

Geomatik ■ Schweiz Géomatique ■ Suisse Geomatica ■ Svizzera



Jubiläumshft
25 Jahre neue Landesvermessung LV95

Geoinformation und Landmanagement
Géoinformation et gestion du territoire
Geoinformazione e gestione del territorio

11/2020

November 2020, 118. Jahrgang
Novembre 2020, 118ième année
Novembre 2020, 118. anno



Mit dem neuen GNSS-Empfänger Trimble R12i steigern Vermessungsprofis ihre Produktivität und erhalten auch unter schwierigsten Bedingungen präzise Messergebnisse. Dank Neigungskompensation (schräg messen dank integriertem Inertialsystem) und der ProPoint Engine liefert der neue Trimble R12i als Hochleistungsmesssystem perfekte Messergebnisse.

Avec le nouveau récepteur GNSS Trimble R12i, les professionnels de la topographie peuvent augmenter leur productivité et obtenir des mesures précises dans les conditions les plus difficiles. Le nouveau Trimble R12i est un récepteur GNSS haute performance grâce au compensateur d'inclinaison (mesure penchée avec système inertiel) et au nouveau moteur ProPoint.

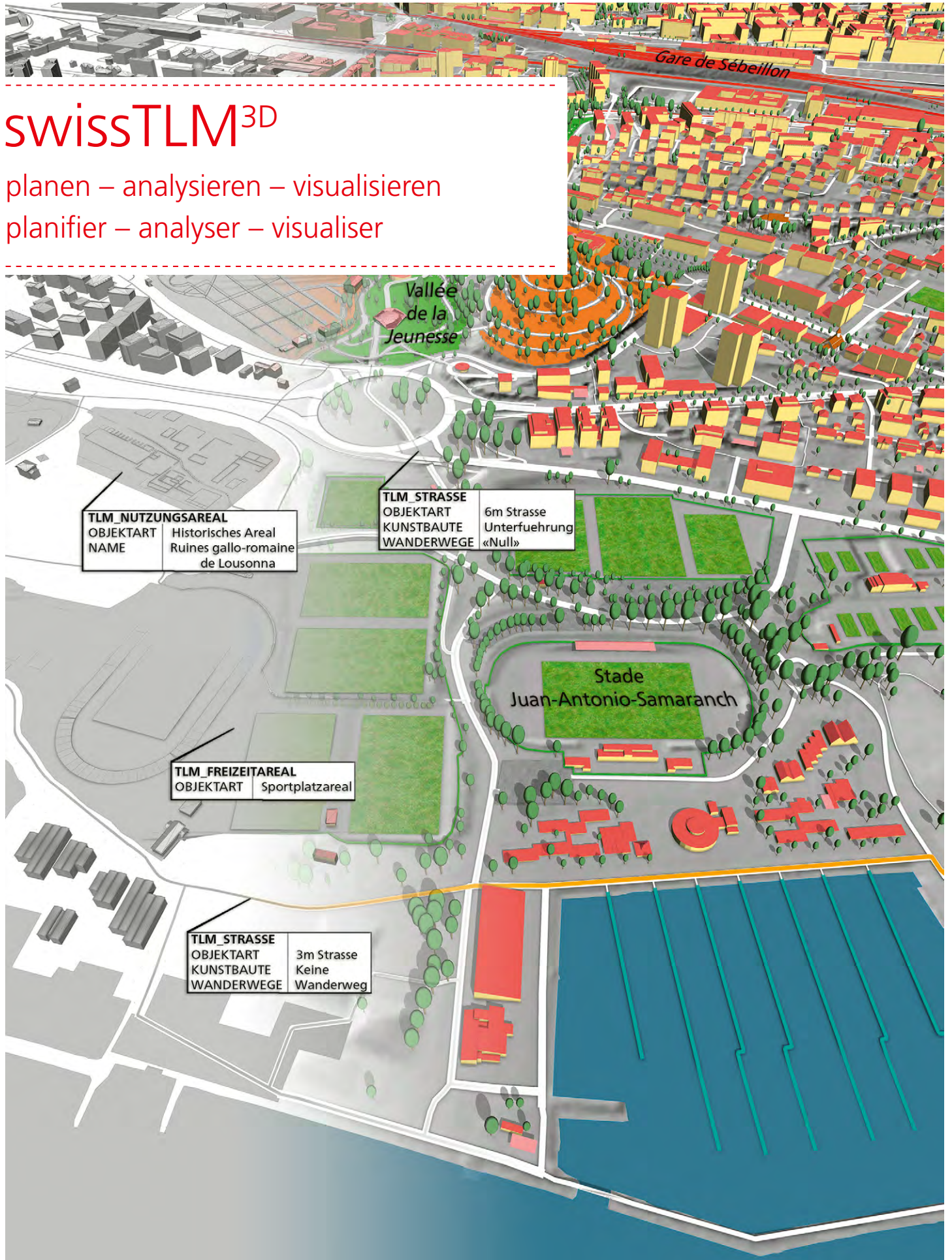


www.allnav.com

GNSS-EMPFÄNGER TRIMBLE R12i RÉCEPTEUR GNSS TRIMBLE R12i



www.mebgroup.ch



swissTLM^{3D}

planen – analysieren – visualisieren

planifier – analyser – visualiser



Die Gesellschaft für die Geschichte der Geodäsie in der Schweiz GGGs fokussiert ihre Dokumentationsarbeit auf den Prozess «Aus der Vergangenheit in die Gegenwart und Zukunft». Seit ihrer Gründung hat sich die GGGs u.a. bemüht, die Geschichte der Landesvermessung der Schweiz aufzuarbeiten und dazu die «Arbeitsgruppe Landesvermessung» eingesetzt. Diese hat vor fünf Jahren einen umfassenden Beitrag zur 200-jährigen Geschichte in dieser Zeitschrift publiziert und eine virtuelle Ausstellung im Internet aufgeschaltet.

Vor 25 Jahren hat das Bundesamt für Landestopografie swisstopo mit der Herausgabe der Koordinaten der Referenzpunkte des Bezugsrahmens LV95 einen wichtigen Meilenstein erreicht. Der Sammelbegriff «Landesvermessungswerk LVW95» bezeichnet die geodätischen Komponenten, welche im Zusammenhang mit LV95 entwickelt wurden. Diese Arbeiten sind in einer vorbildlichen Teamleistung der Mitarbeitenden des damaligen Bereichs Geodäsie in Zusammenarbeit mit schweizerischen Hochschulinstituten entstanden.

Als Basis grosser Infrastrukturprojekte (z.B. AlpTransit) fand LV95 sofort Anwendung in der Praxis. Die detaillierten Grundlagen zur Überführung der amtlichen Vermessung und aller Geobasisdaten des Bundesrechts in LV95 erforderten mehr Zeit. Die Geoinformationsverordnung legte die Übergangsfrist für den Bezugsrahmenwechsel fest. Dank der guten Zusammenarbeit von swisstopo, Eidg. Vermessungsdirektion V+D, kantonaler Vermessungsaufsichten und Softwareanbietern konnte diese Herausforderung termingerecht bewältigt werden. Die Integration der V+D in swisstopo hat dabei die Koordination erleichtert.

Heute ist der Zugang zu LV95 in der Praxis besonders durch den Positionierungsdienst swipos® gewährleistet. Mit dem Ende der Übergangsfrist des Bezugsrahmenwechsels Ende 2020 und der Abschaltung der realtime Transformation LV95-LV03 werden die Lichter im «alten LV03-Haus» nun endgültig gelöscht.

Die Ergebnisse wiederholter Messungen beweisen einerseits die Stabilität des statischen LV95-Rahmens andererseits aber das Bedürfnis einer kinematischen Lösung für die Zukunft.

Mit dieser Jubiläumsausgabe der Geomatik Schweiz lassen die GGGs und swisstopo die Entwicklung des Generationenwerks, welches zum Wandel in der Geomatik der letzten Jahrzehnte beigetragen hat, Revue passieren.

Depuis sa création, la Société pour l'histoire de la géodésie en Suisse SHGS concentre toute son activité documentaire sur le processus qu'elle a intitulé «Hier, aujourd'hui et demain». Elle s'est ainsi plongée dans l'histoire de la mensuration nationale. Le groupe de travail éponyme, créé à cet effet, a déjà publié un article très fouillé sur les deux siècles d'histoire de la mensuration nationale dans cette revue, voilà cinq ans, et a mis en

ligne une exposition virtuelle sur Internet.

Il y a 25 ans, l'Office fédéral de topographie swisstopo franchissait une étape importante en publiant les coordonnées des points de référence du cadre MN95. L'appellation générale «Œuvres de la mensuration nationale, OMN95» désigne les composantes géodésiques développées dans ce contexte. Les travaux réalisés à l'époque furent marqués par une collaboration exemplaire entre l'équipe du domaine Géodésie et celles des instituts des hautes écoles suisses impliqués dans le projet.

Si la MN95 servit immédiatement en pratique, comme assise de grands projets d'infrastructure (dont AlpTransit), élaborer les bases détaillées pour faire passer la mensuration officielle et toutes les géodonnées de base de droit fédéral à MN95 prit plus de temps. C'est l'ordonnance sur la géoinformation qui fixa le délai de transition pour le changement de cadre de référence. La bonne collaboration entre swisstopo, la Direction fédérale des mensurations cadastrales D+M, les services cantonaux du cadastre et les fournisseurs de logiciels permit de respecter le délai imparti. L'intégration de la D+M dans swisstopo facilita du reste la coordination.

Aujourd'hui, l'accès à MN95 est notamment garanti en pratique par le service de positionnement swipos®. A la fin de l'année 2020, à l'expiration du délai de transition précité qui marquera aussi l'arrêt de la transformation en temps réel MN95-MN03, les lumières s'éteindront définitivement dans la «maison MN03».

Si les résultats des mesures répétées prouvent la stabilité du cadre MN95 statique, ils font également apparaître le besoin d'une solution cinématique pour l'avenir.

Dans ce numéro anniversaire de Géomatique Suisse, la SHGS et swisstopo reviennent sur cette œuvre d'une génération de géodésiens et sa forte contribution à la mue de la géomatique au cours des dernières décennies.

Dr. phil. dipl. Ing. ETH Dieter Schneider
Leiter Arbeitsgruppe Landesvermessung GGGs

Dieter Schneider, Dr phil., dipl. Ing. ETH
Responsable du groupe de travail «mensuration nationale» de la SHGS

Veranstaltungen Manifestations

10. November 2020, Zürich:
14. Landmanagement-Tagung: Online
www.landmanagement.ethz.ch

11. November 2020:
Tag der Geomatik: ABGESAGT
Der nächste Tag der Geomatik findet am Mittwoch,
10. November 2021 im Rahmen des Jubiläums 100 Jahre
Wild (Leica Geosystems AG) in Heerbrugg statt.

20., 26. und 27. November 2020, Zürich:
DB Praxis (Access)
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 7-8/2020, Seite 221

28. November, 7. und 8. Dezember 2020, Zürich:
Datenbank
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 7-8/2020, Seite 221

2. und 3. Dezember 2020, Zürich:
Additive Fertigung
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 9/2020, Seite 257

4. und 5. Dezember 2020, Zug:
Datenbankverarbeitung
IBZ, Zug
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 7-8/2020, Seite 221

8. Dezember 2020, Muttenz:
**Mehrwert von 3D Mobile Mapping Daten
in Ingenieurgenauigkeit**
Geomatik-Herbst-Kolloquium
16.30 Uhr, FHNW Campus Muttenz
www.fhnw.ch/igeo/events
siehe Geomatik Schweiz 10/2020, Seite 299

11., 12., 14. und 15. Dezember 2020, Zug:
3D-Datenverwaltung
IBZ Zug
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 9/2020, Seite 257

11., 12., 14., 15. und 16. Dezember 2020, Zug:
3D-Datenerfassung
IBZ Zug
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 9/2020, Seite 257

2021

11. und 22. Januar 2021, Rapperswil:
Umwelttechnik
HSR Rapperswil
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 10/2020, Seite 300

19. und 20. Januar 2021, Zürich:
3D Analyse + Publikation
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 10/2020, Seite 300

21. und 28. Januar 2021, Zürich:
Raumplanung
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 10/2020, Seite 300

29. und 30. Januar 2021, Muttenz:
Mobilität & Infrastruktur
FHNW Muttenz
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 10/2020, Seite 300

9. Februar 2021, Muttenz:
CAS GeoBIM
[https://www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-
bau-geomatik/geomatik/cas-geo-bim](https://www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik/geomatik/cas-geo-bim)
siehe Geomatik Schweiz 10/2020, Seite 299

5., 17., 23., 29. März und 23. April 2021, Zürich:
Technisches Rechnen
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 10/2020, Seite 301

29. März, 23. April und 10. Mai 2021, Zürich:
Bauvermessung
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 10/2020, Seite 301

27. April 2021, Yverdon:
Géomatique News
Y-Parc
Leica Geosystems SA
www.leica-geosystems.ch

11. und 12. Mai 2021, Luzern:
Werkleitungskataster
ewl, Luzern
Bildungszentrum Geomatik Schweiz
andre@biz-geo.ch
www.geo-education.ch
siehe Geomatik Schweiz 10/2020, Seite 301

23./24. Juni 2021, Bern:
GEOSummit
www.geosummit.ch

10. November 2021, Heerbrugg:
Tag der Geomatik
www.tagdergeomatik.ch

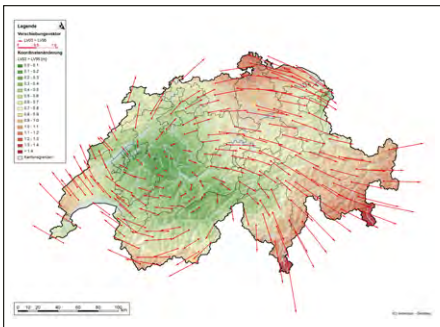
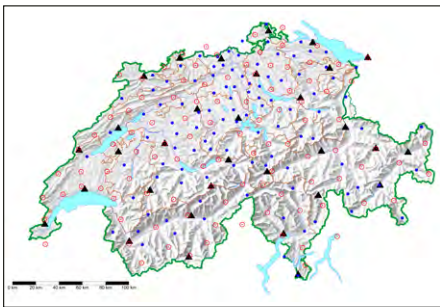
10. November 2021, Heerbrugg:
100 Jahre Innovation Heerbrugg
www.gggs.ch

11. November 2021, Rorschach:
Geomatik News
Würth-Haus
Leica Geosystems AG
www.leica-geosystems.ch

16 novembre 2021, Lausanne:
Journée romande de la géoinformation
SwissTech Convention Center
<https://georomandie.com>

Veranstaltungskalender im Internet:
www.geomatik.ch > Veranstaltungen

Meldung von Veranstaltungen:
Bitte Veranstaltungen melden per E-Mail
info@geomatik.ch



Editorial

313

Geodäsie/Vermessung / Géodésie/Mensuration

A. Wiget, D. Schneider, E. Gubler, U. Wild, M. Scherrer, A. Schlatter:
25 Jahre neue Landesvermessung LV95

316

A. Wiget, D. Schneider, E. Gubler, U. Wild, M. Scherrer, A. Schlatter:
La nouvelle mensuration nationale MN95 a 25 ans

325

Rubriken / Rubriques

Aus- und Weiterbildung / Formation, formation continue

339

Mitteilungen / Communications

345

Firmenberichte / Nouvelles des firmes

346

Impressum

350

Zum Umschlagbild:

Trimble R12i

Mit dem neuen GNSS-Empfänger Trimble R12i steigern Vermessungsprofis ihre Produktivität und erhalten auch unter schwierigsten Bedingungen präzise Messergebnisse. Dank Neigungskompensation (schräg messen dank integriertem Inertialsystem) und der ProPoint Engine liefert der neue Trimble R12i als Hochleistungsmesssystem perfekte Messergebnisse. Konkret bedeutet dies eine deutliche Effizienzsteigerung, da Punkte auch mit geneigtem Stab korrekt gemessen und abgesteckt werden können. Mit dem neuen R12i sind zuverlässige Messungen auch in schwierigen Umgebungen wie z.B. in der Nähe von Gebäuden oder im Wald möglich sowie auch Aufnahme von Gebäudeecken. Selbstverständlich ist der R12i perfekt abgestimmt auf die Trimble Anwendungswelt mit den Feldrechnern wie TSC7, T10 und TDC600.

allnav ag
Ahornweg 5a, CH-5504 Othmarsingen
Telefon 043 255 20 20
allnav@allnav.com
www.allnav.com

Page de couverture:

Trimble R12i

Avec le nouveau récepteur GNSS Trimble R12i, les professionnels de la topographie peuvent augmenter leur productivité et obtenir des mesures précises dans les conditions les plus difficiles. Le nouveau Trimble R12i est un récepteur GNSS haute performance grâce au compensateur d'inclinaison (mesure penchée avec système inertiel) et au nouveau moteur ProPoint. Concrètement, cela apporte une augmentation significative de l'efficacité puisque les points peuvent être mesurés et implantés correctement même avec une canne inclinée. Avec le nouveau R12i, les mesures fiables sont désormais possibles dans des environnements difficiles comme à proximité des bâtiments ou en forêt, et même pour le levé des angles de bâtiments. Bien entendu, le R12i est parfaitement intégré au monde des applications Trimble avec les ordinateurs de terrain tels que le TSC7, le T10 et le TDC600.

allnav ag
Route de Chavalon 78, CH-1844 Villeneuve
Téléphone 024 550 22 15
romandie@allnav.com
www.allnav.com

25 Jahre neue Landesvermessung LV95

Das Bundesamt für Landestopografie swisstopo hat in den 1990er-Jahren die Grundlagen für eine zeitgemässe, hochgenaue, homogene und konsistente neue Landesvermessung aufgebaut. Als Teil des *Landesvermessungswerkes LVW95* bildet der Bezugsrahmen LV95 die geodätische Referenz für die Nationale Geodaten-Infrastruktur NGDI. Der Grundsatzentscheid zugunsten einer Umstellung des Bezugsrahmens in der amtlichen Vermessung AV erfolgte bereits 1996 nach breiter Vernehmlassung. Die Überführung der AV in den Bezugsrahmen LV95 unter der Leitung der V+D und in enger Zusammenarbeit mit den kantonalen Vermessungsaufsichten begann 2008 nach der Inkraftsetzung des Geoinformationsgesetzes. Sie wurde Ende 2016 planmässig abgeschlossen. Die praktische Realisierung des Bezugsrahmens LV95 erfolgt heute vor allem durch den *Swiss Positioning Service swipos*[®]. Dieser ist in der Vermessung und Positionierung zum Standard geworden, wobei sich dessen Anwendungsbereich in Richtung Bauwesen und Maschinensteuerung erweitert hat.

A. Wiget, D. Schneider, E. Gubler,
U. Wild, M. Scherrer, A. Schlatter

Einleitung

Jubiläen bieten willkommene Gelegenheiten, Entwicklungen zu reflektieren, Standortbestimmungen durchzuführen und Ausblicke in die Zukunft zu wagen. Ende 1995, vor 25 Jahren, konnte das Bundesamt für Landestopografie swisstopo nach intensiven Projektarbeiten den Bezugsrahmen LV95 mit den präzisen Koordinatensätzen des neu erstellten *GPS-Landesnetzes LV95* herausgeben¹⁴. Die Publikation erfolgte gerade rechtzeitig, so dass die damals in Vorbereitung stehenden Grossprojekte der NEAT bei den Grundlagenvermessungen für die Eisenbahn-Basistunnel AlpTransit Gotthard^{56,57,69} und BLS AlpTransit Lötschberg³⁷ davon profitieren konnten. Mit der Herausgabe des neuen Bezugsrahmens war die Erneuerung der schweizerischen Landesvermessung (LV) aber längst nicht abgeschlossen. Schon 1996 wurde mit dem Aufbau eines permanenten GNSS-Netzes unter dem Projektnamen *Automatisches GPS-Netz Schweiz AGNES* begonnen¹⁸. Weitere Arbeiten, wie die Erneuerung des Landeshöhen-

netzes LHN95 und die Berechnung des Geoidmodells CHGeo2004 folgten^{22,24,35}. Die Gesamtheit der Entwicklungsarbeiten, welche der AV, der Geomatik allgemein sowie der Positionierung und Navigation die ökonomische Nutzung der *Global Navigation Satellite Systems (GNSS)* erst ermöglichte, wurde nach der Jahrtausendwende unter dem Sammelbegriff *Landesvermessungswerk LVW95* zusammengefasst⁵⁹. An dieser epochalen Entwicklung war ein Team von Geodäten und Geomatikern aller Stufen von swisstopo beteiligt. Der rasche Einstieg in die neue GNSS-Technologie war nur dank der optimalen Zusammenarbeit mit Hochschulinstituten und Partnerorganisationen im In- und Ausland möglich. LVW95 ist in diversen Berichten eingehend dokumentiert worden^{9,32,59,66}. Vorliegender Beitrag zum Jubiläum «25 Jahre LV95» möchte die Entwicklung dieses Generationenwerks Revue passieren lassen und einen Blick in die Zukunft werfen.

Von der Vision zur Realisierung

Mit der Entwicklung des *NAVSTAR Global Positioning Systems (GPS)* durch das Amerikanische *Department of Defense* und der Lancierung der ersten Block I GPS-

Testsatelliten ab 1978 begann eine neue Epoche in der Satellitennavigation. Zu Beginn der 1980er-Jahre erfolgten in den USA erste Versuche, das System für die geodätische Positionsbestimmung anzuwenden¹.



Abb. 1: Erster geodätischer GPS-Empfänger Macrometer V-1000 im 3D-Testnetz Turtmann 1985. Im Vordergrund: Antenne; Empfänger und Stromversorgung im Fahrzeug (Foto swisstopo).

Mit der Entwicklung der ersten handelsüblichen geodätischen GPS-Empfänger wie dem Macrometer V-1000 und deren ersten erfolgreichen Messeinsätzen in Europa zeichneten sich neue Perspektiven für die LV ab. Daraus entstand folgende Vision, welche unter Geodäten rege diskutiert wurde und die Verantwortlichen bei swisstopo motivierte, das Projekt LV95 in Angriff zu nehmen:

«Der Benutzer der zukünftigen Landesvermessung hat die Möglichkeit, mittels GPS, an jedem beliebigen Ort des Landes, innert kurzer Zeit, die Position in einem weltweiten Bezugssystem mit cm-Genauigkeit zu bestimmen.»

Aus der Vision wurde schliesslich eine hochgesteckte Zielsetzung für die LV, welche es mit den vorhandenen Ressourcen umzusetzen galt.

1985 waren noch keine Erfahrungen zum Einsatz der GPS-gestützten Vermessung in der alpinen Topografie vorhanden. Mittels Versuchsmessungen im *3D-Testnetz Turtmann* im Wallis sollte geprüft werden, ob die Methode die Erwartungen bezüglich Genauigkeit erfüllt². Daneben galt es, geeignete GPS-Empfänger zu evaluieren sowie das Personal mit der neuen Technologie vertraut zu machen.

Die geodätischen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden in der Schweiz seit jeher unter der Obhut der *Schweizerischen Geodätischen Kommission SGK*⁵⁸ mit den verschiedenen Hochschulinstituten und swisstopo koordiniert. Zudem gibt es einen regen wissenschaftlichen Austausch mit der *International Association of Geodesy IAG* und deren Fachkommissionen. Bei den Projektarbeiten für LV95 wurde deshalb die Zusammenarbeit mit Instituten im In- und Ausland gesucht. Neben dem *Institut für Geodäsie und Photogrammetrie IGP* der *ETHZ* ist besonders das *Astronomische Institut der Universität Bern AIUB* zu erwähnen. Am AIUB wurde zu Beginn der 1980er-Jahre die *Bernese GPS Software* zur Auswertung von GPS-Messungen entwickelt³. Die Zusammenarbeit mit dem AIUB war ein Glücksfall. In kurzer Zeit konnten die Geodäten von swisstopo wertvolle Erfahrungen bei der Auswertung der GPS-Messungen sammeln. Die Ergebnisse der GPS-Messungen im Testnetz Turtmann sowie in einem Kurzstrecken-Testnetz in Thun übertrafen die Erwartungen. Bei den Lagekoordinaten konnte eine sehr hohe Übereinstimmung (im mm-Bereich) mit dem «ground truth» d. h. mit den Ergebnissen der hochgenauen terrestrischen Messungen nachgewiesen werden^{7,8}. Offen blieben Fragen zur Höhengenaugigkeit, da die Einflüsse der tropo- und ionosphärischen Refraktion noch Probleme bereiteten. Ende 1987 beschaffte swisstopo vier Einfrequenz-GPS-Empfänger Trimble 4000SL (1988 upgrade auf Zweifrequenzen-Empfänger SLD), um damit das landesweite Referenznetz von GNSS-Stationen LV95 messen zu können. swisstopo begann 1988 mit dem Aufbau dieses *GNSS-Landesnetzes LV95*, einem von der bestehenden Landestriangulation unabhängigen Referenzpunktfeld mit 104 homogen verteilten Hauptpunkten, welche eine weitgehende Horizontfreiheit aufweisen, leicht zugänglich sowie stabil und dauerhaft in geeignetem Untergrund verankert sind^{4,5,6,9,14}. Die Erstmessung erfolgte in vier Teilkampagnen von 1989–1992. Das Hauptnetz

wurde bis 1995 mit Verdichtungspunkten sowie mit Anschlüssen an die bestehende Landestriangulation und ans Landesniveau ergänzt, um den Übergang von der alten zur neuen Landesvermessung zu unterstützen. Das LV95-Netz umfasst total 208 Punkte und wird seit 1998 von swisstopo alle 6 Jahre neu gemessen.



Abb. 2: GNSS-Landesnetz LV95. Stationierung auf Verdichtungspunkt «Bellinzona» (Castelgrande) in der Messkampagne CHTRF2010 (Foto swisstopo).

Das Landesvermessungswerk LVW95

Die Entwicklungen der Satellitengeodäsie eröffneten ein breites Feld neuer Möglichkeiten aber auch Bedürfnisse für die LV^{4,5,9,14,32}. Die gesamten abgeschlossenen oder z.T. noch laufenden geodätischen Arbeiten wurden unter dem Sammelbegriff *LVW95* anlässlich einer Standortbestimmung 2006 wie folgt im Überblick beschrieben⁵⁹.

(1) Geodätische Grundlagen GG95

Die Definition zweier nationaler geodätischer Bezugssysteme: *CHTRS95* (aus ITRS bzw. ETRS89 abgeleitetes, global gelagertes Bezugssystem) und *CH1903+* (lokales Bezugssystem mit Beibehaltung des in der Schweiz gebräuchlichen Projektions- und Koordinatensystems des alten Bezugssystems CH1903) sowie die Definition der Transformationen zwischen verschiedenen nationalen und internationalen Systemen¹¹.

(2) Fundamentalstation Zimmerwald

Betrieb der Fundamentalstation Zimmerwald (gemeinsam mit dem AIUB) mit Satellite Laser Ranging (SLR), GNSS- und Schweremessungen. Bestimmung der Stationskoordinaten und -geschwindigkeiten im globalen Bezugssystem¹⁰.

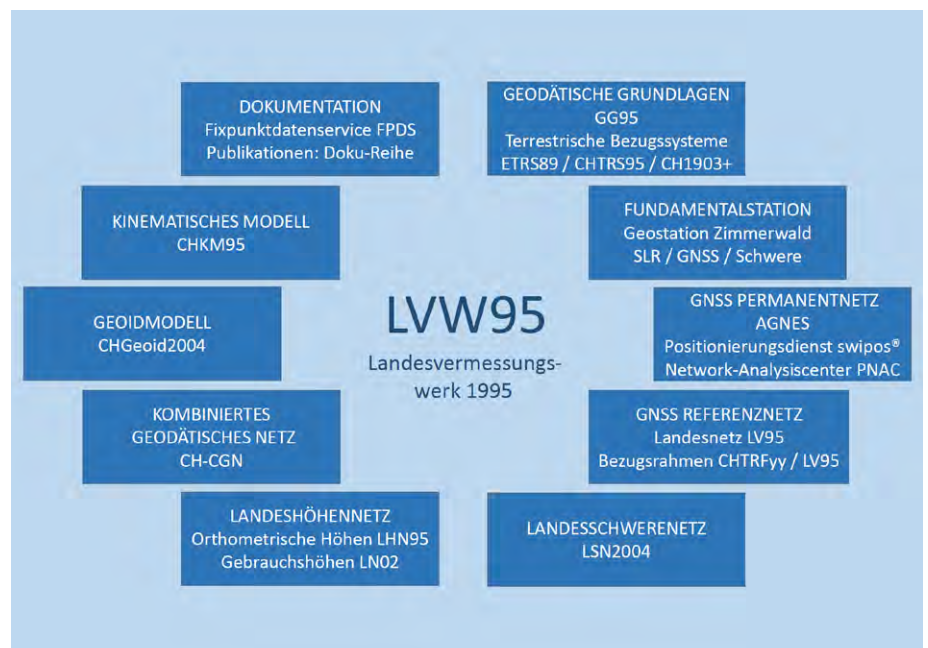




Abb. 3: Geostation Zimmerwald: Antennenmast der permanenten GNSS-Station des AGNES-Netzes, auf dem Fundamentalpunkt der LV (Foto swisstopo).

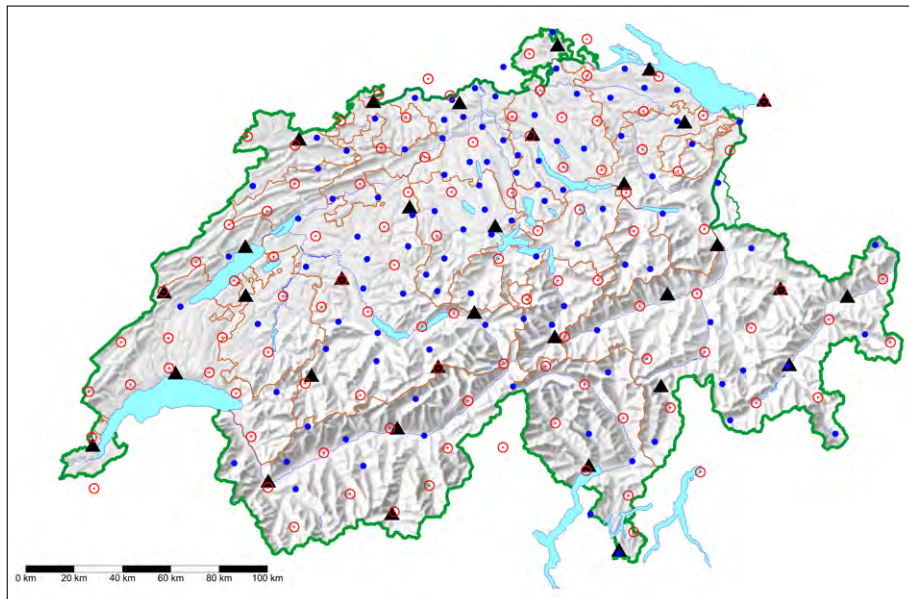


Abb. 4: Übersicht GNSS-Landesnetz LV95 (Stand 2020) mit AGNES-Permanentstationen (schwarz), 104 Hauptpunkten (rot) und 104 Verdichtungspunkten (blau).

(3) GNSS-Permanentnetz AGNES

Permanentbetrieb des landesweiten *automatischen GNSS-Netzes Schweiz AGNES* und des *Positionierungsdienstes swipos*[®]. Daten der GNSS-Permanentstationen werden mittels swipos[®] verbreitet und als Referenzdaten für Echtzeitanwendungen sowie für nachträgliche Auswertungen verfügbar gehalten^{18, 19, 26, 33, 38}.

Betrieb des *Permanent Network Analysis Centers PNAC*⁷⁹ zur Auswertung von permanent gemessenen GNSS-Daten von Referenznetzen in der Schweiz und im europäischen Umfeld.

(4) GNSS-Referenznetz Landesnetz LV95

Realisierung des Bezugssystems CHTRS95 als 3D-Bezugsrahmen *CHTRFyy* durch wiederholte GNSS-Messungen mit hoher Genauigkeit und Zuverlässigkeit auf gut zugänglichen, stabil vermarkten Referenzpunkten des Landesnetzes LV95 unter Einbezug der AGNES-Permanentmessungen. Bestimmung der 3D-Koordinaten und deren Varianz/Kovarianz sowie der lokalen Koordinaten der GNSS-Referenzpunkte des statischen Bezugsrahmens LV95 als Realisierung des Bezugssystems CH1903+²⁸. Verknüpfung der Netze der bisherigen Landesvermessung LV03 mit

dem Bezugsrahmen LV95 und Erstellung optimaler Anschlussmöglichkeiten für die Verdichtungsnetze der AV. Bereitstellung der Transformationswerkzeuge^{17, 43, 45}.

(5) Landesschwerenetz LSN2004

Bereitstellen des Schwergrundnetzes LSN2004 mittels absoluter sowie relativer Schweremessungen. Verdichtung des LSN entlang der Nivellementslinien als Grundlage für LHN95³⁹.

(6) Landeshöhennetz LHN95

Aufbau des Landeshöhennetzes LHN95 als nationaler Höhenbezugsrahmen auf der Basis von strengen orthometrischen Höhen. Unterhalt des Landesnivellements LN02 (Gebrauchshöhen für die AV) und Bereitstellen optimaler Transformationswerkzeuge für die Höhenbestimmung mittels GNSS^{20, 23, 24, 35, 36, 41}.

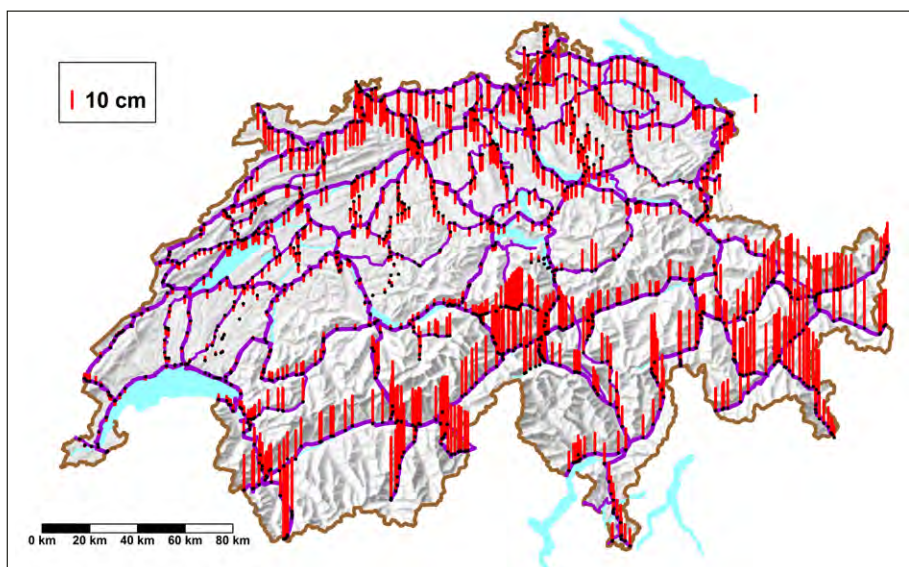


Abb. 5: Landeshöhennetz (Stand 2020) mit Unterschieden zwischen den Höhenbezugsrahmen LHN95 und LN02 (ca. 1430 Stützpunkte).

(7) Kombiniertes geodätisches Netz CH-CGN

GNSS-Levelling auf ausgewählten Stationen. Bestimmung von Geoidundulationen aus GNSS- und orthometrischen Höhen zur Stützung der Geoidmodelle³⁰.

(8) Geoidmodell CHGeo2004

Berechnung und Bereitstellen eines hochgenauen Geoidmodells der Schweiz, welches die Verknüpfung des 3D-Netzes (GNSS) mit dem Landeshöhennetz (Nivellement) erlaubt^{35,67}.

(9) Kinematisches Modell CHKM95

Berechnung von Zeitreihen, Geschwindigkeitsfeldern und des kinematischen Modells der Schweiz *CHKM95* aus wiederholten und permanenten geodätischen Messungen höchster Präzision. Grundlage für die Untersuchungen der Bewegungen der obersten Erdkruste in der Schweiz durch die wiederholte 3D-Vermessung^{5,34,62,69,71}.

(10) Dokumentation

Zeitgemässe Bereitstellung und Verfügbarkeit der Daten (Koordinaten, Höhen, etc.) der LV durch *Geodienste*. Die geodätischen Referenzpunkte der LV und der AV (Kategorien 1 und 2) werden von swisstopo und den Kantonen im *Fixpunkt-Datenservice FPDS*⁷³ verwaltet und über Internet bereitgestellt.

LVW95 ist heute zu grossen Teilen operationell und wird von der Fachwelt rege genutzt. Einzelne Teile, wie z. B. das kinematische Modell, werden zurzeit noch weiter entwickelt. Mit dem wachsenden Datenbestand von permanenten und wiederholten Messungen werden die Ergebnisse (Geschwindigkeitsfelder etc.) in naher Zukunft aussagekräftiger⁷².

Grundlagen für die Nationale Geodateninfrastruktur NGDI

Am 25.02.1998 beauftragte der Bundesrat das VBS, eine weisungsbefugte *Koordinationsstelle Grundlagedaten GIS* (Geografische Informationssysteme) zu

betreiben und eine interdepartementale Koordinationsgruppe einzusetzen. Die neue Geschäftsstelle *KOGIS* wurde im Januar 2000 swisstopo angegliedert. Gestützt auf den in der Volksabstimmung vom 28.11.2004 angenommenen Art. 75a der Bundesverfassung erliess das Parlament das *Bundesgesetz über Geoinformation* (GeoIG, SR 510.62)^{31,46,47}. Es wurde vom Bundesrat gemeinsam mit Ausführungsverordnungen wie der *Geoinformationsverordnung* (GeoIV)⁴⁸ und der *Landesvermessungsverordnung* (LVV)⁴⁹ per 01.07.2008 in Kraft gesetzt. Diese Erlasse konkretisieren die im Juni 2001 vom Bundesrat beschlossene *Strategie für Geoinformation beim Bund*²¹. Sie hatte zum Ziel, die Verfügbarkeit von qualitativ hochwertiger Geoinformation zu verbessern, welche zum Wirtschaftswachstum, zu einer Verbesserung der Umwelt, zu einer nachhaltigen Entwicklung und zum sozialen Fortschritt beiträgt. Zentrales Element war der Aufbau einer *NGDI*²⁹. Sie umfasst insbesondere die *Geobasisdaten*, d.h. Geodaten, die gestützt auf einen rechtsetzenden Erlass als Grundaufgabe im öffentlichen Interesse flächendeckend über die Schweiz in geforderter Qualität und Homogenität produziert, nachgeführt und verwendet werden und für die Verwaltungsführung unerlässlich sind.

Der Datenkatalog der Geobasisdaten der NGDI Schweiz wird unterteilt in «Referenzdaten» und «Thematische Daten». *Georeferenzdaten* sind diejenigen Geobasisdaten, auf denen alle weiteren georeferenzierten Informationen aufbauen. Dazu gehören insbesondere auch die geodätischen Bezugssysteme (CH1903+; inkl. Referenzellipsoid, Geoid, Kartenprojektionen, Transformationen) und Bezugsrahmen (LV95 und LHN95; Lagekoordinaten und Höhen von Referenzpunkten, GNSS-Permanentstationen), also die wesentlichen Komponenten des LVW95⁵¹. Die Nutzung der Informationsangebote der NGDI soll auf der Basis von vernetzten *Geodiensten* erfolgen. Dazu zählen nebst Web-Mapping- und Vertriebsdiensten auch die Positionierungs- und die Koordinatentransformationssdienste.

Aktuell hält die Geoinformationsplattform *geo.admin.ch*⁷⁴ der Schweizerischen Eidgenossenschaft mehr als 800 Datensätze verfügbar, die alle nach einheitlichen Kriterien georeferenziert sind und somit lagegenau überlagert und zusammen interpretiert werden können.

Das GeoIG, die GeoIV und die LVV bilden die rechtlichen Grundlagen für das LVW95. In der GeoIV werden der amtliche Lage- und Höhenbezug sowie die Übergangsfristen für den Wechsel des Lagebezugsrahmens von CH1903/LV03 zu CH1903+/LV95 festgelegt: Georeferenzdaten müssen bis Ende 2016 umgestellt sein, die übrigen Geobasisdaten des Bundesrechts bis Ende 2020^{44,46}.

Für den sog. *Bezugsrahmenwechsel (BRW)* der Georeferenzdaten von LV03 nach LV95, wie beispielsweise den Grundstücksdaten der AV, waren hochgenaue Grundlagedaten und *Transformationsalgorithmen* erforderlich. Zu deren Erstellung arbeitete der Bereich Geodäsie von swisstopo eng mit den Hochschulen zusammen. Das IGP der ETH Zürich adaptierte die Methode der linearen Transformation mit finiten Elementen (FINELTRA) an die Bedürfnisse in der Praxis¹³. Dazu wird das Gebiet der Schweiz in Dreiecke unterteilt. Die Dreiecksknoten sind Punkte, für welche sowohl alte LV03-Landeskoordinaten (Bezeichnung der Achsen y/x) als auch LV95-Koordinaten (Bezeichnung E/N) vorliegen. Für jedes Dreieck (innere Punkte und Randpunkte) wird eine lokale Affintransformation so festgelegt, dass die Eckpunkte durch die Transformation genau die Ausgangs- bzw. Zielwerte erhalten. Dieses Werkzeug ermöglicht zusammen mit der durch swisstopo und die Kantone erarbeiteten landesweiten Dreiecksvermaschung (Datensatz CHENyx06; siehe nächstes Kapitel) eine Transformationsgenauigkeit von wenigen Zentimetern über die ganze Schweiz, exklusiv der Problemzonen, die eine besondere Bearbeitung erfordern⁴³. Über den Visualisierungsdienst *FINELTRA-Datenviewer*⁷³ kann die empirische Transformationsgenauigkeit abgerufen werden.

Eine besondere Aufmerksamkeit erhält auch die Transformation und Interpol-

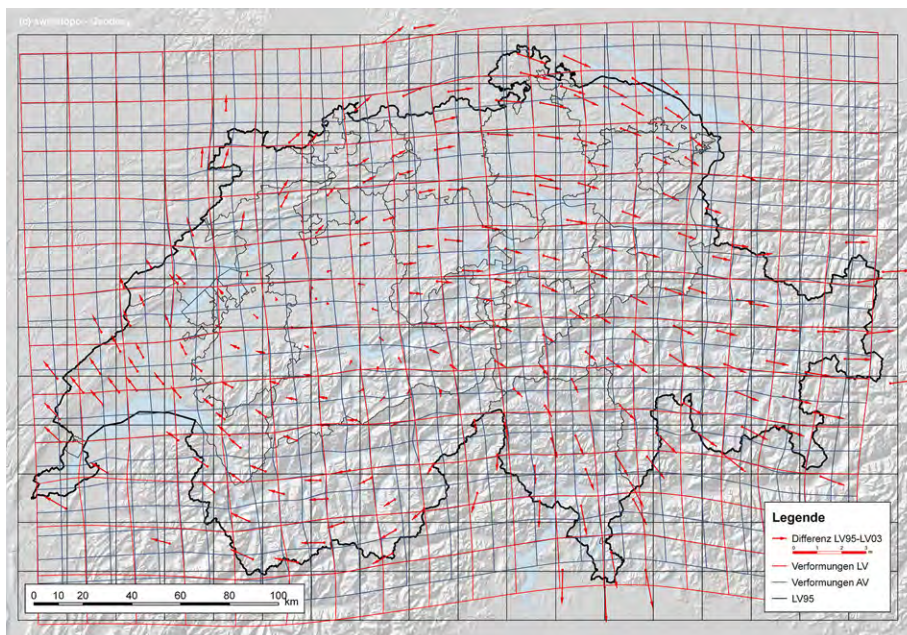


Abb. 6: Verformungen der alten Landesvermessung LV03. Vektoren der Lage-differenzen LV03 → LV95 (örtliche Entzerrung) und Verformungen des Ko-ordinatengitters der LV (rot) bzw. zusätzlich der lokalen Verzerrung der AV (blau) im Vergleich zum fehlerfreien Bezugsrahmen LV95.

tion von Raster- und Vektordaten, wofür spezielle Tools erarbeitet wurden^{53,60}. Für Daten mit geringeren Genauigkeitsanforderungen werden entsprechend vereinfachte Transformationen und Gitter-Interpolationen eingesetzt, bis hin zur reinen Block-Translation um die Shiftwerte 2 Mio. m/1 Mio. m der Lagekoordinaten. Im Softwarepaket *REFRAME* von swisstopo sind alle relevanten Umrechnungen und Anwendungen für den BRW unter einer übersichtlichen Benutzeroberfläche vereint. *REFRAME* steht den Benutzern auch als online-Transformationsdienst über das Internet-Portal von swisstopo zur Verfügung⁷⁵. Zur einheitlichen und optimalen Umsetzung des BRW hat swisstopo den Software-Entwicklern alle für die Schweiz relevanten Transformationen und Projektionen in verschiedenen Formen, inkl. Programmbibliothek, Quellcode und Skripts, für die Integration in eigene Applikationen zur Verfügung gestellt^{53,60} (vgl. z. B. «SwissRailTra» der SBB⁶³).

Ebenso wie der Bereitstellung kundenfreundlicher Software-Werkzeuge und Geodienste⁶⁰ hat swisstopo auch der stufengerechten *Information* und breiten *Kommunikation* zum BRW mit allen be-

troffenen Institutionen und Nutzerkreisen grosse Bedeutung beigemessen. Deshalb wurden nebst den Institutionen der AV auch alle Bundesstellen, welche Geobasisdaten des Bundesrechts erstellen und verwalten, sowie die kantonalen GIS-Fachstellen und weitere grosse Geodaten- und Softwareproduzenten zeitgerecht über den BRW informiert und in ihren Vorbereitungen unterstützt. Dazu wurden die Berichte-Reihen «swisstopo-Doku»⁸¹ und Fachpublikationen⁵⁹ geschrieben, Informationsveranstaltungen⁵² und Schulungen durchgeführt und ein spezielles Internet-Portal^{43,45,76} erstellt. Schliesslich wurden alle weiteren Betroffenen bis hin zur gesamten Bevölkerung einbezogen und unter dem Label *Neue Koordinaten für die Schweiz* durch Informationsbroschüren⁴⁰, Textbausteine und Bildmaterial für Flyer (z. B. für Grundeigentümer⁶¹) und initiierte Kurzfilme, Medienmitteilungen und -artikel^{65,68} informiert.

Einführung in der amtlichen Vermessung AV

Die AV ist der Hauptkunde (und Partner) der Landesvermessung, auf deren Refe-

renzpunkte sie sich stützt. Gemeinsam stellen LV und AV die Referenzdaten und somit die Grundlage für praktisch alle Geodaten der Schweiz bereit. Deshalb müssen sie sich auf denselben Bezugsrahmen beziehen. Zudem hat der Bund im Bereich der AV direkte Einflussmöglichkeiten und beteiligt sich namhaft an deren Kosten.

Anfänglich wurde das Verhältnis vom Nutzen zum Aufwand der Einführung von LV95 in die AV kritisch beurteilt¹². Unter der Leitung der V+D wurde eine Arbeitsgruppe eingesetzt, welche die Konsequenzen der neuen Landesvermessung LV95 analysierte und breit diskutierte¹⁵. Im Schlussbericht wurden Ausgangslage, Umfeld, Zielkonflikte, rechtliche Aspekte, Nutzen, Kosten, Organisation und Szenarien bis hin zu Umsetzungsstrategien, Schlussfolgerungen und Empfehlungen detailliert ausgearbeitet¹⁶.

Die Arbeitsgruppe kam zum Schluss, dass «die AV voraussichtlich handeln und den Bezugsrahmen LV03 durch LV95 ersetzen muss»¹⁶. Sie folgerte in ihrem Bericht, dass die AV die Herausforderung der technologischen Entwicklung annehmen muss, damit sie letztere aktiv nutzen und mitgestalten kann, um nicht den Führungsanspruch im Bereich Landinformationssysteme zu verlieren und ihre Aufgabe nur unzureichend erfüllen zu können. Die Umstellung auf LV95 sei notwendig, volkswirtschaftlich sinnvoll und gemäss beschriebener Strategie rationell durchführbar. Sie erkannte, dass die Probleme weniger bei der Technik als vielmehr bei der Information und Organisation liegen würden. «Je schneller mit der Umstellung begonnen wird, umso geringer sind die damit verbundenen Kosten (Koordination mit Realisierung AV93) und umso schneller tritt auch der Nutzen ein.»¹⁶

Am 06.05.1996 haben swisstopo und die V+D aufgrund einer breiten Vernehmlassung den *Grundsatzentscheid zugunsten einer Umstellung auf LV95* gefällt und eine Projektorganisation eingerichtet. Die Arbeiten für die Überführung der AV in LV95 wurden in die ordentlichen Programmvereinbarungen zwischen Bund

Als Vorteile des landesweit homogenen, spannungsfreien Bezugsrahmens der Landesvermessung 1995 wurden anerkannt: LV95...

- bietet sichere, leicht zugängliche und stabile Referenzpunkte mit hoher Genauigkeit und ausgewiesener Zuverlässigkeit;
- erlaubt die Koordinaten mit den in der AV geforderten Genauigkeiten in den meisten Fällen ohne lokale Einpassung zu bestimmen;
- ermöglicht dank zwangsfreier Anschlussfelder Verzerrungen in den Fixpunktnetzen der AV vereinfacht aufzudecken und zu beheben;
- unterstützt lokale Entzerrungen zur Steigerung der Qualität der AV-Daten, redu-

ziert Fehlerquellen, rationalisiert die Berechnungen;

- reduziert die Kosten bei Erstellung und Unterhalt von Vermessungsoperaten der AV und anderer auf der AV referenzierter Geodaten dank den einheitlichen, homogenen und weitgehend spannungsfreien Grundlagen;
- ermöglicht eine starke Reduktion der zu unterhaltenden Dichte der Lagefixpunkte auf allen Stufen der Vermessungsgrundlagen und spart damit langfristig Kosten;
- optimiert die Nutzung der GNSS-Technologien und vereinfacht den effizienten, landesweiten Einsatz dieser modernen Messmethoden, inkl. flächendeckend und kontinuierlich verfügbaren Echtzeit-Positi-

onierungsdiensten zur rationellen Datenerhebung;

- vereinfacht die Integration raumbezogener Daten verschiedenster Herkunft infolge der einheitlichen und globalen Referenzierung;
- erleichtert die Verknüpfung mit Daten in globalen Bezugssystemen/-rahmen sowie mit denjenigen der Nachbarländer in grenzüberschreitenden Projekten dank genauen Koordinatentransformationen;
- eignet sich dank stabilen, geologisch begutachteten und überwachten Referenzstationen (AGNES) und -punkten (LV95) für tektonische Untersuchungen und zur verlässlichen Bestimmung eines konsistenten kinematischen Modells der Schweiz.

und Kantonen aufgenommen. Der Bund beteiligte sich an den anrechenbaren Kosten der «besonderen Anpassung von hohem nationalem Interesse» zu 60%. Ende 1998 wurde die V+D in das Bundesamt für Landestopografie swisstopo integriert, was die Koordination zwischen LV und AV erleichterte.

Am 22.02.2000 schuf die Geschäftsleitung swisstopo das *Kompetenzzentrum Raumdaten/LV95* als Koordinationsstelle für die Vorbereitung und Begleitung des BRWs der AV von LV03 auf LV95²⁵. Allerdings beschloss die GL swisstopo in Absprache mit der Konferenz der Kantonalen Vermessungsämter KKVA/CadastreSuisse am 30.04.2002, das neue Landeshöhennetz LHN95 nicht als Grundlage für die *offiziellen Höhen in der amtlichen Vermessung* einzuführen und die Referenzhöhen für die meisten Anwendungen in der Schweiz im Bezugsrahmen LN02 als sogenannte Gebrauchshöhen zu belassen²⁷.

In der Strategie der AV für die Jahre 2004–2007 wurde als Ziel bestimmt, dass die Daten der AV so aufbereitet oder erhoben werden, dass sie in LV95 vorliegen, weitgehend von Verzerrungen und Widersprüchen befreit («homogenisiert») sind und somit auf lokale Einpassungen verzichtet werden kann. In enger Zusammenarbeit mit swisstopo erstellten die kantonalen Vermessungsaufsichten ihre stark verdichteten Dreiecksvermaschungen

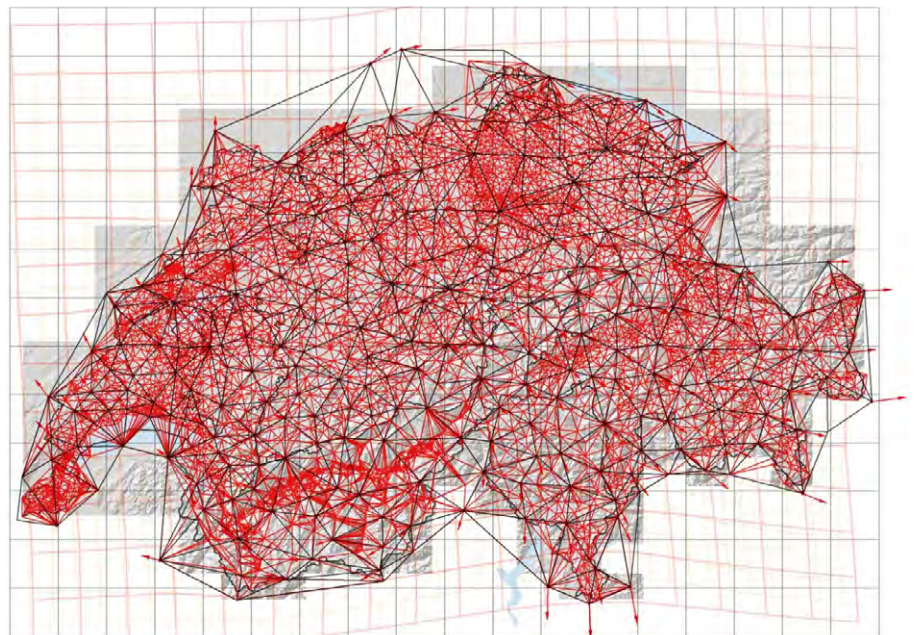


Abb. 7: Nationale Dreiecksvermaschung CHENyx06 für die lineare Transformation mit finiten Elementen (FINELTRA). In schwarz: Dreiecke auf Stufe LV, in rot: auf Stufe AV.

mindestens bis auf Stufe LFP2. Der offizielle Transformationsdatensatz CHENyx06 stand Ende 2006 flächendeckend zur Verfügung. Er umfasst 11 882 Dreiecke und 5 944 Transformationsstützpunkte. Die mittlere Transformationsgenauigkeit liegt bei 2 cm, wobei sich die erzielten Werte – je nach Kanton – zwischen 0.2 cm und 4.8 cm bewegen⁴³.

Implementiert in den Softwareprodukten wie REFRAME⁷⁵, im Positionierungsdienst swipos⁷⁷ sowie in den Transformations-

Geodiensten standen die technischen Voraussetzungen für eine Transformation der AV-Daten zwischen den beiden Bezugsrahmen für alle in der Schweiz verbreiteten Datenformate in der Lage im Zentimeterbereich ab Frühjahr 2007 bereit. Mit dem «*Konzept zur Überführung der AV in den Bezugsrahmen LV95*» vom Juni 2007 war auch das Vorgehen festgelegt^{42,44}. Die Kantone mussten die Umsetzung dieser Überführung für die nächsten zwei Vierjahres-Strategien pla-

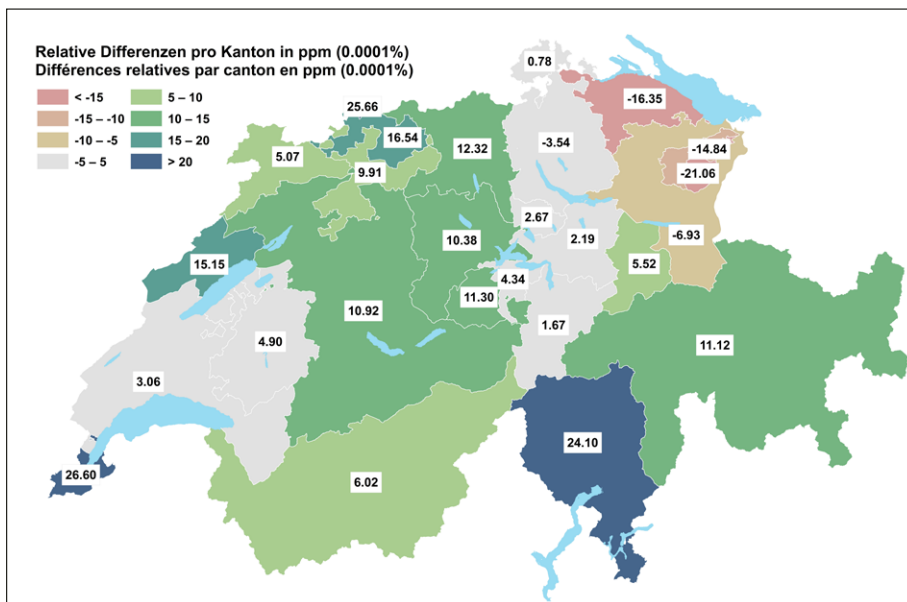


Abb. 8: Relative Flächendifferenzen [ppm] pro Kanton infolge des Bezugsrahmenwechsels LV03 → LV95.

nen. Dies entsprach der zeitlichen Vorgabe der GeoIV, welche die Übergangsfrist für den Wechsel von LV03 in LV95 bzw. die Einführung der neuen Koordinaten für die Referenzdaten auf Ende 2016 terminierte.

Die eigentliche Umstellung erfolgte also kantonsweise. Die Kantone stellten in zeitlicher Koordination mit ihren Umstellungen auf LV95 eigene Publikationen und Internetseiten bereit, welche mit den Informationsangeboten von swisstopo verlinkt waren. Bei der Information in den Medien war übrigens auffällig, wie die Medien vor allem an den Flächenänderungen der Kantone interessiert waren^{z.B. 68}. Der BRW für die Georeferenzdaten und die Einführung der neuen Koordinaten in der AV bis Ende 2016 verliefen ohne nennenswerte Probleme. Einige Kantone nutzten die Gelegenheit, ihre gesamte kantonale Geodateninfrastruktur in den Bezugsrahmen LV95 zu überführen⁵⁴. Auch die meisten der verbleibenden Kantone hatten kurz darauf die kantonale Geodateninfrastruktur auf LV95 umgestellt.

Als einer der Vorteile des Bezugsrahmens LV95 wurde erkannt, dass er beste Voraussetzungen bietet, um detaillierte *Verzerrungsanalysen auf Stufe AV* durchzuführen, um geometrische Widersprüche aufzudecken und spannungsbehaftete

Gebiete zu entzerren⁵⁰. Idealerweise wurden diese Massnahmen gemäss dem Überführungskonzept gleich mit dem BRW kombiniert. Die Kantone wurden deshalb aufgefordert, spannungsarme Gebiete auszuscheiden, in denen die Lageübereinstimmung zwischen GNSS-Messungen und den AV-Sollkoordinaten besser ist als die gesetzlich geforderte Standardabweichung und somit keine Einpassungen erforderlich sind. Denn das volle Potential des neuen Bezugsrahmens LV95 kann nur ausgeschöpft werden, wenn spannungsbehaftete Gebiete entzerrt sind. Problembehaftet werden allerdings die Gebiete mit dauernden Bodenverschiebungen bleiben. Letztere müssen

ausgeschieden und mittels Anmerkung im Grundbuch als solche gekennzeichnet werden.

Mit dem BRW wurden zudem neue Möglichkeiten und Bedürfnisse im Umgang mit *Fixpunkten* geschaffen, um die Vorteile des stabilen, homogenen LV95-Rahmens verbunden mit GNSS-Messmethoden innerhalb der gesetzlich geforderten Genauigkeitsanforderungen der AV zu nutzen. Deshalb wurden die Kantone aufgefordert, ihre Fixpunktkonzepte gestützt auf die Fixpunktstrategie des Bundes zu aktualisieren⁶⁴. Das Leitmotiv der «*Vision Fixpunkte*» lautet: «Fixpunkte, so viele wie nötig – so wenige wie möglich». Zu erwähnen ist, dass die Hierarchie der Fixpunkte in LV95 an Bedeutung verliert. Die Unterscheidung in Fixpunkte oder Referenzpunkte der LV bzw. der AV ist primär eine Frage der Zuständigkeit (Bund/Kantone) bei der Messung und dem Unterhalt.

Vermessung, Positionierung und Navigation heute

Der *Swiss Positioning Service (swipos®)* ist heute – zusammen mit anderen kommerziellen Positionierungsdiensten – in der Vermessungspraxis zum Standard geworden. Während swipos® in den Anfangszeiten (um 2002) fast ausschliesslich im Fixpunktbereich und in der AV eingesetzt wurde, hat sich der Anwendungsbereich heute klar in Richtung Bauwesen und Maschinensteuerungen (inkl. Landwirtschaft und Pistenfahrzeuge) verschoben^{18, 19, 26, 33}. Insgesamt hat die Nutzung



Abb. 9: Beispiel des erweiterten Anwendungsbereichs von swipos®: Echtzeit-Positionierung von Pistenfahrzeugen (Foto swisstopo).



Abb. 10: Anwendungsbereich von swipos®: GNSS-gestützte Echtzeit-Positionierung einer Baumaschine, inkl. automatischer Steuerung der Grabtiefe. Monitor im Cockpit (Trimble Earthworks; Foto Sitech Schweiz AG).

von 11 Lizenzen (2002) auf ca. 3000 Lizenzen (2020) zugenommen.

Eine Besonderheit von swipos® bilden die real-time Transformationen zwischen den verschiedenen Lage- und Höhenbezugsrahmen in der Schweiz. Dank diesen können die Kunden wahlweise im «alten» (LV03) oder «neuen» (LV95) Lagebezugsrahmen messen. Bei den Höhenbezugsrahmen kann zwischen den offiziellen Gebrauchshöhen LN02 und den ortho-

metrischen Höhen in LHN95 gewählt werden. Die real-time Transformationen wurden mit dem Ziel eingeführt, den swipos®-Benutzern während der Einführung des neuen Bezugsrahmens LV95 das Arbeiten im alten und neuen Bezugsrahmen zu ermöglichen. Dadurch sollte insbesondere auch die Akzeptanz des neuen Bezugsrahmens gefördert werden.

Da gemäss der GeoIV die Übergangsfrist für den BRW der Geobasisdaten per Ende 2020 abläuft, wird swisstopo auf diesen Zeitpunkt die real-time Transformation zwischen LV95 und LV03 abschalten. Die Transformation zwischen den Höhen LHN95 und LN02 wird beibehalten, da LN02 nach wie vor der offizielle Höhenbezugsrahmen für die AV ist. Eine kurze Analyse der aktuellen swipos-Nutzung zeigt, dass immer noch ca. 25% der Kunden in LV03 messen, während die Fachleute aus dem Vermessungsbereich heute praktisch ausschliesslich im Bezugsrahmen LV95 arbeiten.

Aktuell stellt sich bei swipos® die Frage, wie weit der Dienst auch für den Massenmarkt verwendet werden kann oder ob der Einsatz von swipos® auf den profes-

sionellen Vermessungs- und Bauparkt beschränkt bleiben soll. Unter Massenmarkt werden dabei Anwendungen mit mehreren Tausend Benutzern verstanden wie z. B. autonome Fahrzeuge. Für solche Anwendungen sind grundsätzlich Dienste nach der Methode des *Precise Point Positioning (PPP)* besser geeignet, da die Korrekturdaten im Broadcasting (d.h. an eine praktisch unbegrenzte Anzahl von Benutzern) ausgesendet werden können. Im Gegensatz dazu ist bei swipos® als *VRS (Virtual Reference Station)* – Dienst für jeden einzelnen Kundenzugriff eine bi-direktionale Datenverbindung erforderlich. Zudem sind bei diesen Anwendungen länderübergreifende (kontinentale bis globale) Dienste gefragt, da sich z. B. die Automobilindustrie niemals auf nationale Dienste abstützen wird.

Eine mögliche Form der Zusammenarbeit besteht in der Lieferung von GNSS-Daten der AGNES-Stationen an kommerzielle Dienste, da die Provider grundsätzlich an Daten von stabilen, gut überwachten Referenzstationen interessiert sind. Die Provider benutzen dabei in der Regel eine grössere Anzahl von Stationen als für die

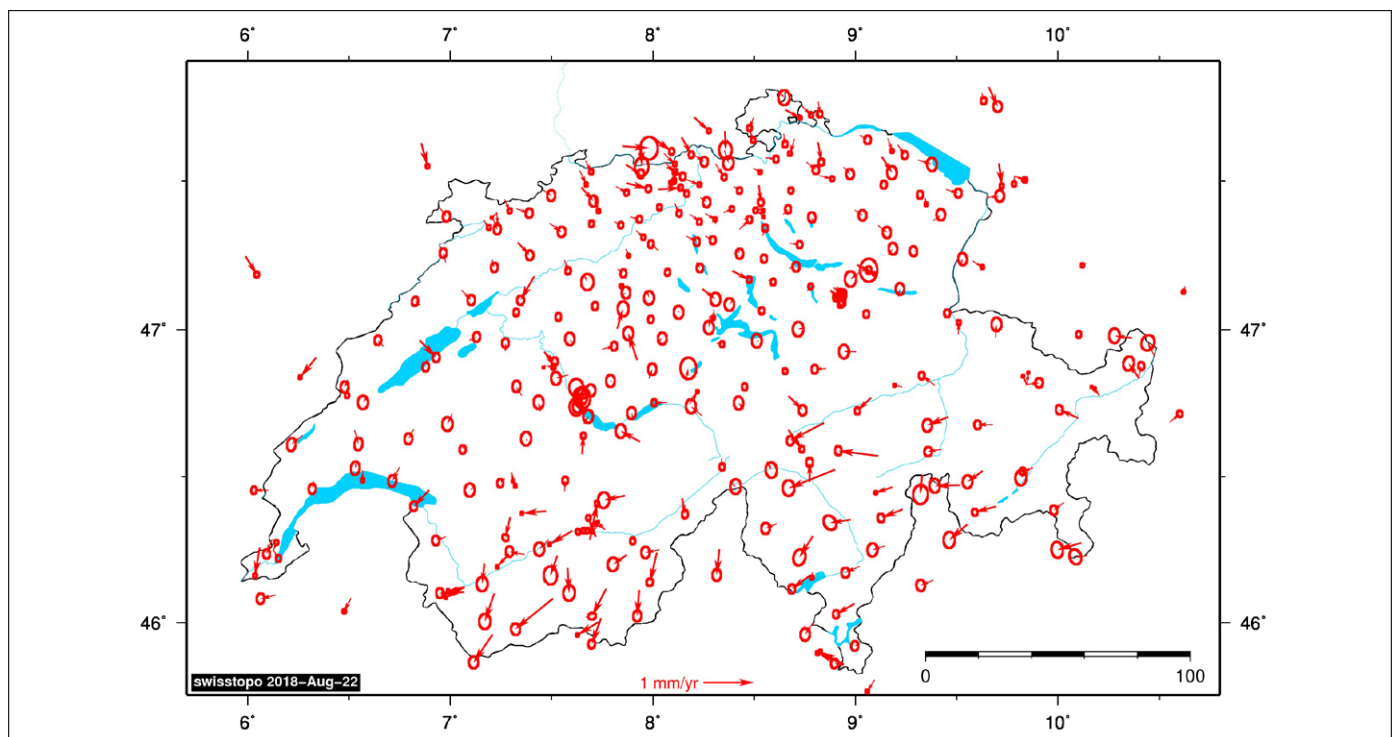


Abb. 11: Geschwindigkeitsfeld von ca. 300 LV95-Referenzpunkten und AGNES-Permanentstationen in der Lage bezgl. Zimmerwald mit Fehlerellipsen (Stand 2016).

PPP-Lösung effektiv benötigt wird und schaffen damit die notwendige Redundanz. Im Sinne eines Versuchs liefert swisstopo momentan die Daten von zwei AGNES-Stationen an den Dienst *SAPA (Safe and Precise Augmentation)* der 2017 gegründeten Joint-Venture Firma *SAP-CORDA*⁷⁸. Diese kontinentalen Dienste verwenden in Europa in der Regel das System ETRS89 und sind damit im Bereich von einigen wenigen Zentimetern mit CHTRS95 kompatibel.

Resultate der wiederholten Messungen im Landesnetz LV95

Der Qualität und Verlässlichkeit der geodätischen Grundlagen wurde im LVW95 stets hohe Priorität zugeordnet. Die Einhaltung der Qualitätsstandards der geodätischen Produkte der Landesvermessung ist Teil der jährlichen Leistungsziele des Bereiches und wird in einem Bericht ausgewiesen⁵⁵. So wurde auch die Stabilität des LV95-Netzes seit 1995 in vier Wiederholungsmessungen (1998, 2004, 2010 und 2016) überprüft^{34,66,71}. Diese zeigten, dass nach 25 Jahren nur fünf der 208 LV95-Punkte gegenüber den auf cm-gerundeten offiziellen Lagekoordinaten eine Differenz auf weisen, welche den Betrag von 2 cm übersteigt. Dieser Betrag wurde in den Qualitätsstandards der LV als Grenzwert für eine Anpassung der publizierten Koordinaten des statischen Bezugsrahmens LV95 festgelegt. Lediglich vier LV95-Punkte mussten seit deren Erstellung anfangs der Neunzigerjahre ersetzt werden. Die Wiederholungsmessungen beweisen also einerseits die sorgfältige Auswahl der Standorte und die stabile Materialisierung der Punkte, andererseits die präzise Bestimmung der Lagekoordinaten zu einer Zeit, als GPS noch im Aufbaustadium war.

Gemeinsam mit den GNSS-Messungen der AGNES-Permanentstationen und den Präzisionsmessungen im Landeshöhennetz bilden die wiederholten Messungen im Landesnetz LV95 bzw. im kinematischen 3D-Bezugsrahmen CHTRFyy die Basis für

Untersuchungen der «neotektonischen» Bewegungen der obersten Erdkruste in der Schweiz. Zur Zeit des Aufbaus von LV95 war man noch der Meinung, dass die aus wiederholten Messungen im Landesnivelement berechneten Hebungen der Alpen (bis ca. 1.5 mm pro Jahr) primär durch ein Aufschieben der tektonischen Platten verursacht würden. Aus der Interpretation der geologischen Schichtungen wurden in der Schweiz daher etwa dreifach grössere horizontale Verschiebungen erwartet.

Eine Analyse des Geschwindigkeitsfeldes zeigt jedoch, dass 95% der LV95-Punkte kaum eine Bewegung in einer Richtung von mehr als 0.6 mm/Jahr aufweisen⁷². Während sich das Mittelland sehr stabil zeigt, erkennt man einzelne Regionen, die ein ähnliches Bewegungsmuster haben, was auf tektonische Einflüsse hinweisen könnte. Regionen mit systematischen Bewegungen befinden sich in den Alpen südlich der Rhone (im Wallis) und des Vorder- und Hinterrheins (in Graubünden), aber auch im Jura sind solche erkennbar. Die horizontalen und vertikalen Bewegungen liegen somit in derselben Grössenordnung. Dies deutet darauf hin, dass die Alpenhebung zu einem wesentlichen Anteil durch isostatische Ausgleichsbewegungen nach dem Abschmelzen der Eismassen nach der letzten Eiszeit verursacht wird.

In Studien zusammen mit der Nagra, dem Schweizerischen Erdbebendienst und geologischen Fachstellen sollen die Daten vertieft analysiert werden. Dies ist eine Voraussetzung für die Entwicklung des *kinematischen Modells der Schweiz CHKM95*⁷⁰.

Die Resultate der Geschwindigkeitsschätzungen sind auf der Web-Plattform des *PNAC* von swisstopo zusammengestellt⁷⁹. Dank der Verwendung des Geodatenviewers können neben den vermessungsrelevanten Layern auch Geologie- und Tektonikkarten zugeschaltet werden.

Ausblick

In den nächsten Jahren werden weitere Grundlagedaten erhoben, um ein *kombiniertes Geschwindigkeitsmodell* für Bewegungen in Lage und Höhe abzuleiten.

Für die Oberflächenänderungen sollen zukünftig auch *InSAR-Daten (Interferometric Synthetic Aperture Radar)* von Erdbeobachtungssatelliten herangezogen werden. Die differentielle Radarinterferometrie ermöglicht flächenhafte Bestimmungen von lokalen bis grossräumigen Bodenbewegungen, wie sie z.B. durch Hangrutschungen oder Grundwasserabsenkungen hervorgerufen werden, mit einer relativen Genauigkeit im Millimeterbereich. Da die Messverfahren von Natur aus differenziell sind, werden Referenzpunkte und Vergleichsmessungen benötigt. Die AGNES-Permanentstationen, das GNSS-Landesnetz LV95 und das Landeshöhennetz LHN95 sind dafür geeignet. Da swisstopo zudem die Federführung im EUREF-Projekt *European Dense Velocities*⁸⁰ hat, ist auch die Konsistenz mit den europäischen Modellen sichergestellt.

Das offizielle Bezugssystem für Koordinatenbestimmungen in der LV und AV in der Schweiz ist CH1903+ (Bezugsrahmen LV95), welches als statisches System definiert ist. Auch wenn die mittleren LV95-Punktgeschwindigkeiten in der Schweiz kleiner als 1 mm/Jahr sind, kann nach 10 bis 20 Jahren die Forderung nach einem 1 cm-genauen Referenzrahmen streng genommen nicht mehr erfüllt werden. Aus diesem Grund werden bei swisstopo momentan die technischen Grundlagen für eine allfällige Einführung eines kinematischen Referenzrahmens erarbeitet.

Dank

Der Aufbau des Landesnetzes LV95 wie auch des gesamten Landesvermessungswerkes LVW95 ist das Resultat erfolgreicher Zusammenarbeit vieler Fachleute des damaligen swisstopo-Bereiches Geodäsie und der in der SGK engagierten Hochschulen. Zur Einführung von LV95 in der AV haben namentlich die V+D und die kantonalen Vermessungsinstitutionen beigetragen. Allen Beteiligten sei für ihren wertvollen Einsatz herzlich gedankt. Dieser Beitrag wurde in dankenswerter Weise von swisstopo und der GGGs mit Kostenbeiträgen unterstützt.

Copyright der Bilder und Karten, soweit nicht anders erwähnt: © swisstopo.

La nouvelle mensuration nationale MN95 a 25 ans

C'est dans les années 1990 que l'Office fédéral de topographie swisstopo jeta les bases d'une nouvelle mensuration nationale moderne, extrêmement précise, homogène et cohérente. Le cadre de référence MN95, qui fait partie des œuvres de la mensuration nationale OMN95, constitue la référence géodésique de l'Infrastructure nationale de données géographiques INDG. La décision de principe en faveur d'un changement de cadre de référence dans la mensuration officielle MO remonte à 1996 et fut prise à l'issue d'une large consultation. Le passage de la MO au cadre MN95, réalisé sous la direction de la D+M et en étroite collaboration avec les services cantonaux du cadastre, démarra en 2008, après l'entrée en vigueur de la loi sur la géoinformation pour s'achever à la fin de l'année 2016, dans les temps impartis. Aujourd'hui, le cadre MN95 est concrètement mis en œuvre par swipos® (Swiss Positioning Service) qui s'est largement imposé dans les domaines de la mensuration et du positionnement, de sorte que son champ d'application s'est étendu aux domaines de la construction et du guidage d'engins.

Negli anni '90 l'Ufficio federale di topografia swisstopo ha gettato le basi per una nuova misurazione nazionale altamente precisa, al passo coi tempi, omogenea e coerente. Il quadro di riferimento MN95, come componente dell'opera della OMN95, costituisce il riferimento geodetico per l'infrastruttura nazionale di dati geografici (INDG). Già nel 1996, dopo un'ampia consultazione, si era adottata la decisione di principio di cambiare il quadro di riferimento nella misurazione ufficiale (MU). La conversione della MU nel quadro di riferimento MN95, avvenuta sotto la guida della D+M e in stretta collaborazione con i servizi cantonali di vigilanza sulle misurazioni, è iniziata nel 2008 dopo l'entrata in vigore della legge sulla geoinformazione. Il processo è stato ultimato, come da programma, alla fine del 2016. Oggi la realizzazione pratica del quadro di riferimento MN95 avviene attraverso lo 'Swiss Positioning Service' swipos® che è ormai diventato uno standard nel mondo della misurazione e del posizionamento, mentre il suo campo d'attività si è esteso all'edilizia e ai sistemi di controllo delle macchine.

A. Wiget, D. Schneider, E. Gubler,
U. Wild, M. Scherrer, A. Schlatter

Introduction

Les anniversaires offrent toujours des occasions bienvenues de revenir sur des évolutions, de dresser des états des lieux et d'esquisser des perspectives d'avenir. A la fin de l'année 1995, il y a donc 25 ans, l'Office fédéral de topographie swisstopo publiait ainsi le cadre de référence MN95, avec les jeux de coordonnées précis du tout nouveau réseau national GPS MN95, au terme de travaux particulièrement in-

tenses¹⁴. La publication eut lieu juste à temps pour que les grands projets des NLFA, alors en pleine préparation, puissent en profiter pour les mensurations primordiales des deux tunnels de base ferroviaires, AlpTransit Saint-Gothard^{56,57,69} et BLS AlpTransit Lötschberg³⁷.

Toutefois, le renouvellement de la mensuration nationale suisse (MN) était loin d'être achevé avec la parution du nouveau cadre de référence. La mise en place d'un réseau GNSS permanent débuta en 1996, le projet ayant été baptisé AGNES (réseau GPS automatique suisse)¹⁸. D'autres travaux suivirent, comme le renouvellement du réseau altimétrique national RAN95 et

le calcul du modèle de géoïde CH-Geo2004^{22,24,35}. La totalité des travaux de développement permettant à la MO, à la géomatique dans son ensemble, ainsi qu'aux secteurs du positionnement et de la navigation d'utiliser de manière économiquement rentable les systèmes mondiaux de navigation par satellite (GNSS) fut regroupée sous l'appellation générale d'Œuvres de la mensuration nationale OMN95 après le passage au nouveau millénaire⁵⁹. Une équipe de géodésiens et de géomaticiens de tous niveaux de swisstopo participa à ces développements qui firent date. La nouvelle technologie GNSS ne put être assimilée rapidement que grâce à la collaboration optimale avec des instituts des hautes écoles et des organisations partenaires, tant en Suisse qu'à l'étranger.

Les OMN95 ont fait l'objet d'une documentation approfondie dans divers rapports^{9,32,59,66}. Le présent article commémorant les 25 ans de la MN95 va donc passer en revue cette œuvre d'une génération avant de tracer quelques perspectives d'avenir.

De la vision à sa réalisation

Le développement du système NAVSTAR GPS (Global Positioning System) par le Département de la Défense des Etats-Unis et le lancement des premiers satellites de test du bloc I du GPS à partir de 1978 marquèrent l'entrée dans une nouvelle ère pour la navigation par satellites. C'est



Fig. 1: Premier récepteur GPS géodésique Macrometer V-1000 avec alimentation électrique dans le bus Volkswagen. Utilisation dans le réseau test (3D) de Tourtemagne en 1985 (photo swisstopo).

au début des années 1980 qu'eurent lieu les premiers essais d'utilisation du système pour déterminer des positions en géodésie¹.

Le développement des premiers récepteurs GPS géodésiques commerciaux Macrometer V-1000 et le succès des premières mesures effectuées avec eux en Europe ouvrirent de nouvelles perspectives à la MN, tant et si bien que la vision suivante en résulta, suscitant de vives discussions entre géodésiens, mais incitant les responsables de swisstopo à lancer le projet MN95:

«Grâce au GPS, l'utilisateur de la future mensuration nationale pourra déterminer sa position très rapidement en n'importe quel point du pays, dans un système de référence mondial et avec une précision centimétrique.»

La vision se traduit finalement par un objectif ambitieux pour la MN, à réaliser avec les ressources à disposition.

En 1985, personne n'avait la moindre expérience en matière de mensuration par GPS dans l'espace alpin. Des mesures d'essai entreprises dans le réseau test (3D) de Tourtemagne, en Valais, devaient permettre de valider (ou d'invalider) les attentes en termes de précision². Il s'agissait en outre d'évaluer des récepteurs GPS adaptés et de familiariser le personnel avec la nouvelle technologie.

En Suisse, les travaux de recherche et de développement en géodésie ont toujours été placés sous l'égide de la *Commission géodésique suisse CGS*⁵⁸, avec une coordination entre les différents instituts des hautes écoles et swisstopo. Les échanges avec l'*Association internationale de géodésie AIG* et ses commissions spécialisées sont par ailleurs intenses. La collaboration avec des instituts suisses et étrangers fut donc recherchée dans le cadre du projet MN95. Outre l'*Institut de géodésie et de photogrammétrie IGP* de l'*ETHZ*, on mentionnera tout particulièrement l'*Institut d'astronomie de l'Université de Berne AIUB*. C'est à l'*AIUB*, au début des années 1980, que fut développé le logiciel *Bernese GPS Software* servant à l'exploitation des mesures GPS³. La collaboration avec l'*AIUB* se révéla des plus judicieuses.

En peu de temps, les géodésiens de swisstopo purent acquérir une expérience très précieuse en matière d'exploitation de mesures GPS.

Les mesures GPS réalisées dans le réseau test de Tourtemagne et dans celui de Thoune (où les distances sont courtes) dépassèrent les espérances placées en elles. Les coordonnées planimétriques obtenues étaient très proches des valeurs vraies (ou 'ground truth', les résultats des mesures terrestres de haute précision), les différences n'excédant pas quelques millimètres^{7,8}. En revanche, la précision altimétrique était bien moindre, les influences de la réfraction troposphérique et ionosphérique posant encore quelques problèmes. A la fin de l'année 1987, swisstopo fit l'acquisition de quatre récepteurs GPS monofréquence Trimble 4000SL (devenus des récepteurs bifréquence SLD à l'issue de leur mise à niveau en 1988), afin de pouvoir procéder à la mesure du réseau de référence de stations GNSS MN95 d'ampleur nationale.

swisstopo commença la mise en place de ce réseau *GNSS national MN95* en 1988. Il s'agissait d'un ensemble de points de



Fig. 2: Réseau GNSS national MN95. Récepteur en station sur le point principal «Engelberg» (Titlis), campagne de mesure CHTRF2010 (photo swisstopo).

référence totalement indépendant de la triangulation nationale existante, comportant 104 points principaux répartis de façon homogène sur l'ensemble du territoire, tous présentant un horizon largement dégagé, un accès aisé, une grande stabilité et un ancrage durable dans un sous-sol adapté^{4,5,6,9,14}.

La mesure initiale fut subdivisée en quatre campagnes partielles menées entre 1989 et 1992. Le réseau principal fut complété jusqu'en 1995 par des points de densification et par des rattachements à la triangulation nationale et au nivellement fédéral existants, afin que le passage de l'ancienne à la nouvelle mensuration nationale puisse se faire dans les meilleures conditions possibles.

Le réseau MN95 comporte 208 points au total et est remesuré tous les six ans par swisstopo depuis 1998.

Œuvres de la mensuration nationale OMN95

Si les développements de la géodésie par satellite ont ouvert un large éventail de possibilités pour la MN, ils ont aussi créé de nouveaux besoins^{4,5,9,14,32}. Les travaux géodésiques déjà achevés ou encore en cours furent regroupés sous l'appellation générale d'*OMN95* lors d'un état des lieux dressé en 2006. Ils sont brièvement décrits dans la suite⁵⁹.

(1) Bases géodésiques GG95

Définition de deux systèmes géodésiques de référence nationaux: *CHTRS95* (système de référence global, déduit d'ITRS, resp. d'ETRS89) et *CH1903+* (système de référence local avec conservation du système de projection et de coordonnées usuel en Suisse de l'ancien système de référence CH1903) et définition des transformations entre différents systèmes nationaux et internationaux¹¹.

(2) Station fondamentale de Zimmerwald

Exploitation de la station fondamentale de Zimmerwald (conjointement avec l'*AIUB*) où sont effectuées des mesures de trois types: SLR (Satellite Laser Ranging), GNSS

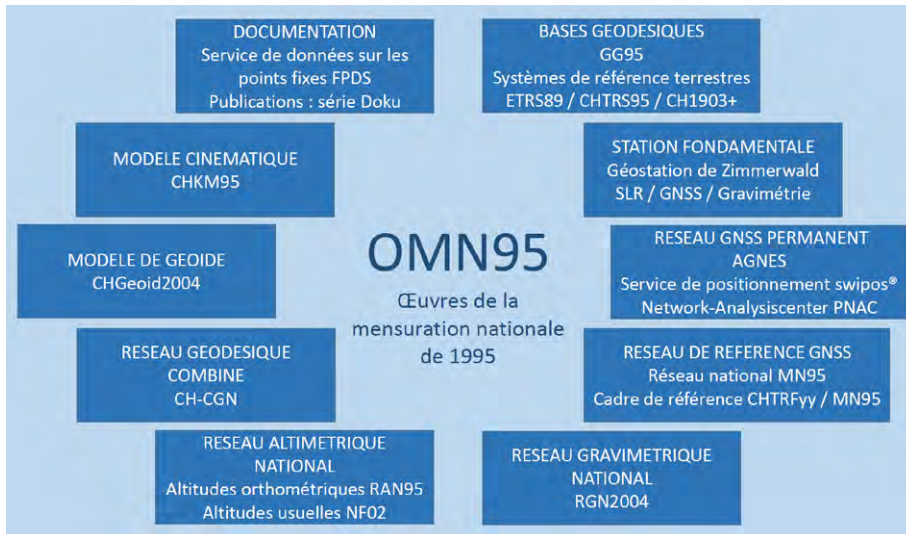


Fig.3: Géostation de Zimmerwald avec station GNSS permanente (mât d'antenne), de nuit, état en 2020 (photo Manu Friederich).



Fig.4: Mât d'antenne de la station GNSS permanente «Bourrignon» du réseau GNSS automatique AGNES (photo swisstopo).

et gravimétrique. Détermination des coordonnées et des vitesses de la station dans le système de référence global¹⁰.

(3) Réseau GNSS permanent AGNES

Exploitation en continu du *réseau GNSS automatique suisse AGNES* et du *service de positionnement swipos®*. Les données des stations GNSS permanentes sont diffusées via swipos® et tenues à disposition comme données de référence pour des applications en temps réel et des post-traitements^{18,19,26,33,38}.

Gestion du *PNAC (Permanent Network Analysis Center)*⁷⁹ pour l'exploitation des données GNSS mesurées en continu au sein des réseaux de référence en Suisse et ailleurs en Europe.

(4) Réseau GNSS national de référence MN95

Réalisation du système de référence CHTRS95 sous la forme du cadre en 3D *CHTRFyy* par des mesures GNSS répétées, très précises et très fiables, sur des points de référence du réseau national MN95, aisément accessibles et matérialisés de façon stable, avec intégration des mesures permanentes AGNES. Détermination des coordonnées en 3D et de leur variance/covariance ainsi que des coordonnées locales des points de référence GNSS du cadre statique *MN95* au titre de réalisation du système de référence CH1903+²⁸. Mise en relation du réseau de la mensuration nationale MN03 en

vigueur avec le cadre de référence *MN95* et création de possibilités de rattachement optimales pour les réseaux de densification de la MO. Mise à disposition des outils de transformation^{17,43,45}.

(5) Réseau gravimétrique national RGN2004

Mise à disposition d'un réseau de base *RGN2004* au moyen de mesures gravimétriques absolues et relatives. Densification du RGN le long des lignes de nivellement comme base pour *RAN95*³⁹.

(6) Réseau altimétrique national RAN95

Mise en place du réseau altimétrique national *RAN95* comme cadre de référence national sur la base d'altitudes orthométriques rigoureuses. Entretien du nivellement fédéral *NF02* (altitudes usuelles pour la MO) et mise à disposition d'outils de transformation optimaux pour la détermination des altitudes via GNSS^{20,23,24,35,36,41}.

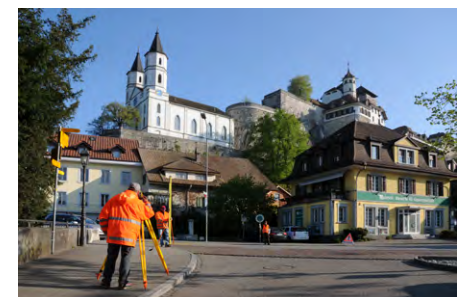


Fig.5: Réseau altimétrique national: observations à Aarburg lors du nivellement fédéral de 2016, ligne Aarburg – Berne (photo swisstopo).

(7) Réseau géodésique combiné CH-CGN

Nivellement GNSS sur une sélection de stations. Détermination de cotes du géoïde à partir de hauteurs GNSS et d'altitudes orthométriques, en soutien des modèles de géoïde³⁰.

(8) Modèle de géoïde CHGeo2004

Calcul et mise à disposition d'un modèle de géoïde très précis de la Suisse, permettant de mettre en relation le réseau en 3D (GNSS) et le réseau altimétrique national (nivellement)^{35,67}.

(9) Modèle cinématique CHKM95

Calcul de séries temporelles, de champs de vitesses et du modèle cinématique de la Suisse CHKM95 à partir de mesures géodésiques répétées et permanentes de très haute précision. Base pour l'examen des mouvements de la croûte terrestre superficielle en Suisse grâce à la répétition de mesures en 3D^{5,34,62,69,71}.

(10) Documentation

Mise à disposition moderne des données de la MN (coordonnées, altitudes, etc.) via des *géoservices*. Les points de référence géodésiques de la MN et de la MO (des catégories 1 et 2) sont gérés par swisstopo et les cantons dans le *service de données sur les points fixes FPDS*⁷³ et mis à disposition via Internet.

Les OMN95 sont en grande partie opérationnelles aujourd'hui et les milieux spécialisés en font un usage intensif. Le développement de certaines de leurs parties, comme le modèle cinématique, se poursuit encore. Fondés sur des volumes de données de plus en plus importants (mesures permanentes et répétées), les résultats (champs de vitesses, etc.) ne cessent de s'affiner au fil du temps⁷².

Bases pour l'Infrastructure nationale de données géographiques INDG

Le 25 février 1998, le Conseil fédéral mandata le DDPS pour qu'il mette en place un *centre de coordination des données de base des SIG* (systèmes d'information géographiques), habilité à donner des directives, et qu'il institue un groupe de coordination interdépartemental. Le centre opérationnel *COSIG* ainsi créé fut rattaché à swisstopo en janvier 2000.

C'est en vertu de l'article 75a de la Constitution suisse, adopté lors de la votation populaire du 28 novembre 2004, que le Parlement édicta la *loi fédérale sur la géoinformation* (LGéo, RS 510.62)^{31,46,47}. Elle fut mise en vigueur par le Conseil fédéral le 1^{er} juillet 2008, en même temps que des ordonnances d'exécution telles que *l'ordonnance sur la géoinformation*

(OGéo)⁴⁸ et l'ordonnance sur la mensuration nationale (OMN)⁴⁹.

Ces actes législatifs concrétisaient la *Stratégie pour l'information géographique au sein de l'administration fédérale*, adoptée en juin 2001 par le Conseil fédéral²¹. Elle visait à améliorer la disponibilité d'informations géographiques de qualité afin de contribuer à la croissance économique, à l'environnement, au développement durable et au progrès social. En son cœur se trouvait la mise en place d'une *INDG*²⁹. Cette dernière comprend notamment les *géodonnées de base*, autrement dit les géodonnées fondées sur un acte législatif, ayant pour finalité première d'être produites et mises à jour aux niveaux de qualité et d'homogénéité exigés pour pouvoir être utilisées dans l'intérêt de tous sur l'intégralité du territoire national et qui sont par ailleurs indispensables à la conduite de l'administration.

Le catalogue des géodonnées de base de l'INDG est subdivisé en données de référence et en données thématiques. Les *géodonnées de référence* sont les géodonnées de base sur lesquelles se fondent toutes les autres informations géoréférencées. Elles incluent notamment les systèmes géodésiques de référence (CH1903+; y compris l'ellipsoïde de référence, le géoïde, les projections cartographiques, les transformations) et les cadres de référence (MN95 et RAN95; coordonnées planimétriques et altitudes des points de référence, stations permanentes GNSS), donc les composantes principales des OMN95⁵¹.

Les offres d'information de l'INDG doivent être utilisées via des *géoservices* en réseau. Il s'agit non seulement de services de cartographie en ligne et de services de diffusion, mais également de services de positionnement et de services de transformation de coordonnées.

A l'heure actuelle, la plateforme de géoinformation *geo.admin.ch*⁷⁴ de la Confédération suisse propose plus de 800 jeux de données, tous géoréférencés selon des critères homogènes, de sorte qu'ils peuvent être superposés les uns aux autres avec une parfaite précision planimétrique et interprétés ensemble.

La LGéo, l'OGéo et l'OMN forment la base légale des OMN95. Les références planimétriques et altimétriques officielles sont définies dans l'OGéo, de même que les délais de transition pour le changement de cadre de référence planimétrique (de CH1903/MN03 à CH1903+/MN95): le passage devait être effectif à la fin 2016 pour les géodonnées de référence et intervenir avant la fin 2020 pour toutes les autres géodonnées de base relevant du droit fédéral^{44,46}.

Des données de base très précises et des *algorithmes de transformation* étaient nécessaires pour le *changement de cadre de référence (CCR)*, de MN03 à MN95, des géodonnées de référence, parmi lesquelles on compte notamment les données foncières de la MO. Le domaine Géodésie de swisstopo collabora très étroitement avec les hautes écoles pour développer ces outils. L'IGP de l'ETH Zurich adapta la méthode de la transformation linéaire avec des éléments finis (logiciel FINELTRA) aux besoins en pratique¹³.

A cette fin, le territoire suisse fut subdivisé en triangles dont les coordonnées des sommets sont à la fois connues dans l'ancien cadre MN03 (désignation des axes y/x) et dans le nouveau cadre MN95 (désignation E/N). Une transformation affine locale fut définie de telle manière, pour chaque triangle (points intérieurs et points du pourtour), qu'elle conserve les coordonnées initiales ou finales connues des sommets. Cet outil, combiné au maillage triangulaire défini par swisstopo et les cantons (jeu de données CHENyx06; cf. chapitre suivant), permet d'atteindre une précision de transformation de quelques centimètres sur toute la Suisse, exception faite des zones problématiques requérant un traitement particulier⁴³. La précision de transformation empirique peut être consultée au moyen du visualiseur de données FINELTRA⁷³.

Une attention particulière fut aussi portée à la transformation et à l'interpolation de données tramées (raster) et vectorielles, pour lesquelles des outils spécifiques furent élaborés^{53,60}. Lorsque les données doivent répondre à des exigences de précision plus faibles, des transformations

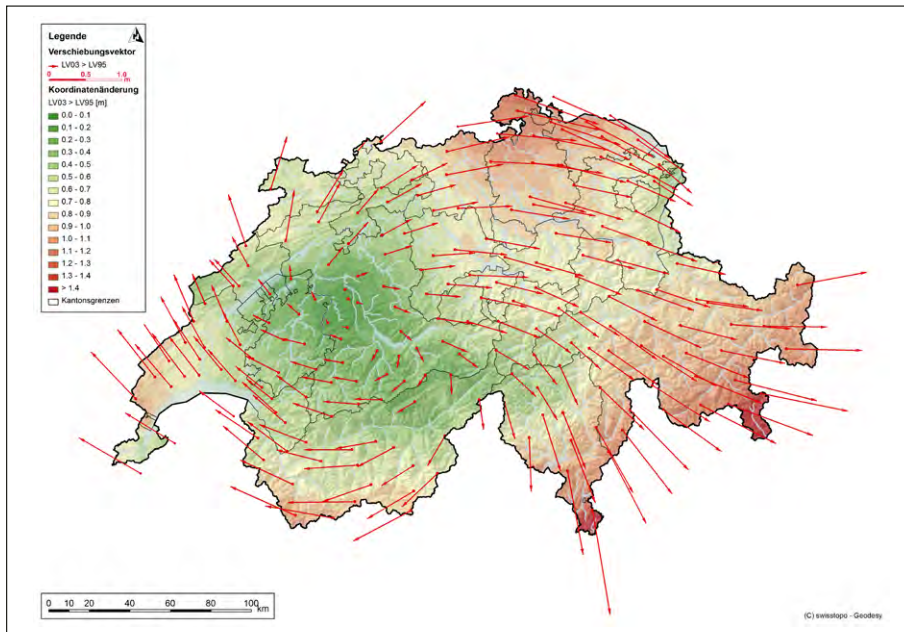


Fig. 6: Déformations de la mensuration nationale MN03, vecteurs et valeur moyenne des modifications de coordonnées MN03 → MN95.

simplifiées et des interpolations au sein de grilles sont suffisantes. Des translations en bloc sont même envisageables parfois, par simple addition des décalages en planimétrie (2 mio. m/1 mio. m).

Toutes les conversions et les applications pertinentes pour le CCR sont réunies dans le logiciel *REFRAME* de swisstopo où elles sont proposées avec une interface utilisateur claire. *REFRAME* est également à la disposition des utilisateurs sous forme de service de transformation en ligne sur le portail Internet de swisstopo⁷⁵. Et pour garantir la réalisation homogène et optimale du CCR, swisstopo a mis à la disposition des développeurs de logiciels toutes les transformations et les projections d'importance en Suisse sous différentes formes, en incluant une bibliothèque de programmes, les codes source et les scripts, afin qu'ils puissent les intégrer dans leurs propres applications^{53,60} (cf. par exemple *SwissRailTra* des CFF⁶³).

Si une grande importance fut accordée à la mise à disposition d'outils logiciels et de géoservices conviviaux⁶⁰, swisstopo veilla aussi à dispenser des *informations* adaptées aux institutions et aux cercles d'utilisateurs concernés par le CCR, dans le cadre d'une large *communication*. C'est pourquoi, outre les institutions de la MO,

tous les services fédéraux produisant et gérant des géodonnées de base relevant du droit fédéral, les services spécialisés SIG des cantons ainsi que d'autres producteurs de géodonnées et de logiciels d'une certaine importance, furent informés en temps utile du CCR et bénéficièrent d'un soutien durant leur préparation. Les séries de rapports «swisstopo-Doku»⁸¹ et des publications spécialisées⁵⁹ furent rédigées à cette intention, des journées d'information⁵² et des formations furent organisées à cet effet et un portail Internet dédié^{43,45,76} fut créé. Tous les autres acteurs concernés et la population dans son ensemble furent enfin informés par le biais d'une campagne intitulée *De nouvelles coordonnées pour la Suisse* qui se déclina sous la forme d'une brochure d'information⁴⁰, de modules de texte et de visuels pour des dépliants (par exemple pour les propriétaires fonciers⁶¹), de courtes vidéos, de communiqués aux médias et d'articles de presse^{65,68}.

Introduction dans la mensuration officielle MO

La MO est le client (et le partenaire) principal de la mensuration nationale. Elle s'appuie sur ses points de référence. En

semble, la MN et la MO mettent à disposition les données de référence et donc la base de presque toutes les géodonnées en Suisse, si bien qu'elles doivent s'appuyer sur le même cadre de référence. En outre, la Confédération peut exercer une influence directe dans le domaine de la MO et assume une part conséquente de ses coûts.

Au départ, un regard assez critique était jeté sur le rapport entre le bénéfice retiré de l'introduction de la MN95 dans la MO et la charge de travail qu'elle représentait¹². Un groupe de travail, placé sous la direction de la D+M, fut alors mis en place pour procéder à une analyse approfondie des conséquences de la nouvelle mensuration nationale MN95¹⁵. Dans son rapport final, il traita en détail du contexte de départ, de l'environnement, des conflits d'objectifs, des aspects juridiques, des bénéfices, des coûts, de l'organisation, des scénarios et des stratégies de mise en œuvre avant de tirer des conclusions et de délivrer des recommandations¹⁶.

Le groupe de travail en vint à conclure que la MO devait faire preuve d'esprit d'anticipation et remplacer le cadre de référence MN03 par le cadre MN95¹⁶. Il ajouta que la MO devait relever le défi et prendre une part active à cette évolution technologique pour pouvoir en tirer pleinement profit, conserver sa prééminence dans le domaine des systèmes d'information du territoire et accomplir l'ensemble des tâches qui lui incombent. Il estima que le passage à MN95 était nécessaire, économiquement judicieux et pouvait être exécuté rationnellement au vu de la stratégie décrite. Il reconnut que les problèmes relevaient moins de la sphère technique que des domaines de l'information et de l'organisation. Il considéra enfin que plus on se lancerait tôt dans le passage, moins les coûts seraient élevés (coordination avec la réalisation de la MO93), de sorte que le bénéfice attendu se matérialiserait plus rapidement¹⁶.

C'est le 6 mai 1996, au terme d'une large consultation, que swisstopo et la D+M prirent la *décision de principe de passer à MN95* et définirent l'organisation de ce

Les avantages suivants ont été reconnus au cadre de référence de la mensuration nationale de 1995, homogène dans tout le pays et libre de toute tension:

La MN95...

- propose des points de référence sûrs, aisément accessibles et stables avec une précision élevée et une fiabilité avérée;
- permet de déterminer les coordonnées avec la précision exigée dans la MO, la plupart du temps sans adaptation locale;
- permet de déceler plus simplement des déformations dans les réseaux de points fixes et d'y remédier grâce à des possibilités de rattachement libres de toute contrainte;
- permet de corriger des déformations locales pour accroître la qualité des données

de la MO, réduit les sources d'erreur et rationalise les calculs;

- réduit les frais d'établissement et d'entretien des entreprises de mensuration de la MO et de production d'autres géodonnées fondées sur la MO, grâce à des bases homogènes et largement exemptes de tensions;
- permet de réduire fortement la densité des points fixes planimétriques à entretenir, à tous les niveaux, et constitue donc un vecteur d'économies à long terme;
- optimise l'utilisation des technologies GNSS et simplifie le recours efficace à ces méthodes modernes dans tout le pays, services de positionnement nationaux en temps réel, disponibles en permanence compris, pour une saisie de données rationnelle;

• simplifie l'intégration de données géoréférencées de provenances variées, grâce au référencement uniforme global;

• facilite la mise en relation avec des données dans des systèmes/cadres de référence globaux ainsi qu'avec celles des pays voisins lors de projets transfrontaliers, au moyen de transformations de coordonnées précises;

• convient aussi bien pour des études tectoniques que pour la détermination fiable d'un modèle cinématique cohérent de la Suisse, grâce à des stations (AGNES) et des points (MN95) de référence stables, surveillés et ayant tous subi une expertise géologique.

projet. Les travaux de conversion de la MO en MN 95 furent inscrits dans les conventions-programmes ordinaires conclus entre la Confédération et les cantons. La Confédération participait à hauteur de 60% à cette adaptation particulière présentant un intérêt national élevé.

La D+M intégra l'Office fédéral de topographie swisstopo à la fin de l'année 1998. La coordination entre la MN et la MO s'en trouva facilitée.

Le 22 février 2000, la direction de swisstopo créa le *centre de compétences DGI/MN95* pour qu'il coordonne la préparation et le suivi du CCR de la MO de MN03 vers MN95²⁵. Le 30 avril 2002, la direction de swisstopo décida cependant, en accord avec la Conférence des services cantonaux du cadastre (CSCC, aujourd'hui Cadastre-Suisse), de ne pas introduire le nouveau réseau altimétrique national RAN95 comme base des *altitudes officielles dans la mensuration officielle* et de conserver les altitudes usuelles du cadre NF02 comme référence pour la plupart des applications en Suisse²⁷.

Un des objectifs de la stratégie de la MO pour les années 2004 à 2007 indiquait que les données de la MO devaient être préparées ou saisies de manière à être disponibles en MN95, largement exemptes de déformations et de contradictions (homogénéisées), rendant ainsi tout ajustage local superflu. C'est en

étroite collaboration avec swisstopo que les services cantonaux du cadastre établirent leurs maillages triangulaires fortement densifiés, au moins jusqu'au niveau des PFP2, comportant au total 11 882 triangles et 5 944 points d'appui; la précision de transformation moyenne était de 2 cm, les valeurs obtenues variant entre 0,2 cm et 4,8 cm d'un canton à l'autre⁴³. Le jeu de données de transformation officiel *CHENyx06* était disponible

sur l'intégralité du territoire à la fin de l'année 2006.

Implémentés dans les produits logiciels tels que REFRAME⁷⁵, dans le service de positionnement swipos^{®77} et dans les géoservices de transformation, les prérequis techniques nécessaires à la transformation en planimétrie des données de la MO entre les deux cadres de référence avec une précision centimétrique pour tous les formats de données largement

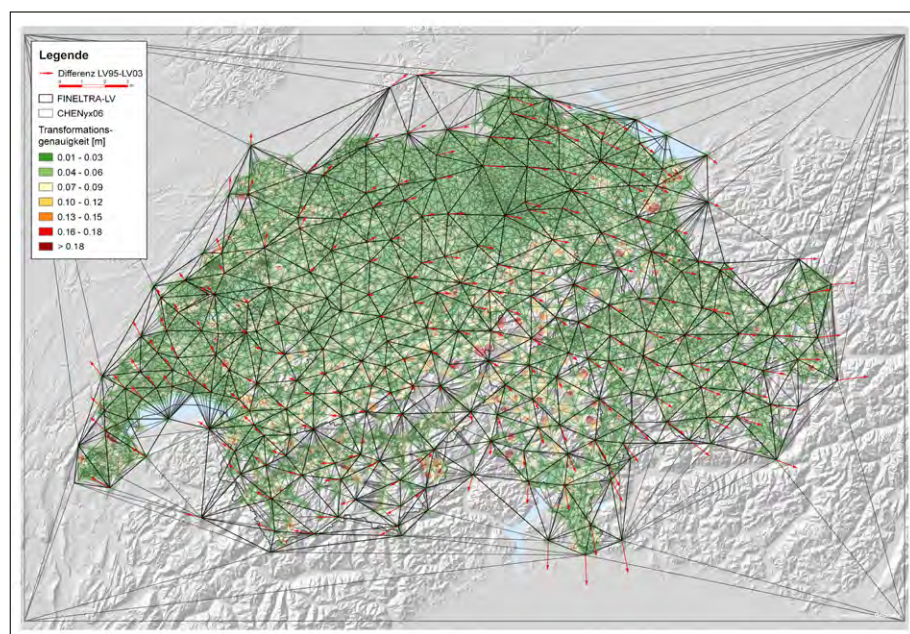


Fig. 7: Maillage triangulaire national CHENyx06 pour la transformation linéaire avec des éléments fins (FINELTRA), la précision [m] de la transformation estimée étant fournie.

répandus en Suisse étaient réunis dès le printemps 2007. Le concept d'adaptation de la MO au cadre de référence MN95 de juin 2007 définissait quant à lui le mode opératoire^{42,44}. Les cantons devaient planifier la mise en œuvre de ce processus pour les deux périodes stratégiques de quatre ans suivantes. Cela correspondait au calendrier établi dans l'OGéo, qui fixait le terme du délai de transition pour le passage de MN03 à MN95, resp. l'introduction des nouvelles coordonnées pour les données de référence à la fin de l'année 2016.

Le passage effectif eut donc lieu sur une base cantonale. Les cantons proposèrent leurs propres publications et sites Internet, en se calant sur la date prévue pour le passage à MN95 et en fournissant des liens vers les offres d'information de swisstopo. Il ressortait par ailleurs des informations publiées dans les médias que ces derniers s'intéressaient surtout aux modifications que ce changement apportait aux surfaces des cantons^{68, p. ex.} Le CCR pour les géodonnées de référence et l'introduction des nouvelles coordonnées dans la MO pour la fin de l'année 2016 se déroulèrent sans problème notable. Certains cantons profitèrent de l'occasion pour convertir toute leur infrastructure cantonale de géodon-

nées en MN95⁵⁴. La plupart des autres cantons ne tardèrent pas à suivre leur exemple.

Parmi les avantages reconnus au cadre de référence MN95, on compte le fait qu'il offre d'excellentes conditions pour procéder à des analyses de déformation détaillées au niveau de la MO, afin de déceler des contradictions géométriques et de libérer certaines zones des tensions qui les affectent⁵⁰. Dans l'idéal, ces mesures étaient directement combinées avec le CCR, conformément au concept d'adaptation établi. C'est pourquoi les cantons furent invités à délimiter les zones où les tensions étaient négligeables et où aucun ajustage n'était par suite requis, autrement dit les secteurs où le niveau de concordance en planimétrie entre les mesures GNSS et les coordonnées théoriques de la MO dépassait les exigences fixées dans la législation (en termes d'écart-type). En effet, le nouveau cadre de référence MN95 ne peut pleinement exprimer son potentiel que lorsque les secteurs affectés de tensions ont tous été traités. Toutefois, les zones comportant des territoires en mouvement permanent restent problématiques. Elles doivent être délimitées et identifiées en tant que telles par une mention au registre foncier.

Le CCR a par ailleurs créé de nouvelles possibilités et de nouveaux besoins en matière de points fixes, pour utiliser les avantages du cadre MN95, stable et homogène, combiné aux méthodes de mesure GNSS, tout en respectant les exigences de précision de la MO prescrites par la loi. Aussi, les cantons furent invités à actualiser leurs concepts de points fixes en s'appuyant sur la stratégie fédérale en matière de points fixes⁶⁴, la règle étant «Autant de points fixes que nécessaire, mais aussi peu que possible». Il faut encore préciser que la hiérarchie des points fixes a perdu de son importance avec MN95. La distinction entre points fixes ou de référence de la MO, resp. de la MN est avant tout une question de compétence (Confédération/cantons) pour la mesure et l'entretien.

Mensuration, positionnement et navigation aujourd'hui

swipos® (Swiss Positioning Service) est devenu une norme de fait en mensuration aujourd'hui, à l'instar d'autres services de positionnement commerciaux. Si swipos® était quasi-exclusivement utilisé dans les domaines des points fixes et de la MO durant les premières années (autour de 2002), son champ d'application s'est clairement déporté vers d'autres secteurs aujourd'hui, notamment ceux de la construction et du guidage d'engins (dont les engins agricoles et les dameuses)^{18,19,26,33}. Au total, on est passé de 11 licences en 2002 à près de 3000 en 2020.



Fig. 9: Champ d'application de swipos®: positionnement en temps réel par GNSS d'une dameuse, écran dans sa cabine (photo swisstopo).

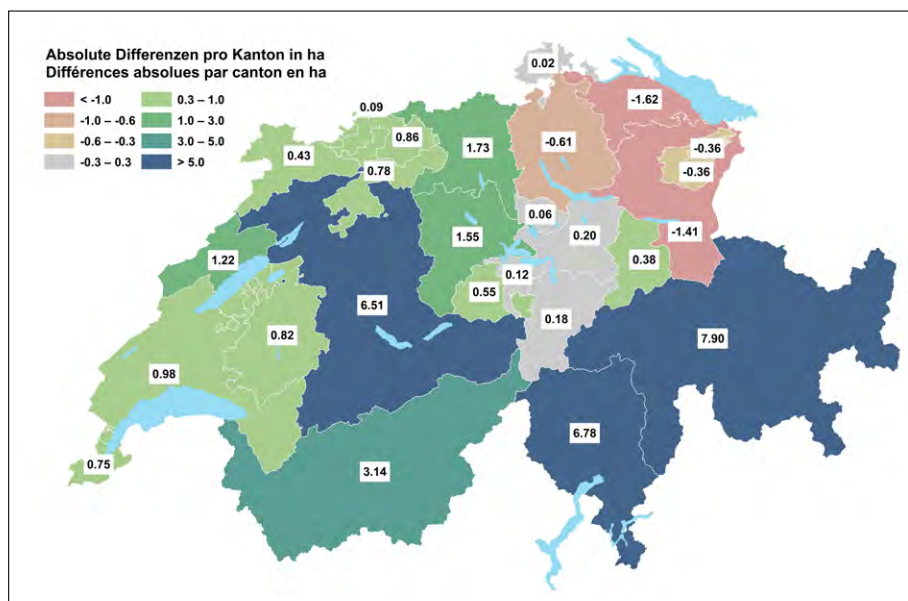


Fig. 8: Différences de surfaces absolues [ha] par canton consécutives au changement de cadre de référence MN03 → MN95.



Fig. 10: Champ d'application de swipos®: positionnement en temps réel par GNSS d'une machine de construction (photo Leica Geosystems SA, Suisse).

Les transformations en temps réel entre les différents cadres de référence planimétriques et altimétriques en Suisse constituent une particularité de swipos®. Grâce à elles, les clients peuvent travailler au choix dans l'«ancien» (MN03) ou dans le «nouveau» (MN95) cadre de référence planimétrique. S'agissant des cadres de référence altimétriques, le choix peut s'opérer entre les altitudes usuelles officielles NF02 et les altitudes orthométriques de RAN95. Les transformations en temps réel ont été introduites pour permettre aux utilisateurs de swipos® de travailler dans l'ancien et dans le nouveau cadre de référence durant l'introduction de MN95. Cela visait en particulier à favoriser l'acceptation du nouveau cadre de référence.

Le délai de transition pour le CCR des géodonnées de base expirant à la fin de l'année 2020 selon l'OGéo, swisstopo cessera de proposer la transformation en temps réel entre MN95 et MN03 à cette échéance. La transformation entre les altitudes NF02 et RAN95 sera conservée, puisque NF02 reste le cadre de référence altimétrique officiel pour la MO. Une analyse rapide de l'utilisation actuelle de swipos® montre que 25% des clients continuent à travailler en MN03, alors que les professionnels de la mensuration ont quasiment tous opté pour le cadre de référence MN95 aujourd'hui.

D'autres questions se posent désormais pour swipos®: le service peut-il être ouvert à des usages grand public? Si oui, jusqu'à quel point? Ou doit-il plutôt rester réservé aux professionnels des secteurs de la mensuration et de la construction? Par usages grand public, on entend ici des applications dont se servent des milliers d'utilisateurs et on pense notamment aux véhicules autonomes. Dans de tels cas, les services fondés sur le *positionnement de point précis (PPP)* sont mieux adaptés, les données de correction pouvant être radiodiffusées, donc captées par un nombre quasiment illimité d'utilisateurs. swipos®, qui est un service de type VRS (station de référence virtuelle), nécessite en revanche qu'une liaison de données bidirectionnelle soit établie lors de chaque accès d'un utilisateur. En outre, l'industrie automobile ne peut pas s'appuyer sur des services nationaux pour les véhicules autonomes, elle a besoin de services d'ampleur continentale voire mondiale. Une forme de collaboration possible consisterait à livrer des données GNSS des stations AGNES à des services commerciaux, des données de stations de référence stables et bien surveillées ne pouvant qu'intéresser les fournisseurs de tels services. En règle générale, ces derniers utilisent un nombre de stations supérieur à celui strictement nécessaire pour la

solution PPP et créent ainsi la redondance requise. A titre d'essai, swisstopo fournit actuellement les données de deux stations AGNES au service SAPA (*Safe and Precise Augmentation*) de la coentreprise SAPCORDA⁷⁸ fondée en 2017. Ces services d'ampleur continentale recourent d'ordinaire au système ETRS89 en Europe et sont donc compatibles avec CHTRS95, dans une plage de quelques centimètres.

Résultats des mesures répétées dans le réseau national MN95

Une priorité élevée a toujours été accordée à la qualité et à la fiabilité des bases géodésiques dans les OMN95. Le respect des normes de qualité propres aux produits géodésiques de la mensuration nationale fait partie des objectifs de performance annuels du domaine et est établi dans un rapport⁵⁵. La stabilité du réseau MN95 a ainsi été vérifiée lors de quatre répétitions des mesures (en 1998, 2004, 2010 et 2016)^{34,66,71}. Résultat: au bout de 25 ans, seuls cinq des 208 points MN95 présentaient un écart supérieur à deux centimètres par rapport aux coordonnées planimétriques initiales, arrondies au centimètre le plus proche. La valeur de deux centimètres retenue provient des normes de qualité de la MO où elle figure comme seuil pour l'adaptation des coordonnées publiées du cadre de référence statique MN95. Seuls quatre points MN95 ont dû être remplacés depuis leur mise en place au début des années nonante. La répétition des mesures fait donc clairement apparaître que les localisations ont été choisies avec soin et que la matérialisation des points est particulièrement stable, mais aussi que les coordonnées planimétriques ont été déterminées avec une grande précision, à une époque où le GPS était encore en cours de constitution.

Les *investigations portant sur les mouvements «néotectoniques» de la croûte terrestre superficielle en Suisse* se fondent sur la base conjointement formée par les mesures GNSS des stations

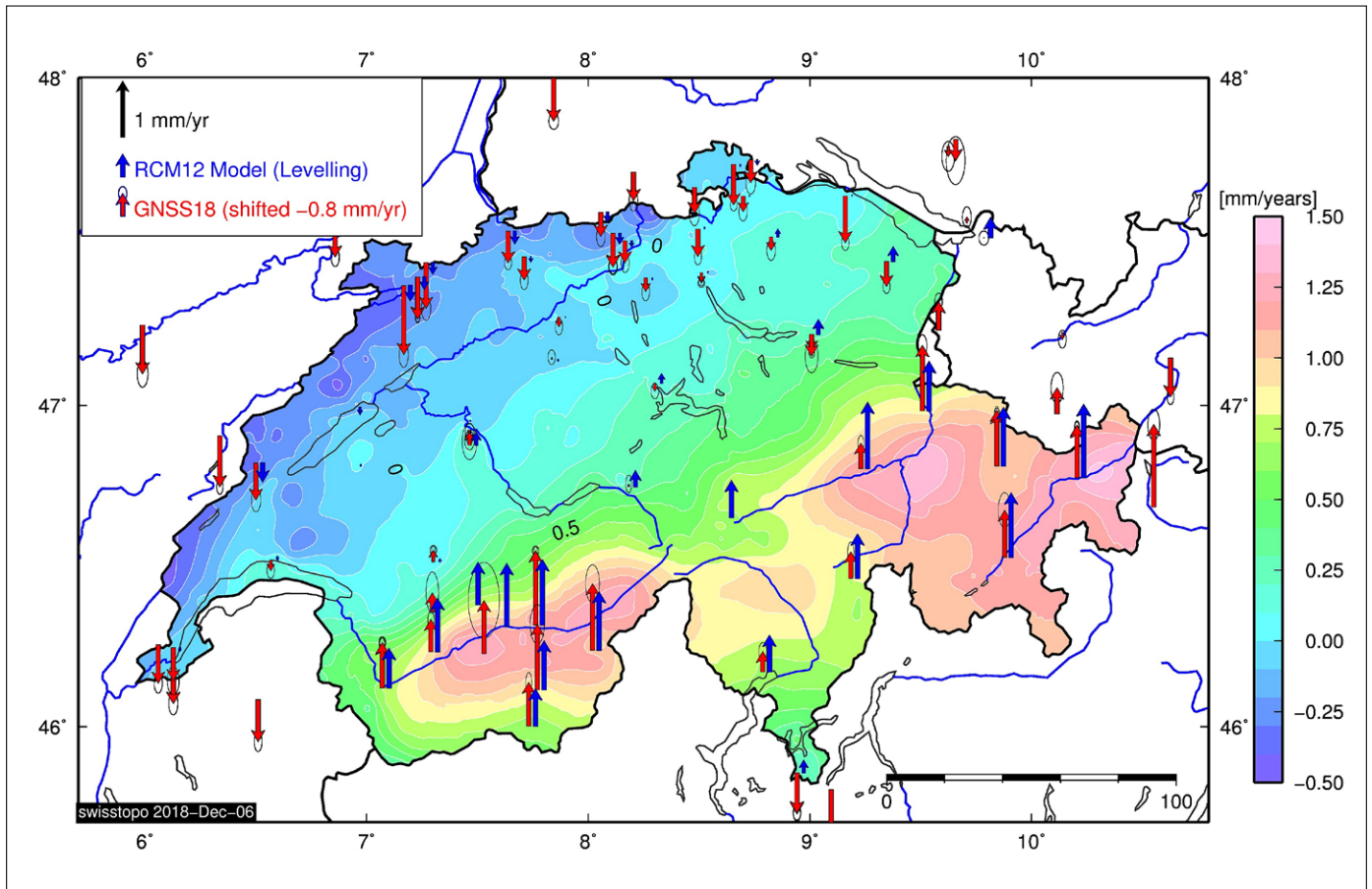


Fig. 11: Comparaison des vitesses verticales issues de mesures GNSS permanentes (flèches rouges) avec les valeurs modélisées à partir du réseau altimétrique national, le point de référence étant Aarburg (flèches bleues/surface du modèle en couleur). La différence au niveau de la référence (pour le GNSS, c'est le continent européen stable) a été pris en compte par le biais d'une adaptation de $-0,8$ mm/an des vitesses GNSS.

permanentes AGNES, les mesures de précision dans le réseau altimétrique national et les mesures répétées dans le réseau MN95, resp. dans le cadre de référence cinématique en 3D CHTRFyy. A l'époque de la mise en place de MN95, on estimait encore que le soulèvement alpin, pouvant atteindre 1,5 mm par an et calculé à partir de mesures répétées au sein du nivellement fédéral, était principalement causé par la convergence de plaques tectoniques. C'est pourquoi on s'attendait à des déplacements horizontaux trois fois plus importants en Suisse au vu de l'interprétation des strates géologiques.

Une analyse du champ des vitesses montre toutefois que le déplacement de 95% des points MN95 reste inférieur à 0,6 mm/an, quelle qu'en soit la direction⁷². Si le Plateau (Mittelland) se caracté-

térise par une très grande stabilité, on identifie un modèle de mouvement similaire dans certaines régions, ce qui pourrait indiquer la présence d'influences tectoniques. Les régions où l'on observe des mouvements systématiques se situent dans les Alpes, au sud du Rhône (en Valais), du Rhin antérieur et du Rhin postérieur (dans les Grisons), mais aussi dans le Jura. Les mouvements horizontaux et verticaux y sont du même ordre de grandeur. Cela laisse à penser que le soulèvement alpin est en grande partie causé par des mouvements de compensation isostatique à l'issue de la fonte des glaces après la dernière ère glaciaire.

Les données doivent faire l'objet d'analyses plus poussées, menées conjointement avec la Nagra, le service sismologique suisse et des services spécialisés en géologie. C'est là une condition sine qua

non pour le développement du *modèle cinématique de la Suisse CHKM95*⁷⁰.

Les résultats des estimations des vitesses sont récapitulés sur la plateforme Internet du PNAC de swisstopo⁷⁹. Le recours au visualiseur de géodonnées permet de compléter les couches d'importance pour la mensuration par des cartes géologiques et tectoniques.

Perspectives

Dans les prochaines années, d'autres données de base seront saisies afin d'en déduire un *modèle de vitesses combiné* pour les mouvements en planimétrie et en altimétrie. Pour les modifications de surface, il faudra aussi intégrer des données *InSAR* (interférométrie par radar à synthèse d'ouverture) à l'avenir, provenant de satellites d'observation de la

Terre. L'interférométrie radar différentielle permet de détecter des mouvements du sol avec une grande finesse (précision de niveau millimétrique), qu'ils soient locaux ou touchent des zones plus vastes. Ils peuvent par exemple être dus à des glissements de terrain ou à un abaissement des eaux souterraines. Les méthodes de mesure étant différentielles par nature, des points de référence et des mesures de comparaison sont nécessaires. Les stations permanentes AGNES, le réseau GNSS MN95 et le réseau altimétrique national RAN95 conviennent parfaitement à un tel usage. Et comme swisstopo assure la direction du projet EUREF *European Dense Velocities*⁸⁰, la cohérence avec les modèles européens est aussi garantie.

Le système de référence officiel pour la détermination de coordonnées dans la MN et la MO en Suisse est CH1903+ (cadre de référence MN95) qui est défini comme un système statique. Même si la vitesse moyenne de déplacement des points de la MN95 est inférieure à 1 mm/an en Suisse, l'exigence d'un cadre de référence précis au centimètre près ne peut plus être satisfaite, en toute rigueur, au bout de dix à vingt ans. C'est pourquoi swisstopo travaille actuellement à l'élaboration des bases techniques requises pour l'introduction éventuelle d'un cadre de référence cinématique.

Remerciements

La constitution du réseau national MN95, comme de l'ensemble des œuvres de la mensuration nationale OMN95 du reste, est le résultat d'une collaboration fructueuse entre bon nombre de spécialistes du domaine Géodésie de swisstopo d'alors et les hautes écoles engagées dans la CGS. La D+M et les services cantonaux du cadastre ont grandement contribué à l'introduction de la MN95 dans la MO. Que tous les participants soient chaleureusement remerciés ici pour leurs apports respectifs, toujours précieux.

Le présent article a bénéficié du soutien financier de swisstopo et de la SHGS. Nous les en remercions vivement.

Copyright des illustrations et des cartes, en l'absence de toute mention contraire: © swisstopo.

Littérature (chronologique) et Weblinks Littérature (chronologique) et liens internet

- 1 Counselman III, C.C., D.H. Steinbrecher: *The Macrometer: A Compact Radio Interferometry Terminal for Geodesy with GPS*. Proceedings Third International Geodetic Symposium on Satellite Doppler Positioning, Las Cruces, New Mexico, 1982.
- 2 Geiger A., H.-G. Kahle, D. Schneider, M. Rothacher, G. Beutler, W. Gurtner: *Das GPS-Testnetz Turtmann: Netzanlage und Messkampagne 1985*. VPK 7/1986, p. 266–271.
- 3 Gurtner W., G. Beutler: *Die Rolle der Satellitengeodäsie in der Vermessung*. VPK 8/1986, p. 336–341.
- 4 Chablais H., E. Gubler, D. Schneider, A. Wiget: *Die geodätische Landesvermessung in der Schweiz, heute und morgen*. VPK 4/1988, p. 154–163.
- 5 Wiget A., E. Gubler, D. Schneider: *GPS-Präzisionsnetz zur Bestimmung von rezenten Krustenbewegungen in der Nordschweiz*. VPK 8/1991, p. 415–426.
- 6 Chablais H.: *Le réseau actuel de triangulation et le nouveau réseau national*. MPG 12/1992, p. 726–728.
- 7 Geiger A., H.-G. Kahle, R. Köchle, D. Meier, B. Neining, D. Schneider, B. Wirth: *Dreidimensionales Testnetz Turtmann 1985–1990, Teil I. Geodätisch-geophysikalische Arbeiten in der Schweiz*, herausgegeben von der Schweizerischen Geodätischen Kommission der SCNAT. Volume 45, Zürich, 1992.
- 8 Beutler G., A. Geiger, M. Rothacher, S. Schaer, D. Schneider, A. Wiget: *Dreidimensionales Testnetz Turtmann 1985–1993, Teil II. Geodätisch-geophysikalische Arbeiten in der Schweiz*, herausgegeben von der Schweizerischen Geodätischen Kommission der SCNAT. Volume 51, Zürich, 1993.
- 9 Wiget A., B. Vogel, D. Schneider: *Die neue Landesvermessung LV95 der Schweiz*. Zeitschrift für Satellitengestützte Positionierung, Navigation und Kommunikation SPN 1/1994, p. 13–20.
- 10 Wild U., W. Gurtner: *Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95', Teil 2: Geostation Zimmerwald: Satellite Laser Ranging (SLR) und GPS-Permanentbetrieb*. L+T-Bericht Nr. 07, swisstopo, Wabern, 1995.

11d Schneider D., E. Gubler, U. Marti, W. Gurtner: *Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95', Teil 3: Terrestrische Bezugssysteme und Bezugsrahmen*. L+T-Bericht Nr. 8, swisstopo, Wabern, 1995 und Feb. 2001.

11f Schneider D., E. Gubler, U. Marti, W. Gurtner, H. Dupraz: *Définition de la nouvelle mensuration nationale de la Suisse 'MN95', 3e partie: Systèmes et cadres de référence terrestres*. Rapport du S+T No. 8f, swisstopo, Wabern, 1995 et Fév. 2001.

12d V+D: *Konsequenzen der neuen Landesvermessung 95 (LV95) für die amtliche Vermessung (AV93)*. VPK 3/1995, p. 154–155.

12f D+M: *Conséquences de la nouvelle mensuration nationale (MN95) pour la mensuration officielle (M093)*. MPG 3/1995, p. 155.

13 Carosio A., M. Plazibat: *Lineare Transformation mit finiten Elementen: Eine anpassungsfähige Verbindung zwischen alter und neuer Landesvermessung*. VPK 4/1995, p. 192–194.

14 Gubler E., D. Gutknecht, U. Marti, D. Schneider, Th. Signer, B. Vogel, A. Wiget: *Die neue Landesvermessung der Schweiz LV95*. VPK 2/1996, p. 47–65.

15 Ammann R., A. Carosio, W. Ulrich: *Konsequenzen der neuen Landesvermessung 1995 (LV95) für die Amtliche Vermessung (AV)*. VPK 2/1996, p. 66–69.

16 Arbeitsgruppe «AV-LV95»: *Konsequenzen der neuen Landesvermessung 95 für die Amtliche Vermessung. Schlussbericht*. Version August 1996.

17 Signer Th., B. Vogel: *Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95', Teil 9: GPS-Landesnetz: Verdichtung und Bezug zur bisherigen Landesvermessung, Transformation 'LV95 ↔ LV03'*. L+T-Bericht Nr. 15, swisstopo, Wabern, 1999.

18 Wild U., E. Brockmann, R. Hug, Chr. Just, P. Kummer, Th. Signer, A. Wiget: *Automatisches GPS-Netz Schweiz (AGNES): Ein multifunktionales Referenznetz für Navigation und Vermessung*. VPK 6/2000, p. 389–392.

19 Wild U., S. Grünig, R. Hug, P. Kummer, I. Pfammatter, U. Bruderer: *swipos®-GIS/GEO: real-time Positionierung in der ganzen Schweiz mit cm-Genauigkeit*. VPK 3/2001, p. 165–168.

20 Schlatter A., E. Brockmann, Th. Signer, A. Wiget, K. Wysser: *Konzept- und Machbarkeitsstudie zu HFP2-Netzen im heutigen Umfeld*. VPK 3/2001, p. 169–175.

- 21 GKG-KOGIS: *Strategie für Geoinformation beim Bund. Interdepartementale GI & GIS-Koordinationsgruppe (GKG)*. swisstopo, Wabern, 04.2001.
- 22 Signer Th.: *Landesvermessung LV95: Übersicht und Stand des Projektes*. VPK 1/2002, p. 4–7.
- 23 Marti U., A. Schlatter: *Höhenreferenzsysteme und -rahmen*. VPK 1/2002, p. 8–12.
- 24 Schlatter A., U. Marti: *Neues Landeshöhennetz der Schweiz LHN95*. VPK 1/2002, p. 13–17.
- 25 Wicki F.: *Landesvermessung LV95: Konsequenzen für die Amtliche Vermessung und weitere raumbezogene Daten*. VPK 1/2002, p. 19–23.
- 26 Niggeler L., S. Grünig, U. Wild: *Swipos à Genève*. MPG 6/2002, p. 373–375.
- 27d Wicki F., Th. Signer, W. Messmer, R. Ammann, R. Durussel, H. Thalmann: *Das Höhen-system für die amtliche Vermessung und weitere raumbezogene Daten*. VPK 8/2002, p. 528–529.
- 27f Wicki F., Th. Signer, W. Messmer, R. Ammann, R. Durussel, H. Thalmann: *Le système altimétrique pour la mensuration officielle et autres données géographiques*. MPG 8/2002, p. 530–531.
- 28 Wiget A., Th. Signer, B. Vogel, U. Wild: *Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95', Teil 7: GPS-Landesnetz: Auswertung der GPS-Messungen 1988–94; Bezugsrahmen 'CHTRF95' und 'LV95'*. L+T-Bericht Nr. 13, swisstopo, Wabern, 2003.
- 29 GKG-KOGIS: *Umsetzungskonzept zur Strategie Geoinformation beim Bund*. swisstopo, Wabern, 16.04.2003.
- 30 Gurtner W., D. Schneider: *Swiss Combined Geodetic Network CH-CGN: Swiss Contribution to the European Combined Geodetic Network (ECGN). Proposal submitted to IAG Subcommission for Europe (EUREF)*, 24. April 2003. swisstopo Report 03-13, swisstopo, Wabern, April 2003.
- 31 Ehrenberg Ph.: *Verfassungsartikel über die Vermessung*. Geomatik Schweiz 7/2003, p. 398–401.
- 32 Schneider D., B. Vogel, A. Wiget, E. Brockmann, A. Schlatter, U. Marti, U. Wild: *Landesvermessung einst und heute*. Geomatik Schweiz 12/2003, p. 669–674.
- 33 Grünig S., U. Wild: *swipos über Internet: Neue Entwicklungen bei der Echtzeit-Positionierung*. Geomatik Schweiz 3/2005, p. 121–124.
- 34 Brockmann E., D. Neichen, A. Wiget: *Neumessung und Auswertung des GPS-Landesnetzes der Schweiz LV95*. Geomatik Schweiz 8/2005, p. 440–444.
- 35 Marti U., A. Schlatter: *Festlegung des Höhenbezugsrahmens LHN95 und Berechnung des Geoidmodells CHGeo2004*. Geomatik Schweiz 8/2005, p. 445–449.
- 36 Schlatter A., U. Marti: *Höhentransformation zwischen LHN95 und den Gebrauchshöhen LN02*. Geomatik Schweiz 8/2005, p. 450–453.
- 37d Riesen H.-U., B. Schweizer, A. Schlatter, A. Wiget: *Tunnelvermessung des BLS Alp-Transit Lötschberg-Basistunnels*. Geomatik Schweiz 11/2005, p. 608–612.
- 37f Riesen H.-U., B. Schweizer, A. Schlatter, A. Wiget: *Le tunnel de base du Lötschberg*. Tracés No. 19, 5 octobre 2005, p. 18–21.
- 38 Wild U., S. Grünig, R. Hug: *Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95', Teil 11: Automatisches GPS-Netz Schweiz (AGNES): Stationsnetz und Positionierungsdienste*. L+T-Bericht Nr. 19, swisstopo, Wabern, 2006.
- 39 Richard Ph., U. Marti: *Un nouveau réseau gravimétrique en Suisse*. MPG 8/2006, p. 426–431.
- 40 swisstopo: *Neue Koordinaten für die Schweiz: Der Bezugsrahmen LV95*. Informationsbroschüre, Wabern, Nov. 2006
- 41 Schlatter A.: *Das neue Landeshöhennetz der Schweiz LHN95. Geodätisch-geophysikalische Arbeiten in der Schweiz, herausgegeben von der Schweizerischen Geodätischen Kommission der SCNAT*. Volume 72, Zürich, 2007.
- 42 swisstopo (Herausgeber): *Überführung der amtlichen Vermessung in den Bezugsrahmen der Landesvermessung 1995 (LV95). Konzept*. Version 8 vom 8. Juni 2007.
- 43d Kistler M., J. Ray: *Neue Koordinaten für die Schweiz: Fertigstellung der nationalen Dreiecksvermaschung, neue Transformations-Software REFRAME und Eröffnung des Internet-Portals «Bezugsrahmenwechsel»*. Geomatik Schweiz 9/2007, p. 432–437.
- 43f Kistler M., J. Ray: *Nouvelles coordonnées pour la Suisse: achèvement du maillage national des triangles, nouveau logiciel de transformation REFRAME et inauguration du portail Internet sur le changement du cadre de référence*. Géomatique Suisse 9/2007, p. 439–445.
- 44d Scherrer M.: *Neue Koordinaten für die Schweiz: Konsequenzen des neuen Lagebezugsrahmens LV95*. Geomatik Schweiz 9/2007, p. 447–448.
- 44f Scherrer M.: *De nouvelles coordonnées pour la Suisse: Conséquences du nouveau cadre de référence MN95*. Géomatique Suisse 9/2007, p. 450–452.
- 45 Kistler M., U. Wild: *Neue Koordinaten für die Schweiz: Bezugsrahmenwechsel*. Positionierungsdienste, Rechen- und Geodienste. Geomatik Schweiz 5/2008, p. 274.
- 46 Wicki F.: *Neue Geoinformationsgesetzgebung: Konsequenzen für die Praxis*. Geomatik Schweiz 6/2008, p. 308–313.
- 47 Bundesgesetz über Geoinformation, GeoIG; SR 510.62. <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20050726/index.html>, Zugriff 04.06.2020.
- 48 Verordnung über Geoinformation, GeoIV; SR 510.620. <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20071088/index.html>, Zugriff 04.06.2020.
- 49 Verordnung über die Landesvermessung, LVV; SR 510.626. <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20071092/index.html>, Zugriff 04.06.2020.
- 50 Furrer M., B. Sievers: *Qualitätsindikatoren für den Bezugsrahmenwechsel LV03–LV95*. Geomatik Schweiz 1/2009, p. 20–24.
- 51d Vogel B., M. Burkhard, M. Kistler, U. Marti, J. Ray, M. Scherrer, A. Schlatter, A. Wiget: *Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz 'LV95', Teil 13: Einführung des Bezugsrahmens 'LV95' in die Nationale Geodateninfrastruktur*. Geodäsie Doku 21, swisstopo, Wabern, 2009.
- 51f Vogel B., M. Burkhard, M. Kistler, U. Marti, J. Ray, M. Scherrer, A. Schlatter, A. Wiget: *Définition de la nouvelle mensuration de la Suisse 'MN95', 13ème partie: Introduction du cadre de référence 'MN95' dans l'infrastructure nationale de données géographiques*. Géodésie Doku 21f, swisstopo, Wabern, 2009.
- 52d swisstopo: *Bezugsrahmenwechsel – neue Koordinaten für die Schweiz. Informationsveranstaltungen*. Geomatik Schweiz 10/2009, p. 512–513.
- 52f swisstopo: *Changement de cadre de référence. Réunions d'information*. Géomatique Suisse 10/2009, p. 512–513.
- 53d Ray J., U. Marti, M. Kistler: *Methoden und Werkzeuge für die Koordinatentransformation zwischen globalen und lokalen Bezugsrahmen und den Datenaustausch mit den Nachbarländern*. Geomatik Schweiz 11/2009, p. 536–539.

- 53f Ray J., U. Marti, M. Kistler: *Méthodes et outils pour la transformation de coordonnées entre cadres de référence globaux et locaux et échanges de données avec les pays voisins*. Géomatik Suisse 11/2009, p. 541–544.
- 54 Niggeler L., F. Mumenthaler: *Genève se prépare à changer toutes les coordonnées de ses données géographiques*. Géomatik Suisse 12/2009, p. 592–595.
- 55d Wiget A., D. Andrey, E. Brockmann, D. Ineichen, M. Kistler, U. Marti, A. Schlatter, B. Vogel, U. Wild: *Qualitätsstandards der Landesvermessung. Indikatoren, Standards und Messgrößen für die Produkte der geodätischen Landesvermessung*. Geodäsie swisstopo Report 10-11, swisstopo, Wabern, Nov. 2010.
- 55f Wiget A., D. Andrey, E. Brockmann, D. Ineichen, M. Kistler, U. Marti, A. Schlatter, B. Vogel, U. Wild: *Normes de qualité de la mensuration nationale. Indicateurs, normes et grandeurs de mesure applicables aux produits de la mensuration nationale géodésique*. Géodäsie swisstopo Report 10-11f, swisstopo, Wabern, Nov. 2010.
- 56 Stengele R., I. Schättli-Stählin: *Grundlagen und Hauptkontrollmessung im Gotthard-Basistunnel*. Geomatik Schweiz 12/2010, p. 548–557.
- 57 Wiget A., U. Marti, A. Schlatter: *Beiträge der Landesvermessung zum AlpTransit Gotthard-Basistunnel*. Geomatik Schweiz 12/2010, p. 575–581.
- 58 Gubler E.: *150 Jahre Schweizerische Geodätische Kommission*. Geomatik Schweiz 6/2011, p. 260–268.
- 59 Wiget A., E. Brockmann, M. Kistler, U. Marti, A. Schlatter, B. Vogel, U. Wild: *Das Landesvermessungswerk 1995 (LVW95)*. Geomatik Schweiz 6/2011, p. 270–279.
- 60 swisstopo: *Neuigkeiten aus dem Bereich Geodäsie von swisstopo. Nouveautés pour le domaine de la géodésie de swisstopo*. Geomatik Schweiz 5/2012, p. 1–4.
- 61 swisstopo: *Neue Koordinaten für die Schweiz. Bezugsrahmenwechsel LV03 → LV95*. Informations-Flyer für Grundeigentümer. Wabern, Mai 2013.
- 62 Condamin S., J. Schwarzgruber, B. Sievers: *Lokale Hebungsraten in den Schweizer Alpen (Wildhorndecke)*. Geomatik Schweiz 1/2014, p. 12–15.
- 63d Mautz R., J.-J. Stuby: *Umstellung auf den neuen Bezugsrahmen LV95 bei der SBB*. Geomatik Schweiz 3/2014, p. 96–98.
- 63f Mautz R., J.-J. Stuby: *Introduction du nouveau de cadre de référence MN95 aux CFF*. Géomatik Suisse 3/2014, p. 100–102.
- 64 swisstopo: *Fixpunktstrategie für die amtliche Vermessung*. Wabern, April 2015.
- 65 Wiget A.: *Neue Koordinaten für die Schweiz – auf den Zentimeter genau. Nouvelles coordonnées pour la Suisse – au centimètre près*. GeoPanorama, SCNAT-Geosciences 4/2015, p. 32–35.
- 66 Schneider D., E. Gubler, A. Wiget: *Meilensteine der Geschichte und Entwicklung der Schweizerischen Landesvermessung*. Geomatik Schweiz 11/2015, p. 462–483.
- 67d Marti U.: *Aufbau der neuen Landesvermessung der Schweiz, LV95', Teil 14. Das Geoid der Schweiz 2004 «CHGeo2004»*. Geodäsie Doku 22, swisstopo, Wabern, 2016.
- 67f Marti U.: *Définition de la nouvelle mensuration nationale de la Suisse, 'MN95', 14ème partie. Le géoïde de la Suisse 2004 «CHGeo2004»*. Géodäsie Doku 22f, swisstopo, Wabern, 2016.
- 68 Ruh, B.: *Ein Land auf Expansionskurs. Die Schweiz ist um eine Fläche so gross wie 43 Fussballfelder gewachsen*. Neue Zürcher Zeitung 6. April 2016, p. 14.
- 69 Schlatter A., U. Marti, A. Wiget: *AlpTransit-Gotthard-Basistunnel: Aspekte zu den Themen Schwerefeld, Höhe und Geodynamik*. Allgemeine Vermessungs-Nachrichten avn 123 7/2016, p. 199–206.
- 70 Clinton J., A. Geiger, S. Häberling, F. Haslinger, M. Rothacher, A. Wiget, U. Wild: *The Future of National GNSS-Geomonitring Infrastructures in Switzerland. White Paper. Geodätisch-geophysikalische Arbeiten in der Schweiz, herausgegeben von der Schweizerischen Geodätischen Kommission der SCNAT*. Volume 100, Zürich, 2017.
- 71 Brockmann E.: *LV95/CHTRF2016 (Swiss Terrestrial Reference Frame 2016). Teil 2: Auswertung der GNSS-Messungen 2016 und Resultate der Gesamtausgleichung*. Vermessung Report 16–19, swisstopo, Wabern, 2018.
- 72 Brockmann E.: *Stabilität des schweizerischen Koordinatenreferenzrahmens*. cadastre, Fachzeitschrift für das schweizerische Katasterwesen No. 28, swisstopo, Wabern, 12/2018, p. 11–13.
- 73 Weblink Fixpunkt-Datenservice FPDS: <https://www.swisstopo.admin.ch/de/karten-daten-online/karten-geodaten-online/fixpunkte.html> und <https://map.fineltra.admin.ch>, Zugriff: 04.06.2020.
- 74 Weblink Geoportal des Bundes: <https://www.geo.admin.ch/> und <https://map.geo.admin.ch/>, Zugriff 04.06.2020.
- 75 Weblink REFRAME: <https://www.swisstopo.admin.ch/de/karten-daten-online/calculation-services/reframe.html>, Zugriff 04.06.2020.
- 76 Weblink opendata swiss: <https://opendata.swiss/de/dataset/bezugsrahmenwechsel-lv03-lv95-dreiecksvermaschung-chenyx06-und-fineltra-lv>, Zugriff 04.06.2020.
- 77 Weblink swipos: <https://shop.swisstopo.admin.ch/de/products/geoservice/swipos>, Zugriff 04.06.2020.
- 78 Weblink SAPCORDA: <https://www.sapcorda.com>, Zugriff 04.06.2020.
- 79 Weblink PNAC: <http://pnac.swisstopo.admin.ch>, Zugriff 04.06.2020.
- 80 Weblink European Dense Velocities: http://pnac.swisstopo.admin.ch/divers/dens_vel/index.html, Zugriff 04.06.2020.
- 81 swisstopo-Doku Reihe: deutsch: https://shop.swisstopo.admin.ch/de/products/publications/geodesy/swisstopo_doku_pdf; französisch: https://shop.swisstopo.admin.ch/fr/products/publications/geodesy/swisstopo_doku_pdf, Zugriff 04.06.2020.
- Weitere Informationen und Abbildungen sind verfügbar auf den Internetseiten von swisstopo: www.swisstopo.ch → Wissen und Fakten → Geodäsie/Vermessung
- Die Berichte zur Landesvermessung LV95 (swisstopo-DOKU) sind als PDF verfügbar (siehe Literaturreferenz 81)
- <https://emuseum.gggs.ch/literatur-lv/liste.htm>
- Virtuelle Ausstellung zur Geschichte der LV: <https://emuseum.gggs.ch/eexpo-lv/index.html>
- Homepage der GGGs:



<https://www.gggs.ch>

Abkürzungen

AGNES	Automatisches GPS-/GNSS-Netz Schweiz
AIUB	Astronomisches Institut der Universität Bern
AV	Amtliche Vermessung
AV93	Reform der AV 1993

BRW	Bezugsrahmenwechsel (von LV03 zu LV95)	IGP	Institut für Geodäsie und Photogrammetrie der ETHZ	V+D	Eidg. Vermessungsdirektion
Cadastre Suisse	Konferenz der kantonalen Katasterdienste	InSAR	Interferometric Synthetic Aperture Radar	VBS	Eidg. Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz und Sport
CH1903	Lokales geodätisches Bezugssystem der Schweiz von 1903	ITRS	International Terrestrial Reference System	VRS	Virtual Reference Station
CH1903+	Lokales geodätisches Bezugssystem der Schweiz von 1995	KKVA	Konferenz der kantonalen Vermessungsämter (heute CadastreSuisse)	Abréviations	
CH-CGN	Swiss Combined Geodetic Network; kombiniertes geodätisches Netz (Bestimmung von Geoidundulationen aus GNSS- und orthometrischen Höhen)	KOGIS	Interdepartementale Koordinationsgruppe GIS (heute Bereich «Koordination, Geo-Information und Services» von swisstopo)	AGNES	Réseau GPS/GNSS automatique suisse
CHENyx06	Transformations-Datensatz der landesweiten Dreiecksvermischung 2006 (EN für LV95, yx für LV03)	LFP1, LFP2	Lagefixpunkt der Kategorien 1 (Landesvermessung, Bund) und 2 (amtliche Vermessung, Kantone)	AIG	Association internationale de géodésie
CHGeo2004	Geoidmodell der Schweiz 2004	LHN95	Orthometrisches Landeshöhennetz 1995	AIUB	Institut d'astronomie de l'Université de Berne
CHKM95	Kinematisches Modell der Schweiz 1995	LN02	Gebrauchshöhennetz 1902 (Landesnivellement)	Cadastre Suisse	Conférence des services cantonaux du cadastre
CHTRFyy	Swiss Terrestrial Reference Frame (Realisierung des Bezugssystems CHTRS95 im Jahr yy)	LSN2004	Landesschwerennetz 2004	CCR	Changement de cadre de référence (de MN03 à MN95)
CHTRS95	Swiss Terrestrial Reference System 1995 (globales geodätisches Bezugssystem der Schweiz 1995)	LV	Landesvermessung	CGS	Commission géodésique suisse
ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989	LV03	Bezugsrahmen der LV 1903	CH1903	Ancien système de référence local de la Suisse de 1903
EUREF	European Reference Frame (IAG Reference Frame Sub-Commission for Europe)	LV95	Bezugsrahmen der LV 1995	CH1903+	Nouveau système de référence local de la Suisse de 1995
FINELTRA	Lineare Transformation mit finiten Elementen (Software)	LVV	Landesvermessungsverordnung	CH-CGN	Réseau géodésique combiné, cotes du géoïde déterminées à partir de hauteurs GNSS et d'altitudes orthométriques
FPDS	Fixpunkt-Datenservice (swisstopo)	LVW95	Landesvermessungswerk 1995	CHENyx06	Jeu de données du maillage triangulaire national
GeoIG	Bundesgesetz über Geoinformation (Geoinformationsgesetz)	Nagra	Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle in der Schweiz	CHGeo2004	Modèle de géoïde de la Suisse de 2004
GeoIV	Verordnung über Geoinformation (Geoinformationsverordnung)	NAVSTAR	Navigation System using Timing and Ranging (USA)	CHKM95	Modèle cinématique de la Suisse de 1995
GG95	Geodätische Grundlagen der Schweiz 1995	NEAT	Neue Eisenbahn Alpentransversale	CHTRFyy	Swiss Terrestrial Reference Frame (Réalisation du système de référence CHTRS95 en l'an yy)
GGGS	Gesellschaft für die Geschichte der Geodäsie in der Schweiz	NGDI	Nationale Geodaten-Infrastruktur	CHTRS95	Swiss Terrestrial Reference System 1995 (Système de référence géodésique global de la Suisse, 1995)
GIS	Geografische Informationssysteme	PNAC	Permanent Network Analysis Center	COSIG	Coordination, services et informations géographiques (aujourd'hui le domaine 'Coordination, Services et Informations Géographiques' de swisstopo)
GNSS	Global Navigation Satellite System	PPP	Precise Point Positioning	CSCC	Conférence des services cantonaux du cadastre (aujourd'hui CadastreSuisse)
GPS	Global Positioning System (USA)	REFRAME	Software für geodätische Transformationen, insbesondere den Bezugsrahmenwechsel	DDPS	Département fédéral de la défense, de la protection, de la population et des sports
IAG	International Association of Geodesy	SAPA	Safe and Precise Augmentation	D+M	Direction fédérale des mensurations cadastrales
		SAPCORDA	Joint-Venture Firma für Auto-navigation		
		SGK	Schweizerische Geodätische Kommission		
		swipos	Swiss Positioning Service		
		SwissRailTra	Transformationslösung der SBB für den Bezugsrahmenwechsel		
		swisstopo	Bundesamt für Landestopografie		

ETRS89	European Terrestrial Reference System 1989 (Système de référence terrestre européen de 1989)	PPP	Positionnement de point précis
EUREF	European Reference Frame (IAG Sub-Commission chargée du cadre de référence européen)	RAN95	Réseau altimétrique national de 1995
FINELTRA	Transformation linéaire par la méthode des éléments finis (logiciel)	REFRAME	Logiciel dédié aux transformations géodésiques, notamment au changement de cadre de référence
FPDS	Service de données sur les points fixes (swisstopo)	RGN2004	Réseau gravimétrique national de 2004
GG95	Bases géodésiques Suisse de 1995	SAPA	Safe and precise Augmentation
GGGS	Gesellschaft für die Geschichte der Geodäsie in der Schweiz – Société pour l'histoire de la géodésie en Suisse	SAPCORDA	Coentreprise (joint-venture) pour l'autonavigation
GNSS	Global Navigation Satellite System	SHGS	Société pour l'histoire de la géodésie en Suisse
GPS	Global Positioning System (Etats-Unis)	SIG	Système d'information géographique
IGP	Institut de géodésie et de photogrammétrie de l'ETHZ	swipos	Swiss Positioning Service
INDG	Infrastructure nationale de données géographiques	SwissRailTra	Changement de cadre de référence au sein des CFF
InSAR	Interférométrie par radar à synthèse d'ouverture	swisstopo	Office fédéral de topographie
ITRS	International Terrestrial Reference System (Système de référence terrestre international)	VRS	Station de référence virtuelle
LGéo	Loi fédérale sur la géoinformation		
Nagra	Société coopérative nationale pour le stockage des déchets radioactifs		
NAVSTAR	Navigation System using Timing and Ranging (Etats-Unis)		
NEAT	Neue Eisenbahn Alpentransversale (cf. NLFA)		
NF02	Réseau altimétrique national de 1902 (Nivellement fédéral)		
NLFA	Nouvelles lignes ferroviaires à travers les Alpes (NEAT)		
OGéo	Ordonnance sur la géoinformation		
OMN	Ordonnance sur la mensuration nationale		
OMN95	Œuvres de la mensuration nationale de 1995		
PNAC	Permanent Network Analysis Center		
PFP1, PFP2	Point fixe planimétrique de catégorie 1 (mensuration nationale, swisstopo), 2 (mensuration officielle, cantons)		

Bildnachweis

Abb. 1: Foto: © swisstopo; vgl. 58 E. Gubler: 150 Jahre Schweizerische Geodätische Kommission. Geomatik Schweiz 6/2011, S. 267, Abb. 8.

Abb. 2: Foto: © swisstopo

Abb. 3: Foto: © swisstopo

Abb. 4: 32 D. Schneider et al.: Landesvermessung einst und heute. Geomatik Schweiz 12/2003, S. 671, Abb. 5, 2003, © swisstopo

Abb. 5: 59 A. Wiget et al.: Das Landesvermessungswerk 1995 (LVW95). Geomatik Schweiz 12/2011, S. 276, Abb. 9, 2011, © swisstopo

Abb. 6: 43d M. Kistler und J. Ray: Neue Koordinaten für die Schweiz. Geomatik Schweiz 9/2007, S. 433, Abb. 1a, 2007, © swisstopo

Abb. 7: 43d M. Kistler und J. Ray: Neue Koordinaten für die Schweiz. Geomatik Schweiz 9/2007, S. 433, Abb. 2, 2007, © swisstopo

Abb. 8: A. Wiget und Ch. Peier: Schlussbericht Projekt P0146 «Kommunikation Bezugsrahmenwechsel». Erstveröffentlichung in diesem Beitrag. © swisstopo

Abb. 9: Foto: © swisstopo

Abb. 10: Foto: © SITE.ch Schweiz AG

Abb. 11: 72 E. Brockmann: Stabilität des schweizerischen Koordinatenreferenzrahmens. cadastre – Fachzeitschrift für das

schweizerische Katasterwesen No. 28, 12/2018, S. 11, Abb. 1, © swisstopo. Zum Vergleich ältere Version: 59 S. 278, Abb. 12.

Crédit des images

Fig. 1: Photo: © swisstopo; vgl. 58 E. Gubler: 150 Jahre Schweizerische Geodätische Kommission. Geomatik Schweiz 6/2011, S. 267, Abb. 8.

Fig. 2: Photo: © swisstopo

Fig. 3: Astronomisches Institut Universität Bern AIUB; photo: Manu Friederich

Fig. 4: Photo: © swisstopo

Fig. 5: Nivellement-Team A. Schlatter; photo: © swisstopo

Fig. 6: 51f B. Vogel et al.: Introduction du cadre de référence 'MN95' dans l'infrastructure nationale de données géographiques. Géodésie Doku 21f, p. 35, Fig. 6-2, 2009; en combinaison avec: 43f M. Kistler et J. Ray: Nouvelles coordonnées pour la Suisse. Géomatique Suisse 9/2007, p. 440, Fig. 1b, 2007 © swisstopo

Fig. 7: 51f B. Vogel et al.: Introduction du cadre de référence 'MN95' dans l'infrastructure nationale de données géographiques. Géodésie Doku 21f, p. 41, Fig. 6-7; en combinaison avec: p. 51, Fig. 6-17, 2009 © swisstopo

Fig. 8: A. Wiget und Ch. Peier: Schlussbericht Projekt P0146 «Kommunikation Bezugsrahmenwechsel». Première publication dans cette contribution. © swisstopo

Fig. 9: Photo: © swisstopo

Fig. 10: Photo: © Leica Geosystems SA, Suisse

Fig. 11: 71 E. Brockmann: LV95/CHTRF2016 (Swiss Terrestrial Reference Frame 2016). swisstopo Report 16-19 A, S. 73, Abb. 3-58, 2018, © swisstopo. Zum Vergleich ältere Version/voir aussi une version plus âgée: 59 S. 278, Abb. 12.

Autoren

Erich Gubler, Flugplatzstrasse 19B, 3122 Kehrsatz

Markus Scherrer, swisstopo

Andreas Schlatter, swisstopo

Dieter Schneider, Schafmattstrasse 23, 3123 Belp

Adrian Wiget, Sonnenweg 6, 5507 Mellingen

Urs Wild, swisstopo

Übersetzung/Traduction

Olivier Reis, F-57200 Sarreguemines

Bildungszentrum Geomatik Schweiz



Anmeldung und detaillierte Infos unter www.geo-education.ch

GeomatiktechnikerIn Lehrgang Geomatiktechnik Basismodule



Anmeldung für Basismodule online unter folgendem Link: www.geo-education.ch
Die nächste Klasse der Basismodule beginnt im August 2021. Anmeldungen werden bereits entgegengenommen.



Additive Fertigung

Daten: Mittwoch, 2. und Donnerstag, 3. Dezember 2020
Ort: BBZ, Zürich
Kosten: Fr. 550.–/Nichtmitglied Fr. 660.–
Anmeldung: bis 2. November 2020



Datenbankverarbeitung

Daten: Freitag, 4. und Samstag, 5. Dezember 2020
Ort: IBZ, Zug
Kosten: Fr. 600.–/Nichtmitglied Fr. 720.–
Anmeldung: bis 4. November 2020



3D-Datenerfassung

Daten: Freitag, 11., Samstag, 12., Montag, 14. und Dienstag, 15. Dezember 2020 Vormittag, Mittwoch, 16. Dezember 2020 ganzer Tag
Ort: IBZ, Zug
Kosten: Fr. 800.–/Nichtmitglied Fr. 960.–
Anmeldung: bis 11. November 2020



3D-Datenverwaltung

Daten: Freitag, 11., Samstag, 12., Montag, 14. und Dienstag, 15. Dezember 2020 Nachmittag
Ort: IBZ, Zug
Kosten: Fr. 700.–/Nichtmitglied Fr. 840.–
Anmeldung: bis 11. November 2020



Umwelttechnik

Daten: Montag, 11. und Freitag, 22. Januar 2021
Ort: HSR, Rapperswil
Kosten: Fr. 800.–/Nichtmitglied Fr. 840.–
Anmeldung: bis 11. Dezember 2020



3D-Analyse + Publikation

Daten: Dienstag, 19. und Mittwoch, 20. Januar 2021
Ort: BBZ, Zürich
Kosten: Fr. 500.–/Nichtmitglied Fr. 600.–
Anmeldung: bis 19. Dezember 2020



Raumplanung

Daten: Donnerstag, 21. und 28. Januar 2021
Ort: BBZ, Zürich
Kosten: Fr. 600.–/Nichtmitglied Fr. 720.–
Anmeldung: bis 21. Dezember 2020



Mobilität & Infrastruktur

Daten: Freitag, 29. und Samstag, 30. Januar 2021
Ort: FHNW, Muttens
Kosten: Fr. 500.–/Nichtmitglied Fr. 600.–
Anmeldung: bis 29. Dezember 2020



Technisches Rechnen

Daten: Freitag, 5. März 2021 ganzer Tag, Mittwoch, 17. und Dienstag, 23. März 2021 Nachmittag, Montag, 29. März 2021 Vormittag und Freitag, 23. April 2021 Nachmittag
Ort: BBZ, Zürich
Kosten: Fr. 600.–/Nichtmitglied Fr. 720.–
Anmeldung: bis 5. Februar 2021



Bauvermessung

Daten: Montag, 29. März 2021 Nachmittag, Freitag, 23. April 2021 Vormittag und Montag, 10. Mai 2021 ganzer Tag
Ort: BBZ, Zürich
Kosten: Fr. 600.–/Nichtmitglied Fr. 720.–
Anmeldung: bis 28. Februar 2021



Werkleitungskataster

Daten: Dienstag, 11. und Mittwoch, 12. Mai 2021

Ort: ewl, Luzern

Kosten: Fr. 700.-/Nichtmitglied Fr. 840.-

Anmeldung: bis 11. April 2021

Workshops

FGS Workshop für Lernende mit QV 2021

Im Auftrag der Fachleute Geomatik Schweiz (FGS)

Voraussetzung:

Der Workshop richtet sich an Geomatiker-lernende im 4. Lehrjahr.

Ziele:

Sie übernehmen die Planung in Ihrem letzten Ausbildungsjahr, wissen, welche Leistungsziele noch zu erarbeiten und zu dokumentieren sind und kennen den Ablauf des Qualifikationsverfahrens.

Inhalt:

- Wie übernimmt die lernende Person die Führung in ihrer Ausbildungsplanung?
- Hilfsmittel in der Planung des letzten Ausbildungsjahres
- Überprüfung und Kontrolle der Lernfortschritte
- Controlling der Leitziele, Richtziele und Leistungsziele
- Vermessungstechnische Aufgaben, Technisches Rechnen
- Fachwissen
- Planung Qualifikationsverfahren (QV)
- Möglichkeiten von Lerngruppen
- Vorstellung von IPA 2020
- Dokumente für das QV 2021
- Mögliche Prüfungsarbeiten
- Informationen der Prüfungskommission zum QV 2021
- Planung nach der Grundbildung



www.mebgroup.ch

Ueli Brunner
Geschäftsführer
Dipl. Qualitätsmanager NDS
DIGICASA AG – ein Mitglied der
GEOGRID GRUPPE

Peter Widmer
Bsc in Geomatik FHNW
Beratung und Vertrieb ALLNAV



Dauer:

8 Lektionen Workshop plus individuelle Lernzeit für die optimale Vorbereitung im letzten Ausbildungsjahr

Workshopdaten und Ort:

WSL-20-3, 30. November 2020, IBZ Zug

Unterricht:

08.30–16.30 Uhr

Kosten:

Fr. 300.–

Anmeldeschluss: 30 Tage vor WSL

Anmeldung via Webseite

geo-education.ch

Zusammenschluss CadastreSuisse/KKGEO

Wir freuen uns sehr, Ihnen mitteilen zu dürfen, dass die beiden kantonalen Fachkonferenzen CadastreSuisse und KKGEO am 15. Oktober 2020 an ihren ausserordentlichen Generalversammlungen in Bern beschlossen haben, sich per 1. Januar 2021 zur Konferenz der kantonalen Geoinformations- und Katasterstellen (KGK) zusammenzuschliessen.

Fusion CadastreSuisse/CCGEO

Nous avons le plaisir de vous informer que les deux conférences cantonales spécialisées CadastreSuisse et CCGEO ont décidé le 15 octobre 2020, lors de leurs assemblées générales extraordinaires à Berne, de fusionner à partir du 1^{er} janvier 2021 pour former la Conférence des services cantonaux de la Géoinformation et du Cadastre (CGC).



ALLNAV

Trimble X7
Das Hochleistungs-3D-
Laserscanningsystem

**ZUKUNFT
BRAUCHT
PARTNERSCHAFT**

Die DIGICASA AG – ein Unternehmen der GEOGRID-GRUPPE – setzt konsequent auf digitale Systeme. Damit ist die ALLNAV als Technologiepartner gesetzt. Der Einsatz des neuen Trimble Laserscanner X7 im Bernapark in Stettlen ist die logische Konsequenz aus der Strategie des Unternehmens, das über mehr als 50 Jahre Erfahrung verfügt und heute im digitalen Bauen seine Kunden mit der Erstellung von BIM-fähigen Architekturmodellen unterstützt.



www.allnav.com

Lehrabschlussfeier im Kanton Bern

Das Echo der letztjährigen, erstmaligen Feier im Kanton Bern zum bestandenen Qualifikationsverfahren (QV) hat gezeigt, dass eine persönliche Würdigung sehr geschätzt wird. Dank den Lockerungsmassnahmen von Covid-19 wurde schliesslich der Entscheid zur Durchführung gefällt. Sehr gerne blicken wir wieder auf einen feierlichen und geselligen Anlass am 1. Juli 2020 im Kulturhof Schloss Köniz zurück. Nach der Begrüssung durch Thomas Vogel folgte das Referat «Hoch hinaus» des professionellen Alpinisten Nicolas Hojac. Danach wurden die 22 erfolgreichen Lehrabgängerinnen und Lehrabgänger aus dem deutschsprachigen Teil des Kantons Bern aus total 15 Lehrbetrieben geehrt, wovon 20 Personen anwesend sein konnten. Zusätzlich zum bereits zugestellten Fähigkeitszeugnis wurde ihnen ein Taschenmesser «Geoma-



tikprofi seit 2020» sowie Gutscheine für Verbandsmitgliedschaften überreicht. Der FHNW Geomatics Award für die beste Gesamtnote im Kanton Bern wurde durch Prof. Dr. Stephan Nebiker, Leiter Institut Geomatik an der FHNW, an Jonas Stalder verliehen. Im Anschluss folgte ein Apéro für alle Anwesenden. Wir wünschen allen Geomatikerinnen und Geomatikern für den weiteren Berufsweg viel

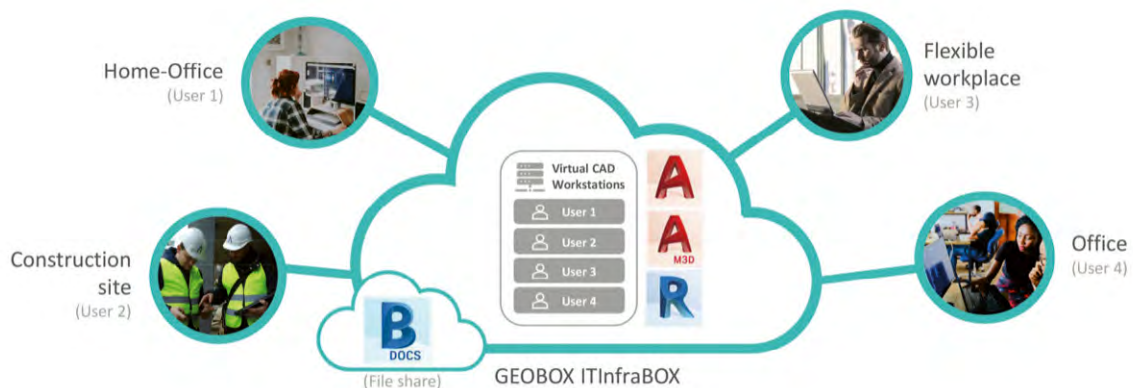
Freude und Erfolg! Wir bedanken uns bei den Verbänden geosuisse bern, FGS Sektion Bern, GEO+ING und SGK sowie den beteiligten Büros, durch welche diese Feier ermöglicht werden konnte.

*Das OK
Lukas Läderach, Thomas Vogel, Daniel Rettenmund und Tanja Schweizer*

GEOBOX ITInfraBOX CAD-Arbeitsplätze zur flexiblen Nutzung

GEO BOX

AUTODESK
Reseller



Standortunabhängige, leistungsstarke Arbeitsplätze zur zeitbasierten Verwendung

geobox.ch

 **GEOBOX AG**
@geoboxag

Studienabschluss – Diplomfeier 2020 an der Hochschule für Architektur, Bau und Geomatik

Der Abschluss des eigenen Studiums ist ein besonderer Moment im Leben der Studierenden. Der Weg bis dorthin ist manchmal steil und steinig dann wieder flacher und angenehmer. Das Abschlusssemester im Frühling-Sommer 2020 war auf jeden Fall besonders. Auch deswegen bekam die Diplomfeier einen besonderen Stellenwert.

Die Hochschule hat ein Programm und ein entsprechendes Schutzkonzept entwickelt, welches es erlaubte, dass sich am 25. September 2020 die ehemaligen Studentinnen und Studenten der Bachelor- und Masterstudiengänge der HABG, die im Herbstsemester 2019 oder im Frühlingsemester 2020 ihr Studium beendet haben, nochmals in Muttenz versammelten. Da nur die Studierenden und die Hochschul- und Institutsangehörigen vor Ort anwesend waren, wurde die Feier für Verwandte und Bekannte auf einer Streaming-Plattform öffentlich zugänglich gemacht.

Professor Ruedi Hofer, Direktor der HABG, und Christina Klausener, Leiterin Marketing und Kommunikation der Hochschule, führten durch die Diplomfeier im Campus Muttenz. Die Festrede wurde von Marie-Claire Graf als Videobotschaft eingespielt. Frau Graf ist Mitglied der ersten Stunde der Klimastreikbewegung in der Schweiz und ermunterte die Absolventinnen und Absolventen, bei ihren beruflichen Tätigkeiten die Klimamassnahmen und -ziele zu berücksichtigen. Denn nur wenn heute gehandelt wird, können die Ziele von morgen erreicht werden. Anschliessend erhielten die erfolgreichen Absolventinnen und Absolventen ihre Diplome. Eine Preisträgerin



Professor Ruedi Hofer und Christina Klausener führen durchs Programm.



Leica-Preisträger Simon Fetscher.



Swiss Engineering Award Preisträger Andreas Koch.



GEO+ING/STV Preisträgerin Fiona Tiefenbacher.



Swiss Engineering Award Preisträger Patrick Keusch.



Die diplomierten Bachelor of Science in Geomatik 2020, Quelle: Simon Mader, APCC—grafisches atelier.



Die teilnehmenden Masterabsolventinnen und -absolventen 2020, Quelle: Simon Mader, APCC—grafisches atelier.

und drei Preisträger aus dem Bachelorstudiengang Geomatik wurden für ihre Bachelorarbeiten und Studienleistungen mit Auszeichnungen von Berufsverbänden und Praxispartnern geehrt.

Den Leica-Preis für sehr gute Studienleistungen und eine sehr gute Bachelor-Thesis erhielt Simon Fetscher. Mit dem sia Basel Preis für eine sehr gute und innovative Bachelor-Thesis wurde Andreas Koch gewürdigt. Fiona Tiefenbacher wurde mit dem GEO+ING/STV Preis für gute Studienleistungen und besonderes persönliches Engagement ausgezeichnet. Der Swiss Engineering Award wurde an Patrick Keusch vergeben.

Im Studiengang «Bachelor of Science in Geomatik FHNW» erhielten 15 Absolventinnen und Absolventen ihr Diplom: Simon Abächerli, Lars Bisig, Marcus Dietsch, Elia Ferrari, Simon Fetscher, Enea Gentilini, Tobias Hofmann, Raphael Hubler, Marius Hürzeler, Julia Stettler, Patrick Keusch, Andreas Koch, Daniel Reist, Eva-Maria Schönauer, Fiona Tiefenbacher.

Im Studiengang «MSE Master of Science FHNW in Engineering – Vertiefung Geomatics» erhielten Carmen Bucher, Oliver Hasler, Sarah Huber, Maud Pfammatter und Marc Vögele ihre Diplome. Oliver Hasler wurde mit dem ALLNAV Award ausgezeichnet, überge-

ben von Ivo Pfammatter, Geschäftsführer ALLNAV Schweiz, für seine guten Leistungen im MSE-Studium und der Masterthesis.

Nach der Diplom- und Preisübergabe fand im Restaurant CMU ein Apéro riche statt. Dort konnten sich die frisch Diplomierten und Dozierende unterhalten und auf den Erfolg anstossen.

Wir gratulieren allen Absolventinnen und Absolventen und vor allem auch denjenigen mit einer Auszeichnung ganz herzlich zum Abschluss des Studiums und ihrem Erfolg und wünschen für die weitere berufliche Laufbahn alles Gute!



Unsere präzisen Lösungen erfüllen Ihre Anforderungen.

Steigern Sie die Produktivität durch präziseres und effizienteres Arbeiten sowie einer exakten Planung im Vorfeld. Vom Konzept bis zur Fertigstellung bieten unsere Geodatenlösungen eine sichere Vernetzung, intuitive Software und präzise Messinstrumente, von denen Sie profitieren.

FIELDWORK

Maschinenkontroll- und Vermessungssysteme AG
Bleichelstrasse 22, CH-9055 Bühler, www.fieldwork.ch

TOPCON
AUTHORIZED DEALER

Die geodätische Software GeoSuite wird kostenlos – Update-Empfehlung für bestehende GeoSuite-Kundinnen und Kunden

Ab dem 1. November 2020 wird nicht nur die geodätische Spezialsoftware «GeoSuite» kostenlos abgegeben, sondern auch die zwei zugehörigen Berechnungsmodule REFRAME und TRANSINT, die bisher kostenpflichtig waren. Dasselbe gilt für die Ausgleichssoftware LTOP sowie für GEOREF und das TRANSINT FME Plug-in. Alle diese Softwarekomponenten werden ab November 2020 kostenlos abgegeben.

Im Verlaufe von 2021 wird die Integration von LTOP in GeoSuite abgeschlossen sein. Gleichzeitig wird der Quellcode von GeoSuite und LTOP offengelegt. GeoSuite und LTOP werden in Zukunft also in Open-source-Lizenz abgegeben. Bildungstätten, öffentliche Institutionen und Dritte können dann direkt von den laufenden Entwicklungen von swisstopo profitieren und umgekehrt. swisstopo wird weiterhin eine offizielle Version

dieser Software vertreiben sowie Support anbieten.

Bestehenden GeoSuite-Kundinnen und Kunden empfehlen wir dringend bis Ende 2020 auf die neue Version zu wechseln. So ist ein unterbrechfreier Betrieb gewährleistet. Bei älteren GeoSuite-Versionen kann es vorkommen, dass einige Berechnungsmodule ab Januar 2021 nicht mehr wie gewohnt funktionieren.

*Bundesamt für Landesgeografie swisstopo –
Bereich «Geodäsie und
Eidgenössische Vermessungsdirektion»
geo.support@swisstopo.ch*

Le logiciel géodésique GeoSuite devient gratuit – la mise à jour est recommandée pour la clientèle actuelle

A partir du 1er novembre 2020, c'est non seulement le logiciel géodésique spécial «GeoSuite» qui sera fourni gratuitement, mais aussi les deux modules de calcul associés REFRAME et TRANSINT, payants jusqu'alors. Il en va de même du logiciel de compensation LTOP, de GEOREF et du plug-in TRANSINT FME. Tous ces composants logiciels seront livrés gratuitement à partir de novembre 2020. L'intégration de LTOP dans GeoSuite sera achevée au courant de l'année 2021. Le code

source de GeoSuite et de LTOP sera simultanément rendu public. A l'avenir, GeoSuite et LTOP seront donc fournis avec une licence open source.

Les établissements de formation, les institutions publiques et des tiers pourront donc profiter directement des développements en cours chez swisstopo et réciproquement. swisstopo continuera à proposer une version officielle de ce logiciel et à assurer un support.

Nous prions instamment la clientèle actuelle de GeoSuite de passer à la nouvelle version d'ici à la fin de l'année 2020. L'absence totale d'interruption de service est ainsi garantie. Il est possible, pour des versions plus anciennes de GeoSuite, que certains modules de calcul ne fonctionnent plus comme auparavant à compter de janvier 2021.

*Office fédéral de topographie swisstopo –
Domaine «Géodésie et
Direction fédérale des mensurations
cadastrales»
geo.support@swisstopo.ch*

Geomatik ■ **Schweiz**
Géomatique ■ **Suisse**
Geomatica ■ **Svizzera**

**Ihre Botschaft
perfekt platziert.**
Entdecken Sie mit uns Ihre
idealen Werbemöglichkeiten!

SIGImedia AG
Tel. +41 56 619 52 52
info@sigimedia.ch
www.geomatik.ch



Real-Time-Monitoring einfach, flexibel und skalierbar – ein Anwender berichtet aus der Praxis

Wenn das Baustellenumfeld zum Risikogebiet wird, ist Real-Time-Monitoring nicht «nice to have», sondern essentiell, damit kontrolliert und sicher gearbeitet werden kann. Mit «Trimble 4D Control» steht ein unkompliziertes, skalierbares System zur Verfügung, das von Vermessern auf anspruchsvollen Baustellen mit wenig zeitlichem und finanziellem Aufwand eingesetzt werden kann. Denn ALLNAV bietet die Real-Time-Monitoring-Lösung von Trimble nicht nur als Kauflizenz, sondern neu auch im attraktiven Subscriptions-Modell an. Anspruchsvoll war Bauen schon immer. Mit dem steten Bevölke-

rungswachstum ist eine neue Herausforderung hinzugekommen: Siedlungsräume werden verdichtet, Projekte immer öfter in räumlich eng bebauten Verhältnissen realisiert. Und auch die Verkehrsinfrastruktur muss mit der Mehrbelastung mithalten. Baumassnahmen unter diesen Voraussetzungen können sich auf das Umfeld auswirken. Spontane Böschungsbewegungen, Baugruben- und Bauwerksdeformationen, Setzungen, Grund- und Oberflächenwassereintritte sind mögliche Folgen von Erschütterungen durch schweres Baugerät oder die Verschiebung grosser Massen. Solche überraschenden

Ereignisse stellen ein relevantes Sicherheitsrisiko dar; sie können fatale immaterielle und immense materielle Schäden verursachen, aus denen u.a. Haftungsansprüche erwachsen.

Real-Time-Monitoring macht Baustellen kontrollierbar, noch sicherer...

Hochautomatisierte Real-Time-Monitoring-Systeme nehmen kleinste Veränderungen im Umfeld wahr, informieren in Echtzeit darüber und ermöglichen so ein umgehendes Eingreifen. Die laufende Überwachung und Prüfung schafft Sicherheit, Reaktionsspielraum und Klarheit im Fall der Fälle. Die Schwelle für den Einsatz dieser effizienten und effektiven Systeme lag bisher hoch. Die meisten Systeme sind kom-

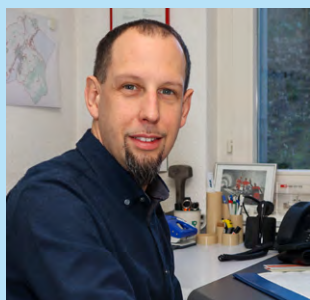
plex, entsprechend umständlich im Handling und zudem auch kostspielig in der Anschaffung, so dass sie für viele Vermesser oft gleich in mehrerer Hinsicht zu aufwändig waren.

... und mit «Trimble 4D Control» im Subscriptions-Modell für alle nutzbar

Mit dem Monitoring System «Trimble 4D Control» hält ALLNAV eine flexible, skalierbare und in ihrer Anwendung sehr unkomplizierte Lösung für Vermessungsbüros in ihrem Produkt-Portfolio. Seit kurzem kann «Trimble 4D Control» nicht nur als Kauflizenz erworben, sondern auch mit einem attraktiven Subscriptions-Modell projektweise gemietet werden. Damit eröffnet sich jedem Vermessungsbüro,

Die Vorteile von «Trimble 4D Control» aus der Sicht des Anwenders

Wie sich die Vielseitigkeit und das einfache Handling von Trimble 4D Control auf der Baustelle bewährt und welches Potenzial er aus dieser Lösung schöpfen kann, schildert Hansueli Würth, eidg. pat. Ingenieur-Geometer und Geomatik-Ingenieur FH, von Wild Ingenieure AG. Das renommierte Vermessungsunternehmen bietet seit über 30 Jahre erfolgreich Dienstleistungen in den Bereichen Bahnbau, Tiefbau und Geomatik an.



Hansueli Würth, eidg. pat. Ingenieur-Geometer/Geomatik-Ingenieur FH, Mitglied der Geschäftsleitung

Herr Würth, was waren die Beweggründe, das bestehende Dienstleistungsangebot mit Real-Time-Monitoring zu erweitern?

Unser Kerngeschäft ist die Bau- und Ingenieurvermessung rund um den Bahnbau. Entsprechend möchten wir möglichst viele Dienstleistungen in diesem Sektor anbieten können. Dazu gehört auch Real-Time-Monitoring. Zudem hat auch die Nachfrage von automatischen Gleisüberwachungen in den vergangenen Jahren stark zugenommen.

Sicht erfüllt sein, damit ein Real-Time-Monitoring wirtschaftlicher ist?

Der massgebende Entscheid liegt bei der Anzahl Folgemessungen. Dabei spielt natürlich das Gefahrenpotenzial eine wichtige Rolle. Ist das Gefahrenpotenzial hoch, werden entsprechend mehr Folgemessungen notwendig sein. In diesen Fällen ist ein Real-Time-Monitoring die optimale Lösung.

Was sind die grossen Vorteile eines Real-Time-Monitoring und welchen Mehrwert können Sie dadurch ihren Kunden bieten?

Durch eine grosse Anzahl von Folgemessungen kann eine höhere Sicherheit gewährleistet werden. Bei Überwachungen von Gleisanlagen muss das Gleis nicht begangen werden. Weiter hat der Kunde die Möglichkeit, über ein Webportal die Messresultate einzusehen. Wenn gewünscht, kann dieser selbständig Analysen erstellen und diese anhand Diagramme darstellen lassen.

Seit rund drei Jahren arbeiten Sie bereits mit der Monitoring Lösung Trimble 4D Control. Warum haben Sie sich für diese Lösung entschieden?

Wir arbeiten seit vielen Jahren ausschliesslich mit Trimble-Produkten. Um Synergien zu nutzen, kam es für uns nicht in Frage, ein Konkurrenzprodukt zu beschaffen. Zudem fehlte uns das Know-how und die Ressourcen, eine Eigenentwicklung umzusetzen.

Welche Arten von Überwachungs-Projekten werden durch Wild Ingenieure AG hauptsächlich angeboten?

Hauptsächlich sind dies Überwachungen von Gleisanlagen im Zusammenhang mit Bahnprojekten oder bahnangrenzenden Bauprojekten. Weiter führen wir aber auch Überwachungsmessungen von Baugruben mit oder ohne angrenzende Objekte durch. Im Bereich Naturgefahren überwachen wir Rutschhänge und Felswände.

Bei kleineren Projekten muss immer abgewogen werden, ob die Überwachung mit einem periodischen (manuellen) Monitoring oder mit einem Real-Time-Monitoring sinnvoller ist. Welche Kriterien müssen aus Ihrer

Sie haben mit einer Monitoring-Station begonnen. Mittlerweile sind 7 Totalstationen im täglichen Einsatz. Haben Sie mit diesem Erfolg gerechnet? Wie haben Sie die Skalierbarkeit von Trimble 4D Control erlebt?

Nein, mit diesem Erfolg haben wir anfänglich nicht gerechnet. Die Skalierbarkeit von Trimble 4D ist vollumfänglich gewährleistet. Durch ein einfaches und flexibles Lizenzmodell können Erweiterungen jederzeit vorgenommen werden.

Vermessungsunternehmen fürchten sich bei Monitoring Projekten oft vor den technischen Herausforderungen, wie z. B. der Kommunikation, der Elektronik oder der Informatik. Ist diese Angst berechtigt?

Vor diesen Herausforderungen haben wir uns am Anfang auch gefürchtet. Die Installation der Softwareprodukte verlief problemlos. Als Kontroll-einheit vor Ort wird eine Settop M1 verwendet, welche die drahtlose Verbindung zwischen Totalstation und Software herstellt. Diese Verbindung läuft erfahrungsgemäss sehr stabil. Im Nachhinein müssen wir sagen, dass die Angst nicht berechtigt war.

Wie haben Sie Trimble 4D Control in Ihrem Betrieb eingeführt, was waren die Herausforderungen und wie haben Sie sie gemeistert?

Wir hatten Trimble 4D Control zuerst bei einem Pilotprojekt eingesetzt und konnten so Erfahrungen sammeln. Dies waren nicht nur Erfahrungen mit dem Softwareprodukt, sondern auch Erfahrungen betreffend Montage von Konsolen, Prismen usw. Die grösste Herausforderung stellte die Auswertung der Messungen dar. Bei Gleisüberwachungen sind diverse Parameter wie Verwindungen und Pfeilhöhen gewünscht, welche anhand der erhaltenen Differenzen berechnet werden müssen.

Wie beurteilen Sie die Betreuung durch die ALLNAV bei der Einführung von Trimble 4D Control bzw. die Reaktion bei Fragen und Support im laufenden Betrieb?

ALLNAV hat mit Jürg Pulfer einen Spezialisten für Trimble 4D Control. Zudem hatten wir einen direkten Austausch mit Trimble Monitoring Experten. Der ALLNAV Support hat uns beim Pilotprojekt eng begleitet und es konnten laufend offene Fragen geklärt werden. Diese Vorgehensweise hat sich sehr bewährt.

Wie kam die Einführung von Real-Time-Monitoring bei den Mitarbeitern an? Fürchten sie nun um ihren Arbeitsplatz?

Nein, im Gegenteil. Der Aufbau und Unterhalt eines Real-Time-Monitoring benötigt auch einen gewissen Aufwand. Der Mix zwischen dem

Handwerklichen, dem Auswerten und dem Analysieren wird als bereichernd empfunden.

Was sind die grössten Herausforderungen im Betrieb von Monitoring-Projekten?

Die Stromversorgung bringt eine grosse Herausforderung mit sich. Auf Baustellen hat man eher die Möglichkeit Strom zu beziehen, jedoch wird dieser oft unbewusst durch Baustellenpersonal abgeschaltet. Bei Überwachungsobjekten ausserhalb von Baustellen ist man oft auf Akkus, Solarstrom oder Generatoren angewiesen. Eine weitere Herausforderung sind Abdeckungen durch unvorhergesehene Installationen. Daher ist eine sorgfältige Planung der Instrumentenstandorte sehr wichtig. Die Unterhaltsarbeiten an einem Monitoring-Projekt sind nicht zu unterschätzen. Oft müssen Prismen gereinigt oder ersetzt werden. Aus unserer Sicht die grösste Herausforderung ist die Alarmierung: Wie können Fehlalarme herausgefiltert werden, wie wird der Pikettdienst organisiert, usw.

Projekte müssen oft den aktuellen Gegebenheiten angepasst werden. Es kommen neue Überwachungspunkte hinzu oder Punkte fallen weg. Zusätzlich kommen oft noch weitere Überwachungssensoren hinzu. Wie kann Trimble 4D Control mit solchen Anpassungen umgehen?

Kommen neue Überwachungssensoren wie zum Beispiel Totalstationen hinzu, so muss lediglich eine neue Sensor-Lizenz in Trimble 4D beschafft werden. Für zusätzliche Überwachungspunkte sind keine Lizenzen notwendig. Die neuen Überwachungspunkte können vor Ort installiert und anschliessend vom Büro aus optisch angemessen werden. Die Bedingung dazu ist eine videofähige Totalstation.

Gibt es ein Monitoring-Projekt, auf das Sie besonders stolz sind?

Unser aktuell grösstes Projekt ist der 4-Spur-Ausbau in Liestal. Insgesamt sind dort 7 Totalstationen in Betrieb.

Wie sehen Sie generell das Potenzial im Monitoring für die Zukunft?

Wir sehen auf diesem Gebiet grosses Potenzial. Durch die verdichtete Bauweise werden Beweissicherungen und Überwachungen immer wichtiger. Auch im Bahnbau wird immer mehr unter Betrieb gebaut, was zu einer Zunahme von Überwachungsmessungen führt.



Gleisüberwachung nach SBB-Vorgaben – zuverlässig unterstützt die Trimble Monitoring Lösung einen sicheren Schienenverkehr.

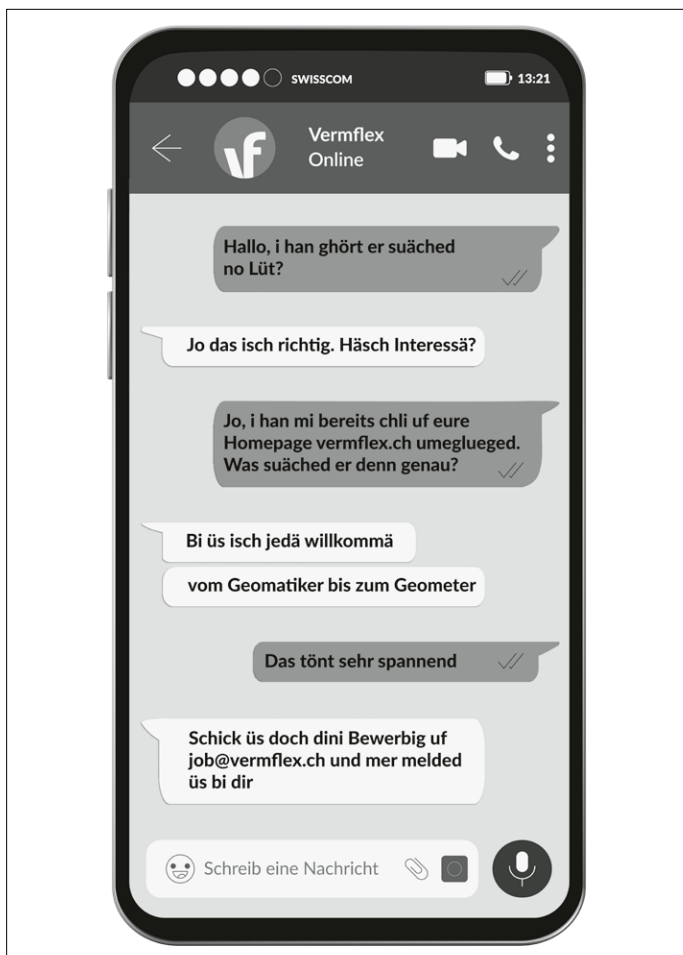
unabhängig von seiner Grösse, die Möglichkeit, mit «Trimble 4D Control» webbasierte Überwachung in Echtzeit als zusätzliche Dienstleistung anbieten und selbst von deren wachsenden Marktpotenzial profitieren zu können.

Real-Time-Monitoring «Trimble 4D Control» mit ALLNAV erleben

Wollen Sie mehr über Real-Time-Monitoring und die Möglichkeiten erfahren, wie Sie Trimble 4D Control in Ihren Aufgaben optimal unterstützt oder zu einem interessanten Zusatzangebot Ih-

res Vermessungsbüros werden kann? ALLNAV – Spezialistin in den Bereichen Vermessung, GIS-Datenerfassung, Real-Time-Monitoring, Drohnen und 3D-Laser-scanning – berät Sie kompetent zu Trimble 4D Control und lässt Sie bei einem Besuch gerne Real-Time-Monitoring im Vermessungsalltag erleben.

*allnav ag
Ahornweg 5a
CH-5504 Othmarsingen
Telefon 043 255 20 20
allnav@allnav.com
www.allnav.com*



Vermessung | Geoinformatik | Bauingenieure

Wir sind ein mittelgrosses, innovatives und aufstrebendes Ingenieurbüro in **Lyss**. Unsere Tätigkeiten erstrecken sich über die Bereiche Vermessung + Landmanagement, Geoinformatik, WEB-GIS, Umwelttechnik und Bauingenieurwesen.

Innerhalb der **Abteilung Vermessung** sind wir in den Bereichen Bau- und Ingenieurvermessung, 3D-Vermessung, amtliche Vermessung und im Landmanagement tätig.

Dank der guten Auftragslage suchen wir per sofort oder nach Vereinbarung eine/einen:

Geomatikingenieurin/Geomatikingenieur

60–100%

Ihre Aufgaben

- Sie leiten und bearbeiten selbständig Projekte im Bereich Ingenieur- und Bauvermessung, amtlichen Vermessung und Landmanagement
- Sie wirken in der Forschung und Entwicklung von neuen Anwendungen mit
- Sie unterstützen die Digitalisierung von bestehenden Prozessen

Anforderungen

- Abgeschlossenes Studium im Bereich Geomatik
- Engagierte, innovative und selbständige Persönlichkeit
- Interesse an interdisziplinären Aufgaben innerhalb der Firma
- Deutschkenntnisse in Wort und Schrift

Perspektiven/Chancen

- Vielfältige, abwechslungsreiche Tätigkeiten/Projekte
- Vertiefung/Weiterentwicklung Tätigkeitsbereich gemäss Ihren Eignungen, Fähigkeiten und Interessen
- Flexible Arbeitsbedingungen (Jahresarbeitsstunden)
- Auch eine kürzere Teilzeitanstellung ist möglich (z.B. während einem Teilzeitstudium, Vorbereitung zum Geometerpatent)
- Umfassende Einarbeitung und ständige Weiterbildungsmöglichkeiten
- Die RSW AG bietet Ihnen modernste Infrastruktur, flexible Arbeitszeiten, überdurchschnittliches Salär und sehr gute Sozialleistungen

Weitere Infos über unsere Firma finden Sie unter:

www.rswag.ch

Haben wir Ihr Interesse geweckt? Werden Sie ein Teil von uns und gestalten Sie unsere Firmenentwicklung aktiv mit!

Lukas Läderach (032 387 79 30) beantwortet gerne Ihre Fragen.

Ihre Bewerbung senden Sie bitte an lukas.laederach@rswag.ch oder per Post an RSW AG, Rosengasse 35, 3250 Lyss.



Stadt Zürich
Wasserversorgung

Die Wasserversorgung Zürich beliefert die Stadt und zahlreiche Gemeinden rund um die Uhr mit frischem, sauberem Trinkwasser. Diese Aufgabe im Dienste der Öffentlichkeit erfüllen wir mit rund 280 engagierten Mitarbeitenden.

Die Abteilung Planung & Dokumentation ist für die Vermessung und Dokumentation des Leitungsnetzes im GIS zuständig und erteilt Auskünfte an externe Kunden. Zur Verstärkung unseres Geomatik-Teams suchen wir nach Vereinbarung eine/n

Geomatiker/in oder Zeichner/in (Ingenieurbau)

Ihre Aufgaben

- Sie messen sämtliche Werkleitungen und Anlagen im Zweierteam ein
- Sie bearbeiten die aufgenommenen digitalen Daten und pflegen diese im Geografischen-Informationssystem (GIS)
- Sie sind für die Einmessung und Dokumentation zugewiesener Baustellen verantwortlich
- Sie führen Absteckungsarbeiten im Feld durch
- Sie konstruieren neue Hausanschlussleitungen

Ihr Profil

- Abgeschlossene Berufslehre als Geomatiker/in EFZ oder Zeichner/in EFZ mit Fachrichtung Ingenieurbau
- Erfahrung in der Anwendung von GIS (GEONIS Expert) von Vorteil
- Eigenverantwortliche und exakte Arbeitsweise mit ausgeprägter Team- und Kommunikationsfähigkeit, starke Kunden- und Serviceorientierung
- Verhandlungssichere Deutschkenntnisse
- Führerausweis Kat. B

Wir bieten

Unsere Mitarbeitenden profitieren von attraktiven Anstellungsbedingungen und gezielten Aus- und Weiterbildungen. Zudem verfügen wir über eine moderne Infrastruktur und eine gute öffentliche Verkehrsanbindung.

Wir freuen uns auf Ihre vollständige Online-Bewerbung mit Foto (ausschliesslich über das Internetportal) an Frau Gabriela Lips, Personalverantwortliche, Telefon 044 415 22 13. Fachliche Auskünfte erteilt Ihnen gerne Frau Marie-Theres Roth, Abteilung Geomatik, Telefon 044 415 23 19.

www.stadt-zuerich.ch/wasserversorgung

Departement der Industriellen Betriebe



Digitale Lösungen, Konnektivität und Netzwerke verändern die Art wie wir Arbeiten und wie wir moderne Technologie effizient einsetzen – auch für den Unterhalt von gebauter Infrastruktur. Meine Auftraggeberin mit Standort im Mittelland ist schweizweit führend in der Erfassung und der Bewertung des Strassenzustandes. Mit neuester Technologie und Ihrer Expertise bietet sie Dienstleistungen und Lösungen, welche als Grundlage für eine zeitgemässe Instandhaltungsplanung der Strassen dienen.

Geoinformatikerin oder Geoinformatiker Pavement Management Solutions (80-100%)

Ihre Aufgaben: Sie sorgen mit Ihrer Arbeit für eine modernste Erfassung und Prozessierung von 3D- und Bild-Daten als Grundlage für eine effiziente Zustandsbewertung von Strassen. Dazu entwickeln Sie die Datenverarbeitungskette weiter (Erfassung mittels mobilem Laserscanning, Analyse unterstützt durch künstliche Intelligenz, Visualisierung in 3D), und sorgen mit Ihren Programmierkenntnissen für sinnvolle Automatisierungen. In Zusammenarbeit mit den Kunden werten Sie die erfassten Daten aus, und integrieren diese in die dafür vorgesehenen GIS- oder Instandhaltungs-Anwendungen. Sie beraten die Kunden im Umgang und der Verarbeitung der räumlichen Daten. Sie arbeiten an der laufenden Weiterentwicklung der GIS-Umgebung und passen diese den neusten Bedürfnissen an.

Ihr Profil: Sie verfügen über eine Ausbildung im Bereich der Geoinformatik oder Informatik, und haben Erfahrung im Umgang mit räumlichen Daten und GIS-Systemen. Dank Ihrer Kenntnisse in der Programmierung sind Sie in der Lage Automatisierungen zu entwickeln und zu implementieren. Sie arbeiten zuverlässig und strukturiert, handeln teamorientiert und schätzen auch den Kundenkontakt. Als interessierte und motivierte Person sind Sie bereit Verantwortung zu übernehmen und Ihre Ideen einzubringen. Sie kommunizieren mündlich und schriftlich in Deutsch, und Sie verfügen über einen Fahrausweis Kat. B.

Mit Ihrer Arbeit sorgen Sie für die Digitalisierung im Infrastruktur-Unterhalt, und Sie haben die Möglichkeit den Aufbau und die Weiterentwicklung der Lösungen mitzugestalten. Unterschiedliche Kundenanforderungen, neue Technologien und Methoden machen diese Aufgabe zur laufenden Herausforderung. Sie arbeiten in einem neuen Bürogebäude mit modernen Arbeitsmitteln, in einer flachen Organisationsstruktur eines langjährigen und renommierten Unternehmens, dessen Name für Qualität und Innovation steht. Für weitere Informationen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung. Diskretion ist selbstverständlich.

Philippe Lebert GmbH – Personalberatung Geoinformatik und IT
079 707 20 11, mail@philippe-lebert.ch, www.philippe-lebert.ch



www.straub.pini.group

Die Straub AG gehört zur Pini-Gruppe (Pini Swiss Engineers AG) und ist ein renommiertes Ingenieurunternehmen mit Sitz in Chur und Niederlassung in Ilanz. Die Kernkompetenzen liegen in den Bereichen Bauherrenunterstützung sowie in der Planung und im Bau von Infrastrukturen für Verkehrswege, Ver- und Entsorgung, Wasserbau, Wasserkraft und Vermessung. In der stark wachsenden Pini-Gruppe sind 350 Fachleute vereint, die ein umfassendes Spektrum an Dienstleistungen des Ingenieurwesens abdecken. Infolge einer Nachfolgeregelung (Pensionierung) sind wir beauftragt, Sie für die Funktion als

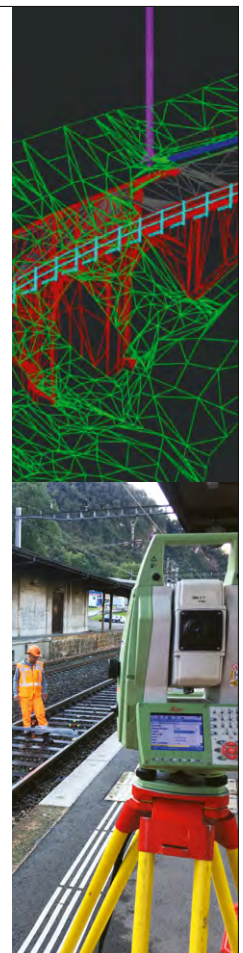
Geomatikingenieur ETH/FH / pat. Geometer (w/m) 80 - 100%

anzusprechen. Zusammen mit Ihrem Team von vier Vermessungsfachleuten sind Sie am Standort Ilanz in einem Vollzeitmandat für die Nachführung der amtlichen Vermessung in den umliegenden Nachführungsgemeinden und für die Verifikation der ÖREB-Themen verantwortlich. Sie entwickeln und leiten regionale sowie nationale Projekte in den Bereichen Planung, GIS und Ingenieurvermessung. Ebenso zeichnen Sie für die Qualitätssicherungs- und Budgetkontrolle verantwortlich. Die Pflege und Weiterentwicklung der Kundenbeziehungen ist eine weitere Aufgabe von Ihnen. Die Überwachung der Lehrlingsausbildung sowie die Mitarbeiterförderung runden Ihren Verantwortungsbereich ab.

Sie haben die Ausbildung zum Geomatikingenieur (FH/ETH) absolviert. Weiter verfügen Sie über die Ausbildung als Ingenieur-Geometer oder werden das Patent im Herbst 2021 erwerben. Zudem können Sie ein fundiertes Fachwissen und einige Jahre Berufserfahrung vorweisen. Nebst der Technik beherrschen Sie auch die Pflege der Kundenbeziehungen und haben Freude an der Kommunikation mit unterschiedlichen Ansprechpartnern.

Bei Eignung können Sie weitere Aufgaben und Verantwortung übernehmen. Matthias Döll und Judith Döll geben Ihnen gerne weiterführende Informationen. Die Bewerbungsunterlagen können Sie uns über unser Onlineportal oder an untenstehende E-Mail-Adresse senden.

bewerben@matthias-doell.ch
Matthias Döll GmbH | Baar/Zug . Luzern . Lausanne
Tel. 041 729 00 60 | www.matthias-doell.ch



Startdatum: 09.02.2021

CAS GeoBIM Zertifikatslehrgang Geoinformation & BIM

Werden Sie BIM Profi!

www.fhnw.ch/de/weiterbildung/architektur-bau-geomatik/cas-geo-bim



Geomatik Schweiz Géomatique Suisse Geomatca Svizzera

Fachgebiete / Domaines spécialisés

Geoinformationssysteme, Geodäsie, Vermessung, Kartographie, Photogrammetrie, Fernerkundung, Landmanagement, Raumplanung, Strukturverbesserung, Kulturtechnik, Boden, Wasser, Umwelt, Gemeindeingenieurwesen
Systèmes d'information du territoire, géodésie, mensuration, cartographie, photogrammétrie, télédétection, gestion et aménagement du territoire, améliorations structurelles, génie rural, sol, eaux, environnement, génie communal

Redaktion / Rédaction redaktion@geomatik.ch

Chefredaktor / Rédacteur en chef
Glatthard Thomas, dipl. Kulturing. ETH/SIA
Stutzstrasse 2, 6005 Luzern, Tel. 041 410 22 67

FGS Redaktion / Rédaction PGS
Nicol Maron, nicol.maron@avannamut.ch

Rédaction romande
Benes Beat, ing. rural EPFZ
rte de la Traversière 3, 2013 Colombier
tél. 032 841 14 62, b.benes@net2000.ch

Sekretariat / Secrétariat
Redaktionssekretariat
SIGImedia AG, Alte Bahnhofstrasse 9a, CH-5610 Wohlen
Tel. 056 619 52 52, Fax 056 619 52 50, info@sigimedia.ch

Erscheinungsweise / Parution
10 x jährlich / 10 x par an

Manuskripte / Manuscrits
bitte per E-Mail einsenden (max. 8 MB)
Prière de les envoyer par e-mail (max. 8 MB)

Herausgeber / Editeurs

GEOSUISSE
Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement – SIA-Fachverein
Société suisse de géomatique et de gestion du territoire – Société spécialisée SIA
Kapellenstrasse 14, Postfach 5236, 3001 Bern,
Tel. 031 390 99 61, Fax 031 390 99 03,
info@geosuisse.ch, www.geosuisse.ch

Schweizerische Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (SGPF)
Société Suisse de photogrammétrie et de télédétection (SSPT)
c/o Bundesamt für Landestopographie
3084 Wabern, Tel. 031 963 21 11
www.sgpf.ch

Fachleute Geomatik Schweiz (FGS)
Professionnels Géomatique Suisse (PGS)
Professionisti Geomatca Svizzera (PGS)
Zentralsekretariat, Flühlstrasse 30 B,
3612 Steffisburg, Tel. 078 674 13 77,
admin@pro-geo.ch, www.pro-geo.ch

GEO+ING
Fachgruppe der Geomatik Ingenieure Schweiz
Groupement professionnel des ingénieurs en géomatique Suisse
Swiss Engineering
3000 Bern
info@geo-ing.ch
www.geo-ing.ch

Verlag, Abonnements, Inserate / Edition, Abonnements, Annonces

**Abonnementsdienst /
Service des abonnements**
Neuabonnements, Adressänderungen /
Nouveaux abonnements, changements d'adresse
SIGImedia AG
Alte Bahnhofstrasse 9a
CH-5610 Wohlen
Tel. 056 619 52 52, Fax 056 619 52 50
verlag@geomatik.ch

Preise / Prix de vente
Inland / Suisse Fr. 96.–
Ausland / Etranger Fr. 120.–
Einzelnummer /
Prix du numéro Fr. 10.– plus Porto /
plus port

**Sondernummer /
Prix du numéro spécial** Fr. 15.– plus Porto /
plus port

Studenten, Lehrlinge / Etudiants apprentis
halber Preis / demi tarif
Luftpost / Poste aérienne
Zuschlag / Surtaxe Fr. 30.– / Fr. 60.–

Inserate / Annonces
Fr. 10.– Chiffre-Gebühr / Supplément pour
annonces sous chiffre
Rabatt bei Wiederholungen / Rabais de répétition
3 x: 5 %, 6 x: 10 %, 10 x: 15 %
Annahmeschluss / Délai d'insertion
Am 10. des Vormonats

**Geomatik Schweiz im Internet /
Géomatique Suisse sur Internet:**
www.geomatik.ch

ISSN 1660-4458

Copyright 2020 by
SIGImedia AG, CH-5610 Wohlen

Airborne Laserscanning

BSF Swissphoto AG

Laserbefliegungen, Auswertungen und Produkterstellung: Höhenmodelle, 3D-Stadtmodelle, Visualisierungen
8105 Regensdorf-Watt Tel. 044 871 22 22
info@bsf-swissphoto.com www.bsf-swissphoto.com

Helimap System AG

«we map the inaccessible»
Helikoptergestützt mit dem Helimap System®.
Befliegung und Datenauswertung:
Digitale Geländemodelle, Höhenlinien, TIN
Le Grand-Chemin 73 www.helimap.ch
1066 Epalinges Tél. 021 785 02 02
Mühlezelgstrasse 15 info@helimap.ch
8047 Zürich Tel. 044 515 20 52

CAD / CAM

Cadwork Informatik CI AG

CAD/CAM-Systeme für Hochbau, Tiefbau,
GEP/GIS, Visualisierung
Aeschenvorstadt 21 Tel. 061 278 90 10
4051 Basel Fax 061 278 90 20
basel@cadwork.ch www.cadwork.com

Mensch und Maschine Schweiz AG

Autodesk GIS-Lösungen – WebGIS /
Mobile GIS – BIM für Infrastrukturprojekte
5034 Suhr Tel. 062 855 60 60
www.mum.ch info@mum.ch

Computertechnik / Informatique

ADASYS AG

Entwickeln von Datenmodellen und
darauf basierenden Anwendungen
Postfach 5019
8050 Zürich Tel. 044 363 19 39
software@adasy.ch www.adasy.ch

Geodaten / Géodonnées

Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Luft-, Satelliten- und Orthobilder,
Landschaftsmodelle, Höhenmodelle,
Digitale Karten, Geologische Daten,
Geodienste, 3D-Visualisierungen
Seftigenstrasse 264 Tel. +41 58 469 01 11
3084 Wabern Fax +41 58 469 04 59
geodata@swisstopo.ch www.swisstopo.ch

EBP Schweiz AG

Satellitenbilddaten, Höhenmodelle,
Mobilitätsdaten, Datenkomprimierung,
Koordinatentransformationen
Mühlebachstrasse 11 Tel. 044 395 16 16
8032 Zürich Fax 044 395 16 17
www.ebp.ch geoinfo@ebp.ch

Geografische Informationssysteme Systèmes d'information du territoire

ADASYS AG

Entwickeln von Datenmodellen und
darauf basierenden Anwendungen
Schlossbergstrasse 38
8820 Wädenswil Tel. 044 363 19 39
software@adasy.ch www.adasy.ch

Eisenhut Informatik AG

Softwareentwicklung, Erstellung von Daten-
modellen, INTERLIS-Schnittstellen
Kirchbergstrasse 107
Postfach Tel. 034 423 52 57
3401 Burgdorf www.eisenhutinformatik.ch

EBP Schweiz AG

Konzepte, Datenbanken, Analysen, Soft-
wareentwicklung, Visualisierungen, Internet-
Applikationen, Beratungen/Schulungen
Mühlebachstrasse 11 Tel. 044 395 16 16
8032 Zürich Fax 044 395 16 17
www.ebp.ch geoinfo@ebp.ch

Esri Schweiz AG

Vertrieb, Entwicklung, Consulting, Schulung
und Support von Geografischen Informations-
systemen: Esri ArcGIS Produktfamilie (Desktop
GIS, mobiles GIS, Server GIS, Entwickler GIS)
Josefstrasse 218 Tel. 058 267 18 00
8005 Zürich info@esri.ch
www.esri.ch

Esri Suisse SA

Grand-Rue 9 Tél. 058 267 18 60
1260 Nyon info@nyon.esri.ch
www.esri.ch

ewp AG

Dienstleistungszentrum Geoinformation
(Beratung, Projektleitung, System- und
Datenaufbau, Geodatenserver)
Datenerfassung und Nachführung
Massgeschneiderte GIS Lösungen für
Infrastruktur-Management (Strassen, Kunst-
bauten, Abwasser und Wasser)
Web- und mobile Lösungen, 3D-Modelle
Rikonerstrasse 4 CH-8307 Effretikon
Tel. 052 354 21 11
effretikon@ewp.ch www.ewp.ch

GEOAargau AG

Geoinformatik, GIS, Informationssysteme –
Dienstleistungszentrum Geoinformation
(Beratung, Projektleitung, System- und
Datenaufbau, Geodatenserver),
Software-Entwicklung und Vertrieb (GEMILIS®
– Gemeinde-Land-Informationssystem)
Frey-Herosé-Str. 25 Tel. 079 292 97 47
CH-5000 Aarau Fax 079 277 23 05
info@geoaargau.ch
www.geoaargau.ch

GEOBOX AG

Vertrieb, Entwicklung, Schulung und Support
basierend auf Autodesk AutoCAD Map 3D.
Amtliche Vermessung, Raumplanung,
Werkthemen
St. Gallerstrasse 10 Tel. +41 44 515 02 80
CH-8400 Winterthur info@geobox.ch
http://www.geobox.ch

Geocom Informatik AG (a VertiGIS company)

Software-Entwicklung, Vertrieb, Schulung
und Support der GEONIS GIS-Produktfamilie
für ArcGIS, fokussiert auf die Amtliche
Vermessung sowie Unternehmen in der
Ver- und Entsorgung.
Kirchbergstrasse 107
3400 Burgdorf Tel. +41 31 561 53 00
info@geocom.ch www.geocom.ch

GeoConcept International Software SA

Filiale suisse de l'éditeur français
GeoConcept SA
Editeur de la solution de Système
d'Information Territoriale EDILIS
Case Postale 1627
Rue de la Gabelle 34 Tel. 022 343 35 09
CH-1227 Carouge
www.edilis.net Fax 022 300 02 28

GEOINFO IT AG

Entwicklung und Betrieb von Geodateninfra-
strukturen, WebGIS/mobileGIS sowie karten-
basierten Verwaltungslösungen: Infrastruktur,
Sicherheit, Vegetation und Landwirtschaft.
Kasernenstrasse 69 Tel. 071 353 53 53
9100 Herisau www.geoinfo.ch

Gossweiler Ingenieure AG

Aufbau und Nachführung GIS/NIS; Geodaten-
server und interaktive WebGIS; Mobile GIS
www.gossweiler.com Tel. 044 802 77 11
geoinformatik@gossweiler.com

Mensch und Maschine Schweiz AG

Autodesk GIS-Lösungen – WebGIS /
Mobile GIS – BIM für Infrastrukturprojekte
5034 Suhr Tel. 062 855 60 60
www.mum.ch info@mum.ch

rmDATA AG

Entwicklung, Vertrieb, Schulung und
Support von Software für Vermessung und
Geoinformation
Bahnhofstrasse 23 Tel. 041 511 21 31
CH-8956 Killwangen Fax 041 511 21 27
office@rmdatagroup.ch www.rmdatagroup.ch

SITTEL Consulting SA

Rue de Lausanne 15 Tél. 027 322 48 46
1950 Sion VS Fax 027 322 75 32
info@sittel.ch www.sittel.ch

Geo-Marketing

GeoConcept International Software SA

Filiale suisse de l'éditeur français
GeoConcept SA
Editeur de solutions de Geobusiness et de
Geologistique
Case Postale 1627
Rue de la Gabelle 34 Tel. 022 343 35 09
CH-1227 Carouge
www.geoconcept.com Fax 022 300 02 28

Geometermaterial

Accessoires pour mensuration

Losatec GmbH

Haselstrasse 5 3930 Visp
Métralie 26 3960 Sierre
www.losatec.ch Tel. 079 342 50 30

Schenkel Vermessungen AG

www.schenkelvermessungen.ch

Swissat AG

Komplettes Sortiment an
– Vermessungsinstrumente
– Vermessungszubehör
– Vermessungsmaterial
– Bauzubehör
Churerstrasse 55
8852 Altendorf Tel. +41 55 44 222 66
www.swissat.ch www.swissat-shop.ch

Gewässervermessung Mensuration des eaux

Staubli, Kurath & Partner AG

Ingenieurbüro SIA USIC
Gewässervermessungen mit Präzisions-
echolot; wasserbauliche Beurteilung bzgl.
Kolk, Ablagerung, Sedimenttransport;
Hydraulische Berechnungen; Analyse von
Wasserproben
Bachmattstrasse 53, 8048 Zürich
Tel. 043 336 40 50
sk@wasserbau.ch www.wasserbau.ch

Industrievermessung Géodésie industrielle

Schenkel Vermessungen AG
www.schenkelvermessungen.ch

Informations- und Geodaten- Management / Gestion des informa- tions et données géographiques

ewp AG
Dienstleistungszentrum Geoinformation
(Beratung, Projektleitung, System- und
Datenaufbau, Geodatenserver)
Datenerfassung und Nachführung
Massgeschneiderte GIS Lösungen für
Infrastruktur-Management (Strassen, Kunst-
bauten, Abwasser und Wasser)
Web- und mobile Lösungen, 3D-Modelle
Rikonerstrasse 4 CH-8307 Effretikon
Tel. 052 354 21 11 CH-8307 Effretikon
effretikon@ewp.ch www.ewp.ch

GEINFO IT AG
Entwicklung und Betrieb von Geodateninfra-
strukturen, WebGIS/mobileGIS sowie karten-
basierten Verwaltungslösungen: Infrastruktur,
Sicherheit, Vegetation und Landwirtschaft.
Kasernenstrasse 69 Tel. 071 353 53 53
9100 Herisau www.geoinfo.ch

geoProRegio AG
Innovative Webplattform für vernetzte
regionale Geodienste www.geoproregio.ch
Haselstrasse 15 Tel. 056 200 22 22
5401 Baden info@geoproregio.ch

Gossweiler Ingenieure AG
Erfassung, Nachführung und Analyse;
Geodienste; Infrastruktur-Management;
Beratungen, Konzepte und Entwicklungen
mit interdisziplinärem Praxisbezug
www.gossweiler.com Tel. 044 802 77 11
geoinformatik@gossweiler.com

Instrumente und Geräte Instruments et appareils

Fieldwork, Kompetenz von Topcon
Maschinenkontroll- und Vermessungssysteme AG
Bleichelstrasse 22 Tel. +41 71 440 42 63
CH-9055 Bühler Fax +41 71 440 42 67
info@fieldwork.ch www.fieldwork.ch

Geo Science SA, Verkauf und Vermietung
von Vermessungsinstrumenten und Zubehör
für Geomatik und Bau
9443 Widnau Tel. 071 726 12 11
www.geo-science.ch sales@geo-science.ch

Happy Survey Sagl
Verkauf und Miete von Vermessungsgeräten
für Geomatik und Bau
Via Luganetto 4 6962 Lugano-Viganello
info@happysurvey.ch www.happysurvey.ch

Leica Geosystems AG
Beratung, Verkauf, Miete, Technischer
Support und Service von Produkten für
Geomatik, Bau und Industrie-Vermessungs-
anwendungen
Europa-Strasse 21 Tel. 044 809 33 11
8152 Glattbrugg Fax 044 810 79 37
Rue de Lausanne 60 Tel. 021 633 07 20
1020 Renens Fax 021 633 07 21
info.swiss@leica-geosystems.com
www.leica-geosystems.ch

Schenkel Vermessungen AG
www.schenkelvermessungen.ch

Swissat AG
Komplettes Sortiment an
– Vermessungsinstrumente
– Vermessungszubehör
– Vermarkungsmaterial
– Bauzubehör
Churerstrasse 55
8852 Altendorf Tel. +41 55 44 222 66
www.swissat.ch www.swissat-shop.ch

Kartographie / Cartographie

FLOTRON AG
Digitale Kartographie, individuelle kunden-
spezifische Produkte, Luftbildkarten, Wander-
und Bikekarten, Gemeindepläne, Standort-
karten, Ortspläne
3860 Meiringen Tel. 033 972 30 30
info@flotron.ch www.flotron.ch

Orell Füssli Kartographie AG
Digitale Kartographie-Dienstleistungen
GIS-Bearbeitungen, GU für Druckprodukte
Intergraph Cartographic Consultant
Dietzingerstrasse 3
Postfach 8775 Tel. 044 454 22 22
8036 Zürich Fax 044 454 22 29
info@orellkarto.ch www.orellkarto.ch

Mobiles GIS

ewp AG
Dienstleistungszentrum Geoinformation
(Beratung, Projektleitung, System- und
Datenaufbau, Geodatenserver)
Datenerfassung und Nachführung
Massgeschneiderte GIS Lösungen für
Infrastruktur-Management (Strassen, Kunst-
bauten, Abwasser und Wasser)
Web- und mobile Lösungen, 3D-Modelle
Rikonerstrasse 4 CH-8307 Effretikon
Tel. 052 354 21 11 CH-8307 Effretikon
effretikon@ewp.ch www.ewp.ch

Mensch und Maschine Schweiz AG
Autodesk GIS-Lösungen – WebGIS /
Mobile GIS – BIM für Infrastrukturprojekte
5034 Suhr Tel. 062 855 60 60
www.mum.ch info@mum.ch

Natursteine / Pierres naturelles

Graniti Maurino SA
Marksteine Tel. 091 862 13 22
6710 Biasca Fax 091 862 39 93

Personal- und Stellenvermittlung Agences de placement de personnel

Schenkel Vermessungen AG
Vermessungsfachleute für Dauer- und
Temporärstellen im In- und Ausland
www.schenkelvermessungen.ch

Photogrammetrie / Photogrammétrie

BSF Swissphoto AG
Bildflüge, Auswertungen und Produkterstellung:
Höhenmodelle, Orthophotos, 3D-Stadtmodelle
8105 Regensdorf-Watt Tel. 044 871 22 22
info@bsf-swissphoto.ch www.bsf-swissphoto.com

FLOTRON AG
Auswertungen von Nahbereichs-, Luftauf-
nahmen, LiDAR und Fernerkundungsdaten
Orthofotos, Geländemodelle
3D-Visualisierungen
3860 Meiringen Tel. 033 972 30 30
info@flotron.ch www.flotron.ch

Helimap System AG
«we map the inaccessible»
Bildflüge mit dem Helimap System® und Aus-
wertungen: Digitale Geländemodelle, Ortho-
photos, stereoskopische Auswertungen.
Le Grand-Chemin 73 www.helimap.ch
1066 Epalinges Tél. 021 785 02 02
Mühlezelgstrasse 15 info@helimap.ch
8047 Zürich Tel. 044 515 20 52

PAT PHOTOGRAMMETRIE SA
Prises de vue numériques, Orthophotos,
Restitution numérique et analytique (archive
d'images argentiques), MNT, Maquette 3D
Rte de Chandoline 25b Tél. 027 323 16 16
1950 Sion www.pat-sa.ch
Chemin du Lussex 40 Tél. 021 625 90 90
1008 Jouxens-Mézery pat.sa@bluewin.ch

Schenkel Vermessungen AG
Nahbereich- und Architekturphotogram-
metrie, 3D-Laserscanning DGM, Orthophotos
www.schenkelvermessungen.ch

Satellitenbilder Images satellites

MFB-GeoConsulting GmbH
Intergraph/ERDAS Bildverarbeitungs-, Photo-
grammetrie- und 3D-Lösungen; Vertrieb /
Analyse von Satellitenbildern
4500 Solothurn Tel. 031 765 50 63
contact@mfb-geo.com www.mfb-geo.com

National Point of Contact for Satellite Images
Nationales Satellitenbild-Archiv, Vertriebs-
und Informationsstelle
Archives nationales, distribution et
informations
Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Seftigenstrasse 264 Tel. 058 469 01 11
3084 Wabern Fax 058 469 04 59
npoc@swisstopo.ch www.npoc.ch

Scanner

Fieldwork, Kompetenz von Topcon
Maschinenkontroll- und Vermessungssysteme AG
Bleichelstrasse 22 Tel. +41 71 440 42 63
CH-9055 Bühler Fax +41 71 440 42 67
info@fieldwork.ch www.fieldwork.ch

Spezial-Vermessungen Mensurations spéciales

Amberg Technologies AG
Produkte: Messsysteme und Software für
Tunnel- und Eisenbahnbau
Dienstleistungen: Ingenieur- und Bau-
vermessung, Bahnvermessung, Deformations-
messungen, automatisches Monitoring
8105 Regensdorf Tel. 044 870 92 22
geoengineering@amberg.ch www.amberg.ch/at

FLOTRON AG

Ingenieurvermessung
Deformationsmessungen
Automatische Überwachungssysteme
Steinbruch-, Deponien- und Kiesgruben-
verwaltungen
3860 Meiringen Tel. 033 972 30 30
info@flotron.ch www.flotron.ch

GEOINFO Vermessungen AG

Bauvermessung, Geomonitoring, Sensorik
Lindenwiesstrasse 12 Tel. 071 388 85 85
9200 Gossau www.geoinfo.ch

Gossweiler Ingenieure AG

Ingenieur-, Bau- und Spezialvermessungen;
Überwachungsmessungen, Geomonitoring;
Bestandesaufnahmen; Gewässerprofile
www.gossweiler.com Tel. 044 802 77 11
vermessungen@gossweiler.com

IUB Engineering AG

Ingenieur-, Bau-, Tunnel- und
Bahnvermessung, Überwachungsmessungen
Belpstrasse 48, Postfach Tel. 031 357 11 11
CH-3000 Bern 14 www.iub-ag.ch

Terrestrial Laserscanning

Geo Science SA, Kompetenz von Faro

Vertrieb Faro Scanner und Software
9443 Widnau Tel. 071 726 12 11
www.geo-science.ch sales@geo-science.ch

Gossweiler Ingenieure AG

Architekturvermessung; 3D-Modelle;
Objektdokumentationen; Visualisierungen
www.gossweiler.com 3D@gossweiler.com

Leica Geosystems AG

Beratung und Verkauf von «High Definition
Surveying» Systemen
Europa-Strasse 21 Tel. 044 809 33 11
8152 Glattbrugg Fax 044 810 79 37
Rue de Lausanne 60 Tel. 021 633 07 20
1020 Renens Fax 021 633 07 21
info.swiss@leica-geosystems.com
www.leica-geosystems.ch

Schenkel Vermessungen AG

www.schenkelvermessungen.ch

Vermarktungsmaterial Matériel de démarcation

Schenkel Vermessungen AG

Messingbolzen, Messnägel, Zielmarken,
Grenzmarksteine
8052 Zürich Tel. 044 361 07 00
www.schenkelvermessungen.ch
Online-Shop

Swissat AG

Komplettes Sortiment an
– Vermessungsinstrumente
– Vermessungszubehör
– Vermarktungsmaterial
– Bauzubehör
Churerstrasse 55
8852 Altendorf Tel. +41 55 44 222 66
www.swissat.ch www.swissat-shop.ch

Vermessungssoftware

rmDATA AG

Entwicklung, Vertrieb, Schulung und
Support von Software für Vermessung und
Geoinformation
Bahnhofstrasse 23 Tel. 041 511 21 31
CH-8956 Killwangen Fax 041 511 21 27
office@rmdatagroup.ch www.rmdatagroup.ch

Vermessungszubehör

Losatec GmbH

Haselstrasse 5 3930 Visp
Métalie 26 3960 Sierre
www.losatec.ch Tel. 079 342 50 30

Schenkel Vermessungen AG

www.schenkelvermessungen.ch

Swissat AG

Komplettes Sortiment an
– Vermessungsinstrumente
– Vermessungszubehör
– Vermarktungsmaterial
– Bauzubehör
Churerstrasse 55
8852 Altendorf Tel. +41 55 44 222 66
www.swissat.ch www.swissat-shop.ch

Vermietung / Location

Fieldwork, Kompetenz von Topcon

Maschinenkontroll- und Vermessungssysteme AG
Bleichelstrasse 22 Tel. +41 71 440 42 63
CH-9055 Bühler Fax +41 71 440 42 67
info@fieldwork.ch www.fieldwork.ch

Geo Science SA, Kompetenz von Faro

Vermietung Faro Scanner
9443 Widnau Tel. 071 726 12 11
www.geo-science.ch sales@geo-science.ch

3D-Visualisierungen

ewp AG

Dienstleistungszentrum Geoinformation
(Beratung, Projektleitung, System- und
Datenaufbau, Geodatenserver)
Datenerfassung und Nachführung
Massgeschneiderte GIS Lösungen für
Infrastruktur-Management (Strassen, Kunst-
bauten, Abwasser und Wasser)
Web- und mobile Lösungen, 3D-Modelle
Rikonerstrasse 4 CH-8307 Effretikon
Tel. 052 354 21 11
effretikon@ewp.ch www.ewp.ch

Mathys Partner Visualisierung

Visualisierungen und Animationsfilme für
Hoch- und Tiefbauprojekte. Nachprüfbar
Schattensimulationen und Fotomontagen.
Technopark Zürich Tel. 044 445 17 55
www.visualisierung.ch

Weiterbildung / Formation continue

Bildungszentrum Geomatik Schweiz

Kurse in Geomatik, Informatik und
Persönlichkeit, Lehrgang für Geomatik-
technikerIn mit eidg. FA
admini@biz-geo.ch www.biz-geo.ch

**Haben Sie Interesse
an einem Bezugsquellen-
register-Eintrag, inkl.
Online-Vernetzung?**

Wir beraten Sie gerne.

SIGImedia AG
Alte Bahnhofstrasse 9a
5610 Wohlen
Telefon 056 619 52 52
info@sigimedia.ch

Bleiben Sie vernetzt mit uns!

www.geomatik.ch

[Home](#) [Fachzeitschrift](#) [Stellenangebote](#) [Bezugsquellenregister](#) [Veranstaltungen](#) [Aus-/Weiterbildung](#) [Verbände](#)

de | fr

Geomatik Schweiz
Géomatique Suisse
Geomatica Svizzera

Geoinformation und Landmanagement
Géoinformation et gestion du territoire
Geoinformazione e gestione del territorio



Geomatik Schweiz - Geoinformation und Landmanagement

Die Geomatik arbeitet mit geographischen bzw. raumbezogenen Daten und modernster Informationstechnologie. Sie begegnet uns in allen Lebensbereichen. Ohne Geomatik stünde unsere Volkswirtschaft still, gäbe es kein gesichertes Grundeigentum, keine Eigentums- und Nutzungsordnungen, keine Projektierungsgrundlagen, keine Orientierungshilfen für Verkehr, Tourismus und Freizeit.

Aktuelle Ausgabe



geocom

Leica
Geosystems

esri
Suisse

CAVRACO

ALLNAV

Fachzeitschrift



Veranstaltungen



Stellenangebote



Aus-/Weiterbildung



Redaktionssekretariat

SIGmedia AG, Albe Bahnhofstrasse 9a, CH-3610 Wädlen, Tel. +41 56 619 52 52, Fax +41 56 619 52 50

Herausgeber

- Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement - SVA-Fachverein: www.geosuisse.ch
- Schweizerische Gesellschaft für Photogrammetrie und Fernerkundung (SGPF): www.sgpf.ch
- Fachklub Geomatik Schweiz (FGS): www.geo-geo.ch
- GSDH-ING Fachgruppe der Geomatik Ingenieure Schweiz: www.geo-ing.ch

Impressum

Kontakt