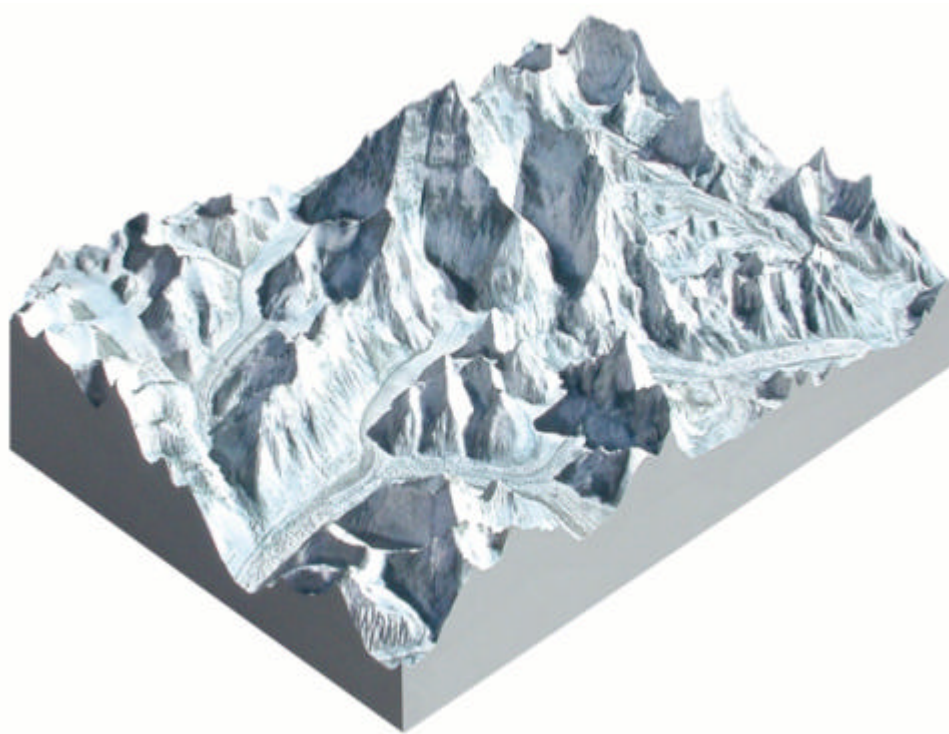


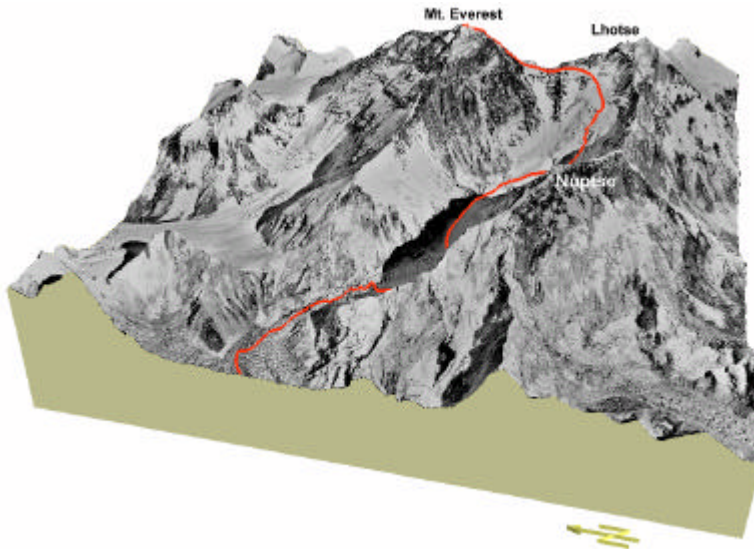
# Mount Everest

## Göttin der Erde



Verfasser: Markus Koller, Projektleiter GeoSolutions

Im Jahr 2003 wird das 50-jährige Jubiläum der Erstbesteigung des Mount Everest gefeiert. Die ‚Göttin der Erde‘ (tibetischer Name Chomolungma), resp. ‚Göttin des Himmels‘ (nepalesischer Name Sagarmatha) wurde erstmals 1953 vom Neuseeländer Sir Edmund Hillary zusammen mit dem nepalesischen Sherpa Tenzing Norgay bezwungen. Auf Grund dieses Ereignisses erscheint dazu in der Mai 2003-Ausgabe des Magazins der National Geographic Society (NGS) ein Beitrag mit dem Ziel, eine ‚neue Sicht‘ auf den Mount Everest zu ermöglichen.



*Gesamtübersicht DTM mit überlagertem DOP und Aufstiegsroute von 1953*

Swissphoto AG beschäftigt sich seit bald zwei Jahrzehnten mit dem Mount Everest. In dieser Zeit wurden in Zusammenarbeit mit National Geographic Society verschiedene Projekte realisiert. Beim wohl Bekanntesten handelt es sich um die topographische Karte 1:50'000, welche in den 80er Jahren entstanden ist und mittlerweile weltweit rund 12Mio. mal verkauft wurde. Im Jahr 2002 wurde Swissphoto AG von NGS beauftragt, ein detailliertes digitales Höhenmodell sowie ein hochauflösendes digitales Orthophoto zu erstellen.

### ***Alte Daten...***

In den frühen 80er Jahren startete das ehrgeizige Projekt zur Erzeugung einer topographischen Karte des Mount Everest im Massstab 1:50'000. Dieses Projekt wurde vom Museum of Science in Boston und der National Geographic Society unterstützt, die Realisierung lag hauptsächlich bei der Swissphoto AG und dem Bundesamt für Landestopographie.

1983 erstellte eine Space Shuttle Mission Stereo-Infrarot-Aufnahmen des Mount Everest. Diese mit der kürzlich verunglückten Raumfähre Columbia erstellten Bilder wurden auf einer Flughöhe von 270km aufgenommen und weisen einen Massstab von ca. 1:1Mio. auf. Ein Jahr später fand ein von der Swissphoto AG organisierter Bildflug über den Mount Everest statt. Ein Learjet der SwedeAir erstellte auf einer mittleren Flughöhe von 5'250m über Grund 160 schwarz-weiss-Bilder im Massstab 1:35'000.

Aus diesen beiden Bildserien wurden verschiedene Produkte erzeugt:

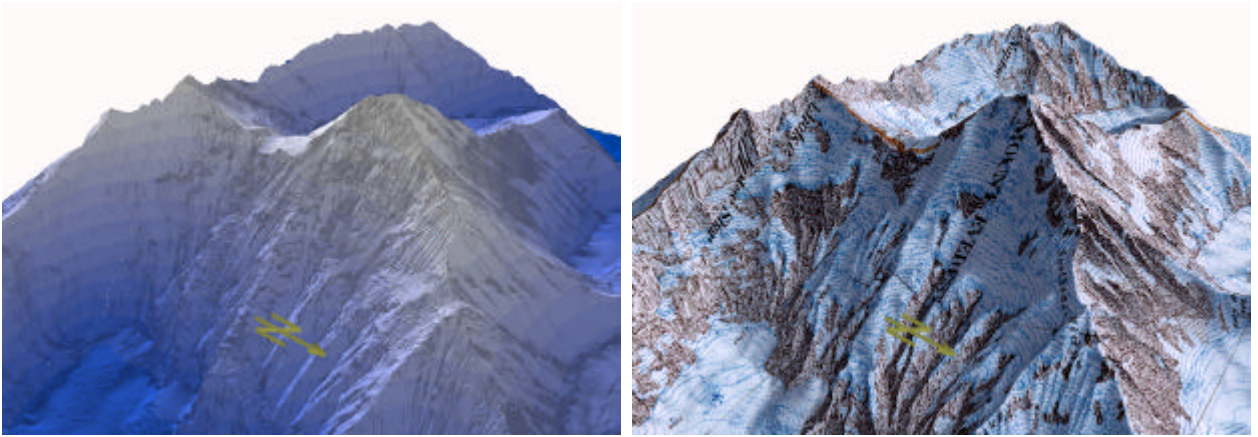
- Die Infrarot-Bilder der Shuttle-Mission wurden mit Hilfe von Passpunkten aus der Karte 1:100'000 der Royal Geographical Society absolut orientiert und daraus ca. 100 natürliche Passpunkte bestimmt. Diese Arbeiten führte das Institut für Geodäsie und Photogrammetrie IGP der ETH Zürich aus.
- Bei Swissphoto AG erfolgte die gesamte analytische Auswertung der schwarz-weiss-Bilder. Für deren Aerotriangulation wurden die aus den Infrarot-Bildern bestimmten natürlichen Passpunkte verwendet. Als Resultat wurden 20m-Höhenlinien im Massstab 1:10'000 erzeugt inkl. Kartensituation ( Fels, Geröll, Gletscher, Gewässer)
- Die kartographische Überarbeitung und die Fertigstellung der 1:50'000 Karte mit einer Äquidistanz von 40m führte das Bundesamt für Landestopographie durch. Als Resultat wurde eine Karte erstellt, die den weltweit bekannten ‚LK25-Standard‘ vorweist und für ihre hohe Qualität, insbesondere was die Fels- und Reliefdarstellung anbelangt, mehrfach prämiert wurde. Diese Karte umfasst einen Perimeter von ca. 26 x 36 km<sup>2</sup> und wurde 1988 fertig gestellt.
- 1990 wurden von Swissphoto AG im zentralen Perimeter (ca. 11.7 x 9 km<sup>2</sup>, inkl. Mount Everest) im Auftrag von NGS 5m-Höhenlinien im Massstab 1:5'000 erfasst. Auch diese Höhenlinien wurden mittels analytischem Plotter aus den Bildern von 1984 erfasst und direkt auf Film graviert; eine digitale Verwaltung der Höhenlinien wurde damals noch nicht in Betracht gezogen. Aus diesen Daten wurde von NGS ein plastisches 3D-Gipsmodell im Massstab 1:15'000 erstellt.



*Perimeter: Karte 1:50'000 und 20m-Höhenlinien (blau); DTM, DOP und 5m-Höhenlinien (rot)*

### ***...zu neuem Leben erwecken***

Aus Anlass der Mai 2003-Ausgabe des NGS-Magazins zum Mount Everest-Jubiläum wurde Swissphoto AG beauftragt, ein detailgetreues Digitales Terrain Modell, DTM sowie ein Digitales Orthophoto, DOP zu erstellen. Als Grundlage dafür wurden die 1990 erfassten 5m-Höhenlinien sowie die schwarz-weiss Stereobilder von 1984 verwendet.



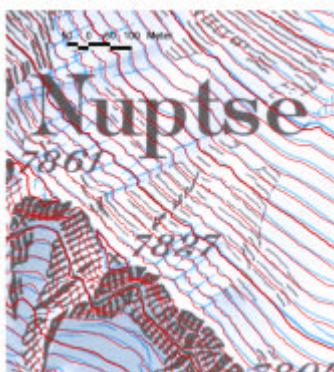
links: DTM mit eingefärbten Höhenstufen und synthetischer Reliefschummerung  
 rechts: DTM mit überlagelter Karte 1:50'000  
 (im Zentrum Mount Everest (8850m $\mu$ M), links Lhotse (8501), im Hintergrund Nuptse (7861))

### „DTM Mount Everest“: 28'521 km Höhenlinien, 34 Mio Punkte

Die 1990 nach analytischen Methoden erstellten Höhenlinien waren nur als graviertes Film vorhanden. Als erster Schritt wurden die vorhandenen 5m-Kurvenpläne 1:5'000 gescannt, vektorisiert und mit Höhenattributen versehen. Gesamthaft waren dies ca. 28'000km Höhenlinien oder 5.7km zu digitalisierende Linien im Massstab 1:5'000! Gleichzeitig wurden Lücken in den Höhenlinien (welche aus kartographischen Gründen in Felsgebieten vorhanden waren) geschlossen. Kein leichtes Unterfangen, ist es doch insbesondere in steilen Felsgebieten oft sehr schwer, den Verlauf einer Höhenlinie genau zu bestimmen.

Als Resultat dieses Arbeitsschrittes lag ein Datensatz von durchgehenden, vektorisierten und attribuierten 5m-Höhenlinien vor; ein Produkt, welches für die zukünftige Weiterverarbeitung mittels GIS jegliche Optionen offen lässt.

In einem Zwischenschritt wurden die digitalisierten Höhenlinien anschliessend in ein TIN (Triangulated Irregular Network) umgewandelt. Aus dem TIN konnten regelmässige DTMs mit unterschiedlichen Auflösungen generiert werden. Um für verschiedene Problemstellungen auf adäquate Höhenmodelle zugreifen zu können, wurden ein 2m- sowie ein 5m-DTM erzeugt. Das 2m-DTM besteht aus rund 34 Mio. Punkten! Sämtliche Produkte wurden mit Hilfe von ESRI's GIS ArcInfo erstellt.



Vergleich der Höhenlinien aus der Karte 1:50'000 (blau) mit aus dem 5m-DTM abgeleiteten Höhenlinien (rot), Äquidistanz 40m.

## **„DOP Mount Everest“**

Für die Generierung des digitalen Orthophotos wurden 19 der im Jahr 1984 aufgenommenen schwarz-Weiss-Bilder verwendet. Diese Bilder wurden mit einer Auflösung von 15µm gescannt, was einer Auflösung von ca. 50cm/Pixel entspricht. Die Orientierung der Bilder wurde von 1990 übernommen. Bei der Produktion des Orthophotos ergaben sich erwartungsgemäss an einigen sehr steilen Stellen starke Verzerrungen. Um dennoch ein optisch ansprechendes Resultat zu erzeugen, wurden für die Erstellung des Orthophotos vereinzelt lokale Veränderungen am DTM vorgenommen. Das Orthophoto wurde mittels der Software SocetSet von LH-Systems auf einer SUN Sparc Ultra 60 erstellt.

## **Ausblick**

Die beiden neu erstellten digitalen Datensätze DTM und DOP können als Grundlage für verschiedenste weitere Anwendungen verwendet werden. Insbesondere verschiedenste Arten von 3D-Visualisierungen lassen sich nun ohne grossen Aufwand erzeugen. Neben den hier abgebildeten Beispielen werden weitere auch in der erwähnten Ausgabe des NGS-Magazins sowie unter <http://www.nationalgeographic.com/ngm/0305> zu finden sein.

Das beschriebene Projekt zeigt deutlich, wie man mit vertretbarem Aufwand bestehende Daten aus früheren Projekten veredeln kann. Dadurch können sich im Zusammenhang mit neuen Technologien im wahrsten Sinne des Wortes ‚neue Perspektiven‘ ergeben.

## **Kontaktadresse:**

<p><b>Swissphoto AG</b>          CH-8015 Regensdorf          Tel +41-1-871 22 22          Fax +41-1-871 22 00          info@swissphoto.ch          www.swissphoto.ch</p>	<p><b>Anschrift des Verfassers:</b>          markus.koller@swissphoto.ch          heinz.busch@swissphoto.ch</p>
--	---