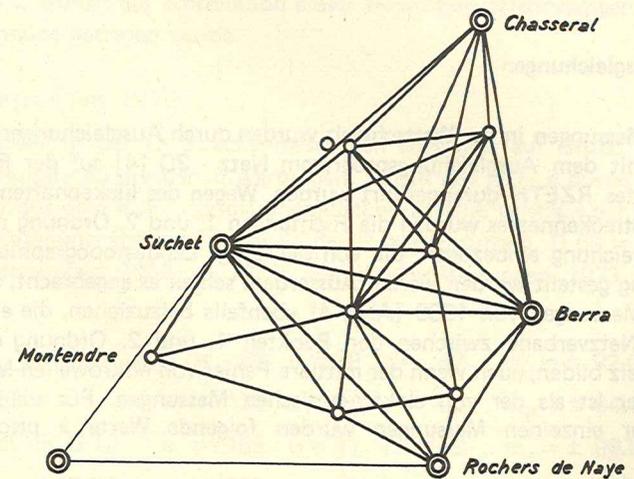


Abb. 4 Distomat-Messungen 1969

1. Ordnung Säntis – Hersberg, womit die Messungen 1974 abgeschlossen wurden.

3. Reduktionen

Die Reduktion der gemessenen Streckenlängen wegen Meteorologie und Höhe der Stationspunkte sowie die Zentrierung erfolgten nach den üblichen Verfahren unter Benützung der vorhandenen Algol-Programme auf der Rechenanlage des RZETH und geben zu keinen besonderen Bemerkungen Anlass.

Hingegen sei in diesem Zusammenhang das Rechenprogramm erwähnt, das von Herrn Chr. Just, Assistent am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ, in den Wartezeiten der Kampagne 1974 für den programmierbaren Taschenrechner HP 65 entwickelt und laufend verbessert wurde. Dieses Programm ersetzt die Berechnung der Schrägdistanz auf dem Formular von AGA und hat sich seither sehr gut bewährt. Als Besonderheit sei erwähnt, dass bei schwachen Messungen und dadurch unsicher bestimmten Grobdistanzen letztere durch die bekannten, richtigen Werte ersetzt werden können, worauf die Frequenzkorrekturen K_2 und K_3 der 2. und 3. Messfrequenz richtig berechnet werden.

4. Ausgleichungen

Die Messungen in der Westschweiz wurden durch Ausgleichungen getestet, die mit dem Ausgleichungsprogramm Netz - 3D [4] auf der Rechenanlage des RZETH durchgeführt wurden. Wegen des lückenhaften Aufbaus des Streckennetzes wurden die Richtungen 1. und 2. Ordnung mit in die Ausgleichung einbezogen, die von der Eidg. Landestopographie zur Verfügung gestellt worden waren. Ausserdem schien es angebracht, die Distomat-Messungen von 1969 (Abb. 4) ebenfalls beizuziehen, die einen starken Netzverband zwischen den Punkten 1. und 2. Ordnung der Westschweiz bilden, auch wenn der mittlere Fehler von Mikrowellen-Messungen grösser ist als der von elektro-optischen Messungen. Für die Gewichte p der einzelnen Messungen wurden folgende Werte a priori in die

Beziehungen

$$p = \frac{m_0^2}{m^2}$$

eingesetzt:

$$\text{m.F. der Gewichtseinheit } m_0 = \pm 100$$

$$\text{Richtungen } m_R = \pm 2.5^{\text{cc}} (\rightarrow p_R = 1600)$$

$$\text{Distomat-Messungen } m_D = \pm (20 + 3 \cdot D \text{ (km)}) \text{ mm}$$

$$\text{Geodimeter-Messungen } m_G = \pm (5 + 1 \cdot D \text{ (km)}) \text{ mm}$$

Bei Wiederholungsmessungen innerhalb weniger Stunden wurde zudem das Mittel der n Messungen mit dem Gewicht

$$p_n = p \cdot \left(1 + \frac{n-1}{10}\right)$$

eingeführt, womit der Korrelation dieser Messungen erfahrungsgemäss gut Rechnung getragen wurde.

4.1 Messungen 1973

Die Genauigkeit der 23 Streckenmessungen entsprach auf Grund der Ausgleichungsergebnisse den Erwartungen, indem der m.F. a posteriori recht gut mit dem m.F. a priori übereinstimmte. Dies geht aus der folgenden Zusammenstellung hervor, in der R = Richtungen, $D 69$ = Distomat-Messungen 1969, $G 73$ = Geodimeter-Messungen 1973 bedeutet.

R	$n = 86$	$u = 39$	$r = 47$	$m_e = \pm 92.0$
$R + D 69$	$n = 136$	$u = 40$	$r = 96$	$m_e = \pm 94.7$
$R + D 69 + G 73$	$n = 159$	$u = 41$	$r = 118$	$m_e = \pm 98.0$
$R + G 73$	$n = 109$	$u = 40$	$r = 69$	$m_e = \pm 99.8$

Ein statistischer Test dieser m_e schien bei der Kleinheit der einzelnen Gruppen nicht sinnvoll. Ein leichtes Anwachsen um weniger als 10% dürfte aus dem Zusammenwirken dieser verschiedenartigen Messungen erklärbar sein. Ausserdem ist bereits früher festgestellt worden [3], dass die Geodimeter-Messung der zusätzlichen Diagonale Vully - Moléson (46.5 km) eine relativ grosse Verbesserung erhielt und damit einen beträchtlichen Anteil an m_e lieferte. Da auf der über 1300 m Höhendifferenz aufweisenden Strecke extreme meteorologische Verhältnisse vermutet wurden, sollte die Messung im folgenden Jahr wiederholt werden, was aber leider nicht realisiert werden konnte.

4.2 Messungen 1973 und 1974

Aehnlich wurde mit den Geodimeter-Messungen 1974 verfahren, die allerdings wegen der geringen Zahl von Beobachtungen nicht als Gruppe für sich behandelt sondern mit den Messungen von 1973 zusammengefasst wurden. Dass dies bedenkenlos gemacht werden durfte, zeigte die gute massstäbliche Uebereinstimmung der Messungen beider Jahre auf den Strecken Moudon - Tour de Gourze, Tour de Gourze - Suchet und Suchet - Soliat (Abb. 1 und 2).

Auch die Messungen 1974 lagen im Rahmen der Erwartungen, was die folgende Zusammenstellung zeigt:

R	+G73+74	n = 117	u = 42	r = 75	$m_e = \pm 102.9$
R +	D69+G73+74	n = 167	u = 43	r = 124	$m_e = \pm 103.4$

Die Vergrösserung des m.F. gegenüber den entsprechenden Ausgleichungen ohne die Messungen von 1974 ist offensichtlich durch die Strecke Suchet - Berra (55.9 km) verursacht, die Verbesserungen von der Grössenordnung 10 cm aufweist. Dies kann zwei Gründe haben. 1. einen meteorologischen Grund: Die Strecke wurde kurz vor dem Eintreffen einer Kaltfront gemessen, wobei die Temperatur auf dem Suchet (1588 m) bereits auf etwa + 4°C sank, während sie auf der Berra (1719 m) noch rund + 6°C betrug, das Mittel der beiden Werte somit mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht der tatsächlichen Durch-

schnittstemperatur längs der Messstrecke entsprach. Der 2. Grund liegt in der Netzgestalt. Die Strecke Suchet - Berra ist eine der vereinzelt Seiten 1. Ordnung, die das Mittelland überspannen (Abb. 2). Sie muss deshalb einen allfälligen Widerspruch zwischen gegenüberliegenden Punkten ziemlich allein tragen und bekommt dadurch eine entsprechend grosse Verbesserung. Es ist eine offene Frage, ob aus dem 1. Grund diese Messung gestrichen werden sollte oder aus dem 2. Grund erst recht im Netz belassen werden muss, um dieses zu verbessern.

4.3 Messungen 1974 im Basisvergrösserungsnetz Weinfeldern

In den wenigen Tagen mit guter Sicht war es gelungen, wenigstens ein vollständiges Viereck zu messen, sodass die Messungen in sich kontrolliert waren. Die Uebereinstimmung der 6 Strecken war dabei so gut, dass bei einer freien Ausgleichung des Vierecks die grösste Verbesserung nur 16 mm betrug.

Aufschlussreicher war jedoch die massstabsfreie Einführung dieser 6 Strecken in das Basisvergrösserungsnetz selbst. Herr Wunderlin führte eine Ausgleichung mit 68 Richtungen und 6 Strecken durch, die das erfreuliche Resultat bestätigte, lagen doch die Quotienten v/m_V aller 6 Streckenverbesserungen zwischen 0.2 und 0.8. Dazu kam, dass nach Einführung der 6 Strecken die ausgeglichenen Streckenlängen nirgends mehr als 2 cm anders wurden, die gemessenen Strecken somit keinen spürbaren Zwang auf das bestehende Basisvergrösserungsnetz ausübten.

Schliesslich wurden die neuen Messungen in das Triangulationsnetz 1. Ordnung eingeführt, das auch die bisherigen Geodimeter-Messungen von 1969 bis 1971 enthielt [1]. Auch hier zeigte sich eine gute Uebereinstimmung der beiden Seiten 1. Ordnung nach dem Punkt Hersberg mit dem bisherigen Netz.

5. Resultate

Mengenmässig ist das Resultat der zwei Kampagnen eher etwas bescheiden. Es zeigt einmal mehr die starke Wetterabhängigkeit der elektrooptischen Distanzmessung über lange Strecken. Sie ist mit der Winkelmessung 1. Ordnung oder mit der astronomischen Azimutbestimmung

zu vergleichen, beides oft sehr zeitraubende Unternehmen. Durch grösstmögliche Beweglichkeit der Messequipen konnte immerhin dafür gesorgt werden, dass die Tagesleistung pro Feldtag in einem vertretbaren Rahmen lag.

In Bezug auf die Qualität der Streckenmessungen darf man im allgemeinen zufrieden sein. Der mittlere Fehler einer Geodimeter-Messung

$$m_G = \pm (5 + 1 \cdot D_{(km)}) \text{ mm}$$

wurde wie bei früheren derartigen Messungen erreicht [1]. Nachteilig wirkte sich hingegen aus, dass fast alle Strecken nur an einem einzigen Tag gemessen werden konnten. Dadurch besteht immer die Gefahr, dass bei extremen meteorologischen Bedingungen - die nicht unbedingt als solche erkannt werden können - das Resultat nicht gesichert ist. Beispiele dafür sind die Seiten Vully - Moléson und Suchet - Berra.

5.1 Westschweiz

Das ausgeglichene Westschweizer Netz wurde durch eine Helmert-Transformation auf die Landeskoordinaten der benützten Punkte 1. und 2. Ordnung eingepasst. Dabei zeigte sich wie schon früher, dass die Landeskoordinaten vom Chasseral nicht gut zu den übrigen passen. Der Punkt wurde deshalb als Neupunkt behandelt und erhielt eine Koordinatenänderung in x von etwa + 50 cm. Ähnlich verhielt es sich mit dem Punkt Chaille, der um etwa - 30 cm in y verschoben wurde. Schliesslich musste auch der 1974 neu angeschlossene Punkt Dôle als Neupunkt behandelt werden und erhielt Koordinatenänderungen von je etwa - 30 cm in x und y. Alle übrigen Punkte wiesen Koordinatenverbesserungen von wenigen cm auf.

Der Masstab der Geodimeter-Messungen stimmt besser als $1 \cdot 10^{-6}$ mit demjenigen des bestehenden Netzes überein. Demgegenüber sind die Distomat-Messungen von 1969 zu kurz und müssen durchschnittlich um + 5 mm/km korrigiert werden [3], eine Feststellung, die in unseren Verhältnissen bei Mikrowellen-Messungen nicht neu ist.

Schliesslich sei noch auf die Tatsache hingewiesen, dass die Kombination der Distanzmessungen mit Richtungsmessungen, die 50 bis 70 Jahre zurückliegen, zu keinerlei Komplikationen geführt hat. Dies ist nur dank der sorgfältigen und dauerhaften Versicherung aller Netz

punkte möglich und lässt den Schluss zu, dass Punktverschiebungen in der Zwischenzeit offenbar nicht eingetreten sind.

5.2 Basisvergrößerungsnetz Weinfeldern

Die Distanzmessungen hatten den Zweck, allfälligen Verzerrungen innerhalb des Basisvergrößerungsnetzes - wie sie sich bei der Untersuchung des Basisvergrößerungsnetzes Aarberg gezeigt hatten ([3], Seite 7) - festzustellen und durch deren Einführung die Masstabsübertragung zu verbessern. Solche Verzerrungen mussten auch hier vermutet werden, nachdem verschiedene Ausgleichungen des Triangulationsnetzes 1. Ordnung darauf hingewiesen hatten, dass die Vergrößerungsseite Hörnli - Hersberg etwa um den Faktor $8 \cdot 10^{-6}$ gegenüber dem durch die bisherigen Geodimeter-Messungen festgelegten Netzmasstab zu kurz war.

Das gute Resultat der gemeinsamen Ausgleichung der sechs gemessenen Strecken und der Richtungen im Basisvergrößerungsnetz legte nun den Schluss nahe, dass in dieser Vergrößerungsstufe keine Verzerrungen auftraten. Sollten doch solche vorhanden sein, mussten sie somit in einem näher der Basis gelegenen Netzteil auftreten, wo denn auch Dreiecke mit wesentlich ungünstigerer Form zu finden sind.

Als weiteres Resultat ist festzuhalten, dass bei der masstabsfreien Einführung der sechs Geodimeter-Strecken in das durch die ursprüngliche Basislänge festgelegte Basisvergrößerungsnetz der Masstab der Geodimeter-Messungen zu $- 11 \pm 4 \text{ mm/km}$ bestimmt wurde. Umgekehrt sind also die sechs vergleichbaren Netzseiten praktisch um den gleichen Faktor zu kurz gegenüber den entsprechenden Geodimeter-Distanzen, der seinerzeit bei der Ausgleichung des Triangulationsnetzes 1. Ordnung für die Vergrößerungsseite Hörnli - Hersberg gefunden wurde. Dies ist - unter Annahme der richtigen Basislänge - ein weiterer Hinweis auf Masstabsverzerrungen innerhalb der ersten Stufen des Basisvergrößerungsnetzes.

6. Schlussfolgerungen

Die vorliegenden Resultate lassen u.a. folgende Schlussfolgerungen zu: Obschon mit den Geodimeter-Messungen immer wieder eine erstaun-

lich hohe Genauigkeit erreicht wird, wäre es oftmals doch zweckmässig, eine Strecke mehr als nur an einem einzigen Tag zu messen, um dadurch die Sicherheit zu steigern. Dies müsste vor allem dann geschehen, wenn extreme Wetterverhältnisse vorliegen und als solche erkannt werden, wie abnormale Temperaturgradienten über grosse Höhenunterschiede, grosse Unterschiede in den meteorologischen Bedingungen an den beiden Streckenendpunkten. Diese Forderung ist an sich nicht neu, die Schwierigkeit besteht jedoch darin, dass sie infolge der praktischen Umstände meist nicht befolgt werden kann, ohne eine Kampagne ungebührlich lange auszudehnen. Demzufolge wird man sich im allgemeinen mit den auf bisherige Weise erhaltenen Resultaten zufriedengeben.

Im Netz der Westschweiz hat es sich als nachteilig erwiesen, dass zwischen dem Streckennetz 2. Ordnung und den Jurahöhen eine Lücke klafft, wodurch das Netz praktisch in zwei Teile zerfällt. Wichtige Informationen über das Verhalten von Berg-Tal-Verbindungen einerseits und von hoch über das Gelände verlaufenden Strecken andererseits sind dadurch nicht möglich. Es sollte deshalb versucht werden, wenigstens einige Verbindungen von exzentrischen Stationen aus zu schaffen.

Im Basisvergrößerungsnetz Weinfeldern haben die vorhandenen Distanzmessungen ihre Aufgabe erst zur Hälfte erfüllt. Hier sind noch weitere Messungen vonnöten, die eine lückenlose Massstabsübertragung von der Basis bis zur Vergrößerungsseite gestatten.

7. Literatur

- [1] Protokoll der 118. Sitzung der SGK. Kloten 1973
- [2] Protokoll der 119. Sitzung der SGK. Kloten 1974
- [3] Protokoll der 120. Sitzung der SGK. Kloten 1975
- [4] Alois Elmiger, Algol- Programm Netz-3D. Institut für Geodäsie und Photogrammetrie ETH Zürich, Computerprogramme, Nr. 1, Zürich 1972.

Anhang 3

Bericht von W. Fischer, dipl.Ing., über die Schweremessungen 1974

Die gravimetrischen Arbeiten beschränkten sich 1974 auf die weitere Untersuchung des neuen LaCoste-Romberg-Gravimeters G-317 und die Bestimmung der Schwere auf drei Teilstücken des Réseau Européen Unifié de Nivellement (REUN). Daneben wurden für die Aufnahme der Schwerekarte durch die Schweizerische Geophysikalische Kommission die benötigten Daten und Stationsbeschreibungen des Schwerenetzes 1. Ordnung bereitgestellt.

Das Driftverhalten des Gravimeters G-317 ist während des ganzen Jahres mit Ausnahme der Zeit der Feldarbeiten für die Aufnahme der Schwerekarte (29. April - 6. November 1974) durch periodische Ableesungen auf dem Schwerepfeiler im Geodätischen Institut der ETH-Z überprüft worden.

Zur Bestimmung des Massstabs sind im Frühjahr 1974 Vergleichsmessungen auf der deutschen Eichlinie Freiburg i.Br. - Karlsruhe und auf der schweizerischen Linie Basel - Zürich - Flüelapass des Schwerekontrollnetzes durchgeführt worden.

Die Nivellementslinien Yverdon - Préverenges (bei Morges), Olten - Hauenstein Basistunnel - Sissach und Frümser - Schaanwald (Oesterreich) sollen neu in das REUN eingefügt werden. Zur Berechnung geopotentieller Kotendifferenzen sind deshalb auch auf diesen Linien einige Schwerewerte bestimmt worden, was bei zweimaliger Aufstellung und Ableesung des Gravimeters (im Hin- und Rückweg) auf ausgewählten Nivellementspunkten geschehen ist.

Anhang 4

Auszug aus dem Bericht von Dr. A. Elmiger über:
Erste Ergebnisse einer Geoidbestimmung für die Schweiz aus
astronomischen und interpolierten Lotabweichungen

Vorwort

In diesem Bericht werden die benützten Daten und einige Resultate von Berechnungen zur Bestimmung des Geoides in der Schweiz vorgelegt, die der Verfasser seit einigen Jahren am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ ausgeführt hat. Brauchbare Ergebnisse liegen seit mehr als einem Jahr vor. Wegen anderweitiger Beanspruchung des Verfassers konnten bis jetzt keine Resultate publiziert werden, und aus dem gleichen Grund muss sich auch dieser Bericht auf das Wesentlichste beschränken. Der Verfasser hofft, in einiger Zeit eine etwas umfassendere Darstellung der durchgeführten Untersuchungen und der erhaltenen Ergebnisse vorlegen zu können.

Die Arbeiten wurden unter der Oberaufsicht von Prof. Dr. F. Kobold begonnen, zu dieser Zeit Vorsteher des Instituts für Geodäsie und Photogrammetrie und Präsident der Schweiz. Geodätischen Kommission (SGK), und dann weitergeführt unter derjenigen von Prof. Dr. M. Schürer, dem gegenwärtigen Präsidenten der SGK. Die Arbeit verdankt beiden Herren wertvolle Anregungen und Impulse, und der Verfasser möchte ihnen seinen besten Dank aussprechen.

Ferner dankt er herzlich Herrn Dr. E. Klingelé vom Institut für Geophysik der ETH, der ihm sein Plotprogramm zur Verfügung gestellt hat, mit dem die Höhenkurvenpläne des Geoides (Beilagen 1 bis 3) gezeichnet sind, sowie Herrn W. Schneibel vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie für die speditive Anfertigung der übrigen Planbeilagen.

Ueberblick

Zur Bestimmung des Geoides - genauer: einer möglichst guten Approximation dieser Niveaufläche - über dem betrachteten Referenzellipsoid werden astronomisch beobachtete und interpolierte Lotabweichungen verwendet, wobei die Interpolation von aus Massen gerechneten topo-

graphisch-isostatischen Lotabweichungen ausgeht.

Es sollen daher zunächst die verwendeten astronomischen Lotabweichungen bereitgestellt werden (Abschnitt 1). Hierauf werden die Berechnungen aus Massen (2) und das Interpolationsverfahren (3) kurz beschrieben und die gesamten Ausgangsdaten für die Geoidbestimmung zusammengestellt.

Zur Transformation der in verschiedenen Systemen gegebenen Lotabweichungen, sowie der in einem System gerechneten Geoidhöhen in ein anderes, muss die gegenseitige Beziehung der betreffenden Bezugsellipsoide bekannt sein (Datumübergang). Die nötigen Angaben enthält Abschnitt 4.

Es folgt eine kurze Beschreibung der verwendeten Methoden zur Geoidbestimmung (5) und die Darstellung einiger Resultate (6).

1. Astronomische Lotabweichungen

a) Beobachtungen

Die Astronomischen Beobachtungen - Messungen liegen seit 1867 vor - wurden vom Verfasser gesammelt, bereinigt und in /3b/ zusammengestellt. Einige seither ausgeführte Bestimmungen wurden mitbenützt. Ferner wurden alle im nähern Ausland auffindbaren Lotabweichungsbestimmungen beigezogen. Von den Punkten der schweizerischen Geoidprofile /10, 16b/ - total 102 astronomische Stationen und eine grössere Zahl interpolierter Punkte - wurde für die Lotabweichungsinterpolation und Geoidbestimmung nur eine Auswahl von 22 Punkten verwendet; im zweiten Fall wurden nicht nur die Lotabweichungen, sondern auch die Geoidhöhen aus den Profilen mitbenützt (siehe 6.2).

Damit stehen gesamthaft 169 Punkte mit 1 oder 2 beobachteten Lotabweichungskomponenten zur Verfügung. Als Einheit der Lotabweichung wird die sexagesimale Sekunde verwendet.

Vorzeichen der Lotabweichungskomponenten:

Xi pos.: Ablenkung des physikalischen Zenits gegen die Ellipsoidnormale nach Norden.

Eta pos.: Entsprechende Abweichung nach Osten.

b) Qualität der Beobachtungen

Die verwendeten Lotabweichungskomponenten weisen aus verschiedenen Gründen (alte und neue Messungen, etc.) stark unterschiedliche Genauigkeiten auf. Zur Charakterisierung der Qualität der Messwerte wurden Güteklassen eingeführt, denen nachträglich nach Wunsch bestimmte Fehler zugeordnet werden können.

Güteklasse:	Charakterisierung	Typ.mittl.Fehler
1	Beste Beobachtungen über mehrere Jahre.	± 0.4
2	Sehr gute Beobachtung 1 Jahr / gute Beobachtung, mehrere Jahre	0.5
3	Normale Lotabw.beob.(2-3 Abende)	0.6
4	Reduzierte Genauigkeit/alte Beob.	0.7
5	Lotabw. aus Azimut, lange Visur	1.0
6	Lotabw. aus Azimut, kurze Visur	1.5
7	Zweifelhafter oder grob geschätzter Wert	2.0

Die Einteilung in die verschiedenen Klassen geschah relativ grosszügig. Die angegebenen mittleren Fehler beziehen sich auf die äussere Genauigkeit der Messungen und sind noch etwas aufgerundet wegen Fehlereinflüssen anderen Ursprungs wie:

- Einfluss der Berechnung aus Massen (massgebend bei der Lotabweichungsinterpolation, wo reduzierte Lotabweichungen verwendet werden, siehe 3., und bei der Geoidbestimmung, wo die Oberflächenlotabweichungen mit Hilfe der Lotkrümmungen aus Massen auf das Geoid reduziert werden).
- Vernachlässigung von Lotkrümmungen für Punkte ausserhalb des Einzugsgebietes der mittleren Höhen.
- Ausnahmsweise: Möglicher Einfluss von lokalen Störungen (im allgemeinen nicht bekannt).

Diese Klasseneinteilung wird für alle Berechnungen (Lotabweichungsinterpolation, Geoidbestimmung, Cogeoidbestimmung) beibehalten, während die mittleren Fehler von Fall zu Fall variiert werden können.

c) Quellen

Die hier benutzten Lotabweichungen entstammen folgenden Quellen:

- Schweiz: Berichte und Publikationen der SGK, insbesondere Elmiger /3b/.
- Deutschland: Heitz /9/, Straub /17/
- Frankreich: Mitteilung des IGN, Paris und AIG-Liste /1/.
- Italien: Mitteilung des IGM, Florenz und Liste /1/.
- Oesterreich: Mitteilung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien.

2. Lotabweichungen aus Massen: Topographisch-isostatische Lotabweichungen

a) Zweck

Wie bereits angedeutet, werden sie zur Lotabweichungsinterpolation (reduzierte Lotabweichung) und zur Geoidbestimmung (Lotkrümmung aus Massen) benötigt.

b) Methode

Sie wurde schon in /3a, c, d/ beschrieben, so dass hier ein paar Hinweise genügen mögen.

Die sichtbaren, topographischen Massen werden durch die mittleren Höhen der Schweiz erfasst: Ein 500 m-Gitter überdeckt die ganze Schweiz und überlappt die Grenzen um 10 bis 50 km. In der Aussenzone reicht ein 10 km-Gitter noch ca. 70 km weiter und schliesst die Orte Stuttgart, München, Turin und Dijon ein. In der nächsten Umgebung werden für jede Station 100 m-Koten in einem Bereich von $1.5 \times 1.5 \text{ km}^2$ benötigt.

Um die unsichtbaren Massen genähert erfassen zu können, wird im Sinne einer einfachen Arbeitshypothese das Isostasiemodell von Pratt-Hayford verwendet. Systematische Abweichungen von diesem Modell werden, wie alle andern systematisch wirkenden Fehler, in der anschliessenden Interpolationsphase weitgehend eliminiert.

c) Computerprogramm

Es ist in /3a, d/ beschrieben. Die Berechnungen wurden mit folgenden Parametern durchgeführt, die in erster Linie so gewählt wurden, dass die Ergebnisse mit frühern Berechnungen, z.B. /16b/ vergleichbar sind: Einzugsgebiet 70 km um jede Station, Verarbeitung in 500 m-Feldern bis 20 km, mittlere Dichte 2.65, Ausgleichstiefe 120 km, Formelwahlparameter 0.2/0.2.

d) Genauigkeit

Wie in /3a/ gezeigt wurde, betragen die zufälligen Fehlereinflüsse im Normalfalle etwa ± 0.2 bis ± 0.3 . In speziellen Fällen können lokale Störmassen allerdings Fehler bis 2.3 bewirken (Station Konkordia, Einfluss Aletschgletscher). Von systematischen Fehlern ist hier nicht die Rede, da sie durch Interpolation weitgehend eliminiert werden können.

3. Lotabweichungsinterpolation

a) Zweck

Die Güte einer Geoidbestimmung - charakterisiert durch ihre Genauigkeit und die erfassten Detailformen - ist, besonders in gebirgigem Gelände, direkt von der Dichte der verwendeten LA*-Stationen abhängig. Viele gut verteilte Punkte, auch mit nur mässiger Genauigkeit, sind günstiger als weniger Punkte mit höherer Genauigkeit. In der Schweiz sind die astronomischen Stationen ziemlich ungleichmässig verteilt. Durch Interpolation von LA auf Zwischenpunkten soll das astronomische Stützpunktfeld verdichtet und homogener gestaltet werden. Ferner müssen für die in 5.2 beschriebene Methode der Geoidbestimmung auf allen Stationen beide Komponenten der LA gegeben sein. Auf den Punkten der Geoidprofile sowie bei verschiedenen andern Punkten muss die fehlende Komponente daher durch Interpolation ergänzt werden. Schliesslich wird die Methode zur Verbesserung zweifelhafter Werte benutzt (Ersatz der beobachteten durch die ausgeglichenen Werte).

b) Methode

Die aus Massen gerechneten LA stellen im allgemeinen den Hauptanteil der gesuchten LA dar. Sie sind jedoch noch zu korrigieren um den Einfluss der systematisch verlaufenden Restfehler, die in den Differenzen astronomische LA minus LA aus Massen - bezeichnet als reduzierte LA - zum Ausdruck kommen. Diese verlaufen bekanntlich wesentlich ruhiger als die Oberflächen-LA und eignen sich daher gut für eine Interpolation.

Das verwendete Verfahren der Interpolation kann wie folgt beschrieben werden:

Die Niveaufläche der reduzierten Lotrichtungen - physikalische Bedeutung: ein Cogeoid - lässt sich durch geeignete Funktionen (hier: gewöhnliche oder trigonometrische Polynome) approximieren. Die Parameter der verwendeten Funktion lassen sich durch Ausgleich bestimmen, indem man die quadratische Summe der Restfehler - die Winkel zwischen Niveaufächennormalen und reduzierten Lotrichtungen - minimiert. Die interpolierte reduzierte LA in einem Zwischenpunkt ergibt sich komponentenweise durch partielle Differentiation des zur Darstellung der Niveaufläche gewählten Polynoms in den beiden Koordinatenrichtungen. Die gesuchte tatsächliche LA ergibt sich schliesslich, indem man zum interpolierten reduzierten Wert die LA aus Massen addiert. Details siehe /3a/.

* LA = Lotabweichung

c) Praktisches Vorgehen

Programm: Die Interpolation erfolgt mit dem Programm LAINT des Verfassers, das auch zur Geoidbestimmung nach 5.1 verwendet werden kann.

Einzugsgebiet und Interpolationsfunktion: Grundsätzlich kann für jeden Punkt ein individuelles, relativ kleines Einzugsgebiet gewählt werden, wobei Polynome niedrigen Grades genügen. Aus praktischen Gründen wurde die Interpolation pauschal, d.h. mit einem Einzugsgebiet für alle Stationen gemeinsam durchgeführt. Das Programm in der vorliegenden Form eignet sich für diesen Fall besser und zudem erscheint eine Extrapolation, die am Rand des Gebietes teilweise nötig ist, sicherer, als wenn man nur kleine, lokale Einzugsgebiete verwendet. Das gleiche gilt für die Interpolation in Störzonen wie im Tessin, das im Einflussbereich der Ivreazone liegt. Zur Interpolation über das ganze Gebiet wurden, wie in /3c/ gewöhnliche Polynome vom Grad 7 und trigonometrische Polynome der Ordnung 2 verwendet, die beide gerade 35 unbekannte Parameter aufweisen und damit direkt vergleichbar sind. Die Ergebnisse der beiden Methoden wurden dann gemittelt.

Stützpunkte und Gewichte: Alle im Einzugsgebiet des 500 m-Höhennrasters gelegenen Stützpunkte (total 142) wurden verwendet mit der bereits erwähnten Ausnahme, dass von den Punkten der Geoidprofile nur 22 benützt wurden. Die verwendeten mittleren Fehler entsprechen den Angaben von Abschnitt 1 (7 Gewichtsklassen). Einzelne Punkte liegen weniger als 20 km vom Rand des Einzugsgebietes der 500 m-Koten entfernt; die entsprechenden LA aus Massen sind daher etwas unsicher, doch wirkt sich der Fehler am Rande des Gebietes weniger aus.

Interpolierte Punkte: Für folgende Punkte wurde eine Interpolation durchgeführt:

- 42 Triangulationspunkte 1. Ordnung
- 25 übrige Punkte
- alle Punkte mit nur einer gegebenen LA-Komponente

Nach durchgeführter Interpolation wurden schlechte Stützwerte (Komponenten, deren Güteklasse $\cong 5$ ist) ersetzt durch interpolierte (ausgeglichen) Werte und ihre Güteklasse sodann auf 5 gesetzt, mit Ausnahme einiger Punkte am Rande des Gebietes, die leicht extrapoliert sind, und deren Güteklasse auf 6 gesetzt wurde.

d) Genauigkeit der Interpolation

Aus der Ausgleichung ergeben sich für die interpolierten LA (reduzierte LA) mittlere Fehler, die in erster Linie von der Lage des Punktes im Stützpunktfeld aber auch von der gewählten Interpolationsfunktion abhängen. Der kleinste Wert liegt bei ± 0.3 , in der Mitte des Stützpunktfeldes betragen die Werte etwa ± 0.5 und am Rande ± 1.0 bis ca. ± 1.5 . für extrapolierte Werte ergeben sich erwartungsgemäss recht hohe mittlere Fehler, als Max. ± 5.2 .

Die umstehenden Angaben bedeuten innere Genauigkeiten. Ein Hinweis auf die äussere Genauigkeit ergibt sich aus folgendem Vergleich: In /3c/ wurden mit dem gleichen Verfahren jedoch etwas andern und weniger Stützpunkten LA für die Punkte 1. Ordnung bestimmt. Die grösste Differenz zur vorliegenden Bestimmung ist 1.8. Wie die Restfehler verschiedener Geoidbestimmungen für die Schweiz aber zeigen, ist eine Genauigkeit von $\pm 2''$ für die LA durchaus genügend.

4. Ellipsoidübergänge ("Datum Shifts")

Zur Transformation von LA und Geoidhöhen von einem geodätischen Datum in ein anderes muss die gegenseitige räumliche Lage der entsprechenden Referenzellipsoide bekannt sein. Wir gehen dabei von der räumlichen Vorstellung von Vening Meinesz aus (im Gegensatz zur früher üblichen zweidimensionalen Betrachtungsweise): Die kleinen Halbachsen verschiedener Referenzellipsoide werden im Raum als parallel zueinander angenommen (parallel zur mittleren Erdachse). Die Koordinaten eines als fest im Raum betrachteten Punktes auf zwei verschiedenen Referenzellipsoiden ergeben sich, wenn man vom Punkt aus die Normalen auf die beiden Flächen fällt. Für den Uebergang genügen bei benachbarten Ellipsoiden Differentialformeln, siehe z.B. /8/ S. 204 f.

Da Grösse und Form der beiden Ellipsoide bekannt sind, verbleiben 3 Parameter zur Definition der gegenseitigen Lage der beiden Rotationsflächen: 3 kartesische Koordinatendifferenzen oder Aenderungen für die beiden LA-Komponenten eines Bezugspunktes und eine Geoidhöhenänderung dieses Punktes. Grundsätzlich genügt die Kenntnis der Koordinaten eines Punktes in beiden Systemen, bei mehreren Punkten ist eine Ausgleichung möglich.

4.1 Beziehung Schweizerisches Datum – Europäisches Datum – 1950

Es handelt sich um das Ellipsoid von Bessel und das Internationale Ellipsoid von 1924. Für 63 Punkte 1. Ordnung liegen geographische Koordinaten in beiden Systemen vor (Liste der Eidg. Landestopographie Bern). Geoidhöhen sind aber zunächst nur in einem System genähert bekannt. Die gegenseitige Beziehung muss daher in zwei Schritten bestimmt werden, die sich gegenseitig sehr wenig beeinflussen:

a) LA-Aenderungen für den Nullpunkt Bern

Setzt man zunächst die Geoidhöhenänderung in Bern = 0, so ergibt die Ausgleichung aus den Koordinatendifferenzen der 63 betrachteten Punkte für Bern: $\Delta \xi_B = +1.491 \pm 0.003$, $\Delta \eta_B = 0.366 \pm 0.003$.

b) Gegenseitige Höhenlage der Referenzellipsoide

Für die Schweiz liegen Geoidhöhen in den Punkten der Geoidprofile und im Berner Oberland /19/ vor, die sich auf den Schnittpunkt dieser Profile, Schwerzenbach, mit $N = 0.00$ m beziehen. Im folgenden wird angenommen, das schweizerische Datum sei definiert durch Vorgabe der üblichen Werte für Länge und Breite des Nullpunktes Bern und durch $N = 0$ in Schwerzenbach. Für Bern würde daraus nach 6.2 $N_B = -0.73$ m ∓ 0.09 folgen

Für das europäische Datum, definiert durch Vorgabe bestimmter LA und $N = 0$ für den Punkt Potsdam, liegen folgende Geoidbestimmungen im Raum der Schweiz vor:

- (1) Bestimmung des IGN Paris, Levallois 1973. /11/
- (2) Bomford-Geoid von 1971. /2/
- (3) Bestimmung von Heitz für Westdeutschland, Stand 1968 /9/

Für die ersten beiden Geoiden wird der Vergleich in 25 Punkten der Geoidprofile durchgeführt, die in beiden Fällen als Gerüst der Bestimmung gedient haben.

Für das Geoid (3) ist ein Vergleich mit dem Geoid der Schweiz nach Abschnitt 6.2 nur in 12 Punkten nördlich vom Bodensee möglich.

Für den Uebergang Schweiz - Europa sind in Bern folgende Geoidhöhenänderungen anzubringen (Schwerzenbach = 0):

- | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|
| Nach (1): $\Delta N_B = -2.2$ m | (Das Ellipsoid ED50 liegt also höher |
| Nach (2): -3.0 m | als das schweiz. Bessel-ellipsoid) |
| Nach (3): -3.9 m | |

Gegenwärtig dürfte die Bestimmung des IGN die zuverlässigste sein.

Für den Uebergang Schweiz. Datum auf Europäisches Datum 1950 wurden daher in den weitem Berechnungen die Korrekturen eingeführt. (Bern):

$$\Delta\xi_B = +1.491, \quad \Delta\eta_B = -0.366, \quad \Delta N_B = -2.20 \text{ m.}$$

4.2 Uebergang Schweizerisches Datum auf Weltdatum

Der Nullpunkt eines Weltsystems liegt im Erdschwerpunkt, die kleine Halbachse (z-Achse bei kartesischen Koordinaten) fällt mit der mittleren Erdachse, definiert durch den CIO (Conventional International Origin), zusammen und der Nullmeridian mit dem mittleren Meridian von Greenwich (x-Achse, im Aequator), definiert durch vom BIH adoptierte Längen. Bezüglich Grösse und Form des Ellipsoides werden laufend neue Angaben vorgelegt. Im folgenden wird das Weltsystem von Schmid /14/ benutzt: Halbachse $a = 6378\ 130 \text{ m}$, Abplattung $f = 1/298.25$. (f gilt als einigermaßen gesichert, eine spätere Aenderung von a beeinflusst fast nur die Geoidhöhen).

Geozentrische Koordinaten liegen in der Schweiz nur für die Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald vor, für welche das Smithsonian Astrophysical Observatory /7/ die folgenden Werte bestimmt hat (mittl. Fehler je $\pm 7 \text{ m}$)

$$X = 4331\ 310 \text{ m} \quad Y = 567\ 511 \text{ m} \quad Z = 4633\ 093 \text{ m.}$$

Die schweizerischen Landeskoordinaten für den gleichen Punkt (Xpunkt, Bestimmung Eidg. Landestopographie, Bern) lauten

$$y = 2016.278 \text{ m} \quad x = -8240.330 \text{ m} \quad H = 903.426 \text{ m (Meereshöhe)}$$

Aus dem Vergleich ergeben sich die folgenden Transformationsparameter für den Punkt Zimmerwald:

$$\Delta\xi_Z = +5.27, \quad \Delta\eta_Z = +3.35, \quad \Delta N_Z \text{ so dass } N_Z = 35.07 \text{ m}$$

N_Z wurde für die weitem Berechnungen gerundet auf 35.00 m . Im schweizerischen Datum ist die Geoidhöhe nach 6.2 -0.67 m . Gewählt wurde also $\Delta N_Z = +35.67 \text{ m}$.

5. Methoden der Geoidbestimmung

5.1 Approximation mit Polynomen

In Abschnitt 3 wurde skizziert, wie die Niveaufläche des Cogeoides durch Polynome approximiert werden kann, wobei dort nicht die Niveaufläche an sich interessierte, sondern nur ihre Flächennormalen, welche zur Interpolation von reduzierten Lotabweichungen benutzt wurden. Die gleiche Methode lässt sich zur Bestimmung des Geoides anwenden, wenn man die Winkel zwischen den tatsächlichen Lotrichtungen und den Normalen der Fläche, die durch Ausgleich bestimmt wird, minimiert. Hier geht es um die Bestimmung der Fläche (Höhen über dem Referenzellipsoid), während die Flächennormalen als solche nicht interessieren. Die Methode und ihre praktische Anwendung sind in /3a/ dargestellt.

5.2 Punktweise Geoidbestimmung durch astronomisches Flächennivellement: (Methode Geoidhöhenetz)

a) Methode

Die Idee des astronomischen Profilnivelements kann auf die Fläche übertragen werden: Von einem gegebenen Punkte aus können zu den Nachbarpunkten innerhalb eines bestimmten Grenzradius Verbindungen gebildet werden. Für jede dieser Verbindungen lässt sich, wenn in den beiden Endpunkten die LA bekannt sind, die Geoidhöhendifferenz ΔN rechnen:

$$\Delta N = -(z_1 + z_2)/2 * D,$$

wenn z_1 und z_2 die in die Verbindungsrichtung fallenden Komponenten der LA in den Endpunkten bedeuten. D : Distanz zwischen den beiden Punkten. Man erhält so für jede Verbindung eine fiktive Beobachtung ΔN . Ausgehend von mindestens einem Festpunkt lassen sich die Geoidhöhen aller übrigen Punkte durch vermittelnde Ausgleich bestimmen, in Analogie zu einem trigonometrischen Höhenetz oder einem Nivellementsnetz.

Einer Anregung von Prof. Schürer folgend, hat sich der Verfasser entschlossen, diese Methode vor andern in Frage stehenden Methoden (Prädiktion, Kollokation) zu untersuchen, und für die praktische Durchführung der Berechnungen auf einem Grosscomputer das folgende Programm zu entwickeln.

b) Computerprogramm GHNETZ: Geoidhöhenetz

Die Kapazität beträgt etwa 270 Neupunkte. Die Anzahl der Beobachtungen ist nicht begrenzt.

Die Netzdefinition erfolgt automatisch: Es kann die Anzahl der Verbindungen vorgegeben werden, die von jedem Punkt aus zu den nächstgelegenen Nachbarpunkten gelegt werden sollen, wobei eine wählbare, obere Grenzdistanz nicht überschritten werden soll. Ein oder mehrere Punkte können als fest eingeführt werden.

Für die fingierten Beobachtungen, die sich für jede Netzlinie ergeben, werden Gewichte nach folgenden Gesichtspunkten angesetzt (Korrelationen werden nicht berücksichtigt):

- (1) Genauigkeit der verwendeten LA (beobachtet, interpoliert). Das Programm sieht 3 Möglichkeiten vor:
 - a) Gleiches Gewicht für alle Stationen.
 - b) 2 Klassen: Beobachtete und interpolierte LA.
 - c) 7 Klassen, entsprechend den in 2. beschriebenen Güteklassen

In dieser Weise wird vermieden, dass für Berechnungen mit verschiedenen Gewichten immer wieder Daten mit neuen mittleren Fehlern abgelocht werden müssen.

- (2) Einfluss der Distanz: Die angegebene Formel für die Berechnung einer Geoidhöhendifferenz ist genau, wenn der Geoidschnitt in der betreffenden Richtung durch eine Funktion höchstens 2. Grades dargestellt werden kann, d.h. bei linearer Änderung der LA mit der Distanz. Diese Voraussetzung ist aus physikalischen Gründen (Störmassen) im allgemeinen umso weniger erfüllt, je grösser die Distanz ist. Es sollte daher dafür gesorgt werden, dass sich solche geometrische Modellfehler bei grösseren Distanzen nicht zu stark auswirken. Zu diesem Zweck kann das Gewicht einer Beobachtung, das sich aus (1) ergibt (proport. zu $1/D^2$) durch einen "Abminderungsfaktor" in $1/D^n$ verändert werden. Im allgemeinen wurde $n = 3$ gewählt, insbesondere in den Beispielen des nächsten Abschnitts.

6. Einige Resultate von Geoidbestimmungen

6.1 Das Geoid im Berner Oberland

In /19/ S. 146 sind die Ergebnisse einer Geoidbestimmung aus Höhenwinkeln dargestellt. Die Oberflächenlotabweichungen wurden mit Hilfe von Lotkrümmungen aus Massen auf das Geoid reduziert. Die Genauigkeit der erhaltenen Geoidhöhen wurde auf ± 10 cm geschätzt (mittlerer Fehler max.). Die Berechnung erfolgte im Schweiz. Datum mit N für Schwerzenbach = 0.

Vergleichsberechnung mit Programm GHNETZ

Die Daten wurden der erwähnten Tabelle [19] S. 146 entnommen. Das Netz umfasst 67 Punkte, wobei die 3 im Gotthardmeridian liegenden Punkte mit festen Geoidhöhen eingeführt wurden. Gesamthaft ergaben sich 226 Verbindungen (Beobachtungen) mit einer durchschnittlichen Länge von 5.8 km; die Ueberbestimmung ist 162. Die LA wurden mit gleichen mittleren Fehlern eingeführt, die Distanzabhängigkeit der fingierten Beobachtungen wurde mit $1/D^3$ angenommen.

Im allgemeinen ergaben sich gegenüber Wunderlin Differenzen von nur wenigen cm. Die mittlere quadratische Differenz ist ± 3.2 cm, die maximale Differenz 12 cm. Die Uebereinstimmung kann also als sehr gut bezeichnet werden.

Mittlere Fehler der Geoidhöhen: Für den am weitesten von den Festpunkten entfernten Punkt Spiez ist er beispielsweise ± 5.6 cm.

6.2 Geoid Schweiz

Von den verschiedenen durchgeführten Berechnungen sei hier ein Beispiel der Methode "Geoidhöhenetz" vorgelegt:

Berechnung vom 21.5.75: Geoid 1975

a) Stützpunkte

Um eine möglichst homogene Stützpunktverteilung zu erhalten, wurden einige astronomische Punkte weggelassen in besonders dicht besetzten Gebieten (Berner Oberland, Basisnetze Heerbrugg und Bellinzona), ferner ein paar zweifelhafte oder nahe bei guten Stationen gelegene Punkte. Gesamthaft ergibt sich so eine Reduktion um 33 Punkte. Von den interpolierten Punkten und den astronomischen Punkten des Auslandes wurden dagegen alle verwendet (Ausnahme: Verlängerung des Gotthardmeridians in Deutschland: nur Punkt Gutmadingen).

Es ergeben sich so für die Lösung 1975 total 203 Stützpunkte (136 astr., 67 interp.). Sie sind vollständig enthalten in Tab. 1 sowie den Planbeilagen 1 bis 3.

b) Festpunkte

Die ausgewählten Punkte der Geoidprofile wurden mit ihren Geoidhöhen aus /16b/, die sich auf Schwerzenbach = 0 beziehen, als fest eingeführt, ferner wenige Punkte, die nahe bei den Profilen liegen oder in ihnen enthalten sind (Faux d'Enson, Hörnli, Gäbris, Basis N, Gridone). Ihre Höhen wurden vorher separat berechnet.

Ebenfalls wurden die Geoidhöhen, die sich in 6.1 ergeben hatten, übernommen und als fest eingeführt. Allerdings wurde nur eine reduzierte Anzahl Punkte tatsächlich eingeführt (Grund: Homogene Punktverteilung für Programm GHNETZ und für Interpolation 6.3), sodass hier 40 Festpunkte vorliegen.

c) Netz

Es wird wiederum automatisch gebildet durch Wahl der 6 nächsten Verbindungen für jeden Punkt innerhalb eines Grenzdurchmessers von 50 km, womit sich folgendes Bild ergibt:

Anzahl Beobachtungen (Verb.)	633
Durchschnittl. Länge der Verb.	25.1 km
Max. Länge einer Verbindung	49.8
Eff. Anz. Verb. pro Neupunkt	3 - 10
Anz. Festpunkte	40
Ueberbestimmung	470

d) Gewichte

Für die Lotabweichungskomponenten werden 7 Klassen verwendet, denen die mittleren Fehler des Abschnitts 1a zugeordnet werden. Ferner wird auch hier die Distanzabhängigkeit der Gewichte für die fingierten Beobachtungen proportional zu $1/D^3$ angenommen.

e) Resultate

Lösung 1975: Tabelle 1 enthält die ausgeglichenen Geoidhöhen (N) im Schweiz. Datum (SD) und im Europ. Datum 1950 (ED), die mittleren Fehler der Geoidhöhen (MN) in m relativ zu den Fixpunkten, die Anzahl der Verbindungen zu jedem Punkt (IV), sowie die Lotabweichungen XI, ETA in beiden Systemen auf der Höhe des Geoides, inkl. die normale Lotkrümmung in Breite wegen Meereshöhe (Sexag. Sek.).

f) Genauigkeit

Die Genauigkeit der aus der Ausgleichung erhaltenen Geoidhöhen sei durch ein paar Beispiele illustriert: (siehe Tabelle)

Die angegebenen mittleren Fehler, wie sie aus der Ausgleichung hervorgehen, beziehen sich auf die innere Genauigkeit.

Die tatsächliche, äussere Genauigkeit dürfte hauptsächlich von den gewählten Stützpunkten (Verteilung und Dichte) abhängen.

Beispiele von Geoidhöhen im Schweiz. und Europ. Datum und mittlere Fehler

Punkt	Stand 1975		m _N
	N _{SD}	N _{ED}	
Bern	-0.73	-2.93	± 0.09
Genf	-2.55	-4.53	0.18
Gnifetti	1.95	0.47	0.13
Mompiccio	4.03	1.71	0.19
Feldberg	3.55	0.54	0.13
Brig	1.46	-0.24	fest
Sphinx	1.99	0.14	fest
Niesen	0.04	-1.90	fest
	m	m	

Zusammenfassend dürfte die Genauigkeit dieser Geoidbestimmung etwa wie folgt charakterisiert werden, wobei die Angaben allerdings noch etwas genauer überprüft werden müssen.

Gebiet	Mittl. Fehler	Max. Fehler
Mittelland	± 5 bis 10 cm	20 cm
Alpen	± 10 bis 15 cm	40 cm

6.3 Graphische Darstellung der Resultate

Für die graphische Darstellung des Geoides in Form von Höhenkurvenplänen wurden dem Verfasser von Dr. E. Klingelé vom Institut für Geophysik der ETHZ in freundlicher Weise die beiden folgenden Computerprogramme zur Verfügung gestellt:

a) Interpolationsprogramm INTERPO

Aus den unregelmässig verteilten Höhenkoten des Geoides wurden damit für die Punkte eines Quadratgitters von 5 km Maschenweite Koten interpoliert. Jede interpolierte Kote ergibt sich hierbei aus den Koten der Nachbarpunkte eines gewissen Umkreises durch ausgleichende Bestimmung eines zweidimensionalen Polynoms vom Grad 2. In bestimmten Randzonen (Italien und Frankreich), wo Lücken im Stützpunktfeld vorhanden sind, wurden noch 5 Hilfspunkte mit geschätzten Koten eingeführt, damit eine sinnvolle Interpolation möglich ist.

b) Plotprogramm PAAPA2 (Pas-à-pas)

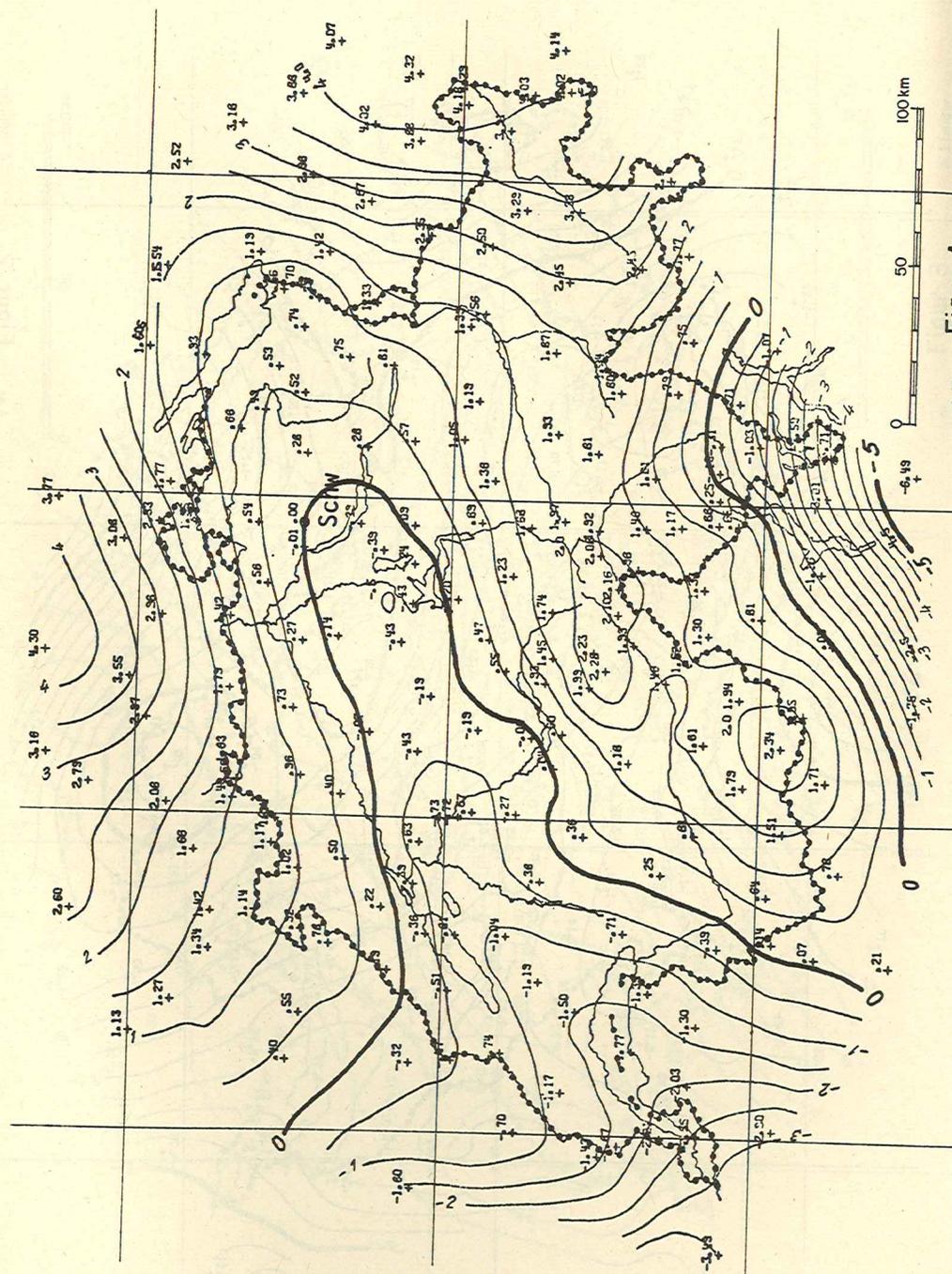
Von den Gitterpunkten aus a) ausgehend werden die gewünschten Höhenkurven bestimmt und auf einem Benson-Plotter Modell 121 gezeichnet. Die Figuren 1 bis 3 zeigen das Geoid, mit Höhenkurven von 0.5 m, nach leichter graphischer Ueberarbeitung, in den Bezugssystemen:

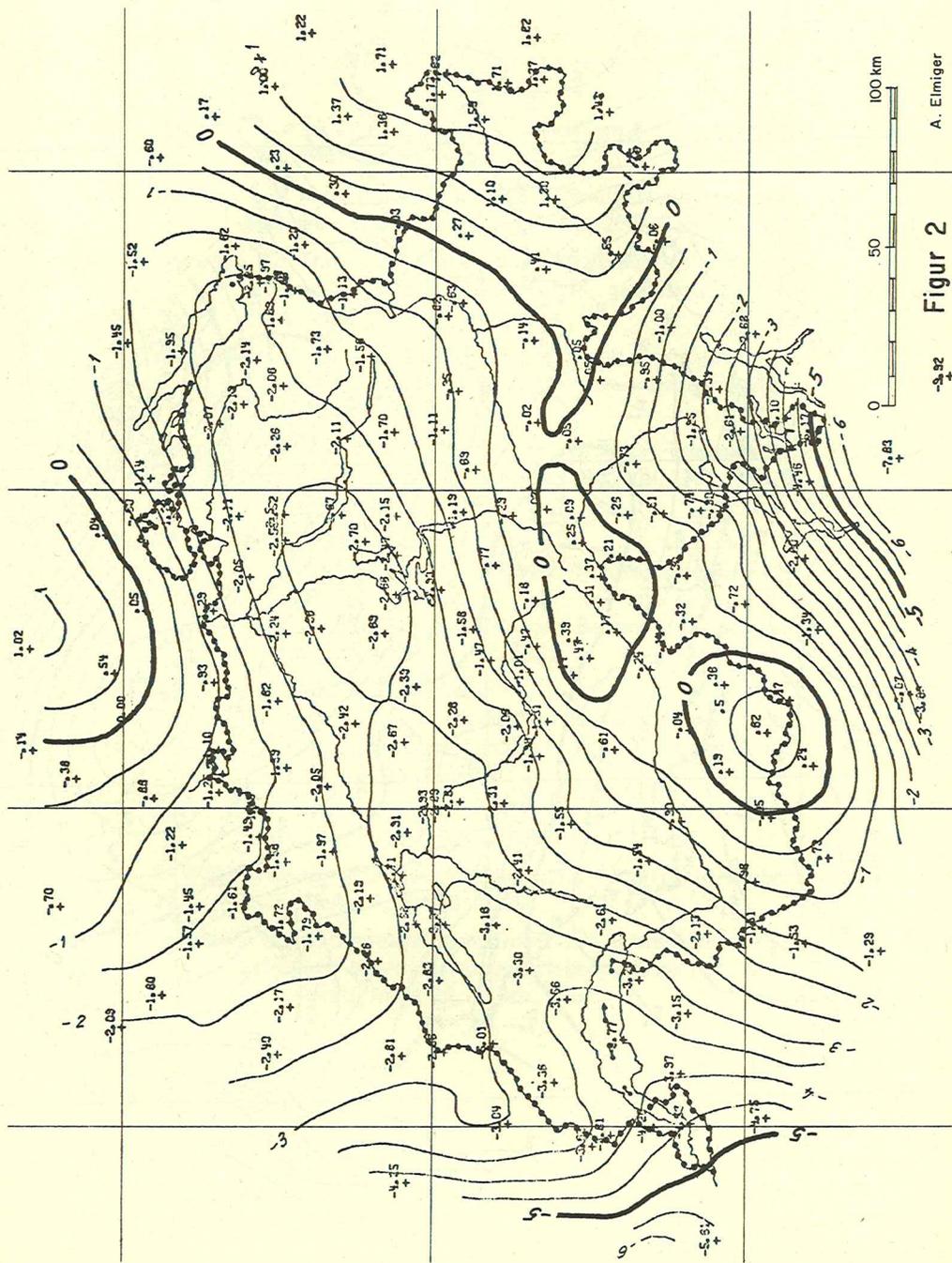
- Fig. 1 SD: Schweiz. Datum
- Fig. 2 ED: Europäisches Datum 1950
- Fig. 3 WD: Weltdatum (4.2): Koten reduziert um 30 m

Literatur

- /1/ AIG: Association Internationale de Géodésie: Liste de stations de déviation de la verticale rattachées au Réseau Européen. Liste No 4. Paris 1971.
- /2/ Bomford G.: The astrogeodetic geoid in Europe and connected areas 1971. Appendix to Mrs. I. Fischer's Report for Study Group V-29. IUGG-Kongress Moskau 1971.
- /3/ Elmiger A.:
 - a. Studien über Berechnung von Lotabweichungen aus Massen, Interpolation von Lotabweichungen und Geoidbestimmung in der Schweiz. Diss. ETH Zürich 1969.
 - b. Astronomisch-geodätische Lotabweichungen in der Schweiz. Zusammenstellung 1867 – 1970. Bericht an die SGK, Juni 1971.
 - c. Lotabweichungen im Schweizerischen Triangulationsnetz 1. Ordnung. Bericht an die SGK, Mai 1972. Schweiz. Zeitschrift für Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, Fachblatt Sept. 1972.
 - d. Algol-Programm LASRM: Berechnung von Lotabweichungen und Schwerereduktionen aus Massen, Benutzeranleitung. Institut für Geodäsie und Photogrammetrie ETHZ, Jan. 1975.
- /4/ Fischer I.: Secretary's Report, Section V, 1967 – 71: Recent Geoid Studies. IUGG-Kongress Moskau 1971.
- /5/ Fried M.: Genauigkeitsuntersuchungen zur astrogeodätischen Geoidberechnung. AVN, Karlsruhe, No. 10/1972.
- /6/ Fryer J.G.: The Geoid in Australia – 1971. Departement of National Development, Division of National Mapping. Technical Report 13, Canberra, May 1971.
- /7/ Gaposchkin E.M., Lambeck K.: 1969 Smithsonian Standard Earth II. Smithsonian Astrophysical Observatory, Special Report No. 315. Cambridge, Mass., May 1970.
- /8/ Heiskanen W.A., Moritz H.: Physical Geodesy. Freeman, San Francisco, 1967.

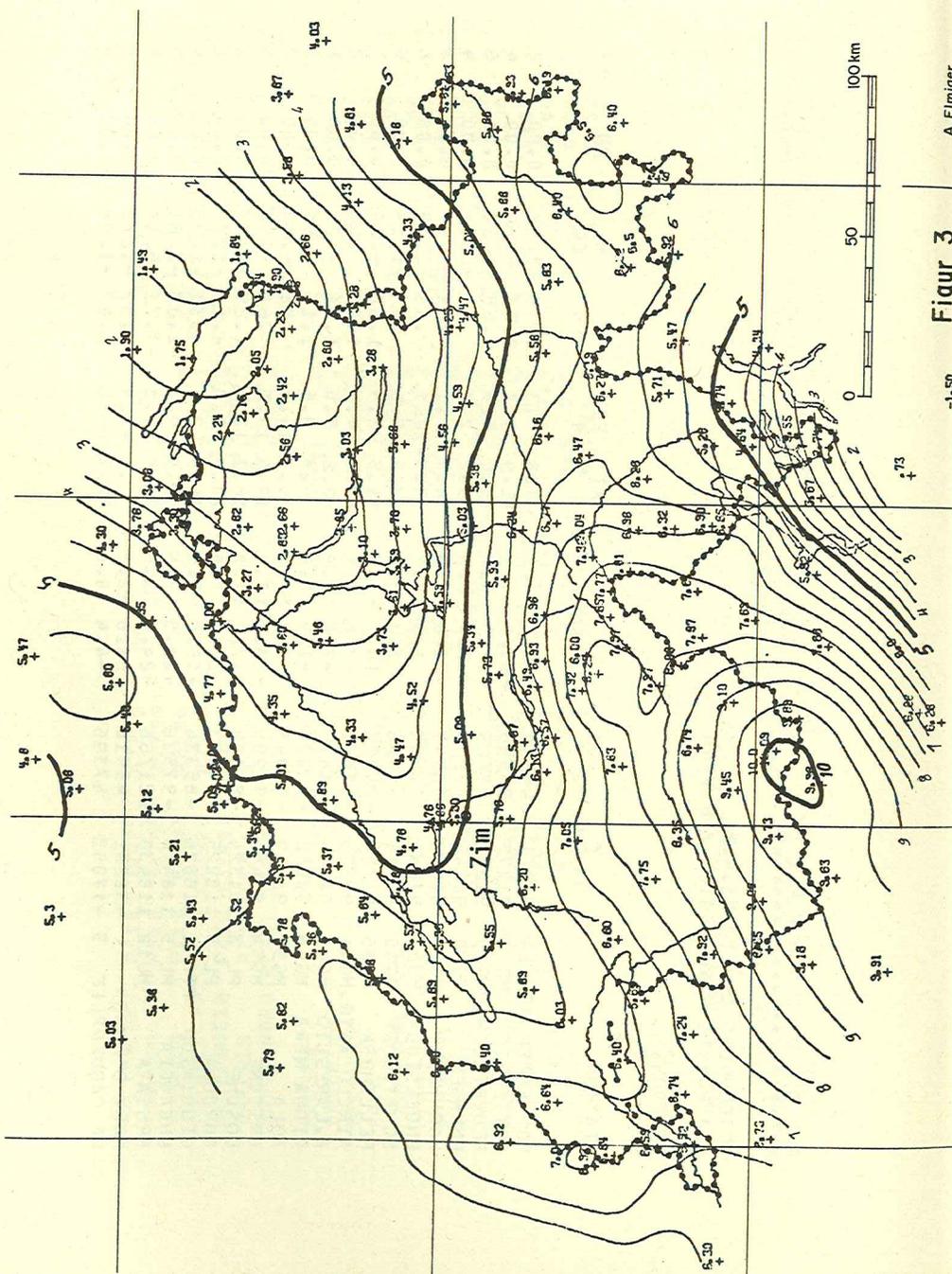
- /9/ Heitz S.: Eine astronomisch-geodätische Geoidbestimmung für Westdeutschland. DGK, Reihe B, Nr. 167, Frankfurt 1969.
- /10/ Kobold F.: Die astronomischen Nivellemente in der Schweiz. ZfV, Stuttgart, Nr. 4/5/1957.
- /11/ Levallois J.J., Monge H.: Institut Géographique National: Géoïde Européen. Karte 1:5 Mio, Paris 31.12.1973.
- /12/ Lambeck K.: The relation of some geodetic datums to a global geocentric reference system. Bull. géodésique No. 99, Paris, März 1971.
- /13/ Litschauer J.: Zur Frage der Geoidgestalt in Oesterreich.. Oesterreich. Zeitschrift für Vermessungswesen, Wien, Dez. 1953.
- /14/ Schmid H.H.: Worldwide Geometric Satellite Triangulation. Journal of Geophysical Research, Vol. 70, Nr. 35, Dez. 1974.
- /15/ Schürer M.: Das Geoid in der Schweiz.
a. Verhandlungen der Schweiz. Naturforschenden Ges. 1951. S. 102.
b. Festschrift zum 100jährigen Bestehen der Schweiz. Geodät. Komm. Zürich 1962.
- /16/ Schweiz. Geodätische Kommission:
a. Festschrift zum 100jährigen Bestehen. Zürich 1962.
b. Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz. Bände 19, 20, 22, 24.
- /17/ Straub G.: Breitenbestimmungen und Geoidstudien im Meridian des St. Gotthard. DGK, Reihe C, Nr. 65, 1963.
- /18/ Wolf H.: Versuch einer Geoidbestimmung im mittleren Europa. DGK, Reihe A, Nr. 18, 1956.
- /19/ Wunderlin N.: Lotabweichungen, Geoid und Meereshöhen in den Schweizer Alpen. Astronomisch-geodätische Arbeiten in der Schweiz, Band 26, Zürich, 1967.





Figur 2

A. Elmiger



Figur 3

A. Elmiger

BERECHNUNG GHNETZ 21.5.75
203 PUNKTE / 40 FESTP. / 6 VERB

FESTPUNKTE
=====

STATION	Y	X	XI SD	ETA	XI EDSO	ETA	SD	N	ED	MN	IV
SCHWERZENBACH	14	91971	48240	-5.5	.1	-3.8	.3	0.00	-2.52	0.00	2
SOTTENECC	MG 1	91073	94596	-13.8	8.1	-11.9	8.3	2.33	-.60	0.00	4
FEUERTALEN	MG 5	91089	82769	-11.9	5.6	-10.0	5.8	1.55	-1.28	0.00	6
PFUNGEN	MG10	91546	62935	-7.0	2.6	-5.2	2.8	.54	-2.11	0.00	4
HOCHWACHT	MG20	91893	30043	2.8	-.3	4.4	-.1	-.29	-2.67	0.00	3
ENGELSTOCK	MG25	91649	12562	1.8-10.3	3.3-10.1			.09	-2.15	0.00	6
SCHATTDORF	MG30	92838	-9006	12.0	-9.2	13.4	-9.0	.89	-1.19	0.00	5
FELLIHORN	MG35	91782	-24873	10.1	-3.7	11.5	-3.5	1.68	-.29	0.00	3
AIRCLO ASTR.	MG41	91256	-46690	-3.6	4.1	-2.3	4.2	1.92	.09	0.00	2
A.L.ARESCIO	MG45	92136	-61870	-7.4	7.8	-6.2	8.0	1.48	-.26	0.00	1
PIODA NERA	MG48	92642	-73078	-1.9	9.4	-.8	9.6	1.17	-.51	0.00	2
AULA	MG52	93609	-84948	-7.2	14.1	-6.1	14.3	.88	-.74	0.00	2
GRICONE	MG54	93481	-91295	-13.5	13.3	-12.4	13.5	.68	-.90	0.00	3
LOSONE	PL 3	101324	-85098	-17.2	11.8	-16.1	12.0	.25	-1.37	0.00	1
GORDOLA	PL 5	110025	-84853	-21.3	5.6	-20.2	5.8	-.15	-1.78	0.00	2
GIUGIASCO	P7/M1	118626	-85334	-15.9	2.5	-14.8	2.8	-.31	-1.95	0.00	4
LUGAGGIA	ML 5	118476	-97536	-21.9	-.5	-20.9	-.2	-1.03	-2.61	0.00	5
PRUSATA	ML12	118438	-121766	-24.4	3.8	-23.5	4.1	-3.71	-5.17	0.00	6
FAUX D'ENSON		45918		-1.6	-2.2	.1	-2.8	.92	-1.72	0.00	8
LA CAQUERELLE	5	-17082	47396	-4.4	0.0	-2.7	-.5	1.02	-1.58	0.00	6

MELTINGERB.	PZ10	12425	47285	-4.2	-.6	-2.5	-.9	.96	-1.59	0.00	8
STAUFEN	PZ16	54766	47735	-6.8	2.8	-5.1	2.7	.27	-2.24	0.00	5
ZUERICH	PZ19	83983	48056	-6.8	-.9	-5.1	-.8	-.01	-2.53	0.00	3
HOERNLI (PZ23)		113529	47763	-2.4	-2.4	-.7	-2.1	.28	-2.26	0.00	3
DEGERSHEIM	PZ26	132491	49020	2.7	-2.6	4.4	-2.2	.52	-2.06	0.00	6
GAEBRIS	PZ30	153215	49815	1.8	.6	3.5	1.1	.74	-1.89	0.00	7
BASIS NORD (PZ32)		166538	51249	1.9	-6.8	3.6	-6.2	.70	-1.97	0.00	6
NIESEN		16367	-33867	14.3	.9	15.6	.6	.04	-1.90	0.00	3
BASCINO		79179	-59460	-7.8	5.5	-6.6	5.6	1.96	.21	0.00	1
BELLWALD		55358	-58590	-7.9	-1.9	-6.7	-2.0	1.93	.17	0.00	3
BRIG		43568	-69231	-4.8	-4.0	-3.6	-4.1	1.46	-.24	0.00	5
FAULHORN (GRND)		42885	-30559	14.0	-10.8	15.3	-10.9	.93	-1.01	0.00	4
PIANO DEL GREISC		83432	-47407	-3.3	5.1	-2.0	5.2	2.08	.25	0.00	1
KONKORDIA		47119	-49919	-4.1	-5.5	-2.8	-5.6	2.28	.47	0.00	1
MORGENBERGHORN		27185	-36501	19.6	-11.0	20.9	-11.2	.60	-1.31	0.00	2
NIEDERHORN		25596	-26664	1.9	-10.3	3.3	-10.5	-.08	-2.06	0.00	3
NUFENENSTOCK VS		72934	-53364	1.7	1.0	.9	1.0	2.16	.37	0.00	1
PAEUFT		64697	-53398	1.7	-3.5	2.9	-3.5	2.10	.31	0.00	2
GR. SCHEIDEGG		50922	-32719	15.6	-8.1	16.9	-8.2	1.45	-.47	0.00	4
SPHINX		41906	-44719	13.0	-11.4	14.3	-11.5	1.99	.14	0.00	2

NEUPUNKTE
=====

PUNKTE 1.ORDNUNG ASTR./INTERP.

BELCHEN (D)	29533	96960		-6.2	-10.2	-4.2	-10.4	2.97	.00	.13	8
BERRA	-19484	-30550		7.0	-8.6	8.3	-9.1	-.38	-2.41	.13	6
CAMPO DEI FIORI	102791	-119439		-23.0	6.6	-22.1	6.8	-3.01	-4.46	.07	7

CHASSERAL	-28777	20294	-10.4	3.0	-8.8	2.5	.22	-2.19	.09	8
LA DOLE	-102926	-57560	-10.7	4.1	-9.5	3.2	-1.67	-3.81	.18	9
FELDBERG(D)	42314	102718	-5.6	-3.8	-3.6	-3.9	3.55	-4.10	.13	6
M. GENEROSO	122656	-112131	-21.4	-4.4	-20.4	-4.1	-2.59	-4.10	.04	8
GURTEN	393	-3757	2.7	-.5	4.2	-.9	-.72	-2.89	.09	6
HERSBERG	143521	81485	-9.2	-.7	-7.3	-2.2	.93	-1.95	.10	6
HOHENTHIEL	103470	91368	-13.1	4.5	-11.2	4.7	1.77	-1.20	.06	7
H.FRESCHEN(A)	176853	42194	5.1	-14.9	6.8	-14.3	1.42	-1.20	.06	7
LAFFERN	72507	59416	-9.2	3.4	-7.4	3.4	.56	-2.05	.07	7
MOTTARONE(I)	78805	-118405	-20.0	20.2	-19.1	20.3	-1.16	-2.60	.11	7
NAPF	38130	5962	3.4	-.2	4.9	-.1	-.19	-2.39	.10	6
PFAENDER	176376	64479	-2.9	-13.0	-1.1	-12.4	1.19	-1.62	.05	9
RIGI	79520	12273	9.1	-2.9	10.6	-2.8	-.24	-2.47	.05	7
ROCHERS DE NAYE	-35556	-57621	-.4	-16.9	-.8	-17.5	-.71	-2.61	.15	6
ROFTIFLUH	6757	34122	-11.0	4.1	-9.3	3.8	.40	-2.05	.07	6
ROTHORN(BRIENZ)	46448	-18049	3.1	-3.2	4.5	-3.3	.55	-1.47	.05	7
SAENTIS	144169	34919	4.2	-3.7	5.8	-3.2	.75	-1.73	.05	6
SUCHET	-74269	-19406	-1.3	7.7	.1	6.9	-.74	-3.01	.16	7
SULZFLUH	182548	9638	1.7	-10.8	3.2	-10.1	2.35	-.03	.14	7
WEISSFLUH	179675	-10181	5.5	-10.6	6.9	-9.9	2.50	.27	.14	6
WISENBERG	33458	50274	-7.2	1.8	-5.5	1.6	.73	-1.82	.07	6

WESTSCHWEIZ

PONCOURT	-30463	60719	-2.6	-2.2	-.8	-2.7	1.14	-1.61	.08	9
CHALET/LAUSANNE	-60594	-43172	-5.7	-3.8	-4.4	-4.5	-1.50	-3.56	.15	7
GENEVE	99276	-82704	-5.0	-3.9	-3.9	-4.8	-2.55	-4.53	.18	8
MIDDLES	-37064	-20129	.7	-2.5	2.1	-3.1	-1.04	-3.18	.12	6
MOUDON	-51325	-30952	-2.3	.3	-1.0	-.4	-1.19	-3.30	.14	7
NEUCHÂTEL	-36876	5597	-14.7	5.2	-13.2	4.6	-.36	-2.68	.10	6
PORTALBAN	-36935	-3863	-5.9	.2	-4.4	-.4	-.81	-3.07	.10	7

ZENTRAL- UND NORDSCHWEIZ

ACHENBERG	61842	71028	-13.1	3.1	-11.3	3.1	1.42	-1.29	.10	7
BASEL BERNOULL.	10685	67764	-7.1	-1.6	-5.3	-1.9	1.50	-1.23	.07	8
BERN(NULLP.)	0	0	-1.1	-.3	.4	-.7	-.73	-2.93	.09	6
EGG	39358	70663	-17.1	-.4	-15.3	-.5	1.79	-.93	.10	8
FRIENTISBERG	-7611	8524	-2.8	0.0	-1.3	-.4	-.63	-2.91	.09	6
GURNIGEL	1687	-22340	11.8	2.2	13.2	1.8	-.27	-2.31	.08	7
HOMBURG	56409	36409	-7.1	2.8	-5.4	2.8	-.14	-2.56	.07	6
LUESCHERZ	-20983	10022	-8.4	2.6	-6.9	2.1	-.39	-2.71	.09	8
LUTERN-3LINDEN	67021	12479	2.5	0.0	4.0	.0	-.43	-2.66	.07	6
RAEDEL	-1399	54945	-3.0	.1	-1.2	-.3	1.14	-1.49	.06	7
RECKETSCHWAND	54821	16023	2.4	2.2	4.0	2.1	-.43	-2.69	.08	7
STANSERHORN	68665	-1977	16.3	-4.8	17.8	-4.8	-.20	-1.93	.07	6
ZUGERBERG	83583	22404	3.9	-6.1	5.5	-6.0	-.39	-2.70	.05	6
ZWEISIMMEN	-4991	-44064	4.1	-5.2	5.4	-5.6	.36	-1.55	.12	6

OSTSCHWEIZ

BASIS SUED	162535	45200	3.5	-5.1	5.2	-4.5	.72	-1.89	.02	7
BISSEGG	120655	69270	-4.7	2.4	-2.9	2.7	.66	-2.07	.07	8
GARSELLAKOPF(A)	161370	26470	10.8	-11.6	12.4	-11.0	1.33	-1.13	.07	9
HOHENTANNEN	140755	57520	1.5	-1.3	3.3	-.9	.53	-2.14	.05	8
MELDEGG	164937	56570	-.5	-1.0	1.2	-.4	.66	-2.05	.02	8
NOLLEN	126889	61679	-2.9	.8	-1.1	1.2	.49	-2.19	.06	7

WALLIS

ORSIERES	-23267	-103162	10.3	-6.9	11.3	-7.4	.64	-.98	.16	8
RIFFELBERG	23712	-106571	1.9	-3.3	2.9	-3.5	2.34	.82	.12	8
SAAS GRUND	38802	-92804	6.0	4.8	7.1	4.7	1.94	.36	.09	10
SION	-4027	-79300	1.9	-6.4	3.0	-6.8	.81	-.90	.14	6
ISELLE	58768	-82451	-2.2	12.5	-1.1	12.5	1.30	-.32	.07	6

GRAUBUENDEN, GLARUS

CHUR	158469	-3452	7.9	-6.6	9.3	-6.1	1.56	-0.63	7
LINTHAL	118658	-2627	7.5	1.2	9.0	1.5	1.05	-1.11	6
MALOJA	173935	-58383	-6.2	-8.5	-5.0	-7.9	2.45	.55	6
MARTINA	230571	-2937	-2.8	-4.6	-1.4	-3.7	4.29	1.82	7
POSCHIAVO	201763	-66785	-12.3	.5	-11.1	1.3	2.69	.75	6
STA. MARIA	228870	-34258	2.3	-1.8	3.6	-0.9	4.02	1.77	7
S. BERNARDINO	134669	-52682	-8.4	-1.5	-7.2	-1.1	1.80	-0.05	6

FRANKREICH

BASSES PERCHES F	42885	75180	-7.6	-2.1	-5.8	-2.7	1.34	-1.57	8
FESSEVILLERS F	40605	36710	1.1	-2.0	2.8	-2.6	.78	-1.79	7
FORT D. ROUSSES F	106400	-51325	-5.9	-3.7	-4.7	-4.7	-1.43	-3.63	7
GD. TAUREAU F	76850	-3555	-3.0	-2.9	-1.5	-3.7	-.47	-2.86	7
HESRINGUE F	4760	68900	-6.5	-1.3	-4.7	-1.6	1.49	-1.25	7
LE TOUR F	38210	-105320	3.3	-8.6	4.3	-9.2	.14	-1.51	7
THONON-RIPAILLÉ F	73180	-61390	2.3	-4.7	3.5	-5.5	-1.77	-3.77	9
OBERSAASHEIM F	9000	115000	-4.0	-4.7	-2.0	-5.0	2.79	-.38	7
HOHNECK F	31000	120000	-5.1	2.5	-3.0	2.0	2.60	-.70	7
BELLEFLEUR F	69000	100000	-6.0	-12.2	-4.0	-13.0	1.13	-2.09	4
LE PLAINET F	59000	87000	-5.9	-9.3	-4.0	-10.0	1.27	-1.80	7
VOILLANS F	77650	49690	-1.1	-4.9	.6	-5.7	.40	-2.40	6
EY F	117690	8540	2.1	-11.4	3.6	-12.4	-1.60	-4.25	3
GD. ABERGEMENT F	135885	-91170	-2.8	-5.9	-1.8	-7.0	-3.49	-5.61	5
CR. DES OLLIERES F	97525	-106850	-3.4	-14.1	-2.4	-15.0	-2.90	-4.75	6
FT. ST. BERNARD F	45000	-143000	.2	-7.4	1.0	-8.0	.21	-1.29	4

ITALIEN

C. DI MONBARONEI	36000	-152000	-26.8	18.2	-26.0	18.0	-1.74	-3.06	5
ANDRATE I	33000	-159000	-34.7	17.2	-34.0	17.0	-2.53	-3.82	4
BUSTO ARSIZIO I	110000	-148000	-23.8	3.8	-23.0	4.0	-6.49	-7.83	6
MILANO I	136000	-164000	-21.7	1.6	-21.0	2.0	-8.60	-9.92	3
PRATO S. GIOVANNI	242000	-32000	6.7	.1	8.0	1.1	4.14	1.82	6

DEUTSCHLAND

AMOLTERN	07812	18000	0.0	-5.8	2.1	-6.1	3.16	-.14	6
HASLACHS'D	07814	50000	-3.7	-7.3	-1.6	-7.4	4.30	1.02	7
SPAICHINGEN	07918	98000	-5.4	-1.4	-3.3	-1.2	3.77	.51	6
ILLMENSEE	08122	146000	-9.1	-1.5	-7.2	-1.0	1.60	-1.45	6
WALDBURG	08224	171430	-2.8	-7.1	-.9	-6.5	1.54	-1.52	6
KUFERNACH	08226	204150	-.5	-6.2	1.4	-5.4	2.52	-.60	6
BURGBERG	08427	216830	5.1	-10.8	6.9	-9.9	3.18	.17	5
GUTMADINGEN	D	85500	105700	-10.0	3.7	-8.0	3.8	.10	6

OESTERREICH

HOHER IFEN	A	201020	48260	7.9	-11.8	9.6	-11.0	2.98	.23	8
STANSKOGEL	A	217230	28650	-.1	.1	1.5	1.0	4.02	1.37	7
HOCHVOGEL	A	226350	52020	5.9	-4.9	7.6	-4.0	3.88	1.00	8
MUTTEKOPF	A	243080	40130	1.9	3.0	3.5	4.0	4.07	1.22	6
FURGLER	A	233500	14500	2.0	0.0	3.5	1.0	4.32	1.71	7

PUNKTE 1. ORDNUNG INTERPOLIERT

AIG. DU MIDI(F)	-42811	-119070	3.6	-15.9	4.5	-16.5	.07	-1.53	6
ALTELS	18434	-58018	4.1	-8.6	5.3	-8.9	1.18	-.61	8
PIZ BEVERIN	146903	-31391	8.3	1.8	9.6	2.3	1.87	-1.14	6
CALANDA	154560	-3694	3.1	.9	4.6	1.4	1.39	-.82	7
CHRISCHONA	18168	69173	-9.4	-2.7	-7.6	-3.0	1.63	-1.10	8

STATION	Y	X	XI SD	ETA ED50	N SD	N ED	MN	IV
CIMA DI PIAZZI	218789	-55409	-5.2 -3.2	-4.0 -2.3	3.50	1.43	.24	6
P. CRAMOSINO	108090	-64388	-5.9 6.5	-4.7 6.7	1.01	-0.73	.09	7
CRET MONNIOT(F)	-77991	9986	-1.0 -2.1	.5 -2.9	-.32	-2.81	.16	7
DENT D' OCHE	-54441	-66246	9.0 -6.8	10.2 -7.5	-1.35	-3.26	.16	6
DENT DU MIDI	-39811	-87691	8.5 -3.4	9.6 -4.0	-.39	-2.13	.17	7
M. DISGRAZIA	178122	-73161	-16.2 -4.8	-15.1 -4.2	1.77	-.06	.18	6
FINSTERAARHORN	52741	-45769	4.8 .1	6.1 .0	2.23	.39	.03	7
GLASERBERG	-9094	55973	-3.2 .5	-1.4 .1	1.17	-1.49	.06	10
P. GNIFFETTI	34010	-113734	-10.5 11.6	-9.5 11.4	1.95	.47	.13	8
ILLFURTH(F)	-11906	80756	-4.1 -3.2	-2.2 -3.6	1.66	-1.22	.11	9
KUECHELSPITZE(A)	212292	13831	2.2 -10.1	3.7 -9.3	3.88	1.36	.17	8
PIZZO MENONE	131865	-90558	-16.7 2.2	-15.6 2.6	-.71	-2.34	.07	9
PIZ MICHEL	169112	-35066	4.2 -12.7	5.5 -12.1	2.45	.41	.16	8
MONPICCIO	227621	-22591	-4.8 -.5	-3.4 .4	4.03	1.71	.19	8
MONTENDRE	-86462	-38989	-7.1 7.2	-5.8 6.3	-1.17	-3.36	.18	6
MONTREUX-VIEUX(F)	-31169	74873	-4.7 -1.9	-2.9 -2.4	1.42	-1.45	.10	8
MUTTLER	223965	-1418	-3.8 -3.5	-2.3 -2.6	4.18	1.73	.18	8
M. PALANZONE	-16722	-69105	2.1 -9.4	3.3 -9.9	-.25	-1.54	.15	8
FOUILLEREL	136923	-119514	-25.6 -2.7	-24.7 -2.3	-3.30	-4.80	.13	6
ROTE WAND(A)	-48457	17758	-2.6 -.3	-1.0 -.9	-.19	-2.26	.11	9
RUINETTE	192965	29267	1.4 -16.6	3.0 -15.9	2.87	.30	.14	7
SCHAEHRHORN	106101	-12849	0.0 -12.2	1.0 -12.6	1.51	-.05	.16	8
SCHEYE	117987	13204	7.7 2.3	9.1 2.5	1.38	-.69	.09	7
SCHWARZHORN VS	24555	-81581	7.6 .9	9.1 1.2	.57	-1.70	.11	6
SCHWARZHORN GR	191280	-20888	9.7 -2.1	10.8 -2.3	1.61	-.04	.11	8
SIX MADUN	93826	-35796	2.1 -10.4	3.5 -9.7	3.29	1.10	.15	6
LE SOLIAT	-54677	-1971	3.8 0.0	5.1 .2	1.97	.07	.05	6
ST. SORLIAN(F)	-99343	-24304	-6.7 4.6	-5.2 3.9	-.51	-2.83	.13	8
TAMBOHORN	141521	-48876	-1.5 -.2	-1.1 -1.1	-.70	-3.04	.20	6
PIZ TGIETSCHEN	121127	-32695	-3.1 -.6	-1.8 -.2	1.94	.05	.12	7
			4.7 1.1	6.0 1.4	1.93	-.02	.13	7

STATION	Y	X	XI SD	ETA ED50	N SD	N ED	MN	IV
TITLIS	76312	-19419	13.9 -3.5	15.3 -3.4	1.23	-.77	.09	6
VFLEROT(F)	-62804	45743	-6.9 1.3	-5.2 .6	.55	-2.17	.14	8
LES VOIRONS	-83587	-79534	.7 -8.2	1.8 -9.0	-2.03	-3.97	.19	7
VORAR	130974	-71143	4.3 -1.2	5.8 -.8	1.19	-.95	.12	6
WASENHORN	49878	-75900	1.8 -.9	2.9 -1.0	1.52	-.14	.05	7
UEBRIGE PUNKTE INTERPOLIERT								
AGARINA (I)	73240	-80730	-12.2 -1.3	-11.1 -1.3	1.33	-.30	.09	8
CMA. LAVAGGIO(I)	56270	-122580	-20.0 20.2	-19.1 20.1	.09	-1.34	.20	7
EGGIWIL-RUEHL	27700	-9476	5.2 -5.1	6.6 -5.3	-.19	-2.28	.10	6
ETRCUBLES(I)	-15760	-126260	-10.6 -3.1	-9.7 -3.6	.78	-.72	.24	6
GISWIL	56240	-12260	11.5 -1.5	12.9 -1.5	.47	-1.58	.07	8
GRAFENHAUSEN(D)	61820	92820	-14.6 6.8	-12.7 6.8	2.96	.05	.14	9
GUTTANNEN BO	65270	-32290	12.4 -7.8	13.7 -7.8	1.74	-.18	.08	7
HOMPOURG(F)	3050	89820	-4.7 -4.2	-2.8 -4.5	2.06	-.88	.12	8
LOSTALLO	134740	-70760	-13.8 -.6	-12.6 -.2	.79	-.95	.11	7
LOTZWIL	26450	25390	-2.7 -1.1	-1.1 -1.3	-.07	-2.42	.11	6
MALLERAY	-13760	32240	-6.9 2.1	-5.3 1.7	.50	-1.97	.09	7
MARCH	115900	28400	2.9 -4.2	4.5 -3.9	.28	-2.11	.11	6
MOIRY(VS)	11320	-94440	9.0 -10.6	10.0 -10.9	1.79	.19	.13	7
CLIVONE	115240	-45760	-8.1 -3.5	-6.8 -3.2	1.81	-.05	.11	6
PTE DU PARADIS(F)	-64790	-81750	2.0 -6.1	3.1 -6.8	-1.30	-3.15	.18	7
LA PUNT	191150	-38090	-2.7 -6.6	-1.4 -5.9	3.38	1.30	.17	7
SAMOLACO(I)	151290	-75210	-14.5 -3.1	-13.4 -2.6	.75	-1.00	.14	7
SUMISWALD	20740	9740	-1.0 -2.6	.5 -2.8	-.43	-2.67	.11	6
TACENO(I)	149240	-102260	-13.0 -10.6	-12.0 -10.1	-1.07	-2.68	.18	7
TARASP	216120	-15180	.7 -5.6	2.1 -4.7	3.91	1.59	.18	9
VALTOURNANCHE(II)	13260	-121240	-15.1 -4.6	-14.2 -4.9	1.71	.24	.18	8
VERSOIX	-100387	-70935	-9.3 2.0	-8.2 1.1	-2.21	-4.26	.18	8
VILLADOSSOLA(II)	64260	-99240	-7.3 11.9	-6.3 11.9	.81	-.72	.12	6
WALENSTADT	141750	20720	-1.1 -3.6	.5 -3.2	.81	-1.56	.10	6
ZIMMERWALD	2062	-8207	2.3 .9	3.8 .5	-.67	-2.81	.09	7

TABLES DES MATIERES

Adresses des membres de la Commission géodésique suisse	2
121. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission	3
1. Protokoll	4
2. Bericht des Präsidenten über das Jahr 1974	4
2.1 RETRIG	4
2.2 REUN	4
2.3 Satelliten-Geodäsie	4
2.4 Teilnahme an Tagungen	4
2.5 Publikationen	5
2.6 Beziehungen zur SNG	5
3. Berichte	
3.1 Arbeiten am schweizerischen Anteil an der Neuausgleichung der Europäischen Triangulationen RETRIG (N. Wunderlin)	6
3.2 Elektronische Distanzmessungen mit dem Geodimeter 8 in den Jahren 1973 und 1974 (W. Fischer)	6
3.3 Schweremessungen 1974 (W. Fischer)	7
3.4 Satellitengeodäsie (Prof. M. Schürer)	7
3.5 Erste Ergebnisse einer Geoidbestimmung für die Schweiz aus astronomischen und interpolierten Lotabweichungen (Dr. A. Elmiger)	7
3.6 Orientierung über die Arbeiten der Schweizerischen Geophysikalischen Kommission (Prof. St. Müller)	7
4. Arbeitsprogramm 1975	8
4.1 Distanzmessungen	8
4.2 Laplace-Azimet Weissfluh (Davos) - Säntis	8
4.3 Bestimmung des Geoides in der Schweiz	8
4.4 Satellitengeodäsie	8
4.5 Schweremessungen	8
5. Abnahme der Rechnung 1974	9
6. Voranschlag 1975	9
7. Bibliothek	9
8. Verschiedenes	9

ANHANG

1. Bericht von N. Wunderlin, dipl. Ing., über Arbeiten am schweizerischen Anteil an der Neuausgleichung der Europäischen Triangulationen RETRIG	11
2. Bericht von W. Fischer, dipl. Ing., über die Elektronischen Distanzmessungen mit dem Geodimeter 8 in den Jahren 1973 und 1974	26
3. Bericht von W. Fischer, dipl. Ing., über die Schweremessungen 1974	37
4. Auszug aus dem Bericht von Dr. A. Elmiger über: Erste Ergebnisse einer Geoidbestimmung für die Schweiz aus astronomischen und interpolierten Lotabweichungen	38