Zeitschrift: Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 99 (2001)

Heft: 3

Artikel: swispos-GIS/GEO : real-time Positionierung in der ganzen Schweiz mit cm-Genauigkeit

Autor: Wild, U. / Grünig, S. / Hug, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-235749

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 14.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

swipos®-GIS/GEO: real-time Positionierung in der ganzen Schweiz mit cm-Genauigkeit

Das Bundesamt für Landestopographie (L+T) hat 1997 das Projekt Automatisches GPS-Netz Schweiz (AGNES) als Folgeprojekt von LV95 gestartet. Neben seinen Anwendungen im Bereich der Landesvermessung und der Forschung bildet AGNES vor allem auch die Grundlage für die swipos-Positionierungsdienste. Die neuste Dienstleistung der L+T heisst swipos-GIS/GEO und ermöglicht eine cm genaue Echtzeitpositionierung in der ganzen Schweiz. Ab 1. März 2001 sind 21 AGNES-Stationen betriebsbereit, so dass ein Pilotbetrieb aufgenommen werden kann. Der nachfolgende Artikel beschreibt den Entwicklungsstand, erfolgreiche Testmessungen sowie den Start des Pilotbetriebs.

L'Office fédéral de topographie (L+T) a mis en route le Réseau GPS Automatique en Suisse (AGNES) à la suite de MN95. Outre ces applications en mensuration nationale et dans la recherche, AGNES constitue la base des services de positionnement swipos. Le plus récent service du L+T, swipos GIS/GEO, permet un positionnement centimétrique en temps réel dans toute la Suisse. A partir du 1 Mars 2001, un total de 21 stations AGNES sera opérationnel de façon qu'un service pilote pourra-t-être démarré. Le présent article décrit l'état de dévelopment, les premières sessions de mesures réussies, ainsi que le service pilote qui vient d'être lancé.

Nel 1997 l'Ufficio federale di topografia (S+T) ha dato avvio alla Rete GPS Automatica in Svizzera (AGNES) in qualità progetto di proseguimento della MN95. Oltre alle sue applicazioni nel campo della misurazione nazionale e della ricerca, AGNES costituisce soprattutto la base per i servizi di posizionamento swipos. Infatti, il più recente servizio della S+T si chiama swipos-GIS/GEO e permette un posizionamento centimetrico in tempo reale in tutta la Svizzera. Dal 1° marzo 2001 saranno attive 21 stazioni AGNES in modo da poter iniziare il servizio pilota. In quest'articolo si descrive lo stato di avanzamento del progetto, le misurazioni dei test ben riusciti nonché il lancio di tale servizio pilota.

U. Wild, S. Grünig, R. Hug, P. Kummer, I. Pfammatter, U. Bruderer

AGNES und swipos

Das Automatische GPS-Netz Schweiz (AGNES) wurde 1997 von der L+T mit der Idee gestartet, den neuen Bezugsrahmen LV95 aktiv durch permanent betriebene GPS-Stationen zur Verfügung zu stellen. Neben den Anwendungen in der Landesvermessung und in der Forschung (Atmosphärenforschung und Geodynamik) bildet AGNES vor allem auch die Grundlage der swipos-Positionierungsdienste:

- swipos-NAV
  DGPS-Dienst mit einer Genauigkeit von 0.5–2 m
- swipos-GIS/GEO
  RTK-Dienst mit einer Genauigkeit von 0.01–0.5 m

Bei swipos-NAV werden Korrekturdaten von einer GPS-Referenzstation bei der SRG SSR Idée Suisse über UKW/RDS ausgesendet. Dabei muss der Benutzer mit einem speziellen Decoder ausgerüstet sein. Dieser Dienst ist seit Januar 2000 flächendeckend verfügbar und wird in diesem Artikel nicht weiter erläutert.

Bei swipos-GIS/GEO erfolgt der Zugriff mittels Natel/GSM über eine 0900 Business-Nummer (vgl. Abb. 1). Sobald der Benutzer mit dem zentralen Kommunikationsrechner verbunden ist, sendet der GPS-Empfänger seine Näherungsposition (im NMEA-Format). Anhand dieser Näherungsposition wird in der Zentrale für den aktuellen Standort des Benutzers eine sog. «Virtuelle Referenzstation» (VRS) berechnet, welche – vereinfacht gesagt – ein Mittel der drei nächstgelegenen AGNES-Stationen darstellt. Durch diese Mittelbildung können systematische Fehlereinflüsse (Atmosphäre und Bahnen) signifikant reduziert werden, was die Genauigkeit der Positionsbestimmung erhöht. Die VRS-Daten werden im RTCM-Format an den Benützer zurückgeschickt und ermöglichen die Positionsbestimmung mit cm-Genauigkeit (Initialisierungszeit typischerweise 30 Sekunden).

Der Benutzer von swipos-GIS/GEO braucht sich nicht mehr um das Aufstellen und den Betrieb einer eigenen Referenzstation zu kümmern, sondern ist mit nur einem GPS-Empfänger jederzeit messbereit.

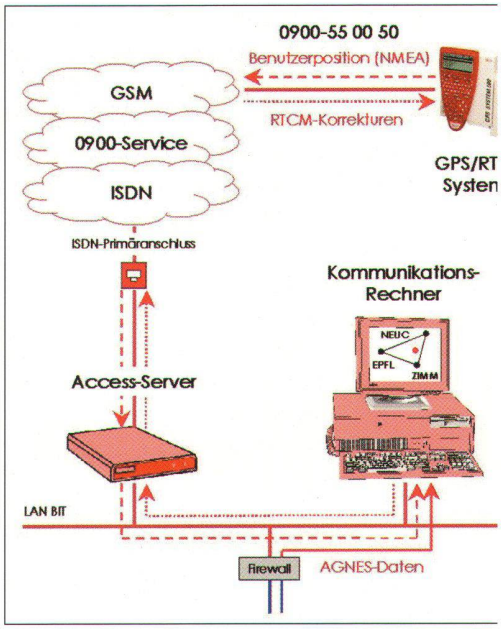

Abb. 1: Funktionsprinzip von swipos-GIS/GEO.

Ausbaustand AGNES

Heute (März 2001) stehen 21 Stationen zur Verfügung, mit denen das Mittelland, der Jura und das Wallis voll abgedeckt sind. In den kommenden Monaten werden noch weitere sechs Stationen (Tessin, Graubünden und Berner Oberland) installiert, so dass bis im Herbst 2001 der

Endausbau mit 27 Stationen erreicht sein wird. Die Verteilung der Stationen ist so angelegt, dass die Distanz zur nächstgelegenen AGNES-Station für einen beliebigen Benützer ca. 25–30 km nicht überschreitet, da ab dieser Distanz eine Initialisierung kritisch wird. Beim Aufbau wurde grosser Wert darauf gelegt, dass die Antennen dauerhaft und solid befestigt sind. Bei Bodenpunkten wurden Masten verwendet, die auf einem Betonsockel montiert wurden (vgl. Abb. 3). Der eigentliche Punkt wird durch einen Kappenbolzen im Mastfundament definiert, wobei der Bezug zwischen GPS-Antenne auf dem Mast und dem Bodenpunkt periodisch kontrolliert wird. Antennen auf Gebäuden wurden mit 2–3 m langen Aluminiumrohren befestigt. Als Bezugspunkt wird hier die Unterkante der Antenne verwendet.

Die Stabilität der einzelnen AGNES-Stationen wird zudem laufend mit einer unabhängigen, automatischen geodätischen Auswertung unter Verwendung der Bernese GPS Processing Engine (BPE) überwacht. Allfällige Verschiebungen innerhalb von AGNES könnten so frühzeitig erkannt und die nötigen Massnahmen ergriffen werden.

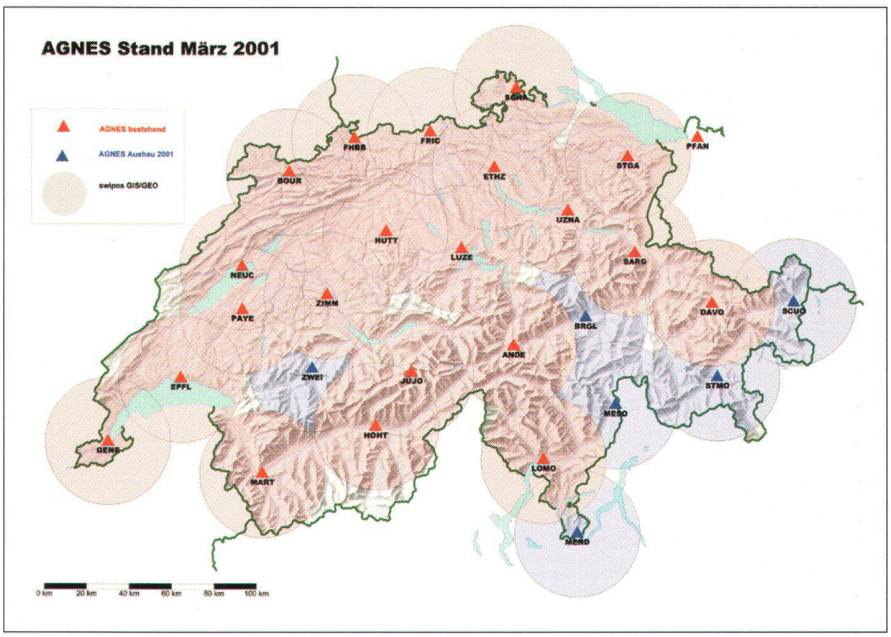

Abb. 2: Ausbau AGNES und Abdeckung von swipos-GIS/GEO.

Operat Guggisberg

Das Vermessungsamt des Kantons Bern hat der L+T den Auftrag erteilt, die LFP2 im neuen Operat Guggisberg (ca. 20 km südwestlich von Bern gelegen) zu bestimmen. Dieser Auftrag bot der L+T die Gelegenheit, swipos-GIS/GEO zum ersten Mal in einer praktischen Anwendung zu testen. Insgesamt waren 73 Punkte zu bestimmen, davon 19 Anschlusspunkte für die Lagerung in LV03. Die Lagerung in LV95 erfolgt über die zwei LV95-Punkte «Guggisberg» und «Gurnigel», sowie über die zwei AGNES-Stationen Zimmerwald und Payerne. Von den 73 Punkten wurden letzten Herbst 43 Punkte mit swipos-GIS/GEO mit doppelter unabhängiger Stationierung (an zwei verschiedenen Tagen) gemessen, 30 Punkte wurden mit Rapid Static (Messzeit 20') gemessen, weil der Natel/GSM-Empfang unzureichend war oder man infolge der erschwerten Punktzugänglichkeit keine Nachmessungen riskieren wollte. Zu Kontrollzwecken hat man sieben Punkte als Verknüpfungspunkte sowohl mit Rapid Static als auch mit swipos-GIS/GEO gemessen.

Als GPS-Empfänger wurden für die Rapid Static Messungen Trimble 4000SSi und für sämtliche RTK-Messungen mit swipos-GIS/GEO Leica System 500 (mit integriertem Natel/GSM-Modul) eingesetzt.

Das Fazit dieses ersten umfangreichen Praxistests von swipos-GIS/GEO lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Messungen mit swipos-GIS/GEO konnten erfolgreich durchgeführt werden, womit die Operationalität der Stationsvernetzung und der Kommunikationseinrichtungen nachgewiesen werden konnte. Die Initialisierungszeiten lagen typischerweise bei ca. 30 Sekunden. Einschränkend muss angemerkt werden, dass aufgrund der geographischen Lage des Operats Guggisberg keine Messungen mit Virtuellen Referenzstationen (VRS) durchgeführt werden konnten. Sämtliche Messungen erfolgten bezüglich der AGNES-Statio-

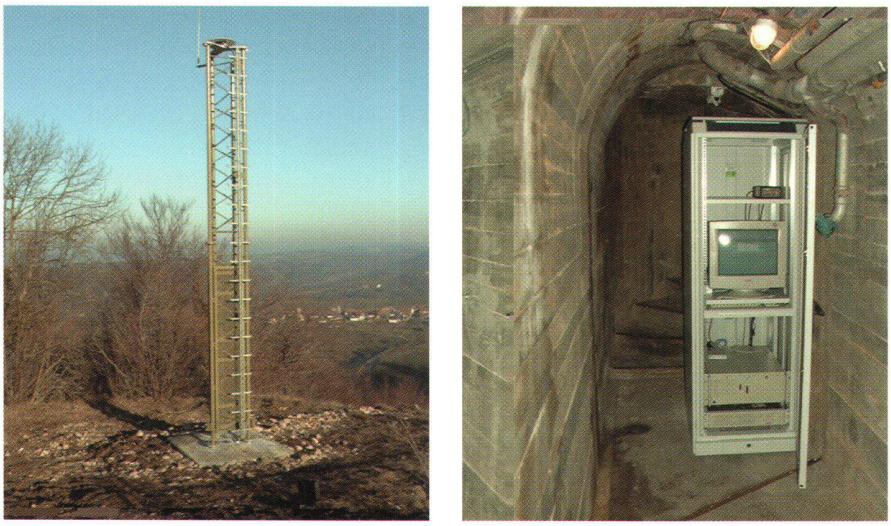

Abb. 3: AGNES-Station Bourrignon: Antennenmast und Inneneinrichtung.

Abb. 4: Feldarbeit im Operat Guggisberg.

nen Zimmerwald und Payerne, wobei die Basislinienlängen oft mehr als 25–30 km betrugen.

- Die LTOP-Auswertung aller Messungen hat ergeben, dass 80% der RTK-Messungen Verbesserungen kleiner als 25 mm in der Lage und 40 mm in der Höhe aufweisen.

Nach der kombinierten Ausgleichung mit LTOP von Rapid Static und swipos-GIS/GEO Messungen sind die Schlussresultate von guter Qualität und entsprechen den Anforderungen der AV (vgl. Tab. 1).

Testnetz Avenches

Im Rahmen einer Diplomarbeit der Ecole d'Ingénieurs du Canton de Vaud (EIVD) in Yverdon wurde von Ivo Pfammatter in der Region Avenches ein Testnetz mit neun Punkten und einer Grösse von 5 x 5 km gemessen. Das Testnetz befindet sich innerhalb des Dreiecks der AGNES-Stationen Neuchâtel–Payerne–Zimmerwald, so dass eine Interpolation im Sinne einer virtuellen Referenzstation (VRS) möglich war (vgl. Abb. 5). Sämtliche Messungen wurden mit Empfängern vom Typ Leica System 500 (mit integriertem Natel/GSM-Modul) durchgeführt.

Die neun Punkte des Testnetzes wurden vorab im «Rapid Static»-Modus bestimmt. Dabei wurde eine Session bezüglich dem LV95 Punkt Forel und eine zweite Session bezüglich dem LV95 Punkt Vully gemessen. In der LTOP-Ausgleichung wird eine Genauigkeit von 1 cm in der Lage und 2 cm in der Höhe ausgewiesen. Die RTK-Messungen mit swipos-GIS/GEO wurden in vier Sessionen durchgeführt, wobei auf jedem Punkt bezüglich Payerne, Neuchâtel und mit einer virtuellen Referenzstation (VRS) gemessen wurde. Von 106 Initialisierungen waren 90 erfolgreich, wobei die maximale Initialisierungszeit auf drei Minuten gesetzt wurde. Falls die Initialisierung nicht möglich war, war dies fast ausnahmslos auf einen schlechten GDOP-Wert (GDOP>5) zurückzuführen. Damit standen insgesamt 180 Punktbestimmungen (zwei abgespeicherte Positionen [Mittel aus 10 Sekunden Messungen] pro Initialisierung) für die statistische Beurteilung zur Verfügung.

Die mittleren Fehler aller swipos-GIS/GEO Bestimmungen für die neun Punkte sind in der Tabelle 2 zusammengestellt.

Der Vergleich mit den «Sollkoordinaten» aus den «Rapid Static»-Messungen zeigt folgendes Bild:

85% aller RTK-Messungen weisen eine geringere Abweichung als 3 cm in der Lage und 4 cm in der Höhe bezüglich der statisch gemessenen Punkte auf. In der Lage weisen nur zwei Messungen (1%) und in der Höhe acht Messungen (4%) eine Abweichung über 6 cm auf. Die Resultate liegen damit im Bereich der LFP2-Genauigkeitsanforderungen der AV.

Betrachtet man hingegen nur die mit einer virtuellen Referenzstation (VRS) gemessenen Werte, so liegen die Abweichungen in der Lage alle unter 3 cm (100%) und in der Höhe immerhin noch 90% unter 4 cm (Abb. 6). Dies zeigt auf eindrückliche Weise den positiven Einfluss der VRS auf die Genauigkeit.

Messungen	Anzahl	MF a posteriori
Beob. Koord. der Anschlusspunkte	8	3.5 mm
Beob. Höhen der Anschlusspunkte	4	9.1 mm
Mit GPS bestimmte Koordinaten (statisch+RTK)	478	9.9 mm
Mit GPS bestimmte Höhen (statisch+RTK)	235	23.4 mm

Tab. 1: Zusammenstellung der Resultate Operat Guggisberg.

Punkt	Mittl. Fehler Lage [mm]	Mittl. Fehler Höhe [mm]
1	8.1	23.4
2	10.6	39.0
3	6.9	21.7
4	4.0	45.3
5	17.9	26.4
6	5.7	26.2
7	9.3	23.0
8	12.4	32.3
9	9.3	21.3

Tab. 2: Mittlerer Fehler der RTK Messungen mit swipos-GIS/GEO.

swipos-GIS/GEO Pilotbetrieb

Per 1. März hat die L+T einen Pilotbetrieb von swipos-GIS/GEO aufgenommen. Momentan ist das Mittelland, der Jura und Wallis komplett versorgt, die Kantone Tes-

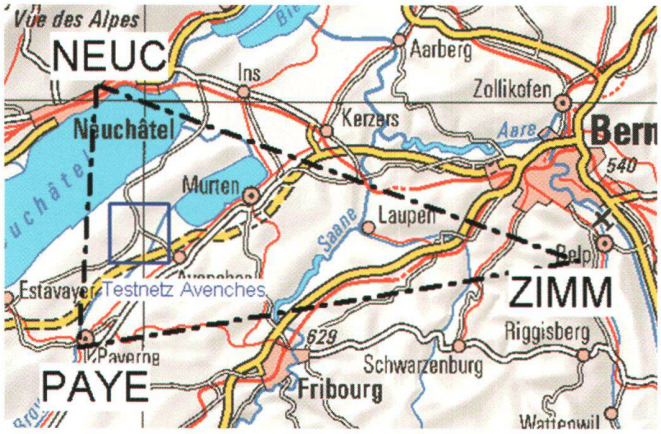

Abb. 5: Testnetz Avenches.

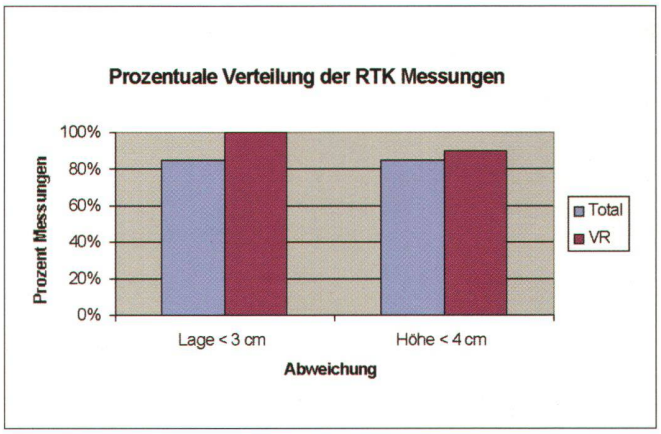

Abb. 6: Prozentuale Verteilung aller Messungen (blau) und der Messungen mit der virtuellen Referenzstation (violett).

sin und Graubünden folgen bis im Herbst 2001. Ziel dieses Pilotbetriebs ist es, swipos-GIS/GEO einem breiteren Benutzerkreis zur Verfügung zu stellen, Erfahrungen zu sammeln und allfällige Probleme zu erkennen und zu bereinigen. Voraussetzung für die Nutzung von swipos-GIS/GEO ist ein RTK-fähiger GPS-Empfänger, der mit einem Natel/GSM-Modul verbunden werden kann. Ausserdem muss der Empfänger bei der Verbindungsaufnahme mit dem Kommunikationsrechner seine Näherungsposition im sog. NMEA-Format übermitteln können. Die Korrekturdaten werden bei swipos-GIS/GEO im RTCM-Format (Typ 18,19) übertragen. Die marktüblichen geodätischen Empfänger der grösseren GPS-Hersteller erfüllen diese Voraussetzungen. Im Einzelfall empfiehlt es sich jedoch trotzdem, sich vom GPS-Händler beraten zu lassen.

Der Zugriff erfolgt über die Business-Nummer 0900 55 00 50, der Preis beträgt Fr. 0.36/Minute (exkl. Kommunikationskosten). Für Kunden mit speziellen Anforderungen (z.B. kantonale Vermessungsämter, Versorgungsbetriebe etc.) können auf Anfrage auch andere Lösungen für den Zugriff auf die Daten angeboten werden.

Dr. U. Wild, S. Grünig, R. Hug und P. Kummer
Bundesamt für Landestopographie
Seftigenstrasse 264
CH-3084 Wabern
urs.wild@lt.admin.ch
www.swisstopo.ch

I. Pfammatter
Ecole des Ingénieurs du Canton de Vaud (eivd)
Route de Cheseaux 1
CH-1401 Yverdon

U. Bruderer
Leica Geosystems AG
Kanalstrasse 21
CH-8152 Glattbrugg

ABONNEMENTSBESTELLUNGEN
unter folgender Adresse

Jahresabonnement 1 Jahr:
Inland sFr. 96.–, Ausland sFr. 120.–

SIGWERB AG
Dorfmattenstrasse 26
CH-5612 Villmergen
Telefon 056/619 52 52
Telefax 056/619 52 50