

Neues Landeshöhennetz der Schweiz LHN95

Autor(en): **Schlatter, A. / Marti, U.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK =
Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **100 (2002)**

Heft 1

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-235867>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Neues Landeshöhennetz der Schweiz LHN95

Seit der Definition und Einführung des bestehenden Landeshöhennetzes sind mittlerweile hundert Jahre vergangen. Die zugrunde liegenden Messungen sind noch einige Jahrzehnte älter. Um die satellitengeodätischen Messmethoden optimal nutzen zu können, muss das Höhensystem neu definiert und der Höhenrahmen neu berechnet werden. Diese Tätigkeiten erfolgen am Bundesamt für Landestopographie unter dem Projektnamen «LHN95» als Teil der Arbeiten an der neuen Landesvermessung LV95 [1,2].

Cent ans se sont écoulés depuis la définition et l'introduction du réseau altimétrique actuel. La mesure de ce réseau est encore plus ancienne de quelques décennies. Afin d'appliquer de manière optimale les méthodes de mesures géodésiques par satellite, le système altimétrique doit être redéfini et le cadre altimétrique recalculé. L'Office fédéral de topographie s'occupe de cette tâche dans le cadre du projet «RAN95», qui représente une partie des travaux de la nouvelle mensuration nationale MN95 [1,2].

È ormai passato un secolo da quando si è definita e introdotta la rete altimetrica attuale. La misura di questa rete risale addirittura a parecchi decenni prima. Per riuscire ad applicare in modo ottimale i metodi di misura geodetica tramite satellite, bisogna ridefinire il sistema altimetrico e ricalcolare il quadro altimetrico. L'Ufficio federale di topografia svolge questo compito nell'ambito del progetto «RAN95» quale elemento dei lavori della nuova misurazione nazionale MN95 [1,2].

A. Schlatter, U. Marti

Einleitung

Der folgende Artikel beschreibt die Ziele und bereits getätigten Arbeiten, welche am Bundesamt für Landestopographie (L+T) unter dem Projekttitel «Neues Landeshöhennetz der Schweiz LHN95» ausgeführt werden. Die allgemeine Theorie zu den verschiedenen Höhensystemen wird im separaten Artikel «Höhensysteme und -rahmen» in diesem Heft vertieft behandelt.

Ziel des Projektes ist, den orthometrischen Höhenrahmen für die Schweiz festzule-

gen. Dieser entsteht durch eine gesamthafte Ausgleichung der seit Beginn des 20. Jahrhunderts im Landesnivellement erhobenen Messungen unter der Verwendung von Schwerewerten und der Ableitung von orthometrischen Höhen. Da in diesen Berechnungen die Bewegungen ausgewählter Punkte mitgeschätzt werden, spricht man auch von kinematischen Ausgleichungen. Bezüglich der neuen Landesvermessung LV95 muss zudem die Vereinheitlichung der unterschiedlichen Höhen aus GPS und Nivellement zusammen mit dem Geoidmodell erfolgen.

Mit dem Geoidmodell ist nur der Übergang zwischen ellipsoidischen Höhen und strengen orthometrischen Höhen beschrieben. Die «passpunktfreie», präzise GPS-Höhenbestimmung, wie sie auch mit den modernen Positionierungsdiensten propagiert wird, ergibt streng genommen keine Gebrauchshöhen LN02. Mit der Information der unterschiedlichen Höhen in

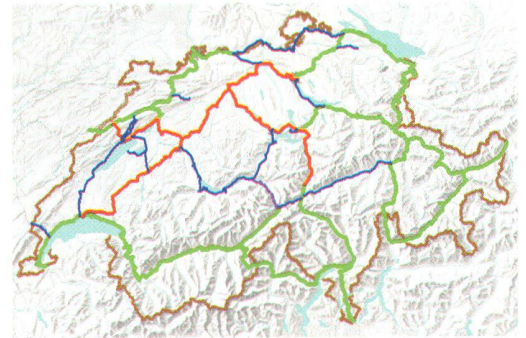


Abb. 1: Nivellement de Précision 1864–1891: blau: einfache Beobachtungen, rot: doppelte Beobachtungen in gleicher Richtung, grün: doppelte Beobachtungen in inverser Richtung.

LN02 und LHN95 auf den identischen Punkten des Landesnivellementnetzes kann jedoch ein Übergang zwischen den Systemen definiert werden. Bevor über die Herleitung der Höhen LHN95 und deren Differenzen zu den Gebrauchshöhen LN02 berichtet wird, soll die Herkunft der letztgenannten noch genauer dargelegt werden.

Das bestehende Landeshöhennetz LN02

Zwar sind die sog. «Höhen über Meer» einzelner 4000er selbst in den Landeskarten in Dezimeter angegeben. Welches der Ausgangshorizont trotz fehlendem Meeresanschluss ist, kann am Kartenrand abgelesen werden. Dass die Höhen eigentlich auf den Messungen des vorletzten Jahrhunderts beruhen, ist jedoch nur den Wenigsten bekannt.

Das Nivellement de Précision

In den Jahren 1864–1891 wurde das erste Präzisionsnivellement der Schweiz, das sog. Nivellement de Précision (NdP), unter der Leitung der Schweizerischen Geodätischen Kommission (SGK) ausgeführt (s. Abb. 1). Das Netz bestand aus 16 Polygonen mit einzelnen aufwändigen Anschlüssen an bedeutende Lagefixpunkte (bspw. Rigi, Chasseral, Rötifluh, Gäbris). Die meisten Linien sind heute noch Bestandteil des Landesnivellements. Wohl wurden nach damaligem Stand des

Dieser Artikel ist eine Zusammenfassung eines Vortrages im Rahmen der Weiterbildungstagung «Neue Referenzrahmen und Koordinatentransformationen in der Geomatik» vom 10./11. Oktober 2001. Der Tagungsband (deutsch und französisch) ist erhältlich beim Institut für Geomatik der EPFL.

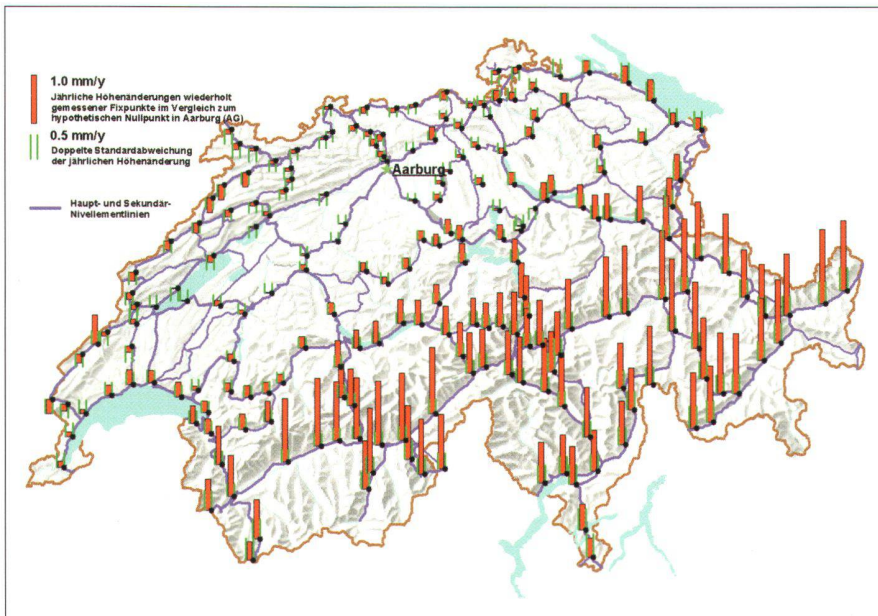


Abb. 2: Netzwerk und rezente Höhenänderungen ausgewählter Fixpunkte aus der Gesamtausgleichung LHN95.

Wissens das beste Instrumentarium und die geeignetste Messmethode eingesetzt. Es standen jedoch nur Holzlatten zur Verfügung und das Netz wurde sehr inhomogen gemessen.

Die Ausgleichung der Messungen erfolgte ohne Schwerekorrekturen. Die Höhen wurden im sog. Catalogue des Hauteurs Suisses (CdH) im Jahre 1891 ohne einen Bezug zu einem Meeresanschluss jedoch relativ zum gewählten Nullpunkt Repère Pierre du Niton in Genève publiziert.

Horizontfestlegung

Obwohl für die damaligen Landkartenwerke und die Bedürfnisse des Eisenbahn- und Wasserbaus unterschiedliche Horizonte verwendet wurden, wartet man lange Zeit (vergeblich) auf eine gesamt-europäische Lösung. Im Jahre 1902 wurde deshalb von Dr. J. Hilfiker nach Untersuchungen von vier unabhängigen Meeresanschlüssen der noch heute gültige Horizont von 373.6 m über dem Pegel von Marseille (F) festgelegt [3].

Das Landesnivellement und die Festlegung der Gebrauchshöhen

Ab 1902 wurde mit den Beobachtungen an den heute bestehenden Landesnivellementlinien begonnen (Netzwerk s.

Abb. 2). Bis 1927 wurden die 18 Hauptpolygone und bis ca. 1945 die Sekundärpolygone gemessen. Ab 1943 erfolgten die Zweitmessungen der Hauptpolygone, welche 1991 abgeschlossen worden sind. Neumessungen dienen nur noch unwesentlich der Genauigkeitssteigerung; sie werden heutzutage hauptsächlich als effiziente Methode des Netzunterhaltes ausgeführt, da eine Vielzahl der Punkte durch rege Bautätigkeiten verloren geht. Anfänglich war geplant, die Messungen gemeinsam unter Berücksichtigung von Schwerekorrekturen auszugleichen und erst dann definitive (orthometrische) Höhen zu publizieren. Mit der Fertigstellung einzelner Linienmessungen waren aber für die Landestriangulation, die Kartenaufnahme und die Grundbuchvermessung sofort aktuelle Höhen gefordert, sodass die Messungen jeweils nach Beendigung in die Knotenpunkte des Nivellement de Précision eingezwängt wurden. Damals entstand der Begriff «provisorische Gebrauchshöhen». Mit der Verbreitung dieser Höhen in den unterschiedlichen Vermessungswerken entsprach die Idee, gesamthaft ausgeglichene Höhen einzuführen, keinem praktischen Bedürfnis mehr [4]. Zwar wurde das Netz analysiert und wiederholt ausgegli-

chen (z.B. Schürer 1944), die vollständige Genauigkeit der Präzisionsnivellementmessungen für die offiziellen Höhen der Schweiz wird aber bis heute nicht ausgenutzt. Die heute gültigen Höhen der noch bestehenden stabilen Punkte des NdP weichen kaum mehr als $-3\text{ cm} - +1\text{ cm}$ von den alten Höhen des CdH ab. Mit der Triangulation IV.^o, welche an den Höhenfixpunkten 1. und 2. Ordnung (HFP1/2) angeschlossen wurde, erfolgte die flächendeckende Ausbreitung des Höhenrahmens LN02 auch zwischen den Nivellementlinien.

Das Projekt Neues Landeshöhenetz der Schweiz LHN95

Die Notwendigkeit zur Neubearbeitung der Höhensysteme in der Schweiz wurde bereits mit den Studien für die neue Landesvermessung LV95 Ende der 80er Jahre erkannt. Die Zielsetzungen und Konzepte für LHN95 wurden an den LV95 INFO-Tagungen 1995 präsentiert [5]. Zur konkreten Realisierung wurde damals wenig festgehalten. Allerdings bestand seit 1990 eine wegweisende Dissertation von Bruno Wirth mit dem Titel «Höhensysteme, Schwerepotenziale und Niveauflächen: Systematische Untersuchung zur künftigen terrestrischen und GPS-gestützten Höhenbestimmung in der Schweiz» [6].

Zielsetzungen

Die Projektziele mit direktem Bezug zu LHN95, wurden an den LV95 INFO-Tagungen 1995 wie folgt umschrieben: Realisierung eines neuen Landeshöhennetzes LHN95 mit den Eigenschaften:

- potenzialtheoretisch strenges System
- auf den bestehenden LN-Messungen und Schweremessungen seit Anfang des 20. Jahrhunderts beruhend
- kinematische Ausgleichung (Berücksichtigung tektonischer Effekte insbesondere Alpenhebung)
- Höhenbezugsrahmen der neuen Landesvermessung LV95
- kompatibel mit den ellips. Höhen LV95 und dem Geoidmodell

- geopotenzielle Knoten und orthometrische Höhen von allen HFP1
- Übergang ins Gebrauchshöhensystem LN02 ermöglichen
- längerfristig LN02 ablösen.

Das Hauptziel ist, die satellitengeodätische Höhenbestimmung wesentlich zu erleichtern. In der alltäglichen Vermessungspraxis (lokale Nivellements, trig. Höhenbestimmung) soll mit dem neuen Höhenrahmen keine Einschränkungen gegenüber LN02 auferlegt werden.

Durch die Forderung nach aktuellen und möglichst präzisen Höhen für den Bau der beiden alpenquerenden Basistunnels Alp-Transit Gotthard und BLS-AlpTransit Lötschberg wurden ab Ende 1996 mit den konkreten Arbeiten begonnen.

Projektgliederung

Das Projekt wurde in sechs Teilprojekte gegliedert:

LHN95-LIN: Als Grundvoraussetzung für die Neuberechnungen des Netzes müssen die umfangreichen Daten in digitaler Form vorliegen. Insgesamt wurden ca. 8750 km Präzisionsnivellementmessungen erfasst.

LHN95-NF: Um von sämtlichen HFP1 orthometrische Höhen berechnen zu können, müssen auch von den aus Nachführungen entstandenen Punkten die Messungen in digitaler Form vorliegen.

LHN95-DB: Dieses Teilprojekt dient hauptsächlich der Überführung der bestehenden ASCII-Datenbank des Landesnivellements in eine moderne Datenbank.

LHN95-V: Hauptanlass für das Pilotprojekt LHN95-V, welches die L+T zusammen mit dem Vermessungsamt des Kantons Bern ausführte, war das Bedürfnis, neue Konzepte für die kantonalen Höhenfixpunkte zu erstellen. Erkenntnisse aus den Testmessungen, aber auch Überlegungen ganz allgemeiner Art zu den Benutzerbedürfnissen in der amtlichen Vermessung und Vorstellungen über künftige kantonale Höhenfixpunktnetze wurden in einem VPK-Artikel im März des vergangenen Jahres präsentiert [7].

LHN95-KIN: Kernstück des Projektes LHN95 ist die kinematische Ausgleichung der Landesnivellementlinien.

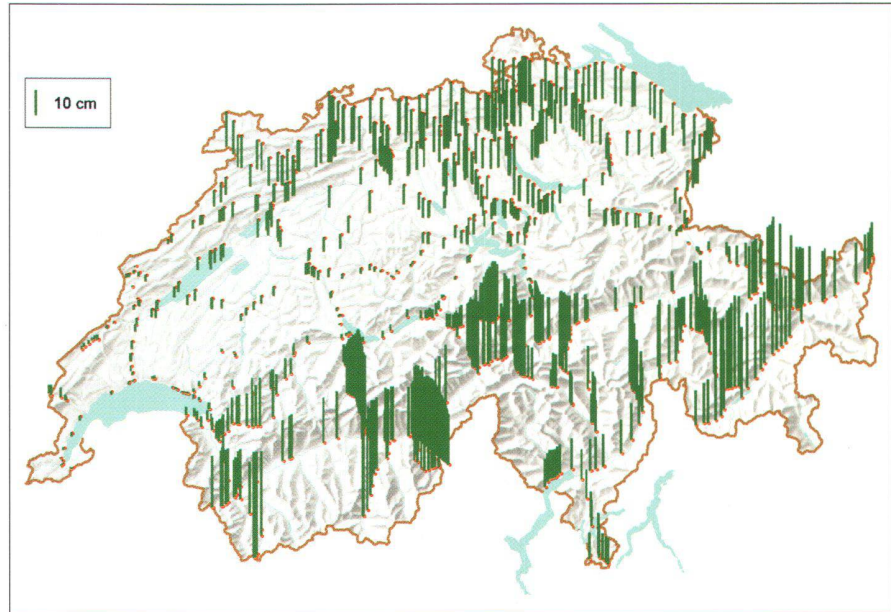


Abb. 3: Differenzen orth. Höhen LHN95 – Gebrauchshöhen LN02.

LHN95-TrF: Eine der Hauptforderung seitens der amtlichen Vermessung zur Akzeptanz des neuen Landeshöhennetzes ist die Realisierung einer Transformationsmethode zwischen den beiden Systemen LHN95 und LN02.

Die beiden letztgenannten Teilprojekte werden in der Folge noch genauer beschrieben.

Kinematische Ausgleichung der Landesnivellementlinien

Der vereinfachte Ablauf der Berechnungen kann wie folgt beschrieben werden:

- Linienweise Berechnung der freien Potentiale: $\Delta C = \Sigma(g\Delta H)$
- Reduktion der Beobachtungen auf die Hauptpunkte (Knotenpunkte, ausgewählte stabile Punkte)
- Gesamtausgleichung des Netzes mit dem mathematischen Modell:

$$\Delta C_{ij}^k = C_j^0 - C_i^0 + (t^k - t^0) \cdot (V_j - V_i)$$
 ΔC ist die beobachtete Potenzialdifferenz zwischen den Punkte i und j zum Zeitpunkt k. Die Unbekannten sind die geopotenziellen Knoten C zum Referenzzeitpunkt 0 sowie die entsprechenden Geschwindigkeiten V.

Mit dem stochastischen Modell $\sigma = A + B\sqrt{s} + D \cdot \Delta H$ werden die mittleren Fehler a priori hauptsächlich in Ab-

hängigkeit der Linienlänge s und der Höhendifferenz ΔH berechnet.

- Berechnung der mittleren Schweren in den Lotlinien
- Berechnung der orthometrischen Höhen

Da prinzipiell von allen Punkten geopotenzielle Knoten vorliegen, können neben den orthometrischen Höhen LHN95 wahlweise auch Normalhöhen oder andere Höhen abgeleitet werden.

Zusammenfassend kann folgende Statistik für die kinematische Ausgleichung (Stand Frühjahr 2001) präsentiert werden:

- ca. 8500 km verarbeitetes Präzisionsnivellement
- 3820 Beobachtungen (Potenzialdifferenzen)
- 3170 Unbekannte (geopotenzielle Knoten und Geschwindigkeiten)
- Redundanz 650 (>2 Beobachtungen/Punkt, Schleifenschlüsse)
- «Höhen»-Genauigkeit ca. $\pm 1.0 \text{ mm/km}$ resp. 10 mm/100 km
- Genauigkeit der Geschwindigkeiten ca. $\pm 0.15 \text{ mm/y pro 100 km}$

Die kinematische Ausgleichung liefert ein verdichtetes Bild der schon seit längerem bekannten rezenten Höhenänderungen in der Schweiz (s. Abb. 2). Die signifikante Alpenhebung gegenüber dem hypo-

thetischen Nullpunkt in Aarburg nimmt Beträge von bis zu 1.5 mm/y an. Bewegungen im Mittelland und Jura sind meist nicht signifikant. Allerdings gilt festzuhalten, dass diese Aussage nur für zuverlässige Felspunkte oder Punkte in gut fundierten Bauten gilt.

Die Differenzen zu LN02 und der Übergang zwischen den Höhensystemen LHN95 und LN02

Analyse der Höhen

Vorgängig der Festlegung der Transformationen müssen die vorhandenen Höhen und die Systemdifferenzen sorgfältig analysiert werden. Dazu stehen zurzeit die in der kinematischen Gesamtausgleichung integrierten HFP1 in den folgenden Höhensystemen zur Verfügung:

- Offizielle Höhen LN02
- Orthometrische Höhen LHN95
- Normalhöhen LHN95 (aus den identischen geopotenziellen Knoten abgeleitet)
- zur Analyse des reinen Nivellementnetzes (im Prinzip LN02):
 - reine Nivellementhöhen mit Berücksichtigung der Kinematik (Gesamtausgleichung ohne Schwere resp. nur mit beobachteten Höhendifferenzen)
 - reine Nivellementhöhen ohne Berücksichtigung der Kinematik (dito; ohne die Berechnung von Geschwindigkeiten)

Analyse von LN02

Ein Vergleich der offiziellen Höhen LN02 mit den beiden Ausgleichungen des reinen Nivellementnetzes (mit und ohne Geschwindigkeiten) hilft, die Verzerrungen im bestehenden Höhennetz LN02 zu analysieren. Allerdings kann der Einfluss der fehlenden Geschwindigkeiten von den vorhandenen Netzverzerrungen nicht sauber aufgetrennt werden. Der Grund liegt darin, dass die verwendeten Daten über einem Zeitraum von ca. 100 Jahren vorliegen. Eine Ausgleichung ohne Schätzung der Geschwindigkeiten legt somit Höhen fest, die wegen der Mittelung et-

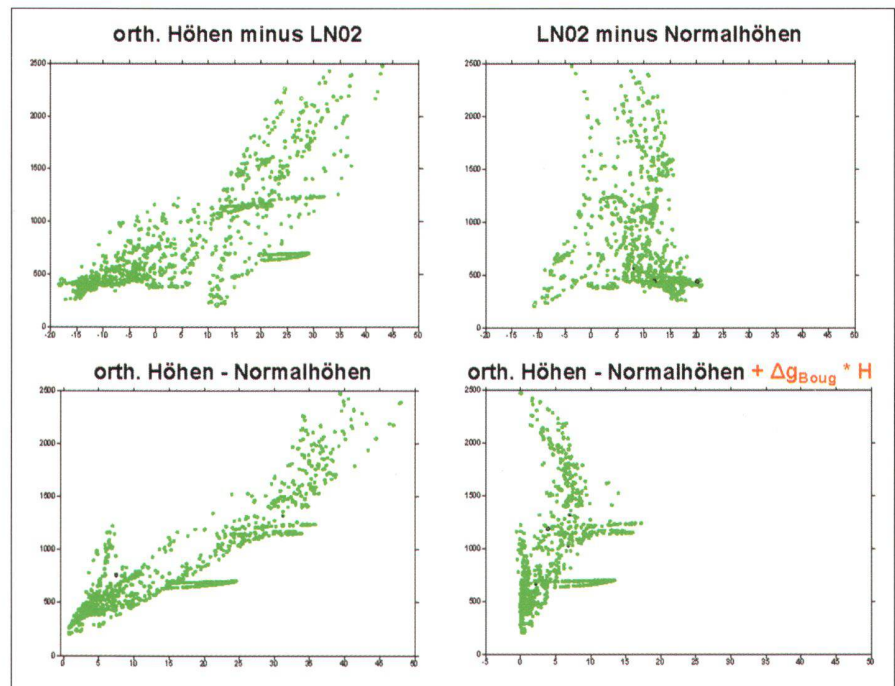


Abb. 4: Korrelation der Differenzen mit der Höhe.

wa dem zeitlichen Schwerpunkt der Messungen entsprechen. Die Differenzen aufgrund der fehlenden Geschwindigkeiten wiedergeben somit nicht einen sauberen Vergleich zwischen den Höhen LN02 (Zeitpunkt Mittel 1864–1891) und den Höhen zum Zeitpunkt 1993.0.

Ohne die Aussagen aber graphisch zu unterlegen, sind die folgenden Abschätzungen möglich:

- Verzerrungen im Bereich von > 5 cm sind vor allem in der Nordschweiz, im Tessin und teilweise in Graubünden feststellbar.
- In Graubünden heben sich Verzerrungen und Hebungen im Netz gegenseitig auf.

Vergleiche zwischen LN02 und LHN95 / Normalhöhen

Abbildung 3 zeigt die Unterschiede zwischen den orthometrischen Höhen LHN95 und den Gebrauchshöhen LN02 auf den Hauptpunkten der kinematischen Ausgleichung. Die Differenzen bewegen sich zwischen –20 cm und +40 cm.

Die Ursachen der Unterschiede liegen hauptsächlich in der strengen Berücksichtigung der Schwere in LHN95. Es ist eine deutliche Lageabhängigkeit erkenn-

bar (Nord-Süd-Kippung). Zudem sind die Differenzen mit der Punkthöhe korreliert, was in der Abbildung 4 (oben links) besser ersichtlich ist.

Weitere Gründe für die Differenzen liegen in der Berücksichtigung der Vertikalbewegungen in LHN95. Die Alpenhebung von +1.5 mm/y bewirkt in 80 Jahren doch schon eine Höhenänderung von maximal 12 cm. Schliesslich zeigen sich in den Differenzen auch die erwähnten Verzerrungen in den Gebrauchshöhen LN02.

Abbildung 4 zeigt eine Analyse der Punkthöhenabhängigkeit der unterschiedlichen Systemhöhen. Starke Korrelationen mit den Punkthöhen zeigen sich in den Differenzen orth. Höhen (LHN95) – LN02 (o. l.) und noch deutlicher in den Differenzen orth. Höhen – Normalhöhen (u. l.). Kaum korreliert mit der Höhe sind hingegen die Differenzen LN02 – Normalhöhen (o. r.).

Die Transformation zwischen LHN95 und LN02

Aufgrund der Analysen ist nun offensichtlich, dass für die Realisierung des Überganges zwischen orthometrischen Höhen LHN95 und Gebrauchshöhen LN02 die Anteile in einer *lageabhängigen*

und einen *höhenabhängigen Teil* aufgeteilt werden können. Es gilt dann:

$$H_{(LHN95)} = H_{(LN02)} + f(y,x) + g(y,x,h)$$

Lageabhängiger Anteil $f(y,x)$

Der lageabhängige Anteil berücksichtigt:

- die Verzerrungen in LN02
- den Einfluss der Geschwindigkeiten (Kinematik)
- die systematischen Unterschiede zwischen Normalhöhen und Gebrauchshöhen LN02
- die restlichen, nicht erklärbaren Differenzen (Residuen).

Zur Berechnung des lageabhängigen Anteils $f(x,y)$ werden zwei Interpolationsflächen bereitgestellt. Sie werden aus den folgenden Differenzen in den HFP1 berechnet:

- Fläche 1: Differenzen LN02 – Normalhöhen LHN95 (s. a. Abb. 4 o. r.)
- Fläche 2: zusätzlicher lageabhängiger Anteil aus der Differenz orth. Höhen LHN95 – Normalhöhen LHN95 + $\Delta g(\text{Boug}) \cdot H$ (s. a. Abb. 4 u. r.)

Höhenabhängiger Anteil $g(x,y,h)$

Der Anteil $g(x,y,h)$ wird mit Hilfe der Schwereanomalien berechnet und ist in erster Näherung gegeben durch die einfache Beziehung $\Delta g(\text{Boug}) \cdot H$. Die Bouguer-Anomalien stehen in der Schweiz bereits mit grosser Dichte zur Verfügung, um in genügender Genauigkeit für beliebige Punkte entsprechende Werte zu berechnen.

Weiteres Vorgehen für die Realisierung des Überganges LN02 $\leftrightarrow$ LHN95

Das weitere Vorgehen für die endgültige Erstellung der Transformationsgrundlagen lässt sich wie folgt skizzieren:

- Bereinigung der Datensätze (Lage und Höhe)
- Umfangreiche Testberechnungen mit unabhängigen Daten:
Der Erfolg der Transformation kann erst gezeigt werden, wenn mit unabhängigen Daten (ausserhalb der Schleifen des Landesnivellements) getestet wird. So kann auch kontrolliert werden, ob die jetzige Stützpunktdichte (HFP1) genügen wird.
- Erstellen eines Softwaremoduls und Abgabe an die Benutzer: Ähnlich wie für die Transformation in der Lage (LV02-LV95) ist geplant, ein Softwaremodul für den Übergang in der Höhe abzugeben.

Ausblick

Der Abschluss der Arbeiten am Projekt LHN95 ist auf Ende 2003 vorgesehen. Zu diesem Zeitpunkt sollte auch das Softwaremodul für die Transformationen LN02 $\leftrightarrow$ LHN95 bereit stehen. Die Entscheidungsgrundlage, ob und wie das neue Landeshöhennetz LHN95 in die amtliche Vermessungen integriert werden soll, wird zurzeit innerhalb des Kompetenzzentrums RD/LV95 am Bundesamt für Landestopographie erarbeitet [8].

Referenzen:

- [1] Th. Signer: Landesvermessung LV95, Übersicht und Stand des Projektes. VPK1/02, Januar 2002.
- [2] E. Gubler et al.: Die neue Landesvermessung der Schweiz LV95, VPK 2/96, Februar 1996.
- [3] J. Hilfiker: Untersuchung der Höhenverhältnisse der Schweiz im Anschluss an den Meereshorizont. Verlag der Abteilung für Landestopographie, Bern 1902.

- [4] H. Zölly: Geschichte der Geodätischen Grundlagen für Karten und Vermessung in der Schweiz. L+T, Wabern 1948.
- [5] Div. Autoren: Neue Landesvermessung 1995 LV95: Informationstagung. Tagungsband zu den Informationstagungen HTL beider Basel in Muttensz, ETH Zürich und EPF Lausanne, L+T, Wabern 1995.
- [6] B. Wirth: Höhensysteme, Schwerepotenziale und Niveaulächen: Systematische Untersuchungen zur zukünftigen terrestrischen und GPS-gestützten Höhenbestimmung in der Schweiz. SGK-Band 42, 1990.
- [7] A. Schlatter, E. Brockmann, Th. Signer, A. Wiget und K. Wysser: Konzept- und Machbarkeitsstudie zu HFP2-Netzen im heutigen Umfeld. VPK 3/01, März 2001.
- [8] F. Wicki: Landesvermessung LV95: Konsequenzen für die amtliche Vermessung und weitere raumbezogenen Daten, VPK 1/02, Januar 2002.

Andreas Schlatter und Urs Marti
Bundesamt für Landestopographie
Bereich Geodäsie
Seftigenstrasse 264
CH-3084 Wabern
Andreas.Schlatter@lt.admin.ch