

ACADÉMIE SUISSE DES SCIENCES NATURELLES
SCHWEIZERISCHE AKADEMIE DER NATURWISSENSCHAFTEN

PROCÈS-VERBAUX

des 150^e et 151^e séances de la

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

tenues à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

le 22 octobre 1993

et à l'Université de Berne

le 30 avril 1994

PROTOKOLL

der 150. und 151. Sitzung der

SCHWEIZERISCHEN GEODÄTISCHEN KOMMISSION

vom 22. Oktober 1993

in der Eidg. Technischen Hochschule in Lausanne

und vom 30. April 1994

in der Universität Bern

OWADRUCK Oberwangen

1994

ACADÉMIE SUISSE DES SCIENCES NATURELLES
SCHWEIZERISCHE AKADEMIE DER NATURWISSENSCHAFTEN

PROCÈS-VERBAUX

des 150^e et 151^e séances de la

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

tenues à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne

le 22 octobre 1993

et à l'Université de Berne

le 30 avril 1994

PROTOKOLL

der 150. und 151. Sitzung der

SCHWEIZERISCHEN GEODÄTISCHEN KOMMISSION

vom 22. Oktober 1993

in der Eidg. Technischen Hochschule in Lausanne

und vom 30. April 1994

in der Universität Bern

OWADRUCK Oberwangen

1994

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, Vice-directeur de l'Office fédéral de topographie, Wabern

M. le Dr H. Aeschlimann, Aarau

M. le Professeur I. Bauersima, Institut astronomique de l'Université de Berne, Berne

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

M. R. Scherrer, LEICA S. A., Heerbrugg

M. le Dr D. Schneider, Office fédéral de topographie, Wabern

M. le Dr E. Frei, LEICA 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

150. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission vom 22. Oktober 1993 in der Eidgenössischen Technischen Hochschule Lausanne

Anwesend: I. Bauersima, G. Beutler, B. Bürki, H. Dupraz, E. Frei, A. Geiger, E. Gubler, F. Jeanrichard, H.-G. Kahle, E. Klingelé, A. Miserez.

Entschuldigt: Prof. Dr. P. Walter (Zentralpräsident SANW), Prof. Dr. A. Strasser (Präsident Sekt. III der SANW), Prof. Dr. C. Schindler (Präs. Geotechnische Kommission) Prof. Dr. St. Müller sowie die Kommissionsmitglieder H. Aeschlimann, A. Carosio, A. Elmiger, W. Gurtner, M. Mayoud, R. Scherrer und D. Schneider.

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

Protokollführung: Dr. B. Bürki, Sekretär

Wissenschaftlicher Teil

Vereinbarungsgemäss wurde auf einen öffentlichen Teil verzichtet.

Geschäftssitzung

Herr Kahle eröffnet um 11.00 Uhr die Geschäftssitzung. Er bedankt sich bei Herrn Miserez für die Einladung zur 150. Sitzung. Die vorgängig verschickte Traktandenliste wird ohne Einwände gutgeheissen.

Traktanden:

1. Protokoll der 149. Sitzung
2. Publikationen
3. Rechnung 1993: Stand der Konten
4. Budget 1995
5. Revision der Statuten der SANW
6. Wahlen
7. Mehrjahresplan 1996 - 99
8. Planung Ausbau Zimmerwald
9. Kontrollmessungen im Simplontunnel
10. SGK-Landesbericht zu Handen der XXI Generalversammlung der IUGG 1995 in Boulder, Colorado
11. Varia
12. Ort und Datum der 151. Sitzung

1. Protokoll der 149. Sitzung

Wird ohne Einwände genehmigt.

2. Publikationen

Herr Kahle gibt seiner Hoffnung Ausdruck, dass der Band zur Alpen traverse demnächst in Druck gegeben werden kann. Als Herausgeber des zweiten Turtmann-Bandes führt Herr Jeanrichard aus, dass für die Auswertungen Richtlinien erarbeitet wurden, die für die Zusammenstellung der Resultate einheitlich angewendet werden sollen. Ein Ziel dieser Richtlinien besteht unter anderem darin, die GPS-Auswertungen nicht mehr in allen möglichen Varianten, dafür nach einheitlich festgelegten Gesichtspunkten auszuwerten. Dadurch ist eine Straffung der Auswertungen zu erwarten.

In der Folge wird die Frage diskutiert, welchen Umfang die Publikation annehmen soll. Man einigt sich, dass ein baldiges Erscheinen wichtiger ist, als eine möglichst umfangreiche und (zu) detaillierte Ausgabe. Als erstrebenswerter Termin für die Publikation wird der Sommer 1994 bezeichnet, was für die Autoren bedeutet, dass die Manuskripte bis zur nächsten Frühjahrs-sitzung abgegeben werden sollten.

Zum momentanen Stand der geplanten Publikationen verteilt Herr Bürki eine Übersicht.

3. Rechnung 1993: Stand der Konten

Die Herren Kahle und Bauersima geben bekannt, dass sie die eingereichten Budgetposten ausschöpfen werden. Herr Carosio führt aus, dass infolge eines abgelehnten Forschungsprojektes Fr. 3000.- nicht benutzt werden. Er schlägt vor, dass Herr Gubler bei der SANW ein Gesuch zur Umbuchung auf das Konto Publikationen einreicht. Der Vorschlag wird einstimmig gutgeheissen. Auch der Antrag von Herrn Kahle zur Überweisung von Fr. 600.- zu Gunsten des Postens Sekretariatskosten des Präsidenten wird einstimmig angenommen. Der Präsident schliesst das Traktandum mit der Mitteilung, dass die Jahresrechnung 92 von der SANW gutgeheissen wurde. Er dankt dem Quästor Herrn Gubler für seine Arbeit.

4. Budget 95

Herr Gubler hat die eingereichten Anträge zusammengefasst. Die sich ergebende Summe stimmt in etwa mit derjenigen des letztjährigen Antrages überein. Auf Vorschlag von Herrn

Kahle soll unter der Position 'Langfristige Unternehmen' ein weiterer Posten von Fr. 3000.- für Stabilitätsmessungen in alpinen Rutschungsgebieten in das Budget aufgenommen werden. Herr Gubler wird das Budget bereinigen und an die Mitglieder versenden.

5. Revision der SANW Statuten

Artikel 36 des neuen Statutenentwurfs lautet: "In begründeten Ausnahmefällen können weitere Wiederwahlen in Betracht gezogen werden". Herr Jeanrichard schlägt vor, den Ausdruck "begründeten" aus dem Satz zu streichen. Herr Kahle wird diesen Änderungsvorschlag anlässlich der nächsten SANW-Sektionssitzung einbringen.

6. Wahlen

Die mit den Sitzungsunterlagen verschickten Stimmzettel zur vorgeschlagenen Wahl von Dr. Erwin Frei, Mitarbeiter bei Leica AG, Heerbrugg, ergeben eine einstimmige Zusage. Herr Kahle freut sich, Herrn Frei als neues Mitglied der SGK willkommen heissen zu dürfen.

7. Mehrjahresplanung 1996 - 99

Die SANW hat der SGK für die Ausarbeitung der Mehrjahresplanung 1996-1999 einen Fragebogen geschickt. Die den Mitgliedern vor der Sitzung verschickten Fragebogen wurden beantwortet. Der Präsident erklärt, dass die Mehrjahresplanung termingerecht bei der SANW eingereicht wurde.

8. Planung Ausbau Zimmerwald

An Stelle von Dr. Gurtner berichtet Herr Bauersima vom neuesten Stand im Projekt Ausbau der Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald. Obwohl die Finanzierung auf Ebene Kanton und Bund noch nicht definitiv zugesichert ist, kann er berichten, dass das Projekt auf guten Wegen ist, und die Auftragserteilung für das Teleskop kurz bevorsteht. Der gleichen Meinung ist auch G. Beutler, der die allseits gute Zusammenarbeit erwähnt. Er zeigt sich erfreut, dass auch das IGP Interesse angemeldet hat, sich in Zimmerwald zu beteiligen. Vorgesehen ist die Angliederung eines zusätzlichen Kellerraums für die Errichtung einer Gravimetrie-Basisstation. Herr Kahle ergänzt, dass der ETH Vizepräsident für Forschung die Anfrage des

IGP prüfen wird. Herr Gurtner als Stationsverantwortlicher wird mit Herrn Klingelé Kontakt aufnehmen.

Zum GPS Permanentempfang und Informationsdienst in Zimmerwald teilt Herr Gubler mit, dass mit der PTT Verhandlungen geführt worden sind. Kostenabschätzungen für die Übertragung von DGPS-Daten über den alten Mittelwellensender Beromünster ergaben infolge der notwendigen technischen Einrichtungen (Modulator) einen Betrag von ca. Fr. 50'000.-. Wegen zusätzlichen Problemen bei der Verrechnung der Kosten für die Miete der PTT-Standleitung würde ein zweiter GPS-Empfänger weniger Kosten verursachen. Diese relativ hohen Kosten veranlassen Herrn Gubler, die Frage aufzuwerfen, ob das Interesse an einer solchen Dienstleistung überhaupt vorhanden sei. In der Diskussion wird zu dieser Fragestellung mehrheitlich in positivem Sinn Stellung genommen.

9. Kontrollmessungen im Simplontunnel

Gemäss Mitteilung der Baudirektion SBB werden im Lauf des Jahres 94 in Röhre 2i des Simplontunnels bauliche Massnahmen durchgeführt und u. a. das Bahntrasse abgesenkt. Da dieser Abschnitt eine geologisch "heikle" Zone durchquert, wurde die SGK angefragt, ob Interesse an der Durchführung von Kontrollmessungen bestehe. Herr Bürki berichtet, dass er mit der Baudirektion SBB erste Gespräche geführt hat. Er schlägt vor, dass man die Gelegenheit nutzen sollte, und auf einer Strecke von ca. 1 km Versicherungsbolzen einbringen sollte, die eine gute Kontrollmöglichkeit für Dilatations- resp. Extensionsmessungen ergäben. Die Kosten für die Versicherungsschächte werden von der SBB übernommen. Herr Bürki schlägt vor, dass die Messungen vom IGP in Zusammenarbeit mit der Landestopographie geplant und durchgeführt werden. Der Vorschlag findet die Zustimmung der Kommissionsmitglieder.

10. SGK-Landesbericht zu Handen der XXI Generalversammlung der IUGG 1995 in Boulder, Colorado

Herr Kahle erkundigt sich, ob das bisher durchgeführte Vorgehen zur Landesberichterstattung weiterhin begrüsst wird. Er beantragt, dass anlässlich der Frühjahrssitzung 1994 die Verantwortlichkeiten für die Ressorts festgelegt werden können.

11. Varia

Über den Internationalen Geodynamik Service (IGS) berichtet Herr Beutler in seinem Exposé. In den letzten 6 Monaten sind folgende vier Entwicklungen erwähnenswert:

- In Bern fand im März 93 ein IGS-Workshop statt, der vom AIUB organisiert wurde.
- Im Oktober 93 fanden weitere Workshops in Ottawa und Washington D. C. statt, bei denen Aspekte der Rechenzentren und der Netzwerk-Auswertung besprochen und koordiniert wurden.
- Aus der Kombination der Bahnen der verschiedenen IGS-Rechenzentren soll ein neues gemeinsames Produkt angeboten werden, das auf einem noch zu definierenden Satz von IERS Erdrotationsparametern beruhen wird.
- Anschliessend an den Workshop in Washington fand die Gründungssitzung des neuen IGS-Governing Boards statt, bei der G. Beutler zum Vorsitzenden gewählt wurde.

Ab 1. Januar 1994 wird der IGS als offizieller Dienst der IAG (Internationale Assoziation für Geodäsie) seinen Dienst aufnehmen.

Abschliessend bedankt sich Herr Beutler bei der SGK für die Unterstützung.

12. Ort und Datum der 151. Sitzung

Die Frühjahrssitzung wird auf den 28. März 1994 in Bern festgelegt.

151. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission vom 28. März 1994
im Institut für exakte Wissenschaften der Universität Bern, Sidlerstr. 5, 3012 Bern

Anwesend: H. Aeschlimann, J. Ansorge (in Vertr. E. Klingelé), I. Bauersima, G. Beutler, E. Frei, A. Geiger, E. Gubler, W. Gurtner, F. Jeanrichard, H.-G. Kahle, A. Miserez, D. Schneider.

Entschuldigt: Prof. Dr. P. Walter (Zentralpräsident SANW), Prof. Dr. A. Strasser (Präsident Sekt. III der SANW), Prof. Dr. C. Schindler (Präs. Geotechnische Kommission) Prof. Dr. E. Klingelé (Präs. Geophysikalische Kommission) sowie die Kommissionsmitglieder B. Bürki, A. Carosio, H. Dupraz, A. Elmiger, und R. Scherrer.

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

Wissenschaftlicher Teil s. Anhang

Geschäftssitzung

Die Sitzung wird um 14.30 Uhr durch Prof. Kahle eröffnet. Die Traktandenliste wird ohne Einwände genehmigt:

1. Protokoll der 150. Sitzung, abgehalten in Lausanne
2. Jahresbericht des Präsidenten für das Jahr 1993
3. Mutationen, Neuwahlen
4. Berichte zu den laufenden Projekten und Arbeitsgruppen
5. Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald: Statusbericht
6. Verschiebungsmessungen im Simplontunnel
7. Publikationen 1994
8. Zuteilung der Ressorts für den IUGG Landesbericht 1991-95
9. Transfer der SGK-Bibliothek
10. Kenntnisnahme und Entlastung der Rechnung 93
11. Budget 1994
12. Beitragsgesuch 1995
13. Ort und Datum der 152. Sitzung
14. Varia

1. **Das Protokoll der 150. Sitzung** in Lausanne wird ohne Einwände genehmigt und verdankt.
2. **Der Jahresbericht des Präsidenten** an die SANW wird genehmigt und verdankt.

Prof. J. Ansorge berichtet über Aktivitäten der SGPK:

- Gegenwärtig sind Arbeiten zur Erstellung einer Bouguerkarte im Massstab 1:100'000 im Gang, 7 Karten sind im Druck, 4 weitere folgen noch 1994.
- Die Aerogravimetrischen Untersuchungen werden bald abgeschlossen sein.
- Im Bereich Magnetotellurik werden Untersuchungen zur Krustenstruktur durchgeführt. Die Deklinationskarte 1:500'000 wird neu erstellt. Es hat sich gezeigt, dass die Stadt zu nahe an die magnetische Referenzstation herangewachsen ist und demzufolge die Messstation verlagert werden muss.
- Neue zusätzliche geothermische Untersuchungsstellen werden in eine neue Wärmeflusskarte eingearbeitet.
- Im Rahmen petrophysikalischer Aktivitäten wird ein öffentlich zugängliches Kataster von Oberflächengesteinsparametern (Geschwindigkeiten, Dichten etc.) erarbeitet.
- Die SGPK nimmt im Zusammenhang mit der Klimainterpretations-Forschung Aktivitäten im Bereich der seismischen Sedimentologie (Rhonesedimente u.a. Talfüllungen) auf. Ab ca. 1996 sollen Koordinationsgespräche mit anderen Kommissionen aufgenommen werden.

3. Mutationen, Neuwahlen

Dr. E. Frei ist im Mai zur Wahl vorgeschlagen worden. Direktor Jeanrichard und Dr. B. Bürki werden zur Wiederwahl vorgeschlagen. Herr Mayoud hat seine Demission eingereicht, was akzeptiert und bedauert wird, da er ein geodätisch aktives Forschungsinstitut repräsentiert (CERN). Es wird kurz über die personelle Zusammensetzung der SGK diskutiert. Dabei wird eine verstärkte Beteiligung praxisbezogener Persönlichkeiten gewünscht. Dieses Thema soll für die nächste Sitzung traktandiert werden.

4. Berichte zu den laufenden Projekten und Arbeitsgruppen

NFP 20

Ein Schlussbericht zum NFP 20 sowie ein dazugehöriger Datenatlas und Interpretationen (speziell Seismik) werden noch 1994 im Birkhäuser-Verlag erscheinen. Die geodätischen Arbeiten wurden im SGK Band 47 dokumentiert.

GPS

Aktivitäten am Astronomischen Institut der Universität Bern (AIUB):

Das AIUB arbeitet im Rahmen eines KWF-Projektes mit der Fa. LEICA zusammen. Die Entwicklungen betreffen die kinematische Positionierung und die Verbesserung der Rapid-Static-Lösungen durch die Berücksichtigung von Ionosphärenmodellen.

Die Auswertungen von permanenten GPS-Messungen (L+T) im Testnetz "Turtmann" (1993) zeigen Wiederholbarkeiten von besser als 1 mm. Die Höhenwiederholbarkeit bleibt bei wenigen mm. Die Vergleiche mit Messungen von 1992 ergaben Klaffen nach einer Helmerttransformation für die Lage von im Mittel unter 1 mm. Die Höhe zeigte dagegen mittlere Klaffen von 5 mm.

Weiterentwicklungen an der "Berner-Software" gehen in Richtung Automation und automatische Permanentauswertung.

Die Zeitübertragung im Subnanosekundenbereich bildet ein Forschungsthema, das in Zusammenarbeit mit dem Amt für Messwesen bearbeitet wird. Dabei werden Ashtech-Empfänger benutzt.

Aktivitäten am Bundesamt für Landestopographie (L+T):

Ein Schwerpunkt bildet die neue Landesvermessung LV95. Das Gesamtprojekt wurde nach dem System "Kern-/Arbeitsgruppen" neu strukturiert. Die 5 Arbeitsgruppen bearbeiten folgende Themen:

1. Referenzsysteme (Verknüpfung mit übergeordneten Systemen)
2. Verdichtung (Auch im Hinblick auf die Nutzer von LV95)
3. Höhensystem (In Verbindung mit dem Nivellement und Geoid)
4. GPS-Methoden (Arbeiten an der "Berner Software" (Meteorologische Modellierungen)
5. Koordination (Dokumentation, Archivierung, PR)

Im Zusammenhang mit LV95 hat die L+T im Rahmen von Ressort-Forschungsaufträgen Zusammenarbeiten mit dem IGP der ETHZ im Bereich der Koordinaten-Transformation und -Interpolationen, der dreidimensionalen Meteo-Modellierung und der Höhensysteme initiiert. Bei LV95-Auswertungen haben sich Höhenunzulänglichkeiten (bis dm) bestätigt, während die Lage (<1cm) gute Genauigkeiten aufweist. Die hohe Lagegenauigkeit zeigt sich auch bei Vergleichen mit der EUREF 89-Kampagne (ca. 3-4 cm) und beim Vergleich mit EUREF CH92 (1cm).

Im Rahmen von EUREF-Auswertungen werden die Koordinaten von Zimmerwald neu bestimmt.

Nachmessungen für LV95 erfolgen an der gemeinsamen Nahtstelle der verschiedenen LV95-Blöcke (speziell Punkt Oberarth).

Die Auswertungen der Triangulationsanschlüsse sollen fertiggestellt und ev. einer gemeinsamen Ausgleichung mit der Diagnoselösung zugeführt werden.

Die L+T wird Ihre GPS Permanentstation noch weiter automatisieren.

EUREF, mit dem Auftrag den Unterhalt und die Verfügbarkeit von Referenznetz sicherzustellen, wird sich auf den IGS stützen unter Verwendung des ETRF. Bei der Technical Working Group ist Dr. Gurtner Mitglied.

Verschiedene Teilnetze werden in EUREF und zum Teil im IGS eingebunden: Skandinavien mit ca. 20 Permanentstationen, Baltic 92 mit 24 Stationen, Deutschland (D93) sowie 23 Stationen zur Netzverdichtung in Frankreich (RRF). Die Lösungen werden in drei Klassen homologiert:

- A: 1 cm im ETRS
- B: wie A, ohne Geschwindigkeiten
- C: 5 cm im ETRS

Aktivitäten am Institut für Geodäsie und Photogrammetrie (IGP) der ETHZ:

Die lokalen und die grossräumigen geodynamischen GPS-Anwendungen bilden Schwerpunkte, bei denen Verschiebungsfelder (Geschwindigkeitsfelder) und daraus die Verzerrungen bestimmt werden. Grössere Kampagnen laufen in tektonisch aktiven Gebieten wie z.B. der West-Türkei und Griechenland.

Die Entwicklungen auf dem Gebiet der GPS-Kinematik werden voran getrieben und konnten in verschiedenen Testkampagnen angewendet und überprüft werden. So konnte gezeigt werden, dass durch den Einsatz von Präzisions-GPS (<10 cm) zur Bestimmung der Kameraposition die Anzahl der Passpunkte ohne photogrammetrischen Genauigkeitsverlust drastisch gesenkt werden kann. Im Testblock "Uster" konnte von 29 auf 4 Punkte reduziert werden. Dabei konnte auch gezeigt werden, dass die kinematische GPS-Positioniergenauigkeit unter 10 cm liegt.

Der Einsatz eines flugzeuggetragenen Laser-Profilers erlaubte es, im Zusammenspiel mit GPS, Geoidmessungen über dem Bodensee und Zürichsee durchzuführen. Die Auflösung betrug nach ersten Auswertungen etwas unter 10 cm. Des weiteren liessen sich durch Vergleiche des DHM25 und eines Laserprofils, Abschmelzungen des Aletschgletschers von etlichen Metern feststellen. Im Zusammenhang mit diesen Versuchen wurde ein Selbstkalibrierungsverfahren für das Lasersystem entwickelt.

In einem weiteren interessanten Versuch, wo die on-Line Ausmessung von Flugzeug-Landesystemen der SWISSCONTROL getestet wurden, konnten die Ableitung von kinematischen Grössen (Geschwindigkeit, Beschleunigung) überprüft werden.

REUN

Aus gesundheitlichen Gründen ist der Präsident des REUN zurückgetreten. REUN 75 soll unter Einbezug der Oststaaten neu ausgeglichen werden. Der Pegel "Amsterdam" soll auch mit Hilfe von GPS mit anderen Pegeln verglichen werden.

Nivellement CH

Die 2. Messung des Hauptnetzes und Nachmessungen in Steilstrecken sind abgeschlossen. Zu messende Linien sind Baden-Zürich, Frauenfeld-Steckborn Chillon-St.Maurice, sowie der Landesnivellement-Anschluss des Punktes Chrischona. Alle Linien werden mit Schweremessungen versehen (Klingelé/Arnet). Bis zum Jahr 2005 sollen die Sekundärlinien nachgemessen werden (~130km Nivellement /Jahr).

Meteorologische Effekte

Die am IGP entwickelten Interpolationsmodelle für die 3D-Refraktionsverteilung wurden an LV95-Daten getestet. Dabei liessen sich die Höhenwiederholbarkeiten auf wenige cm verbessern. Auswertungen einer Basislinie (Grasse - Genua) zeigten eine Verbesserung der Höhengenaugigkeit, falls die dort gemessenen Radiometerdaten in der Berechnung berücksichtigt werden (Bürki, Glaus). Die Radiometerdaten zeigen auch eine hohe Korrelation mit den aus GPS-Messungen geschätzten sogenannten Meteoparametern. Diese Korrelation bestätigt sich auch bei Auswertung von Stationsmeteodaten und GPS auf der Station Zimmerwald, (Beutler). Zur Klärung der in diesem Zusammenhang auftretenden Fragestellungen (Radiometrie, Parameterschätzung, Modellrechnungen) soll eine dedizierte Messkampagne im Testnetz Turtmann (Antrag Bürki) stattfinden. Die L+T und das AIUB sichern ihre Unterstützung zu.

Geoid

Dieses Projekt wird 1995 abgeschlossen. Prof. Kahle bittet dabei die L+T, Herrn Marti für die Abschlussarbeiten freizustellen.

5. Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald: Statusbericht

Mit METEOR 3 konnte ein neuer russischer Meteo-Satellit mit Reflektor und PRARE-Empfänger angemessen werden.

Das Flugzeugerkennungs-Radar ist installiert.

GPS-Satelliten konnten optisch verfolgt werden. Dabei kam eine CCD Kamera zum Einsatz, deren Auflösung besser ist als eine Bogensekunde (1"). Weitere Software-Entwicklungen sind in Arbeit.

AIUB, L+T, Fa. TELAS kümmern sich um die Installation des neuen Teleskops, das Juni 1995 installiert werden soll. Die nötigen Finanzen stehen ab 1. April 1994 vom Nationalfonds und vom Kanton Bern zur Verfügung.

Der Entwurf für den Gravimeter-Keller existiert. Das Baugesuch sowie der Bau sollten noch 1994 verabschiedet, bzw. begonnen werden. Die Finanzierung ist noch Gegenstand weiterer Abklärungen.

6. Verschiebungsmessungen im Simplontunnel

Die geotektonisch interessante Strecke beschränkt sich auf einen 1 km langen Bereich innerhalb des Tunnels. Für das Landesnivellement ist diese Strecke nicht von Interesse. Die ETHZ könnte Distanzmessungen (1-2 Nächte) auf besagtem Abschnitt vornehmen. Die SBB stellen die Installationen sowie die Logistik zur Verfügung. Wie weit sich die SBB an Nivellementskosten beteiligen würden, ist noch Gegenstand weiterer Diskussionen.

7. Publikationen

Die Arbeit von Dr. U. Wild liegt druckfähig vor.

Die Arbeiten zur "Apen traverse" (Elmiger, Köchle) stehen vor dem Abschluss.

Die Neuberechnungen (Beutler, Schär, Rotacher) zu "Turtmann" Band II sind abgeschlossen, das Gesamtmanuskript soll bis zum Herbst vorliegen.

Herr Wiget stellt den Antrag auf eine künftige Publikation zu Untersuchungen über Phasenzentrenbestimmungen. Die L+T würde gerne Daten dafür zur Verfügung stellen.

8. Zuteilung des Ressorts für den IUGG-Landesbericht 1991-95

Gesamtkoordination: B. Bürki

Die Ressortkoordination wird wie folgt zugeteilt:

- | | |
|------------------------------|-------------|
| 1. Positionierung: | E. Gubler |
| 2. Raum/Satellitengeodäsie: | W. Gurtner |
| 3. Gravimetrie: | E. Klingelé |
| 4. Theorie und Methodologie: | A. Geiger |
| 5. Geodynamik: | H.-G. Kahle |

Die Beiträge müssen bis Ende Februar 1995 vorliegen.

9. Transfer der SGK Bibliothek

Aus Platzgründen gehen die Bestände nach einer Sichtung vom ETH-Bibliothekar an die ETH-Hauptbibliothek über. Die SGK-Bibliothek wird als solche nicht mehr weitergeführt.

10. Kenntnisnahme und Entlastung der Rechnung 1993

Auf Antrag konnte ein nicht ausgeschöpfter Kreditbetrag von Fr. 3'000.-- (Posten Carosio) zu Gunsten der Druckkosten 1994 übertragen werden. Die Rechnung wird abgenommen und der Quästor, Herr Gubler mit Akklamation entlastet.

11. Budget 1994

Der Sektion IV der SANW wurden von den verlangten Fr. 396'000.-- nach einer Kürzung von 7.65% noch Fr. 365'000.-- zugesprochen. Der SGK werden von den verlangten Fr. 132'000.- Fr. 127'500.-- zugesprochen. (3,4% Kürzung).

12. Beitragsgesuch 1995

Wie anlässlich der 150. Sitzung in Lausanne beschlossen, wird ein zusätzlicher Posten beantragt; der Antrag wurde termingerecht eingereicht. Er betrifft Stabilitätsmessungen im Alpenraum (im Rahmen des NFP 31), an denen im wesentlichen die ETH Lausanne beteiligt ist.

13. Ort, Datum der 152. Sitzung

Zürich, 24. Oktober 1994

14. Varia

Herr Kahle weist darauf hin, dass der Schläfli-Preis auch Geodäten offen steht und dass die Eingabefrist für entsprechende unveröffentlichte Originalarbeiten am 15. April 1994 abläuft.

Schweizerische Geodätische Kommission
 151. Sitzung vom 28. März 1994
 Zusammenfassung des Öffentlichen Teils zum
 Thema:
 Das Global Positioning System (GPS) und sein
 Beitrag zum Internationalen Erdrotationsdienst
 IERS

G. Beutler, E. Brockmann, W. Gurtner, M. Rothacher, R. Weber
 Astronomisches Institut
 Universität Bern
 Sidlerstrasse 5
 CH-3012 Bern
 Schweiz

10. Oktober 1994

1 Übersicht

Der öffentliche Teil der 151. Sitzung wurde von Mitgliedern des astronomischen Instituts der Universität Bern (AIUB) bestritten. Die Veranstaltung war in fünf Referate von je etwa 30 Minuten gegliedert:

- G. Beutler *Organisatorische Aspekte weltweit koordinierter GPS-Aktivitäten*
- M. Rothacher *Die Aktivitäten am AIUB, insbesondere am 'Center for Orbit Determination in Europe (CODE)*
- E. Brockmann *Globale Stationskoordinaten und ihre zeitliche Änderung*
- R. Weber *Die Bewegungen des Pols auf der Erdoberfläche und im Raum*
- W. Gurtner *Das Informationssystem des IGS*

2 Die Referate im Einzelnen

2.1 Organisatorische Aspekte weltweit koordinierter GPS-Aktivitäten

Die Ausführungen beschränkten sich auf das Thema IGS (*International GPS Service for Geodynamics*). Der IGS ist vorrangig als *Dienst* zu sehen. Daher ist neben der Genauigkeit und der Regelmässigkeit der IGS Produkte auch deren Aktualität und Zuverlässigkeit von zentraler Bedeutung.

Die Zielsetzungen und die Aktivitäten des IGS werden durch dessen Statuten, die sogenannten *terms of reference*, festgelegt. Die wichtigste Zielsetzung besteht in der Unterstützung GPS-gestützter Forschungsaktivitäten im Gebiet der Geodäsie und der Geophysik (a) durch Bereitstellen von Beobachtungen eines weltweiten Netzes von permanenten GPS Stationen und (b) durch Anbieten hochgenauer GPS-Bahnen samt den zugehörigen Erdrotationsparametern.

Der IGS geht zurück auf eine Initiative von Prof. I.I. Mueller, G. Mader, W.G. Melbourne und R. Neilan 1989 am *IAG General Meeting* in Edinburgh. Es wurde ein IGS Planungs-Komitee gegründet, welches am 1. Februar 1991 den *Call for Participation (CFP)* verschicken konnte. Tabelle 1 enthält die wichtigsten Ereignisse zwischen der IAG Versammlung in Edinburgh (1989) und der IUGG Generalversammlung in Wien (1991).

August 1989	<i>IAG General Meeting in Edinburgh</i> Initiative von I.I. Mueller, G. Mader, W.G. Melbourne, R.E. Neilan.
März 1990	<i>IAG Executive Committee Meeting</i> Beschluss, eine IAG Planungsgruppe für einen IGS einzusetzen.
September 1990	Erstes <i>IGS Planning Committee Meeting</i> in Ottawa Vorbereitung eines <i>Call for Participation (CFP)</i> .
Februar 1991	<i>Call for Participation</i> ausgesandt. Antwort am 1. April 1991 fällig
April 1991	Spezifikationen zum CFP an Interessenten geschickt. Fälligkeitstermin für die Proposals 1. Mai 1991.
Juni 1991	Evaluation der Proposals.
August 1991	<i>20. IUGG Generalversammlung in Wien</i> <i>IGS Campaign Oversight Committee</i> eingesetzt

Tabelle 1: Chronik der IGS Ereignisse 1989-1991

Rechtzeitig vor der 20. IUGG Generalversammlung im August 1991 in Wien konnten die Proposals gesichtet und geordnet werden. Beim fortgeschrittenen Stand der Planung konnte es nicht erstaunen, dass an der Generalversammlung in Wien das IGS Planungs-Komitee durch das *IGS Oversight Committee* abgelöst wurde. Der klare Auftrag ist in der Resolution No 5 der IUGG Generalversammlung von 1991 nachzulesen, welche die

Erprobung des IGS-Konzeptes während der nächsten vier Jahre empfiehlt. Die herausragenden Ereignisse bis zur Gegenwart sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

August 1991	20. IUGG Generalversammlung in Wien Gründung des IGS Campaign Oversight Committee der IAG
Oktober 1991	Erste Sitzung des IGS Oversight Committee am Goddard Space Flight Center (Greenbelt)
März 1992	Zweite Sitzung des IGS Oversight Committee in Columbus, Ohio. Planung der IGS Test Kampagne und der Epoch'92 Kampagne
Mai 1992	Kommunikationstest mit dem FTP IGS e-mail box an der Universität Bern installiert
Juni 1992	Beginn der 1992 IGS Test Kampagne am 21. Juni 1992.
August 1992	14 tägige Kampagne Epoch 92 Erste Beeinträchtigungen durch Anti-Spoofing (AS) am Wochenende des 1. August 1992
September 1992	Offizielles Ende der 1992 IGS Test Campaign am 23. September 1992
Oktober 1992	Dritte Sitzung des IGS Oversight Committee am Goddard Space Flight Center (Greenbelt)
November 1992	Beginn des IGS Pilot Service. Regelmässige Bahnvergleiche durch den IGS Analysis Center Coordinator
März 1993	1993 IGS Workshop an der Universität Bern. Vierte Sitzung des IGS Oversight Committee in Bern. Ausarbeitung der endgültigen IGS Struktur (terms of reference).
Mai 1993	Fünfte Sitzung des IGS Oversight Committee in Baltimore. Terms of Reference durch das IGS Oversight Committee festgelegt
August 1993	Offizielle Genehmigung des IGS durch die IAG am IAG General Meeting in Beijing
Oktober 1993	IGS Analysis Center Workshop in Ottawa Erstes IGS Governing Board Meeting in Silver Spring (Md)
Januar 1994	Beginn des offiziellen IGS am 1. Januar 1994 Produktion einer offiziellen IGS Bahn Einrichtung des Central Bureau Information System (CBIS) Transfer der IGS Mail/Report Series ans Jet Propulsion Laboratory
März 1994	Kombinierter IERS/IGS Workshop in Paris Zweites IGS Governing Board Meeting in Paris
Dezember 1994	IGS Workshop zum Thema Verdichtung des IGS Netzes.

Tabelle 2: Chronik der IGS Ereignisse 1991-1994

Die IGS Kampagnen des Jahres 1992 waren überaus erfolgreich. So war es nicht erstaunlich, dass die IAG (Internationale Assoziation für Geodäsie) am *General Meeting in*

Beijing beschliessen konnte, den IGS als IAG-Dienst auf 1. Januar 1994 offiziell in Betrieb zu nehmen. Als Leitung wurde das sogenannte *Governing Board (GB)* eingesetzt. Die momentane Zusammensetzung ist Tabelle 3 zu entnehmen.

Mitglied	Land	Funktion
G. Beutler	Schweiz	Vorsitz
Y. Bock	USA	Vertreter der IGS Rechenzentren
C. Boucher	Frankreich	ernannt durch die IAG
J. Dow	Deutschland	Vertreter für das IGS Netz
B. Engen	Norwegen	Vertreter für das IGS Netz
M. Feissel	Frankreich	IERS Vertreter
T. Kato	Japan	ernannt durch die IAG
J. Kouba	Kanada	Koordinator der IGS Rechenzentren
G. Mader	USA	ernannt durch die IAG
B. Melbourne	USA	IGS Vertreter im IERS Directing Board
I. Mueller	USA	IAG Vertreter
R. Neilan	USA	Direktor des Zentralbüro
C. Noll	USA	Vertreter der IGS Datenzentren
Ch. Reigber	Deutschland	ernannt durch die IAG
B. Schutz	USA	ernannt durch die IAG

Tabelle 3: Das erste IGS Governing Board (ab 1. Januar 1994 im Amt)

Zwei Workshops, nämlich jener der Rechenzentren in Ottawa und jener der Netzwerkgruppe in Silver Spring, MD, sowie das erste Treffen des IGS-Vorstands (ebenfalls in Silver Spring) fanden noch im Oktober 1993 statt. Ein wesentliches Ergebnis dieser Treffen war die Entscheidung, als offizielles Produkt einen gemeinsamen täglichen IGS-Bahndatensatz zu generieren. Die Prinzipien der Bahnkombination und erste Resultate sind in (Beutler, Kouba, Springer, 1993) nachzulesen. Die dazu benutzten verallgemeinerten Bahnmodelle findet man in (Beutler et al., 1994a).

Neben dem Beschluss, eine offizielle IGS-Bahn zu produzieren, war die Entwicklung des Central Bureau Information System (CBIS) das herausragende Ereignis zum Beginn des offiziellen IGS auf den 1. Januar 1994 (mehr dazu siehe unten).

Mehr zum Thema *Entwicklung des IGS* liest man beispielsweise in (Beutler et al., 1994b) nach. Die jeweils aktuellste IGS Information kann (Neilan, 1994) entnommen werden.

2.2 Die Aktivitäten am AIUB, insbesondere am Center for Orbit Determination in Europe (CODE) M. Rothacher sowie Globale Stationskoordinaten und ihre zeitliche Änderung E. Brockmann

Das CODE Rechenzentrum des IGS weist seit dem 21. Juni 1992 ununterbrochene Reihen von immer genauer werdenden Bahnen (anfänglich etwa 70 cm, heute etwa 10 cm) und von Erdrotationsparametern (Genauigkeit zu Beginn etwa 1 Millibogensekunde (mas), heute etwa 0.2 mas) auf. Zudem werden in grösseren Zeitabständen (normalerweise einmal pro Jahr) sogenannte freie Netzwerklösungen für die Stationskoordinaten erzeugt. Einen Eindruck von den Arbeiten am CODE gibt der als Anhang zu diesem Bericht beigelegte Beitrag von CODE zum *IERS Annual Report 1993*.

2.3 Die Bewegungen des Pols auf der Erdoberfläche und im Raum

Die Bewegung der Rotationsachse auf der Erdoberfläche, die sogenannte Polschwankung mit den Komponenten x und y , kann durch GPS Beobachtungen mehr oder weniger problemlos bestimmt werden. Anders sieht dies aus bei der Bestimmung der Grösse $UT1 - UTC$. Hier kann GPS im Grunde genommen nur die erste zeitliche Ableitung, oder die Tageslänge bestimmen. Durch Addieren der an aufeinanderfolgenden Tagen mit GPS bestimmten Tageslängen kann man die Kurve $UT1 - UTC$ als Funktion der Zeit relativ zum ersten Tag der Zeitreihe bestimmen.

x , y und die *Tageslänge* werden von CODE für jeden Tag bestimmt. Seit Beginn des Jahres 1994 wird zudem versucht, auch die *erste Ableitung* der Nutation in Länge $\Delta\psi$ und der Nutation in Schiefe $\Delta\epsilon$ zu bestimmen. $\Delta\psi$ und $\Delta\epsilon$ können genau wie $UT1 - UTC$ von Satellitensystemen nicht direkt bestimmt werden; hingegen können die ersten zeitlichen Ableitungen dieser Grössen sehr wohl bestimmt werden.

Abbildung 1 zeigt für 60 Tage den Verlauf der Schätzung dieser Driftraten in $\Delta\epsilon$. Als Referenz wurde eine vom IERS Rapid Service Subbureau veröffentlichte stark geglättete Wertreihe aufgetragen. Man sieht, dass GPS sowohl dieselbe Grössenordnung als auch dasselbe Frequenzspektrum wie VLBI sieht.

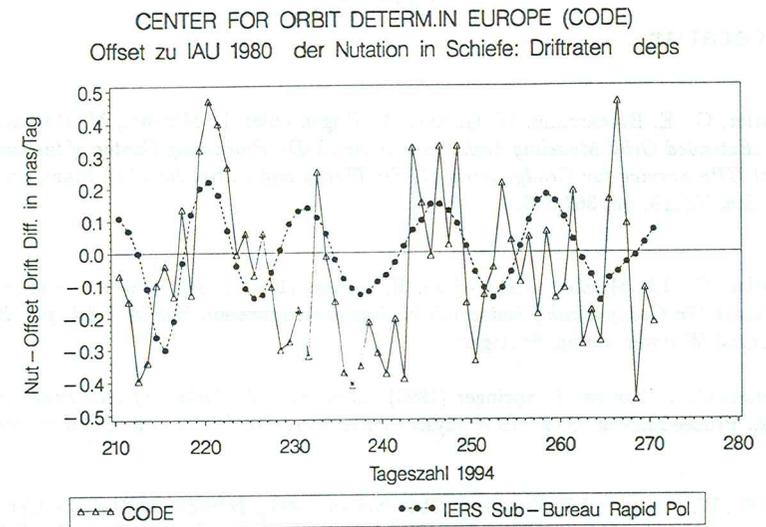


Abbildung 1: CODE Schätzungen von $\Delta\epsilon$ Driftraten im Zeitraum August-September 1994

2.4 Das Informationssystem des IGS

Das *Central Bureau Information System (CBIS)* stellt in den Computeranlagen des Zentralbüros (JPL) die gesamte relevante IGS Information in übersichtlicher Form zusammen. Der Benutzer findet Zugang zum CBIS mit Hilfe von *anonymous ftp*. Der Internet-Anschluss ist igs.cb.jpl.nasa.gov, die zugehörige Nummer 128.149.70.41. Die Information ist im *Subdirectory /igs* zu finden. Benutzer, die nicht selber über Internet verfügen, gelangen via *e-mail* und den *ftp-server bitftp@pucc.princeton.edu* ins CBIS. Steht *MO-SAIC* oder *LYNX* zur Verfügung, ist der Zugang zum CBIS sogar noch komfortabler.

Das CBIS ist sowohl für die IGS Mitglieder selber, als auch für die 'IGS-Kunden' von grösster Bedeutung. So ist beispielsweise hier die gesamte Dokumentation der IGS Stationen abrufbar (Koordinaten, Exzentrizitäten, Empfänger, etc) und die wesentliche Information über IGS-Datenzentren und -Rechenzentren kann eingesehen (und falls gewünscht kopiert werden). Es können aber auch die offiziellen IGS-Bahnen und die zugehörige Polinformation hier abgeholt werden. Ein Streifzug durch das CBIS lohnt sich für jeden GPS-Interessierten. Mehr Information zum Thema *Central Bureau Information System* findet man in (Liu et al., 1994).

Literatur

Beutler, G., E. Brockmann, W. Gurtner, U. Hugentobler, L. Mervart, M. Rothacher (1994a). *Extended Orbit Modeling Techniques at the CODE Processing Center of the International GPS Service for Geodynamics (IGS): Theory and Initial Results.*, Manuscripta Geodaetica, Vol.19, pp. 367-386.

Beutler, G., I.I. Mueller, R.E. Neilan, R. Weber. (1994b). *IGS-Der Internationale GPS Dienst für Geodynamik.*, Zeitschrift für Vermessungswesen, Heft 5, 1994, pp. 221-232, Konrad Wittwer Verlag, Stuttgart.

Beutler, G., J. Kouba, T. Springer (1993). *Combining the Orbits of IGS Processing Centers.*, Proceedings of 1993 IGS Analysis Center Workshop in Ottawa, October 1993.

Liu, R., W. Gurtner, J.F. Zumberge, R.E. Neilan (1994). *Introducing the The Central Bureau Information System of the International GPS Service for Geodynamics.* Erhältlich durch das IGS Central Bureau.

Neilan, R.E. (1994). *The IGS Colleague Dictionary.* Erhältlich durch das IGS Central Bureau.

Annual Report of the CODE Processing Center of the IGS for the Year 1993

M. Rothacher, G. Beutler, E. Brockmann, W. Gurtner, L. Mervart, R. Weber (AIUB, Bern)
U. Wild, A. Wiget (L+T, Wabern) H. Seeger (IfAG, Frankfurt) C. Boucher (IGN, Paris)

1. INTRODUCTION

CODE (the Center for Orbit Determination in Europe) is one of at present seven processing centers of the International GPS Service for Geodynamics (IGS). CODE is a collaboration of

- the Swiss Federal Office of Topography (L+T),
- the French Institut Geographique National (IGN),
- the German Institute for Applied Geodesy (IfAG), and
- the Astronomical Institute of the University of Berne (AIUB)

The processing center is located at the AIUB. The computations originally were performed on a cluster of VAX computers. During 1993 most of these VAX machines were replaced by ALPHA processors, one being reserved for IGS processing only (the other ALPHAs and VAXes are also used for other projects of the institute or by other institutes of the university of Berne). The Bernese GPS Software Version 3.5+ is used for processing. The "+" indicates that this version is in constant development to meet the requirements of a steadily growing workload of the routine processing (Table 1).

Solution Characteristic	Date (mm yyyy)			
	06 1992	01 1993	06 1993	12 1993
Number of Satellites	19	21	23	26
Number of Stations	25	28	33	38
Number of Observations	50'000	60'000	110'000	180'000
Number of Parameter	2'000	2'300	4'700	6'200

Table 1. Workload of the daily "three-days" CODE solutions

The contribution of CODE to the IGS started on 21 June 1992. There are uninterrupted series of orbits, earth rotation parameters (ERPs), and station coordinates available from CODE since that time. To the best of our knowledge there never were delays longer than about two weeks before our products could be made available to the scientific community.

According to our 1992 annual report delivered to the IERS the emphasis in 1993 should be "on the critical analysis of the physical models and on the development of long-term analysis capabilities". Actually we focused our development and test activities on (1) the orbit model, (2) the stacking of normal equation systems to compute e.g. free network solutions (and the associated velocity field), (3) the optimization of ERP estimation. The progress made in these fields and initial results are summarized in the following sections.

In 1992 the CODE results were significantly affected by AS (Anti-Spoofing). This was due to a mal-functioning (under AS) of the principal receiver in the network. The problem was fixed around the end of 1992; only minor difficulties were encountered in our processing of AS data since that time. We had the impression that the overall performance of the IGS network was satis-

factory in 1993. Since 31 January 1994 AS seems to be turned on permanently. It is still difficult to say how much the quality of our results is influenced by AS. At present we believe that the "damage" is of the order of 10% except for the coordinates of stations in the auroral zone, which, at some times, had to be excluded from our routine processing due to the receiver problems.

2. CODE ANALYSIS CHARACTERISTICS

The general characteristics of our processing were given in (Charlot, 1993, pp. P-3 - P-14). Here we focus on the changes and the progress made since that time. Detailed information may be found in (Rothacher et al., 1993) (Brockmann et al., 1993), (Mervart et al., 1993), and (Beutler et al., 1993).

AUTOMATIC PROCEDURES AT CODE

The processing scheme was modified several times during 1993. At present we proceed as follows: At regular intervals of a few hours an automatic procedure checks whether the data of the day to be processed are available at CODE (sent by IGS) or at the closest IGS Global Data Center. If this is the case, processing of the day is started. In a first step the data are translated from RINEX to the internal (binary) Bernese format. Inconsistencies (wrong file names, wrong station names, "new" antenna heights) are sorted out. This step may need user interaction. Then the pre-processing (single-difference formation, code processing, phase-cleaning) is done with the best orbit information available at that time; today this is usually a one-day extrapolation of our latest three-days solution (see below). Then a first one-day solution is produced. The primary result is a first improved orbit. Afterwards the phase pre-processing is repeated (with this improved orbit) and this time all cycle-slips should be safely removed. If this is not possible, new ambiguities are set up. The principal difference between AS and non-AS processing resides in the number of ambiguities which have to be set up in this step. Again a one-day solution, this time including the estimation of earth rotation parameters is performed. If the solution is acceptable the next three-days solution (Figure 1) is produced in two iteration steps. Two iteration steps are required to guarantee not to run into linearity problems.

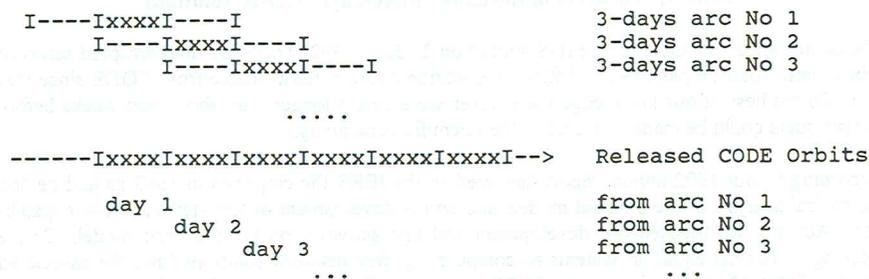


Figure 1: Processing in Overlapping 3-days Intervals

THE FORCE MODE

The principal features did not change since 1992 (Charlot, 1993, pp. P-3 - P-14). Two minor, but important improvements concerning the orbit model for the eclipsing satellites took place in 1993: (1) As described in the 1992 annual report, the GPS space-crafts which are in deep eclipse theoretically have to rotate very rapidly by 180 deg around the space vehicles' z-axis twice during the revolution. The numerical problems in processing caused by this phenomenon were sorted out once and for all in 1993. There are clear indications, however, that there is a "real" attitude problem of the eclipsing satellites in the first 20 to 30 minutes after they leave the earth's shadow. (2) The pseudo-stochastic orbit model was used for the eclipsing satellites in our routine processing since 14 June 1993. At predetermined times (at present twice per day) impulse-changes are estimated for these satellites. The resulting orbit is continuous, but its first derivative is not. This change was made after several months of extensive tests. A priori constraints are put on these parameters to prevent damage in the case where (almost) no observations of the eclipsing satellites are available.

THE MODEL FOR THE ERPS

Our parameter estimation program allows to model x, y, and UT1-UTC as a series of polynomials of user defined degree where the individual polynomials refer to user defined connected time intervals. So far we always divided the 3-days interval of our "final" solutions into three one-day bins, and modeled each pole component x, y, and UT1-UTC as a polynomial within each bin. Prior to 14 June 1993 a pure offset for each component (polynomial degree = 0) was estimated. Afterwards the polynomial degree 1 was used; in addition we asked the pole coordinates to be continuous at the day-boundaries. So, before the mentioned date we modeled each component of the pole by 3 parameters in every three-days solution, afterwards by 4 (formally 6 parameters (3 x (1 offset + 1 drift per day))). The main reason for this change was to make our estimates compatible with the a priori model for the pole (which is continuous). Therefore, after 14 June 1993, it was possible to iteratively improve the pole coordinates in the final two processing steps (3-days-solutions). We mention that for UT1-UTC we put a heavy weight either on the a priori value of the first day (before 14 June 1993) or on the 0-degree coefficient of the first day (after 14 June 1993). It is thus clear that we are "only" able to determine the first derivative of the UT1-UTC curve. By integrating the resulting first derivatives of consecutive days it is formally possible to reconstruct UT1-UTC starting from an arbitrary initial value.

STACKING CAPABILITIES

The "interesting part" of the normal equation system (NEQ-systems) of each 3-days solution is stored together with the necessary logistics information in a file for later use. The newly developed program ADDNEQ (Brockmann et al., 1993) is then used to combine as many of these NEQ systems as required to produce consistent sets of station coordinates, pole positions, and satellite orbits. To a certain extent the models may be modified in ADDNEQ: the pole model may e.g. be simplified in ADDNEQ (only one polynomial per pole component over three days), station velocities may be set up, a change from one terrestrial reference frame to the other (e.g. from ITRF 91 to ITRF 92) is possible, "free network solutions" by removing constraints and by introducing system conditions may be produced. The program again generates a correct variance-covariance matrix for the estimated parameters. The NEQ-systems of our three days solutions have been stored every third day since April 1, 1993 (doy 091), every day since July 23, 1993 (doy 200).

Table 2 gives the list of tracking stations we kept fixed in our analyses in 1993. The set marked ITRF 91 obviously refers to the International Terrestrial Reference Frame 1991 (Boucher et al., 1992). The coordinates, velocities, and the eccentricities are available in IGS mail No.90. Our orbits and the ERP series from 1 November 1992 to 31 December 1993 delivered to the IGS Global Data Centers (CDDIS, IGN, SIO) are based on this realization of the ITRF reference frame. On 1 January 1994 we switched to the ITRF 92 (Boucher et al., 1993) in our routine processing. From this time onwards our results at CDDIS, IGN, and SIO are based on the set "ITRF 92" of fixed sites in Table 2. We had to change the fixed sites according to the list selected at the 1992 IGS analysis centers workshop (Kouba, 1993, section "Conclusions and Recommendations"). The coordinates, and corresponding velocities may be found in IGS mail No.430, the site eccentricities are stored in the CBIS (Central Bureau Information System; file: localtie.tab). Thanks to the stacking procedure described above it was possible to re-process the larger part of the 1993 solutions using the ITRF 92 coordinate set and the new station list given in Table 2 (see section 3) with program ADDNEQ.

ITRF 91 Set		ITRF 92 Set	
KOSG	13504M002 *)	KOSG	13504M003
MADR	13407S010	MADR	13407S012
TROM	10302M002	TROM	10302M003
WETT	14201S004	WETT	14201M009
ONSA	10402S002	HART	30302M002
ALGO	40104S001	ALGO	40104M002
FAIR	40408S002	FAIR	40408M001
GOLD	40405M013	GOLD	40405S031
KOKB	40424S001	KOKB	40424M004
YELL	40127M001	YELL	40127M003
RCM2	40499M002	SANT	41705M003
CANB	50103S010	TIDB	50103M108
YAR1	50107M001	YAR1	50107M004

Table 2: List of Sites kept fixed in 1993 Processing and in 1994.
*) unconstrained after 23 July 1993.

In addition we note that the deformations due to the solid earth tides (McCarthy, Chapter 7, eqn. 6) are added when a set of station coordinates is used in our processing.

MISCELLANEOUS MODELLING COMPONENTS

Attempts were made to improve the model for the GPS force field beyond the 1992 IERS standards. For this purpose the program ORBIMP was developed. The program interprets the satellite positions of the daily IGS precise orbit files as (pseudo-) observations. "Long" arcs (up to 14 days) were formed using consecutive IGS orbit files. In particular Colombo's empirical resonance forces, a generalized radiation pressure model, pseudo-stochastic velocity changes, albedo radiation pressure, and the resonance terms of the earth's gravity field were considered as candidate forces. Only the generalized radiation pressure model led to a substantial improvement (Beutler et al., 1993). It is planned to use this improved force model in the routine processing after further extensive tests in future. The program ORBIMP also may be used to check the orbit quality of

different IGS processing centers. It is used at present in the process of IGS orbit combination see e.g. (Kouba, 1994), theory in (Beutler, Kouba, Springer, 1993).

(Mervart et al., 1993) showed that the quality of CODE orbits is sufficient to allow ambiguity resolution (wide- and narrow-lane) on the single baseline level with baseline-lengths up to about 1000 km. Ambiguity resolution and a subsequent orbit improvement step will be implemented in the near future into our routine processing.

3. RESULTS

EARTH ROTATION PARAMETERS

Figures 2a and 2b show differences of the x and y components of our pole estimates with respect to the C04 pole SERIES of the IERS Central Bureau. We clearly see a quality improvement of our estimates from originally about 1 mas per coordinate to now about 0.3 mas. The "discontinuity" at the end of 1993 (MJD 49352) marks the transition from the ITRF 91 to the ITRF 92.

Figures 3a and 3b show the length-of-day estimates of the CODE processing center after removing the zonal solid earth tides and the difference between our estimates and those extracted from the IERS C04 ERP series (which is completely independent of our series). These figures clearly prove that GPS is capable of estimating the length-of-day (with a one day resolution) with a precision of about 0.03 msec. We attribute the quality of our estimates to the length of our satellite arcs (three days).

Figures 4a and 4b demonstrate that the set of fixed coordinates used (see Table 2) is important: Both curves show differences between our solutions and the C04-series. They are based in one case on our realization of the ITRF 91, in the other on our realization of the ITRF 92 system. We clearly see the superiority of our ITRF 92 series.

COORDINATES

Two "free network solutions" could be produced using the program ADDNEQ. The NEQ-systems of 91 3-days solutions covering the time period from 1 April 1993 to 31 Dec 1993 were used for this purpose. The solutions' characteristics are given in Table 3, the station distribution in Figure 5. In the first set of coordinates (A3) the station velocities were constrained to the ITRF 92 values, in the second case (B3) the station velocities are solved for. We are aware of the fact that a nine month time interval is too small to derive reliable station displacements. We include this solution to allow an optimal combination with coordinate series produced by other analysis centers.

**SUMMARY SHEET FOR THE DESCRIPTION OF THE TERRESTRIAL
SYSTEM ATTACHED TO A SET OF STATION COORDINATES**

1. Technique: GPS
 2. Analysis Center: CODE
 3. Solution identifier: (a) A3
(b) B3
 4. Software used: Bernese GPS Software, Version 3.5+
 5. Relativity Scale: Local Earth
 6. Permanent tidal correction on station: according to IERS standards
 7. Tectonic plate model: ITRF 92 velocity model
 8. Velocity of light (C): 299792458 m/sec
 9. Geogravitational constant (GM₀): 398.6004415D12 m³/sec²
 10. Reference epoch: 15 Aug 1993 for both solutions
 11. Adjusted parameters:
 - 6 Keplerian osculating elements, direct radiation pressure, and y-bias for each satellite and each 3-days arc,
 - pseudo-stochastic impulse changes (twice per day) for eclipsing satellites,
 - 4 tropospheric zenith delays per day and station,
 - ERPs as polynomials of degree 1 for each day (continuity at the day boundaries),
 - initial phase ambiguity parameters,
 - geocentric coordinates for each site, and, for solution (b) B3, velocity for each site,
 12. Definition of the origin: no translation with respect to the official 13 IGS ITRF 92 stations
 13. Definition of the orientation: no rotation with respect to the official 13 IGS ITRF 92 stations
 14. Constraints for time evolution:
 - (a) ITRF 92 Velocity Field
 - (b) 1m/yr for north, east-components, 0.1mm/yr for up-component, for 28 stations. Wettzell fixed on ITRF 92 vel.
-

Table 3: Solution Characteristics of the two CODE free network solutions

4. REFERENCES

- Beutler, G., J. Kouba, T. Springer (1993). "Combining the Orbits of IGS Processing Centers.", Proceedings of 1993 IGS Analysis Center Workshop in Ottawa, October 1993, pp. 20-56.
- Beutler, G., E. Brockmann, W. Gurtner, U. Hugentobler, L. Mervart, M. Rothacher (1993). "Extended Orbit Modeling Techniques at the CODE Processing Center of the International GPS Service for Geodynamics (IGS): Theory and Initial Results.", Accepted for Publication by Manuscripta Geodaetica, December 1993.
- Boucher, C., Z. Altamimi, L. Duhem (1992). "IERS Technical Note 12: ITRF 91 and its Associated Velocity Field.", Observatoire de Paris.
- Boucher, C., Z. Altamimi, L. Duhem (1993). "IERS Technical Note 15: ITRF 92 and its Associated Velocity Field.", Observatoire de Paris.
- Brockmann, E., G. Beutler, W. Gurtner, M. Rothacher, T. Springer, L. Mervart (1993). "Solutions using European GPS Observations Produced at the Center for Orbit Determination in Europe (CODE) During the IGS Campaign." Proceedings, 1993 IGS Workshop, pp. 251-260, Druckerei der Universität Bern.
- Charlot, P. (1993). "Earth Orientation, reference frames, and atmospheric excitation functions submitted for the 1992 IERS Annual Report, VLBI, LLR, GPS, SLR, and AAM IERS Analysis Centres.", IERS Technical Note 14, Observatoire de Paris.
- Kouba, J. (1994). "IGS Electronic Report No. 826: IGS Rapid Orbit Combination - Week 737", IGS Report Series, IGS Central Bureau.
- McCarthy, D.D. "IERS Standards (1992)." IERS Technical Note 13, Observatoire de Paris, July 1992.
- Mervart, L., G. Beutler, M. Rothacher, U. Wild (1994). "Ambiguity Resolution Strategies using the Results of the International GPS Service for Geodynamics.", Bulletin Géodésique, Volume 68, No. 1, pp. 29-38.
- Rothacher, M., G. Beutler, W. Gurtner, S. Botton, C. Boucher (1993). "Results of the IGS Data Processing at the Center for Orbit Determination in Europe (CODE).", Proceedings of the 1993 IGS Workshop, pp. 133-144, Druckerei der Universität Bern

ERPs FROM CODE: DAYS 171/1992 - 049/1994
Compared to C04 Pole
X-POLE

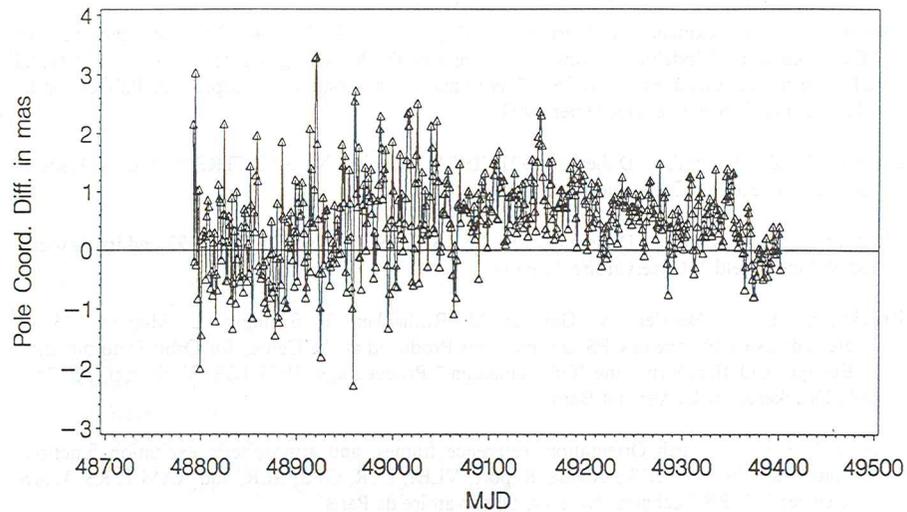


Figure 2a: Daily CODE Pole Estimates - C04 Pole Series (x-component)

ERPs FROM CODE: DAYS 171/1992 - 049/1994
Compared to C04 Pole
Y-POLE

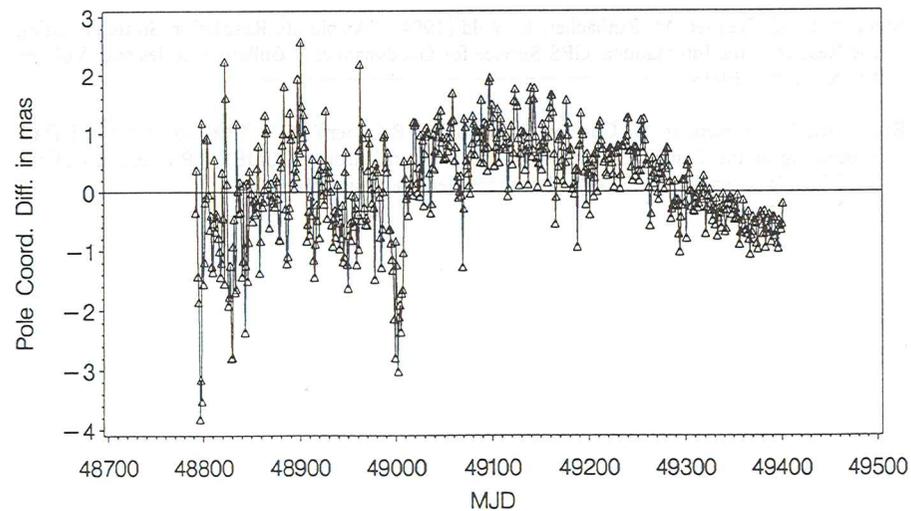


Figure 2b: Daily CODE Pole Estimates - C04 Pole Series (y-component)

Seasonal Oscillation
CODE (Duration of Day) - Zonal Tides (periods < 35 days)

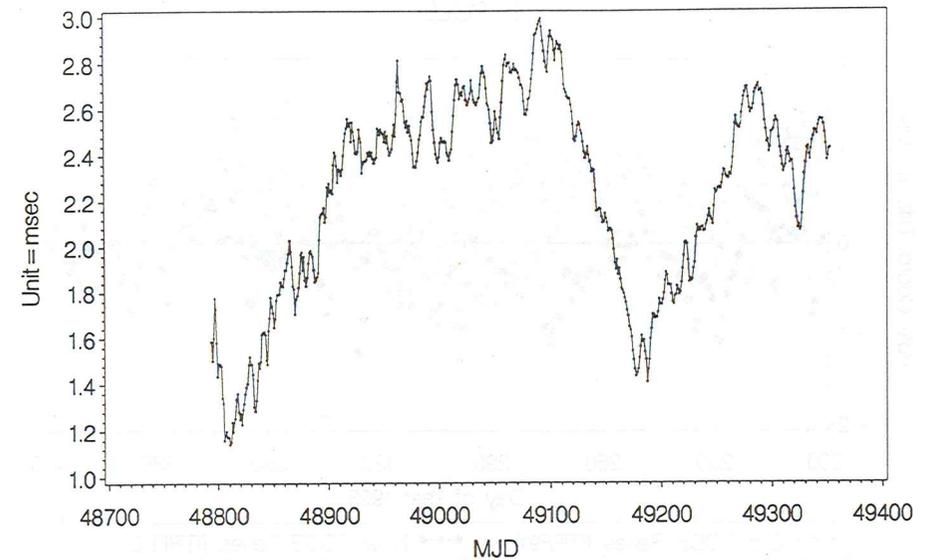


Figure 3a: Daily CODE Excess Day Length Values freed from zonal solid earth tides (periods shorter than 35 days)

Duration of Day: CODE - IERS C04

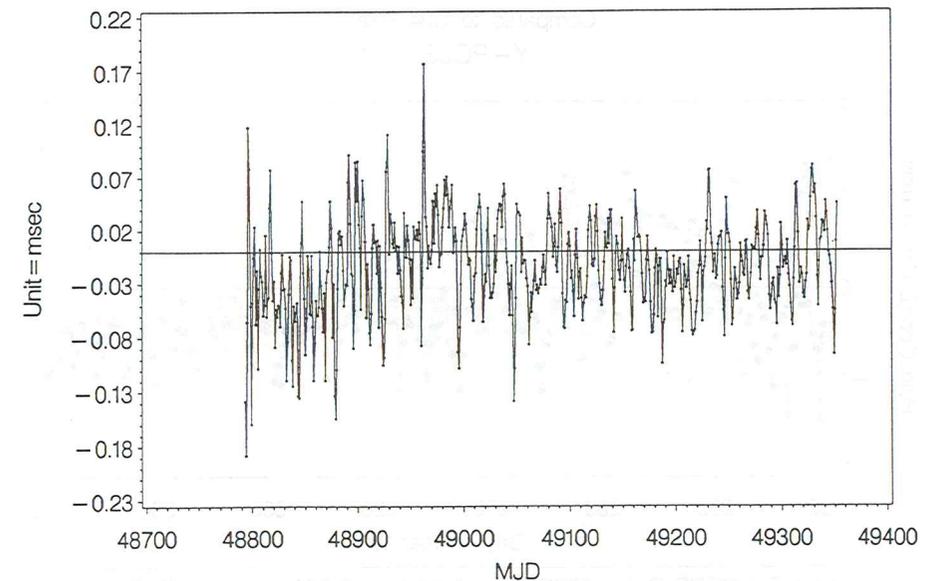


Figure 3b: CODE estimates - IERS C04 Series (Length of day)

TABLE DES MATIÈRES

Commission géodésique suisse	2
150. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission	3
Geschäftssitzung	3
1. Protokoll der 149. Sitzung	4
2. Publikationen	4
3. Rechnung 1993: Stand der Konten	4
4. Budget 95	4
5. Revision der Statuten der SANW	5
6. Wahlen	5
7. Mehrjahresplanung 1996 - 99	5
8. Planung Ausbau Zimmerwald	5
9. Kontrollmessungen im Simplontunnel	6
10. SGK-Landesbericht zu Händen der XXI Generalversammlung der IUGG 1995 in Boulder, Colorado	6
11. Varia	7
12. Ort und Datum der 151. Sitzung	7

151^e séance voir au verso s.v.p.

TABLE DES MATIÈRES

150^e séance voir au verso s.v.p.

151. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission	8
Geschäftssitzung	8
1. Protokoll der 150. Sitzung, abgehalten in Lausanne	9
2. Jahresbericht des Präsidenten für das Jahr 1993	9
3. Mutationen, Neuwahlen	9
4. Berichte zu den laufenden Projekten und Arbeitsgruppen	10
5. Satellitenbeobachtungsstation Zimmerwald: Statusbericht	13
6. Verschiebungsmessungen im Simplontunnel	14
7. Publikationen 1994	14
8. Zuteilung der Ressorts für den IUGG Landesbericht 1991-95	14
9. Transfer der SGK-Bibliothek	14
10. Kenntnisnahme und Entlastung der Rechnung 1993	15
11. Budget 1994	15
12. Beitragsgesuch 1995	15
13. Ort und Datum der 152. Sitzung	15
14. Varia	15

Anhang:

Zusammenfassung des öffentlichen Teils zum Thema "Das Global Positioning System (GPS) und sein Beitrag zum Internationalen Erdrotationsdienst IERS" (G. Beutler, E. Brockmann, W. Gurtner, M. Rothacher und R. Weber)	16
Annual Report of the CODE Processing Center of the IGS for the Year 1993 (M. Rothacher, G. Beutler, E. Brockmann, W. Gurtner, L. Mervart, R. Weber, U. Wild, A. Wiget, H. Seeger und C. Boucher)	23