Höhenreferenzsysteme und -rahmen

Autor(en): **Marti, Urs / Schlatter, Andreas**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **94 (2003)**

Heft 9

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-857547

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Höhenreferenzsysteme und -rahmen

Die Bestimmung von Höhen in der Vermessung ist an und für sich eine sehr vertraute Aufgabe. In gebirgigen Gegenden wie in der Schweiz bildet sie aber einen weitgespannten Themenkreis, der sich insbesondere mit der Einführung der GPS-Satellitentechnik noch wesentlich erweitert hat. Je nach verwendetem Höhenreferenzsystem ergeben sich kleinere oder grössere Abweichungen in der Höhenbestimmung. Der vorliegende Artikel erläutert die Schwierigkeiten bei der Höhenmessung und gibt einen Überblick über die für die Landesvermessung der Schweiz und der übrigen europäischen Länder üblichen Höhenreferenzsysteme.

Während sich die 3D-Referenzsysteme[1)] und 3D-Referenzrahmen[2)] sowie die 2D-Systeme im Wesentlichen auf eine geometrisch definierte Bezugsfläche (beispielsweise Rotationsellipsoid, Kugel oder Ebene) stützen, wird für die Höhenbestimmung eine durch das Schwerefeld bestimmte Bezugsfläche verwendet.

Urs Marti, Andreas Schlatter

Dabei spielt der Begriff der Äquipotenzialflächen eine zentrale Rolle. Alle in der Vermessung verwendeten Instrumente werden mit Libellen oder Senkloten nach diesen Äquipotenzialflächen ausgerichtet. Dieser Unterschied zu einem geometrischen Bezugssystem wirkt sich in der Regel für die Bestimmung der Lagekoordinaten nur wenig aus, ist aber für die Höhenbestimmung von grosser Bedeutung. Diejenige Äquipotenzialfläche, die durch die theoretische mittlere Oberfläche der ruhenden Weltmeere verläuft, wird als Geoid bezeichnet und erhält heute bei der Höhenbestimmung mit GPS[3)] eine hohe Bedeutung.

Im vorliegenden Bericht werden die Grundlagen moderner Höhensysteme vorgestellt. Es werden Begriffe wie Geoid, orthometrische Höhe, Normalhöhe, ellipsoidische Höhe, Schwerepotenzial, Schwerebeschleunigung erläutert. Ferner wird der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Höhensystemen und eine Übersicht über die in der Schweiz und in den Nachbarländern verwendeten Höhensysteme vorgestellt.

Grundlagen

Die klassische Methode für eine präzise Höhenbestimmung ist das Nivellement. Wird über grössere Distanzen eine geschlossene Schleife nivelliert, stellt man fest, dass die totale Summe der gemessenen Höhenunterschiede ΔH nicht streng 0 ergibt. Dies wäre auch der Fall, wenn es gelänge, absolut fehlerfrei zu messen. Dieser so genannte Schleifenschlussfehler ist ein erster Hinweis darauf, dass das Nivellement nicht eine so simple Messmethode ist, wie es auf den ersten Blick scheint.

Der Grund für die Schleifenschlussfehler liegt darin, dass sich die Libellen der Nivelliergeräte nach den lokalen Äquipotenzialflächen ausrichten, welche im Allgemeinen nicht parallel verlaufen (Bild 1). Um eine vom Nivellementsweg unabhängige Höhendifferenz zu bestimmen, muss deshalb ein Umweg über so genannte Potenzialdifferenzen δW gemacht werden. Dabei werden die nivellierten Höhendifferenzen $\delta h'$ (Bild 1) mit der jeweiligen Schwerebeschleunigung g multipliziert (Formel 1).

$$\delta W = \sum (g \cdot \delta h') \qquad (1)$$

Wie in Bild 1 ersichtlich, entspricht die Summe der nivellierten Höhendifferenzen $\delta h'$ von A nach B nicht der Summe der δh von B_0 nach B, welche der orthometrischen Höhendifferenz entspricht. Die Summe der Potenzialdifferenzen $g_i \cdot \delta h'_i$ ist jedoch wegunabhängig und ist als Grundlage für ein strenges Höhensystem geeignet. Die Oberflächenschwerewerte g_i (Gradient des Potenzials bzw. Mass für den vertikalen Abstand der Äquipotenzialflächen) wirken dabei wie eine lokale Massstabskorrektur des Nivellements.

Diejenige Äquipotenzialfläche, welche durch die idealisierte Meeresoberfläche gebildet wird, wird als Geoid bezeichnet. Potenzialdifferenzen an einem Punkt zum Potenzial W_0 auf dem Geoid werden als geopotenzielle Kote[4)] C bezeichnet.

Diese geopotenziellen Koten könnten nun theoretisch zur Beschreibung der Höhenverhältnisse verwendet werden, wie dies im Europäischen Nivellementnetz (UELN[5)]) auch getan wird. Für die Anwendung in der Praxis ergeben sich jedoch die folgenden Nachteile:

- Die Einheiten der geopotenziellen Koten sind nicht metrisch. Verwendet wird normalerweise die Einheit 1 GPU (Geopotential Unit) = 10 $m^2 \cdot s^{-2}$.
- Gegenüber nivellierten Höhen treten grosse Massstabsunterschiede auf.

Wegen dieser Nachteile werden die geopotenziellen Koten für die praktische

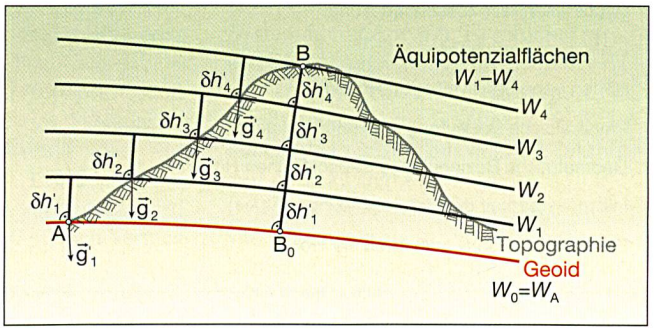

Bild 1 Prinzip der strengen Höhenbestimmung beim Nivellement. Aus [2]

Anwendung in eine (metrische) Höhe umgerechnet, indem man durch einen geeigneten Schwerewert dividiert. Je nach Wahl dieses Schwerewertes erhält man die nachfolgend dargestellten unterschiedlichen Höhenarten.

Höhensysteme und -arten

Definition eines Höhensystemes

Um ein strenges physikalisches Höhensystem zu definieren, genügen die beiden nachfolgend beschriebenen Angaben.

Angabe der Ausgangshöhe eines Punktes

Die Ausgangshöhe eines Punktes, von welchem aus die Höhendifferenzen berechnet werden. Dies ist in der Regel eine Pegelstation, welcher die Höhe 0 zugeordnet ist. In Ländern ohne Anschluss ans Meer wird die Höhe eines beliebigen Punktes festgehalten (in der Schweiz beispielsweise Repère Pierre du Niton (RPN) H = 373,6 m), welche durch Anschlussmessungen an die Pegelstationen der Nachbarländer erhalten wird.

Angabe der Art des Höhensystems

Die Angabe der Art des Höhensystems ist die zweite benötigte Information zur Festlegung eines Höhensystems. Sie gibt die Formel zur Berechnung der Höhendifferenzen aus den geopotenziellen Koten oder aus den reinen Nivellementmessungen an. Dabei sind mehrere verschiedene Möglichkeiten in Gebrauch, welche im Folgenden kurz beschrieben sind.

Gebrauchshöhen

Die Gebrauchshöhen entstehen durch einfache Aufsummierung der nivellierten Höhendifferenzen. Wegen der oben beschriebenen Wegabhängigkeit und dem dadurch verursachten Schleifenschlussfehler gelten die Gebrauchshöhen nicht als strenges physikalisches Höhensystem. Das Schweizerische Höhensystem LN02[6)] basiert auf Gebrauchshöhen ohne Berücksichtigung des Schwerefeldes, obwohl es ursprünglich als orthometrisches System konzipiert wurde. Der grösste theoretische Schleifenschlussfehler im Hauptnetz des Schweizerischen Landesnivellements beträgt in den Alpen 66 mm (Wallis, Berner Oberland). Aber auch im Mittelland kann der theoretische Schleifenschlussfehler mit bis zu 2 cm ein Mehrfaches der Messgenauigkeit des Präzisionsnivellements (etwa 5–8 mm pro 100 km) betragen.

Geopotenzielle Koten

Wie bereits erwähnt, werden die geopotenziellen Koten C durch Aufsummierung der Produkte aus nivellierter Höhendifferenz und Schwerebeschleunigung erhalten. Punkte mit gleichem C formen die Äquipotenzialflächen. Wegen der erwähnten Nachteile – nicht metrische Einheiten und grosse Massstabsunterschiede – werden die geopotenziellen Koten nur für wissenschaftliche Zwecke verwendet. In der Praxis werden aus den geopotenziellen Koten abgeleitete Höhensysteme wie orthometrische Höhen oder Normalhöhen gebildet. Das europäische Nivellementnetz (UELN) wurde in geopotenziellen Koten ausgeglichen.

Dynamische Höhen

Die dynamischen Höhen H^D werden aus den geopotenziellen Koten C gewonnen, indem man diese überall durch die Normalschwere auf 45° Breite dividiert ($g_{norm(45°)}$ = 9,806199 m·s^{-2}). Dadurch erhält man zwar ein metrisches Mass für die Höhen, die grundsätzlichen Probleme der geopotenziellen Koten (Massstabsfehler) werden aber nicht behoben. Deshalb sind die dynamischen Höhen in der Praxis wenig in Gebrauch, obwohl sie für hydrologische Arbeiten eigentlich das geeignete System wären. Es ist nämlich so, dass die Fliessrichtung des Wassers immer den dynamischen Höhen folgt. Bei anderen Höhensystemen (Normalhöhen, orthometrische Höhen) ist dieses Verhalten nicht garantiert.

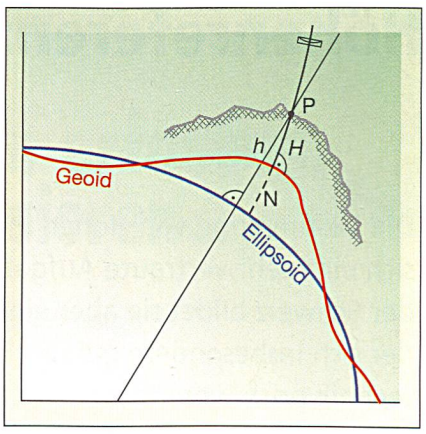

Bild 2 Geoidundulation N, orthometrische Höhe H und ellipsoidische Höhe h

Normalhöhen

Um die Massstabsverzerrungen der dynamischen Höhen zu verkleinern, können die geopotenziellen Koten C durch die mittlere Normalschwere entlang der Lotlinie dividiert werden. So werden die Normalhöhen H^N erhalten. Diese Normalhöhen werden heute in vielen Ländern Europas verwendet (beispielsweise in Deutschland und Frankreich). Sie haben gegenüber den orthometrischen Höhen den Hauptvorteil, dass sie einzig und allein aus der Position des Punktes berechenbar sind. Eine Hypothese über die Massenverteilung im Erdinnern ist zu ihrer Berechnung nicht nötig.

Orthometrische Höhen

Die orthometrischen Höhen H werden aus den geopotenziellen Koten erhalten, indem diese durch die mittlere Schwere entlang der Lotlinie dividiert werden. Die orthometrische Höhe entspricht der Länge der Lotlinie zwischen dem Aufpunkt und dem Geoid. Streng genommen ist diese Lotlinie gekrümmt, doch darf diese Länge für praktische Anwendungen immer durch eine Gerade approximiert werden. Die Differenzen betragen auch in extremen Fällen deutlich weniger als 1 mm.

Bei der Einführung eines orthometrischen Höhensystems liegt die Schwierigkeit in der Berechnung der mittleren Schwere in der Lotlinie. Da nämlich die Schwere entlang der Lotlinie nicht gemessen werden kann, muss sie über Modelle der Massenverteilung im Erdinnern berechnet werden. Um die Berechnung

Kriterium	orthomiert	normal
Strenges System mit Verbindung zum Potenzial	✓	✓
Hypothesenfrei (Massenverteilung)	×	✓
Einfach zu berechnen	×	✓
Höhen nahe bei nivellierten Höhen	(×)	(✓)
Physikalische Bedeutung der Referenzfläche	✓	×
Geometrische Beziehung zu ellipsoidischen Höhen	✓	✓
Interpolierbarkeit der Referenzflächen (Alpen)	✓	×
Eindeutigkeit von N oder ζ mit der Höhe	✓	×

Tabelle Vor- und Nachteile von orthometrischen Höhen und Normalhöhen
✓: Stärke; ✗: Schwäche; (✓): geringfügiger Vorteil; (✗): geringfügiger Nachteil

zu umgehen, können Näherungsformeln für die mittlere Schwere in der Lotlinie hergeleitet werden. Dies führt zu den hier nicht näher erklärten Helmert'schen orthometrischen Höhen oder normal-orthometrischen Höhen.

Ellipsoidische Höhen

Der Vollständigkeit halber seien hier noch die ellipsoidischen Höhen h erwähnt, obwohl sie nicht zu den physikalischen Höhensystemen gehören. Sie sind rein geometrisch als der Abstand eines Punktes vom verwendeten Referenzellipsoid definiert. Sie können heute mit GPS direkt gemessen werden, sind aber wegen des fehlenden Bezugs zum Schwerefeld für ein nationales Höhensystem nicht geeignet. Die Beziehung zwischen den ellipsoidischen Höhen h und den orthometrischen Höhen H ist über die Geoidundulation N (Abstand des Geoids vom Referenzellipsoid) gemäss Formel 2 gegeben (Bild 2).

$$h = H + \mathrm{N} \qquad (2)$$

Ebenso lässt sich die ellipsoidische Höhe als Summe der Normalhöhe H^{N} und der Höhenanomalie ζ nach Formel 3 ausdrücken.

$$h = H^{\mathrm{N}} + \zeta \qquad (3)$$

Die Höhenanomalien sind identisch mit dem Abstand des Quasigeoids vom Referenzellipsoid.

Referenzflächen für die Höhenbestimmung

Als Referenzfläche (Nullfläche) für nationale Höhensysteme wird grundsätzlich die Äquipotenzialfläche durch den jeweiligen Höhennullpunkt verwendet. Realisiert wird diese Bezugsfläche in Form eines Geoidmodelles, welches aus gravimetrischen, astro-geodätischen (Lotabweichungen) und aus GPS/Nivellement-Messungen bestimmt werden kann. In Ländern, welche ein Normalhöhensystem verwenden, wird die Nullfläche durch ein Quasigeoid modelliert, welches jedoch keine Äquipotenzialfläche bildet. Weltweit betrachtet können diese Referenzflächen um ±100 m von einem mittleren Erdellipsoid abweichen. In der Schweiz finden sich Geoidundulationen von etwa –4,0 bis +4,5 m relativ zum lokal gelagerten Bessel-Ellipsoid (Bild 3). Untereinander können sich die nationalen Bezugsflächen um mehrere dm (in Extremfällen bis einige Meter) unterscheiden. Deshalb muss bei der Umrechnung von einem nationalen Höhensystem in ein anderes zumindest ein vertikaler Offset angebracht werden.

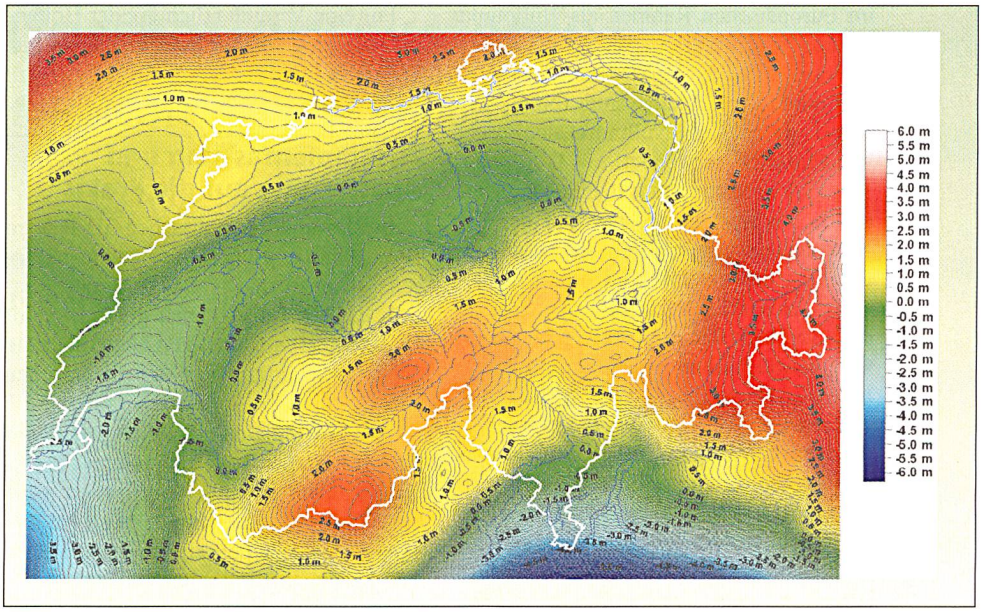

Bild 3 Geoid der Schweiz CHGEO98 (CHGEO98: Schweizerisches Geoid 1998)

Das Geoid ist mit der Topographie und der Massenverteilung im Erdinnern stark korreliert. So sind in Bild 3 deutlich die Alpen, das Mittelland und der Jura sowie die grossen Alpentäler (Wallis, Rheintal, Tessin) zu erkennen. Charakteristisch ist auch der starke Abfall des Geoids am Südrand der Alpen gegen die Po-Ebene oder dessen Ansteigen gegen den Schwarzwald.

Im Flachland sind die Unterschiede zwischen dem Geoid und dem Quasigeoid sehr gering (wenige cm). Dort spielt es deshalb auch keine wesentliche Rolle, ob ein orthometrisches Höhensystem oder ein Normalhöhensystem verwendet wird. In den Gebirgen wächst die Differenz zwischen dem Geoid und dem Quasigeoid jedoch stark an und beträgt in der Schweiz mehr als 0,5 m auf den höchsten Alpenpässen. Zudem ist das Quasigeoid viel stärker mit der Topographie korreliert als das Geoid und zeigt deshalb einen viel unruhigeren Verlauf.

Vergleich der Höhensysteme

Es wird oft diskutiert, welches Höhensystem (orthometrische Höhen oder Normalhöhen) für ein nationales Referenzsystem geeigneter ist. Natürlich gibt es darauf keine eindeutige Antwort. Grundsätzlich gilt aber, dass beide Systeme bei einer allfälligen Ablösung des Gebrauchshöhensystemes LN02, wie es heute in der Schweiz verwendet wird, keinen Einfluss auf die täglichen Vermessungsarbeiten haben.

Die wesentliche Unterschiede und wo welches System Stärken oder Schwächen aufweist, wird in der Tabelle aufgezeigt.

Den Ausschlag für die Einführung eines orthometrischen Höhensystems als neues Landeshöhennetz der Schweiz gab die Verwendung von GPS für die Höhenbestimmung [1]: Die ellipsoidischen Höhen lassen sich insbesondere im Alpengebiet mit dem relativ glatt verlaufenden Geoidmodell einfacher und genauer in orthometrische Höhen umrechnen als mit dem relativ unruhigen Quasigeoid in Normalhöhen.

In der Schweiz und in Europa verwendete Höhensysteme

Vor allem wegen der zunehmenden Nutzung von GPS für die Höhenbestimmung haben in den letzten Jahren fast alle Länder Europas begonnen, ihr Höhensystem auf eine moderne Grundlage zu stellen, welche es erlaubt, GPS und Nivellement auf eine einfache Weise zu kombinieren.

In der Schweiz ist immer noch das Landesnivellement 1902 (LN02) als offizielles Höhensystem in Gebrauch, welches sich auf die Ausgangshöhe des Repère Pierre du Niton (H = 373,6 m) stützt. Obwohl dieses Netz als orthometrisches System konzipiert war, ist nur eine provisorische Ausgleichung von Gebrauchshöhen in die Praxis eingeflossen. LN02 wurde zudem in die Fixpunkte des Nivellement de Précision aus dem 19. Jahrhundert eingezwängt [1].

Deutschland hat vor einigen Jahren von einem normal-orthometrischen System auf ein Normalhöhensystem gewechselt, welches sich auf den Pegel von Amsterdam (Normaal Amsterdams Peil, NAP) stützt, welcher auch für Arbeiten

im Europäischen Rahmen als Nullpunkt benutzt wird.

Frankreich verwendet seit längerer Zeit ein Normalhöhensystem (NGF-IGN 1969), welches als Nullpunkt den Pegel von Marseille verwendet.

Italien benutzt grundsätzlich ein orthometrisches System, welches auf der Pegelstation von Genua gelagert ist. Allerdings ist das aktuelle Geoidmodell Italgeo95 in Wirklichkeit ein Quasigeoid.

In Österreich sind zurzeit Arbeiten im Gange, welche den Übergang von einem normal-orthometrischen in ein strenges orthometrisches System vorbereiten.

In den übrigen Ländern Europas zeigen sich die Verhältnisse recht uneinheitlich (Bild 4). Nur in den ehemaligen sozialistischen Staaten zeigt sich ein einheitliches Bild mit Normalhöhen, basierend auf den Pegel von Kronstadt. In den meisten übrigen Ländern (z.B. Grossbritannien, Spanien, Niederlande) wird eher ein orthometrisches System verwendet. Das grösste Problem für den Datenaustausch sind jedoch die vielen unterschiedlichen verwendeten Pegel, deren Beziehungen untereinander nur ungenügend bekannt sind (Bild 5).

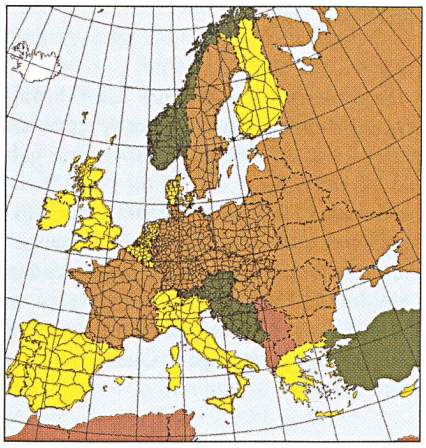

Bild 4 Verwendete Höhensysteme in Europa und UELN-Netz

Gelb: orthometrisch, braun: normal, grün: normal-orthometrisch [3].

Für eine Vereinheitlichung der Höhensysteme sind in Europa seit langem Arbeiten im Gange.

Zusammenfassung und Auswirkung auf die Praxis

In 2D- und geometrischen 3D-Netzen ist der Umgang mit verschiedenen Referenzsystemen und -rahmen bereits Realität. Die Benutzer haben gelernt, damit umzugehen, und verfügen heute über die nötige Ausbildung und die technischen Mittel, um diese Aufgaben zu lösen.

Auch im Bereich der Höhennetze wird man in Zukunft vermehrt mit Transformationsproblemen konfrontiert werden. Dies gilt insbesondere beim Aufbau von grenzüberschreitenden Datenbanken und bei Ingenieurarbeiten in Grenzregionen. Aber auch in der Schweiz selber muss ein Höhensystem geschaffen werden, welches die unkomplizierte Kombination von GPS, Nivellement und dem Geoidmodell ermöglicht. Dazu ist es nötig, dass Modifikationen am bestehenden Höhensystem durchgeführt werden.

Die praktischen Probleme bei der Realisierung eines neuen orthometrischen Höhensystems liegen vor allem bei der Landesvermessung. Sie muss Schweremessungen durchführen, das ganze Nivellementnetz neu ausgleichen und die Möglichkeit zur Kombination mit GPS studieren. Sie muss auch ein geeignetes Instrument zum Übergang von LN02 auf LHN95[7] zur Verfügung stellen.

Für die praktischen täglichen Vermessungsarbeiten ändert sich durch die Einführung eines orthometrischen Systems nicht viel. Nivellements und Vertikalwinkel werden in der Regel wie bisher gemessen und ausgewertet und in die bestehenden Grundlagen eingezwängt.

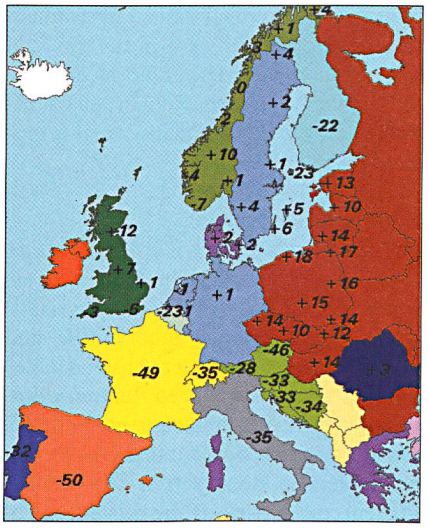

Bild 5 Höhenunterschiede der nationalen Höhensysteme zum europäischen Höhensystem

Angaben in cm, aus [3].

Referenzen

[1] *A. Schlatter, U. Marti:* Neues Landeshöhennetz der Schweiz LHN95. VPK1/02, Januar 2002.

[2] *B. Wirth:* Höhensysteme, Schwerepotenziale und Niveauflächen. Geodätisch-geophysikalische Arbeiten in der Schweiz, Band 42, Schweizerische Geodätische Kommission, 1990.

[3] *J. Ihde, W. Augath:* The Vertical Reference System For Europe. Euref Publication No 7, Mitteilungen des Bundesamtes für Kartographie und Geodäsie, Band 6/7, 1999. http://evrs.leipzig.ifag.de/

Weiterführende Literatur

A. Elmiger, F. Chaperon: Landesvermessung. Band 2, Texte und Notizen zur Vorlesung, ETH Zürich, 1997.

J. Hilfiker: Untersuchung der Höhenverhältnisse der Schweiz im Anschluss an den Meereshorizont. L+T, Bern, 1902.

U. Marti: Geoid der Schweiz 1997. Geodätisch-geophysikalische Arbeiten in der Schweiz, Band 56. Schweizerische Geodätische Kommission, 1997.

D. Schneider, E. Gubler, U. Marti, W. Gurtner: Aufbau der neuen Landesvermessung LV95; Teil 3: Terrestrische Bezugssysteme und Bezugsrahmen. Berichte aus der L+T Nr. 8, Wabern, 2001.

B. Wirth: Höhensysteme, Schwerepotentiale und Niveauflächen. Geodätisch-geophysikalische Arbeiten in der Schweiz, Band 42. Schweizerische Geodätische Kommission, 1990.

Angaben zu den Autoren

Dr. ***Urs Marti***, dipl. Verm-Ing. ETH, ist seit 1993 Mitarbeiter des Bereichs Geodäsie des Bundesamts für Landestopographie, CH-3084 Wabern. Er ist zuständig für geodätische Softwareentwicklungen sowie für Fragen, welche Referenzsysteme in Lage und Höhe betreffen. http://www.swisstopo.ch
Kontakt: urs.marti@swisstopo.ch

Andreas Schlatter, dipl. Verm-Ing. ETH, arbeitet seit 1997 als Projektleiter des LHN95 und Sachbearbeiter im Bereich Geodäsie am Bundesamt für Landestopographie, CH-3084 Wabern, http://www.swisstopo.ch
Kontakt: andreas.schlatter@swisstopo.ch

[1] Theoretische Festlegung durch die Koordinaten des Fundamentalpunktes, des zu verwendenden Ellipsoids und der zu verwendenden Kartenprojektion
[2] Praktische Realisierung eines Systems in Form von Fixpunktnetzen
[3] GPS: Global Positioning System
[4] Kote: Höhe eines Geländepunktes über einer Referenzfläche
[5] UELN: United European Levelling Network
[6] LN02: Landesnivellement 1902
[7] LHN95: Landeshöhennetz 1995

Systèmes de référence altimétriques

En mensuration, la détermination des altitudes est en soi une routine. Cependant, dans les pays montagneux comme la Suisse, les altitudes ont toujours été l'objet de larges débats, particulièrement amplifiés avec l'apparition de la technologie de mesures GPS. Suivant le système de référence altimétrique utilisé, on a des écarts plus ou moins importants dans la détermination de l'altitude. Une part importante de ce débat est reflétée par le présent article, dont le but est de faire connaître aux lecteurs les différents systèmes de référence altimétriques utilisés dans les mensurations nationales et européennes.