



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz  
**Bundesamt für Landestopografie swisstopo**  
Geodäsie und Eidgenössische Vermessungsdirektion

wissen wohin  
savoir où  
sapere dove  
knowing where

# Neues Höhensystem der Schweiz

## Einleitung, Stand, Roadmap

Daniel Willi <sup>1</sup>, Elisa Borlat <sup>2</sup>, Yves Deillon <sup>2</sup>

<sup>1</sup> swisstopo, <sup>2</sup> HEIG-VD



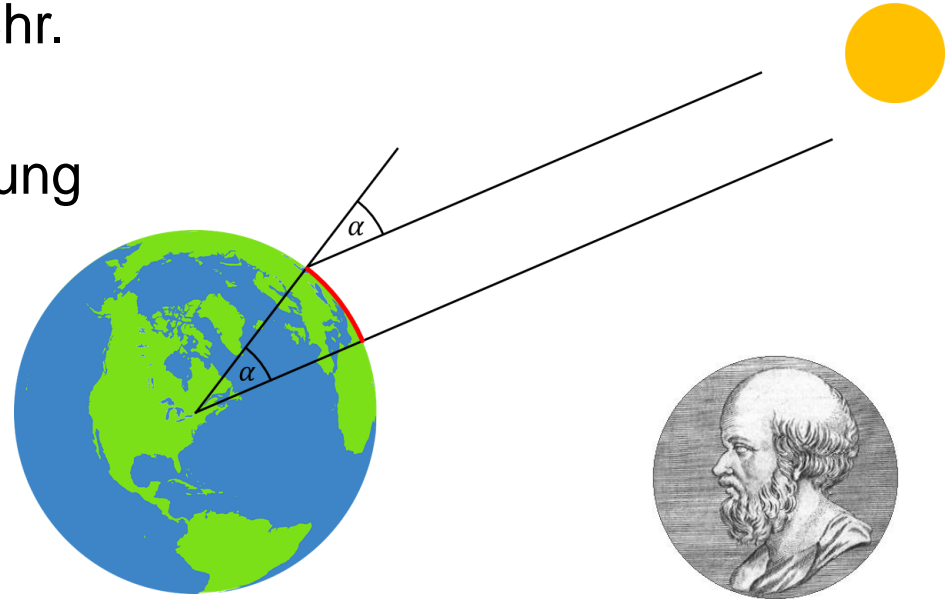
# Kurze Geschichte der Höhenbestimmung

- 200 v. Chr. – Eratosthenes
- 16. Jahrhundert – Gradmessungsexpeditionen
- 1902 – Landesnivellement 1902
- 2028 – Einführung eines strengen Höhensystems?



# Erste astrogeodätische Messung

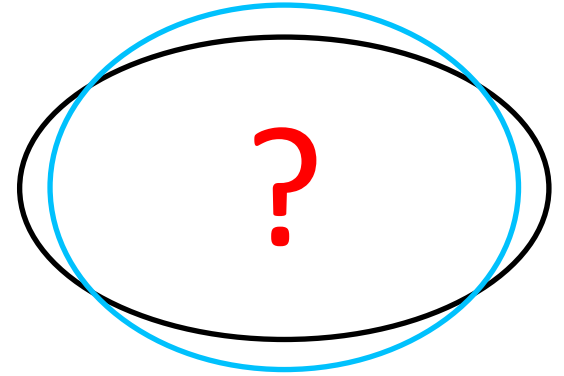
- *Eratosthenes von Kyrene*
- ca. 273 v. Chr. – 194 v. Chr.
- Griechischer Astronom
- Erste bekannte Bestimmung des Erdradius
- Messung zwischen Alexandria und Syene (heute Assuan)
- $7.2^\circ$  Breitenunterschied
- Genau auf ca. 10%





# Eine perfekte Kugel? Nein!

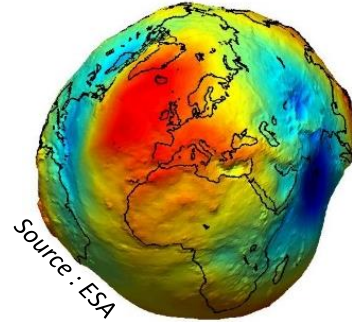
- Etliche Messkampagnen (Gradmessungen) zwischen dem 16. und dem 20. Jahrhundert zur Erforschung der Form der Erde
- Die Messungen haben unerklärte Diskrepanzen offenbart
- Diese Unterschiede sind den Unregelmässigkeiten des Erdschwerefeldes geschuldet!





# Wissenschaftliche Forschung

- Erste Geoidbestimmung durch *Carl Friedrich Gauss* (1777 – 1855)
  - *Disquisitiones generales circa superficies curvas* (1828)



Gauss



Listing

- Einführung des Begriffs Geoid in 1873 durch *Johann Benedict Listing* (1808 – 1882)
- Erste Berücksichtigung von Lotabweichungen zur Reduktion von trigonometrischen Messungen durch *Friedrich Robert Helmert* (1843 – 1917)

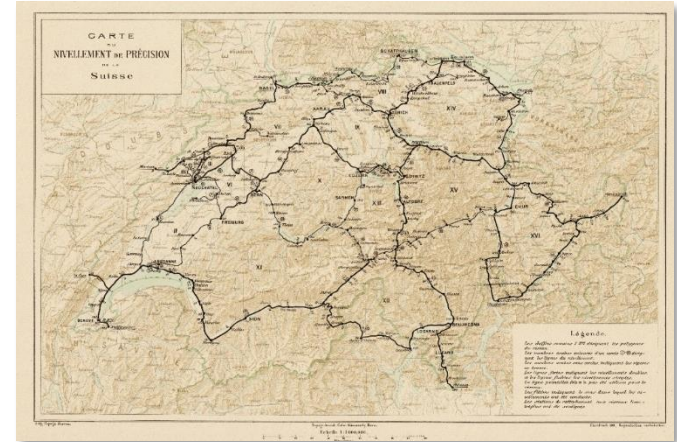


Helmert



# Höhenbestimmung in der Schweiz

- Nivellement de précision der Schweizerischen Geodätischen Kommission 1864 - 1891
- Grundlage für das Landesnivellement 1902
- Gebrauchshöhensystem, ohne Schwerekorrekturen
- Heute noch das offizielle Höhensystem in der Schweiz (!)





# Wo liegt das Problem?

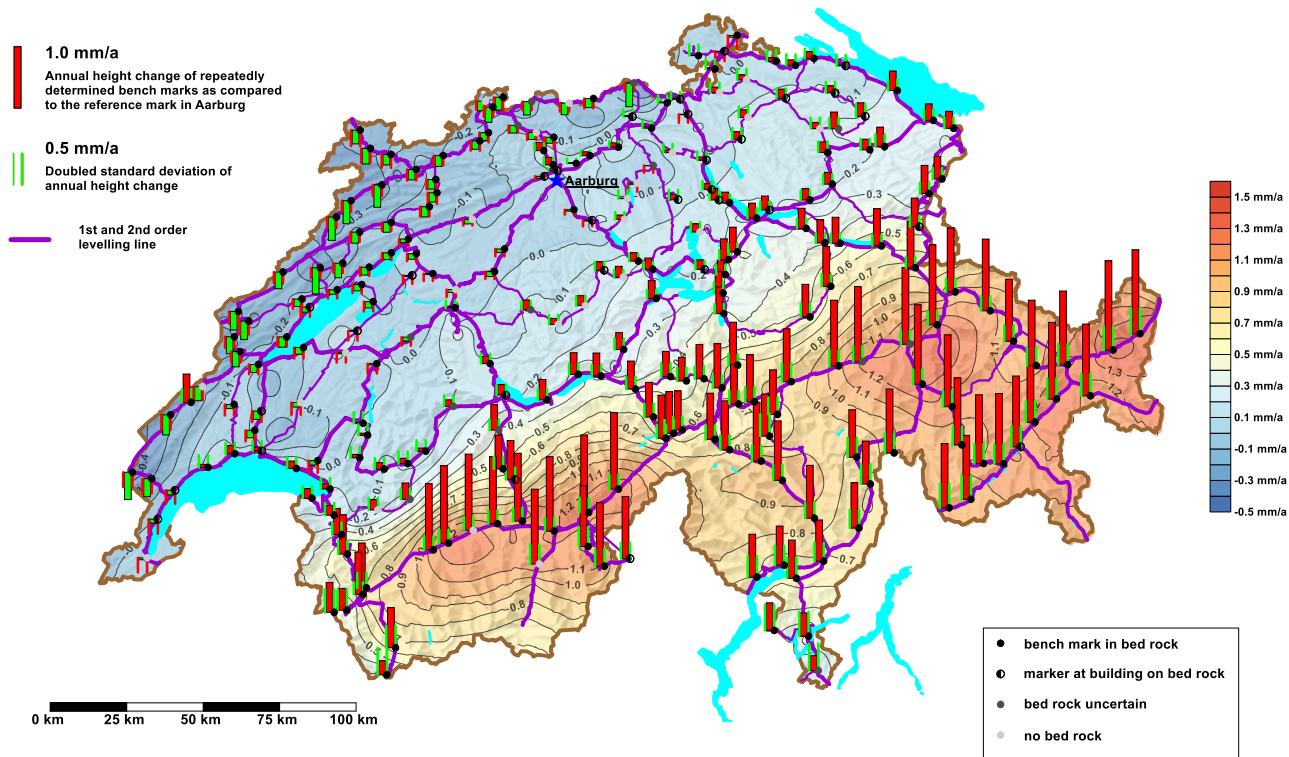
- Unzulänglichkeiten in den alten Messungen
  - 10 bis 20 cm
- Alpenhebung von 1 – 2 mm pro Jahr
  - Seit 1902 ca. 10 bis 20 cm (!)

## Konsequenz

- Diskrepanzen / Zwänge des aktuellen Netzes LN02
- Ungenauigkeiten und Fehleranfälligkeit bei hybriden Netzen mit Nivellement und GNSS
- Systematische Abwertung der GNSS-Messungen



# Höhenänderungen in der Schweiz

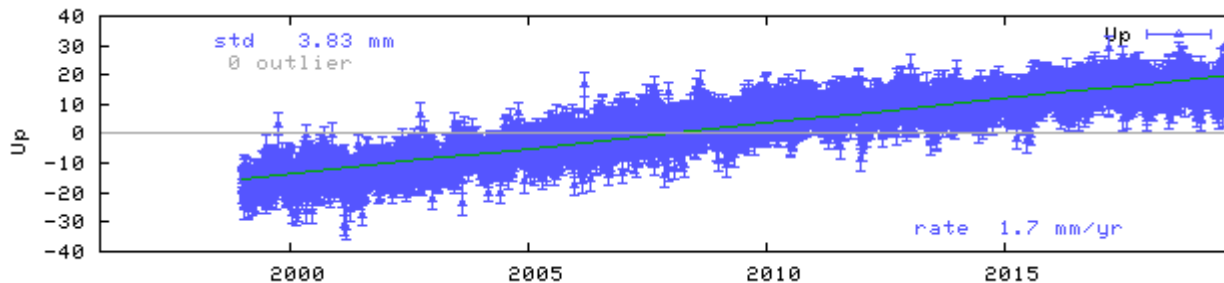






# Alpenhebung in Davos

Mittlere Hebung: 1.7 mm / Jahr (GNSS-Zeitreihe)





# Bisherige Arbeiten

- Projekt im Rahmen der Nationalen Geodaten-Infrastruktur (NGDI)



- Bearbeitet durch die HEIG-VD



- Umfrage zur Nutzung von Höhen in der Schweiz
- Kommunikation: 3 Sensibilisierungsvideos erstellt

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



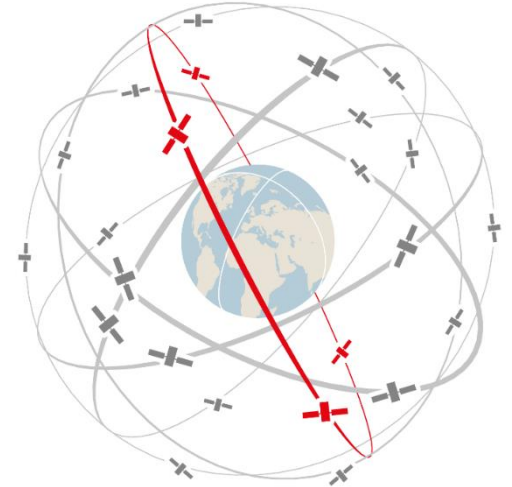
# Resultate der Umfrage

- 111 Teilnehmer (Gemeinden, Kantone, Bundesämter, Hochschulen, Grossfirmen, private Ingenieurbüros)
- Mehr als **90%** der Höhendaten liegen **digital** vor
- Ca. **40%** werden heute schon mit **GNSS** erhoben
- 88% sind der Meinung oder eher der Meinung, dass Höhenbestimmung in **10 Jahren mehrheitlich** auf **GNSS** basiert
- Grösste Risiken bei einer Änderung des aktuellen Höhensystems : Gefahr der Verwechslung (40%)  
Kommunikations- und Verständnisschwierigkeiten (21%)



# Risiken des Status quo

- Höhensystem zukünftig möglicherweise faktisch durch weltweite GNSS-Dienste vorgegeben
- Mangelnde Vorbereitung auf die Höhentransformation
- Verwechslungsrisiko zwischen LN02 Höhen und Höhen von weltweiten GNSS-Positionierungsdiensten
- Fehler mit langwierigen Folgen





# Stand der technischen Grundlagen

## Studie zur Modernisierung des Schweizer Höhenbezugssystems und -rahmens

Teil I – Grundlagen, Stand der Technik und internationaler Vergleich

→ *Publiziert*

Teil II – Definition des Systems und Analyse der technischen Folgen

→ *In Konsultation*

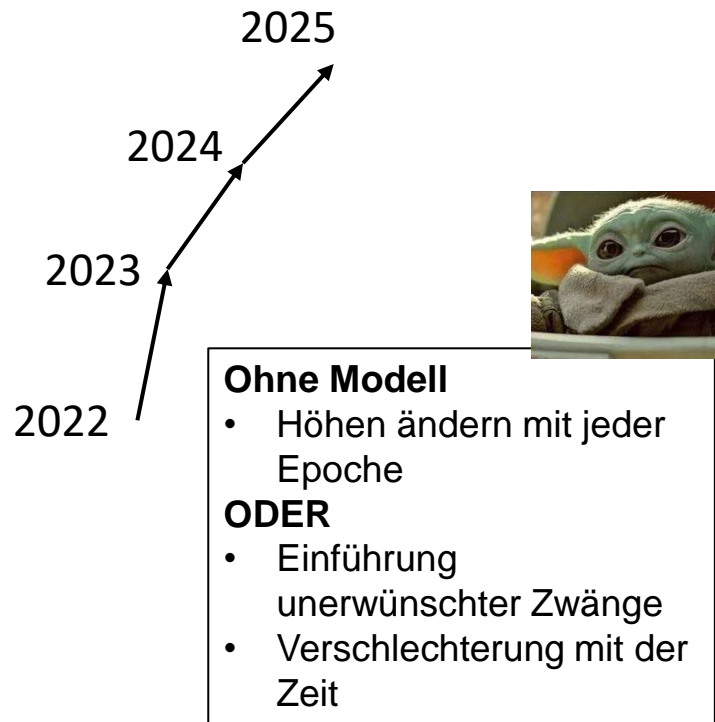
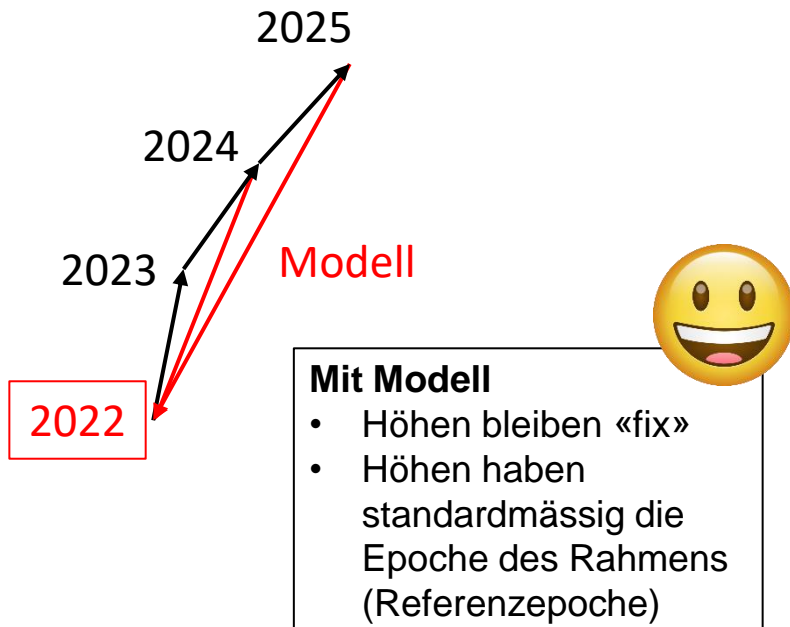


# Technische Eckwerte des neuen Systems

- Aufbauend auf LHN95
  - Netzanlage
  - Messungen
  - Algorithmik
  - Software
- Berücksichtigung der Kinematik
- Normalhöhenystem
  - Theoretische Vorteile
  - Erlaubt die hypothesenfreie Bestimmung von Höhen

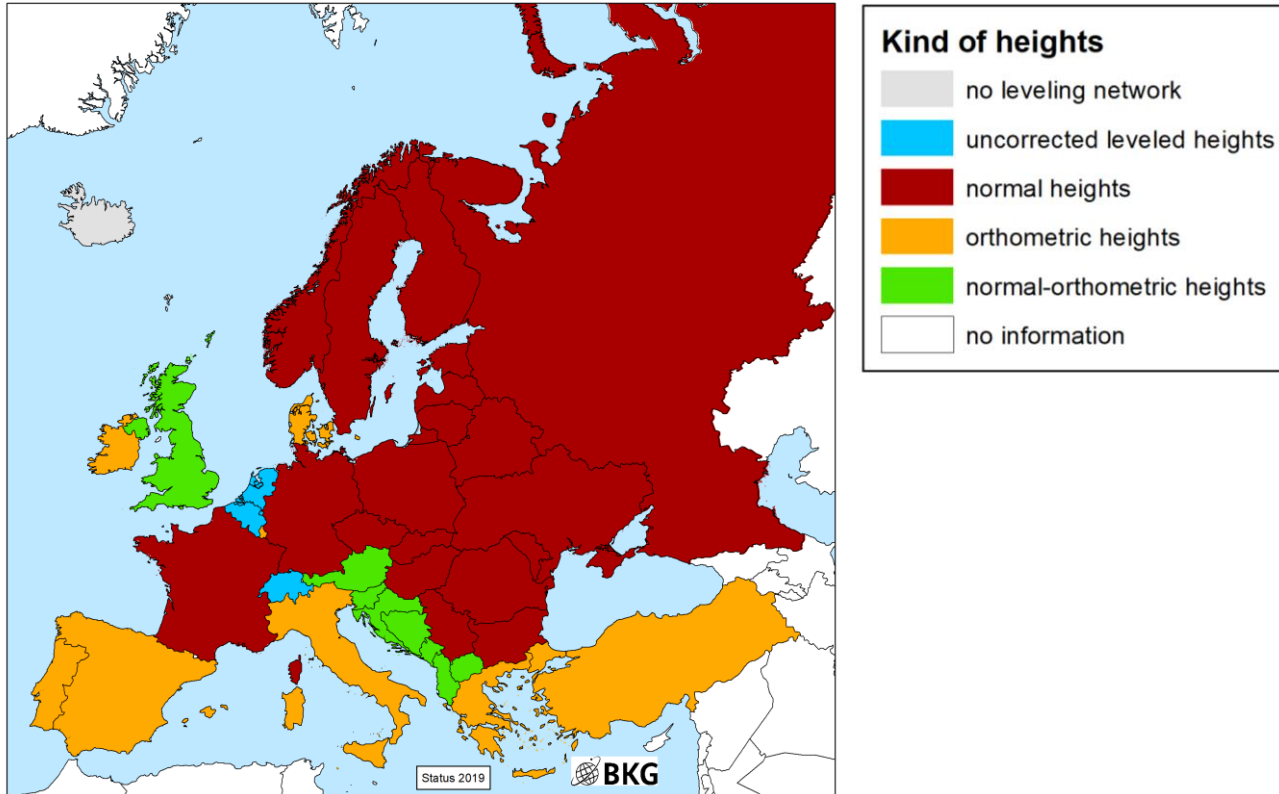


# Warum Kinematik?





# Warum Normalhöhen?







# Entwurf Roadmap

2024 – Technische Grundlagen / Tools

2025 – Erste Versuche in einigen Kantonen (PoC)

2026 – Analyse der Resultate

2027 – Entscheid Geschäftsleitung swisstopo

## Einführung

Ab 2028, mit der Strategieperiode 2028 – 2031 der amtlichen Vermessung