

Neues Schweizer Höhensystem



© swisstopo

Pflichtenheft für die «Proofs of Concept» mit den Kantonen zur Modernisierung des Höhenbezugssystems

Geodätische Landesvermessung



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Titelbild: statische GNSS-Messungen am Punkt MN95 «Sanetschpass» (S. Condamin)

Impressum

© 2024 Bundesamt für Landestopografie swisstopo

Redaktion :
Bundesamt für Landestopografie swisstopo
Geodäsie und Eidgenössische Vermessungsdirektion
Seftigenstrasse 264
CH-3084 Wabern

Telefon: +41 58 469 01 11
E-Mail: vermessung@swisstopo.ch



Inhaltsverzeichnis

Neues Schweizer Höhensystem1

1. Einleitung	4
2. Ziele	5
3. Methode	5
4. Umfang	6
5. Aufgabenteilung	7
6. Zeitplan	7
7. Finanzierung	7
8. Anmeldeverfahren	8
9. Glossar	9



1. Einleitung

Anfang der 2000er Jahre beschloss der Bundesrat, ein neues Lagebezugssystem für die amtliche Vermessung einzuführen und auf das Bezugssystem CH1903+ mit dem Lagebezugsrahmen LV95 umzustellen. Gleichzeitig wurde beschlossen, den Höhenbezugsrahmen LN02 beizubehalten. Die Frage des Höhenbezugs wurde zu einem späteren Zeitpunkt vertagt.

2021 wurde diese Fragestellung im Rahmen des Projekts «Swiss Height System» der Nationalen Geodaten-Infrastruktur (NGDI) unter dem Titel «21-04 Einführung des neuen Höhenbezugsrahmens in der amtlichen Vermessung (AV)» wieder aufgenommen¹. Ziel dieses Projekts war es, die Zweckmässigkeit der Einführung eines neuen Höhenbezugssystems in der Schweiz zu überdenken, denn die Messtechnologien, insbesondere die Höhenbestimmung durch GNSS, haben sich in den letzten 20 Jahren stark weiterentwickelt. Es drängte sich daher eine Neubewertung der Situation auf.

In diesem Zusammenhang wurde ein Projekt für ein neues Höhenbezugssystem definiert, das CHVRS², welches auf Normalhöhen basiert.³

Das Projekt «Swiss Height System» hat die Notwendigkeit eines strengen Höhensystems klar aufgezeigt.⁴ Ein Wechsel des Höhensystems bringt jedoch grosse Herausforderungen beim Verwalten und Transformieren der bestehenden Geodaten mit sich. Um die Machbarkeit des Projekts zu überprüfen und über eine quantitative Grundlage für die Kosten-Nutzen-Analyse zu verfügen, wurde die Durchführung von «Proofs of Concept» (PoCs) mit den Kantonen beschlossen.

Ein swisstopo-interner PoC wird ebenfalls durchgeführt, um die Machbarkeit des Projektes in der Landesvermessung zu untersuchen. Das vorliegende Dokument behandelt diesen letzten PoC nicht. Die Erkenntnisse aus den internen und externen PoC werden nach Abschluss in einem gemeinsamen Analysebericht festgehalten.

¹ Mehr dazu auch unter <https://www.geo.admin.ch/de/zweckgebundene-ngdi-mittel>

² *Swiss Vertical Reference System*

³ Bericht in Vernehmlassung auf <https://swiss-height-system.heig-vd.ch/> > Startseite

⁴ Namentlich anhand einer Umfrage. Ergebnisse einsehbar auf <https://swiss-height-system.heig-vd.ch/> > Umfrage



2. Ziele

Es werden die nachstehenden Haupt- und Nebenziele verfolgt.

Hauptziele:

- Bestimmung der Qualität der LN02-Höhen der Fixpunkte (Höhenfixpunkte und Lagefixpunkte) ausserhalb der Landesnivellementlinien
- Bestimmung der Qualität der bestehenden Geodaten
- Entwicklung eines eindeutigen, bidirektionalen Transformationsalgorithmus für Geodaten
- Definition der Genauigkeitsanforderungen für die Transformation der Höhendaten
- Definition der notwendigen Dichte an Transformationsstützpunkten (TSP) und Kontrollpunkten
- Erprobung von verschiedenen Messmethoden (RTK GNSS, statische GNSS Messungen) für die Höhenbestimmung

Nebenziele:

- Initiierung einer Zusammenarbeit mit einigen Kantonen, um die wichtigsten technischen und organisatorischen Probleme im Zusammenhang mit der Einführung eines neuen Höhensystems zu identifizieren.
- Schätzung der Kosten für die Transformation von Geodaten in Abhängigkeit von der Art der Geodaten. Diese Schätzung wird als Grundlage für die Kosten-Nutzen-Analyse dienen.
- Schätzung des Zeitrahmens für die Transformation der Geodaten in Abhängigkeit von der Art der Geodaten.
- Formulierung eines Vorschlags für neue Anforderungen an die Höhengenaugkeit der amtlichen Vermessung im Einklang mit dem neuen Höhenbezugssystem.

3. Methode

Die oben genannten Ziele werden durch eine Transformation der Geodatensätze von LN02 zu LHN95 erreicht. LHN95 dient als Näherung für das neue Höhenbezugssystem CHVRS. Das neue Höhenbezugssystem CHVRS wird zum Zeitpunkt der Durchführung der PoCs noch nicht realisiert sein. Um die gesetzten Ziele zu erreichen, braucht es ein strenges Höhensystem – und LHN95 erfüllt diese Anforderung optimal. Ausserdem ermöglicht diese Vorgehensweise, die PoCs ohne die mit einem neuen System unweigerlich verbundene Unsicherheit durchzuführen.

Die PoCs sollen agil durchgeführt werden. Da die Qualität der LN02-Höhen der Fixpunkte ausserhalb der Nivellementlinien nicht bekannt ist, ist es nicht möglich, vorab einen Transformationsalgorithmus zu definieren.

Die erste Aufgabe besteht somit darin, die Transformationsstützpunkte (TSP) mittels statischer GNSS-Messungen zu bestimmen. Parallel dazu werden Kontrollpunkte gemessen, ebenfalls mittels statischer Messungen. Zudem sollen die TSP sowie die Kontrollpunkte zusätzlich noch mittels RTK GNSS bestimmt werden. Diese doppelte Bestimmung mit zwei unterschiedlichen Methoden erlaubt Rückschlüsse auf die Machbarkeit der Höhentransformation mittels RTK GNSS. Punktuelle Zusatzmessungen auf einigen weiteren Punkten, wiederum mit RTK GNSS, sind ebenfalls vorzusehen. Diese Zusatzmessungen sollen weitere Erkenntnisse zur Qualität der Höhen fernab der Nivellementlinien beitragen. Die Messstrategien und Messmethoden können je nach zur Verfügung stehenden Mitteln angepasst werden.

Das Ziel des Höhentransformationsalgorithmus ist der bestmögliche Übergang zwischen den Höhensystemen LN02 und LHN95 bzw. CHVRS. Die Transformation wird hingegen nicht in der Lage sein, lokale Fehler im Geodatenbestand vollständig zu korrigieren.



4. Umfang

Um eine angemessene Projektbegleitung und Finanzierung zu gewährleisten, ist die Durchführung von PoCs mit zwei Kantonen vorgesehen.

Der genaue Perimeter des Projekts wird nach der Auswahl der Partnerkantone festgelegt und richtet sich nach den kantonalen Besonderheiten:

1. Entweder wird der Schwerpunkt auf das Fixpunktnetz gelegt. In diesem Fall wird der Perimeter ein repräsentatives Gebiet des Kantons abdecken, z. B. ein Tal oder eine Nivellementlinie.
2. Oder der Schwerpunkt liegt auf ein bis zwei Gemeinden oder Gemeindeteilen (Siedlungs- und Infrastrukturläche). Idealerweise umfasst der Perimeter in diesem Fall sowohl Geodaten der amtlichen Vermessung als auch andere Arten von Geodaten, wie z.B. den Leitungskataster.
3. In Absprache mit der Projektleitung sind auch weitere Szenarien denkbar, um den kantonalen Besonderheiten Rechnung zu tragen.

Anschliessend gilt es, die Anzahl TSP und Kontrollpunkte festzulegen. Diese sollte sich im ungefähren Rahmen von zwei bis drei TSP pro km² (ca. 6 bis 10 TSP für eine durchschnittliche Gemeinde) und acht bis zehn Kontrollpunkte pro km² (ca. 20 bis 30 Kontrollpunkte für eine durchschnittliche Gemeinde) bewegen.

Tabelle 4-1: Überblick über den Umfang der PoCs

Anzahl Kantone	2
Anzahl Gemeinden pro Kanton	1 – 2
TSP pro Gemeinde	6 – 10
Statische GNSS Kontrollpunkte pro Gemeinde	4 – 6
RTK GNSS Punkte	20 – 30



5. Aufgabenteilung

Im Rahmen der PoCs obliegen **den Partnerkantonen** folgende Aufgaben:

- Teilnahme an den Vorbereitungsworkshops (zweimal ein Tag)
- Lieferung der Geodaten einschliesslich Metadaten. Die Metadaten sollten Informationen über die Herkunft der Höhen, die Struktur und das Austauschformat der Geodaten beinhalten.
- Bestimmung von geeigneten TSP in Zusammenarbeit mit swisstopo. Die Auswahl der TSP sollte repräsentativ für lokale Höhen sein.
- Bestimmung der Kontrollpunkte in Zusammenarbeit mit swisstopo.
- Durchführung und Auswertung von statischen Messungen auf den Kontrollpunkten (die TSP werden durch swisstopo gemessen) und Durchführung von RTK GNSS Messungen auf den TSP und den Kontrollpunkten. Bei den RTK Messungen liegt das Hauptaugenmerk auf einer zuverlässigen und soliden Höhenbestimmung mit zwei bis drei unabhängigen Bestimmungen. Diese Aufgaben können ausgelagert werden.
- Transformation der Geodaten unter Verwendung der Transformationsmethode von swisstopo
- Mitarbeit bei der Analyse der Resultate durch swisstopo
- Teilnahme am Analyse- und Debriefing-Workshop (einmal ein Tag)
- Erstellung eines Erfahrungsberichts
- Mitwirkung am Analysebericht von swisstopo

Folgende Aufgaben obliegen **swisstopo**:

- Leitung der Projekte, Organisation der Workshops
- Durchführung der statischen GNSS-Messungen auf den TSP
- Auswertung der statischen GNSS-Messungen und Berechnung der Höhen
- Entwicklung einer eindeutigen bidirektionalen Transformation
- Ergebnisanalyse in Zusammenarbeit mit den Partnerkantonen
- Erstellung eines Analyseberichts in Zusammenarbeit mit den Partnerkantonen

6. Zeitplan

Die nachstehende Tabelle fasst die Fristen für die wichtigsten Projektphasen zusammen. Der gesamte Prozess ist agil gestaltet, sodass Anpassungen möglich bleiben müssen.

Tabelle 6-1: Zeitplan

Projektphase	Frist
Frist für die Beantwortung des Aufrufs zur Teilnahme	November 2024
Auswahl der Partnerkantone	Dezember 2024
Festlegung des Perimeters, Auswahl der Punkte	März 2025
Durchführung der Messungen	Mai – Juni 2025
Entwicklung einer Transformation	September 2025
Transformation der Geodaten	November 2025
Analyse der Ergebnisse	Januar 2026
Erstellung der Berichte	Februar 2026

7. Finanzierung

Die Teilnahme an den PoCs wird pauschal mit 40'000 CHF (brutto) pro Partnerkanton entschädigt. Die Vergütung für die PoCs wird nicht im Rahmen der amtlichen Vermessung, sondern mittels eines Leistungsvertrags zwischen swisstopo und den Partnerkantonen geregelt.



8. Anmeldeverfahren

Interessierte Kantone werden gebeten, uns mithilfe des Anmeldeformulars die folgenden Informationen zukommen zu lassen:

- Kontaktperson (Vorname, Nachname, Funktion, Adresse, E-Mail, Telefon)
- Geeignete Perimeter (einer oder mehrere)
- Anzahl kantonaler oder kommunaler Fixpunkte im Perimeter, deren Höhen durch Nivellement bestimmt wurden
- Geodaten im Perimeter, die zusätzlich zu den AV-Daten und in sinnvoller Weise für das Projekt herangezogen werden können
- Es wird davon ausgegangen, dass die AV-Daten in INTERLIS vorhanden sind. Sind die weiteren Geodaten (falls solche vorhanden sind) als INTERLIS-Dateien (ITF oder XTF) mit zugehöriger INTERLIS-Modelldatei (*.ili) verfügbar oder in einem anderen Format? In welchem Format?
- Verwendet der Kanton folgende Tools zur Durchführung von Transformationen, und wenn ja, welche? FME, Python, GeoSuite, ArcGIS, QGIS, andere?
- Besondere Hinweise und Anmerkungen



9. Glossar

AV; Amtliche Vermessung.

CH1903+; Offizielles Bezugssystem der Schweiz

CHVRS; Swiss Vertical Reference System; Höhenbezugssystem der Schweiz

GNSS; *Global Navigation Satellite Systems*; bezeichnet die wichtigsten Satellitennavigationssysteme, nämlich GPS (USA), Galileo (Europäische Union), GLONASS (Russland) und Beidou (China)

LHN95; Landeshöhennetz 1995. Gesamtheit der Fixpunkte, Messungen und Ergebnisse, die es ermöglichen, in der Schweiz eine orthometrische Höhe gemäss der gültigen Definition zu erhalten

LN02; Offizieller Höhenbezugsrahmen der Schweiz, basierend auf dem schweizerischen Nivellement von 1902

LV95; Offizieller Lagebezugsrahmen der Schweiz seit 2016

NGDI; Nationale Geodaten-Infrastruktur

Partnerkanton; Am *Proof of Concept* beteiligte Kantone

PoCs; *Proofs of Concept*, eine praktische Machbarkeitsstudie.

RTK; *Real Time Kinematic*, kinematische GNSS-Messungen in Echtzeit mit Zentimetergenauigkeit

TSP; Transformationsstützpunkte