ACADÉMIE SUISSE DES SCIENCES NATURELLES

SCHWEIZERISCHE AKADEMIE DER NATURWISSENSCHAFTEN

PROCÈS-VERBAUX

des 162e et 163 e séances de la

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

tenues à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich
le 27 octobre 1999

et à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne à Ecublens
le 17 avril 2000

PROTOKOLL

der 162. und 163. Sitzung der

SCHWEIZERISCHEN GEODÄTISCHEN KOMMISSION

vom 27. Oktober 1999
in der ETH Zürich

und vom 17. April 2000
in der ETH Lausanne in Ecublens

Print Atelier E. Zingg, Zürich

2000

ACADÉMIE SUISSE DES SCIENCES NATURELLES

SCHWEIZERISCHE AKADEMIE DER NATURWISSENSCHAFTEN

PROCÈS-VERBAUX

des 162e et 163 e séances de la

COMMISSION GÉODÉSIQUE SUISSE

tenues à l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich
le 27 octobre 1999

et à l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne à Ecublens
le 17 avril 2000

PROTOKOLL

der 162. und 163. Sitzung der

SCHWEIZERISCHEN GEODÄTISCHEN KOMMISSION

vom 27. Oktober 1999
in der ETH Zürich

und vom 17. April 2000
in der ETH Lausanne in Ecublens

Print Atelier E. Zingg, Zürich

2000

Commission géodésique suisse

Membres honoraires permanents:

M. le Professeur I. Bauersima, Berne

M. E. Huber, Spiegel près de Berne

M. F. Jeanrichard, Köniz

Membres:

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

Vice-président: M. le Dr. h.c. E. Gubler, Directeur de l'Office fédéral de topographie, Wabern

Trésorier: M. A. Wiget, Office fédéral de topographie, Wabern

M. le Professeur K. Ammann, FHBB Fachhochschule beider Basel, Muttenz

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 géomatique et topométrie de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Lausanne-Ecublens

M. le Dr E. Frei, LEICA S. A., Heerbrugg

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

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

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

M. le Professeur B. Merminod, Institut de géomatique et topométrie de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, Lausanne-Ecublens

M. le Professeur M. Rothacher, Université Technique de Munich

M. le Dr. Maurizio Scaramuzza, SWISSCONTROL, Genève

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

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

M. le Dr B. Wirth, Davos

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
Sur Internet: http://www.sanw.ch/exthp/geodet/

162. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission vom 27. Oktober 1999 in Zürich, ETH-Zentrum

Anwesend: G. Beutler, A. Carosio, A. Geiger, E. Gubler, W. Gurtner, F. Jeanrichard, H. Ingensand, H.-G. Kahle, E. Klingelé, D. Schneider, B. Merminod, R.Scherrer, B. Sierk, B. Wirth

Entschuldigt: K. Ammann, B. Bürki, V. Dietrich, H. Dupraz, E. Frei, G. Gorin, M. Rothacher, M. Scaramuzza, A. Wiget

Traktandenliste

1. Protokoll der 161. Sitzung
2. Berichte zu den laufenden Aktivitäten und Projekten
3. Rechnung 1999: Stand der Kredite
4. Kreditanträge Budget 2001
5. Mutationen, Neuwahlen
6. Publikationen 1999/2000
7. Ort und Datum der 163. Sitzung
8. Varia

1. Protokoll der 161. Sitzung

Das Protokoll wird ohne Änderungen genehmigt und verdankt.

2. Berichte zu den laufenden Aktivitäten und Projekten

2.1 Wasserdampf-Radiometrie, Spektrometrie, GPS-Meteorologie und Tomographie

In Vertretung von Herrn Bürki erläutert Herr Sierk die Aktivitäten der Gruppe "Troposphärenmodellierung" am GGL. Diese konzentrieren sich hauptsächlich auf methodische Weiterentwicklungen in der GPS Meteorologie, der Sonnenspektrometrie und der Mikrowellen-Radiometrie (WVR). Bei der GPS Meteorologie steht die Auswertung der Feldkampagne auf Hawaii vom Februar 1999 im Vordergrund. Unter anderem wurde ein Software-Paket names AWATOS (Atmospheric Water Vapor Tomography Software) entwickelt, das in der Lage ist, mit Hilfe eines tomographischen Ansatzes dreidimensionale Wasserdampf-Verteilungen über einem dichten GPS-Netz zu schätzen. Vergleiche der ersten Resultate mit Radiosondierungen zeigen gute Übereinstimmungen und implizieren die Anwendbarkeit tomographischer GPS-Auswertung. Erste Resultate des Sonnenspektrometer-Prototyps SAMOS (Solar Atmospheric Monitoring Spectrometer) von der Hawaii-Kampagne werden ebenfalls präsentiert. Sie zeigen eine sehr gute Übereinstimmung mit den Radiometer-Messungen, auch in Perioden, in denen starke Diskrepanzen zwischen Wasserdampfschätzungen aus WVR und GPS auftreten. Mit SAMOS wurde darüber hinaus ein zweimonatiger Messeinsatz im Rahmen der meteorologischen MAP-Kampagne

(Mesoscale Alpine Project) durchgeführt, bei dem das Laboratorium für Atmosphärenphysik der ETH (LAPETH) federführend wirkte. Auf dem Gebiet der Wasserdampf-Radiometrie wird gegenwärtig ein grundlegender Umbau der WVR-Systeme vorgenommen.

2.2 Aktivitäten der AIUB/GPS Gruppe

Herr Beutler gibt einen kurzen Überblick über die AIUB/GPS Gruppe, die wesentlich umstrukturiert wurde. Herr Markus Rothacher hat auf 1. September 1999 eine Stelle als Professor an der TU München angetreten. Sein Nachfolger ist Dr. Urs Hugentobler, langjähriger Mitarbeiter der Berner CCD-Gruppe und 1998/99 ESA-Angestellter.

Die Untersuchungen und Entwicklungen zum Zero-Difference Processing und Orbit Modeling (Tim Springer) sowie zur Verarbeitung von GLONASS-Daten (H. Habrich, BKG Frankfurt) wurden im Laufe von 1999 abgeschlossen.

Dr. Ralf Dach (von der TU Dresden) ist neuer Mitarbeiter der GPS-Gruppe. Sein Spezialgebiet ist „Time Transfer“ und Zero-Difference Processing.

Die Arbeiten von Frau Heike Bock (Verarbeitungsstrategien permanenter GPS-Netze und Verarbeitung von Low Earth Orbiting GPS Receivern) initiieren ein neues Arbeitsgebiet am AIUB.

2.3 Zimmerwald und AIUB/SLR Gruppe

Über die Aktivitäten des Observatoriums ‚Zimmerwald‘ berichtet Herr Gurtner. Das Laserbeobachtungsteleskop wurde vollautomatisiert. Allerdings sind noch weitere Entwicklungsarbeiten nötig, vor allem in Hinblick auf die astronomische Nutzung des Teleskops. Es haben sich insbesondere Schwierigkeiten mit dem Schlitten für die CCD-Kamera gezeigt.Es zeigt sich auch eine 10 Sekunden-Differenz zwischen dem Satelliten- und Astrosystem. Zimmerwald hat die IGEX-Kampagne mitgetragen. Für die Astroreferenzierung der Satelliten wurde das letzte Weitwinkelobjektiv (NF-finanziert) erhalten. Zimmerwald arbeitet im Rahmen von ‚Space-Debris‘ mit der ESA zusammen. Im Projekt EUROLAS wurde ein real-time Austausch der Statusinformationen zwischen den SLR-Stationen realisiert.

2.4 Gravimetrie

Herr Klingelé berichtet über die gravimetrische Gezeitenstation in Zimmerwald. Gewisse Probleme, die auf Feuchtigkeitseinflüsse zurückgeführt wurden, konnten behoben werden. Das Eidgenössische Amt für Messwesen hat ein Absolutgravimeter angeschafft. In diesem Bereich der Metrologie hat sich eine Zusammenarbeit mit dem GGL ergeben. Ab anfangs November wird das Absolutgravimeter auch zur Neudefinition der Gravimeter-Kalibrationsstrecke Interlaken-Jungfraujoch eingesetzt. Im Zusammenhang mit dem Europäischen Nivellement (REUN) erfolgten verschiedene Gravimetermessungen. Herr Klingelé informiert auch über 6 laufende, für die Geodäsie interessante Projekte der Schweizerischen Geophysikalischen Kommission:

Seismotektonische Karte der Schweiz, Gravimetrischer Atlas der Schweiz 1/100‘000, Karte der aktiven Brüche, Reflektionsseismik des Molasse Beckens (Erdöl Daten), Geo-physikalisches Pilotprojekt ‚Birrfeld‘, Suszeptibilität der Böden (Umwelt-Monitoring).

2.5 Fehlertheorie und GIS

Herr A. Carosio stellt dar, wo noch Forschungsbedarf im Bereich Fehlertheorie und Parameterschätzung vorliegt. Insbesondere legt er grosses Gewicht auf die neueren Entwicklungen von robusten Schätzverfahren. Dazu sind Arbeiten von F. Wicki und E. Kanani abgeschlossen worden. Ein weiterer Schwerpunkt, der zunehmend an Bedeutung gewinnt, bildet das ganze Spektrum des GIS. Neuere Arbeiten befassen sich hier mit Einflüssen nicht-probabilistischer und nicht-normalverteilter Einflüsse in der Geodäsie.

2.6 Geodätische Aktivitäten am GGL

Einer Zusammenfassung durch Herrn Geiger zufolge, werden im Bereich der Geodäsie vermehrt auch fluggestützte Verfahren angewendet. So gewinnt das Airborne-Laserscanning zusehends an Bedeutung. Durch die Verfeinerungen der Technologien werden neue Anwendungsmöglichkeiten erschlossen. Herr E. Favey arbeitet an der genauen GPS-Positionierung von Flugzeugen und der exakten Bestimmung der Lagewinkel während des Fluges. Die Lagewinkel werden dabei auch aus mehrfach GPS-Antennen Anordnungen geschätzt. Zusammen mit der exakten geometrischen Behandlung der Laserrohdaten können so präzise Terrainmodelle erstellt werden. Im Bereich Erdwissenschaften wurde ein Versuch auf dem Unteraargletscher durchgeführt. Dabei geht es darum, mit wiederholten Laserscanning-Befliegungen die Höhenänderungen des Gletschers zu erfassen und daraus Volumen- und Massenbilanzen zu berechnen, um mit Modellrechnungen entsprechende glaziologische Schlüsse zu ziehen. Zur Qualitätsüberprüfung über urbanem Terrain wurden auch Flüge im solothurnischen Kantonsgebiet durchgeführt. Die Möglichkeiten geodätischer Satelliten-Verfahren wurden auch zur genauen Erfassung von Busfahrten und den entsprechenden Fahrplanhaltungen untersucht. Ebenso sind Versuche im Gange, die Pendelbewegung von Luftseilbahnen mit GPS alleine (ohne Inertialmessungen) hochgenau zu erfassen. Die Kombination von Gravimetermessungen, GPS und Inertialsensorik im Flugzeug ist nach wie vor ein Forschungsgegenstand, der im Hinblick auf die fluggestütze Schwerefeldbestimmung bearbeitet wird. Einen weiteren Schwerpunkt bilden geodätische Verzerrungsanalysen von GPS-Daten zur Gewinnung geodynamischer Erkenntnisse.

2.7 EXPO02 und Europäische Referenznetze

Herr E. Gubler ist, wie auch die Herren Kahle und Beutler, Mitglied des Ausschusses des EXPO02-Projektes „Precisions suisse dans l‘espace temps“. In diesem Projekt,das weiterhin im Rennen ist, wird die SGK durch die L+T, das AIUB und das GGL vertreten. Es soll in Murten realisiert werden. Durch die Verschiebung um 1 Jahr sind die Chancen, die Sponsoren zu finden, deutlich gestiegen.

E. Gubler hat den Vorsitz der EUREF-Subkommission abgegeben. Die Technical Working Group wird neu von W. Gurtner präsidiert. Mit Kampagnen ist inzwischen mit Ausnahme

von Weissrussland und Russland ganz Europa abgedeckt. Erfreulich entwickelt sich auch das Netz der EUREF Permanentstationen, das in vorbildlicher Zusammenarbeit wöchentlich die Position von 90 Stationen in Europa berechnet. EUREF hat ein fast flächendeckendes Höhensystem in der Genauigkeit von 1dm sowie die entsprechenden Abweichungen der einzelnen Ländersysteme berechnet. E. Gubler ist in der CERCO zum Leiter der Work Group VIII Geodesy gewählt worden. Er wird auch in Zukunft eine enge Zusammenarbeit zwischen CERCO und EUREF sicherstellen.

2.8 Geodätische Messtechnik und Refraktion

Herr H. Ingensand erläutert verschiedene Forschungsarbeiten, die im Bereich geodätische Messtechnik vorangetrieben werden. Weiterentwickelte hydrostatische Nivellemente werden zur Bauwerks- und Hangrutschüberwachung (Bsp. Basel, Meiringen) und im Industriemessbereich (Bsp. CERN, Genf) eingesetzt. Modelle zur Refraktionskorrektur terrestrischer Messungen werden entwickelt. Dabei spielt die Modellierung von Temperaturgradienten eine wesentliche Rolle. Apparative Verfahren zur Selbstkorrektur von geodätischen Messungen werden mit Ansätzen der Szintillometrie entwickelt. Zudem wird an einem Dispersometer (2-Farben-Winkelmessung) gearbeitet. Probleme stellen sich hier vor allem auf der Detektorseite, wo Auflösungen im Bereich Nano- und sogar Subnanometer verlangt werden. Aspekte der Instrumentenkalibration sind nach wie vor von Bedeutung. Ein sehr hoher Automatisierungsgrad wurde dank Neuentwicklungen bei der Kalibration von Nivellierlatten erreicht. Die alpenquerenden Tunnelgrossprojekte stellen auch hohe Anforderungen an die Geodäsie. Etliche geodätische Problemstellungen werden von Mitgliedern der SGK bearbeitet (Richtungsübertragungen, Lotabweichungen, Schwerefeld etc).

2.9 Aktivitäten im Bereich der Geodäsie-EPFL

Herr B. Merminod präsentiert die wichtigsten geodätischen Aktivitäten der Gruppe an der EPFL. Das zukunftsweisende Projekt ‚Swissmetro' bedingt durch seine neuartige Bauweise spezielle geodätische Verfahren. Im Projekt ‚HISTAR' werden die neuen Technologien in einem Testtunnel zwischen der EPFL und der Uni-Lausanne erprobt. Dabei sind auch geodätische Techniken gefragt, insbesondere zum Tunnel- und Schienen-Alignement. Aspekte der Navigation werden in Untersuchungen und Entwicklungen bearbeitet. So sind Versuche im Gange GPS und low-cost Inertialsensoren zur Kalibration von Schrittlängen oder zur genauen Erfassung der Bahn von Skifahrern einzusetzen. Dies sind interessante Projekte, bei denen die Geodäsie einen interdisziplinären Beitrag zur Sportmedizin und Biomechanik liefern kann. Zur Bearbeitung der Problematik der Inertialtechnologie ist Herr Skaloud, Uni Calgary, zum Team gestossen.

2.10 Geodäsie Aktivitäten an der L+T

Herr Schneider berichtet über Aktivitäten an der Landestopographie, die mit der neuen Landesvermessung und den neuen geodätischen Grundlagen der Schweiz gekoppelt sind. Im Rahmen der neuen Fixpunktbestimmung hat die L+T eine erste Repetitionsmessung von ca. 200 Punkten durchgeführt und als CHTRF98 ausgewertet. Erste Vergleiche mit den LV95

Lösungen zeigten keine augenfälligen Verzerrungsmuster, die Differenzen blieben unter 1 cm (horizontal) und 3 cm (vertikal). Interessant sind Untersuchungen über den Einfluss der Troposphärenkorrekturen, die zeigen, dass höhenabhängige Restfehler der Höhe bestehen, die auf die Troposphäre zurück zu führen sind.

Die moderne Geodäsie stützt sich vermehrt auf Satellitenverfahren, die auch in Echtzeit anwendbar sind. Die Landestopographie baut ein Referenznetz von ca. 20 permanent operierenden GPS-Stationen auf, deren Messungen zum Zwecke der hochgenauen (Stichwort: 1 cm) Echtzeitvermessung genutzt werden können. Gegenwärtig sind 10 Stationen operationell. Sie liefern Ihre Daten direkt nach Bern zur Verarbeitung. Die Landestopographie wertet auch einen Teil der permanenten EUREF-Stationen aus.

Um die Nutzbarkeit von GPS beim Nivellement zu überprüfen, wurden in Zusammenarbeit mit dem Kanton Bern im Emmental und im Gebiet des Susten-Passes Teststrecken mit GPS und klassischem Nivellement gemessen. Die Nutzbarmachung der GPS-Höhenbestimmung für das Nivellement erfordert eine entsprechend genaue Kenntnis des Geoides und die Berücksichtigung der troposphärischen Refraktionseinflüsse. Mit der Modellierung des Refraktionsfeldes konnten z.T. erhebliche Genauigkeitsgewinne erzielt werden. Allerdings sind hier noch Entwicklungen nötig, die die Bestimmung von Weglängenverzögerungen an Hand von Modellen weiter verbessern.

Das klassische Nivellement hat dank seiner hohen Genauigkeit einen hohen Stellenwert in der Geodynamik und der Bestimmung von rezenten Krustenbewegungen. Das gesamte Landesnivellement ist numerisch erfasst worden. Dabei kamen etliche neue Messungen dazu, insbesondere sind verschiedene Linien bereits zum dritten Mal gemessen worden. Dies erlaubt weitere Untersuchungen zur Kinematik der Alpenhebung. Die Ergebnisse bestätigen weitgehend die Ergebnisse von Gubler. Neben dem Aspekt der Kinematik bildet der Aufbau des neuen Landeshöhennetzes LHN95 einen Arbeitsschwerpunkt.

3. Rechnung 1999: Stand der Kredite

Im Berichtsjahr sind zwei Berichte publiziert worden. Zusätzlich belastet die Publikation des alle 4 Jahre erscheinenden Landesbericht zu Handen der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik die Rechnung. Diese Veröffentlichung ist durch einen Kredit von Herrn Merminod finanziell gedeckt worden. Herr Beutler und Herr Kahle stellten in der Folge einen Antrag an Herrn Gorin (Sektion III) für die Erteilung eines Zusatzkredites. Ein zusätzlicher Posten in der Rechnung betrifft den Beitrag von 3000 Franken an das Geoforum. Das momentane Defizit beläuft sich damit auf rund 10’000 Fr. (Publikationen: 7000, Geoforum: 3000). Ob der Zusatzkredit gewährt wird, ist noch ungewiss (17. Nov. SANW-Sitzung, Bern).

4. Kreditanträge Budget 2001

Das Budget für das Jahr 2001 wird genehmigt und durch Herrn Kahle bei der SANW vorgestellt. Die detaillierten Begründungen sind Herrn Gubler (Herrn Wiget) bis Ende Januar 2000 zuzustellen.

5. Mutationen, Neuwahlen

Die Anträge auf zwei Neuwahlen und auf die anstehenden Wiederwahlen wurden fristgerecht bei der SANW eingereicht. Zur Wiederwahl vorgeschlagen sind die Herren Beutler, Carosio und Schneider.
Herr Beutler regt an, den Status des ‚Korrespondierenden Mitgliedes' der SGK zu etablieren. Dem wird zugestimmt.

6. Publikationen 1999/2000

Die aktuelle Liste der Publikationen liegt der Einladung bei. Die Arbeit von Herrn T. Springer (AIUB, Bern) liegt zur Publikation bereit.

Herr Beutler lobt den IUGG-Landesbericht der SGK und dankt insbesondere Herrn Bürki für die schöne und sorgfältige Zusammenstellung und Redaktion der Publikation. Diesem Votum schliessen sich die übrigen Mitglieder gerne an.

7. Ort und Datum der Nächsten Sitzung

17. April, 2000 in Lausanne an der EPFL

8. Varia

8.1 Institut für Navigation

Herr Geiger informiert darüber, dass im Mai 1999 das Schweizerische Institut für Navigation erfolgreich gegründet worden ist und dass bereits verschiedene Aktivitäten aufgenommen wurden. Die Gründung erfuhr auch die ideelle Unterstützung der SGK, insbesondere war dies ein Anliegen von Herrn Schneider. Herr Kahle und Herr Schneider sowie das ganze Gremium danken für diese Initiative.

8.2 IAG Strukturen

Es steht den Ländern zu, Vertreter in die Kommissionen der IAG zu nominieren.
Commission V: Earth Tides, President: S. Takemoto, Vertreter: E. Klingelé
Commission VIII: International Coordination of Space Techniques for Geodesy and Geodynamics (CSTG), President: H. Drewes, Vertreter; W. Gurtner
Commission X: Global and Regional Geodetic Networks, President: C. Boucher, Vertreter: D. Schneider
Commission XIII: International Gravity and Geoid Commission, President: M. Vermeer, Vertreter: E. Klingelé
Commission XIV: Crustal Deformation, President: S. Zerbini, Vertreter: H.-G. Kahle

Herr Beutler wurde in Birmingham zum IAG Vice-President gewählt. Er will sich mit der Umstrukturierung und der eventuellen Neuorientierung der IAG befassen.

8.3 Neue Satellitenmissionen

Herr Beutler berichtet als Mitglied des Earth Science Advisory Committee der ESA von einer Vorauswahl-Sitzung in Granada, wo Prioritäten für künftige erdwissenschaftliche Raumfahrtmissionen gesetzt wurden. Von den 3 Erstgesetzten werden zwei zur Realisierung ausgewählt. Herr Beutler vertrat dabei die GOCE-Mission, eine Schwerefeld- und Meereszirkulations-Mission. In dieser Mission sieht er ein sehr grosses Potenzial für die Geodäsie. Die Finanzierung von GOCE scheint gesichert. Eine Prioritätenliste ergab sich wie folgt: 1. GOCE, 2. ADM (Atmosphären-Dynamik), 3. ERM (Earth Radiation Mission), 4. LSPIM (Land Surface Process and Interaction).

8.4 Konsortium Schwerefeld

Herr Schneider regt die Bildung eines ‚Konsortium Schwerefeld' an und stellt dies zur Diskussion. Ihm ist daran gelegen, eine klarere Strukturierung verschiedenster Dienstleistungen im Bereich Schwerefeld zu erreichen. Dazu hat er auch eine Vereinbarung entworfen. Herr Wirth weist auch auf die gestiegene Bedeutung des Schwerefeldes in der Praxis hin. Herr Merminod ortet eine gewisse Monopolbildung und empfiehlt eher den Verkauf von Dienstleistungen als von Daten. Herr Carosio sieht auch einen kleinen Konflikt beim Kommerzialisieren staatlich finanzierter Erkenntnisse. Nach Herrn Ingensand müssten in letzter kommerzieller Konsequenz auch Fragen der Produktehaftpflicht aufgegriffen werden. Im Allgemeinen wird aber die Anregung begrüsst.

163. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission vom 17. April 2000 an der ETH Lausanne.

Anwesend: F. Jeanrichard, K. Ammann, H. Ingensand, A. Geiger, D. Schneider, W. Gurtner, A. Wiget, M. Rothacher, H. Dupraz, B. Merminod, E. Gubler, H.-G. Kahle, B. Bürki

Entschuldigt: A.-C. Clottu-Vogel, G. Beutler, V. Dietrich, G. Gorin, E. Klingelé, E. Frei.

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

Das Kommissionsmitglied Prof. B. Merminod begrüsst die Anwesenden und heisst sie in den Räumlichkeiten der ETH Lausanne willkommen. Herr Kahle bedankt sich für die Einladung nach Lausanne.

Öffentlicher Teil zum Thema:

"Recherche en géodésie à l'EPFL / geodätische Forschung an der ETH-Lausanne und am Bundesamt für Landestopographie (L+T), Wabern"

Referate

EPFL (ETH Lausanne)

H. Dupraz	Histar-Swissmetro
P.-Y. Gilliéron	Mobile mapping
J. Skaloud	GPS/INS and wavelets
V. Gabaglio	GPS/INS for low dynamics

L+T (Bundesamt für Landestopographie, Wabern-Bern)

E. Brockmann	Automatisches GPS-Netz Schweiz: Genaue Positionierung mit Swipos-GIS/GEO landesweit
E. Brockmann	Betrieb des EUREF- und AGNES- Analysis Centers bei der L+T
U. Marti	Landeshöhennetz 95 (LHN95): Strenge orthometrische Höhen landesweit

RESUMES des présentations techniques / Kurzfassungen der einzelnen Referate

***H. Dupraz :* Alignement par écartométrie biaxiale d'une maquette de train à très grande vitesse (projet HISTAR-SWISSMETRO)**

Un système de transport révolutionnaire à très grande vitesse, capable de transporter des passagers à des vitesses supérieures à 400, voire 500 km/h, est en cours de développement par la société Swissmetro SA. Ce système de transport sera constitué de véhicules à

lévitation et guidage magnétiques (technologie de type « Maglev »), circulant dans un réseau de galeries souterraines de petit diamètre dans lesquelles, pour réduire la consommation d'énergie, la pression de l'air sera ramenée au dixième de la valeur atmosphérique.

La conception et l'optimisation de Swissmetro passe par une amélioration de notre connaissance des phénomènes aérodynamiques. C'est dans ce cadre qu'est développée l'installation HISTAR (High Speed Train Aerodynamic Rig), qui se révèlera unique en termes de performances (piste de 250 m de longueur, vitesse de plus de 500 km/h, échelle 1/10, vitesse contrôlable en continu, temps à vitesse maximale constante de plus de 1 seconde, accélération de 20-30 g). Pour une vitesse donnée et un niveau d'accélération transversale toléré, on peut calculer l'écart d'alignement acceptable, rapporté à sa "longueur d'onde": les écarts maximums tolérés entre la géométrie réelle et la droite idéale ont ainsi été fixés à 0.02 mm sur 1 m, 0.1 mm sur 2 m et 1 mm sur 7 m.

La méthode d'alignement choisie s'appuie sur une technique d'écartométrie biaxiale sur fil tendu. Le fil, faisant office de référence rectiligne mobile, est embarqué sur un train métrologique parcourant séquentiellement toute la piste à aligner. Cette technique écartométrique permet de mesurer par procédé capacitif et sans contact la position d'un fil tendu, selon deux axes, avec une résolution de 1 μm pour une course de 10 mm. Ces mesures constituent des "observations" entre les points à aligner, au même titre que des observations de distances, de directions ou de différences de niveau dans un logiciel de calcul de réseaux géodésiques. Après compensation par les moindres carrés, on pourra déduire de ces défauts d'alignement la correction à apporter à chacune des 240 biellettes prévues pour le réglage dans l'espace des 40 éléments porteurs.

Pierre-Yves Gilliéron : **Les systèmes de lever topométrique mobile**

L'Unité de Topométrie conduit des activités de recherche dans le domaine de la géodésie cinématique. Les systèmes topométriques mobiles (Mobile mapping systems) en font partie et font l'objet d'une étude liée aux bases de données routières.

Les systèmes topométriques mobiles incorporent plusieurs sources d'acquisition. On peut les décrire comme un dispositif de mesure monté sur une plate-forme commune intégrant plusieurs capteurs fonctionnant de manière synchronisée et autonome. On peut citer les principaux avantages suivants :

- Il n'est plus nécessaire de se rattacher à des points fixes matérialisés dans le terrain; ainsi le système peut être déployé n'importe où.
- On peut envisager un contrôle de qualité des données en temps réel en utilisant le principe de redondance.
- On peut acquérir une grande quantité d'informations dans un court laps de temps et dans des conditions de trafic urbain.

Ces systèmes sont conçus pour des tâches d'acquisition à partir d'un véhicule roulant à 60 km/h. La précision de restitution des objets est de l'ordre de 30 cm selon les conditions. Le domaine routier est un champ d'activité intéressant qui permet de développer une plate-forme d'acquisition en fonction de besoins spécifiques. Dans un premier temps, l'Unité de

topométrie s'intéresse à l'acquisition de la géométrie routière à l'aide d'un système combinant le GPS, l'INS et une caméra CCD.

Vincent Gabaglio: **Navigation de personnes par GPS et autres capteurs**

La navigation de personnes est un des thèmes de recherche de l'Unité de Topométrie. Deux doctorats sont en cours sur ce sujet, l'un en collaboration avec des médecins (Université de Lausanne) et l'autre avec des micro techniciens (Centre Suisse d'Electronique et de Micro-technique, Neuchâtel).

Le but de ces projets est de localiser une personne en tout lieu et en tout temps. Cela nécessite l'utilisation de systèmes de positionnement par satellite (GPS) mais également celle d'autres capteurs pour poursuivre la localisation lorsque les signaux satellitaires ne peuvent plus êtres reçus (obstructions dues aux bâtiments ou à la végétation). Des accéléromètres ainsi que des capteurs d'angles tels les gyroscopes ou les compas magnétiques permettent de procéder à cette phase de navigation, sans mesures extérieures, appelée navigation à l'estime.

Les accéléromètres fournissent une information quant à la distance parcourue. Elle est calculée par une combinaison du décompte des pas et de l'estimation de la vitesse de la personne. Celle-ci est obtenue grâce à la signature du signal, sans intégration de l'accélération. Les capteurs d'angles donnent des informations pour orienter la distance parcourue et ainsi déterminer le déplacement de la personne. Lorsque les signaux satellitaires sont disponibles, ils offrent la possibilité, premièrement, de se localiser en absolu et deuxièmement de déterminer les paramètres nécessaires pour les phases de navigation à l'estime. L'intégration de ces différents capteurs, tant du point de vue physique qu'algorithmiques, est l'élément clé de la localisation de personnes.

Jan Skaloud: **Inertial Data Prefiltering for GPS/INS Integration**

GPS/INS technology stays in the core of mobile mapping. In other words, it represents the link that enables fast acquisition of spatially referenced geographical information from moving platforms operating on land, water or in the air. However, since the mapping industry is not large enough to drive the evolution of a dedicated GPS/INS system, the accuracy requirements of mapping applications represent a challenge when developing data processing algorithms that could possibly achieve these goals with the standard hardware currently available. This presentation focuses on the fact that the aiding of an inertial system by GPS data compensates the inertial errors only within a limited frequency band. Therefore, better performance of the same system can be expected if most of the short-term noise in the inertial sensors get suppressed prior to integration process.

A filtering methodology that allows optimal elimination of the inertial sensor noise over the whole frequency band of interest has been developed. It accommodates a model for short-term inertial errors that is especially applicable to ring-laser and fiber optic gyro technologies and a technique for adaptive estimation of the model parameters based solely on data analysis above the edge of the frequency band corresponding to the motion. Using this technique, the model parameters are estimated for a specific system and time period, the noise distribution is predicted within the band of interest and the inertial measurements are de-noised in the wavelet domain. This methodology complements the standard approach of

Kalman filtering/smoothing. Although the level of improvements varies considerably according to the power of noise and the type of filter used in GPS Integration. However, consistent improvements at the level of 10-70% have been achieved in attitude and acceleration determination.

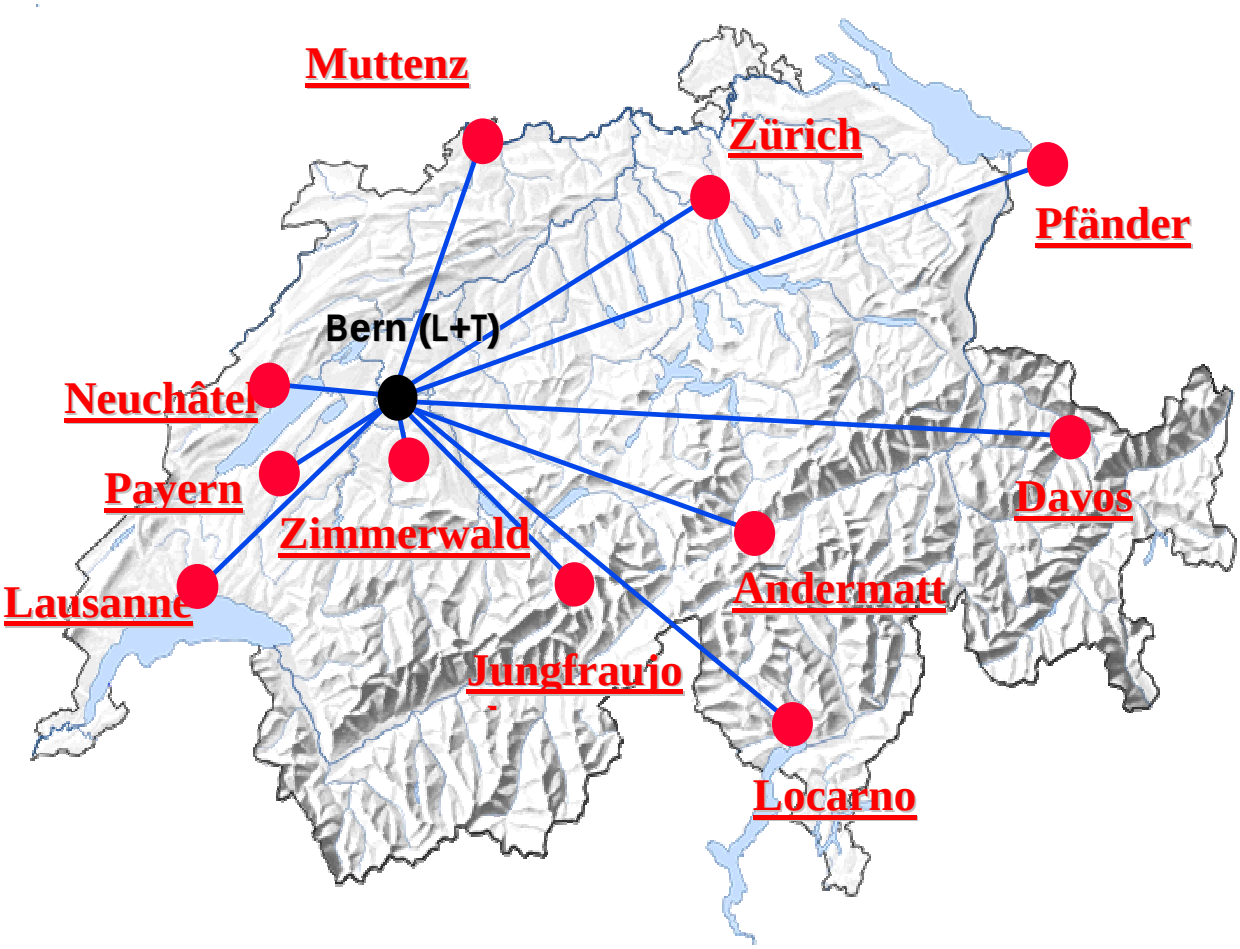
E. Brockmann: Automatisches GPS-Netz Schweiz: Genaue Positionierung mit Swipos GIS/GEO landesweit

Anhand von Computergrafiken präsentiert Herr Brockmann das landesweite GPS Netzwerk AGNES, das seit wenigen Jahren im Aufbau begriffen ist. Zu den Zielsetzungen von AGNES gehört einerseits die Bereitstellung eines landesweit einsatzfähigen GPS-Permanent-Netzwerks, das den Nutzern eine genügend grosse Anzahl von Referenzstationen bietet, die jederzeit in Betrieb sind und deren Daten im so genannten Post-processing Modus für genaue Phasen-Auswertungen genutzt werden können. Anderseits soll AGNES als Positionierungsdienst (swipos-GIS/GEO) fungieren, der im Echtzeit (real-time) Modus die Positionierung über GSM mit einer Genauigkeit <10 cm erlaubt. Zur ersten Kategorie sind insbesondere die Anwendungen in den Gebieten

- Ingenieurvermessung
- Landesvermessung
- Wissenschaft (Tektonik, Meteorologie) und
- Photogrammetrie

zuzuordnen, während im zweiten Modus vor allem die Bereiche Geographische Informationssysteme (GIS) und Katastervermessung abgedeckt werden.

Der Ausbaustand des AGNES-Netzwerks, wie er sich im April 2000 präsentiert, ist in der Übersichtsgrafik dargestellt. Die Daten aller Stationen werden über das abgesicherte Kommunikationsnetz der Schweizerischen Bundesverwaltung (KOMBV) zentral zur L+T nach Bern übermittelt. Dort wird es aufbereitet und im Sekundentakt an einen speziellen Kommunikationsrechner weitergeleitet, der die Informationen für die Nutzer via Internet, resp. GSM-Modem (Handy) weitervermittelt. Die Grafik zeigt die elf in Betrieb stehenden Stationen:

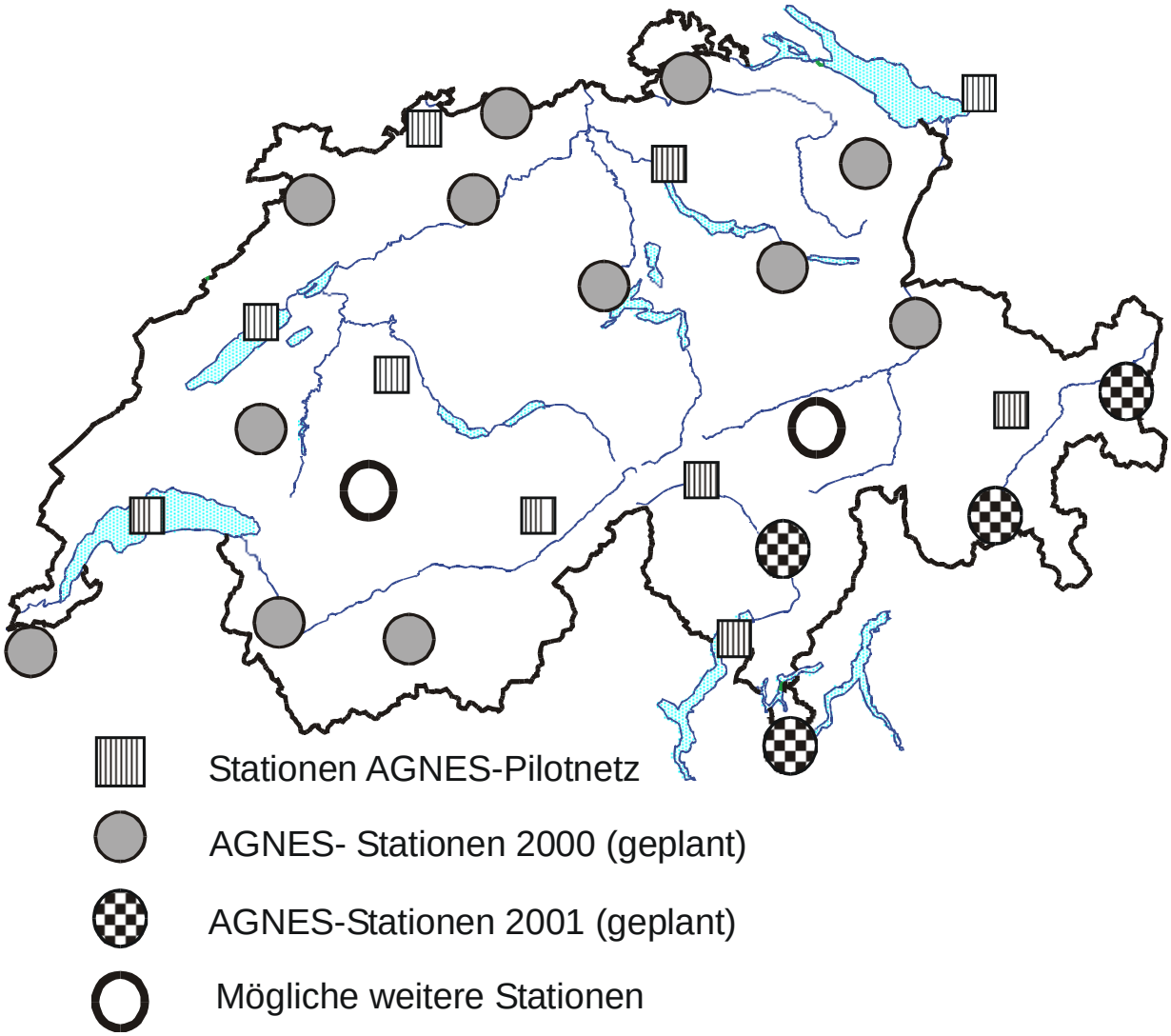


Die folgenden Informationen können abgerufen werden:

- RTCM-Korrekturen bei Übermittlung der Benutzerposition (NMEA-String), z. B. mittels GSM-Natel (Für real-time Anwendungen, über 0900er-Nummern)
- RINEX (Receiver Independent Data Exchange) download (für Post Processing, Benutzer Registrierung erforderlich) über Internet (www.swisstopo.ch). Die Kosten belaufen sich auf SFr. 10.- für 1h 30-Sekunden Daten, für Vielnutzung gibt es spezielle Rabatte.

Um den Aufbau des Projekts zu beschleunigen, wurden im Rahmen des Programms „Subito“ für das laufende Jahr vorgezogene Mittel für Finanzen und Personal bewilligt. Das Ziel für das Jahr 2000 besteht im Aufbau von 12 weiteren Stationen. Das Projekt AGNES soll damit bereits Ende 2001, somit ein Jahr früher als geplant, zum Abschluss gelangen.

Diese Projektphasen sind in der nächste Grafik ersichtlich:



Ausbaustand AGNES per Ende 2000 und Endausbau (Ende 2001)

Der Zugang via GSM erfolgt über 0900er – Nummern des Telefonnetzes. Es werden 2 Service Levels angeboten:

1. GIS (RTCM 1,2, [3,18,19])
2. GEO (RTCM 3,18,19)

Die Verrechnung erfolgt pro swipos-Minute mit zZt. folgenden Ansätzen:

swisscom ---> L+T	0.13 Fr. / Min.
swisscom ---> swipos-Kunde	0.30 Fr. / Min.
swisscom ---> swipos-Kunde	swipos-Tarif

Ein Arbeitstag mit angenommenen 500 Minuten würde somit ca. SFr. 500.- an GSM-Kosten verursachen.

Im **zweiten Teil** seines Referates berichtet Herr Brockmann über den Betrieb des EUREF- und AGNES- Analysis Centers bei der L+T

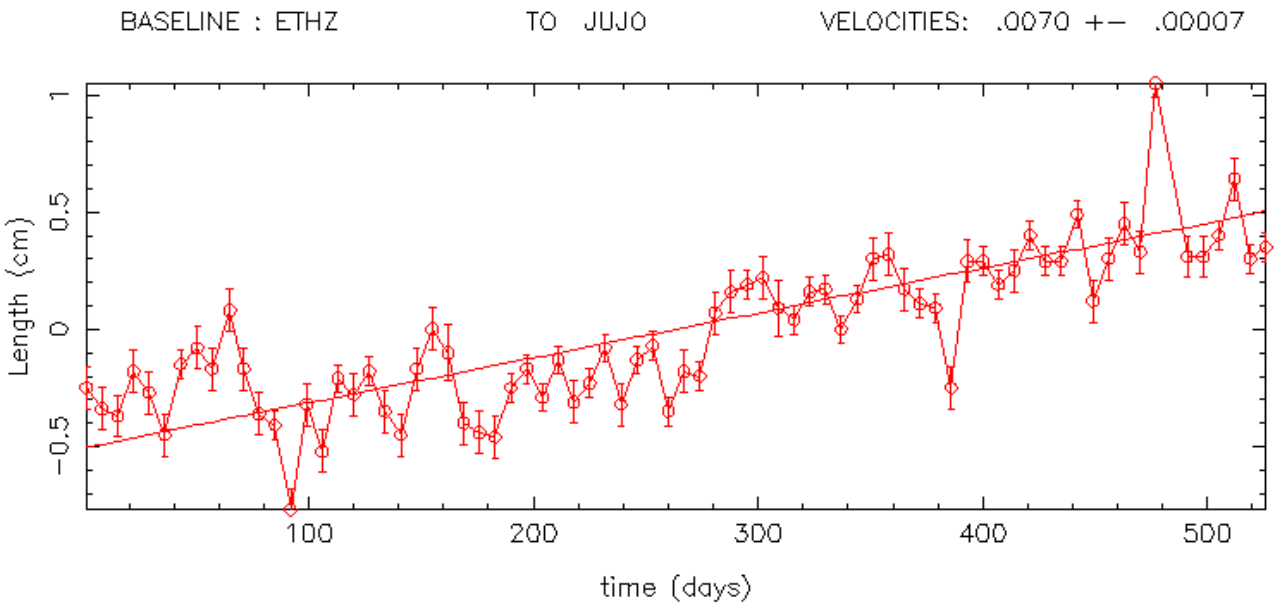
Die Auswertungen an der L+T werden regelmässig für das EUREF (European Reference Frame) und das AGNES- Netz durchgeführt. Beide Netzwerke, die sich zum Teil überlappen (gemeinsame Stationen aufweisen) beziehen in den routinemässigen Berechnungen ca. 20 Partnerstationen mit ein, die sich über ganz Europa erstrecken.

Die AGNES Permanent-Auswertungen liefern folgende Ergebnisse:

- „SINEX" Files (Beitrag an EUREF)
- Verdichtung des Landesnetzes
- Kontrolle / „Monitoring" der Referenzstationen
- Zeitserien der Koordinaten (Tektonische Untersuchungen)
- Meteorologische Parameter („Total Zenith Path Delays[1]", alle 2 Std)

AGNES spielt ausserdem eine wichtige Rolle in der Landesvermessung, indem ein hochgenaues Netz von Referenzpunkten bereit gestellt wird, deren Koordinaten im globalen Referenzrahmen bekannt sind. Zusätzlich kann durch die permanente Auswertung die zeitliche Konstanz des Festpunktnetzes überwacht werden. Gleichzeitig dient AGNES als Bezugsrahmen für Verdichtungs- und Ergänzungsmessungen, wie sie zum Beispiel im Rahmen der CHTRF 98 Kampagne und laufender LV95-Verdichtungsmessungen durchgeführt wurden. Diese Auswertungen erlauben auch Aussagen über die tektonisch bedingten Veränderungen, denen die Erdkruste in der Schweiz unterliegt. Die folgende Grafik belegt, dass die Entfernung (Basislinie) ETH Zürich-Jungfraujoch im Durchschnitt um 7 mm pro Jahr anwächst

[1] Path Delay. Auch Weglängenverzögerung genannt. Durch den Wasserdampfgehalt in der Troposphäre werden Mikrowellensignale in ihrer Ausbreitung verzögert (troposphärische Refraktion). Dadurch werden die Signal-Ausbreitungswege vergrössert. Diese Path Delays sind direkt proportional zum Wasserdampfgehalt. Durch Analyse der beobachteten Schwankungen der GPS-Höhenkomponente bei Permanentstationen können diese Grössen in der GPS-Auswertung mitgeschätzt und der Meteorologie zur Verfügung gestellt werden.



Grafik: Zeitreihe der aus GPS abgeleiteten Änderungen der Distanz Zürich – Jungfraujoch. Die Reihe zeigt einen signifikanten Anstieg von 7 mm pro Jahr.

Abschliessend lassen sich folgende Aussagen machen:

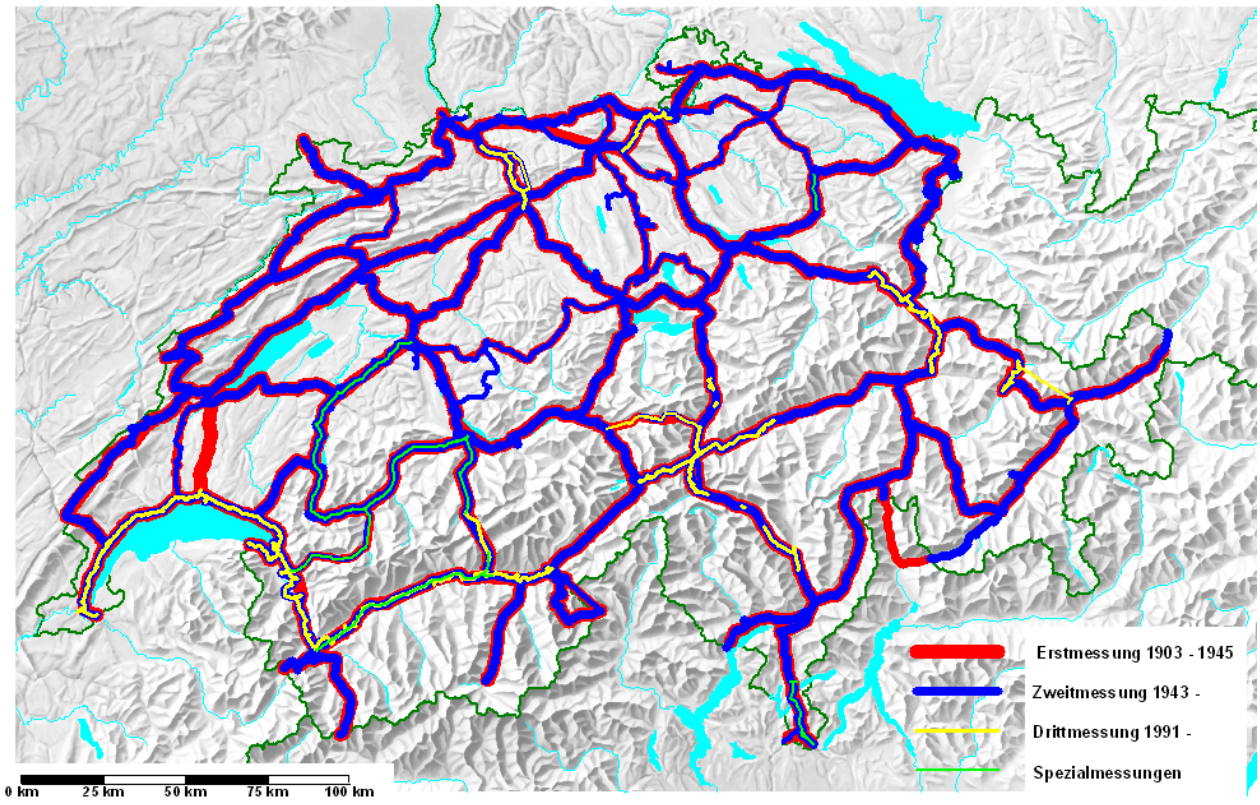
- Neben der Verwendung des AGNES-Netzes für die Positionierung ist AGNES perfekt für die Landesvermessung geeignet (Verdichtungsmessungen, Monitoring, Tektonik)
- Als zweites Standbein bietet sich die Meteorologie an
- Wichtigster Meilenstein für 2000: Markteinführung des Swipos-GIS/GEO-Dienstes

U.Marti / A. Schlatter: **Landeshöhennetz 95 (LHN95): Strenge orthometrische Höhen landesweit**

Der Referent U. Marti erläutert den Status des Landeshöhennetzes LHN95:

- Alle seit 1902 durchgeführten Messungen sind digital erfasst
- Alle Koordinaten sind vorhanden für:
    - Alle heute noch bestehenden Höhenfixpunkte HFP1
    - Alle Schwerepunkte (inkl. Zwischenpunkte)
    - Die wichtigsten zerstörten HFP1
- Die Lagerung des Systems erfolgt in Zimmerwald (horth = 897.906 m)
- Berechnung der Schwerepotentiale und Geschwindigkeiten des Hauptnetzes ist abgeschlossen

Die Grafik zeigt den Status des Landeshöhennetzes LHN95, das vom Netz des Landesnivellements geprägt ist:



Zusätzlich zu den Nivellements wurden folgende Datensätze in die Berechnung der orthometrischen Höhen integriert:

- Potentiale (aus der Auswertung KINETZ)
- Oberflächenschweren (gemessen oder interpoliert)
- mittlere Schwerewerte in der Lotlinie, berechnet aus Massenmodellen

Vorhandene Schweredaten:

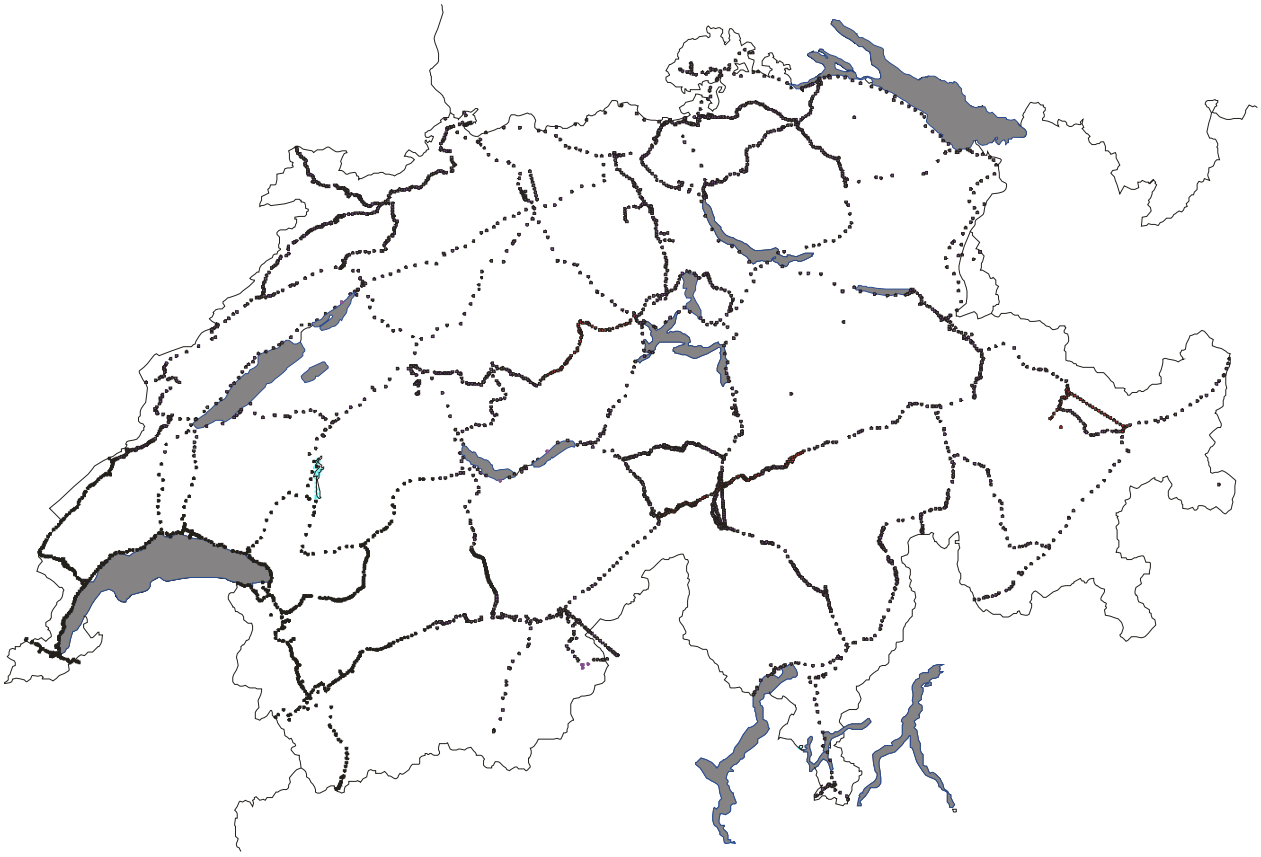
- Messungen entlang des Nivellements
- Daten der SGPK
- (Schwerekarte 1980)

Verwendete Software zur Schwereprädiktion

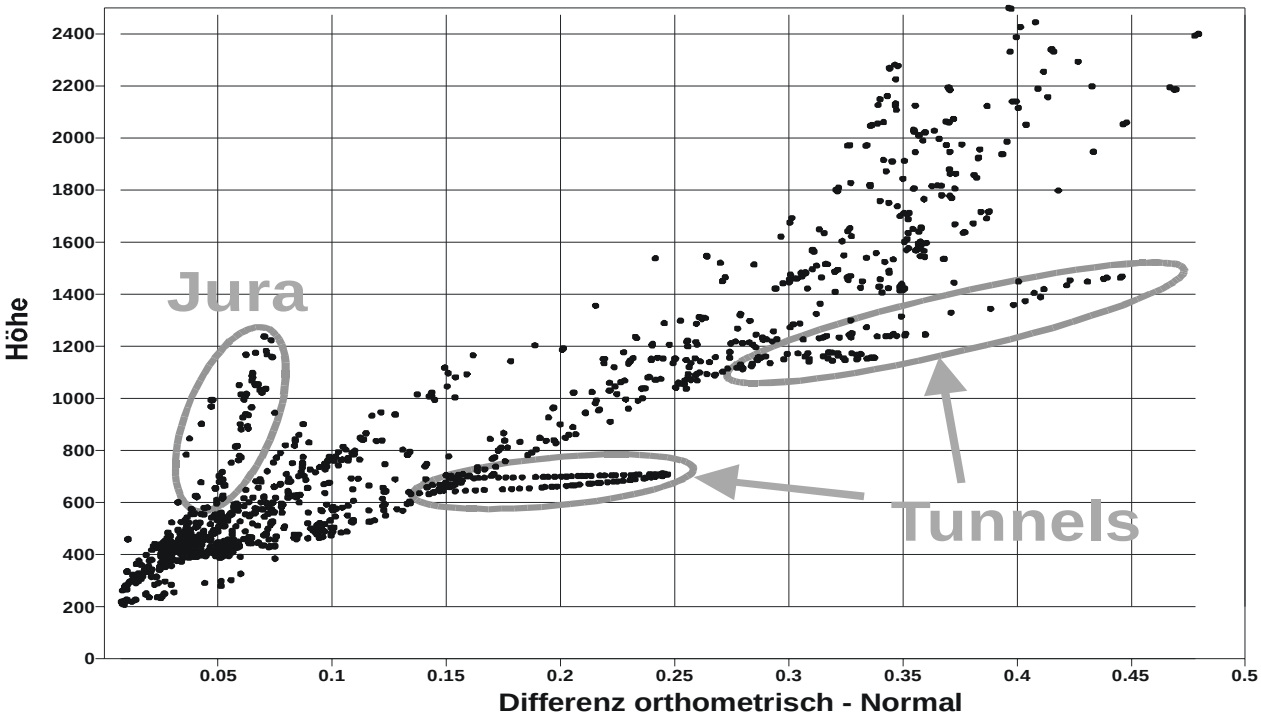
- Programm QUAWIRK (Einflüsse von Massenmodellen, Interpolation der Residuen mittels Kollokation.

Genauigkeit der Prädiktion: ca. 1 mgal

Die zur Verfügung stehenden Messungen sind in der folgenden Grafik dargestellt:



Grafik: Schweremessungen entlang der Nivellementzüge (Stand Dezember 1999)



Korrelation zwischen der Differenz orthometrische Höhe minus Normalhöhe (h_{orth}-h_{norm}) und der Meereshöhe.

Die weiteren Arbeiten sehen folgende Schwerpunkte vor:

- Integration der jeweils aktuellen Messungen des Landesnivellements
- Evtl. Integration von GPS-Messungen
- Neuausgleichung des Hauptnetzes (Potentiale und Geschwindigkeiten)
- Einzwängen der übrigen Höhenfixpunkte (HFP1)
- Berechnung orthometrischer Höhen aller HFP1
- HFP2 einzwängen in HFP1-Netz
  - ohne Schweremessungen
  - ev. mit höhenabhängiger Korrektur
- Transformation aller Punkte mit vorhandenen Höhen in das System LHN95

Geschäftssitzung

Herr Kahle eröffnet die Geschäftssitzung und heisst Herrn Dipl. Ing. A. Wiget als neues Kommissionsmitglied willkommen.

Traktanden:

1. Protokoll der 162. Sitzung
2. Jahresbericht der Kommission für das Jahr 1999
3. Mutationen, Neuwahlen
4. Publikationen 1999/2000
5. Kenntnisnahme und Entlastung der Rechnung 1999
6. Kreditzuteilung 2000
7. Beitragsgesuch 2001
8. Varia
9. Ort und Datum der 164. Sitzung

– – – – – – –

1. Protokoll der 162. Sitzung

Das Protokoll wird mit einer kleinen Präzisierung genehmigt und Herrn Bürki verdankt.

2. Jahresbericht der Kommission für das Jahr 1999

Der mit den Sitzungsunterlagen verschickte Jahresbericht wurde erstmals in einer neuen Struktur nach den Vorgaben der SANW gestaltet. Mit einer kleinen Präzisierung von Herrn Rothacher wurde er einstimmig genehmigt.

3. Mutationen, Neuwahlen

Die von der Kommission eingereichten Vorschläge zur Wahl von Neumitgliedern und Wiederwahlen wurden von der SANW gutgeheissen.

Bedingt durch die Übernahme der Direktion des Bundesamtes für Landestopographie wird

Herr Gubler das Amt als Quästor der Kommission nicht mehr erfüllen können. Er schlägt als seinen Nachfolger Herrn Adrian Wiget vor, der bereit ist, das Amt zu übernehmen. Der Wahlvorschlag wird einstimmig gutgeheissen.

Herr A. Geiger wurde als Landesdelegierter des IUGG-Landeskomittees wiedergewählt.

4. Publikationen 1999/2000

Gemäss SANW ist die Präsenz der Kommissionen und Organe auf dem Internet ausdrücklich erwünscht. Herr Gubler erläutert die finanzielle Situation: Vom Verpflichtungskredit gehen Fr. 3000.- an das Geoforum. Nach Abzug weiterer fester Verpflichtungen (Procès verbaux) bleiben noch rund Fr. 10'000.- für die geplanten zwei Publikationen. Diese vermögen die entstehenden Kosten nicht zu decken. Zusätzlich wünscht Herr Ingensand, eine dritte Publikation zu publizieren. Die zur Verfügung stehenden Mittel reichen höchstens für eine Publikation. Um die geplanten Arbeiten publizieren zu können, wird die Kommission bei der SANW ein Gesuch für eine Zusatzfinanzierung einreichen. In der Diskussion wird angeregt, nach neuen Formen der Publikationen, allenfalls mit Unterstützung durch das Internet zu suchen.

Das Geoforum hat der SGK gegenüber den Wunsch geäussert, dass die Kommission in der nächsten Ausgabe mit einem Kurzporträt vorgestellt werden soll. Herr Bürki hat dazu einen Vorschlag ausgearbeitet und ausgeteilt. Allfällig weitere Beiträge und Änderungswünsche können mit ihm abgesprochen werden.

5. Kenntnisnahme und Entlastung der Rechnung 1999

Herr Gubler erläutert die Rechnung 99 und macht einige Präzisierungen, insbesondere zu den „Postschulden“. Herr Geiger fragt sich, ob die Verpflichtung zu Gunsten des Geoforums nicht eher der Position Öffentlichkeitsarbeit anstelle den Publikationen belastet werden sollte. Herr Kahle erwidert, dass es sich um einen dreijährigen Versuch handle, der in dieser Form von der SANW verordnet wurde. In der Folge wird die Rechnung 1999 genehmigt und Herrn Gubler für die wie immer sehr sorgfältige Arbeit gedankt und der Abrechnung Décharge erteilt.

6. Kreditzuteilung 2000

Herr Kahle erläutert, dass er von der SANW per 30.3.00 einen Brief mit Angabe der bewilligten Mittel für 2000 erhalten hat. Erfreulicherweise wurde die Budgeteingabe ungekürzt bewilligt.

7. Beitragsgesuch 2001

Die von den Mitgliedern eingereichten Budgetwünsche wurden von Herrn Kahle koordiniert und das „getrimmte“ Budget der SANW eingereicht. Das eingereichte Budget wird verteilt.

8. Varia

Herr Kahle vermeldet, dass als Nachfolger von Prof. Hauck als Zentralpräsident Herr Prof. Peter Baccini von der ETH Zürich gewählt wurde. Herr Baccini wird die Leitung der SANW im Zeitraum 2001-2006 wahrnehmen.

Der SANW Jahreskongress findet 2000 in Winterthur statt.

Herr Geiger erwähnt, dass das von der SGK initiierte Projekt zur Gründung des Schweizerischen Instituts für Navigation (ION-CH) seinen ersten Anlass durchgeführt hat. Das SGK-Kommissionsmitglied Prof. B. Merminod war sehr initiativ. Er wird im Juni eine Veranstaltung zum Thema „Navigation und Positionierung“ organisieren. Weitere Anlässe im Rahmen des ION-CH sind im Bereich Aviatik geplant. Im weiteren ist ein Übersichtsartikel mit einem Porträt in der Zeitschrift VPK vorgesehen.

Herr Kahle erwähnt den Geomatik-Tag, der vom 4. bis 6. Mai in Thun stattfinden wird. Durch die Namensgebung wird er als geeignete Plattform für die Geomatik und den neuen ETH-Studiengang „Geomatik-Ingenieur“ dienen.

Herr Wiget erläutert, dass das „Konsortium Schwerefeld“ etabliert wurde.

EXPO 02: Ein Prospekt liegt mittlerweilen vor, gesucht werden noch Finanzen in der Grössenordnung von 7-9 Mio. Franken. Bis Sept. 2000 soll eine Vorprojekt ausgearbeitet werden.

9. Ort und Datum der 164. Sitzung

Freitag, 20. Oktober 2000 am Astronomischen Institut der Universität Bern.

TABLE DES MATIÈRES

Commission géodésique suisse 2

162. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission 3

Geschäftssitzung

1. Protokoll der 161. Sitzung 3
2. Berichte zu den laufenden Aktivitäten und Projekten 3
3. Rechnung 1999: Stand der Kredite 7
4. Kreditanträge Budget 2001 7
5. Mutationen, Neuwahlen 8
6. Publikationen 1999/2000 8
7. Ort und Datum der 163. Sitzung 8
8. Varia 8

---

163. Sitzung der Schweizerischen Geodätischen Kommission 10

Öffentlicher Teil zum Thema:

"Recherche en géodésie à l'EPFL / geodätische Forschung an der ETH-Lausanne und am Bundesamt für Landestopographie (L+T), Wabern"

Geschäftssitzung 20

1. Protokoll der 162. Sitzung 20
2. Jahresbericht der Kommission für das Jahr 1999 20
3. Mutationen, Neuwahlen 20
4. Publikationen 1999/2000 21
5. Kenntnisnahme und Entlastung der Rechnung 1999 21
6. Kreditzuteilung 2000 21
7. Beitragsgesuch 2001 21
8. Varia 22
9. Ort und Datum der 164. Sitzung 22