

Nicht im Handel

Sonderdruck aus 101. Jahrgang, Heft 6, 1984

Alle Rechte vorbehalten

E UND M

ELEKTROTECHNIK UND MASCHINENBAU

Schriftleiter: H. Sequenz u. F. Smola, Wien

Springer-Verlag / Wien · New York

**Entwicklungsarbeiten am Institut für digitale Bildverarbeitung und Graphik des
Forschungszentrums Graz**

Von FRANZ LEBERL, Graz

Entwicklungsarbeiten am Institut für digitale Bildverarbeitung und Graphik des Forschungszentrums Graz

Von FRANZ LEBERL, Graz¹

(Eingelangt: 1983 06 17)

Dieser Aufsatz wurde einem Begutachtungsverfahren unterzogen.

1. Über das Forschungsinstitut

Im Juni 1980 wurde im Rahmen des Forschungszentrums Graz ein weiteres Institut errichtet, welches die

¹ a. o. Professor Dipl.-Ing. Dr. techn. FRANZ LEBERL, Leiter der Abteilung für Photogrammetrie und Fernerkundung an der Technischen Universität Graz sowie des Instituts für digitale Bildverarbeitung und Graphik am Forschungszentrum Graz, Technische Universität und Forschungszentrum Graz, Wastiangasse 6, A-8010 Graz.

Bezeichnung „für digitale Bildverarbeitung und Graphik“ führt. Die Errichtung beruhte auf einer Vereinbarung zur Kooperation mit dem Arbeitsbereich Photogrammetrie und Fernerkundung der Technischen Universität Graz. Als wesentliche Voraussetzung für die Errichtung galt und gilt die vollständige Finanzierung aus Projekten. Das Forschungszentrum Graz bietet den organisatorischen Rahmen.

Langfristiges Ziel des Institutes sind der Aufbau und die

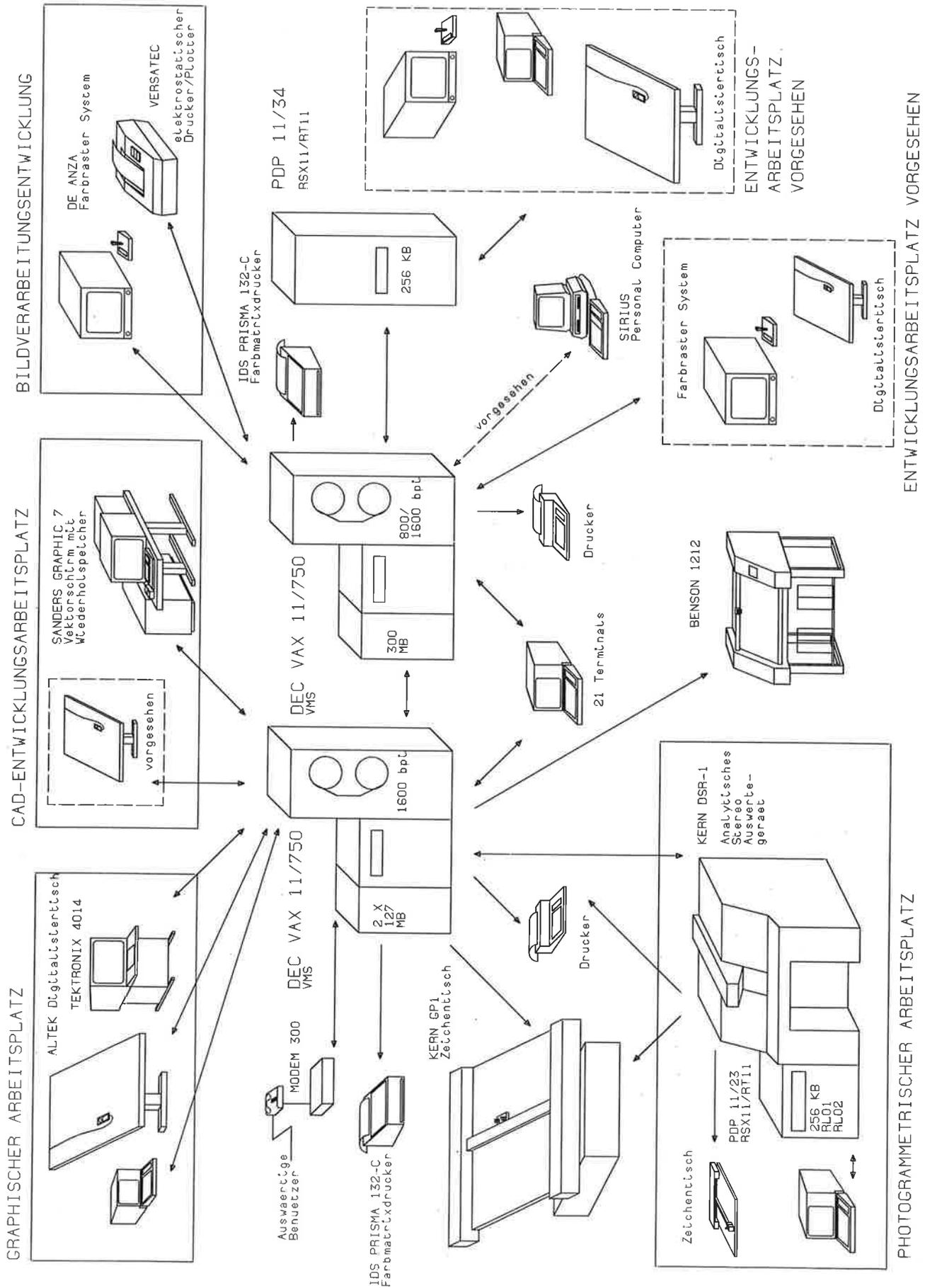


Abb. 1. Gerätekonfiguration am Institut

Erhaltung einer leistungsfähigen und auf internationalem Niveau stehenden Forschungseinheit auf dem Gebiet der digitalen Bearbeitung bildhafter und graphischer Information zur Erbringung wissenschaftlicher und technologischer Innovation.

Gegenwärtig liegen die Schwerpunkte bei folgenden Themenkreisen: Mustererkennung, digitale Bildverarbei-

Prinzipiell bestehen die zu erfüllenden Aufgaben in verschiedenen Anwendungsbereichen in ähnlicher Form. Der Bogen spannt sich von der Robotik über medizinische Bildanalyse, Fernerkundung, digitale Erkennung von Schriftzeichen und graphischen Elementen in Landkarten bis zur Qualitätskontrolle in der Industrie.

Zunächst ist von Bedeutung, daß die Bildverarbeitungs-

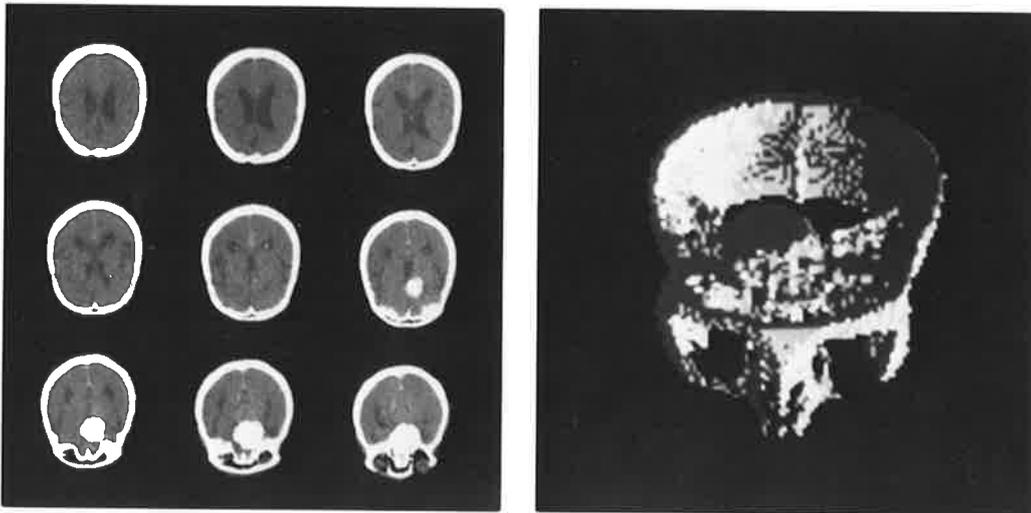


Abb. 2. Verarbeitung von computertomographischen Bildstapeln zu dreidimensionalen Objektdarstellungen

ung und maschinelles Sehen, Geoinformatik, Digitalphotogrammetrie, graphische Datenverarbeitung, computerunterstütztes Entwerfen (CAD).

Für die wirkungsvolle Bearbeitung von Aufgaben aus diesen Gebieten ist eine geeignete Geräteausstattung vorzusehen. Abb. 1 gibt eine Darstellung der benutzten Apparate. Der Benutzerkreis umfaßt derzeit etwa 40 Personen.

Im folgenden werden einige Arbeiten des Institutes herausgegriffen, um beispielhaft den Stand und Umfang der Entwicklungen darzustellen.

und Mustererkennungssoftware zur Gänze von Institutsmitarbeitern konzipiert und entwickelt wurde. Das nunmehr bestehende „Digitale Bildauswertesystem Graz“ (DIBAG) setzt sich aus einer transportablen Komponente (RANZINGER, 1981) sowie einem maschinenspezifischen Teil zusammen. RANZINGER (1983) beschreibt die Nutzung eines Videoprozessors für spezifische Programme. Dieser Prozessor ermöglicht die parallele Durchführung von Rechenoperationen in allen Punkten eines Bildes im Videotakt.

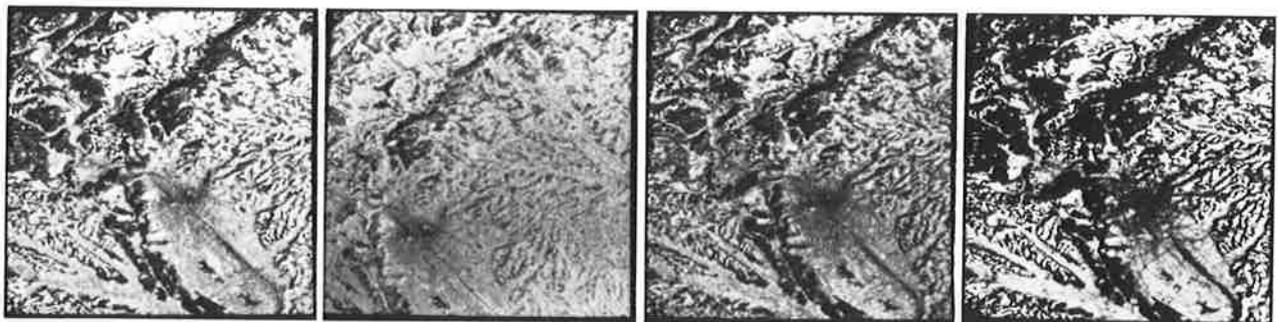


Abb. 3. Satellitenbildausschnitte um Graz aus verschiedenen Zeitpunkten (50 km × 50 km). 1981 04 22, 1981 06 14, 1981 09 13, 1981 12 30

2. Mustererkennung, digitale Bildverarbeitung und maschinelles Sehen

Am Institut werden mehrere Arbeiten mit digitalen natürlichen und nicht-natürlichen Bildern durchgeführt. Die automatische Analyse dieser Bilder führt mittels Verfahren der Mustererkennung zu einem Vorgang des „maschinellen Sehens“.

Die transportable Komponente von DIBAG steht für Interessenten zur Verfügung.

Eigentliche Projekte im hier definierten Bereich betreffen medizinische Bilder, Satellitenfernerkundung, Zeichenerkennung und automatische Digitalisierung von Zeichnungen. Bisherige Ergebnisse der ersten beiden Arbeiten wurden von OSWALD u. a. (1982), LEBERL u. a. (1983) und KROPATSCH, LEBERL (1981) mitgeteilt. Bei der

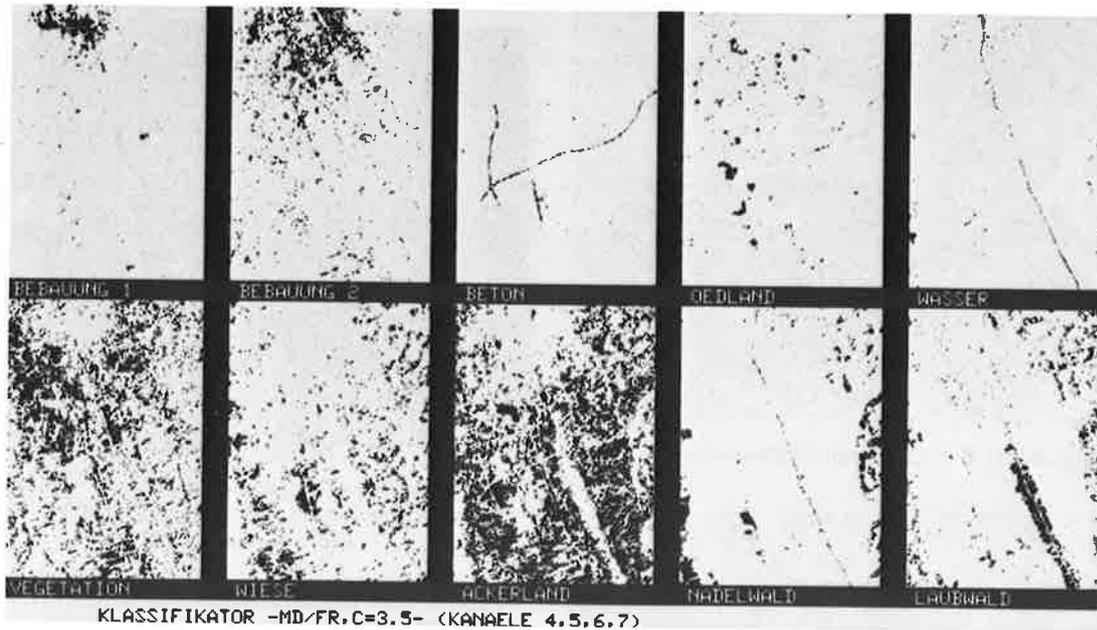


Abb. 4. Ergebnis einer Klassifizierung von Inhalten der Satellitenbilder

medizinischen Bildverarbeitung ist die Aufgabe zu lösen, aus vorgegebenen Computertomogrammen die Schnittbilder einzelner Objekte zu erkennen, die Bilder zu dreidimensionalen Körpern zusammensetzen und das Ergebnis anschaulich darzustellen (Abb. 2).

Die Satellitenfernerkundung verwendet als Eingabedaten verschiedenartige Satellitenbilder, welche zu verschiedenen Zeiten gewonnen werden, sowie eine Reihe kollateraler Daten, z. B. eine Datei der Geländehöhen (Abb. 3). Daraus sind weitgehend automatisch die Bildinhalte getrennt zu ermitteln und für die visuelle Analyse aufzubereiten (Abb. 4).

Ein besonderer Aspekt der am Institut durchgeführten Bildanalyseprojekte ist die gemeinsame Verwendung von Bildern und Karten (KROPATSCH, LEBERL, 1981). Daraus ergibt sich eine Möglichkeit zur kennnisgestützten Bildanalyse. Dies ist eine in der Fernerkundung bisher noch kaum berücksichtigte Vorgehensmöglichkeit.

In der Zeichenerkennung sowie in der automatischen Digitalisierung gilt es, Linien, Symbole, Schriftzeichen

usw. aus digitalen Vorlagen zu erkennen und in einer nutzbaren Form abzulegen. Am Institut wird das Konzept der interaktiven Datenbearbeitung für diese Aufgabe realisiert. Abb. 5 zeigt einen zu erkennenden Schriftzug, Abb. 6 ein Beispiel einer digitalisierten, kartographischen Vorlage.

Ein besonderes Anliegen ist die Simulation von Bildern für verschiedene Zwecke, z. B. die Korrektur echter Bilder. Ein Ergebnis für Radarbilder wird in Abb. 7 dargestellt.

3. Geoinformatik

Wir bezeichnen die Computerbearbeitung graphischer Daten aus den Geowissenschaften mit dem Begriff „Geoinformatik“. Dieser Begriff stellt jedoch keinen derzeit gültigen Fachausdruck dar. Die bearbeiteten Aufgaben sind vielfältig und erstrecken sich von der Entwicklung sehr spezieller Verfahren der Interpolation und Darstellung von topographischen digitalen Höhenmodellen (DHM) bis zum Aufbau von Geoinformationssystemen (GIS).

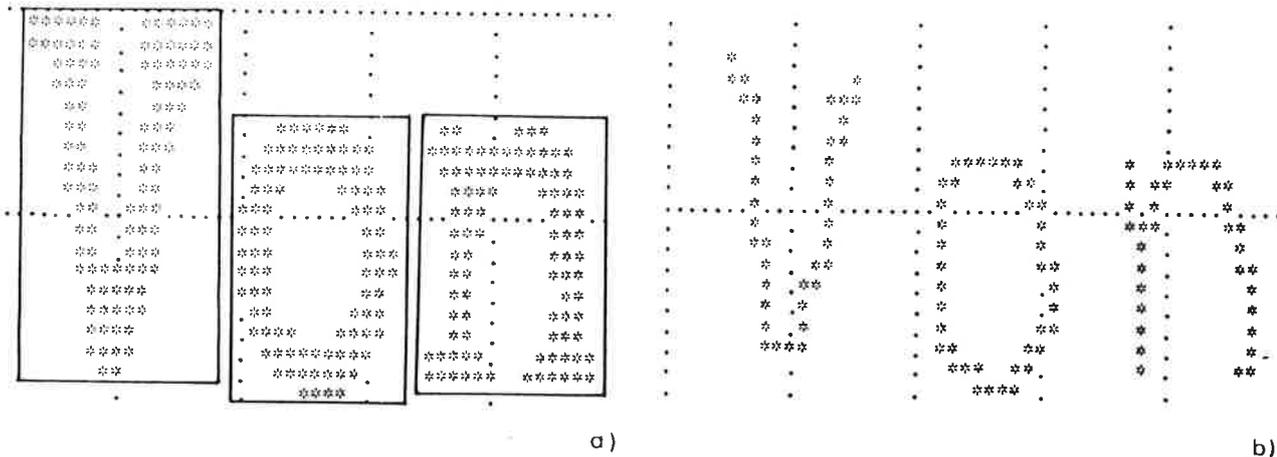


Abb. 5. Digitalisierter Schriftzug zur automatischen Zeichenerkennung
 a) Binäres Rasterbild b) Skelett der Schriftzeichen

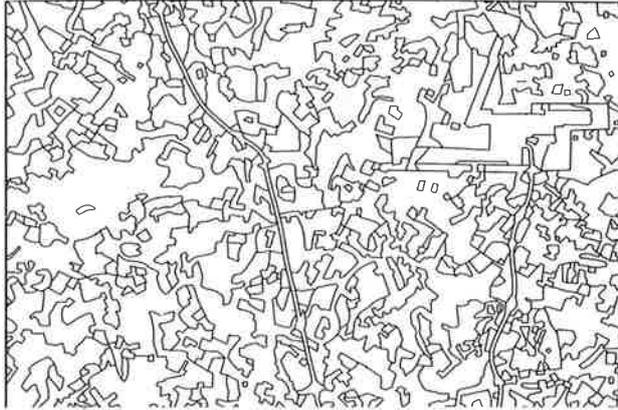


Abb. 6. a) Kartographische Originalvorlage

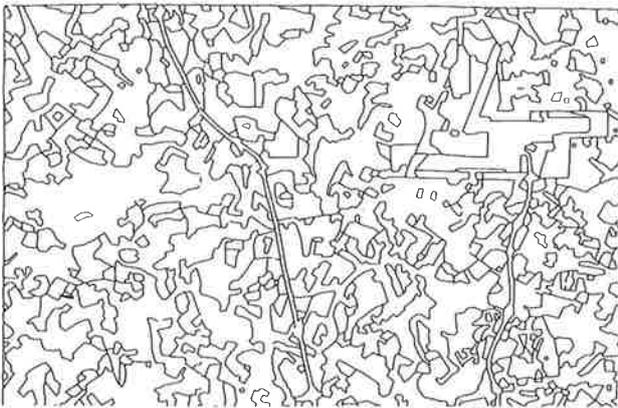


Abb. 6. b) Digitalisierte Version

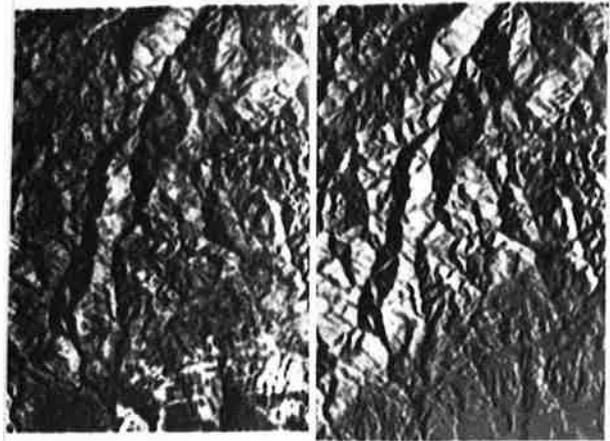


Abb. 7. Echtes und simuliertes Radarbild aus der Space Shuttle Imaging Radar Mission, Nord-Kalifornien, 50 km × 30 km
links echt, rechts simulierend

Abb. 8 zeigt einen Ausschnitt aus einem Höhenlinienblatt als Eingabe in ein System zur Erzeugung sogenannter digitaler Höhenmodelle. Die Daten werden digitalisiert, in einem Höhenraster interpoliert und zu Darstellungen ausgewertet (LEBERL und OLSON, 1982; Abb. 9).

Die Besonderheit des Systems ist seine Leistungsfähigkeit: ein Eingabedatensatz von oft 200 m Höhenlinien mit 300 000 Punkten kann in etwa 1,5 h zu einem Raster mit nahezu 1 000 000 Punkten interpoliert werden.

Höhenlinien sind sehr spezielle Daten mit einfacher Struktur. Die digitale Erfassung, Speicherung, Bearbeitung allgemeiner ortsbezogener Daten wird im Projekt DESBOD realisiert, welches aus verschiedenen Eingabe-

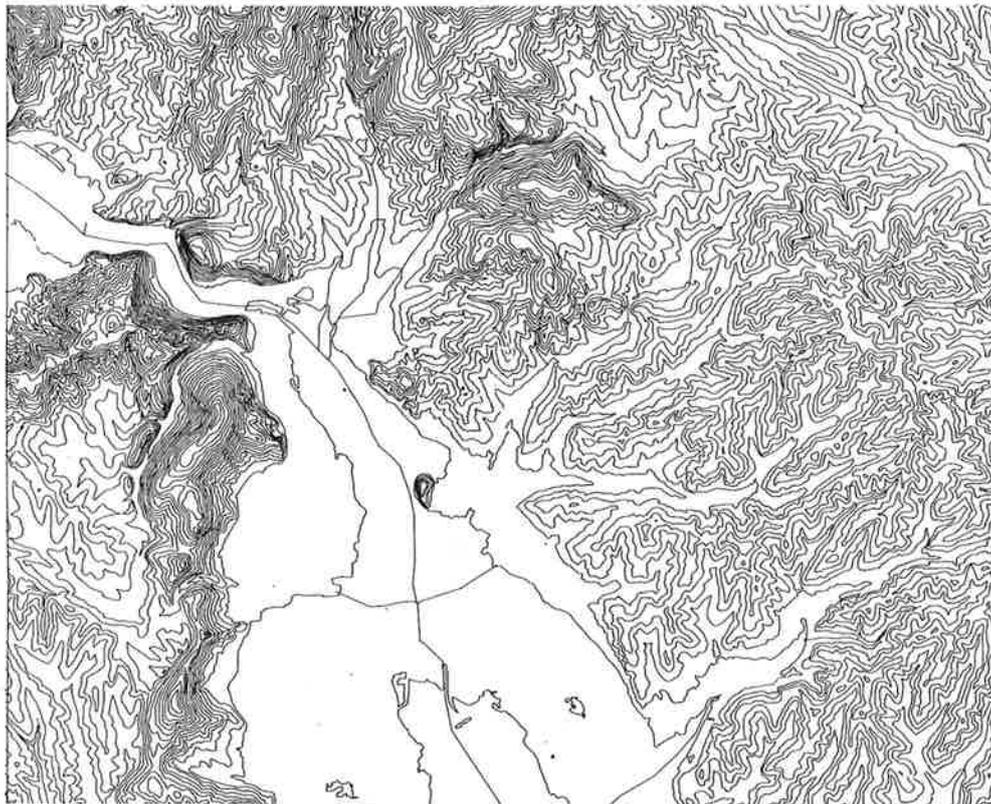


Abb. 8. Ausschnitt aus der Höhenlinienfolie als Eingabe in ein System zur Erzeugung digitaler Höhenmodelle

modulen für manuelle und automatische Digitalisierung verschiedenartiger Vorlagen besteht, eine Datenbank umfaßt und schließlich verschiedenste Ausgabemöglichkeiten bietet. Abb. 10 ist ein Beispiel eines mit DESBOD erstellten digitalen Geodatensatzes. Zu bemerken ist hier, daß DESBOD einen aus Abb. 10 nicht ersichtlichen großen Umfang an Funktionen umfaßt. Eine Darstellung des Konzepts ist in Abb. 11 enthalten (KAINZ, 1983).

ner PDP 11/23; Echtzeitoperationen werden durch einen Prozessor LSI 11/02 realisiert. Gesteuert wird ein Paar von Photoplaten, welche stereoskopisch betrachtet werden. Dieses und ähnliche Geräte anderer Firmen bieten den modernsten Stand der Photogrammetrie und dienen der Erzeugung von Kartenmanuskripten aus Stereoluftbildern, welche mittels besonderer Luftmeßkameras erstellt werden.

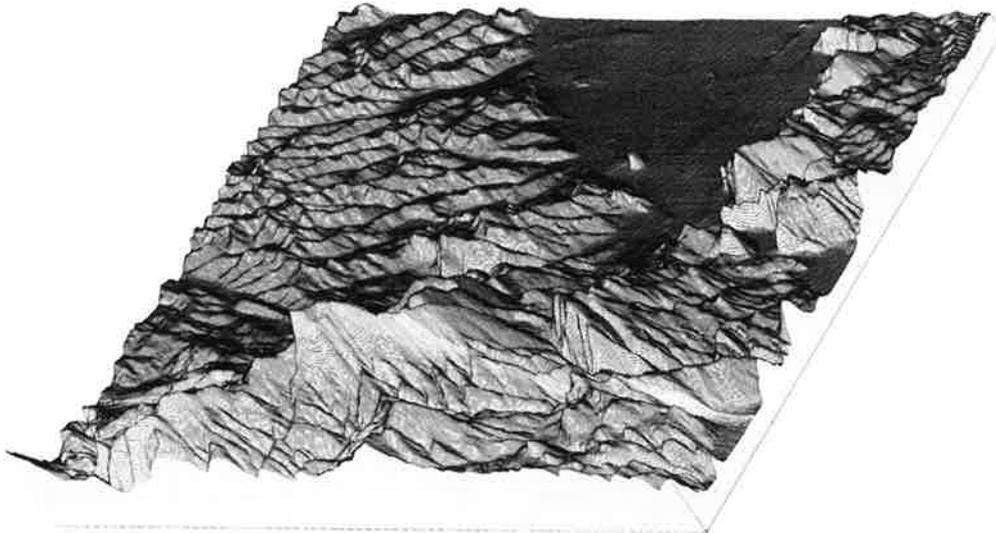


Abb. 9. Darstellung eines aus Abb. 8 gewonnenen digitalen Höhenmodells aus 901×901 Punkten (ÖK 50, Graz) $27 \text{ km} \times 27 \text{ km}$

Die Entwicklung eines speziellen interaktiven graphischen Arbeitsplatzes für geowissenschaftliche und vermessungstechnische Aufgabenstellungen ist als eigenes Projekt, jedoch in enger Verbindung mit DESBOD, im Gange.

4. Digital-Photogrammetrie

Derzeit bearbeiten wir drei Entwicklungsprojekte im Bereich der Photogrammetrie. Zentral steht hier ein rechnergesteuertes Stereodigitalisiergerät DSR-1 der Firma Kern (Schweiz). Die Steuerung geschieht über einen Rech-

Am Institut werden nun Programme entwickelt, um den Stereodigitizer für andere Bildgeometrien und Anwendungsfälle zu programmieren, so daß der Anwendungsbereich über den durch die Herstellerfirma vorgesehenen erweitert wird. Insbesondere besteht am Institut eine Entwicklung zur Nutzung gewöhnlicher Amateurkameras, z. B. im Zusammenhang mit Bildauswertung nach Verkehrsunfällen und ähnlichen (FUCHS, LEBERL, 1982). Weiters wird der Stereodigitizer derzeit auch für die Anwendung auf Radarbilder programmiert. Als Beispiel eines Radarstereobildpaares sei auf Abb. 12 verwiesen, von dem das Höhenmodell in Abb. 13 gewonnen wurde.

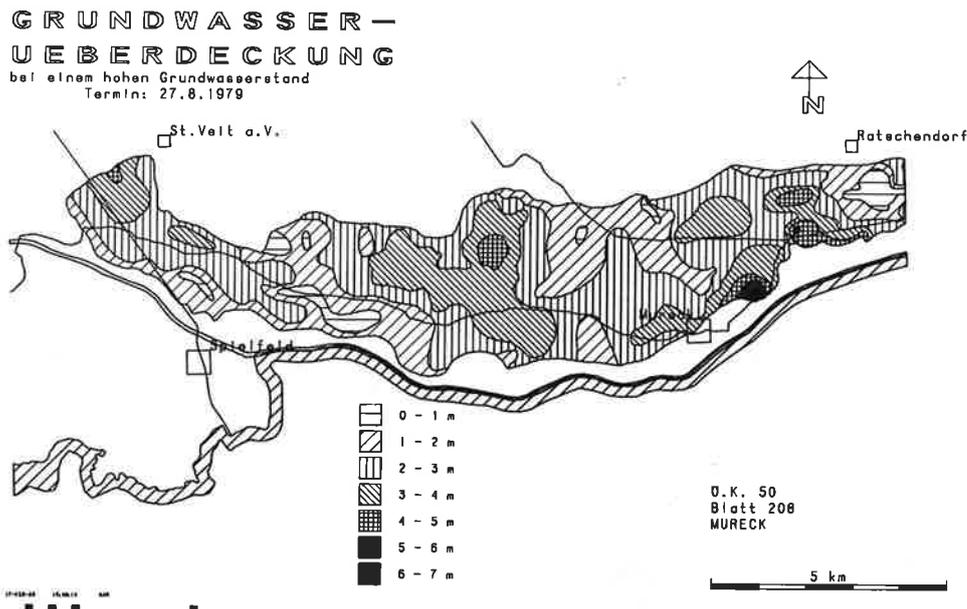


Abb. 10. Ergebnis einer DESBOD-Bearbeitung von geowissenschaftlichen Daten

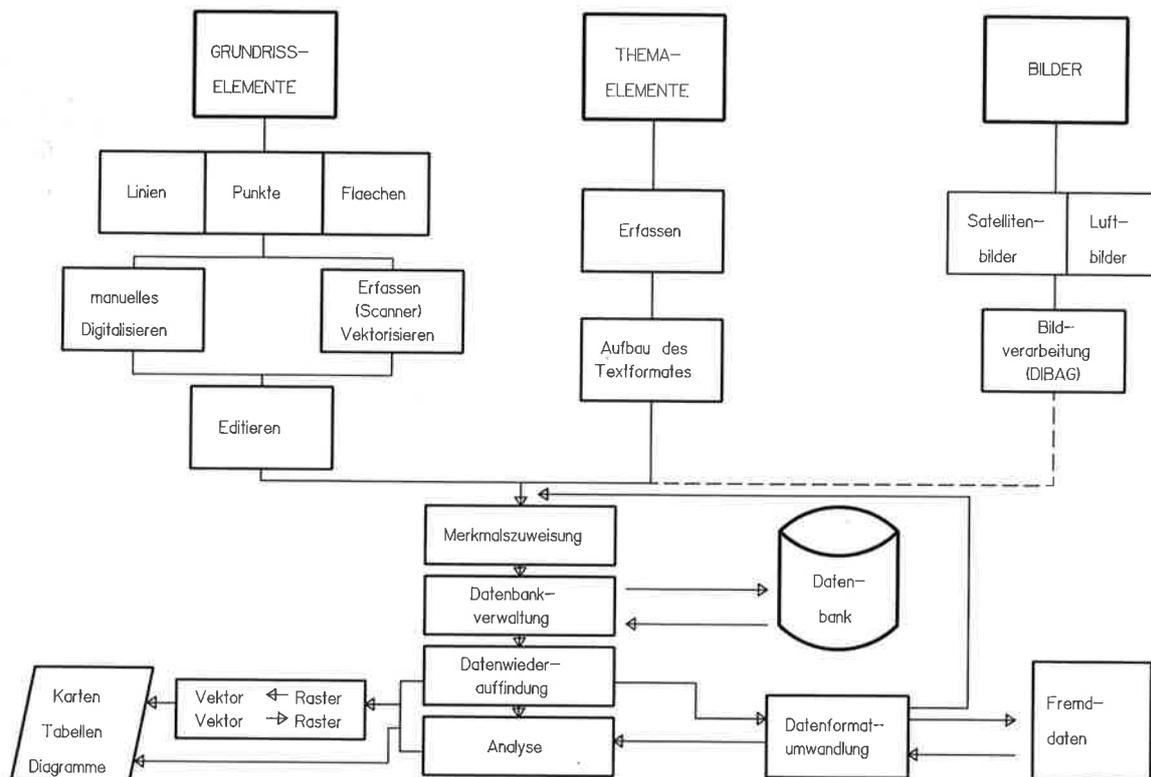


Abb. 11. Gesamtkonzept des Geoinformationssystems DESBOD

Eine in weiten Ingenieur Anwendungen nutzbare Entwicklung betrifft die Ausmessung einzelner Photographien, also nicht von Stereoaufnahmen. Dies wird für photogrammetrisch nicht geschulte Anwender programmiert, um an manuellen XY-Digitizern mit graphischem Bildschirm realisiert zu werden.

5. Graphische Datenverarbeitung, CAD

Abb. 14 zeigt eine schematische Fließbildarstellung, welche mit einem eigenentwickelten zweidimensionalen CAD-Programmpaket (interaktives Fließbildentwicklungssystem IFES) erstellt wurde. Diese Entwicklung ist nicht abgeschlossen. Erweiterungen in verschiedenen Richtungen sind vorgesehen.

Eine Reihe von weiteren Arbeiten wird derzeit im Bereich der graphischen Datenverarbeitung geleistet. Stell-

vertretend für andere sei auf die Entwicklung einer flexiblen, allgemeinen Clipping-Routine verwiesen, deren Ergebnis in Abb. 15 gezeigt wird.

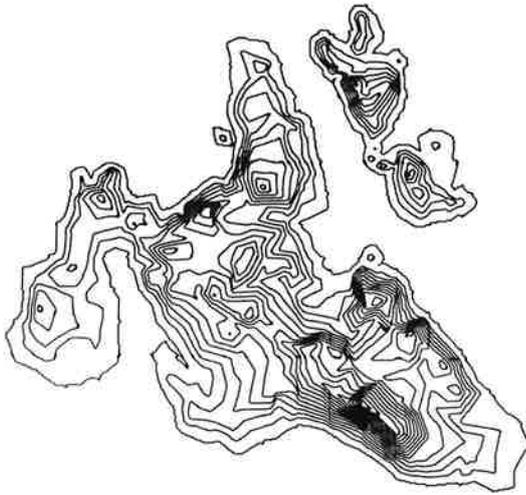
6. Schluß

Beispielhaft wurden einige wesentliche Entwicklungen kurz dargestellt, welche derzeit am Institut für digitale Bildverarbeitung und Graphik des Forschungszentrums Graz bearbeitet werden. Diese Bearbeitung graphischer und bildhafter Digitaldaten stellt eine schwierige, aber technisch fordernde und befriedigende Aufgabe dar. Die nunmehr etwa 40 Mitarbeiter des Institutes repräsentieren eine Vielfalt der zur erfolgreichen Bearbeitung notwendigen Kenntnisse.

Die derzeitige Gliederung in die Bereiche des maschinellen Sehens, der Geoinformatik, Photogrammetrie und



Abb. 12. Satelliten-Radarstereobildpaar aus dem Space Shuttle Imaging Radar-Experiment



ITHAKI & KEPHALINA
REINTERPOLATED CONTOURLINES
INPUT: A GPI-FILE WITH PROFILES
METHOD: ATOS, SMOOTH (2)



INSTITUTE FOR IMAGE PROCESSING AND COMPUTER GRAPHICS
RESEARCH CENTER @ TECHNICAL UNIVERSITY, GRAZ AUSTRIA
DATE OF CREATION: 14-FEB-1983 09:21:03.7

CONTOUR - LINES	0.0	100.0	200.0	300.0	400.0	500.0	600.0
	700.0	800.0	900.0	1000.0	1100.0	1200.0	1300.0
	1400.0	1500.0	1600.0	1700.0			

Abb. 13. Digitales Höhenmodell aus Abb. 12 mittels Stereodigitizer

graphischen Datenverarbeitung entspricht den speziellen Interessen und derzeitigen Schwerpunkten des Institutes und seiner Mitarbeiter.

Für die Zukunft wird es sinnvoll sein, zusätzlich zu den bisher vor allem in Zusammenarbeit mit ausländischen Stellen entwickelten Projekten zunehmend auch mit österreichischen Partnern durchzuführende Arbeiten zu definieren. Das fortgesetzte Streben nach Exzellenz, die Vertiefung spezieller Kenntnisse und die Verknüpfung akademischer Forschung mit industriellen Entwicklungsaufgaben werden auch weiterhin zentrale Aspekte der Institutsarbeit darstellen.

Schrifttum

FUCHS, H., und F. LEBERL (1982): CRISP - A Software System for Close Range Photogrammetry for the KERN DSR-1 Analytical Stereo-Plotter. Proceedings, Symp. of Comm. V of ISPRS on Precision and Speed in Close Range Photogrammetry, Sept. 5 ... 10, York, U. K., S 175 ... 184.

KAINZ, W. (1983): DESBOD - Ein geographisches Informationssystem. Tagungsband CAMP '83, Berlin.

KROPATSCH, W., und F. LEBERL (1981): Automatic Registration of Scanned Satellite Images with a Digital Map Data Base. DIBAG-Report No. 1, Graz Research Centre, A-8010, Austria, S. 156.

LEBERL, F., und D. OLSON (1982): Raster Scanning for Operational Digitizing of Graphical Data. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 48, Nr. 4, S. 615 ... 627.

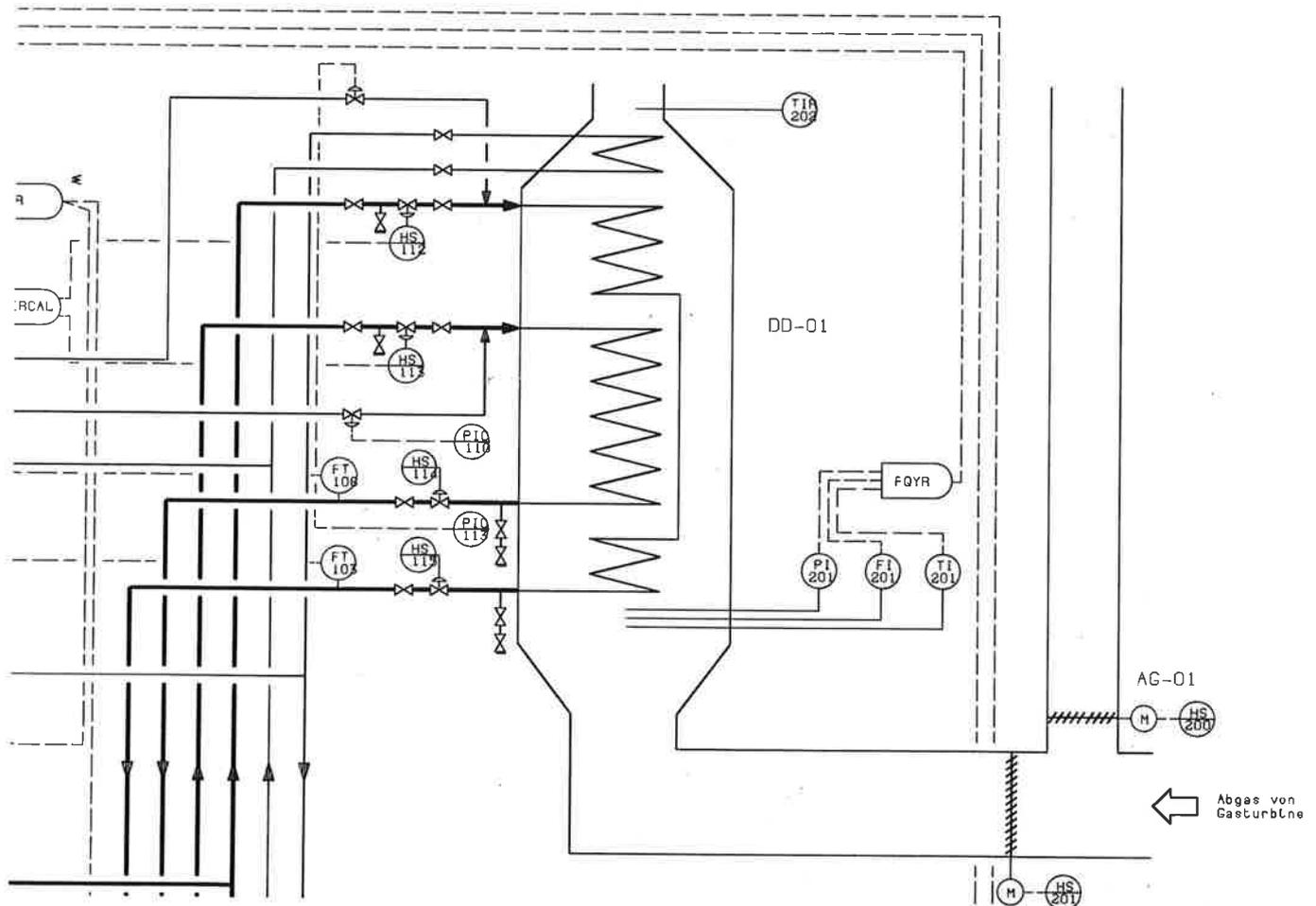
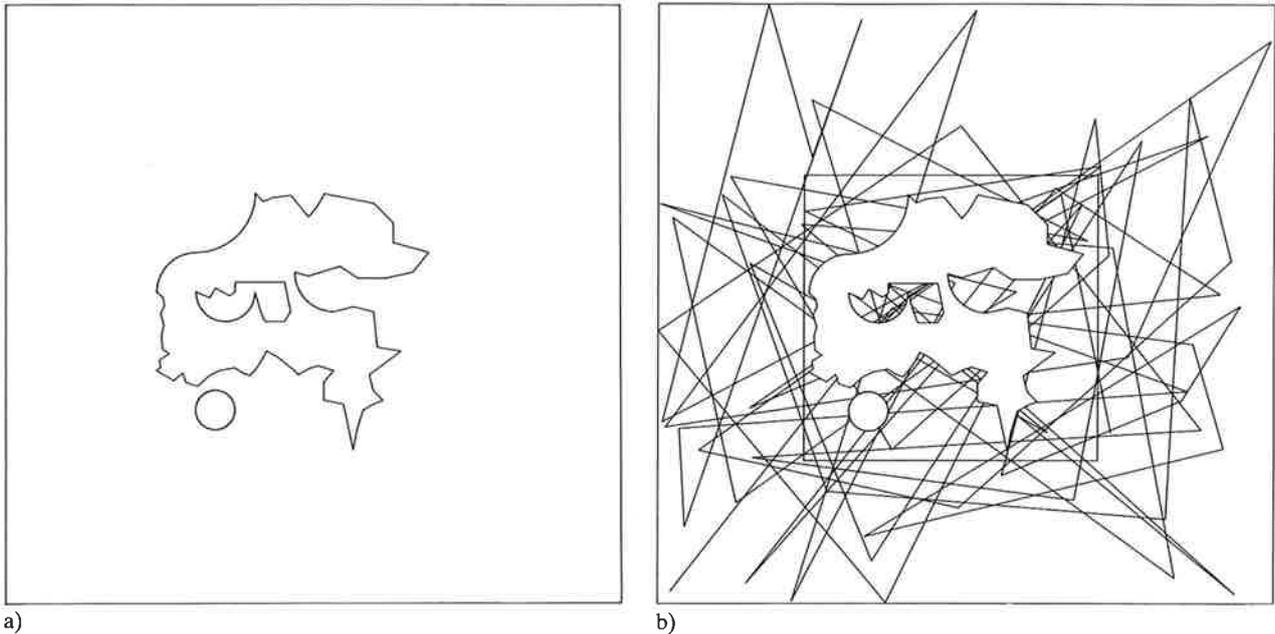


Abb. 14. Mittels interaktivem Fließbild-Entwicklungssystem (IFES) erstelltes Fließbild



a)

b)

Abb. 15. Ergebnis einer Clipping-Funktion. Aus einer Menge beliebig komplexer graphischer Elemente wird mittels eines beliebig gestalteten Fensters der Fensterinhalt ausgeschnitten

a) Fenster

b) Clipping-Ergebnis

LEBERL, F., J. RAGGAM und H. RANZINGER (1983): Zur Nutzung multispektraler Satellitenbilder. Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen und Photogrammetrie, 71. Jg. (1983), H. 1, S. 22 ... 39.

OSWALD, H., W. KROPATSCH und F. LEBERL (1982): A Perspective Projection Algorithm with Fast Evaluation of Visibility for Discrete Three Dimensional Scenes. Proceedings ISMIII '82, S. 464 ... 470.

RANZINGER, H. (1981): DIBAG – Ein portables Bildverarbeitungssystem. OEAGM-Tagung über Mustererkennung in Österreich, Öst. Computergesellschaft, S. 95 ... 112.

RANZINGER, H. (1983): Image Processing with an Array Processor SPIE Proceedings Vol. 397, 1983 SPIE. International Conference, European, Applications of Digital Image Processing, Genf.