

ACADÉMIE SUISSE DES SCIENCES NATURELLES
SCHWEIZERISCHE AKADEMIE DER NATURWISSENSCHAFTEN

PROCÈS-VERBAUX

des 140^e et 141^e séances de la

**COMMISSION GÉODÉSIQUE
SUISSE**

tenues à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich

le 24 octobre 1988

et au laboratoire européen pour la physique des particules CERN à Genève

le 17 avril 1989

PROTOKOLL

der 140. und 141. Sitzung der

**SCHWEIZERISCHEN GEODÄTISCHEN
KOMMISSION**

vom 24. Oktober 1988

in der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich

und am 17. April 1989

im Europäischen Laboratorium für Teilchenphysik CERN in Genf

SPROSS Satz & Druck AG, Kloten

1989

ACADÉMIE SUISSE DES SCIENCES NATURELLES
SCHWEIZERISCHE AKADEMIE DER NATURWISSENSCHAFTEN

PROCÈS-VERBAUX

des 140^e et 141^e séances de la

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

tenues à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich

le 24 octobre 1988

et au laboratoire européen pour la physique des particules CERN à Genève

le 17 avril 1989

PROTOKOLL

der 140. und 141. Sitzung der

SCHWEIZERISCHEN GEODÄTISCHEN KOMMISSION

vom 24. Oktober 1988

in der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich

und am 17. April 1989

im Europäischen Laboratorium für Teilchenphysik CERN in Genf

SPROSS Satz & Druck AG, Kloten

1989

Commission géodésique suisse

Membres honoraires permanents:

M. E. Huber, ancien Directeur de l' Office fédéral de topographie, Spiegel près de Berne

M. le Professeur M. Schürer, ancien Directeur de l' Institut astronomique de l' Université de Berne, Berne

Membres:

Président: M. le Professeur H.-G. Kahle, Institut de géodésie et photogrammétrie de l' Ecole polytechnique fédérale de Zurich, Zurich

Vice-président: M. F. Jeanrichard, Directeur de l' Office fédéral de topographie, Wabern

Trésorier: M. E. Gubler, Office fédéral de topographie, Wabern

M. le Dr H. Aeschlimann, Kern & Cie S. A., Aarau

M. le Dr I. Bauersima, privat-docent, Institut astronomique de l' Université de Berne, Berne

M. le Dr G. Beutler, privat-docent, Institut astronomique de l' Université de Berne, Berne

M. le Professeur A. Carosio, Institut de géodésie et photogrammétrie de l' Ecole polytechnique fédérale de Zurich, Zurich

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

M. H. Dupraz, Institut de géodésie et photogrammétrie de l' Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Lausanne

M. le Dr A. Elmiger, Institut de géodésie et photogrammétrie de l' Ecole polytechnique fédérale de Zurich, Zurich

M. A. Geiger, Institut de géodésie et photogrammétrie de l' Ecole polytechnique fédérale de Zurich, Zurich

M. le Dr W. Gurtner, Institut astronomique de l' Université de Berne, Berne

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

M. M. Mayoud, CERN-LEP / SU, Genève

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

M. R. Scherrer, Wild Leitz S. A., Heerbrugg

Secrétaire:

M. le Dr B. Bürki, Institut de géodésie et photogrammétrie de l' Ecole polytechnique fédérale de Zurich, Zurich

Adresse:

Commission géodésique suisse, ETH Hönggerberg, CH-8093 Zurich

140. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission vom 24. Oktober 1988 in der Eidg. Technischen Hochschule Zürich

Wissenschaftlicher Teil: 10.20 - 12.40 Uhr

Geschäftssitzung: 14.00 - 16.40 Uhr.

Anwesend: im wissenschaftlichen Teil ungefähr 24 Teilnehmer, in der Geschäftssitzung die Mitglieder I. Bauersima, B. Bürki, A. Carosio, F. Chaperon, A. Elmiger, E. Gubler, W. Gurtner, F. Jeanrichard, H.-G. Kahle, H. Matthias, ferner Herr A. Geiger als Gast, sowie der Sekretär, W. Fischer.

Entschuldigt: Herr Prof. Dr. A. Aeschlimann, Zentralpräsident der SNG, Herr Dr. B. Sitter, Generalsekretär der SNG, Herr Dr. Ruder, Bundesamt für Bildung und Wissenschaft, die ständigen Ehrenmitglieder Direktor E. Huber und Prof. Dr. M. Schürer, die Mitglieder H. Aeschlimann, G. Beutler, M. Mayoud, A. Miserez und H.R. Schwendener.

Vorsitz: Prof. Dr. H.-G. Kahle, Präsident,

Protokollführung: W. Fischer, Sekretär.

Geschäftsordnung:

Wissenschaftlicher Teil:

Beitrag der Geodäsie zum NFP 20:

"Gegenwärtiger Stand der Forschungsarbeiten".

H.-G. Kahle	Begrüssung und Programmvorstellung
St. Müller	NFP 20: Aktuelle Ergebnisse der Geophysik
M. Rothacher	GPS-Auswertung der GRANIT-Kampagne
E. Gubler	Rezente Vertikalbewegungen aus wiederholten Nivellements auf den Linien Bellinzona - Brissago und Visp - Zermatt
B. Wirth	Visp - Zermatt: GPS-gestützter Präzisionspolygonzug
H.-G. Kahle	Diskussion

Geschäftssitzung:

1. Protokoll der 139. Sitzung
2. Berichte von Arbeitsgruppen
3. Publikationen 1988
4. Arbeitsprogramme 1989
5. Rechnung 1987: Revision durch SNG
6. Rechnung 1988: Stand der Konten
7. Beitragsgesuch 1990
8. Wahlen
9. Ort und Datum der 141. Sitzung
10. Mitteilungen und Verschiedenes

WISSENSCHAFTLICHER TEIL

Der Präsident, Herr Kahle, beginnt pünktlich die öffentliche Veranstaltung und freut sich, etwa zwei Dutzend Teilnehmer begrüßen zu dürfen. Er umreist einleitend kurz das Ziel der heutigen Veranstaltung: Es geht darum, über ausgewählte Messkampagnen zu informieren und über vorläufige Zwischenresultate zu diskutieren.

Der Forschungsbeitrag der Geodäsie zum Nationalen Forschungsprogramm "Geologische Tiefenstruktur der Schweiz" steht unter dem Patronat der SGK. Sie koordiniert die Arbeiten, die im Rahmen dieses Programms von drei Instituten durchgeführt werden: vom Astronomischen Institut der Universität Bern, vom Bundesamt für Landestopographie, vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETH Zürich.

Zu einem geologischen Forschungsprogramm kann die Geodäsie die folgenden Beiträge leisten:

1. Zur Dichtebestimmung mit Hilfe von Schwere- und Lotrichtungsmessungen sowie mit Geoidbestimmungen.

2. Zur Kinematik von rezenten Krustenbewegungen mit terrestrischen und satellitengeodätischen Messtechniken.

Aus Zeitgründen ist heute eine Beschränkung auf das zweite Thema, die Kinematik, angezeigt, während das erste Thema, die Dichtebestimmung, einer späteren Sitzung vorbehalten bleibt. Das Programm ist somit wie folgt zusammengestellt worden:

Beitrag der Geodäsie zum NFP 20:**"Gegenwärtiger Stand der Forschungsarbeiten"**

H.-G. Kahle	Begrüssung und Programmvorstellung
St. Müller	NFP 20: Aktuelle Ergebnisse der Geophysik
M. Rothacher	GPS-Auswertung der GRANIT-Kampagne
E. Gubler	Rezente Vertikalbewegungen aus wiederholten Nivellements auf den Linien Bellinzona - Brissago und Visp - Zermatt
B. Wirth	Visp - Zermatt: GPS- gestützter Präzisionspolygonzug
H.-G. Kahle	Diskussion

In den drei geodätischen Vorträgen geht es um die Unterthemen:

- Wiederholungsmessungen von bereits früher vermessenen Nivellementslinien zur Detektion von allfälligen rezenten Krustenbewegungen.
- Etablierung neuer, alpenübergreifender Basislinien mit Hilfe von satellitengeodätischen Messtechniken als Basis für spätere Wiederholungen sowie Einbindung der regionalen Kinematik in die globale Plattentektonik.
- Verknüpfung der bisherigen terrestrischen Messungen mit zukünftigen GPS-Messungen, insbesondere beim Problem der rezenten Höhenänderungen.

Herr Kahle freut sich ganz besonders, dass sich Prof. Dr. St. Müller freundlicherweise bereit erklärt hat, einen geophysikalischen Einstieg in die Tiefenstruktur-Thematik des NFP 20 zu geben und über aktuelle Ergebnisse der Geophysik zu berichten.

NFP 20: Aktuelle Ergebnisse der Geophysik

Prof. Dr. St. Müller, Institut für Geophysik, Zürich

1. Einleitung

Ein Überblick über die aktuelle Seismizität im Mittelmeer- und Alpenraum zeigt, dass ein spornartiger Fortsatz der afrikanischen Lithosphärenplatte über den adriatischen Bereich bis in die Alpen reicht. Rund 7000 präzise lokalisierte Erdbeben, die sich in den zurückliegenden zehn Jahren ereigneten, bieten ein überzeugendes Bild der gegenwärtigen Plattengrenze zwischen Eurasien und Afrika. Die "Europäische Geotraverse" schneidet diese Plattengrenze dreimal, nämlich in den Ostschweizer Alpen, im Nordapennin und im Nordteil von Tunesien.

Seismotektonische Untersuchungen haben zu dem Ergebnis geführt, dass gegenwärtig ein SE-NW-gerichtetes Spannungsfeld den Übergangsbereich zwischen Afrika und Europa beherrscht. Dabei dominiert eindeutig eine Kompressionsbeanspruchung zwischen den beiden Platten, die lediglich in der Apenninen-Halbinsel durch Extensionstektonik unterbrochen wird. Im Alpenraum selbst überlagert sich dem regionalen Spannungsfeld ein zusätzliches Kompressionsfeld, das dem Alpenbogen folgt und seine Ursache vermutlich in der tiefreichenden Kollisionsstruktur der Alpen hat.

2. Osttraverse

Das 1986 vermessene Reflexionsprofil in der Ostschweiz fällt mit dem schweizerischen Anteil der "Europäischen Geotraverse" (EGT) zusammen. Die inzwischen weit fortgeschrittene Auswertung der Reflexionsmessungen zeigt, dass die Krusten-Mantel-Grenze im nördlichen Teil eine Feinstruktur aufweist in der Weise, dass in einem Abstand von einer Sekunde zwei diskrete Reflexionsbänder (X- und M-Band) beobachtet werden. Vorläufig offen ist die Frage, ob es sich bei der Intervallgeschwindigkeit zwischen X und M um eine Geschwindigkeitserniedrigung oder eine -Erhöhung handelt. Auf den nach Süden sich anschliessenden Profilauslagen, die jeweils knapp 20 km lang waren, zeigen sich auch deutliche Reflexions-einsätze von einer intrakrustalen Diskontinuität, die mit der Conrad-Diskontinuität gleichzusetzen ist. Im Bereich des Penninikums haben die vibroseismischen Messungen eine ausge-

zeichnete Auflösung der kristallinen Deckenstrukturen (Suretta, Tambo, Adula) gebracht. Da es sich bei diesem Gebiet um eine mögliche Lokation für einen geplanten Splügen-Eisenbahntunnel handelt, wurden im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr zusätzlich detaillierte reflexionsseismische Aufnahmen ausgeführt. Die nunmehr in einer vorläufig endgültigen Abspielung vorliegenden Daten werden gegenwärtig geologisch interpretiert und sollen demnächst veröffentlicht werden.

3. Westtraverse

Im Jahr 1987 wurden reflexionsseismische Messungen entlang der Westtraverse von Zweisimmen über den Rawilpass bis nach Zinal durchgeführt. Daneben wurde auch ein paralleles Profil von Visp bis nach Zermatt vermessen. Die Aufnahmen entlang dieser beiden Profile zeigen im Bereich des Penninikums einen sogenannten "lithospheric kink", der vermutlich als Folge der Plattenkollision zwischen dem Adriatischen Sporn der Afrikanischen Platte und der Europäischen Platte zustandekam. Eine Ost-West-Linie am Südende der beiden Profile lässt sich zwanglos mit den Daten entlang der Nord-Süd-Profile im Wallis korrelieren.

4. Südtraverse

Im Oktober dieses Jahres wurden reflexionsseismische Aufnahmen entlang der Südtraverse vom Val Blenio bis an die schweizerisch-italienische Grenze bei Chiasso ausgeführt. Dieses Profil überlappt im penninischen Bereich die Osttraverse, so dass damit ein vollständiges Alpen-Querprofil vom Toggenburg bis in die Po-Ebene vorliegt. Eine grobe erste Auswertung zeigt eindeutig, dass die europäische Krusten-Mantel-Grenze (Moho) nach Süden bis auf Tiefen von etwa 60 km abtaucht. Am Südende der Südtraverse reicht eine "adriatische" Krusten-Mantel-Grenze in knapp 30 km Tiefe bis ziemlich weit nach Norden und überlappt somit die abtauchende Europäische Platte. Dieses Ergebnis weist darauf hin, dass die bisherigen in Kartenform dargestellten Tiefenwerte der Moho im Alpenraum mit Vorsicht interpretiert werden müssen, da es sich dabei offensichtlich nicht immer um dieselbe Grenzfläche handelt. Ein Vergleich der neuen Daten mit den Ergebnissen des französisch-italienischen ECORS-CROP-Profiles durch die Westalpen zeigt im wesentlichen dasselbe Bild: auch dort liegen zwei Mohos übereinander. Es sollte mit den nun vorliegenden drei Alpen-

traversen möglich sein, ein verhältnismässig abgerundetes Bild der Tiefenstruktur unter den Zentral- und Westalpen zu erhalten.

GPS-Auswertung der GRANIT-Kampagne

Lic.phil. M. Rothacher, Astronomisches Institut, Universität Bern

1. Einleitung

Vom 16.-18. Juni 1987 fand im Rahmen des NFP 20 in der Schweiz die erste grossräumige GPS-Kampagne statt, auch GRANIT-Kampagne genannt. Sieben TI-4100-GPS-Empfänger registrierten Daten während vier Stunden pro Tag und besetzten insgesamt 12 Punkte. Gleichzeitige Messungen der ETH Zürich mit WMIOI-Geräten wurden in die bisherigen Auswertungen nicht einbezogen.

Die GRANIT-Kampagne hatte im wesentlichen die folgenden Ziele:

- Geodätische Verbindung der West- und Osttraverse,
- Zweitmessung der Basislinien Zimmerwald - Jungfrauoch - Monte Generoso
- Versicherung der Laserstation Zimmerwald in stabilen Gebirgsstrukturen,
- Möglichkeit des Anschlusses des CH-Triangulationsnetzes an GPS-Punkte.

2. Technische Bemerkungen zur Auswertung

Die GPS-Daten wurden in Bern mit der Version 3.0 der Berner GPS-Software ausgewertet. Der Einfluss der Ionosphäre wurde eliminiert, indem die "ionosphären-freie" Linearkombination der Messungen in den beiden Frequenzen L1 und L2 verwendet wurde. Da vorerst keine zuverlässigen Meteodaten zur Verfügung standen, wurde im Ausgleichungsverfahren pro Basislinie eine Zenittroposphärenkorrektur geschätzt, um die Effekte der Troposphäre zu reduzieren. Das gleichzeitige Bestimmen von zwei Bahnparametern pro Satellit sollte helfen, mögliche Systematiken von den Satellitenbahnen her zu verringern. Alle "Ambiguities" (Mehrdeutigkeiten der Form $n \times$ Wellenlänge) konnten auf ganze Zahlen

aufgelöst werden, was zu einer Verbesserung der Resultate um ungefähr einen Faktor 4 führte gegenüber einer Lösung mit unaufgelösten "Ambiguities".

3. Resultate

Als Resultat der GPS-Auswertungen erhalten wir die dreidimensionalen Koordinaten der vermessenen Punkte relativ zu einem festgehaltenen Punkt (hier Zimmerwald). Da keine konventionell bestimmten Koordinaten von ähnlicher Genauigkeit vorhanden sind, gibt es keine direkte Vergleichsmöglichkeit und es stellt sich die Frage: Wie genau sind nun diese GPS-Koordinaten?

Eine Abschätzung der Genauigkeit erhält man durch die drei in den folgenden Abschnitten aufgeführten Grössen oder Vergleiche:

a) Formale mittlere Fehler der Koordinaten:

Die formalen mittleren Fehler relativ zu Zimmerwald betragen für die Gesamtlösung (alle 3 Tage) im Mittel etwa 1 - 2 mm in der Nord-Süd-, 1 mm in der Ost-West-Richtung, 7 - 14 mm in der Höhe und 1 mm in der Distanz. Diese Werte sind sicher zu optimistisch, da systematische Fehler in der Statistik vielfach keinen Niederschlag finden.

b) Wiederholbarkeit:

Am ersten und zweiten Tag der Kampagne wurden genau dieselben Punkte vermessen. Die Differenzen zwischen den Lösungen für den ersten Tag und den zweiten Tag sind (nach einer dreidimensionalen Translation zwischen den Lösungen) von der Grössenordnung 4 mm in der Nord-Süd-, 3 mm in der Ost-West-Richtung und 30 mm in der Höhe. Dass die Höhen der beiden Tageslösungen vergleichsweise schlecht übereinstimmen, lässt sich damit erklären, dass für beide Tageslösungen unabhängig Bahnparameter geschätzt wurden. Da die Satellitenbahnen im wesentlichen die Orientierung des Netzes festlegen, sind die beiden Lösungen leicht gegeneinander verdreht.

Wir kommen deshalb zum Schluss, dass mit zuverlässigen Meteodaten (keine Troposphärenparameter mehr nötig) noch mit Fehlern in der Höhe von etwa 2 cm zu rechnen ist.

c) Vergleich mit den GPS-Messungen von 1985:

Die GPS-Kampagne von 1985 hat wegen Empfängerproblemen nur recht magere Daten geliefert. Dennoch können sich die Differenzen zwischen der Lösung für 1985 und der Lösung für 1987 sehen lassen:

Distanz-Differenz	Monte Generoso - Jungfrauoch:	-18 + 10 mm	
"	"	Monte Generoso - Zimmerwald:	- 5 + 3 mm
"	"	Zimmerwald - Jungfrauoch:	+ 3 + 2 mm

4. Schlussfolgerungen

Bei einem Netz der Grösse 100 km x 100 km erreicht man mit GPS in der Lage mit vergleichsweise kleinem Aufwand eine relative Genauigkeit von 1 cm oder besser. Stehen zuverlässige Meteodaten zur Verfügung, so ist für die Höhe mit einer Genauigkeit von etwa 2 cm zu rechnen.

Rezente Vertikalbewegungen aus wiederholten Nivellements auf den Linien Bellinzona - Brissago und Visp - Zermatt

Dipl.Ing. E. Gubler, Bundesamt für Landestopographie, Wabern

1. Einleitung

Es darf sicher als bekannt vorausgesetzt werden, dass aus den Messungen des ersten und des zweiten Landesnivellements signifikante Relativbewegungen der Fixpunkte und der betreffenden Krustenteile nachgewiesen werden konnten (vgl. z.B. Gubler et al., 1981, oder Gubler et al., 1984). Im Rahmen des NFP 20 ging es darum, auf den Strecken Bellinzona - Brissago und Visp - Zermatt bestehende Nivellements nachzumessen und aus dem Vergleich von alten und neuen Messungen auf relative Vertikalbewegungen zu schliessen. In der gesamtschweizerischen Ausgleichung, die ja von der willkürlichen Annahme ausgeht, dass die Fixpunktgruppe in Aargau keine Höhenänderung erfahren habe, erhalten die Fixpunkte im

Alpenraum Hebungsdaten von der Grössenordnung 0,5 bis 1,5 mm/Jahr. Die Fragestellung im Rahmen des NFP 20 lautet: Wie ändern diese Hebungsdaten zwischen Bellinzona und Brissago sowie zwischen Visp und Zermatt. Die Auswertung der Messungen hat zu den im folgenden dargestellten Resultaten geführt.

2. Linie Bellinzona - Brissago

Diese Linie wurde im Jahre 1919 im Rahmen des ersten Landesnivellements gemessen. Sie weist nur geringe Höhenunterschiede auf, weshalb systematische Fehler wie einseitige Refraktion oder Massstabsfehler der alten Nivellementen kaum ins Gewicht fallen dürften. Die Messung von 1987 ist nach den heute geltenden Vorschriften für das Landesnivellement ausgeführt worden.

Von den schon 1919 bestimmten Fixpunkten konnte eine ganze Anzahl wieder aufgefunden werden. Auf Grund der Beurteilung durch den Geologen Dr. P. Heitzmann dürften aber nur deren 12 die Vertikalbewegung der Erdkruste unverfälscht wiedergeben.

Die Berechnungen erfolgten mit dem in (Gubler et al., 1984) beschriebenen Programmsystem für kinematische Ausgleichungen von Nivellementsnetzen. Um keine zusätzlichen Schwierigkeiten heraufzubeschwören, wurden für die Ausgangspunkte der Linie in Bellinzona die gleichen Hebungsdaten eingesetzt, wie sie aus der - in der Einleitung erwähnten - gesamtschweizerischen Ausgleichung gefunden wurden. Die Differenz zweier Hebungsdaten ergibt direkt die Relativgeschwindigkeit zwischen den beiden betroffenen Punkten.

Wie die nachfolgende Tabelle zeigt, ergeben sich für die Fixpunkte zwischen Bellinzona und Brissago Hebungsdaten von 0,89 bis 1,05 mm/Jahr gegenüber 0,98 mm/Jahr in Bellinzona.

Ort	Pkt.	Obj.	Höhe [m]	Vertikal- geschw. [mm/J]	Diffe- renz [mm/J]	Standard- abw. [mm/J]
Bellinzona	A	Fels	241	0,98	Ref.	Ref.
Bellinzona	B	Fels	242	0,99	+0,01	0,00
Bellinzona	579	Fels	230	0,99	+0,01	0,00
Sementina	79	Fels	224	0,99	+0,01	0,03
Gudo	82	Fels	227	0,89	-0,09	0,04
Gordola	B	Fels	227	0,95	-0,03	0,06
Solduno	2	Fels	217	1,05	+0,07	0,07
Ascona	93	Fels	202	0,98	0,00	0,07
Moscia	96	Fels	210	0,98	0,00	0,07
Moscia	98	Fels	212	0,92	-0,06	0,08
Porto Ronco	C	Fels	199	0,91	-0,07	0,08
Brissago	407	Geb.	208	0,95	-0,03	0,08

Aus den letzten beiden Kolonnen kann abgeschätzt werden, dass allfällige Relativbewegungen zwischen den Punkten offenbar höchstens von der Grössenordnung 0,1 mm/Jahr und damit nicht signifikant sind. Dies gilt insbesondere auch für die Insubrische Linie, die zwischen Solduno und Ascona überquert wird.

3. Linie Visp - Zermatt

Über die Arbeiten auf der Linie Visp - Zermatt wurde schon früher berichtet (vgl. Schneider und Geiger, 1986). Wie schon dort ausgeführt wurde, ist das Nivellement Visp - Zermatt von 1930 für andere Zwecke und mit älterem, weniger genauem Instrumentarium gemessen worden. Anstelle der sonst zu der Zeit im Landesnivellement verwendeten Nivellierlatten mit Invarbändern wurden noch sogenannte Kompensationsmiren eingesetzt, deren Skalen eine grössere Massstabsunsicherheit aufweisen. Aus den Feldbüchern geht aber hervor, dass die Skalen täglich geeicht und dass die Abweichungen in den Berechnungen berücksichtigt

wurden. Aus der Streuung der Korrekturen kann die Massstabsunsicherheit abgeschätzt werden. Sie dürfte bei 5 bis 10 ppm liegen, was bei einer Höhendifferenz von rund 1000 m zwischen Visp und Zermatt 5 bis 10 mm ausmacht. Durch den grossen zeitlichen Abstand zwischen den beiden Messungen werden die berechneten Vertikalbewegungen um weniger als 0,2 mm/Jahr verfälscht. Die neue Messung von 1987 wurde nach den heute im Landesnivellement angewendeten Vorschriften ausgeführt.

Die geologische Beurteilung der Fixpunkte durch Dr. Heitzmann hat ergeben, dass auf der ganzen Strecke zwischen Lalden und Zermatt noch 9 alte Fixpunkte vorhanden sind, die in stabilen Objekten verankert sind. Für die Auswertung wurde gleich vorgegangen wie auf der Linie Bellinzona - Brissago. Als Ausgangspunkt diente der Fixpunkt 81 in Visp, der in der gesamtschweizerischen Ausgleichung eine Hebungsrate von 1,5 mm/Jahr gegenüber Aarburg aufweist. Die Hebungsdaten sind in der nachstehenden Tabelle wiedergegeben.

Ort	Pkt.	Obj.	Höhe [m]	Vertikal- geschw. [mm/J]	Diffe- renz [mm/J]	Standard- abw. [mm/J]
Lalden	189	Geb.	656	1,36	-0,15	0,05
Visp	81	Fels	651	1,51	Ref.	Ref.
Visp	736	Geb.	664	1,39	-0,12	0,04
Neubrücke	856	Geb.	695	1,39	-0,12	0,06
Neubrücke	855	Mauer	688	1,38	-0,13	0,06
Stalden	B	Geb.	790	1,24	-0,27	0,07
St. Niklaus	277	Fels	1096	1,04	-0,47	0,12
Herbruggen	B	Fels	1257	1,06	-0,45	0,14
Randa	A	Fels	1410	0,88	-0,63	0,15
Zermatt	1432	Geb.	1621	0,84	-0,67	0,18

Offensichtlich nehmen die Hebungsraten von Visp Richtung Zermatt kontinuierlich ab. Betragen sie in Visp 1,5 mm/Jahr, so bleiben in Zermatt nur noch 0,8 bis 0,9 mm/Jahr. Die Abnahme beträgt 0,6 bis 0,7 mm/Jahr, also mehr als das Dreifache der entsprechenden Standardabweichung. Trotz der verhältnismässig grossen Massstabsunsicherheit ist diese Abnahme in hohem Masse signifikant. Ein Vergleich mit den Ergebnissen im Simplongebiet zeigt eine gute Übereinstimmung. Dort nimmt die Hebungsraten von Brig bis Iselle von 1,5 auf 1,2 mm/Jahr ab.

4. Literatur

Gubler E., Kahle H.-G., Klingele E., Müller St. und Olivier R., 1981. Recent crustal movements in Switzerland and their geophysical interpretation. *Tectonophysics*, 71, p.125-152.

Gubler E., Schneider D. und Kellerhals P., 1984. Bestimmung von rezenten Bewegungen der Erdkruste mit geodätischen Methoden. NAGRA, Technischer Bericht Nr. 84-17, Baden.

Schneider D. und Geiger A., 1986. Geodäsie: Nivellementsline, Astrogeodätisches Profil und GPS-Satellitenvermessung zwischen Visp und Zermatt. NFP 20, Bulletin 2, 1986.

Visp - Zermatt: GPS-gestützter Präzisions- Polygonzug

Dipl.Ing. B. Wirth, Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, Zürich

1. Einleitung

Ein Teil der Aktivitäten des Institutes für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ (IGP) für das NFP 20 umfasste die Bestimmung von 13 GPS-Stationen auf der 32 km langen Linie von Visp nach Zermatt. Die Stationen wurden nach geophysikalischen und geologischen Gesichtspunkten ausgewählt (Stabilität) und in solidem Fels versichert. Sie sind vom Bundesamt für Landestopographie (L+T) dokumentiert worden (vgl. Schneider und Geiger,

1986). Diese Stationen sind Bestandteil des Nivellements 1987, was bedeutet, dass die zukünftigen rezenten Höhenänderungen dieser Stationen durch weitere Präzisionsnivellements erfasst werden.

Um auch Aussagen über horizontale Verschiebungen machen zu können, sollen diese Punkte auch in der Lage vermessen werden. In Kombination mit GPS-Messungen, deren Auswertung und Ergebnisse in (Nebiker, 1988) dokumentiert sind, wurden die Stationen ebenfalls über einen Präzisionspolygonzug bestimmt. Der Zug umfasste 16 Polygonpunkte, auf welche die GPS-Stationenpunkte eingemessen werden konnten. Die Auswertung dieser terrestrischen Beobachtungen sowie der Vergleich zu GPS war Gegenstand von vier Diplomarbeiten im Wintersemester 1987/88 an der ETHZ.

Die Distanzmessungen erfolgten mit einem Mekometer ME 5000. Die Richtungen sowie die (gleichzeitig) gemessenen Zenitdistanzen wurden mit elektronischen Theodoliten T2000 und E2 gemessen. Weiter wurde für alle Polygonpunkte der Höhenanschluss an das Nivellement gemessen. Die astronomische Ortsbestimmung erfolgte mit der TZK3 des IGP (8 Stationen) und nach der Standlinienmethode mit einem T2000 (5 Stationen). Die fehlenden astronomischen Positionen wurden durch Berechnung mit dem Programm LAG bestimmt, wozu die Nahtopographie bis in 2 km Entfernung vom Stationspunkt mit einer Auflösung von 50 m vorhanden sein muss.

Das Bundesamt für Landestopographie lieferte uns dazu sechs Kartenblätter 1 : 25'000 mit vollständig vorhandenen Höhen mit einer Auflösung von 25 m. Für die Reduktion des Nivellements und der Höhenmessungen auf orthometrische Höhen wurden zudem alle GPS-Stationen und Polygonpunkte gravimetrisch vermessen.

2. Höhenberechnungen

Die Höhenberechnungen erfolgten in einem Ansatz, bei dem Zenitdistanzen als Beobachtungen verwendet werden. Unbekannt sind die Stationshöhen sowie vier Refraktionskoeffizienten für jeweils eine Gruppe von Zenitdistanzen. Die orthometrische Korrektur des Nivellements (aus

Schweremessungen und Modellrechnungen abgeleitet) erreicht 14,5 cm auf der Linie von Visp nach Zermatt. Die Berechnungsvariante mit Korrektur der Zenitdistanzen um die Lotkrümmungen bestätigt diese Beträge. Der mittlere Höhenfehler von Zermatt gegenüber dem Fixpunkt Visp beträgt 8 mm für unkorrigierte Höhen, 11 mm für orthometrische Höhen und 30 mm für ellipsoidische Höhen (jeweils mit Berücksichtigung der nivellierten Höhendifferenzen).

3. Lageberechnungen

Ein Ziel der separaten Lageberechnung war, die Auswirkungen von GPS-Beobachtungen bzw. Lotabweichungen auf den Polygonzug zu studieren. Die a priori-Annahmen für die mittleren Fehler der Beobachtungen sind:

0,3 mm + 0,8 ppm für Distanzen,

2^{cc} + 0,5 mm Zentrierfehler für Richtungen und

6 mm + 0,6 ppm der Basislinienlänge für GPS-Beobachtungen.

Durch die Ausgleichungsvariante mit Berücksichtigung der Lotabweichungen und der GPS Basislinien als Beobachtungen wurde die Lage von Zermatt auf 20 mm quer zur Zugsrichtung und 7 mm längs dazu bestimmt. Drei infolge nicht aufgelöster Ambiguitäten schlecht bestimmte GPS-Stationen wurden je Komponente bis zu 20 cm korrigiert; ihre jetzige Genauigkeit ist im Bereich von 1 cm.

4. Dreidimensionale Ausgleichung

Nach diesen Vorausgleichungen konnten nun alle Beobachtungen miteinander im Programm RAUMTRI verarbeitet werden mit folgenden a priori-Annahmen für die mittleren Fehler:

1^{cc} für TZK-Aufnahmen,

3^{cc} für berechnete astronomische Positionen,

4 - 6^{cc} für Zenitdistanzen,

2,5^{cc} für Richtungen,

1 - 3 mm für Mekometer-Distanzen,

6 mm + 0,6 ppm für GPS-Basislinien Visp - Station (Lagefehler, Höhenfehler = 3,6 x Lagefehler).

Bei diesem Durchgang wurden einige GPS-Beobachtungen in der (ellipsoidischen) Höhe bis zu maximal 10 cm verbessert. Die Lageverbesserungen sind innerhalb der GPS-Genauigkeit.

5. Ausblick

Diese Auswertungen und Vergleiche machen deutlich, dass in dem schwierigen Gelände (steile Talflanken) drei GPS-Stationen schlechte Lagekoordinaten hatten und einige Stationen in der Höhe Verbesserungen bis zu 10 cm erhielten. Da der Koordinatensatz aller 13 Stationenpunkte für spätere Wiederholungsmessungen aussagekräftige richtige Werte haben muss, werden die Koordinaten aus der gemeinsamen dreidimensionalen Ausgleichung verwendet.

Die Höhenbestimmung mit GPS ist leider noch nicht genau genug (Meteo-Einflüsse?), um an die terrestrischen Genauigkeiten heranzukommen. Dies bedeutet ebenfalls, dass die GPS Messungen noch nicht zu einer verbesserten sehr genauen Geoidberechnung herangezogen werden können. Die astrogeodätische Methode bleibt vorläufig die genaueste! Es ist trotzdem wünschenswert, die Stationen 1989 mit GPS nachzumessen, wenn Zweifrequenzgeräte verwendet werden können. Die Konstellation sollte sich mit einigen neu gestarteten GPS-Satelliten ebenfalls so verbessern, dass man sich ein besseres Fenster aussuchen könnte.

6. Literatur

Nebiker, St., 1988. Auswertung der GPS-Messungen im Polygonzug Visp-Zermatt. IGP-Bericht Nr. 146, April 1988.

Schneider, D. und Geiger A., 1986. Geodäsie: Nivellementslinie zwischen Visp und Zermatt. NFP 20, Bulletin 2, 1986.

Diskussion

Die anschliessende Diskussion sämtlicher Beiträge wird vom Präsidenten geleitet. Gleich mehrere Fragen zum Referat von Prof. St. Müller werden von Herrn Geiger aufgeworfen. So wollte er wissen, ob die Moho sowohl aus der Reflexionsseismik als auch aus der Refraktionsseismik bestimmt werden konnte und wie deren Ergebnisse übereinstimmen, ferner ob eine Verschluckungszone erkennbar sei. Schliesslich ging es um die Beziehung zwischen Aufschiebung und Seismizität.

Weitere Fragen beziehen sich auf das Referat von Herrn Rothacher, u.a. auf die Bahnparameter und den Vergleich zwischen den Kampagnen.

Herr Kahle dankt den Referenten herzlich für ihre interessanten Beiträge und gibt anschliessend Herrn Dr. P. Heitzmann als Mitglied der Projektleitung des NFP 20 Gelegenheit zu einer kurzen Stellungnahme.

Herr Dr. Heitzmann erklärt, dass die Phase der Datenerfassung heute allgemein abgeschlossen sei. Jetzt ist die Auswertung der Daten im Gang. Sodann weist er darauf hin, dass vom 27. - 29. September 1989 nach den Tagungen in Bad Ragaz 8 (Osttraverse) und Sion (Westtraverse) das nächste Symposium des NFP 20 in Lugano (Südtraverse) durchgeführt werden wird. Hier wird es um das Zusammentragen sämtlicher Resultate gehen.

GESCHÄFTSSITZUNG

Der Präsident, Herr Kahle, begrüsst die anwesenden Kommissionsmitglieder zur Geschäfts-sitzung und gibt zahlreiche Entschuldigungen bekannt (siehe Seite 3). Insbesondere begrüsst er auch Herrn Dipl.Phys. A. Geiger, den er als Gast zu dieser Sitzung eingeladen hat, nachdem vorgängig keine Sitzung der Arbeitsgruppe GPS stattgefunden hatte.

Da seit der letzten Sitzung noch kein neuer Sekretär bestimmt worden ist, hat es Herr Fischer nochmals übernommen, das Protokoll zu führen. Änderungen zur Traktandenliste werden keine gewünscht.

1. Protokoll der 139. Sitzung

Herr Bauersima möchte die Ausführungen über EUREF präzisiert sehen. Dieser Punkt wird jedoch an der heutigen Sitzung zu erledigen sein (siehe 8. Wahlen).

Im übrigen ist das Protokoll vollständig und wird verdankt.

2. Berichte von Arbeitsgruppen (siehe Anhang 1)

Herr Kahle weist auf die Unterscheidung in SGK-Projekte und Einzelprojekte¹ hin und schlägt vor, zuerst die SGK-Projekte zu behandeln.

Geodäsie-Projekt zum NFP 20:

Dieses ist am Vormittag ausgiebig behandelt worden (siehe wissenschaftlicher Teil).

GPS:

Auch das Global Positioning System ist im Zusammenhang mit dem NFP 20 am Vormittag schon kurz erwähnt worden.

¹ vgl. dazu die Projektliste der Schweiz. Geodätischen Kommission. Procès-verbal de la 137^e séance de la Commission géodésique suisse, Kloten 1987, Anhang 1, S. 26 - 32.

Herr Beutler hat im Bericht "Satellitengeodäsie 1988" über die GPS-Aktivitäten des Astronomischen Instituts der Universität Bern berichtet (siehe Anhang 1, 2. GPS-Aktivitäten 1987/88). An seiner Stelle referiert Herr Bauersima kurz darüber.

Herr Bauersima weist insbesondere auf die neue Berner GPS-Software Version 3.0 mit ihren Charakteristiken hin. Ferner erwähnt er die in Bern ausgewerteten GPS-Kampagnen, u.a. die GRANIT-Kampagne. Schliesslich geht er auf die Bahnbestimmung ein, für die ein Zweifrequenzempfänger für Zimmerwald evaluiert werden muss. Dieser soll ebenfalls für den Zeitdienst eingesetzt werden, da der beste Zeittransfer heute durch GPS gewährleistet wird. Herr Gurtner ergänzt dazu, dass die Evaluation in erster Linie vom Bundesamt für Landestopographie betrieben wird.

Herr Gubler teilt mit, dass zwei Trimble-Empfänger des Bundesamtes für Landestopographie seit September mit zwei Frequenzen ausgerüstet sind. Sie sind im Basisvergrößerungsnetz Heerbrugg und im GPS-Testnetz Turtmann getestet worden; die Auswertung der Messungen ist jedoch noch im Gang.

Weitere Messungen auf dem Polygon Zimmerwald - Monte Generoso sind am Vormittag bereits erwähnt worden.

Schliesslich sind die Antennenfehler in einem Testnetz in Thun bestimmt worden. Es ging vor allem darum, die Exzentrizitäten der Phasenzentren zu bestimmen. Offenbar besteht bei den Phasenzentren für L1 ein Unterschied von 7 mm zwischen L1- und L1/L2-Antennen.

Im Neotektonik-Netz Nordschweiz ist eine doppelte Nullmessung durchgeführt worden, weil die Nullmessung für den Trend den grössten Einfluss hat. Wiederholungsmessungen sind jedes dritte Jahr vorgesehen.

Mit GPS ist zudem ein Grundlagenetz für den Wisenberg-Tunnel der "Bahn 2000" mit einer Bautoleranz von 5 cm gemessen worden. Zusätzlich dazu ist auch ein oberirdisches Netz rekonstruiert worden, das von der Swissair Photo + Vermessungen AG gemessen werden soll. Abschliessend weist er auf die Bahnbestimmungen hin, die in internationaler Zusammenarbeit von der Universität Bern gemacht werden.

Herr Geiger stellt das vom Institut für Geodäsie und Photogrammetrie im Rahmen einer Semesterarbeit gemessene "Albisnetz" zur Bestimmung des Geoids vor. Ferner erwähnt er, dass im Neotektonik-Netz Nordschweiz sieben Stationen mit WM10I-Empfängern besetzt wurden, wenn sie nicht gerade von Empfängern der L+T besetzt waren. Im Zusammenhang mit GPS kommt er auch noch auf das SGK-Projekt Passnetz Gotthard zu sprechen. Zum Anschluss von vier Punkten im Gebiet Stöckli - Lutersee sind sechs Punkte des Passnetzes mit WM 10I- Empfängern besetzt worden. Die Resultate sind erst vorläufig.

Schliesslich sind im Diplomvermessungskurs sieben Punkte des Netzes "Vereinatunnel" mit sechs Empfängern in vier Epochen gemessen worden.

Herr Chaperon berichtet seinerseits von GPS-Messungen im Testnetz Hönningerberg, aus denen ebenfalls wertvolle Erfahrungen gezogen werden konnten.

In der Diskussion erkundigt sich Herr Jeanrichard nach den benützten Punkten im "Albisnetz". Nach Aussage von Herrn Geiger handelt es sich bis auf zwei um Triangulationspunkte des Kantons Zürich, von denen die meisten am Nivellement angeschlossen sind; die Übereinstimmung der Koordinaten ist gut.

RETrig/EUREF:

Herr Bürki gibt einleitend bekannt, dass die Arbeiten am RETrig zum Abschluss gekommen sind, indem in Lissabon die definitive RETrig-Lösung ED87 vorgelegt wurde. Anhand einer Folie gibt er eine Übersicht über die abschliessenden Arbeiten von 1987/88:

- Die SLR-Messungen Monte Generoso - Zimmerwald wurden einbezogen.
- Seit Januar 1988 wurden insgesamt drei neue Rückauflösungen mit anschliessenden Teilreduktionen durchgerechnet (Iteration der ED87-Lösung)
- Der Schlussbericht zum Lissabon-Symposium (9.-14. Mai 1988) ist in Bearbeitung.
- Der Datensatz aller Punkte des Triangulationsnetzes 1. O. im Datum ED87 liegt vor.
- Vorgesehen ist ein Vergleich ED79 - ED87 für das schweizerische Landesnetz.
- RETrig-Transformationsparameter WG572/84 - ED87 - CSS - BT587 sind vom ICC Paris (Boucher) berechnet worden.

Herr Gurtner berichtet über das in der vorangegangenen Woche im Anschluss an das Crustal Dynamics Symposium in München durchgeführte EUREF-Treffen.

Nächstes Jahr soll eine europäische GPS-Kampagne durchgeführt werden mit einigen Punkten in jedem Land. Herr Gurtner wurde in das für diese Kampagne gebildete Steering Committee gewählt.

Im Zeitplan von 3 - 4 Wochen ist der Beginn am 8. Mai 1989 vorgesehen. 50 - 70 Punkte sollen insgesamt gemessen werden, wobei 30 - 35 Zweifrequenzempfänger zum Einsatz kommen werden. Durch Preprocessing ist ein vereinheitlichtes Datenformat anzustreben.

REUN:

Herr Gubler zeigt auf einer Folie die in diesem Jahr neu gemessene Linie Vuiteboeuf - St-Imier - Biel des Landesnivellements. Er erwähnt auch die von Herrn Fischer durchgeführten dazugehörigen Schweremessungen, die er verdankt. Sodann weist er darauf hin, dass Herr PD Dr. E. Klingele die nächstjährigen Schweremessungen leiten soll.

Refraktion:

Herr Chaperon teilt mit, dass er die in Aussicht gestellte neue Sonde noch nicht erhalten hat. Bei der GPS-Kampagne dieses Herbstes ist hingegen der Einsatz eines Wetterzuges in Betracht gezogen worden. Infolge der sehr frühen Satellitendurchgänge im Oktober erschien dieser jedoch nicht opportun, da der normale Dienstbetrieb zu sehr belastet worden wäre.

Alpen traverse Gotthard:

Herr Elmiger kann darauf hinweisen, dass das Gesamtnetz ausgezeichnet mit dem GRANIT-Netz zusammenpasst, von dem drei Punkte (Lägern, Titlis, Monte Generoso) in der Alpen traverse Gotthard enthalten sind. Es kann angenommen werden, dass Laser-Distanzmessungen bezüglich der Massstabsbestimmung annähernd von der Qualität von GPS-Messungen sind.

Der Bericht über die Alpen traverse Gotthard soll im Winter erstellt werden.

Daraufhin geht Herr Kahle zu den Einzelprojekten über, indem er die Projektleiter in alphabetischer Reihenfolge auffordert, den aktuellen Stand bekanntzugeben.

H. Aeschlimann:

Herr Aeschlimann ist leider nicht hier.

I. Bauersima:

Zur Satellitengeodäsie bemerkt er, dass seinen Ausführungen zum Projekt CQSSP (siehe Anhang 1, 3. CQSSP) von Herrn Gurtner eine Übersicht über die Laser-Beobachtungen vorausgeschickt werden sollte, was denn auch geschieht (siehe bei W. Gurtner). Herr Bauersima skizziert dann kurz die Grundsätze des Projekts CQSSP und weist darauf hin, dass es nur wenige Quasare gibt, die man gleichzeitig mit VLBI (Radiowellen) und optisch (Licht) beobachten kann. Für die astrographische Beobachtung der Satelliten ist ein optoelektronisches Bilderfassungssystem evaluiert worden. Er kündigt an, dass ein geeigneter Detektor Anfang nächsten Jahres beschafft und in Zimmerwald erprobt werden soll. Schliesslich weist er auf die Bedeutung dieses Projekts auch für den IERS hin.

B. Bürki:

Bei der Zenitkamera ist die Erneuerung der Elektronik im Gang. Seine Dissertation ist unlängst abgeschlossen worden.

A. Carosio:

Das Problem der Datenbanken bleibt weiterhin bestehen. Gewisse Aufgaben in der Liste von Prof. Conzett sind inzwischen abgeschlossen worden, andere sind weiterhin aktuell.

F. Chaperon:

Im Gebiet Stöckli - Lutersee hat Herr R. Köchle erstmals einige Messungen mit dem neuen Mekometer ME 5000 gemacht. Weitere Mekometer-Messungen sind von ihm in einem Deformationsnetz auf Cuolm da Vi gemacht worden, wo es allerdings um grössere Verschiebungsbeträge geht.

W. Gurtner:

Vorgängig dem Bericht von Herrn Bauersima gibt Herr Gurtner ein Résumé über die Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald (siehe Anhang 1, 1. Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald). Als erfreuliche Tatsache streicht er heraus, dass die Anlage so weit ausgebaut und das Beobachtungsteam so erweitert worden ist, dass nun während sieben Nächten in der Woche beobachtet werden kann. Dagegen sind heute noch keine Tagesbeobachtungen möglich. Zur Erhöhung der Beobachtungsgenauigkeit sind bereits erste Arbeiten aufgenommen worden, da die systematischen Fehler nur bei entsprechender Beobachtungsgenauigkeit erfasst werden

F. Jeanrichard:

Zur Bestimmung Rezenter Krustenbewegungen sind dieses Jahr die Deformationsnetze bei Le Pont wie geplant gemessen, jedoch noch nicht ausgewertet worden.

H.-G. Kahle:

Die Gravimetrie ist vom Institut für Geophysik in seine Gruppe transferiert worden, um eine bestmögliche interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen der Geophysik und der Geodäsie an der ETHZ zu erreichen. Fünf Projekte werden zurzeit von dieser Gruppe betreut:

- Erdzeitenbeobachtungen in Chur, in Zusammenarbeit mit dem Ozeanographischen Institut Proudman (GB)
- Rezente Krustenbewegungen: Beoberkungskampagne in Yellowstone (USA), in Zusammenarbeit mit dem MIT
- Geologische Anwendungen: Messung von drei Profilen in der Region von Chiasso
- Beteiligung am Int. Programm Europäische Geotraverse (EGT) Hammerfest - Tunesien: Erstellung einer Bouguer-Anomalien- Karte
- Theoretische Arbeiten zur Inversion von Potentialdaten.
- Studien zum ARISTOTELES-Projekt der ESA.

H. Matthias:

Die Entwicklung des Topomat ist nun abgeschlossen. Über das Projekt Seitenrefraktion ist in München ein Vortrag gehalten worden, der grosses Interesse bei den Leuten aus der Praxis

ausgelöst hat. In der Kommission IX (Education in Geodesy) der IAG soll die Bedeutung der geodätischen Wissenschaften nächsten Herbst in Ulm behandelt werden. Abschliessend weist Herr Matthias darauf hin, dass in Edinburg eine SSG über die Anwendung von GPS in der Ingenieurgeodäsie eingerichtet werden soll, und bittet die Delegierten, dieser Entwicklung gegenüber kritisch zu sein.

3. Publikationen 1988

Herr Kahle erwähnt einleitend den Bericht über die 139. Sitzung der SGK² und den Bericht über Vancouver³, die dieses Jahr in unserer Fachzeitschrift erschienen sind. Ein Sonderheft "Prof. Rudolf Conzett in memoriam"⁴ ist von der Kommission mitfinanziert worden.

Der Präsident weist sodann darauf hin, dass der 39. Band noch dieses Jahr gedruckt werden soll.

Vorgesehen ist weiter eine Publikation über das GPS-Testnetz Turtmann. Herr Jeanrichard hat dafür zwei Bände vorgeschlagen, von denen der erste bis Ende 1989 unter Dach sein sollte. Die dazu vorgesehenen Autoren sind bisher noch nicht angefragt worden und sollen nun angefragt werden. Schliesslich erwähnt Herr Kahle die Arbeit von Herrn Bürki, die bereits sehr weit fortgeschritten ist und gedruckt werden soll.

4. Arbeitsprogramme 1989

Unter diesem Traktandum erkundigt sich der Präsident nur nach grundsätzlich neuen Projekten.

Herr Gubler erklärt, dass das Bundesamt für Landestopographie ab 1989 im

² W. Fischer: 139. Sitzung der Schweiz. Geodätischen Kommission. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 86. Jg., 8/88, S. 448 - 449.

³ E. Gubler, W. Gurtner, H.-G. Kahle, E. Klingele, H. Matthias, redigiert von W. Fischer: XIX. Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik in Vancouver. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 86. Jg., 6/88, S. 265 - 273.

⁴ H. Bühlmann et al.: Prof. Rudolf Conzett in memoriam. Sonderheft Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik, 86. Jg., 7/88, S. 299 - 396.

Triangulationsnetz 1. und 2. Ordnung mit GPS-Zweifrequenzempfängern messen wird.

Herr Gurtner weist darauf hin, dass die SGK die Arbeiten für ein neues Geoid im cm-Bereich in Angriff nehmen sollte, das bis zur XX. Generalversammlung der IUGG in Wien (1991) vorgelegt werden könnte. Dieser Vorschlag wird sehr positiv aufgenommen, und Herr Bürki, der jetzt Delegierter in der Geoid-Kommission der IAG ist, wird beauftragt, eine entsprechende Arbeitsgruppe einzuberufen.

5. Rechnung 1987: Revision durch SNG

Herr Gubler gibt bekannt, dass der Revisionsbericht der SNG eingetroffen ist. Dieser enthält lediglich eine kleine Rüge, da offenbar AHV-Beiträge unter einer falschen Rubrik verbucht worden sind.

6. Rechnung 1988: Stand der Konten

Soweit es Herr Gubler abschätzen kann, sollten die Auslagen dieses Jahres im Rahmen der Budgetposten liegen. Lediglich die Kosten für die Einzelpublikationen sind im Augenblick noch nicht genau abzuschätzen.

7. Beitragsgesuch 1990

Die von Herrn Gubler zusammengestellten Budgetanträge enthalten nur sog. Zahlungskredite, worauf er ausdrücklich hinweist.

Anträge für sog. Verpflichtungskredite sind keine eingegangen. Seiner Meinung nach wäre es jedoch erwünscht, wenn eine für 1990 vorgesehene EUREF-Tagung in der Schweiz, in der ja auch Auswertungen gemacht werden, durchgeführt werden könnte. Die Kommission beschliesst, ein Budget für eine solche Tagung aufzustellen und einen entsprechenden Verpflichtungskredit zu beantragen.

Herr Gubler bittet noch um die restlichen Begründungen für die einzelnen Budgetposten bis zum 31. Januar 1989.

8. Wahlen

Herr Kahle erinnert daran, dass die interne Organisation der Kommission vor vier Jahren letztmals geregelt wurde. Deshalb ist es an der Zeit, sich darüber Gedanken zu machen. Präsident, Vizepräsident und Quästor stellen sich wieder zur Verfügung und werden mit Akklamation in ihrem Amt bestätigt.

Als Nachfolger von Herrn Fischer schlägt Herr Kahle nun Herrn Bürki als Sekretär vor. Herr Bürki wird einstimmig zum Sekretär gewählt. Er sieht sich dazu verpflichtet und ist auch bereit, das Amt zu übernehmen. Da er jedoch weiss, dass recht viel Arbeit damit verbunden ist, stellt er sich für die Zukunft einen gewissen Turnus dafür vor. In seiner Antwort weist Herr Kahle darauf hin, dass Präsident, Vizepräsident, Quästor und Sekretär jeweils nur auf vier Jahre gewählt sind und dass nach Ablauf dieser Periode eine Bestätigungs- oder Neuwahl erfolgen muss.

Sodann beantragt Herr Kahle, der SNG einen Mitarbeiter seiner Gruppe, Herrn Dipl.Phys. Alain Geiger, zur Wahl als neues Mitglied der Kommission vorzuschlagen. Dieser Antrag wird einstimmig gutgeheissen.

Herr Schwendener hat schon früher den Wunsch bekundet, von der Mitgliedschaft in der Kommission entlastet zu werden, und Herrn Dipl.Ing. René Scherrer als Nachfolger vorgeschlagen. Nach einigen grundsätzlichen Erwägungen über die Mitgliedschaft eines Vertreters aus der Industrie stimmt die Kommission dem Antrag mit Applaus zu.

Herr Gurtner weist darauf hin, dass die Westschweiz in der Kommission untervertreten ist, und beantragt demzufolge ein weiteres Mitglied aus diesem Landesteil. Die Kommission folgt seiner Argumentation und beauftragt Herrn Jeanrichard, mit Lausanne Kontakt aufzunehmen.

Schliesslich kommt Herr Gubler auf die Wahl der Delegierten für EUREF zurück. Gemäss Beschluss der letzten Sitzung sind auf dem Korrespondenzweg die Herren Gubler und Gurtner vorgeschlagen und gewählt worden. Die Zahl der Delegierten ist jedoch nicht wie bei RETrig

auf zwei beschränkt, und so schlägt Herr Gubler vor, Herrn Bürki als dritten Delegierten für EUREF zu wählen. Dieser Vorschlag wird einstimmig zum Beschluss erhoben.

9. Ort und Datum der 141. Sitzung

Die nächste Sitzung soll wiederum in Bern durchgeführt werden. Die Kollegen vom Astronomischen Institut sind bereit, sie zu organisieren und den wissenschaftlichen Teil zu bestreiten.⁵ Als Termin wird der Montag, 17. April 1989, vorgesehen.

10. Mitteilungen und Verschiedenes

Herr Kahle weist auf das nächste Inter-Assembly General Meeting der IAG hin, das bereits vom 3. - 12. August 1989 in Edinburg stattfinden wird. Er ruft die Mitglieder auf, sich aktiv daran zu beteiligen. Nähere Informationen sind bei ihm erhältlich.

Auf eine Anfrage des Präsidenten teilt Herr Bauersima mit, dass er am 2./3. November 1988 in Bern an einer Sitzung der Schweizerischen Kommission für Weltraumforschung teilnehmen wird, an der die ESA-Raumfahrtprojekte GRASP, CASSINI, LYMAN, VESTA und QUASAT vorgestellt werden, mit dem Zweck, das schweizerische Interesse an diesen Projekten zu formulieren. Das AIUB wurde in diesem Zusammenhang aufgefordert, sich zum eventuellen geodätischen Nutzen des QUASAT-Projekts zu äussern, worauf Herr Bauersima dessen Meinung in seinem Brief vom 29.8.1988 an den Fragesteller, Herrn Dr. A. Benz, Institut für Astronomie, ETH Zürich, formulierte.

Schliesslich bittet der Präsident Herrn Bauersima um eine Erklärung zu dem von ihm entworfenen Memorandum über die Zusammenarbeit verschiedener Institutionen auf dem Gebiet des Zeitdienstes, wozu Herr Bauersima folgendes ausführte: Seit Januar 1987 existiert in Fragen der genauen Zeit/Frequenz-Generierung und dem genauen Zeit/Frequenz-Transfer eine lose Zusammenarbeit zwischen dem Eidg. Amt für Messwesen (EAM), der PTT, dem AIUB und später auch mit dem Observatorium Neuenburg (ON), die durch die Vermittlung von Prof.

⁵ Inzwischen hat die Kommission gerne eine freundliche Einladung vom CERN in Genf angenommen, die Sitzung dort durchzuführen, verbunden mit einer Führung durch das LEP, bevor dieses seiner Bestimmung übergeben und damit nicht mehr zugänglich sein wird.

Matthias zustande gekommen war. Seitdem fanden einige Sitzungen dieser "Arbeitsgruppe" statt, in denen Schritte in Richtung konkrete Zusammenarbeit vereinbart wurden. So wurde am AIUB ein Zeittransfer-Modul "TICOMT" (Time Comparison by Television) entwickelt, in zweifacher Ausführung gebaut und an der Satellitenstation Zimmerwald (AIUB) und im EAM installiert und in Betrieb gesetzt. Mit diesem Modul wird lückenlos ein automatischer Zeittransfer zwischen der schweizerischen Atomzeit TAI(CH) und dem Zeitstandard T(ZWLD) der Satellitenstation Zimmerwald bewerkstelligt. Ein drittes TICOMT-Modul wird zu einem späteren Zeitpunkt auch am ON installiert.

Mit hochentwickelter Software für die Ermittlung relativer Positionen der Fixpunkte eines globalen Netzes aus GPS-Code- und/oder Phasen-Beobachtungen können gleichzeitig die Werte der relativen Korrekturen der Empfänger-Uhren bestimmt werden. Sind die letzteren mit einem kalibrierbaren Ausgang versehen, so können die GPS-Beobachtungen auch für den regionalen und interkontinentalen Zeittransfer zwischen den einzelnen nationalen Atomzeit-Laboratorien verwendet werden, und zwar mit einer Genauigkeit, die um 2 bis 3 Grössenordnungen besser ist als die der bisherigen Zeittransfer-Techniken. Angesichts der Feststellung, dass die physikalische Verfügbarkeit der internationalen Atomzeit TAI (der gewichtete Mittelwert der gleichzeitigen Angaben aller nationalen Zeitnormale (heute insgesamt 261 Cäsium- und 36 H-Maser-Uhren) mittels nationaler Zeitstandards desto genauer erfolgen kann, je öfter (also möglichst permanent) und je genauer (also möglichst im I-ns-Bereich) der Zeittransfer zwischen den letzteren realisiert wird, hat die oben erwähnte Arbeitsgruppe auch die Zusammenarbeit im Bereich des hochgenauen Zeittransfers via GPS beschlossen.

Dies und einiges mehr wurde im erwähnten Entwurf zum Memorandum festgehalten, mit dem der gegenseitige Wille der beteiligten Institutionen zu einer langfristigen Zusammenarbeit dokumentiert werden soll.

Herr Kahle schliesst hierauf die Sitzung mit dem Dank an alle Aktiven.

141. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission vom 17. April 1989 im
Europäischen Laboratorium für Teilchenphysik CERN in Genf.

Geschäftssitzung: 10.30 - 12.40 Uhr
Wissenschaftlicher Teil: 14.00 - 17.15 Uhr

Um für die Besichtigung der LEP- Anlagen des CERN mehr Zeit zur Verfügung zu haben, wurde die Geschäftssitzung ausnahmsweise am Vormittag abgehalten. Dazu konnte der Präsident die Kommissionsmitglieder H. Aeschlimann, I. Bauersima, G. Beutler, B. Bürki, A. Carosio, E. Gubler, W. Gurtner, F. Jeanrichard, M. Mayoud, A. Miserez, sowie die Herren A. Geiger und R. Scherrer als Gäste begrüßen.

Als Vertreter der SANW konnte ausserdem Herr Prof. Dr. A. Matter als Präsident der Sektion III begrüsst werden.

Entschuldigt: Prof. Dr. P. Walter, Zentralpräsident der SANW, die Vertreter der Geokommissionen Geologie, Prof. J.-P. Schaer, Geotechnik, Prof. Dr. C. Schindler, Geophysik, Prof. Dr. St. Müller, die ständigen Ehrenmitglieder Prof. Dr. M. Schürer und Direktor E. Huber, Die SGK- Mitglieder Prof. Dr. H. Matthias, Prof. F. Chaperon und Dr. A. Elmiger.

Vorsitz: Prof. Dr. H.-G. Kahle, Präsident,
Protokollführung: Dr. B. Bürki.

Geschäftssitzung (Vormittag)

Der Präsident begrüsst die anwesenden Kommissionsmitglieder, den Vertreter der SANW, Herrn Prof. Dr. A. Matter als Präsident der Sektion III sowie die Herren A. Geiger und R. Scherrer als designierte neue Kommissionsmitglieder. Herr Kahle bedankt sich beim Gastgeber, Herrn Dipl. Ing. ESGT M. Mayoud für die Organisation der Sitzung in den Räumlichkeiten des CERN. Die vorliegende Traktandenliste wird im Anschluss ohne Einwände gutgeheissen.

Traktandenliste:

1. Protokoll der 140. Sitzung
2. Jahresbericht des Präsidenten
3. Berichte zu den laufenden Projekten und Arbeitsgruppen
4. Publikationen 1989
5. Arbeitsprogramm 1989
6. Abnahme der Rechnung 1988
7. Budget 1989
8. Beitragsgesuch für 1990
9. Mutationen
10. Ort und Datum der 142. Sitzung
11. Varia

Einleitend gibt Herr Kahle bekannt, dass der Jahresabschluss mit dem Bericht des Präsidenten termingerecht an die SANW abgeliefert wurde, ebenso die Anmeldung der zur Wahl vorgeschlagenen Herren Geiger, Scherrer und Dupraz. Abgemeldet wurde auf eigenen Wunsch hin Herr R. Schwendener. Seine jahrelange wertvolle Mitarbeit in der SGK wurde anerkennend verdankt.

1. Protokoll der 140. Sitzung

Das Protokoll wurde allen Kommissionmitgliedern vorgängig zur Verifikation zugestellt. Es werden keine Änderungswünsche angemeldet. Damit kann das letzte Protokoll, das vom zurückgetretenen SGK- Sekretär, Herrn W. Fischer abgefasst wurde, verdankt und genehmigt werden.

2. Jahresbericht des Präsidenten

Zusammen mit den übrigen Unterlagen wurde den Mitgliedern auch der Jahresbericht des Präsidenten für das Jahr 1988 zugestellt.

3. Berichte der Arbeitsgruppen

A. SGK- Projekte

Nationales Forschungsprogramm "Tiefenstruktur in der Schweiz NFP20":

Herr Kahle gibt bekannt, dass per 28. 2. 89 ein vorläufiger Abschlussbericht inklusive Beilagen abgeliefert wurde. Er teilt ausserdem mit, dass durch diverse Kosten- umlagerungen und durch Eigenfinanzierung von Reisespesen durch ausländische Institute noch ein Restbetrag vorhanden ist. In Absprache mit den übrigen Projektbeteiligten des AIUB und und der L+T wurde daher bei der Projektleitung des NFP20 ein Verlängerungsantrag auf Verwendung der Restgelder eingereicht. Im Falle einer Bewilligung wird die Festlegung des Verteilers notwendig sein. Auf Anfrage von Herrn Kahle kann Herr Beutler mitteilen, dass das als Bestandteil des prov. Abschlussberichts eingereichte Paper nunmehr definitiv abgefasst vorliegt. Herr Kahle schlägt daraufhin vor, dieses Paper zusammen mit den anderen geodätischen NFP20- Beiträgen in der SGK- Reihe "Geodätisch- geophysikalische Arbeiten in der Schweiz" zu publizieren, um damit dem ausdrücklichen Wunsch des Schweizerischen Forschungsrates entgegenzukommen, gebührende Publikationen in einer angesehenen Reihe vermehrt zu fördern.

GPS

Herr Beutler berichtet, dass die am AIUB entwickelte GPS- Software, Version 3 mittlerweile recht weit verbreitet ist. Unter den rund 30 Anwendern sind u. a. das Bundesamt für Landestopographie in Wabern, die schwedische Landestopographie, der U. S. Geological Survey und das Deutsche Geodätische Forschungsinstitut in München vertreten.

Im Hinblick auf den Arbeitsanfall im Zusammenhang mit der Europäischen GPS- Messkampagne EUREF (European REference Frame) gibt Herr Beutler seinen Bedenken hinsichtlich der Bewältigung der Auswertungen Ausdruck, da das Projekt mit ca. 65 Empfängern und rund 90 zu beobachtenden Stationen eine Grössenordnung erreicht, die alle bisherigen Projekte weit übertrifft. Das IfAG (Frankfurt) sowie das IGN (Paris) werden die Auswertung in Bern durch Mitarbeiter unterstützen. Dies ist gewiss von Vorteil, bedingt jedoch auch grössere Vorbereitungsarbeiten zur Strukturierung der Aufgabe. Eine gewisse Unterstützung besteht durch die Arbeit von M. Rothacher, der im Zuge seiner Dissertation an Untersuchungen zur Bahnbestimmung im kontinentalen Rahmen arbeitet.

Ein wichtiger Punkt, den man im Zusammenhang mit GPS- Auswertungen überdenken sollte, ist die Abkehr des bisherigen "Sessionsdenkens" zu kontinuierlichen sequentiellen Beobachtungen.

Die definitive Auswertung der sog. Granit- Kampagne von 1987 hat die eher überraschende Erkenntnis gebracht, dass bei GPS- Messungen bereits mit einfachen Auswertemodellen die Zentimetergenauigkeit über grössere Distanzen erreicht werden kann¹. Diese Erkenntnis muss allerdings durch den Umstand, dass die Antennen stets gleich aufgestellt waren und dadurch keine allfälligen Orientierungseinflüsse feststellbar waren, etwas relativiert werden.

Zum allgemeinen Betrieb am AIUB erläutert Herr Beutler, dass im vergangenen Jahr viel auf dem Gebiet der Daten- Vorverarbeitung gearbeitet wurde. Während sich das sog. Data-pre-Processing in der Schweiz als recht einfach erweist, bietet es für die Aufbereitung von Daten von Nord- Kanada und Hawaii einige Probleme durch die recht schwierig zu handhabende Ionosphäre. Ein wichtiger Beitrag ist die Schätzung von Ionosphärenparametern anhand von Satellitenbeobachtungen auf verschiedenen Stationen².

Herr Gurtner berichtet, dass am AIUB im Hinblick auf die Auswertung der im Mai 1989 zur Austragung gelangenden EUREF- Kampagne ein neues Daten- Austauschformat RINEX (Receiver INdependent EXchange Format) erarbeitet wurde, das für alle Empfängertypen identisch ist, und damit den Einsatz von spezieller GPS- Software wesentlich vereinfacht. Zur Erprobung der Kombination unterschiedlicher Empfänger erfolgte im Januar 89 auf dem Gelände der Satelliten- Beobachtungstation in Wettzell, BRD eine gemeinsame Testmessung mit verschiedenen Zweifrequenz- Empfängertypen (Texas Instruments, Minimax, Trimble, Wild- Magnavox), die gleichzeitig betrieben und deren Daten kombiniert ausgewertet wurden. Die in einem Paper zusammengefassten Ergebnisse³ wurden am 5. internationalen Geodetic Symposium on Satellite Positioning in Las Cruces (13. - 17. März 1989) präsentiert, wo während des Workshops über GPS Exchange- Formate das neue RINEX- Format international gutgeheissen wurde. Um das Format weltweit bekannt zu machen, ist demnächst eine

¹Beutler, G., W. Gurtner, M. Rothacher and U. Wild (1989): The Swiss 1987 GPS Campaign: Experiences in Medium Size Networks. Proceedings of the first International Workshop on the Geodesy for the Europe- Africa Fixed Link in the Strait of Gibraltar, Madrid, March 1989.

²Beutler, G., W. Gurtner, U. Hugentobler, M. Rothacher, T. Schildknecht and U. Wild (1988): Ionosphere and GPS Processing Techniques. Paper presented at the 1988 Chapman Conference on the Use of GPS for Geodynamics, Ft. Lauderdale, U.S.A.

³Gurtner, W., Beutler, G., Rothacher, M. (1989): Combination of GPS Observations Made with Different Receiver Types. Paper presented at the 5th International Geodetic Symposium on Satellite Positioning, March 13 - 17, 1989, Las Cruces, New Mexico, USA.

Publikation im GPS- Bulletin der CSTG (International Coordination of Space Techniques for Geodesy and Geodynamics, Kommission VIII der IAG) vorgesehen⁴.

Abschliessend berichtet Herr Beutler über die Auswertung der Alaska- Messungen aus den Jahren 1984, 86 und 88, die Teil des weltweiten NASA- Projektes "Crustal Dynamics Project" sind, und über die ebenfalls in Las Cruces berichtet wurde⁵. Die gemeinsamen Auswertungen mehrerer Kampagnen zeigen, dass sich ein Punkt um 4 cm pro Jahr entlang des San Andreas- Grabens verschiebt. Generell gesehen zeigen sich im erfassten Gebiet von rund 2000 x 3000 km Bewegungen von einigen Zentimetern. Die Vergleiche mit Messungen mobiler VLBI- Stationen zeigten, dass mit GPS dieselben Genauigkeiten wie mit VLBI erreicht werden können.

Herr Gubler erwähnt, dass mittlerweile alle 4 Trimble- Empfänger des Bundesamtes für Landestopographie mit der zweiten Frequenz ausgerüstet wurden, und bereits erste Testmessungen in Niedersachsen, zusammen mit dem niedersächsischen Landesvermessungsamt ausgeführt wurden.

Herr Geiger berichtet über die GPS- Aktivitäten und -Erfahrungen am IGP. Er erwähnt die Auswertung der Tunnelnetze, die ergaben, dass die Resultate von der Definition der jeweilig verwendeten Session(en) abhängig sind, und demzufolge um mehrere Millimeter schwanken können.

Er erwähnt, dass auf einigen Stationen des Gotthard- Strassentunnel- Netzes neue Messungen mit GPS erfolgten, die auch auf einige Punkte des Kontrollnetzes Stöckli- Lutersee ausgedehnt wurden. Die Auswertungen ergaben Differenzen gegenüber den Messungen von 1981, von denen man nicht genau sagen konnte, ob es sich um tatsächliche Verschiebungen oder um Messunsicherheiten handelt. Die in der Folge mit dem neuen Mekometer ME 5000 durchgeführten Nach- und Ergänzungsmessungen erbrachten eine sehr gute Übereinstimmung mit den GPS- Messungen, was Messfehler ausschliessen lässt. Die Differenzen zu der Lösung von 1981 zeigen dagegen einen Massstab von über 3 ppm, was erstaunlich viel ist, in Anbetracht der Tatsache, dass die Messungen von 1981 mit zwei verschiedenen Geräten (altes Mekometer und Geodimeter 8BL) und sehr viel Aufwand zur Kontrolle des Massstabes

⁴ Gurtner, W., Mader, G. and MacArthur, D. (1989): A Common Exchange Format for GPS Data. CSTG GPS- Bulletin Vol. 2, No. 3, May/June 1989.

⁵Rothacher, M., G. Beutler, W. Gurtner, T. Schildknecht and U. Wild (1989): Results of the 1984, 1986 and 1988 Alaska GPS Campaigns. Paper presented at the 5th International Geodetic Symposium on Satellite Positioning, March 13 - 17, 1989, Las Cruces, New Mexico, USA.

durchgeführt wurden. Auch nach der einsetzenden Diskussion blieb eine Frage unbeantwortet, ob tatsächlich Verschiebungen vorliegen oder nicht. Die sehr gleichmässige lineare Stauchung des Netzes spricht eher gegen tektonische Verformungen. Ein Massstabfehler scheint eher als Ursache in Frage zu kommen. Allgemein ist man sich einig, dass der durch GPS bestimmte Massstab der zur Zeit Beste ist.

Herr Beutler wendet darauf ein, dass bei GPS- Einfrequenzmessungen ohne weiteres ein Massstab von 1 ppm entstehen kann.

RETRIG / EUREF

Herr Bürki berichtet über den definitiven Abschluss der Arbeiten unter der Bezeichnung RETRIG, und teilt mit, dass die Koordinaten der Schlussausgleichung unter der Bezeichnung ED87 vorliegen und verfügbar sind. Er hat als Dokumentation einen Bericht zuhanden der RETRIG- Schlusspublikation der Internationalen Assoziation für Geodäsie (IAG) verfasst und abgegeben. Die gegenüber der Lösung ED79 festgestellten Änderungen bleiben innerhalb des CH- Blocks sehr gering, während sich im Einzugsgebiet der Puffer- Zonen durch die Umdefinition der Beobachtungen Punktverschiebungen von bis zu 20 cm ergaben.

Herr Gubler berichtet, dass im Oktober 1988 in München eine erste Kontaktnahme stattgefunden hat, bei der sich Vertreter von öffentlichen Institutionen, die an einer Weiterführung der gemeinsamen Arbeiten im europäischen Rahmen interessiert sind, zu einem Meinungsaustausch zusammenfanden. Anlässlich dieser Sitzung wurde der Entschluss gefasst, bereits 1989 eine GPS- Messkampagne zu organisieren, die ganz Europa abdeckt und ein neues, europaweites einheitliches Grundlagensystem hoher Genauigkeit darstellen wird. Um dieses Ziel zu erreichen, ist im Zuge der für Mai 1989 geplanten EUREF- Kampagne die Messung von rund 90 Stationen mit ca. 65 Empfängern vorgesehen, pro Station sind infolge der schlechten Bahnkonstellationen jeweils 6 Beobachtungstage (Sessionen) vorgesehen. Herr A. Wiget (L+T) nimmt als Delegierter der Schweiz an den Koordinationssitzungen teil, an denen technische und logistische Probleme bearbeitet werden, und Herr Gurtner (AIUB) ist im sog. "Steering Committee" vertreten und kümmert sich um die Probleme der Datenerfassung und Vorverarbeitung (Transformation der Rohdaten in ein geeignetes Format) sowie um die gemeinsame Auswertung. Als Ziel wurde ins Auge gefasst, dass bis Ende 1989 alle Messdaten im RINEX- Format vorliegen, und dass die Auswertungen innerhalb eines Jahres abgeschlossen sein werden.

REUN

Herr Gubler berichtet über die REUN- Aktivitäten. Er verteilt eine neue Karte der Hebungsraten in der Schweiz, in der die neuen Auswertungen im Juragebiet enthalten sind. Interessanterweise zeigt sich hier eine Senkung der Linie Vuiteboeuf - La Chaux-de-Fonds - Biel des Jura, und zwar bezüglich des Bezugsniveaus in Aarburg als auch bezüglich des Jura-Südfuss. Für 1989 ist die Messung der Linie La Cibourg - Delémont - Basel geplant.

Refraktion

Da sich die Herren Chaperon und Elmiger für die Sitzung entschuldigen liessen, konnte über den Fortgang der von ihnen betreuten Projekte nicht berichtet werden.

Nach Abschluss der SGK- Projekte forderte der Präsident die Mitglieder auf, über die Einzelprojekte zu berichten.

B. Einzelprojekte

H. Aeschlimann:

Da Herr Aeschlimann in letzter Zeit sehr stark durch geschäftliche Probleme in der Firma Kern beansprucht wurde, musste er seine Aktivitäten im Bereich der SGK- Vorhaben zurückstellen. Er hofft aber, in Zukunft wiederum vermehrt mitarbeiten zu können.

Herr Bauersima meldet, dass das bestellte Bilderfassungssystem erst Ende 1989 geliefert werden kann. Er berichtet über eine zusätzliche Möglichkeit, mit Hilfe der Satelliten-Lasertechnik innerhalb des Projektvorhabens CQSSP (Coupled Quasar, Satellite and Star Positioning) die Quasare an das System der Fixsterne anzuknüpfen. Das Vorhaben ist aber noch nicht im Detail ausgearbeitet und bedarf vorerst weiterer Vorarbeiten.

Herr Bürki erläutert daraufhin den Stand der Arbeiten beim Bau der beiden Mikrowellen - Wasserdampf - Radiometer, die vom IGP bei der Firma CAPTEC in Bern in Auftrag gegeben wurden, wobei Entwicklung und Bau gewisser Teile in den Aufgabenbereich des IGP fallen. Er berichtet, dass die Radiometer- Komponenten praktisch fertiggestellt sind, und zur Zeit am IGP die Montierung gebaut wird. Die Elektronik zur computergesteuerten Schrittmotor-Nachführung der Radiometer, die ebenfalls am IGP entwickelt wurde, ist ebenfalls

fertiggestellt. Infolge Lieferschwierigkeiten bei den Mikrowellen- Komponenten erfuhr das Projekt allerdings eine ca. 2-monatige Verzögerung. Sobald die am Institut für Werkzeugmaschinenbau, unter Aufsicht des IGP anzufertigende Montierung in einer ersten Ausführung fertiggestellt sein wird, können die ersten Versuchsmessungen ins Auge gefasst werden. Allerdings muss vorher die Software für die automatische Nachführung entworfen und geschrieben werden.

Die für die Radiometermessungen benötigten Metro- Messgeräte (Typ PTH688 von CAPTEC, Bern) zur Messung von Temperatur, Feuchte und Luftdruck wurden bereits im letzten Jahr entwickelt und im Feldeinsatz erprobt. Es handelt sich dabei um selbständig arbeitende und automatisch speichernde Registriergeräte, die auf ein bestimmtes Zeitintervall zur Messwerterfassung mit Speicherung programmiert oder direkt per Computer abgesteuert werden können. Damit bietet sich deren Einsatz uneingeschränkt für alle Feldmessungen an, bei denen meteorologische Daten zu erheben sind, und zwar unabhängig davon, ob dabei ein Rechner eingesetzt wird oder nicht. Das Institut de Mensuration der ETH Lausanne hat ebenfalls ein Gerät diesen Typs im Einsatz.

Zum Thema Satellitendistanzmessung (SLR) berichtet Herr Bürki, dass das SLR- Projekt Zimmerwald - Jungfrauoch - Monte Generoso noch nicht definitiv abgeschlossen werden konnte. Infolge verschiedener Umstände hat sich die ursprünglich dazu vorgesehene Publikation verzögert. Aus Aktualitätsgründen einerseits und auf Grund der Tatsache, dass praktisch ständig neue GPS- Messungen auf dieser Strecke ausgeführt werden, die neue Ergebnisse liefern, erscheint eine Veröffentlichung zu diesem Zeitpunkt als ungünstig. Herr Bürki bringt daher den Vorschlag ein, bei der nächsten sich bietenden Gelegenheit eine Wiederholungsmessung mit dem mobilen Laser der TU Delft ins Auge zu fassen. Dieses Vorhaben würde der seinerzeitigen Projekteingabe entsprechen, die zum Inhalt hatte, eine Basismessung für spätere Wiederholungsmessungen zu schaffen. Andererseits sollte bei dieser Neumessung, die voraussichtlich 1992 stattfinden könnte, die Gelegenheit wahrgenommen werden, Vergleichsmessungen des holländischen Lasers mit dem Laser in Zimmerwald auszuführen. Herr Kahle wird an der 4. internationalen WEGENER/ MEDLAS- Konferenz im Juni 89 in Holland teilnehmen und dabei erste Abklärungen mit den Verantwortlichen der TU Delft führen.

Auf Anfrage berichtet Herr Carosio, dass zum Thema Datenbank noch keine konkreten Vorschläge bereit liegen, die sich für geodätische Anwendungen verwenden liessen. Die Gruppe ist derzeit noch im Aufbau begriffen. Auf Grund einer Diskussion wird der Wunsch geäußert, dass das Einzelprojekt Datenbank zu einem SGK- Projekt zu erheben. In der

anschliessend durchgeführten Abstimmung wird der Antrag auf Etablierung eines entsprechenden SGK- Projektes und einer Arbeitsgruppe gutgeheissen. Unter gewissen Vorbehalten ist Herr Carosio damit einverstanden. Als erste Aktivität kündigt er einen eventuellen Besuch eines Mitarbeiters seiner Professur an einem einschlägigen Symposium in Kalifornien an.

Über den Stand der Diagnoseausgleichung in der Schweiz kann Herr Gubler vermelden, dass die Arbeiten vorankommen und die Datenerfassung bis Ende Juni abgeschlossen sein wird. Sodann berichtet er kurz über die vorgesehenen EUREF- Aktivitäten und über das Vorhaben, im September im Netz Nordostschweiz (Chrischona - Pfänder) mit 12 Empfängern, von denen 8 mit zwei Frequenzen arbeiten, neu zu messen, wobei an bestehende Netze angeschlossen werden soll. Weitere Messungen sind im Kanton Schaffhausen im Triangulationsnetz III. Ordnung geplant, ebenso einige kleinere Arbeiten im Netz IV. Ordnung, wo Fragen im Zusammenhang mit der Beratung und Verifikation bezüglich GPS untersucht werden sollen.

Herr Gurtner berichtet über die Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald. Da seit der letzten ausführlichen Berichterstattung erst ein halbes Jahr verflossen ist, sind keine wesentlichen Neuerungen erwähnenswert. Der Betrieb des Lasers in Zimmerwald funktioniert soweit einwandfrei, in der Periode Januar / Februar sorgte eine "Schönwetterkatastrophe" für übergenug Arbeit. Mit den Studenten, die für den routinemässigen Betrieb des Laser im Rahmen des internationalen Erdrotations- Dienstes IERS betreut sind, hat das AIUB gute Erfahrungen gemacht. Abschliessend kann Herr Gurtner vermelden, dass von Seiten der Satellitenstation in Wettzell Interesse an der Stationssoftware des Lasers von Zimmerwald des AIUB bekundet wurde, was zu erstaunen vermag, wenn man in Betracht zieht, wie viele Leute sich in Wettzell mit diesem Problembereich beschäftigen.

Herr Jeanrichard hofft, bis im August von den GPS- Messungen erste Resultate zu erhalten. Er kündigt an, dass im September in Bern eine Tagung der CERCO (Comitee Européen des Responsables de la Cartographie Officielle) stattfinden wird.

Herr Kahle berichtet von den Aktivitäten in der Gravimetrie, die vor allem von PD Dr. E. Klingelé, per 1. 5. 89 neuer wissenschaftlicher Adjunkt am IGP, geleitet wurden. Er erwähnt, dass die im Rahmen des EGT- Projektes erstellte Bouguer- Karte fertig ist, an der Jahrestagung der Europäischen Geophysikalischen Union (EGU) vom 20. - 23. 3. 1989 in Strassburg präsentiert wurde und im Laufe des Jahres 89 publiziert werden soll. Für die REUN- Auswertungen sind in diesem Jahr neue gravimetrische Messungen entlang der Nivellementsline von La Chaux-de-Fonds nach Basel geplant. Weitere Vorhaben sind

einerseits das Projekt für die Bestimmung von G im Gigerwald im Calfeisental, zusammen mit Prof. Kündig von der Universität Zürich, andererseits sind Ergänzungsmessungen in der Umgebung von Chiasso geplant, die zur Untersuchung geologischer Strukturen dienen. Eine laufende Diplomarbeit befasst sich zudem mit dem Themenkreis der Interpretation gravimetrischer Daten im Rheintal bei Sargans. Zu den Aktivitäten der internationalen Gravity-Kommission kann vermeldet werden, dass für 1989 zur Ergänzung und Verbindung der europäischen Schwerenetze (EGN) Verbindungsmessungen zwischen Italien und der BRD vorgesehen sind. Abschliessend kündigt Herr Kahle diverse Berichte, insbesondere zum Projekt NFP20 an, die zur Zeit in Bearbeitung sind.

Stellvertretend für Herrn Matthias kann Herr Kahle mitteilen, dass das Projekt Topomat vom Technologiestandort Schweiz unter anderen Mitbewerbern ausgewählt und an der Hannovermesse Industrie im Rahmen der Sonderschau "Innovationsmarktforschung und Technologie" ausgestellt wurde.

Herr Miserez kann mitteilen, dass die Empfänger des Institut de Mensuration sich gut bewähren und für 1989 ein reich befrachtetes Einsatzprogramm vorgesehen ist, das zum Teil in Zusammenarbeit mit anderen Institutionen ausgeführt werden wird.

4. Publikationen 1989

Einleitend kann Herr Kahle mitteilen, dass die Publikation des Jubiläumsbandes Nr. 39 soweit fertiggestellt ist, dass nur noch sehr wenig Ergänzungen nötig sind. Der Druck soll nach Angabe des verantwortlichen Redaktors, Herrn W. Fischer demnächst ausgeführt werden können.

Generell wird von Herrn Gubler vermerkt, dass infolge der hohen Kosten für den Jubiläumsband der Kredit für weitere Publikationen praktisch aufgebraucht ist. Ein Nachtragskredit sei deshalb wohl unumgänglich, wenn weitere Publikationen vorgesehen sind. Nach einigen Diskussionen macht Herr Prof. Matter den Vorschlag, den Zuatzkredit für den Jubiläumsband zu beantragen. Sobald die genauen Kosten für die Drucklegung des 139. Bandes bekannt sind, wird Herr Gubler ein entsprechendes Gesuch an die SANW einreichen.

Wie den Aussagen zu den Einzelprojekten zu entnehmen ist, wird die ursprünglich vorgesehene Publikation zum SLR- Projekt Zimmerwald - Monte Generoso zurückgestellt.

Eine umfassende Publikation mit allen Beiträgen soll hingegen nach der vorgeschlagenen Wiederholungsmessung erfolgen.

Als nächste druckfertige Publikation wird demnächst als 40. Band die Dissertation Bürki in Auftrag gegeben werden können, die bis auf wenige Details druckfertig vorliegt.

Auf Anfrage bezüglich der Publikation der beiden Turtmann- Bände, die voraussichtlich als Nr. 41, Hefte 1 und 2 erscheinen werden, teilt Herr Jeanrichard mit, dass bis zum 30. April ein Brief mit Angabe erster Richtlinien und Abgabetermine an die beteiligten Autoren verschickt werden wird.

5. Arbeitsprogramm 1989

Da die aktuellen Arbeitsprogramme des laufenden Jahres jeweils im Zusammenhang mit den Berichten zu den einzelnen Projekten behandelt wurden, beschränkte sich dieses Traktandum auf neue Arbeiten. Allgemein wurde das Vorhaben gutgeheissen, das Testnetz Turtmann mit Zweifrequenzgeräten neu zu messen.

Herr Gurtner bemerkt zur Planung der neuen GPS- Algedop- Stationen, dass auf das EUREF-Netz Bezug genommen werden sollte, um das Problem der Höhen im Griff zu haben.

6. Abnahme der Rechnung 1988

Herr Gubler erklärt zu diesem Traktandum, dass die SGK im letzten Jahr nicht alles Geld ausgeben konnte, da die Kosten für Hilfsassistenten tiefer ausfielen als eingeplant. Herr Matter bedauert, dass eventuell verbleibende Restgelder verfallen und von einer abgeschlossenen Rechnungsperiode nicht auf die nächste übertragen werden können.

Für die Rechnung wird in der Folge dem Quästor Decharge erteilt.

7. Budget 1989

Herr Kahle gibt bekannt, dass das Budget für 1989 eine leichte Kürzung um Fr. 2000.- erfuhr und somit auf Fr. 128'500.- festgelegt wurde. Die definitive Zusage sei zwar noch nicht erfolgt, sie sei aber an der im Mai stattfindenden Senatssitzung zu erwarten.

8. Beitragsgesuch 1990

Das bereits an der 140. Sitzung behandelte Beitragsgesuch für 1990 wird ohne weitere Ergänzungen verabschiedet.

9. Mutationen

Herr Kahle erwähnt, dass die zur Wahl vorgeschlagenen Herren Dupraz, Geiger und Scherrer noch nicht offizielle Mitglieder der SGK sind, da die Senatssitzung der SANW noch nicht stattgefunden hat. Dies sei auch der Grund, warum die genannten Herren als Gäste eingeladen wurden.

10. Ort und Datum der nächsten Sitzung

Nachdem die 141. Sitzung aus aktuellem Anlass von Bern nach Genf verlegt wurde, wird die 142. Sitzung gemäss dem ursprünglichen Plan am Astronomischen Institut der Universität Bern zur Austragung gelangen. Als Datum ist der 23. Oktober 1989 vorgesehen.

11. Varia

Herr Kahle erwähnt, dass der Kredit für die voraussichtlich im Frühling 1991 stattfindende EUREF- Sitzung im ordentlichen Budget für 1991 untergebracht werden sollte.

Abschliessend bedankt sich Herr Kahle bei Herrn Mayoud für die gute Organisation der Vormittagssitzung und für die freundliche Aufnahme am CERN, von dessen Besichtigung am Nachmittag er sich einiges verspricht.

Ende der Geschäftssitzung: 12.40 Uhr

Wissenschaftlicher Teil der Sitzung: Besichtigung der LEP- Anlagen des CERN.

Der wissenschaftliche Teil war öffentlich ausgeschrieben und es fanden sich auch einige Interessierte ein, die die Besuchsgelegenheit dieser interessanten und technisch äusserst aufwendigen Anlage nutzten. Um 14.15 Uhr konnte der SGK- Vizepräsident, Dir. F. Jeanrichard ca. 30 Personen zum öffentlichen Teil der Sitzung begrüßen. Nachdem sich Herr Jeanrichard im Namen der SGK für die Organisation der Sitzung am CERN bedankt hatte, eröffnete der Leiter der CERN- Vermessungsequipe, SGK- Mitglied Dipl. Ing. ESGT M. Mayoud, den Besuchsnachmittag mit einem "firmeneigenen" Film, der interessante Einblicke in den komplexen Forschungsbetrieb am CERN ermöglichte. Diese eindrückliche Vorführung hatte im wesentlichen die Beantwortung einer Frage zum Inhalt: Was hält die Welt in ihrem Innersten zusammen? Zur Beantwortung dieser Grundsatzfrage erfuhren die Zuhörer, dass 1953 das europäische Laboratorium für Teilchenphysik CERN (Centre Européen pour la Recherche Nucléaire) gegründet wurde. Es ist in der Nähe des Flughafens Genf- Cointrin gelegen und erstreckt sich auf eine Fläche von rund 560 Hektaren zu beiden Seiten der schweizerisch- französischen Grenze. In den Betrieb dieser international bedeutungsvollen Forschungsstätte teilen sich die 14 Mitgliedstaaten Belgien, Dänemark, die Bundesrepublik Deutschland, Frankreich, Griechenland, Grossbritannien, Italien, die Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Spanien und die Schweiz. Die Belegschaft zählt neben 3500 Angestellten über 5000 unbezahlte Gastwissenschaftler. Das jährliche Budget belief sich 1988 auf rund 1.1 Milliarde Franken. Während zu Beginn der CERN- Ära die Experimente noch recht bescheiden waren, nahmen die in den letzten 35 Jahren entwickelten Maschinen und Anlagen immer gigantischere Ausmasse an. Das zur Zeit grösste CERN- Projekt "LEP" (Large Electron- Positron storage ring), dem auch der Besuchsnachmittag gewidmet war, übertrifft denn auch alle bisherigen Projekte bei weitem. Parallel zu den Dimensionen der Experimente (für ein einzelnes der 4 LEP- Experimente wurde z. B. mehr Stahl benötigt als für den Bau des Eiffelturms) stiegen auch die Anforderungen an die technischen und theoretischen Grundlagen der Experimente; dabei galt es stets, die Grenzen des technisch Machbaren um neue, bis dato unbekannte Dimensionen zu erweitern. Die Dimensionen des LEP sind denn auch immens: Der Speicherring besteht aus einem Ringtunnel mit 27 km Umfang, in dem mehrere tausend Elemente installiert sind, die alle mit äusserst hoher Genauigkeit (weit unterhalb der Millimetergrenze) positioniert sein müssen, um den Energieverlust der Teilchenstrahlen möglichst gering zu halten. Die bestehenden Teilchenbeschleuniger PS (Protonensynchrotron, installiert 1959 als seinerzeit energiereichste Anlage mit einer Energie von 28 GeV⁶) und SPS (Superprotonensynchrotron, 1976 in Betrieb genommen, 2.2 km Durchmesser und 450 GeV Energie ist zur Zeit der stärkste Beschleuniger der Welt) werden die Teilchen in den LEP-

⁶ 1GeV = 1 Giga eV = 1 Milliarde Elektronenvolt

Kollider einschossen, wo sie dann für die Experimente zur Kollision gebracht werden. Die anfängliche Kollisionsenergie von 50 GeV soll mit Hilfe noch zu entwickelnder Supraleiter-Hochfrequenz- Beschleunigungsresonatoren auf 100 GeV gesteigert werden.

Entlang dem Speicherring gibt es vier riesige Schächte, sog. Experimentierzonen, in denen jeweils ganz spezifische Experimente installiert sind. Der Besuch des Schachtes für das Projekt L3 bildete den Höhepunkt des Besuches, zu dem die Zuhörer im Anschluss an den Film eingeladen wurden. Herr Mayoud als Vorsteher der Equipe, die für die korrekte Vermessung der reisigen Anlagen verantwortlich zeichnet, machte einige Angaben zur vermessungstechnischen Seite des Projektes. Unter anderem wurden zur Bestimmung des oberirdischen Grundlagentztes die zur Zeit modernsten Vermessungsmethoden eingesetzt. Für die genaue räumliche Ausrichtung der über 400 Positionsmagnete im 50 m unterhalb der Erdoberfläche gelegenen ringförmigen Stollen mussten neue Geräte und Methoden entwickelt werden. Dazu war unter anderem der genaue Verlauf des Schwerfeldes zu bestimmen, um dafür sorgen zu können, dass die Positionsmagnete, die die Teilchen auf ihre Umlaufbahn zwingen, in einer geometrischen Ebene, und nicht in einer Äquipotentialfläche liegen. Die allorts an den Hallenwänden montierten Spezialkonsolen für die Punktgenaue Stationierung der Vermessungsgeräte liessen auch den Nichtfachmann erahnen, mit welcher Verantwortung die Vermessungsingenieure betraut sind, die eine derartig aufwendige Anlage einrichten und überwachen müssen. Insbesondere die Tatsache, dass die gigantischen Magnete, die teilweise hunderte von Tonnen wiegen, mit Zehntelmillimeter- Genauigkeiten ausgerichtet sein müssen, erstaunte selbst "abgebrühte" Vermessungsspezialisten. Leider erlaubte die zur Verfügung stehende Zeit nur die Besichtigung eines kleinen Teils der Anlagen. Immerhin ermöglichte der Rundgang einen äusserst interessanten Einblick in ein wissenschaftliches Grossprojekt, dessen Dimensionen wohl einzigartig sind innerhalb den weltweiten Forschungstätigkeiten. Nach dem Rundgang brachte ein CERN- Betriebsbus pünktlich alle Beteiligten zum Flughafenbahnhof, womit ein sehr interessanter SGK- Sitzungstag seinen Abschluss fand.

Anhang

Bericht von I. Bauersima, G. Beutler und W. Gurtner vom Oktober 1988

SATELLITENGEODÄSIE 1988

1. Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald (W. Gurtner)

1.1

In den Wintermonaten Dezember 1987 bis Februar 1988 wurde der Laser auf einem neuen Lasertisch montiert, da die bisherige Montierung aus Stabilitätsgründen und der prekären Platzverhältnisse wegen nicht mehr zu genügen vermochte. Dieser Umbau konnte glicklicher- weise mit nur mässigen baulichen Eingriffen realisiert werden. Gleichzeitig wurde das rein passive Modelocking durch ein aktiv/passives System erweitert, was einen wesentlich zuverlässigeren Betrieb des Lasers ergab.

1.2

Ende April wurde in der Station und im Amt für Messwesen ein neues, an unserem Institut entwickeltes System für die Zeitübertragung per Fernsehsignal in Betrieb genommen. Damit werden nun stündlich (während der Betriebsdauer des Fernsehsenders Bantiger, also etwa von 9 Uhr morgens bis 11 Uhr abends) automatische Zeitvergleiche zwischen der Stationsuhr und dem Atomuhr-Ensemble des Amtes für Messwesen in Wabern durchgeführt. Die von den Messsystemen erfassten und zwischengespeicherten Daten werden täglich auf einen PC des Amtes bzw. die MicroVax der Station Zimmerwald überspielt. Vorläufig werden die Daten des Amtes zur Auswertung noch wöchentlich per Diskette an unser Institut übermittelt. Es ist jedoch vorgesehen, dass sich das Amt direkt über Modem mit dem Stationsrechner in Zimmerwald verbinden wird.

Mit diesem neuen Zeitvergleichssystem ist es nun möglich, dass die mit genauen Zeit- korrektoren versehenen endgültigen Messdaten zu den geodätischen Satelliten mit der international geforderten Raschheit zur Verfügung stehen.

1.3

Im Rahmen einer erweiterten Zusammenarbeit mit dem Amt für Messwesen, dem Observatorium Neuenburg und der PTT Ostermundigen wird dieses Zeitvergleichssystem weiter verbessert und ebenfalls in Ostermundigen und Neuenburg installiert werden. Im Oktober/November 1988 werden erste Tests durchgeführt, insbesondere auch unter Einbezug einer vom Amt für Messwesen für Zimmerwald zur Verfügung gestellten Atomuhr.

1.4

Die Automation der ganzen Lasertelemetrie-Anlage ist nun soweit fortgeschritten, dass ein grösserer Teil der Beobachtungsarbeiten von Studenten übernommen werden kann. Diese Erweiterung des Beobachterteams hat zu einer wesentlich besseren Ausnützung der Anlage geführt. Nun kann endlich der Betrieb der Station praktisch während 7 Nächten pro Woche sichergestellt werden.

1.5

Neue Programme zur Berechnung der Bahnprognosen und zum Überprüfen der gemessenen Distanzen der Satelliten erhöhen die Genauigkeit der Teleskopnachführung bzw. erleichtern und verbessern das Erkennen und Aussortieren von schlechten Messdaten.

1.6

Eingehende Untersuchungen der Lasertelemetrie-Anlage haben gezeigt, dass zum heutigen Zeitpunkt keine Tagesbeobachtungen durchgeführt werden können. Die hauptsächlichsten Gründe sind:

- Sende- und Empfangsteleskop behalten ihre gegenseitige Lage nicht ein, d.h. die beiden optischen Achsen divergieren je nach eingestellter Elevation bis zu etwa ± 2 Bogenminuten.
- Aus diesem Grund musste das Gesichtsfeld des Empfangsphotomultipliers entsprechend gross gewählt werden. Dies führt jedoch dazu, dass bei Tage trotz eines sehr engen spektralen Filters zuviel Fremdlicht auf den PM fällt.
- Die oben erwähnte Instabilität erschwert ebenfalls das Nachführen (bzw. Treffen) der Satelliten, wenn keine optische Kontrolle der Nachführung erfolgen kann (bei Tage, bzw. wenn der Satellit sich im Erdschatten befindet).

Benützer der Satellitenbeobachtungen verlangen nun aber mehr und mehr auch Messungen während des Tages, um eine lückenlose Datenüberdeckung zu erhalten. Ohne Tagesbeobachtungen können jedoch die Satelliten oft für Monate von einer bestimmten Station gar nicht mehr eingemessen werden. Deshalb wurde in den letzten Jahren ein grosser Teil der Lasertelemeter entsprechend ausgerüstet. Es wird nun abgeklärt, ob die erwähnten Mängel unseres Telemeters mit einem vernünftigen Aufwand beseitigt werden können.

1.7

Erste Arbeiten zur Erhöhung der Messgenauigkeit wurden in der Berichtsperiode aufgenommen. Sie werden jedoch erst im nächsten Jahr mit der Installierung eines neuen Detektorsystems (Microchannelplate) zum Tragen kommen.

1.8 Observation Statistics SLR Station Zimmerwald: February - September 1988

Month	Satellite	Observations	Passes	Obs. per Pass	RMS (ns)
February	AJISAI	6532	11	593	.65
	LAGEOS	1098	3	366	.61
	STARLETTE	0	0	0	
	Total	7630	14		
March	AJISAI	0	0	0	
	LAGEOS	0	0	0	
	STARLETTE	1054	3	351	.52
	Total	1054	3		
April	AJISAI	12678	21	603	.62
	LAGEOS	7751	8	968	.54
	STARLETTE	2567	10	256	.52
	Total	22996	39		
May	AJISAI	3185	4	796	.60
	LAGEOS	1826	2	913	.63
	STARLETTE	577	1	577	.47
	Total	5588	7		
June	AJISAI	0	0	0	
	LAGEOS	10978	14	784	.70
	STARLETTE	12859	31	414	.59
	Total	23837	45		
July	AJISAI	15453	23	671	.63
	LAGEOS	13920	18	773	.60
	STARLETTE	0	0	0	
	Total	29373	41		
August	AJISAI	8249	13	634	.63
	LAGEOS	20165	31	650	.55
	STARLETTE	5892	22	267	.54
	Total	34306	66		
September	AJISAI	2039	3	679	.67
	LAGEOS	22819	33	691	.52
	STARLETTE	2799	7	399	.44
	Total	27657	43		
Total February - September:		152441	258	590	.58

2. GPS Aktivitäten 1987/88 (G. Beutler)

2.1

In der Berichtsperiode (Mitte 87 - Mitte 88) lag der Schwerpunkt eindeutig auf der Entwicklung und dem Test der "Bernese GPS Software Version 3.0", dem Nachfolger der bekannten und weitverbreiteten "Bernese Second Generation Software". Die Fortschritte seien durch die folgenden Stichworte charakterisiert:

- Verbesserte Modellierung der Beobachtungen
- Rationellere Datenspeicherung (Platzersparnis ca. 90 %)
- Automatische Buchhaltung der "Ambiguity Parameter"
- Neue, wichtige Hilfsprogramme für Bahnbestimmung (Prognose, Vergleich, Bahnverbesserung)
- Schnellere Integrationsverfahren
- Praxisgerechte Handhabung von Punktezentrizitäten
- Korrekte Behandlung des Korrelationsproblems
- Anpassungen an die neue Generation von Zweifrequenzenempfängern (WM-102, Minimac, Trimble)
- Kombination verschiedener Empfängertypen
- Grössere Benutzerfreundlichkeit
- Neues Preprocessing

2.2

Verschiedene Kampagnen sind in der Zwischenzeit mit dem neuen Programmsystem ausgewertet worden. Speziell erwähnen möchten wir die GRANIT- Kampagne 1987, bei der die Schlusslösung Genauigkeiten von ungefähr 1 cm in Länge und Breite und 2 cm in der Höhe geliefert hat. Diese Arbeit wurde im Rahmen des NFP-20 geleistet.

2.3

Weiterhin wurden Arbeiten im Hinblick auf eine regionale europäische Bahnbestimmung in Angriff genommen. Erwähnen möchten wir (1) die Zusammenarbeit unseres Institutes mit dem

Institut für angewandte Geodäsie (Frankfurt) und der österreichischen Akademie für Weltraumforschung, sowie (2) die Arbeiten zur Evaluation eines GPS Zweifrequenzempfängers für die Fundamentalstation Zimmerwald. Diese letztere Arbeit erfolgt in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Landestopographie. Der Empfänger soll als schweizerische GPS Referenzstation dienen. Sein Hauptzweck ist es, zu verhindern, dass GPS in der Schweiz zu einem Distanzmessgerät "verkümmert". Der Empfänger soll zudem für Bahnbestimmungszwecke sowie für den hochgenauen Zeittransfer eingesetzt werden können.

2.4

Abschliessend möchten wir auf die Publikationen hinweisen, die im Zeitraum der Berichtsperiode anfielen:

- Beutler, G., I. Bauersima, S. Botton¹⁾, W. Gurtner, M. Rothacher, T. Schildknecht, (1987). "Accuracy and Bias in the Geodetic Application of the Global Positioning System". Presented at the 19th IUGG, General Assembly, Vancouver, 1987.
- Beutler, G., I. Bauersima, W. Gurtner, M. Rothacher, T., Schildknecht, A. Geiger²⁾, (1987). "Atmospheric Refraction and other Important Biases in GPS Carrier Phases Observations". Presented at the 19th IUGG, General Assembly, Vancouver, 1987.
- Gurtner, W., G. Beutler, S. Botton¹⁾, M. Rothacher, A. Geiger²⁾, H.-G. Kahle²⁾, D. Schneider³⁾, A. Wiget³⁾, (1987). "The Use of the Global Positioning System in Mountainous Areas". Presented at the 19th IUGG, General Assembly, Vancouver, 1987.
- Beutler, G., I. Bauersima, W. Gurtner, M. Rothacher, T. Schildknecht, (1988). "Static Positioning with the Global Positioning System (GPS): State of the Art". Presented at the International GPS-Workshop, Darmstadt, 1988.
- Beutler, G., W. Gurtner, U. Hugentobler, M. Rothacher, T. Schildknecht, U. Wild, (1988). "Ionosphere and GPS Processing Technique". Presented at the Chapman Conference on GPS Measurements for Geodynamics, Fort Lauderdale, Florida, 1988.

- 1) Gast-Ingenieur des Institut Geographique National, Paris, France.
- 2) Institut für Geodäsie und Photogrammetrie, ETH Zürich.
- 3) Bundesamt für Landestopographie, Wabern.

Die erste und dritte Arbeit werden (in leicht modifizierter Form) in *Manuscripta Geodetica* erscheinen, die zweite als Beitrag zu Monograph 12 "Atmospheric Effects on Geodetic Space Measurements" der University of New South Wales.

3 . CQSSP (I . Bauersima)

3.1

Das baryzentrische quasiinertiale Bezugssystem wird definitionsgemäss durch den Massenmittelpunkt des Sonnensystems (als Nullpunkt) und durch eine -gegenüber den Quasaren nichtrotierende- lokale orthonormale Basis verkörpert. Dieses System wird durch die Angabe der entsprechenden Koordinaten und Eigenbewegungen bestimmter Fixsterne (der künftige HIPPARCOS-Sterkatalog) festgelegt. Diese Festlegung beruht somit in Bestimmungen relativer Positionen der Quasare und der Fixsterne. Die Positionen der ersteren können aber meist nur radiointerferometrisch und die der letzteren meist nur durch optische Astrometrie bestimmt werden. Die relative Positionen von Quasaren und Fixsternen können daher nur durch "unkonventionelle" Methoden erfasst werden. So werden im Rahmen von CQSSP Satelliten als "Transfer-Körper" verwendet.

Als Transferkörper wird dabei ein Himmelskörper bezeichnet, der im visuellen Bereich erheblich heller als Quasare ist, dessen Positionen im geozentrischen (Nullpunkt = Massenmittelpunkt der Erde) quasiinertialen Bezugssystem bekannt sind und das - zwecks der erwähnten Festlegung des baryzentrischen quasiinertialen Bezugssystems - astrographisch ("am Sternhintergrund") beobachtet wird. Die Bedingung, dass die Positionen bestimmter Satelliten im geozentrischen quasiinertialen Bezugssystem bekannt sind, wird durch deren lasertelemetrische oder radiointerferometrische Beobachtungen und durch deren Auswertung zusammen mit den radiointerferometrischen Beobachtungen von Quasaren (VLBI) im Rahmen

von IERS (International Earth Rotation Service) gewährleistet.

Diese Auswertungen liefern eine ganze Reihe von Parametern. Drei von ihnen sind identisch mit den - die Transformation des konventionellen terrestrischen auf das baryzentrische inertielle Bezugssystem beschreibenden - Eulerschen Winkeln, andere wiederum stellen die Koordinaten der IERS-Stationen (im allgemeinen als Funktionen der Zeit) im konventionellen terrestrischen, die Koordinaten der Quasare im baryzentrischen quasiinertialen und die Bahnparameter der Satelliten im geozentrischen quasiinertialen Bezugssystem dar.

3.2

Für die erwähnten astrographischen Beobachtungen der Satelliten wurde in der Berichtsperiode Oktober 1987 bis Oktober 1988 ein optimales optoelektronisches Bilderfassungssystem evaluiert. Die finanziellen Mittel für dieses System stehen uns anfangs 1989 zur Verfügung, so dass genügend Zeit für das Ausarbeiten eines "Pflichtenheftes" und eine sorgfältige Umschau bei Herstellern zur Verfügung stand.

Für die Evaluationsphase wurden folgende Ziele festgelegt:

- 1) Erstellung eines detaillierten Anforderungskatalogs.
- 2) Evaluation grundsätzlich möglicher Detektortypen (CCD, Photonen-zähler etc.).
- 3) Grundsatzentscheid betreffend den Detektortyp.
- 4) Evaluation eines Kamerasystems, das möglichst weitgehend bei einem Hersteller bezogen werden kann (d.h. ohne dass grosse Hardware-Entwicklungen unsererseits nötig werden).
- 5) Definitive Offerte bis Ende 1988.
- 6) Überlegungen für einen "Abnahmetest".

3.3

Durch relativ umfangreiche Berechnungen wurden sowohl für das Cassegrain-, als auch für das Laserteleskop die erforderlichen Empfindlichkeiten und geometrischen Abmessungen eines Detektors bestimmt. In der Folge zeigte sich klar, dass ein allfälliger Detektor, selbst wenn das Teleskop dem Satellit nachgeführt wird, äusserst empfindlich sein muss (100 Photonen bei

Signal- Rauschen = 10). In Frage kamen nur Charge-Coupled-Devices (CCD) oder Photonen-zähler (z.B. Image-Disector-Tube). Aus folgenden Gründen fiel die Wahl auf den CCD Detektor:

- Ein CCD bietet ausgezeichnete geometrische Stabilität, wogegen im Falle eines Photonen-zählers ein Gitter zur Kalibrierung mit abgebildet werden muss.
- Ein Photonen-zähler kann normalerweise nur einen kleinen (wählbaren) Ausschnitt des Bildes auf einmal beobachten, so dass erstens kein zeitlich homogenes Bild aufgenommen werden kann und zweitens die Positionen der interessierenden Bildausschnitte sehr genau a priori bekannt sein müssen.
- Die zeitliche Integration des Bildes muss bei Photonen-zählern extern (in einem Rechner) erfolgen, was den Hard- und Softwareaufwand erheblich steigert.
- Es konnte kein käufliches Kamerasystem basierend auf dem Photonen-zählungs-Prinzip gefunden werden, welches unseren Anforderungen genügt.

3.4

Ein einwöchiger Besuch bei der Hamburger Sternwarte im Mai gab Einblick in die Methoden und Probleme der astrometrischen Auswertung von CCD Aufnahmen. Die Gruppe um Prof. de Vegt beschäftigt sich dort seit geraumer Zeit mit optischer Astrometrie von Quasaren. Ein weiterer Gewinn dieser Reise waren konkrete CCD Bilder, welche eine direkte Kontrolle unserer Berechnungen zulassen.

Im Juni folgte ein kurzer Aufenthalt am Max Planck Institut für Astronomie in Heidelberg. Ziel dieses Besuchs war die Erfahrung des MPI mit käuflichen CCD Kameras (und Chips) zu nutzen. Unter anderem konnte der Kreis der Anbieter von astronomischen CCD Kameras, die unsere Anforderungen erfüllen, auf vier Firmen eingeschränkt werden.

Auf der Grundlage eines Anforderungskatalogs konnten nun bei zwei amerikanischen und zwei englischen Firmen Offerten eingeholt werden. Die angebotenen Systeme unterscheiden sich sowohl im technischen Aufbau, als auch im Preis zum Teil erheblich. Zur Klärung der verbleibenden Fragen sollen alle vier Firmen anfangs November besucht werden. Somit bestehen gute Aussichten einen definitiven Entscheid bis Ende Jahr fällen zu können.

TABLE DES MATIÈRES

Commission géodésique suisse	2
140. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission	3
Wissenschaftlicher Teil Beitrag der Geodäsie zum NFP 20: "Gegenwärtiger Stand der Forschungsarbeiten"	3
Geschäftssitzung	
1. Protokoll der 139. Sitzung	19
2. Berichte von Arbeitsgruppen	19
3. Publikationen 1988	25
4. Arbeitsprogramm 1989	25
5. Rechnung 1987: Revision durch SNG	26
6. Rechnung 1988: Stand der Konten	26
7. Beitragsgesuch 1990	26
8. Wahlen	27
9. Ort und Datum der 141. Sitzung	28
10. Mitteilungen und Verschiedenes	28

141^e séance voir au verso s.v.p.

TABLE DES MATIÈRES

140^e séance voir au verso s.v.p.

141. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission 31

Geschäftssitzung

1.	Protokoll der 140. Sitzung	32
2.	Jahresbericht des Präsidenten	32
3.	Berichte zu den laufenden Projekten und Arbeitsgruppen	33
4.	Publikationen 1989	40
5.	Arbeitsprogramm 1989	41
6.	Abnahme der Rechnung 1988	41
7.	Budget 1989	41
8.	Beitragsgesuch für 1990	42
9.	Mutationen	42
10.	Ort und Datum der 142. Sitzung	42
11.	Varia	42

Wissenschaftlicher Teil 43

Besichtigung der LEP- Anlagen des CERN

ANHANG

Satellitengeodäsie 1988 45

Bericht von I. Bauersima, G. Beutler und W. Gurtner vom Oktober 1988