

NOAA-7 AVHRR SATELLITENBILDKARTEN DER ANTARKTIS

Wolfgang Göpfert
Institut für Angewandte Geodäsie
Frankfurt, Federal Republic of Germany
Kommission III

Summary

The processing steps for producing image maps from NOAA-7 AVHRR imagery are discussed. An image-dependant conversion from 10 bit to 8 bit grey values, geometric mosaicking including radiometric adjustments and enhancements, and other relevant techniques are presented. Sample image maps are shown, which cover extended areas of Antarctica in the region 90° West- 0° - 90° E., 70° - 90° S.

1. Einleitung

Geometrische Bildverarbeitungen bilden die Basis zur Herstellung von Satellitenbildkarten. Die dabei anfallenden Verarbeitungsaufgaben sind in der vorhandenen Literatur (z.B. 1,2) bereits umfangreich behandelt worden. Im folgenden wird daher auf einen speziellen Fall eingegangen, und zwar die Probleme bei der Herstellung von Antarktis-Satellitenbildkarten aus NOAA-7 AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer des Wettersatelliten Nr. 7 der National Oceanic and Atmospheric Administration, Washington, D.C., USA) Bilddaten.

2. Der NOAA-7 AVHRR Bildsensor

Der Bildsensor NOAA-7 AVHRR arbeitet nach dem mechanisch-optischen Abtasterprinzip und bestreicht einen Abtastwinkelbereich von 56° beiderseits des Nadirpunktes. Bei einer Flughöhe von ca. 833 km bedeutet dies eine Länge des Abtasterstreifens von ca. 2 925 km, und bei einem Abtastwinkel von $1,4$ mrad eine Auflösung von ca. 1,1 km im Nadir. Aufgrund des konstanten Abtastwinkels tritt der bekannte Effekt der Panoramaverzerrung auf (s. Abb.1). Dies hat zur Folge, daß Bildbereiche außerhalb des Abtastbereiches von 35° beiderseits des Nadirs von minderer Auflösung und Qualität, und daher für Bildkarten nicht geeignet sind. Aufgrund der starken Überlappung der Satellitenumlaufbahnen stellt dies jedoch keine Einschränkung für Anwendungen dar, es müssen in der Regel mehrere Aufnahmen digital zu einem Mosaik zusammengefügt werden.

Der NOAA-7 AVHRR nimmt die Erdoberfläche in den folgenden fünf Spektralkanälen auf:

Kanal 1	0,58 -	0,68 μm
Kanal 2	0,72 -	1,10 μm
Kanal 3	3,55 -	3,93 μm
Kanal 4	10,5 -	11,3 μm
Kanal 5	11,5 -	12,5 μm

Die Abtastrate beträgt 6 Bildzeilen pro Sekunde. Jede Bildzeile besteht aus je 2 048 Bildelementen pro Kanal. Die Magnetbandaufzeichnung wird im sog. "pixel-interleaved" Format vorgenommen, jedes Bildelement wird hierbei in einem Dynamikbereich von 10 Bit, entsprechend den Grauwerten 0-1023, quantisiert.

Üblich ist eine Quantisierung in 8 Bit-Bildelementen, d.h. Grauwerten im Bereich 0-255, die nach digitaler Bearbeitung mittels eines Filmschreibers in optische Dichten z.B. im Bereich OD-2D digital/analog gewandelt werden. Nachdem das menschliche Auge nur ca. 40 Graustufen unterscheiden kann, ist die 8 Bit-Darstellung voll ausreichend. Die notwendige Reduktion von 10 Bit auf 8 Bit muß jedoch so ausgeführt werden, daß kein, oder zumindest nur minimaler, Informationsverlust auftritt.

3. Bildverarbeitungen

Die Abb. 2 zeigt den Grauwertverlauf einer Bildzeile in einer typischen Antarktis-Aufnahme. Meer und Wolken bilden extreme Grauwerte, wie zu erwarten war. Jedoch auch über dem Festland umfaßt der Dynamikbereich der Grauwerte mehr als 256 Graustufen, d.h. eine Reduktion von 10 Bit auf 8 Bit z.B. durch eine Additionskonstante ist ohne Informationsverlust nicht möglich.

Durch Analyse mehrerer Aufnahmen wurde nun festgestellt, daß der in der Abb. 2 (oben) erkenntliche Trend der Grauwerte über Festland in allen Aufnahmen auftritt, wobei die Trendfunktion von Aufnahme zu Aufnahme sich leicht ändert aufgrund unterschiedlicher Jahres- und Uhrzeiten bei der Aufnahme. Dies ist auch leicht einzusehen, wenn man sich vor Augen hält, daß bei einer Bildzeilenlänge von ca. 2 925 km in der geographischen Breite 70° Süd ein geographischer Längenbereich von ca. 80° abgedeckt wird. Der Helligkeitsabfall wird daher für jede Aufnahme durch eine Trendfunktion (z.B. ein Polynom 2. Grades) modelliert, um eine optimale Darstellung der interessierenden Festlandsgrauwerte zu erreichen.

Hierzu wird die Aufnahme in einem ersten Schritt als Verkleinerung (jedes 10. Bildelement, jede 10. Bildzeile) in 8 Bit-Darstellung (2 Bit-Shift nach rechts, d.h. Division der Grauwerte durch 4) auf den Rasterbildschirm gespielt, und in Festlandzonen koordinatengemäß bestimmt. Diese Bildbereiche werden dazu herangezogen, nach der Methode der kleinsten Quadrate eine Trendfunktion zu approximieren, die für alle Bildzeilen Gültigkeit hat. Bezüglich dieser vermittelnden Trendfunktion werden nun die 10-Bit-Bildelemente zentriert und in den 8 Bit-Bereich überführt (s. Abb. 2 unten). Der Grauwertdynamikbereich bleibt so über

Festland voll erhalten. während die Extremwerte von Meer und Wolken unter Umständen auf 0 bzw. 255 begrenzt werden müssen. Dies ist insofern kein Nachteil, weil Wolken und Meeresinformationen ständig wechseln und für eine Satellitenbildkarte von untergeordnetem Interesse sind (je nach Anwendungsbereich kann natürlich die Trendfunktion auch anders gewählt werden, um einzelne Objekte selektiv zu verstärken). Zusammen mit der Umformatierung von 10 Bit auf 8 Bit bildet diese radiometrische Vorverarbeitung einen wichtigen Verarbeitungsschritt vor der eigentlichen geometrischen Bildverarbeitung.

Der Arbeitsablauf bei der Herstellung digitaler Satellitenbildkarten für die Antarktis gliedert sich insgesamt in die folgenden Verarbeitungsschritte:

- Umformatierung des original NOAA-7 AVHRR Magnetbandes in ein "Kanal-interleaved" Format inkl. Übergang von 10 Bit- auf 8 Bit-Grauwerte durch eine Trendfunktion
- Auswahl und Koordinatenmessung von Paßpunkten in Satellitenbild und topographischer Karte; Koordinatentransformationsrechnungen
- Geometrische Entzerrung der Einzelszenen
- Radiometrische Anpassung der Einzelszenen (Ableitung von Korrekturfunktionen aus Überlappungsbereichen der Einzelszenen)
- Digitales Zusammenfügen der radiometrisch korrigierten Einzelszenen an bildschirm-interaktiv bestimmten Nahtstellen
- Digital/Analog-Wandlung der digitalen Mosaikbilddaten am Filmschreiber
- Vergrößerung und Aufrasterung des Filmplots, Überlagerung der Schriftplatte, Reproduktion

4. Verarbeitungsbeispiel

Die Abb. 3 zeigt ein digitales Mosaik der Antarktis im Bereich von 70° - 90° S, 90° W- 0° - 90° E. Benutzt wurden die Grauwerte des Kanals 2 von insgesamt 11 verschiedenen Szenen aus dem Zeitraum November 1980 bis März 1983. Die Paßpunkte wurden aus topographischen Karten mittlerer und kleiner Maßstäbe bestimmt. Für das Mosaik wurde die Stereographische Projektion mit dem Schnittparallelkreis 75° S (GEBCO Karte der Antarktis 1: 6 000 000) gewählt.

Trotz der nur bescheidenen Auflösung von ca. 1 km bilden Satellitenbildkarten dieser Art eine wichtige Informationsquelle für synoptische Planungen und Bildinterpretationen. Globale Strukturen und Zusammenhänge sind leicht zu erkennen und auszuwerten. Für größere Maßstabbereiche bieten sich Bilddaten der Landsat-Satelliten an, die eine Auflösung von 80 m (MSS) bzw. 30 m (Thematic Mapper) erreichen.

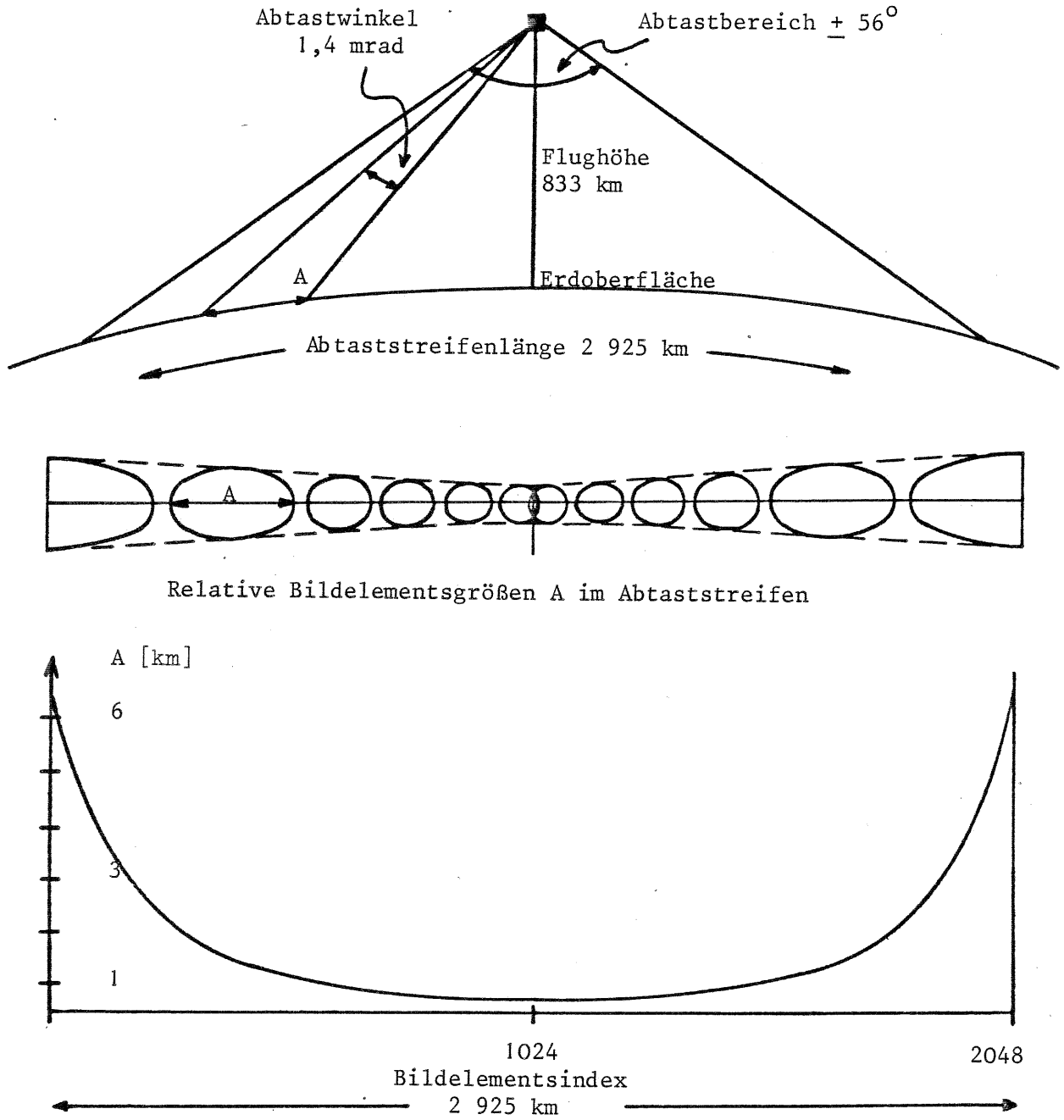


Abb. 1 Schematische Aufnahmeverhältnisse für den Bildsensor NOAA-7 AVHRR

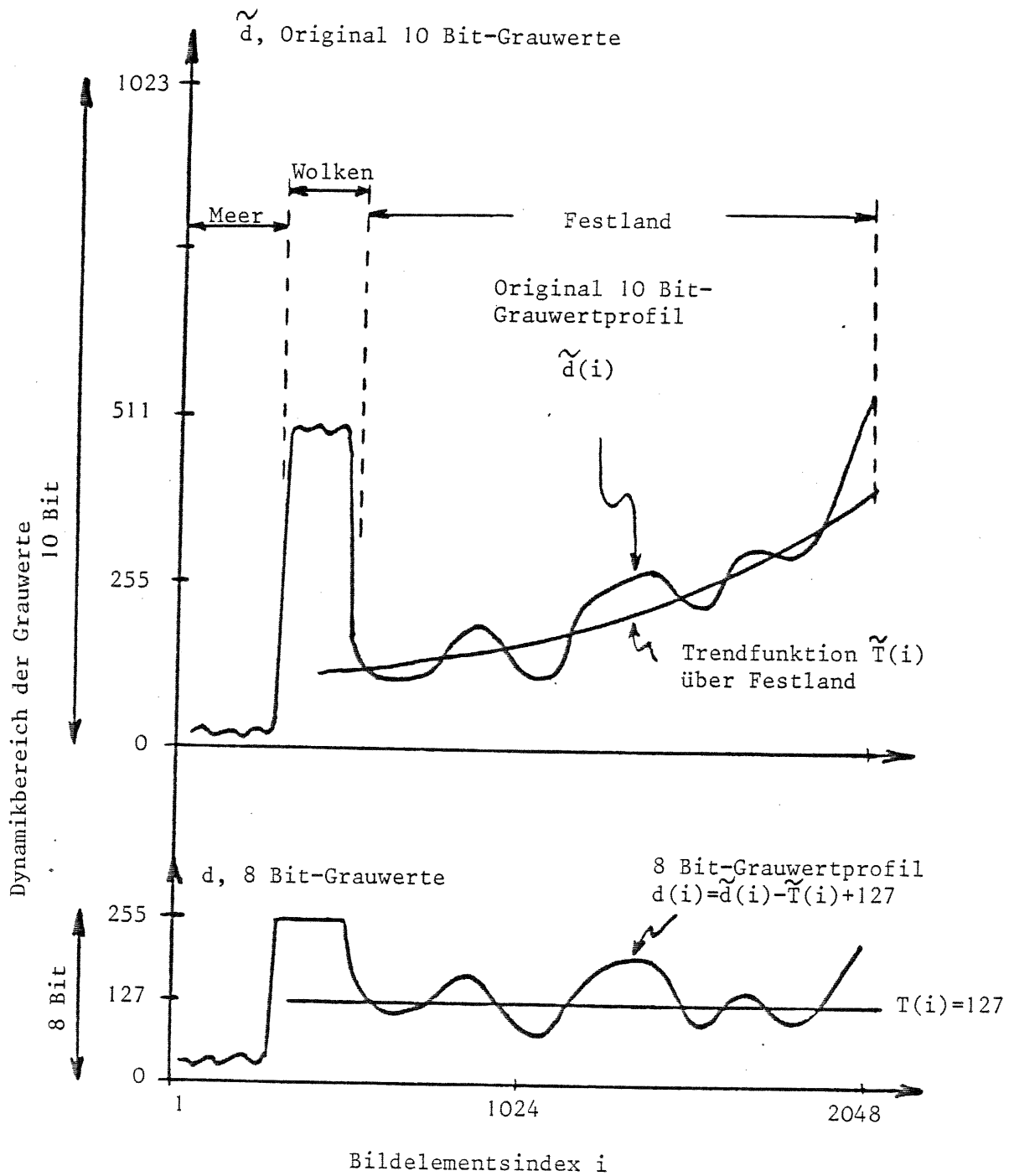


Abb. 2 Radiometrische Bilddaten-Vorverarbeitung für den Bildsensor NOAA-7 VAHRR

5. Literatur

- [1] Mikhail, E. etal: Analysis of digital MSS data. Bildmessung- und Luftbildwesen 1/1975, S. 22-27
- [2] Konecny, G: Mathematische Modelle und Verfahren zur geometrischen Auswertung von Zeilenabtaster-Aufnahmen. Bildmessung- und Luftbildwesen 5/1976, S. 188-194.

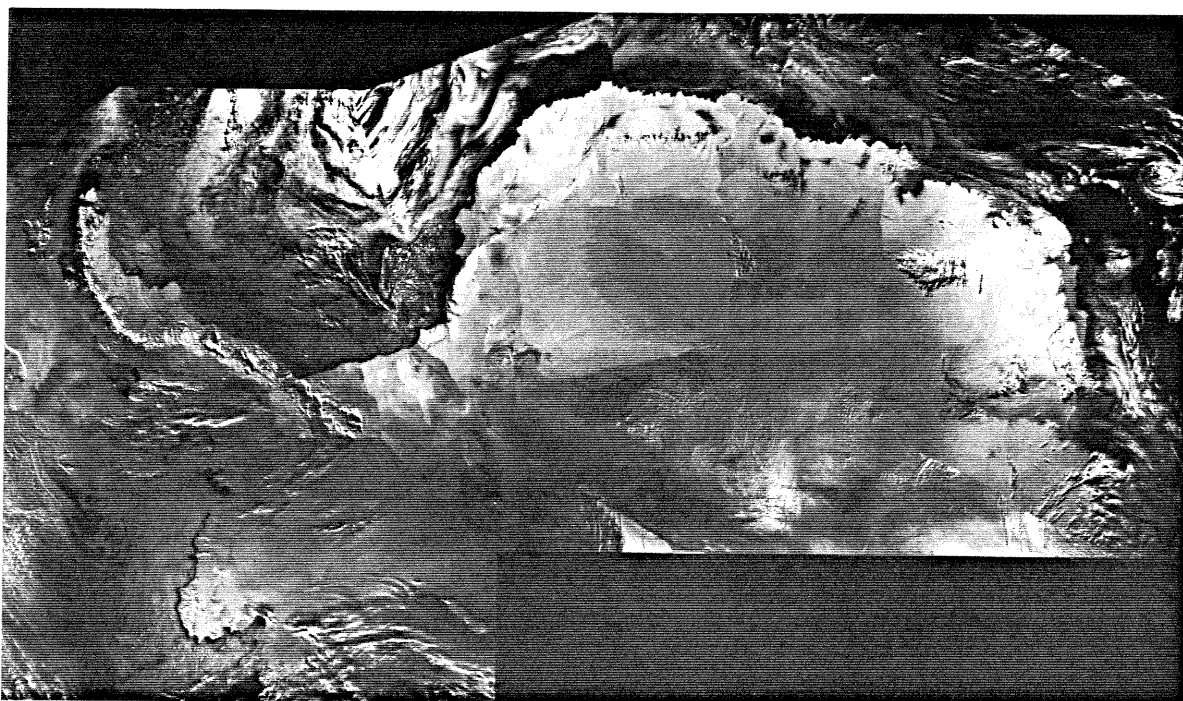


Abb.3 Digitales Mosaik der Antarktis im Bereich 70° - 90° S, 90° W- 0° - 90° E