



Aufbau einer Datenbank für Höhenfestpunkte in Österreich

Josef Zeger¹

¹ *Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Friedrich-Schmidt-Platz 3, 1082 Wien*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie **70** (2), S. 87–90

1982

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Zeger_VGI_198206,  
Title = {Aufbau einer Datenbank für Höhenfestpunkte in Österreich  
},  
Author = {Zeger, Josef},  
Journal = {Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und  
Photogrammetrie},  
Pages = {87--90},  
Number = {2},  
Year = {1982},  
Volume = {70}  
}
```



Die klassischen Geodäten Deutschlands und Österreichs, Friedrich Robert Helmert und Friedrich Hopfner, wären mit der Entwicklung ihrer Disziplin gewiß zufrieden. Sie würden feststellen, daß die Forschungsprobleme an Zahl, Schwierigkeit und Bedeutung gewaltig zugenommen haben und daß die internationale Zusammenarbeit wichtiger ist, als je zuvor. Helmert, dieser unermüdliche Verfechter einer solchen Zusammenarbeit, würde aber auch mit Befriedigung sehen, daß die nächste Generalversammlung der Internationalen Union für Geodäsie und Geophysik 1983 in Hamburg stattfinden wird. Diese Generalversammlung wird einen echten und überzeugenden Einblick in das Thema geben, das im vorliegenden Aufsatz nur abrißhaft und unvollständig angedeutet werden konnte.

Aufbau einer Datenbank für Höhenfestpunkte in Österreich

Von Josef Zeger, Wien

Im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien sind derzeit die Vorbereitungsarbeiten für den Aufbau einer Datenbank für Höhenfestpunkte, weiterhin kurz als „Höhendatenbank“ (= HDB) bezeichnet, im Gange.

Diese Höhendatenbank wird im wesentlichen die folgenden Datenfelder beinhalten:

1. Nummer der Nivellementlinie, in welcher der Höhenfestpunkt bestimmt worden ist.
2. Bezeichnung des Höhenfestpunktes.
3. Nummer des Kartenblattes der Österreichischen Karte 1 : 50.000, auf dem der Höhenfestpunkt liegt.
4. Nummer der Katastralgemeinde, in welcher sich der Höhenfestpunkt befindet.
5. Auflagennummer der zugehörigen Punktkarte.
6. Sperrvermerke.
7. Geographische Koordinaten des Höhenfestpunktes.
8. Gemessener und auf den Höhenfestpunkt bezogener Schwerewert.
9. Angabe des Höhenbezugspunktes (z. B. Scheitel, Loch Mitte).
10. Sphäroidisch reduzierte Höhe.
11. Mittlerer Fehler der sphäroidisch reduzierten Höhe aus der Ausgleichung.
12. Geopotentielle Kote.
13. Mittlerer Fehler der geopotentiellen Kote aus der Ausgleichung.
14. Verschlüsselte Angabe der Stelle, von welcher die Höhenmessung durchgeführt wurde.
15. Jahr der letzten Höhenmessung.
16. Jahr der erstmaligen Höhenmessung.
17. Reduktionsgröße für die Reduktion des gemessenen Schwerewertes auf den durchschnittlichen Schwerewert in der Lotlinie.
18. Abstand des Geoides vom Ellipsoid.
19. Anmerkungen.

Wie aus den angeführten Datenfeldern ersichtlich ist, soll die Höhendatenbank nicht bloß die sphäroidisch reduzierten Höhen enthalten, sondern im Endstadium dann auch die geopotentiellen Koten, die orthometrischen Höhen und die ellipsoidischen Höhen.

Der Aufbau der Höhendatenbank ist allerdings *nicht* in der Form geplant, daß die derzeit gegebenen sphäroidisch reduzierten Höhen des Gebrauchshöhennetzes in mühsamer Arbeit mit all den zugehörigen Daten erfaßt und eingespeichert werden, es soll vielmehr die in Kürze vor dem Abschluß stehende Neuübermessung der Nivellementlinien erster Ordnung die Grundlage für eine geschlossene strenge Ausgleichung des Präzisionsnivellements in Österreich bilden.

Für diese Neuausgleichung des Netzes der Präzisionsnivellementlinien erster Ordnung und später dann für die Berechnung einzelner Nivellementlinien oder Nivellementnetze ist die Erstellung eines Programmes in Ausarbeitung. Dieses neue Ausgleichungsprogramm soll einerseits eine Berechnung im System der sphäroidisch reduzierten Höhen ermöglichen, es soll aber gleichzeitig im selben Arbeitsgang eine Ausgleichung im System der geopotentiellen Koten erfolgen. Im Programmablauf ist zur Feststellung von Höhenänderungen im Gelände auch ein Vergleich der neuen Messungen mit eventuell vorhandenen früheren Beobachtungen vorgesehen, und es ist auch ein Fehlersuchprogramm eingebaut. Die Ausgleichungen in den beiden Höhensystemen sollen als freie Ausgleichung mit nachfolgender Verschiebung des Horizontes in eine mittlere Lage zu den Höhenfestpunkten mit vorgegebener Höhe möglich sein, aber auch als Einpassung mit proportionaler Aufteilung der Abweichungen der neu beobachteten Höhenunterschiede gegenüber den vorgegebenen und als endgültig zu betrachtenden Höhen innerhalb definierter Abschnitte.

Geplant ist nun, daß zwischen diesem neuen Programm zur Berechnung der Nivellementlinien und der Höhendatenbank eine direkte Verbindung bestehen soll, so daß einerseits die vorgegebenen Höhen aus der Höhendatenbank in die Ausgleichung einer Berechnungsgruppe übernommen werden können und daß auch umgekehrt nach einer kritischen Überprüfung die Ergebnisse einer ausgeglichenen Berechnungsgruppe in die Höhendatenbank übertragen werden können.

Auf diese Weise soll also schrittweise der Aufbau der Höhendatenbank erfolgen. Begonnen wird mit den Höhen der Knotenpunkte aus der strengen Ausgleichung der Linien des Nivellementnetzes erster Ordnung, anschließend werden in dieses neue System die einzelnen Nivellementlinien eingerechnet. Während dieser Aufbauphase wird jedoch der Inhalt der Höhendatenbank für andere Benutzer nicht ausgegeben. In dieser Zeit gemessene neue Nivellementlinien werden daher sowohl im System der bisherigen Gebrauchshöhen als auch in dem neu ausgeglichenen Höhensystem berechnet. Ausgegeben werden in der Zwischenzeit jedoch nur die Ergebnisse im System der jetzigen Gebrauchshöhen. Erst wenn die Durchrechnung der Nivellementlinien in dem neuen Höhensystem weitgehend abgeschlossen und damit verbunden die Übernahme der Berechnungsergebnisse in die Höhendatenbank erfolgt ist, kann ein Übergang auf das neue Höhensystem durchgeführt werden.

Im Zusammenhang mit dieser geplanten Neuberechnung des österreichischen Höhensystems ergibt sich sofort eine andere Frage, nämlich ob der derzeit verwendete *Bezugshorizont* beibehalten werden soll oder nicht. Bekanntlich sind die Höhen des österreichischen Präzisionsnivellements vom Militärgeographischen Institut (MGI) her auf den Flutmesser am Molo Sartorio in Triest bezogen. Die Meereshöhe der Höhenmarke Nr. 1 wurde auf Grund einer aus Dringlichkeitsgründen nur einjährigen Beobachtungszeit vom Mittelwasser der Adria für das Jahr 1875 abgeleitet. *Sterneck* veröffentlichte im Jahre 1905, daß auf Grund langjähriger Beobachtungen des Flutmessers bis 1904 festgestellt werden mußte, daß der österreichische Beobach-

tungshorizont *nicht* auf das Mittelwasser der Adria, sondern auf einen um 89,9 mm tiefer liegenden Horizont bezogen ist. Dies wurde auch durch Beobachtungen an den Pegeln in Pola und Ragusa bestätigt. Zusätzlich ergab sich durch neuere italienische Untersuchungen, daß das Mittelwasser der Adria pro Jahrzehnt um etwa 15–20 mm steigt, so daß als Folge dieser beiden Komponenten der österreichische Bezugshorizont zu einem *fiktiven* Adriaahorizont wurde und um etwa 25–30 cm fehlerhaft ist.

Die geopotentiellen Knoten werden im Zuge der Neuberechnung des österreichischen Nivellementnetzes selbstverständlich auf die aus dem REUN-Netz 1973 stammenden Ergebnisse für die damaligen Knoten- und Grenzpunkte zu beziehen sein, die auf dem Amsterdamer Pegel als Europahorizont beruhen. Die vorgesehene Ableitung der orthometrischen Höhen erfolgt als Division der geopotentiellen Knoten durch die zugehörigen durchschnittlichen Schwerewerte in der Lotlinie. Es sind somit auch die orthometrischen Höhen auf den Europahorizont bezogen. Da die ellipsoidischen Höhen aus den orthometrischen Höhen durch die Addition des Abstandes zwischen Geoid und Ellipsoid resultieren, beruhen auch diese auf dem Amsterdamer Pegel. Es erscheint nun dem gegenüber nicht tragbar, die sphäroidisch reduzierten Höhen, die sich als Folge der Neuausgleichung ohnedies in ihren Werten bis in den Dezimeterbereich ändern werden, auch weiterhin auf einen als fehlerhaft erkannten fiktiven Triester Horizont zu beziehen. Somit wird daher zweckmäßigerweise angestrebt, anlässlich dieser Neuausgleichung auch für die sphäroidisch reduzierten Höhen auf den Europahorizont überzugehen.

Um die Höhendatenbank praktisch aufbauen zu können, sind zusätzlich noch einige weitere elektronische Verzeichnisse notwendig, die gleichfalls parallel dazu erst noch realisiert werden müssen, wofür die Vorarbeiten bereits angelaufen sind.

Für den Vergleich der neu durchgeführten Beobachtungen entlang einer übermessen alten Nivellementlinie mit den vorhandenen früheren Messungsergebnissen zur Feststellung von Bodenbewegungen wird ein *elektronisches Verzeichnis der Präzisionsnivellement-Beobachtungen* benötigt, in welchem die Mittelwerte der gemessenen Höhenunterschiede mit verschiedenen zusätzlichen Daten gespeichert sein werden.

Im Rahmen des neuen Nivellementprogrammes werden für die Berechnung der geopotentiellen Knoten die Schwerewerte für die Höhenfestpunkte benötigt. Es ist daher auch ein in dieses Gesamtkonzept einzufügendes *elektronisches Schwereverzeichnis* aufzubauen. Ausgehend von den vier Punkten in Österreich, für welche im Jahr 1980 absolute Schweremessungen vorgenommen worden sind, und von weiteren Punkten mit absoluten Schweremessungen im benachbarten Ausland für den Westteil von Österreich, ist das im weiteren Aufbau befindliche Schwerenet in Österreich streng auszugleichen. Die von den verschiedensten öffentlichen und privaten Stellen durchgeführten Schweremessungen sind zentral zu sammeln, auf den neuen Schwerehorizont zu beziehen und mit verschiedenen zusätzlichen Daten im elektronischen Schwereverzeichnis zu speichern. Zusätzlich ist für die weitere elektronische Aufbereitung der Schweremessungen für unterschiedliche Verwendungszwecke ein *Schwereprogramm* zu erstellen.

Sowohl für die Ermittlung der durchschnittlichen Schwerewerte entlang der Lotlinien als auch für die Berechnung der Bouguer-Anomalien ist die Berücksichtigung der topographischen Geländebeziehungen notwendig. Für eine rationelle elektronische Durchführung dieser Reduktionsvorgänge, wofür gleichfalls erst ein ganzes Programmpaket erstellt werden muß, wurde ein Rastersystem geschaffen, dessen Flächenelemente durch geographische Koordinatenlinien begrenzt werden. Im größten Raster 11 haben die Flächenelemente eine Ausdehnung von 12' Breite mal 20' Länge. Die nachfolgenden kleineren Raster entstehen jeweils durch ein Halbieren der

linearen Ausdehnung der Flächenelemente des nächst größeren Rasters. Auf diese Weise kommt man schließlich zum Raster 1 mit rund 0,7" Breite mal 1,2" Länge, also mit etwa 23 m Seitenlänge für ein Flächenelement. Für die Flächenelemente in diesen verschiedenen Rastern sind nun die mittleren Geländehöhen zu erheben. In einem *elektronischen Verzeichnis der mittleren Geländehöhen* sind die Flächenelemente der Raster 1 bis 11 mit ihren zugehörigen mittleren Geländehöhen und in weiteren Ausbaustufen noch mit zusätzlichen Daten zu speichern. Durch eine entsprechende Adaptierung der im Aufbau befindlichen *Geländehöhendatenbank* werden aus dieser die mittleren Geländehöhen für die Flächenelemente im Raster 1 abgeleitet und in das elektronische Verzeichnis der mittleren Geländehöhen übertragen. Die Flächenelemente der größeren Raster erhalten die zugehörige mittlere Geländehöhe durch schrittweise fortschreitende Mittelung. Vorläufige Werte sind für den Raster 8 (1,5' Breite mal 2,5' Länge) für ganz Österreich und für den grenznahen Auslandsbereich vorhanden. Etwa für ein Drittel von Österreich gibt es auch mittlere Geländehöhen im Raster 5 (11,25" Breite mal 18,75" Länge). Dieses gleichfalls erst im Aufbau befindliche elektronische Verzeichnis der mittleren Geländehöhen wird aber außerdem auch für die Berechnung der Lotkrümmungen und für die Interpolation von Lotabweichungen benötigt.

In der Höhendatenbank sollen auch die Abstände des Geoids vom Bezugsellipsoid ausgewiesen werden, damit auch ellipsoidische Höhen ausgegeben werden können. Derzeit wird über Österreich ein Raster von Punkten gelegt, für welche astrogeodätische Lotabweichungen ermittelt werden. Nach der Fertigstellung dieses Lotabweichungsrasters ist durch Interpolation unter Verwendung des elektronischen Verzeichnisses der mittleren Geländehöhen ein wesentlich engerer Raster von Lotabweichungspunkten als Grundlage eines astronomischen Nivellements zu ermitteln, woraus dann die Abstände des Geoids vom Bezugsellipsoid resultieren. Im Anschluß daran ist in geeigneter Form ein *elektronisches Verzeichnis der Geoidhöhen* zu erstellen, aus dem dann durch Interpolation für jeden beliebigen Punkt in Österreich der Abstand des Geoids vom Bezugsellipsoid erhalten werden kann.

Damit ist nun schlagwortartig das Grundkonzept skizziert, welches notwendig ist, um eine Datenbank für Höhenfestpunkte für alle möglichen Anwendungsbereiche aufbauen zu können. Es sollen hierbei im Endstadium – wie bereits ausgeführt – nicht bloß die bisher vorhandenen sphäroidisch reduzierten Höhen enthalten sein, sondern auch die geopotentiellen Koten, aus denen z. B. für Anwendungszwecke im Wasserbau jederzeit dynamische Höhen abgeleitet werden können, die aber andererseits auch die Grundlage für die Berechnung echter orthometrischer Höhen und in weiterer Folge ellipsoidische Höhen bilden.

Dieses Gesamtkonzept erfordert umfangreiche Programmierungsarbeit und die Erfassung einer Unmenge von Daten. Es ist daher selbstverständlich, daß dieser Aufbau nur schrittweise vor sich gehen kann und eine Anzahl von Jahren in Anspruch nehmen wird, bis die ersten Teilbereiche für andere Anwender zur Verfügung stehen werden.