

Zeitschrift: Cadastre : Fachzeitschrift für das schweizerische Katasterwesen
Band: - (2023)
Heft: 42

Artikel: GNSS-Kampagne 2022 des LV95-Netzes
Autor: Willi, Daniel / Carrel, Jérôme / Palma, Graziano
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1044707>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 07.10.2024

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

GNSS-Kampagne 2022 des LV95-Netzes

Die etwas mehr als 200 Lagefixpunkte des LV95-Netzes bilden den Referenzrahmen des Schweizer Koordinatensystems. Seit seiner Erstellung Anfang der 1990er Jahre wird das LV95-Netz alle sechs Jahre neu eingemessen. Die periodischen Wiederholungsmessungen garantieren die Genauigkeit und die Zuverlässigkeit der Koordinaten und liefern wertvolle geodynamische Zeitreihen.

Der Referenzrahmen ist ein wesentlicher Teil der nationalen Geodateninfrastruktur. Er bildet die Grundlage sowohl der amtlichen Vermessung wie auch für zahlreiche weitere Positionierungs- und Navigationsanwendungen. Ende der 1980er Jahre wurde in der Schweiz die Notwendigkeit eines dreidimensionalen, GNSS-basierten Referenzrahmens erkannt¹.

Der nationale geodätische 3D-Referenzrahmen besteht aus etwas mehr als 200 Lagefixpunkten und aus den 41 kontinuierlich messenden GNSS-Stationen des Automatischen GNSS-Netzes der Schweiz (AGNES). Der Aufbau dieser «neuen» Landesvermessung (im Gegensatz zur «alten» Landesvermessung LV03, die auf Triangulation beruht) hat Ende der 1980er Jahre begonnen und wurde mit der Publikation der Koordinaten der LV95-Punkte 1995 abgeschlossen. Seither wird das Netz alle sechs Jahre neu gemessen. Nach den Messkampagnen von 1998, 2004, 2010 und 2016 ist die GNSS-Messkampagne 2022 die fünfte Wiederholungsmessung.

Bestimmung des Referenzrahmens

Das Unterhaltskonzept des Bundesamts für Landestopografie swisstopo garantiert die Genauigkeit und die Zuverlässigkeit des globalen Referenzrahmens CHTRF und des daraus abgeleiteten lokalen Referenzrahmens LV95.

Die Wiederholungsmessungen dienen folgenden Zwecken:

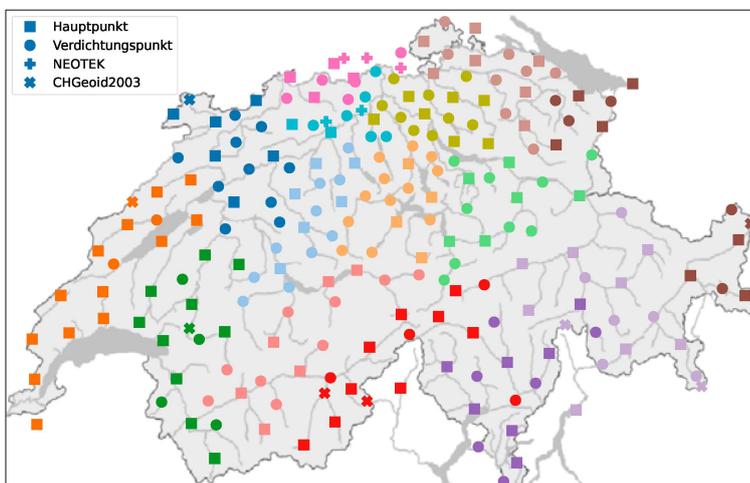
- Kontrolle der Stabilität der Fixpunkte,
- Berechnung von homogenen und konsistenten Fixpunktkoordinaten über die ganze Schweiz,
- Ableitung von Geschwindigkeitsmodellen der Erdkruste für die Schweiz.

Folgende Punkte wurden im Rahmen der Messkampagne 2022 eingemessen:

- 103 Hauptpunkte des LV95-Netzes,
- 105 Verdichtungspunkte des LV95-Netzes,
- 5 NEOTEK-Punkte,
- 8 CHGeoid2003-Punkte.

Der Unterschied zwischen den Haupt- und den Verdichtungspunkten liegt im Wesentlichen an der Rückversicherungsanlage. Diese ist bei den Hauptpunkten vorhanden, bei den Nebenpunkten hingegen fehlt sie. Die NEOTEK-Punkte wurden für die Bedürfnisse der Nationalen Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle (NAGRA) erstellt und eingemessen. Die CHGeoid2003-Punkte sind sogenannte GNSS-Nivellement-Punkte, die sowohl mit GNSS eingemessen wie auch an das Landesnivellement angeschlossen werden. Diese Punkte dienen der Verbesserung des Geoidmodells der Schweiz. Abbildung 1 zeigt alle Fixpunkte sowie die Einteilung des Messgebiets in Kampagnenwochen.

Abbildung 1:
Sämtliche Punkte der
GNSS-Kampagne 2022
und Einteilung in
Kampagnenwochen



¹ Schneider et al. 2015 (s. Kasten S. 17)

Abbildung 2: Typischer Lagefixpunkt im Flachland. Die Kappe (links) ist abgeschraubt und eine Zentrierscheibe ist im Kappenbolzen eingesetzt. Falls möglich wurden die Punkte im Gegensatz zu hier nicht in ein Betonfundament, sondern direkt im Fels eingelassen.



Abbildung 3: Statische GNSS-Messung auf dem LV95-Verdichtungspunkt Murg im Rahmen der GNSS-Kampagne 2022



Abbildung 4: Zentrierung mittels Nadirlot. Die Zentrierung stellt sicher, dass sich der Messaufbau genau über dem Fixpunkt befindet.



Langstatische GNSS-Messungen

Alle Punkte sind mittels sogenannter Kappenbolzen aus Messing materialisiert. Für die Messung wird die Schutzkappe abgeschraubt und ein Zentrierzapfen im Bolzen platziert (Abb. 2). Die GNSS-Antenne wird auf einem Holzstativ über dem Punkt montiert (Abb. 3). Vorgängig wird die Zentrierung mit einem Nadirlot eingestellt (Abb. 4). Damit wird sichergestellt, dass die Antenne genau über dem Punkt platziert ist. Die Zentrierengenauigkeit dieses Verfahrens beträgt ungefähr 0.1 mm. Die Antennenhöhe über dem Punkt wird mit einem speziellen Höhenmessstab gemessen, was ebenfalls zu einer Genauigkeit von wenigen Zehntelmillimetern führt. Für die eigentliche GNSS-Messung werden Empfänger des Typs Trimble NetR9 und Antennen des Typs Trimble Zephyr verwendet. Die Antennen werden konsequent nach Norden ausgerichtet. Die Ausrichtung nach Norden sowie die individuelle Kalibration jeder Antenne bei der Firma Geo++ in Hannover stellt sicher, dass die Antennenphasenzentren korrekt berücksichtigt werden.

Tabelle 1: Kennzahlen der GNSS-Kampagne 2022

Kennzahl	CHTRF2016	GNSS2022	Differenz
Anzahl swisstopo Beobachter [-]	10	10	0
Anzahl Kampagnenwochen [-]	15	16	+1
Anzahl verwendeter GNSS-Empfänger [-]	8	8	0
Anzahl Feldtage der gesamten Kampagne [-]	90	91	+1
Anzahl Personentage [-]	188	214	+26
Anzahl gemessener Punkte (ohne AGNES-Stationen) [-]	223	221	-2
Gesamtdauer der aufgezeichneten GNSS-Messungen [h]	9852	9690	-162
Durchschnittliche Beobachtungszeit pro Punkt [h]	44.18	43.6	-0.5 %
Längste und kürzeste Beobachtungszeit auf einem Punkt [h]	87.4 / 31.8	63.8 / 22.4	-23.6 / -9.4
Gefahrene Fahrzeugkilometer während der gesamten Kampagne [km]	31'139	35'465	+13%

Die Kampagne ist so getaktet, dass jeder Punkt zwei Tage lang gemessen wird, wobei die Fahrzeiten zwischen den Punkten und die Auf- und Abbaizeit keine Messdauer von 48 Stunden zulassen. Tabelle 1 gibt einen Überblick über die wesentlichen Kennzahlen der Kampagne GNSS2022 im Vergleich zur Kampagne 2016. Letztere wurde noch nach der alten Terminologie benannt (CHTRF2016). Um die Unterscheidung zwischen dem Referenzrahmen und der GNSS-Messkampagne zu vereinfachen, wurde mit GNSS2022 eine neue Terminologie eingeführt.

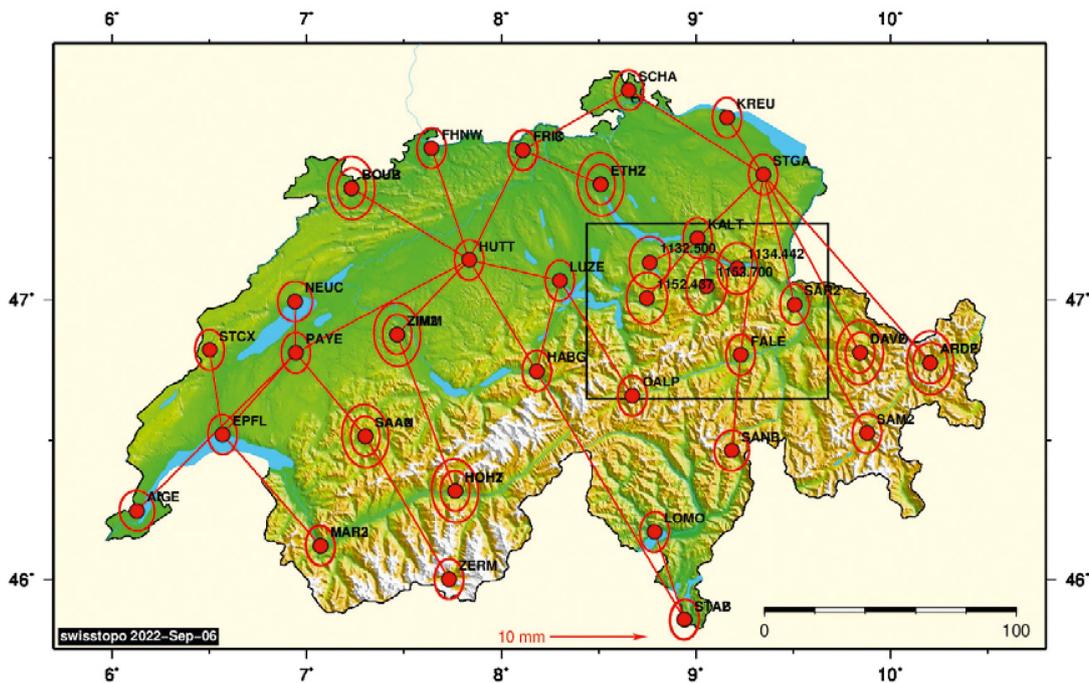


Abbildung 5: Beispiel einer Netzausgleichung mit allen AGNES-Stationen und einigen LV95-Punkten in der Ostschweiz

Auswertung und Resultate

Während der Kampagne werden Rohdaten aufgezeichnet und im RINEX-Format² abgelegt. Zudem werden einige Metadaten manuell erhoben und protokolliert, wie zum Beispiel die zuvor erwähnte Antennenhöhe. Die GNSS-Daten werden anschliessend mit der Bernese GNSS Software in einer Netzlösung ausgewertet. Um die neu gemessenen Punkte optimal zu lagern, werden alle AGNES-Stationen als Lagerungspunkte in die Auswertung einbezogen (siehe Abb. 5). Das Resultat dieser Auswertung sind die Koordinaten der neu gemessenen Punkte. Diese Lösung wird jeweils direkt nach den Messungen berechnet und kann (in nicht aufbereiteter Form) online eingesehen werden³. Die Genauigkeit einer einzelnen Messung liegt bei 1–2 mm in der Lage. Die Höhe ist, wie bei GNSS üblich, ca. zwei bis drei Mal ungenauer.

In einem zweiten Schritt wird eine Mehrjahreslösung berechnet, ebenfalls mit der Bernese GNSS Software. Diese kombinierte Auswertung beinhaltet sämtliche GNSS-Messungen seit der Erstellung des LV95-Netzes und liefert neben den Koordinaten auch präzise Geschwindigkeiten für sämtliche Fixpunkte, welche wiederholt gemessen wurden. Die Berechnung dieser kombinierten Lösung beansprucht mehrere Monate. Die finale Lösung wird im Verlaufe des Jahres 2024 verfügbar sein. Es wird erwartet, dass die Ergebnisse aus der Kampagne 2016⁴ bestätigt werden. Die Geschwindigkeiten der einzelnen Fixpunkte und der AGNES-Stationen erlauben wiederum die Berechnung eines interpolierten Geschwindigkeitsmodells für die Schweiz.

² RINEX steht für «Receiver Independent Exchange Format» und ist das Standardformat für GNSS-Beobachtungsdaten und weitere GNSS-Daten wie Ephemeriden.

³ Unter <https://pnac.swisstopo.admin.ch> → PNAC Monitoring, ganz unten in der Tabelle, können die einzelnen Kampagnenwochen ausgewählt werden, z.B. «CHTRF2022 camp 08».

⁴ Brockmann 2018 (s. Kasten)

Bereits jetzt ist klar, dass die Kinematik der Erdkruste in der Schweiz nicht mehr vernachlässigt werden kann. Einerseits verschieben sich die Fixpunkte mit bis zu 2 mm pro Jahr, andererseits nimmt die Zeitspanne seit der Erstellung des Netzes stetig zu. swisstopo arbeitet aktuell an einer nutzerfreundlichen Berücksichtigung dieser Verschiebungen. Werden die Verschiebungen auch in Zukunft nicht berücksichtigt, so werden die Spannungen beim Messen mit RTK-GNSS zunehmen. Ebenfalls soll vermieden werden, Fixpunktkoordinaten einzeln und unkoordiniert anzupassen. Denn damit würden unerwünschte Diskrepanzen zwischen Landesvermessung und amtlicher Vermessung entstehen, was den einheitlichen Raumbezug gefährden würde.

Daniel Willi, Dr. sc. ETH
 Geodäsie und Eidgenössische Vermessungsdirektion
 swisstopo, Wabern
 daniel.willi@swisstopo.ch

Jérôme Carrel, dipl. Ing. FH
 Geodäsie und Eidgenössische Vermessungsdirektion
 swisstopo, Wabern
 jerome.carrel@swisstopo.ch

Graziano Palma, Geomatiktechniker FA
 Geodäsie und Eidgenössische Vermessungsdirektion
 swisstopo, Wabern
 graziano.palma@swisstopo.ch

Bibliografie / Weiterführende Informationen

Brockmann E. (2018) Stabilität des schweizerischen Koordinatenreferenzrahmens. cadastre Nr. 28, Dezember 2018.

Carrel, J., Palma, G. (2023) LV95 / CHTRF2022 (Swiss Terrestrial Reference Frame 2022) Teil 1: Messkonzept und Messkampagnen vom April bis Oktober 2022 im Landesnetz LV95. swisstopo Report. Bundesamt für Landestopografie swisstopo, Wabern.

Schneider D., Gubler, E., Wiget, A. (2015) Meilensteine der Geschichte und Entwicklung der Schweizerischen Landesvermessung. Geomatik Schweiz 11/2015, S. 462–483