
DIE GELÄNDEHÖHEN-DATENBANK DES BUNDESAMTES
FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN

M. FRANZEN, BEV Wien

Zusammenfassung :

Im Zeitraum Herbst 1976 bis Frühjahr 1988 wurde im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) die Datenerfassung für den Aufbau eines digitalen Höhenmodells durchgeführt. Diese, durch photogrammetrische Auswertung gewonnenen Höhendaten sind in der Gelände-Höhen-Datenbank (GHDB) des BEV gespeichert und bilden die Basis einer flächendeckenden Höheninformation. Im folgenden sollen

- das Konzept der Datenerfassung,
- die Verwaltung der Daten,
- die wesentlichsten Anwendungen, sowie
- die Zukunftsaspekte für den Ausbau der GHDB

kurz erläutert werden.

1. Konzept und Planungsparameter :

Unmittelbarer Anlaß für die Erstellung des digitalen Höhenmodells war der Einsatz der Orthophototechnik für die Arbeiten der Gruppe Landesaufnahme. Einerseits sollte mit Hilfe der Orthophotos die Fortführung der österreichischen Karte 1:50000 (öK 50) auf ein moderneres Verfahren umgestellt werden, andererseits wurde auf der Basis von Orthophotos ein neues Kartenwerk - die österreichische Luftbildkarte 1:10000 (öLK 10) - konzipiert. Ausgangspunkt für die Planung des Herstellungsweges war die Festlegung des Abbildungssystems und des Kartenblattschnitts. Die Abbildung sollte im System der Landesvermessung, der Gauß-Krüger Projektion in den 3 Meridianstreifen 28° , 31° und 34° (östlich von Ferro) erfolgen. Der Kartenblattschnitt wurde vom Triangulierungsblattschnitt der Landesvermessung abgeleitet. Ein Triangulierungsblatt ($10 \times 10 \text{ km}^2$) wird durch 4 Luftbildkartenblätter ($5 \times 5 \text{ km}^2$) gedeckt.

2. Bildflug :

Kriterien für die Herstellung der Luftbilder, aus denen sowohl die photogrammetrische Datenerfassung als auch die Ableitung der Orthophotos erfolgen sollte, waren zunächst :

- Deckung eines Luftbildkartenblattes durch ein zentrales Luftbild
- Berechnung der Steuerdaten für Orthophotos aus zwei photogrammetrischen Modellen.

Von diesen Forderungen konnten die weiteren Planungsparameter für die Durchführung der Bildflüge abgeleitet werden :

- Flugstreifen entlang einer Achse von Luftbildkartenblättern (W-O oder N-S)
- mittlerer Bildmaßstab 1 : 30000
- gezielte Aufnahmen im Zentrum und am Rand eines Luftbildkartenblattes (Punktflug) und damit die Basis für ein Modell von 2.5 km.

Die Befliegung erfolgte im Zuge der Neuaufnahme bzw. der Fortführung der österreichischen Karte 1:50000.

3. Datenerfassung :

Die photogrammetrische Auswertung der Luftbilder dient im wesentlichen zwei Aufgaben :

- Bereitstellung von Paßpunkten für die Orientierung der Modelle bzw. Transformation lokal erfaßter Daten ins Landessystem und
- Erfassung von Massendaten zur Beschreibung der Geländeoberfläche.

Für die Erstellung der Paßpunkte wurde die Methode der Aerotriangulierung unabhängiger Modelle mit anschließendem Blockausgleich gewählt. Mit diesem Verfahren können auf der Basis einiger weniger im Landessystem eingemessener Paßpunkte die Landeskoordinaten sämtlicher im Auswertebereich benötigten Punkte bestimmt werden.

Im Zeitraum der Datenerfassung wurden auf diesem Weg ca. 50000 Paßpunkte geschaffen.

Die Erfassung der Massendaten erfolgte zunächst im Hinblick auf die Orthophotoherstellung im Maßstab 1:10000 durch automatische Registrierung entlang paralleler Profile mit konstantem Wegintervall (Profilabstand = Registrierintervall) in einer der Struktur des Geländes angepaßten Datendichte (linearer Abstand zwischen 30m und 160m). Seit dem Jahr 1986 wurden - den gesteigerten Anforderungen an die GHDB Rechnung tragend - zusätzlich Geländestrukturen, wie markante Höhenpunkte, Formen- und Bruchlinien in die Auswertung einbezogen. Seit Fertigstellung der Erstauswertung (April 1988) erfolgt eine systematische Überarbeitung des gesamten Datenbestandes (Ergänzung und Verdichtung).

Die Auswertung erfolgte an drei Autographen (Wild A7 und A8) mit angeschlossenen Koordinatenregistriergeräten. Seit 1985 steht auch ein analytisches Auswertesystem zur Verfügung.

Im Anschluß an die Auswertung wurden die registrierten Daten im Bundesrechenamt für die weitere Bearbeitung zwischengespeichert. Diese Speicherung erfolgte zunächst auf Großbändern, ab dem Jahr 1984 auf einem Massenspeicher IBM 3850.

4. Datenkontrolle und -korrektur :

Im Zuge der Weiterverarbeitung der Daten (Herstellung von Orthophotos) ergab sich die Notwendigkeit einer durchgreifenden Datenkontrolle. Zu diesem Zweck wurde ein statistisches Prüfverfahren mit graphischer Ausgabe entwickelt, welches bei der Aufdeckung grober Datenfehler wertvolle Dienste leistete. Auf der Basis der erfaßten Längsprofile wurden bei jeder fünften Registrierung des ersten Profils die entsprechenden Registrierungen der weiteren Profile ausgewählt und als Querprofilen in Form einer Printergraphik dargestellt. Bei Durchsicht dieser Ausdrücke konnten Fehler in Längsprofilen leicht entdeckt und einer anschließenden Korrektur unterzogen werden. Diese Methode der Kontrolle und Korrektur wurde 1983 eingeführt. Bis zum Frühjahr 1988 konnten sämtliche Daten in dieser Form überarbeitet und somit einer Grobkontrolle unterzogen werden.

5. Verwaltung der Daten :

Bereits in der Anfangsphase wurde gemeinsam mit dem Institut für Photogrammetrie der TU-Wien an der Bestandsaufnahme für die Einrichtung einer

Geländehöhen-Datenbank gearbeitet. Ein entsprechendes Konzept wurde 1980 vorgestellt. In den folgenden Jahren entstand auf dieser Basis das Programmpaket TOPIAS (Topographische Informations- und Archivierungs-Software), welches die Grundlage für die Verwaltung und Anwendung der Geländehöhen Daten bildet.

Der Informationsteil dieses Systems setzt sich aus zwei Dateien zusammen, der

- Messungsflugdatei und der
- Projektdatei.

Gemeinsame Basis dieser beiden Dateien ist die Speicherung von Informationen mit einer lagemäßigen Zuordnung zum Landessystem (Begrenzungspolygone in GK-Koordinaten).

Die Messungsflugdatei enthält wesentliche technische und administrative Informationen über vom BEV durchgeführte Messungsflüge, wie z.B.:

- Archivierungsbegriffe wie Flugtitel, Archivnummer, etc.
- Datum und Aufnahmezeitpunkt des Fluges
- Bildmaßstabsbereich und Überdeckungsverhältnisse
- Angaben über Filmmaterial und Aufnahmebedingungen
- Kamera- und Objektivdaten
- Zuordnung zum Landessystem (Begrenzungspolygon)
- Hinweise auf Beschränkungen (Staatsgrenzen, etc.)
- Verbindung zu abgeleiteten photogrammetrischen Projekten
- Anmerkungen.

In der Projektdatei sind technische Informationen über photogrammetrische Projekte enthalten, wie u. a.:

- Projekttitel und -nummer
- Datum der Grundlagenerstellung (Paßpunktmessung)
- Angaben über Art der Datenerfassung, sowie über die dabei verwendeten Geräte
- Zuordnung zum Landessystem (Begrenzungspolygon)
- Verbindung zum entsprechenden Messungsflug
- Paßpunkte (z.B. aus dem Blockausgleich übernommen)

- Angaben über Modelle (Begrenzungspolygon, Adresse, etc), d.s. die eigentlichen Geländedaten

Da die Begrenzungen der Einzelmodelle in der Datenbank enthalten sind, kann auch auf diese Informationen über eine Gebietsabfrage zugegriffen werden.

Der Dialog mit dem System erfolgt über eine Kommandosprache, wodurch größtmögliche Flexibilität gewährleistet ist. Sowohl im interaktiven als auch im Stapel-Betrieb sind u.a. folgende Funktionen verfügbar :

- Speichern von Informationen
- Ändern von Informationen
- Abfragen
- Statistische Berechnungen
- Speichern und Editieren von Paßpunkten
- Zugriff auf externe Programme, wie z.B.:
 - = Transformation der Massendaten
 - = Rasterinterpolation
 - = Berechnung von Orthophoto-Steuerdaten
- Bereitstellung von Massendaten für Folgeberechnungen.

Dieses Programmsystem ist im BEV seit 1982 im Einsatz. Nach einer zweijährigen Erprobungsphase (vorwiegend im Stapelbetrieb) mit dem Aufbau der Info-Dateien, wurde im Mai 1984 der Routinebetrieb im Wege der Datenfernverarbeitung aufgenommen. Seither erfolgte der weitere Ausbau, wobei sämtliche Messungsflüge beginnend mit dem Jahr 1975 und alle Modelle der photogrammetrischen Auswertung (etwa 8500 Modelle mit ca. 71,000.000 Massenpunkten) mit den entsprechenden Paßpunkten (ca.50.000) in die Datenbank aufgenommen wurden.

6. Anwendungen der GHDB :

6.1 Rasterberechnungen :

Wesentliche Voraussetzung für die Abgabe von Daten aus der GHDB ist die Interpolation eines Rasters. Ein entsprechendes Programm ist in TOPIAS

integriert und ermöglicht diese Berechnung unter Verwendung von vier, bzw. acht Stützpunkten mit arithmetischem Mittel oder gleitender Schräg-ebene. Die Ergebnisse dieser Rasterinterpolation können entweder für nachfolgende Berechnungen zwischengespeichert werden, oder für die Abgabe von Daten formatiert auf Magnetband ausgegeben werden.

6.2 Orthophoto-Steuerdaten :

Unter Verwendung eines solchen Rasters können mit Hilfe des Programms SORA (Software for Off-line Rectification on Avioplan) - ebenfalls in TOPIAS integriert - die Steuerdaten zur Herstellung von Orthophotos (senkrechte Parallelprojektion) und Stereopartnern (schräge Parallelprojektion) berechnet und anschließend auf Magnetband ausgegeben werden.

6.3 Anwendungen der GHDB über SCOP :

Seit dem Jahr 1986 verfügt das BEV über wesentliche Module des Programmpaketes SCOP (Stuttgarter Contour Programm). Es sind diese u. a. :

- Einlesen und editieren von Geländedaten
- Interpolation eines "Digitalen Höhen Modells"
- Interpolation eines "Digitalen Neigungs Modells"
- Berechnung und graphische Ausgabe von Isolinien
 - = Höhenschichtlinien
 - = Linien gleicher Geländeneigung
- Interpolation von Einzelpunkten und Profilen
- Berechnung und graphische Ausgabe von Perspektivansichten und Sichtbarkeitskarten.
- Verschneidung von dreidimensionalen Modellen mit Differenzbildung
- Verschneidung von zwei- mit dreidimensionalen Modellen mit Flächenberechnung

Mit dem Einsatz dieses Programms war zum ersten Mal die Möglichkeit einer durchgreifenden Kontrolle der vorhandenen Geländedaten gegeben. Die routinemäßige Datenprüfung wurde im Jahre 1988 begonnen und bildet die Grundlage für eine Überarbeitung und Verfeinerung des vorhandenen Datenbestandes.

7. Zukunftsaspekte :

Nach der abgeschlossenen Erfassung der Basisdaten für ein bundesweites Höhenmodell stellt sich für das BEV die nicht weniger schwierige Aufgabe der Pflege der vorhandenen Daten. Einerseits muß über eine durchgreifende Kontrolle mit geeigneten Methoden eine Aussage über die tatsächlich erreichte Genauigkeit der vorhandenen Daten getroffen werden, andererseits ist es notwendig, großräumige Veränderungen in der Natur auch im Geländemodell nachzuführen. Eine wesentliche Aufgabe der nächsten Jahre wird es sein, fehlende Informationen (Formen- und Bruchlinien etc.) in der Geländehöhenbank zu ergänzen. Unter Bedachtnahme auf eine entsprechende Strukturierung der erfaßten Informationen kann somit eine dreidimensionale Grundlage für den Aufbau eines Landinformationssystems bereitgestellt werden.