



Das Potential russischer Weltraumphotographien für verschiedene Anwendungen

Karl Kraus ¹, Adele Sindhuber ²

¹ *Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, Gusshausstraße 25-29, 1040 Wien*

² *Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, Gusshausstraße 25-29, 1040 Wien*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **84** (1), S. 17–21

1996

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Kraus_VGI_199604,  
  Title = {Das Potential russischer Weltraumphotographien f{"u}r verschiedene  
    Anwendungen},  
  Author = {Kraus, Karl and Sindhuber, Adele},  
  Journal = {VGI -- {"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessung und  
    Geoinformation},  
  Pages = {17--21},  
  Number = {1},  
  Year = {1996},  
  Volume = {84}  
}
```





Das Potential russischer Weltraumphotographien für verschiedene Anwendungen

Karl Kraus, Adele Sindhuber, Wien

Zusammenfassung

In diesem Beitrag werden die wichtigsten russischen Weltraumphotographien vorgestellt. Besonderes Augenmerk wird den KFA-3000-Aufnahmen mit einer Detailerkennbarkeit von 2 m geschenkt. Der Orientierung dieser Photographien ist ein eigenständiges Kapitel gewidmet. Als Alternative zur digitalen Auswertung wird die analoge Auswertung mittels Monoplotting vorgeschlagen. Zum Schluß werden mehrere Anwendungsbeispiele erläutert, wobei das Monitoring der Kulturlandschaften besonders herausgestellt wird.

Abstract

The most important Russian spacephotographs are presented. Special emphasis is laid on the KFA-3000 photographs because of their high spatial resolution of 2 m. One Chapter is dedicated to the orientation of these photographs. The analogue monoplotting technique is proposed as an alternative to digital plotting. The article concludes with the description of several practical examples, drawing attention to the monitoring of cultural landscapes.

1. Russische Weltraumphotographien

Die russischen Weltraumphotographien werden teilweise von der bemannten Weltraumstation MIR, die in einer Höhe von etwa 400 km fliegt, und teilweise von den unbemannten Satelliten RESURS sowie KOSMOS, die in einer Höhe von etwa 250 km fliegen, aufgenommen. Die Details über diese Photographien können der Tabelle 1 entnommen werden. Zusätzlich wird auf einschlägige Literatur verwiesen (Klostius et al. 1994, und dort zitierte Literatur).

Die Qualität der besten russischen Weltraumphotographien, der KFA-3000-Bilder, zeigt Abbildung 1. Hinsichtlich der geometrischen Auflösung sind die KFA-3000-Bilder das beste Fernerkundungsmaterial, das gegenwärtig lieferbar ist. Es wird offiziell kolportiert, daß die in der Hand der Russen sich befindlichen Originalbilder sogar eine Detailerkennbarkeit von 30 cm besitzen.

Die am Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (I.P.F.) der TU Wien vorhandenen russischen Weltraumaufnahmen sind aus der

Plattform	AUSTRO-MIR	RESURS-F1	KOSMOS	RESURS
Flughöhe	400 km	270 km	220 km	240 km
Kamera	KFA-1000	KFA-1000	KWR-1000	KFA-3000
Brennweite	1000 mm	1000 mm	1000 mm	3000 mm
Bildmaßstab	1:400 000	1:270 000	1:220 000	1:80 000
Format	30x30 cm ² 120x120 km ²	30x30 cm ² 80x80 km ²	18x18 cm ² 40x40 km ²	30x30 cm ² 24x24 km ²
Film	2-schichtig 560–810 nm	pan+ 2-schichtig 570–800 nm	pan+2-schichtig 560–800 nm	pan 570–710 nm
geom. Auflösung (Original)			280 lp/mm 1.3 lp/m	260 lp/mm 3.3 lp/m
geom. Auflösung (verfügbar)	8 m Pixel	5–12 m Pixel	2–3 m Pixel	2 m Pixel

Tab. 1: Übersicht über die wichtigsten hochauflösenden russischen Weltraumaufnahmen

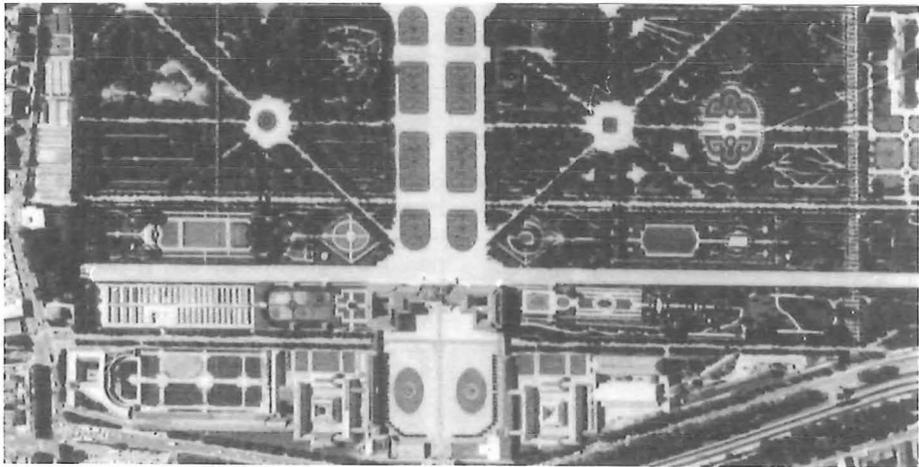
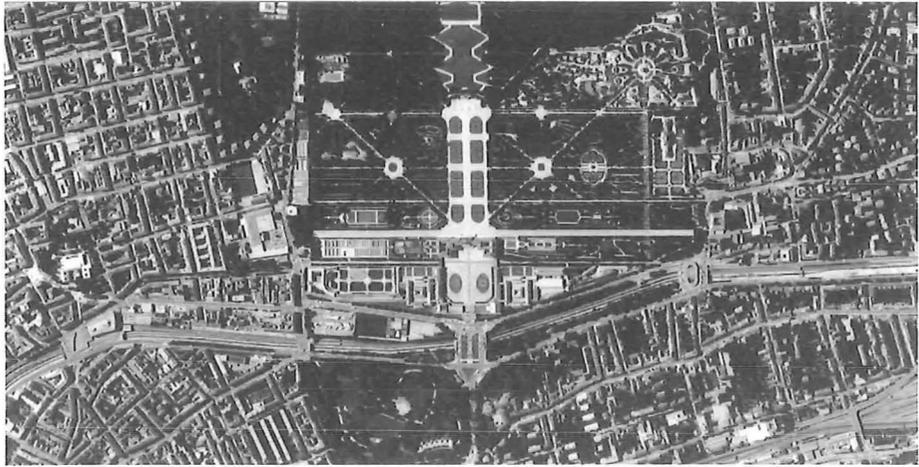


Abb. 1: Russische KFA-3000-Photographie.

Oben: 5-fache Vergrößerung, das entspricht einem Maßstab von etwa 1:16 000

Mitte: 10-fache Vergrößerung, das entspricht einem Maßstab von etwa 1:8 000

Unten: 20-fache Vergrößerung, das entspricht einem Maßstab von etwa 1:4 000

Abbildung 2 ersichtlich. Der größte Bildbestand stammt aus dem bekannten AUSTROMIR-Projekt (Kalliany, 1992). Photographien in vergleichbarer Qualität gibt es außerdem im Westen Österreichs von einem Flug der Europäischen Weltraumbehörde ESA (Fritze et al. 1985), an dem das I.P.F. als Experimentator beteiligt war.

In diesem Zusammenhang ist noch folgende Ankündigung der USA interessant (McDonald 1995): Ab Juli 1996 stehen die amerikanischen Weltraumphotographien aus den Zeiten des Kalten Krieges der Öffentlichkeit zur Verfügung. Es sind etwa 800 000 Schwarzweiß-Bilder aus den Jahren 1960 bis 1972 mit einer Detaillierbarkeit von etwa 2 m.

2. Weltraumphotographie vice versa Luft- raumphotographie

Die hohe Qualität der Weltraumphotographie macht eine Abgrenzung zur „Lufttraum-“Photographie erforderlich. Zu diesem Thema können folgende Aussagen gemacht werden:

- Die großmaßstäbige Weltraumphotographie kann die kleinmaßstäbige Lufttraumphotographie ersetzen.
- Die Weltraumaufnahmen sind homogener als Luftaufnahmen (kurze Aufnahmezeiten, große Geländeausschnitte auf einem Bild etc.)
- Weltraumphotographien sind – auf die erfaßte Geländefläche bezogen – preisgünstiger als Lufttraumphotographien.
- Weltraumphotographien gibt es nur sporadisch.
- Die Photographie wird im Weltraum in den nächsten Jahren von anderen Sensoren abgelöst werden.
- Die Photographie wird im Flugzeug noch lange nicht von anderen Sensoren abgelöst werden.

3. Adäquate Auswertemethoden für Welt- raumphotographien

Im Zeitalter der digitalen Bildverarbeitung ist man geneigt, die (analogen) Weltraumphotographien zu digitalisieren und die Auswertung digital fortzusetzen. Folgende Überlegungen zeigen aber, daß die digitale Auswertung nicht immer adäquat ist. Die gegenwärtig verfügbaren Photo-Scanner erreichen – bei beachtlichen Zu-

KFA-1000 (h=400km)
 KFA-1000 - - - - (h=270km)
 KFA-3000 ————
 KWR-1000 ————

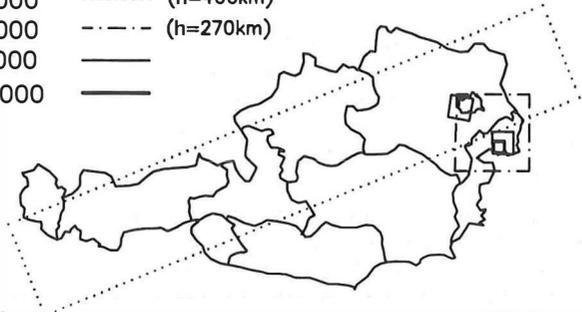


Abb. 2: Übersicht über die am I.P.F. befindlichen russischen Weltraumaufnahmen

geständnissen an die radiometrische Qualität – bestenfalls eine Pixelgröße von 7.5 µm, das entspricht – unter Beachtung des Abtasttheorems (Kraus 1994) – 50 lp/mm. Wie aus der Tabelle 1 ersichtlich ist, haben zumindest die Original-Weltraumphotographien eine wesentlich bessere geometrische Auflösung. Eine Digitalisierung ist deshalb mit einem Informationsverlust verbunden. Trotzdem wird man – vor allem dann, wenn die entzerrten Weltraumphotographien in ein Geo-Informationssystem zu übernehmen sind – digital arbeiten.

Will man keinen Informationsverlust in Kauf nehmen, ist eine analoge Auswertemethode zu wählen. Das menschliche Auge kann in der deutlichen Sehweite noch zwei Punkte voneinander unterscheiden, die 40 µm voneinander entfernt sind (Kraus 1994). Benutzt man eine Betrachtungsoptik mit einer 30-fachen Vergrößerung, die von den photogrammetrischen Geräteherstellern angeboten wird, so können noch Punkte im Film voneinander unterschieden werden, die nur einen Abstand von 1.3 µm besitzen. Mit dieser Sehschärfe können wir die in einem Welt-raumbild enthaltene Information vollständig nutzen. Das Interpretationsergebnis wird in Form von Bildkoordinaten und entsprechenden Codierungen fixiert.

Die auf diese Weise mit Bildkoordinaten festgelegten Punkte und Linien können mittels Monoplotting (Kraus 1994) ins Landeskoordinatensystem überführt werden. Die hohe Qualität dieser computergestützten analogen Auswertetechnik wurde anhand eines praktischen Beispiels am I.P.F. nachgewiesen (Hauenschild 1995).

Bisher blieb die Frage des mathematischen Zusammenhanges zwischen den Bildkoordinaten und den Landeskoordinaten offen. Die hohe geometrische Auflösung und die verhältnismäßig großen Bildneigungen – wie wir noch sehen werden – erfordern eine mathematische Formulie-

rung mit Hilfe der Gleichungen der Zentralprojektion, wobei die Erdkrümmung und die Verzerrungen des Landeskoordinatensystems ebenfalls streng zu berücksichtigen sind (Kraus 1990). Vor kurzem wurde am I.P.F. von David Heitzinger mit dem Bündelausgleichungsprogramm ORIENT (Kager 1989) einschlägige Berechnungen vorgenommen.

Es handelte sich um die KFA-3000-Aufnahme Nr. 3680 vom August 1993; Abbildung 1 zeigt davon kleine Ausschnitte. Die Photographie wurde mit dem Zeiss/Intergraph-Scanner PS1 mit 15 μm (1.2 m) digitalisiert. Bei diesem Gerät muß man sich mit einem Ausschnitt von 23 \times 23 cm^2 begnügen. Die Kamerakonstante war bekannt (2987.46 mm), die Lage des Bildhauptpunktes nicht (vor allem deshalb nicht, weil am PS1 nicht das gesamte Format von 30 \times 30 cm^2 digitalisiert werden kann). Orbitinformationen lagen nicht vor. Das Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen hat dankenswerterweise Orthophotos 1:10 000 für die Entnahme von 52 Paßpunkten zur Verfügung gestellt. Die dazu erforderlichen Höhen wurden dem Geländehöhenmodell des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen entnommen.

Wegen des schmalen Öffnungswinkels der KFA-3000-Photographien und – im Verhältnis zur Flughöhe von 240 km – der geringen Unterschiede der Paßpunkthöhen sind die beiden Koordinaten des Bildhauptpunktes und die Elemente der äußeren Orientierung miteinander stark korreliert. Es ist daher nicht überraschend, daß bei der Lösung des Normalgleichungssystems zunächst Singularitäten aufgetreten sind. Mit folgenden a-priori-Genauigkeitsvorgaben konnte die Ausgleichung erfolgreich durchgeführt werden:

Bildkoordinaten	σ_{xy}	= ± 1 Pixel
Landeskoordinaten	σ_{XY}	= ± 5 m
	σ_Z	= ± 15 m
Innere Orientierung	$\sigma_{x_0y_0}$	= ± 100 Pixel
	σ_c	= ± 1 Pixel

Die entsprechenden a-posteriori-Werte lauten:

Bildkoordinaten	σ_{xy}	= ± 0.97 Pixel
Landeskoordinaten	σ_X	= ± 2.2 m
	σ_Y	= ± 1.3 m
	σ_Z	= ± 8.0 m
Innere Orientierung	σ_{x_0}	= ± 68.9 Pixel
	σ_{y_0}	= ± 62.8 Pixel
	σ_c	= ± 0.6 Pixel

Die Bildneigungen ergaben sich zu: $\omega = 3.77 \pm 0.037$ gon und $\phi = -15.35 \pm 0.049$ gon.

Dieses Ergebnis überraschte, denn man ging ursprünglich von genäherten Senkrechtaufnah-

men aus. Außerdem war überraschend, daß zusätzliche Parameter für die Modellierung der Objektivverzerrung keine Signifikanz aufwiesen. Diese KFA-3000-Photographie konnte also – eventuell wegen des (verkleinerten) Bildausschnittes – ohne Verzeichnungskorrektur ausgewertet werden.

4. Anwendungsbeispiele

Über die Anwendung der russischen Weltraumphotographien für Fragen der Raumplanung wurde in dieser Zeitschrift bereits berichtet (Klostius et al. 1994). Am I.P.F. werden seit längerem russische Weltraumphotographien für die Nationalparkplanung „Neusiedler See“ eingesetzt (Csaplovics et al. 1996). Die AUSTROMIR-Photographien wurden von Prof. Dr. Seger, Universität Klagenfurt und Prof. Dr. Buchroithner, TU Dresden, für verschiedene geographische und kartographische Problemstellungen genutzt.

Die im Mittelpunkt dieses Beitrages stehende KFA-3000-Aufnahme vom August 1993 wurde – in Kooperation mit der Niederösterreichischen Landesforstdirektion – für Kartierungen der inneren und äußeren Waldgrenzen im Wienerwald verwendet (Hauenschild 1995). Dabei konnte problemlos eine Kartierungsgenauigkeit eingehalten werden, die innerhalb der etwa ± 3 m großen Definitionsunsicherheit von solchen Waldgrenzen liegt. Diese guten Ergebnisse lassen hoffen, daß man auch die digitalen topographischen Datenbestände mittlerer Maßstäbe mit Hilfe von Weltraumphotographien ökonomisch aktualisieren kann. Für diese Anwendung findet man bereits einschlägige Literatur (z.B. Konecny 1994).

5. Schlußbemerkungen

Der Vortrag, dem dieses Manuskript zugrunde lag, wurde bei der Informationsveranstaltung „Erdbeobachtung für Umweltfragen“ gehalten. Dabei war auch der Zusammenhang zum Forschungsschwerpunkt „Kulturlandschaft“ herzustellen, der vom Bundeskanzleramt und von mehreren Ministerium gefördert wird (Smoliner 1995). In dieser Veröffentlichung findet man folgende Definition der Kulturlandschaft: „Kulturlandschaft ist ein von Menschen als Einheit wahrgenommenes räumliches Wirkungsgefüge von natürlichen Gegebenheiten und menschlichen Einwirkungen. Kulturlandschaften entwickeln und verändern sich über die Zeit als Ergebnis des Zusammenwirkens sozioökonomischer, kultureller und naturräumlicher Faktoren“.

Aus der Sicht der Photogrammetrie und Fernerkundung kann darauf folgende Antwort gegeben werden:

- Die Weltraum- und Luftraumphotographien sind ein objektives Dokument des räumlichen Wirkungsgefüges von natürlichen Gegebenheiten und menschlichen Einwirkungen.
- Die Entwicklung und Veränderung der Kulturlandschaften über die Zeit können aus den in die Vergangenheit zurückgehenden Zeitreihen der Weltraum- und Luftraumphotographien entnommen werden.
- Die Analyse der Weltraum- und Luftraumphotographien liefert – gemeinsam mit anderen Informationen – das Zusammenwirken der sozioökonomischen, kulturellen und naturräumlichen Faktoren.

Literatur

- [1] Csaplovics, E., Herbig, U., Sindhuber, A.: High-Resolution Space Photography for Landuse Interpretation and Thematic Update of Large-Scale Orthophotos. International Archives for Photogrammetry and Remote Sensing, Vienna, 1996, im Druck.
- [2] Fritze, G., Jansa, J., Kraus, K.: Orthophotos und Stereorthophotos aus metrischen Weltraumaufnahmen. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Photogrammetrie 73, S. 159-174, 1985.

- [3] Hauenschild, M.: Waldgrenzenerhebung mittels einer KFA-3000-Aufnahme im Raum Wienerwald. Diplomarbeit am I.P.F., 1995.
- [4] Kager, H.: ORIENT. A Universal Photogrammetric Adjustment System. In Grün/Kahmen (Editors): Optical 3-D Measurement Techniques, Wichmann Verlag, Karlsruhe, S. 447-455, 1989.
- [5] Kalliany, R.: Das Fernerkundungs-Experiment FEM während des Österreichisch-Sowjetischen Raumfluges AU-STRUMIR. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Photogrammetrie 80, S. 3-19, 1992.
- [6] Klostius, W., Kostka, R., Sulzer, W.: Das KFA-3000 Bild als kostengünstige Datenquelle bei Aufgaben der regionalen Planung. Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation 82, S. 213-218, 1994.
- [7] Konecny, G.: Current Status and Future Possibilities for Topographic Mapping from Space. EARSeL Workshop, pp. 378-394, Göteborg, 1994.
- [8] Kraus, K. mit Beiträgen von J. Jansa und W. Schneider: Fernerkundung. Band 2. Dümmler Verlag, Bonn, 1990.
- [9] Kraus, K. mit Beiträgen von P. Waldhäusl: Photogrammetrie. Band 1. Dümmler Verlag, Bonn, 1994.
- [10] McDonald, R.A.: Opening the Cold War Sky to the Public: Declassifying Satellite Reconnaissance Imagery. PE&RS 61, No.4, pp. 385-390, 1995.
- [11] Smoliner, Ch.: Forschungsschwerpunkt Kulturlandschaft. Bundesministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst, 1995.

Anschrift der Autoren:

o. Univ.-Prof. Dr. Karl Kraus, Dipl.-Ing. Adele Sindhuber, Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung, TU Wien, Gußhausstr. 27-29, 1040 Wien.



Höhenmodell- und Bildkartenerstellung aus MOMS-02 Satellitendaten

Alexander Almer, Birgit Waldeleben, Hannes Raggam, Graz

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Projektes des Institutes für Allgemeine und Angewandte Geologie der Universität München (AGF) standen MOMS-02 Satellitenbilddaten für ein Studiengebiet in Mexiko zur Verfügung. Projektziel sind hydrologische und geologische Auswertungen vom definierten Studiengebiet. Die Ableitung eines digitalen Höhenmodells, sowie einer aktuellen Satellitenbildkarte am Institut für Digitale Bildverarbeitung der Joanneum Research Forschungsgesellschaft stellen eine Grundlage für weitere projektspezifische Auswertungen im Studiengebiet dar.

Abstract

Within the framework of a project of the Institute for General and Applied Geology of the University of Munich, satellite images acquired by the MOMS sensor are available from a study area in Mexico. The project goals are the hydrological and geological evaluation of a predefined test area. The generation of a digital elevation model and an up-to-date satellite image map by the Institute of Digital Image Processing of the Joanneum Research Forschungsgesellschaft will be the basis for further evaluation within the project study region.

1. Das Aufnahmesystem MOMS-02

Satellitenbilddaten sind die Grundlage für Arbeiten auf verschiedenen Gebieten, wie z.B. Kartographie, Meteorologie, Umweltforschung,

Geologie, Land- und Forstwirtschaft. Sie bieten eine kostengünstige und effektive Möglichkeit zur Herstellung und Nachführung von Kartengrundlagen, sowie zur Ableitung eines digitalen Höhenmodells (DHM). Seit 1972, dem Beginn