

Zeitschrift: Cadastre : Fachzeitschrift für das schweizerische Katasterwesen
Herausgeber: Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Band: - (2018)
Heft: 28

Artikel: Stabilität des schweizerischen Koordinatenreferenzrahmens
Autor: Brockmann, Eimar
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-871247>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 29.01.2026

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

Stabilität des schweizerischen Koordinatenreferenzrahmens

Die publizierten Koordinaten der meisten der ca. 200 LV95-Referenzpunkte sind für die Lage auch nach fast 30 Jahren noch immer im Bereich von unter 2 cm unverändert geblieben. Neueste Auswertungen zeigen, dass die Bewegungen in der Lage in einigen Regionen bis zu 1 mm pro Jahr (2 cm in 20 Jahren) erreichen. Auch die Alpenhebung von ca. 1–3 mm pro Jahr zeigt deutlich, dass die modernen Messtechniken genauer sind, als es der als statisch definierte Koordinatenreferenzrahmen erlaubt.

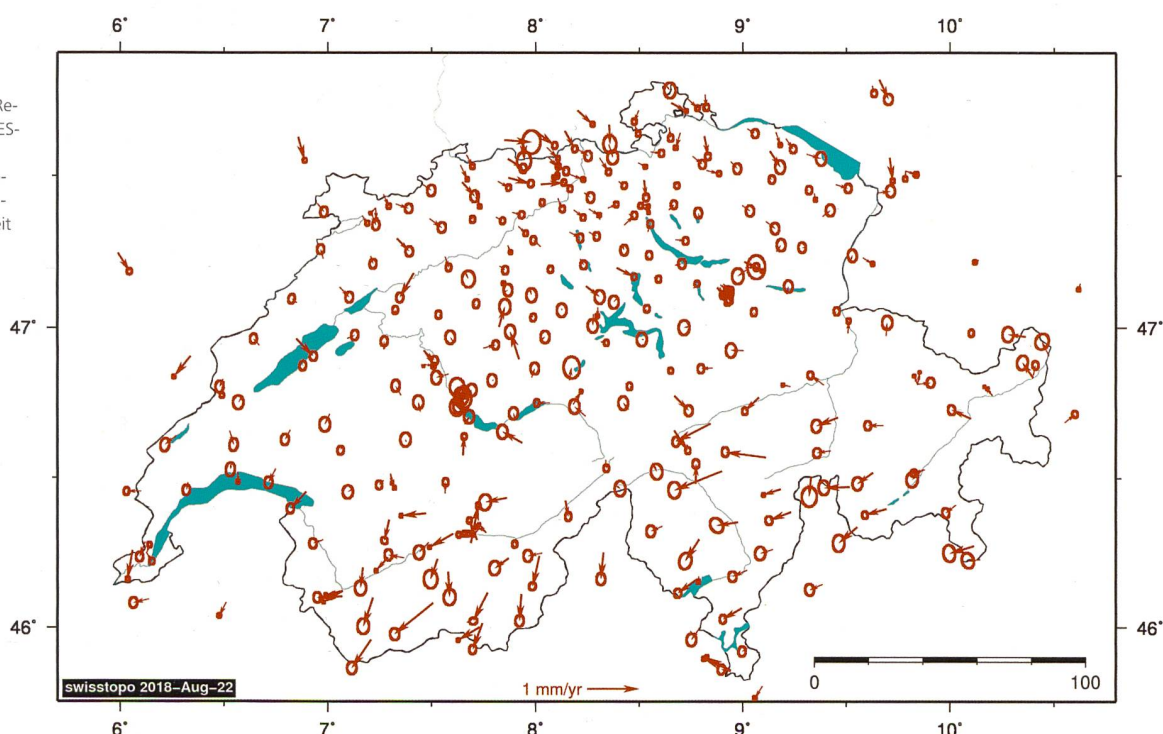
Die letzte Kontrolle der Stabilität der LV95-Punkte (Details s. Kasten) des schweizerischen Referenzrahmens fand im Sommer 2016 statt. Auf den ca. 200 Punkten wurden in 15 Messwochen jeweils 48-Stunden-Messungen zu den derzeit verfügbaren globalen Satellitensystemen durchgeführt. Erstmals wurde neben dem amerikanischen GPS auch das russische GLONASS, das europäische Galileo und das chinesische BeiDou beobachtet. Alle Messungen wurden zusammen mit den Daten der Stationen des permanenten AGNES-Netzes, welches bereits im Jahr 2015 auf die vier genannten Satellitensysteme erweitert wurde, ausgewertet. Damit ist das Bundesamt für Landestopografie swisstopo weltweit die erste Landesvermessungsbehörde, die sogenannte Multi-GNSS-Auswertungen bereits operationell für Kampagnen- und Permanentnetzauswertungen durchführt.

Um Aussagen über die Stabilität des Netzes treffen zu können, wurden zusätzlich zu den 2016-Auswertungen

weitere verfügbare Daten bis rückwirkend 1989 hinzugezogen. Kampagnendaten und die Daten des Permanentnetzes wurden ab dem Jahr 1996 zudem mit den neuesten Methoden abermals ausgewertet. Zusätzlich wurden mehr als 100 Permanentstationen des Europäischen EUREF-Netzes eingebunden. 6 Milliarden Beobachtungen in mehr als 1 Millionen Beobachtungsfiles wurden verwendet, um für etwas mehr als 1000 Stationen Koordinaten und, falls möglich, auch Geschwindigkeiten zu bestimmen. Geschwindigkeitsparameter einer Station zeigen mögliche lineare Bewegungen an und sind nur sinnvoll, wenn die Beobachtungen einer Station einen Zeitraum von einigen Jahren abdecken.

Abbildung 1 zeigt das Geschwindigkeitsfeld der LV95-Referenzpunkte und der AGNES-Permanentstationen in der Lage. Weitere 140 Stationen liegen ausserhalb dieses Ausschnittes. Die Fehlerellipsen zeigen an, mit welcher Genauigkeit die Bewegungen bestimmt sind. Sie

Abbildung. 1:
Geschwindigkeiten von
ca. 300 Punkten (LV95-
Referenzpunkte und AGNES-
Permanentstationen) in
der Lage. Die Fehlerellip-
sen geben eine Grössen-
ordnung der Genauigkeit
der Bewegung an.



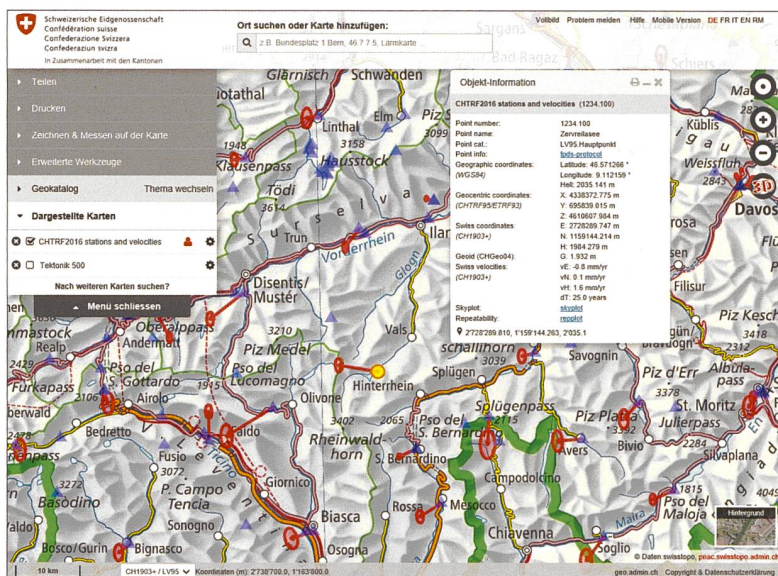


Abbildung 2: Web-Portal des swisstopo Rechenzentrums PNAC (Permanent Network and Analysis Center) zur Publikation der Ergebnisse der CHTRF-Auswertungen (<http://pnac.swisstopo.admin.ch> → CHTRF95). Neben den Punktbewegungen sind verschiedene Objektinformationen (Koordinaten in verschiedenen Referenzsystemen, Himmelsrichtung, Wiederholbarkeitsplot) pro Punkt abrufbar.

sind vor allem für die Punkte sehr klein, die über einen langen Zeitraum von mehr als 20 Jahren bestimmt wurden.

Die Annahme eines horizontalen Nullgeschwindigkeitsfeldes stimmt mit einer Standardabweichung von ca. 0.2 mm/Jahr für die Nord- und Ostrichtung. 95 % der Punkte werden kaum eine Bewegung in einer Richtung von mehr als 0.6 mm/Jahr aufweisen. Sehr stabil zeigt sich das Mittelland. Allerdings erkennt man erstmals einzelne Regionen in der Schweiz, die ein ähnliches Bewegungsmuster zeigen und auf tektonische Bewegungen schliessen lassen. Diese Regionen befinden sich südlich der Rhone und des Rheins mit systematischen Bewegungen knapp unter der Grenze von 1 mm/Jahr. Auch im Jura erkennt man kleinere systematische Bewegungen. Weitergehende Studien zusammen mit der Nagra¹ und geologischen Fachstellen werden diesen interessanten Datensatz vertieft analysieren. Die Bestimmung von Höhenbewegungen ist als Testdatensatz ebenfalls verfügbar. Bei der Interpretation ist aber grössere Vorsicht geboten, da die Bestimmung von verlässlichen Höhenbewegungen aus GNSS-Messungen derzeit noch nicht gegeben ist.

Die Resultate der Geschwindigkeitsschätzungen in grafischer Form, aber auch Koordinatenwerte zur Epoche

¹ Die Nagra, Nationale Genossenschaft für die Lagerung radioaktiver Abfälle, ist das technische Kompetenzzentrum der Schweiz für die Entsorgung radioaktiver Abfälle in geologischen Tiefenlagern.

«2018.0» (1.1.2018) im Referenzrahmen CH1903+ (siehe Infobox), sind auf einer für Fachspezialisten gedachten Web-Plattform zusammengestellt (siehe Abb. 2). Dank der Verwendung des Geodatenviewers map.geo.admin.ch können so neben den vermessungsrelevanten Layern auch Geologie- und Tektoniklayer zugeschaltet werden.

Ein Blick auf die Bewegungen von Punkten in Europa ist in Abbildung 3 für die Lage dargestellt. Die Information stammt von verschiedenen europäischen Institutionen. Das Geschwindigkeitsfeld wird im Rahmen des EUREF-Projektes «European Dense Velocities» von swisstopo als projektführende Institution zusammengestellt. Geschwindigkeitsinformationen von mehreren Tausend Stationen werden zusammengetragen. Neben Permanentstationen sind lokal dichte Informationen aus InSAR-Daten (Interferometric Synthetic Aperture Radar) von Erdbeobachtungssatelliten und aus dem Nivellement (klassische Höhenbestimmung im Landeshöhennetz) im Gebiet Nordschweiz, Deutschland und Frankreich verfügbar. Die skandinavischen Länder haben schon seit vielen Jahren ein Geschwindigkeitsmodell in der Landesvermessung etabliert, da sich die Punkte aufgrund von Entlastungskräften durch das Abschmelzen des Eises nach der letzten Eiszeit vor mehr als 10'000 Jahren noch immer mit einem Betrag von maximal 1 cm/Jahr heben und sich dadurch auch in der Lage systematische Ver-

Schweizerische Koordinatenreferenzsysteme

- Das LV95-Netz von ca. 200 Referenzpunkten bildet zusammen mit dem Automatischen GNSS-Netz Schweiz (AGNES) mit 40 permanent betriebenen GNSS-Stationen die Grundlage für den schweizerischen Koordinatenreferenzrahmen. Kantone und Gemeinden verdichten dieses Referenznetz nach ihren Bedürfnissen. GNSS bedeutet Globales Navigationssatelliten-System und schliesst alle derzeit verfügbaren Systeme ein (Status September 2018): das amerikanische System GPS von 32 Satelliten, das russische GLONASS mit 23 Satelliten, das europäische Galileo mit 20 Satelliten und das chinesische BeiDou mit 10 globalen Satelliten.
- Alle sechs Jahre wird das LV95-Netz, das zwischen 1988 und 1992 errichtet wurde, komplett mittels GNSS-Messungen gemessen, um die Stabilität der Referenzpunkte nachzuweisen. Die Daten werden zusammen mit dem Permanentnetz AGNES und weiteren Permanentstationen in Europa ausgewertet.
- Das schweizerische lokale Referenzsystem CH1903+ ist als statisches Bezugssystem definiert. Es hat das mit Spannungen behaftete System CH1903 abgelöst und ist das offizielle Referenzsystem für alle nationalen Geobasisdaten seit Ende 2016.
- Die Auswertung von Zeitreihen von Stationen zeigt, dass sich einige Stationen signifikant bewegen. Solche Geschwindigkeitsparameter werden in Zukunft dazu dienen, den wahren Ort eines Punktes für einen vorgegebenen Zeitpunkt in der Schweiz zu bestimmen. Sie sind auch ein interessanter Datensatz für Fachleute der Geologie und Geophysik.

Weitere Informationen zu den Grundlagen dieses Artikels finden sich auf <http://pnac.swisstopo.admin.ch> → CHTRF95

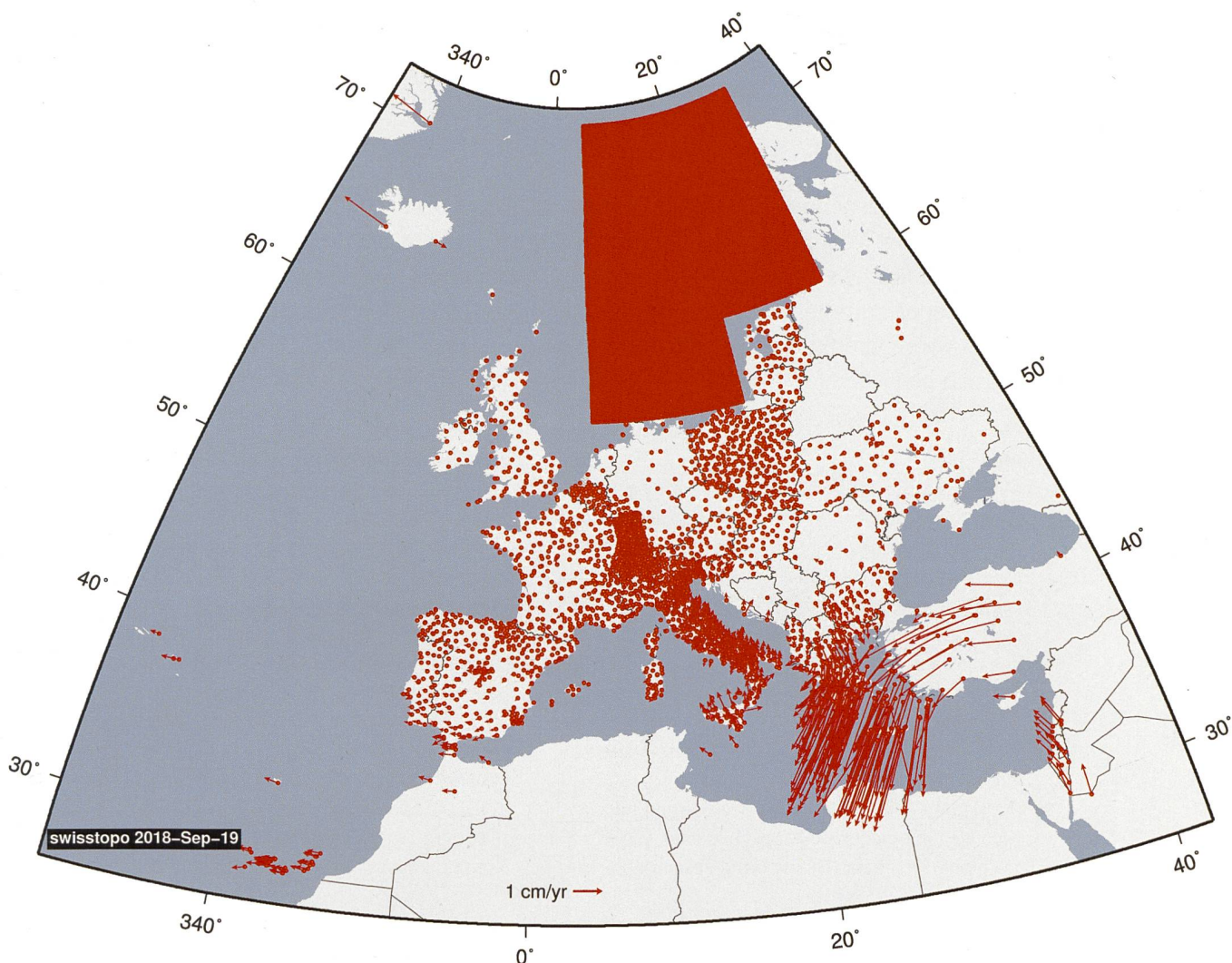


Abbildung. 3: Horizontalbewegungen von Stationen in Europa aus dem EUREF-Projekt «European Dense Velocities» (<http://pnac.swisstopo.admin.ch> → EU Dense Velocities).

schiebungen ergeben. Dieses Modell in Gridform ist in Abbildung 3 durch die rote Fläche gekennzeichnet. Im Vergleich zu den kleinen Bewegungen in der Schweiz weisen die Stationen der italienischen Adriaküste Bewegungen von ca. 3–4 mm Richtung Nord-Ost, die Punkte der italienischen Westküste Bewegungen von ca. 1–2 mm Richtung West auf. Erdbeben im Apennin-Gebirge sind das Resultat solch gegenläufiger Bewegungen. In Griechenland und in der Türkei erreichen die Punkte bis zu 4 cm/Jahr bezüglich der recht stabilen eurasischen Platte.

In den nächsten Jahren werden weitere Grundlagedaten erhoben, um ein Geschwindigkeitsmodell für Bewegungen in Lage und Höhe abzuleiten. Für die Höhe können neben dem bekannten Nivellement auch InSAR-Auswertungen hinzugenommen werden. Dank des europäischen Projektes können Bewegungen auch ausserhalb der Landesgrenze integriert werden.

Für Koordinatenbestimmungen in der Schweiz wird der Referenzrahmen CH1903+ noch länger bestehen bleiben. Für die Praxis ändert sich bei einem Wechsel von einem statischen in ein dynamisches System, dass die Koordinatenwerte mittels eines Geschwindigkeitsmodells von der aktuellen Epoche in die Epoche der Definition

des Referenzsystems transformiert werden. Der Mechanismus ist in etwa vergleichbar mit dem Anbringen des Geoidmodells, um orthometrische Höhen in ellipsoidische Höhen zu transformieren. Der Mechanismus kann auch bereits bei Positionierungsdiensten eingebaut werden, sodass Nutzerinnen und Nutzer sich um die Koordinatentransformation nicht kümmern müssen. Derzeit werden bei swisstopo die technischen Grundlagen für eine allfällige Umsetzung erarbeitet.

Elmar Brockmann, Dr. phil. nat., dipl. Verm.-Ing.
Geodäsie und Eidgenössische Vermessungsdirektion
swisstopo, Wabern
elmar.brockmann@swisstopo.ch