

# Start des Projektes «Neues Höhensystem»

Die Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD) führt in enger Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Landestopografie swisstopo seit diesem Jahr wissenschaftliche Analysen durch, um die Zweckmässigkeit, die Risiken sowie die Kosten und den Nutzen eines Wechsels des Höhenbezugssystems in der Schweiz zu evaluieren – das Projekt *swiss height system*.

## Das Höhensystem in der Schweiz: Wo stehen wir?

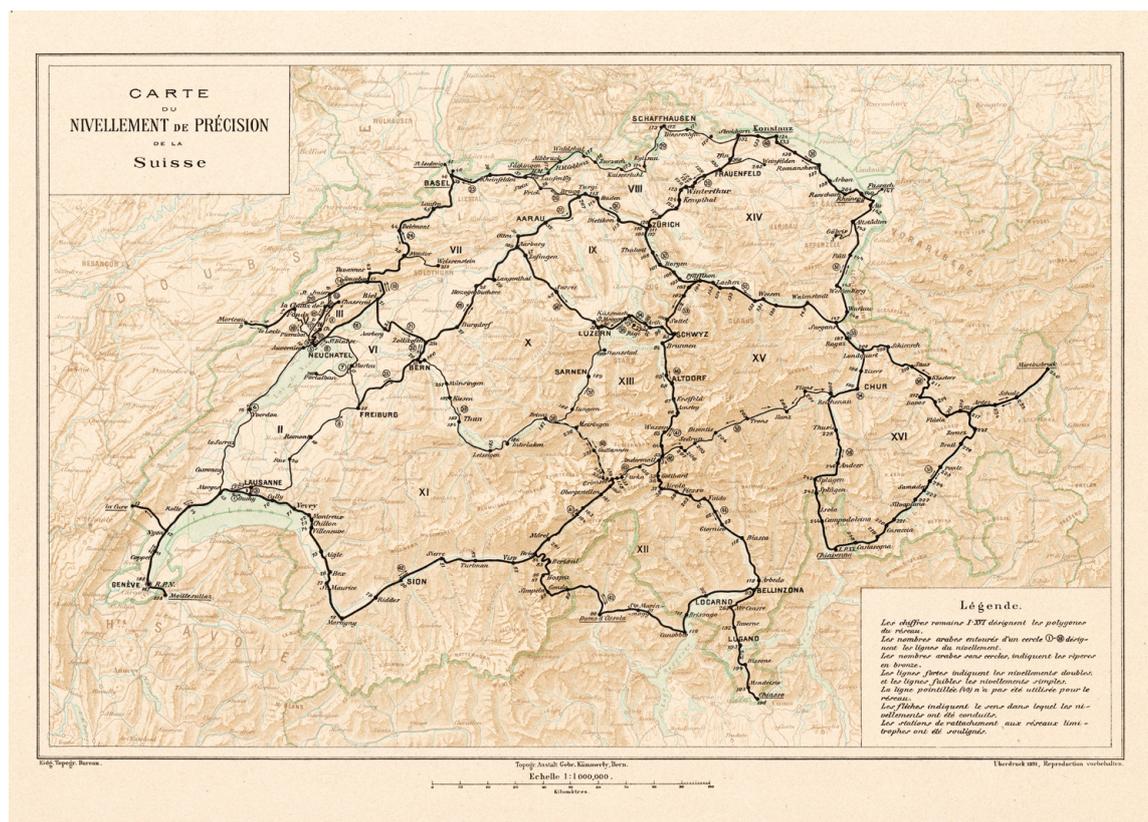
Die Höhe im geodätischen Sinn hat sowohl eine geometrische als auch eine physikalische Komponente. Höhen, bei denen die physikalische Komponente – d.h. das Schwerfeld der Erde – nicht berücksichtigt wird, werden als geometrische Höhen bezeichnet. Physikalische Höhenangaben kombinieren beide Komponenten, die geometrische und die physikalische.

Eine GPS-Messung zum Beispiel wird zu einer sogenannt ellipsoidischen Höhe führen, die rein geometrisch ist. Diese Art der Höhenangabe entspricht jedoch nicht den Anforderungen der Praxis. Nur sogenannt physikalische Höhen – d.h. Höhen, die das Schwerfeld der Erde berücksichtigen – erfüllen alle praktischen Anforderungen und ermöglichen das Kombinieren von Messungen, die mit verschiedenen Messtechniken durchgeführt wurden, z.B. Nivellement mit GNSS-Messungen.

In der Schweiz gibt es zwei Höhensysteme:

1. Die *Gebrauchshöhen LN02* (Landesnivellement 1902) bilden das offizielle Höhensystem der Landesvermessung. Dieses basiert auf dem ersten Präzisionsnivellement der Schweiz, das zwischen 1860 und 1890 gemessen wurde (Abb. 1). Als Ausgangspunkt der Höhenbestimmung dient der Findling «Pierre du Niton» im Genfer Seebecken. Dieses physikalische Höhensystem ist kein strenges Höhensystem, da es zu Höhen führt, die nicht eindeutig sind, weil sie von der beim Nivellieren verwendeten Wegführung abhängen und die vertikalen Bewegungen der Schweiz nicht berücksichtigen.
2. Das streng physikalische *Landeshöhennetz LHN95* (Höhenbezugsrahmen 1995) wurde im Rahmen des Projekts LV95 (Landesvermessung 1995) zur Erneuerung der Landesvermessung der Schweiz definiert.

Abbildung 1:  
Präzisionsnivellement  
der Schweiz (Hirsch und  
Plantamour 1891)



Das LHN95 basiert auf geopotenziellen Knoten und orthometrischen Höhen, wurde jedoch nie offiziell eingeführt. Heute ist LHN95 das Höhenreferenzsystem für wissenschaftliche Zwecke.

Zu Beginn der 2000er Jahre beschloss der Bundesrat, das Lagebezugssystem der amtlichen Vermessung (AV) zu wechseln und den Lagebezugsrahmen LV95 einzuführen. Er verzichtete jedoch auf die Einführung des neuen Höhenbezugssystems LHN95 und entschied, das Gebrauchshöhensystem LN02 beibehalten, da das Kosten-Nutzen-Verhältnis zum damaligen Zeitpunkt nicht ausreichend geklärt war.

Die wichtigsten Auswirkungen auf die genaue Bestimmung der Höhen in der Schweiz unter Beibehaltung von LN02 im Vergleich zu einem strengen System sind:

- LN02 stützt sich auf Gebrauchshöhen, deren Abweichung in der Grössenordnung von 1 cm pro 100 m Höhenunterschied liegt (Massstabsfaktor).
- Die vertikalen Bewegungen der Schweiz werden nicht berücksichtigt und führen seit der Einführung von LN02 zu Unstimmigkeiten in der Grössenordnung von 10 bis 20 cm.
- Die Messungen, auf denen LN02 basiert, sind über 100 Jahre alt, sodass die Unzulänglichkeiten der damaligen Beobachtungen zu zusätzlichen Fehlern in der Grössenordnung von 10 bis 20 cm führen.

In der Nähe der Nivellementlinien verfügt man mit LN02 jedoch über eine relative Genauigkeit in der Grössenordnung von 1 mm/km.

### Heute ist ein ganz anderer Kontext

Zwanzig Jahre nach dem Beschluss des Bundesrates hat sich der Kontext rund um die Höhen stark verändert. Die Nutzung des Bodens, des Untergrundes und des Übergrundes hat nicht nur erheblich zugenommen, sondern ist auch komplexer geworden, insbesondere in dicht bebauten Gebieten. Die Verwaltung der Ressource Boden gerät immer stärker unter Druck und hat auch zu einem wachsenden Bedarf an einer Integration der Komponente Höhen in zahlreichen Bereichen geführt – wie etwa in der Verwaltung der technischen Infrastruktur (Raumentwicklung, Mobilität, unterirdischer Kataster etc.). Die 3D-Modellierung des Geländes wird auch zunehmend für die Planung und Verwaltung von Städten und die Gestaltung von urbanen Räumen eingesetzt.

Mit der Entwicklung neuer Erfassungsmethoden einerseits und der gesteigerten Rechen- und Speicherleistung andererseits nimmt die Menge an Geohöhendaten exponentiell zu. Heutzutage kann ein mit einem Laserscanner ausgestattetes Fahrzeug schnell eine sehr grosse

Datenmenge mit einer Höhenkomponente an allen gemessenen Punkten erfassen.

Im Bereich der Georeferenzierung liegt die markanteste Veränderung der letzten 30 Jahre im Aufkommen von Ortungssatelliten, als Teil der GNSS genannten Technologie. Der erste Ortungssatellit des GPS-Systems wurde 1978 ins All geschossen, und die Konstellation war ab 1995 betriebsbereit. Seitdem wurden weitere Satellitensysteme (GLONASS, Beidou und Galileo) in Betrieb genommen und die Ortungstechniken derart verbessert, dass heutzutage eine weltweite Abdeckung und eine Genauigkeit von nahezu einem Zentimeter erreicht werden können.

Darüber hinaus sind GNSS-Empfänger weitgehend in zahlreiche vernetzte Alltagsgegenstände wie Smartphones und andere Sensoren aller Art integriert.

Daher ist es bei der Höhenbestimmung notwendig geworden, auch die Möglichkeiten der Satellitennavigationstechnologie in grossem Umfang nutzen zu können. Damit soll vermieden werden, dass Geohöhendaten, die mittels moderner Sensoren in einem strengen Höhensystem erfasst werden, systematisch in das Höhensystem LN02 transformiert und damit verschlechtert werden müssen, um die offiziellen Höhenangaben zu erhalten.

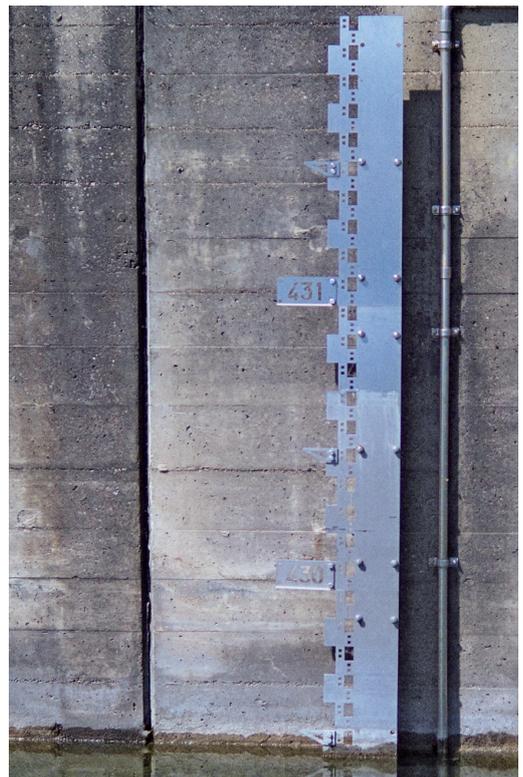


Abbildung 2: Limnometrische Skala, die im Rahmen der Regulierung der Seen am Jurasüdfuss in Betrieb ist

Wird LNO2 langfristig als Höhenbezugssystem beibehalten, besteht die Gefahr, dass sich de facto ein strenger «wissenschaftlicher» Höhenbezugsrahmen in der Praxis durchsetzt und das LNO2-System nur noch für administrative und rechtliche Aspekte verwendet wird. Für die Nutzerinnen und Nutzer würde dies dann heissen, dass zwei parallele Höhenreferenzsysteme verwaltet werden müssten, die nicht unbedingt auf nationaler Ebene koordiniert werden.

Ausserdem ist davon auszugehen, dass sich die Genauigkeit des aktuellen LNO2-Systems weiter verschlechtern wird. Bei der Kombination verschiedener Messtypen, wie GNSS- und Nivellementmessungen, dürften auch immer öfter Inkonsistenzen auftreten. Diese könnten dazu führen, dass lokale Anpassungen notwendig würden, die uns auf den Zustand vor der Einführung eines eidgenössischen Höhenreferenzsystems zurückwerfen.

All diese Gründe führten dazu, dass das Projekt *swiss height system* lanciert wurde.

### Projektumfang beim *swiss height system*

Das Projekt besteht aus zwei Teilen:

1. Die Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD) kümmert sich hauptsächlich um die allgemeine Projektleitung und die Kommunikation und führt Studien zu den administrativen, organisatorischen und rechtlichen Aspekten sowie zu den technischen und wirtschaftlichen Folgen eines möglichen Wechsels des Höhenbezugssystems durch.
2. Das Bundesamt für Landestopografie swisstopo befasst sich parallel dazu mit der wissenschaftlichen Definition eines neuen, nachhaltigen und mit den europäischen und globalen Systemen kompatiblen Höhenbezugssystems sowie mit der Entwicklung einer Höhentransformation hin zum neuen System, das auch eine Einschätzung der Transformationsgenauigkeit miteinschliesst.

Die swisstopo-Arbeitsgruppe befindet sich in der Schlussphase der Erstellung eines ersten Berichts mit dem Titel «Studie zur Modernisierung des Höhenbezugssystems und -rahmens der Schweiz», der die bestehenden Grundlagen des Höhenbezugssystems sowie einen internationalen Vergleich enthält.

Darüber hinaus bietet das Projekt eine hervorragende Gelegenheit, das Schweizer Geoidmodell zu verbessern.

### Herausforderung: Nutzerinnen und Nutzer von Höheninformationen sensibilisieren

Im Rahmen der Kommunikationsziele steht das Projekt vor der grossen Herausforderung, ein breites Spektrum von Nutzerinnen und Nutzern von Höheninformationen für die Notwendigkeit eines neuen, strengen Höhenbezugssystems zu sensibilisieren. Um dieses Ziel zu erreichen, werden verschiedene Mittel für unterschiedliche Zielgruppen eingesetzt, darunter Videos, Artikel, technische Berichte und partizipative Ansätze. Die Sensibilisierungsvideos sollen die konkreten Probleme des aktuellen Höhensystems aufzeigen, die wichtigsten Grundlagen der Höhendefinition in Erinnerung rufen, über die Grundzüge des Projekts informieren und durch Interviews mit anerkannten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einen Ausblick auf die Zukunft geben.

Für Interessierte wurden zwei Videos erstellt, die auf der Webseite des Projekts zu finden sind:

- ein Video über die Beweggründe für das Projekt *swiss Height System*  
(<https://swiss-height-system.heig-vd.ch/video1-DE/>),
- ein Video über die Definition des Begriffs «Höhe»  
(<https://swiss-height-system.heig-vd.ch/video2-DE/>).

Ein Wechsel des nationalen Bezugssystems, sei es in der Lage oder in der Höhe, ist eine schwierige und langwierige Aufgabe. Daher ist ein Konsens zwischen den Fachleuten der Geomatik und den Hauptnutzenden der Geodaten unerlässlich, um eine solche Operation erfolgreich durchführen zu können. Anders als beim Wechsel des Lagebezugssystems muss man sich ausserdem bewusst sein, dass es bei Höheninformationen nicht möglich sein wird, die Koordinaten mit einer zusätzlichen Ziffer zu ergänzen, um das alte Höhensystem vom neuen zu unterscheiden.<sup>1</sup> Es wird daher von entscheidender Bedeutung sein, die Referenzen der Höhenangaben in den Datenbanken gut zu dokumentieren und, wo nötig, eine Notationskonvention zu übernehmen.

### Nationale Erhebung über bestehende Höheninformationen

Eine Umfrage zu bestehenden Höheninformationen in der Schweiz wurde soeben gestartet. Das Hauptziel ist, ein repräsentatives und zuverlässiges Inventar der analogen und digitalen Höheninformationen in der Schweiz, die im weiteren Verlauf des Projekts wichtige Herausforderungen bei der Verwaltung und Umwandlung darstellen, zu erfassen.

<sup>1</sup> Beim Wechsel von LV03 auf LV95 wurden, um die Lagebezugssysteme unterscheiden zu können, den 6-stelligen LV03-Koordinaten eine siebte Zahl zur Kennzeichnung einer LV95-Koordinate vorangestellt: In der Nord-Süd-Richtung ist es eine 1, in der West-Ost-Richtung eine 2.

**INSIT**  
Institut  
d'ingénierie  
du territoire

Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Bundesamt für Landestopografie swisstopo  
Office fédéral de topographie swisstopo  
Ufficio federale di topografia swisstopo  
Uffizi federal da topografia swisstopo

## Inventar von Höhenprodukten

Der Zweck dieser Bestandsaufnahme ist es, alle analogen und digitalen Höhenmessprodukte zu definieren, die in Ihrer Organisation verwaltet und aktualisiert werden.

Für jedes dieser Produkte bitten wir Sie, die folgenden Merkmale auszufüllen:

- Format
- Lagebezugsrahmen
- Höhenbezugsrahmen
- Datenvolumen
- Durchschnittliche Höhen Genauigkeit
- Nachführung
- Verwaltung

Hier ist eine nicht vollständige Liste von Produkten mit Höheninformationen, die Ihre Organisation verwalten könnte.

Höhenangaben, die man auf Plänen oder in Texten findet, die mit Gesetzen und Verordnungen des öffentlichen oder privaten Rechts in Verbindung stehen.

- Gesetze / Verordnungen
- Verwaltungs- und Sondervereinbarungen
- Nutzungspläne und zugehörige Verordnungen
- Bebauungspläne
- Dienstbarkeiten

m	24.02.	25.02.	26.02.	27.02.	28.02.	01.03.	02.03.
371.75	371.75	371.75	371.75	371.75	371.75	371.75	371.75
371.5	371.5	371.5	371.5	371.5	371.5	371.5	371.5
371.25	371.25	371.25	371.25	371.25	371.25	371.25	371.25

Zeitreihen von Höhenknoten, in analoger oder digitaler Form.

- Seepegel
- Flusspegel
- Grundwasserspiegel

Geodaten mit Höhenangaben und dreidimensionale Geoinformationssysteme

- Fixpunkt
- Punktwolke
- digitales Geländemodell
- digitales Oberflächenmodell
- Stadtmodelle
- Landschaftsmodelle
- Verkehrsinfrastruktur
- Leitungskataster

Abbildung 3: Auszug aus dem Fragebogen zu den bestehenden Höheninformationen in der Schweiz

Um ein möglichst aussagekräftiges Inventar zu erhalten, wurde der auf Deutsch, Französisch und Italienisch verfasste Fragebogen schweizweit an über 3000 Organisationen und Einzelpersonen verschickt, welche die wichtigsten Verwalter und Nutzer von Höheninformationen in verschiedenen Funktionen abdecken (Behörden, öffentliche Verwaltungen, Verantwortliche für Raumplanung und verschiedenste technische Infrastrukturen, Planungs- und Ingenieurbüros etc.).

Die Umfrage dient auch dazu, Eindrücke der Nutzerinnen und Nutzer über die spezifischen Schwierigkeiten zu sammeln, auf die sie mit ihren Höheninformationen im Falle eines Wechsels des Höhenbezugssystems stossen werden.

Die Ergebnisse der Umfrage dienen als unverzichtbare Grundlage für die verschiedenen technischen und wirtschaftlichen Analysen und Studien des Projekts *Swiss height system*, insbesondere für die Kosten-Nutzen-Analyse eines Wechsels des Höhenbezugssystems in der gesamten Schweiz.

### Neuer Schweizer Höhenbezugsrahmen: Vision und Strategie

Die ersten Schritte dieses Projekts umfassen die Studie zur Modernisierung des Schweizer Höhenbezugssystems und -rahmens, die Ergebnisse der Umfrage sowie einige Ansätze zur Sensibilisierung für die Besonderheiten der Höhenbestimmung. Danach wird das Konzept «Neuer Schweizer Höhenbezugsrahmen: Vision und Strategie» erstellt, das die Definitionen der Hauptvarianten des neuen Höhenbezugssystems sowie die Strategie für die Transformation und Verwaltung der Höheninformationen im neuen System umfasst. Der daraus resultierende Bericht wird Gegenstand verschiedener Konsultationen sein, bevor die oben erwähnten Analysen und Studien, die im Projektumfang beim *swiss height system* vorgesehen sind, in Angriff genommen werden.

Das Projektteam steht Ihnen gerne zur Verfügung, um auf Ihre Kommentare, Vorschläge und spezifischen Situationen einzugehen. Das Projektteam ist per E-Mail erreichbar: [swiss\\_height\\_system@heig-vd.ch](mailto:swiss_height_system@heig-vd.ch).

Mehr Informationen:  
<https://swiss-height-system.heig-vd.ch>

Elisa Borlat, Bachelor of Science HES-SO en Géomatique  
Collaboratrice R&D HES  
HEIG-VD, Yverdon-les-Bains  
[elisa.borlat@heig-vd.ch](mailto:elisa.borlat@heig-vd.ch)

Prof. Sébastien Guillaume  
Géodésie, méthodes d'estimation et GNSS  
HEIG-VD, Yverdon-les-Bains  
[sebastien.guillaume@heig-vd.ch](mailto:sebastien.guillaume@heig-vd.ch)

Prof. Yves Deillon  
Mensuration officielle  
HEIG-VD, Yverdon-les-Bains  
[yves.deillon@heig-vd.ch](mailto:yves.deillon@heig-vd.ch)

#### Permalinks für Videos auf Deutsch

- [swiss height system \(heig-vd.ch\)](https://swiss-height-system.heig-vd.ch)
- <https://swiss-height-system.heig-vd.ch/de/startseite/>
- <https://swiss-height-system.heig-vd.ch/video1-DE/>
- <https://swiss-height-system.heig-vd.ch/video2-DE/>