

XIV. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie  
Hamburg 1980

Kommission IV  
Presented Paper

"Spezielle Einsatzbeispiele moderner Hard- und Softwarekomponenten  
im Vermessungswesen"

FRIEDL Josef und OTEPKA Gottfried



Arbeitsgemeinschaft Vermessung Tirol  
A-6460 Imst

Zusammenfassung

An Hand ausgewählter Einsatzbeispiele wird gezeigt, wie im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft Vermessung Tirol Hard- und Softwarekomponenten verbunden werden, um so das vorhandene moderne Geräte- und Rechnerpotential für unterschiedlichste Aufgaben der Photogrammetrie zu nützen.

## 1. Einleitung

Auf Grund langer Tradition verfügt das staatliche Vermessungswesen in Österreich über entsprechende personelle und instrumentelle Kapazität. Aus diesem Grunde sind private österreichische Vermessungsunternehmen nicht in der "glücklichen" Lage, einen Großteil ihrer Kapazität durch langfristige Arbeiten des Bundes ausgelastet zu wissen. Unter Berücksichtigung dieser Gegebenheit und der derzeitigen wirtschaftlichen Situation sind wir innerhalb der Arbeitsgemeinschaft V e r m e s s u n g T i r o l, die ein junges, privates österreichisches Ingenieurbüro ist, der Ansicht, daß ein betriebswirtschaftlicher Erfolg unseres Unternehmens nur über eine technische Spitzenstellung erzielbar ist. Deshalb ist die Arbeitsgemeinschaft V e r m e s s u n g T i r o l bemüht, moderne Hard- und Softwarekomponenten bei den ihr übertragenen Aufgaben zum Einsatz zu bringen.

Bei einem Unternehmen unserer Größenordnung wären Eigenentwicklungen auf dem Hardwaresektor wirtschaftlich nicht vertretbar. Mit dem Ankauf des analytischen Stereoauswertegerätes Zeiss Planicomp C-100 zu unseren vorhandenen Analogauswertegeräten glauben wir, auf dem photogrammetrischen Auswertesektor optimal ausgerüstet zu sein. Anders ist die Situation bei Softwareentwicklungen, obwohl auch hier der tatsächliche Aufwand an Entwicklungsarbeiten vielfach unterschätzt wird. Da wir auf diesem Gebiete über gewisse Erfahrung verfügen (z.B. MARKOWSKI, SEYWALD und FRIEDL, 1976; OTEPKA und LOITSCH, 1976) haben wir uns in der letzten Zeit entschlossen, ein Programmsystem zur Ausgleichung photogrammetrischer Blöcke zu kaufen, für ein Programm zur graphischen Überarbeitung und Aufbereitung großmaßstäblicher Strichauswertungen die Entwicklungsarbeiten jedoch selbst zu leisten.

An Hand spezieller Beispiele soll in der vorliegenden Veröffentlichung der Einsatz und die Ergebnisse dieser neuen Hard- und Softwarekomponenten skizziert werden.

## 2. Einsatzbeispiele des Zeiss Planicomp C-100

Mit der Inbetriebnahme des analytischen Stereoauswertegerätes Planicomp C-100 (HOBBIE, 1976) im Jänner 1980 steht uns ein photogrammetrisches Gerätesystem zur Verfügung, mit dem ein Großteil der heutigen Auswerteaufgaben abgedeckt werden kann. Zwei Einsatzbeispiele, die jüngst von uns mit dem Planicomp bearbeitet wurden, sollen einmal Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit und weiters die Universalität des Gerätes und der dazu verfügbaren Software demonstrieren.

## 2.1 Streifentriangulation

Für die Erstellung von Streckenplänen 1:1000 einer Bahnlinie sollten 9 Streifen unterschiedlicher Länge trianguliert werden. Zum Standardlieferumfang der Planicompssoftware gehört bekanntlich das Streifenausgleichsprogramm STRIM-43-P (KLEIN, 1977) das für diese Arbeit eingesetzt wurde.

Die Befliegung der Streifen erfolgte in einem mittleren Bildmaßstab von 1:3900, einer Brennweite  $c = 21$  cm und dem Bildformat  $18 \times 18$  cm<sup>2</sup>. Vor dem Flug waren die vorhandenen Paßpunkte (Triangulierungs- und Einschaltpunkte) signalisiert worden. Zusätzlich wurden für dieses Projekt noch Paßpunkte in der Form bestimmt, daß die Überbrückungsdistanz bei der Aerotriangulation maximal 5 Modelle betrug und pro Streifen wenigstens 6 Lagepaßpunkte vorlagen. Als Höhenpaßpunkte wurden neben den Triangulierungspunkten topographische Höhenkoten einer vorhandenen Auswertung 1:5000 benutzt, wodurch eine räumliche Streifenausgleichung möglich war. Als Ergebnis erhielten wir in der Lage ein mittleres  $\sigma_{\odot}$  von 3,4 cm in der Natur, was einem mittleren Koordinatenwert von  $6 \mu$  bezogen auf das Bild entspricht. Als Höhengenaugigkeit ergab sich ein mittleres  $\sigma_{\odot}$  von 18,4 cm, wodurch gewährleistet war, daß die Horizontierung der Modelle für die gewünschte Lageauswertung ausreichte.

Nicht die erreichte Genauigkeit dieser Arbeit ist für uns Grund darüber zu berichten, vielmehr erscheint es uns bemerkenswert, daß diese Arbeit, die nur eine Woche nach der Geräteeinschulung begonnen wurde und von 3 Auswertern, die die Messungen und Aerotriangulationsberechnungen durchführten, in durchschnittlich 45 Minuten pro Modell vollzogen werden konnte. Gegenüber den Aerotriangulationsmessungen an Analoggeräten wurde von den Auswertern, die in den letzten 3 Jahren eine Reihe von Blöcken und Streifen verschiedener Größe trianguliert haben, die Möglichkeit des interaktiven Arbeitsablaufes am Planicom als sehr positiv empfunden.

## 2.2 Auswertung von Amateurunterwasseraufnahmen

Das Wegfallen einer Reihe von Gerätelimitationen ist bekanntlich ein wesentlicher Vorteil eines analytischen Stereoplotters gegenüber einem photogrammetrischen Analogauswertegerät. Im vorliegenden Projekt ging es darum, daß für eine Forschungsarbeit der Universität Innsbruck, Institut für Zoologie, Abteilung Limnologie, Prof. Dr. Pechlaner, aus Stereobildpaaren von Kleinbildunterwasseraufnahmen die Oberfläche von Testgebieten des Grundes eines Hochgebirgssees bestimmt werden sollte. Wegen technischer Details bei der Aufnahme und Auswertung der Meßergebnisse wird auf KLADENSKY und WALDHÄUSL (1980) verwiesen.

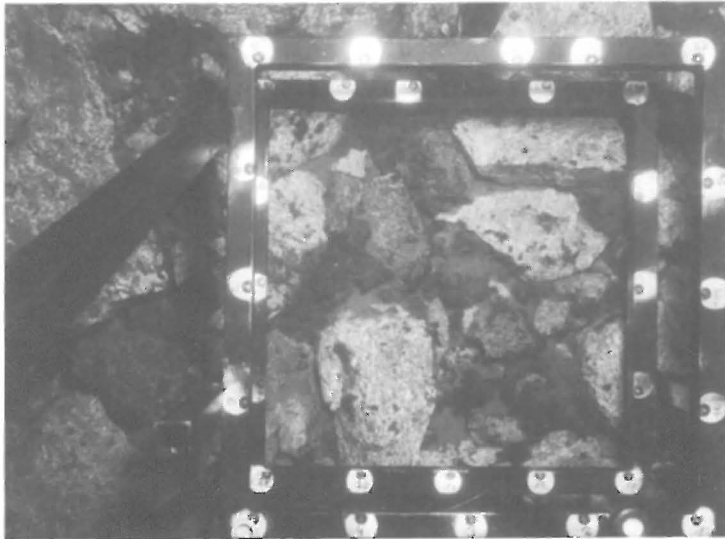


Abbildung 1

Grund eines Hochgebirgssees und Paßpunkttrahmen, linkes Foto eines Kleinbildunterwasserstereobildpaares

Wie der Abbildung 1 zu entnehmen ist, wurden genäherte Normalfallaufnahmen erstellt, wobei das jeweilige Interessensgebiet durch eine Paßpunktfigur umschlossen war. Eine Direktauswertung dieser Bilder an unserem Zeiss Planimat scheiterte an der Aufnahmebrennweite der Unterwasserkamera und dem z - Bereich bei der Höhenauswertung etlicher Modelle. Einpaßprobleme bei einer Affinauswertung veranlaßten uns die Bilder nach Inbetriebnahme unseres Planicom an diesem Gerät auszuwerten. Unter Verwendung von je 24 Messungen für die gegenseitige und absolute Orientierung ergaben sich dabei mittlere Parallaxen von 0,01 mm und mittlere Koordinatenrestfehler an den Paßpunkten von etwa 1 mm in der Natur, was für die vorliegende Aufgabenstellung als hinreichend genau angesehen wurde.

### 3. Photogrammetrisches Ausgleichsprogrammsystem ORIENT

Von den zur Zeit erwerblichen Programmen für die Ausgleichung photogrammetrischer Blöcke, haben wir uns für das Programmsystem ORIENT (KAGER, 1980) entschieden. Dieses Programm gestattet die Bearbeitung von Modell- und Bündelblockausgleichungen, kombinierten Bündel- und Modellblockausgleichungen, sowie Ausgleichungen mit fiktiven Beobachtungen. Zur interaktiven Steuerung des Programmes dient der Modul DIRAN. Damit verfügt dieses Programm über eine Kommandosprache, die auf relativ einfache Weise die Übergabe auch sehr komplexer Aufträge im Dialogverkehr an das Programm gestattet. In den letzten Wochen wurde dieses Programm, das ursprünglich für Großrechenanlagen entwickelt wurde, an unserem Minicomputer HP-1000 installiert. Die Leistungsfähigkeit des Programmes ORIENT soll an einem Beispiel aus der Amateurbildmessung demonstriert werden.



Abbildung 2

Amateuraufnahme mit eingetragenen Paßpunkten (o) zur Orientierung des Bildes und gekennzeichnetem Verlauf des strittigen Wegrandes (+)

Im Zuge einer Grenzstreitigkeit sollte aus einem Amateurfoto (siehe Abbildung 2) der in diesem Bild durch + gekennzeichnete Weg rekonstruiert werden, da durch Umbauten seine derzeitige Lage angeblich den damaligen Gegebenheiten nicht mehr entspräche. Neben diesem Foto existieren Luftbilder, die vor der Errichtung des in der Abbildung sichtbaren Hauses und der Stützmauer erstellt wurden. Aus diesen Meßbildern wurde am Planicomp ein digitales Höhenmodell (DHM) des Interessensgebietes bestimmt. Mit dem Programm ORIENT wurde danach das Amateurbild, dessen innere Orientierung unbekannt ist, über Paßpunkte und fiktive Beobachtungen kalibriert und absolut orientiert. Weiters wurde für die Berechnung des Wegrandes das DHM im Bereich des Weges als Regelfläche mit horizontalen Erzeugenden, die orthogonal zum Weg verlaufen angenommen. Die Erzeugenden selbst bewegen sich längs des in einem lokalen Koordinatensystem angenommenen Polynomes 5. Grades

$$z = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4 + a_5x^5$$

Die Ausgleichung des über diese Annahme erstellten Systems lieferte Landeskoordinaten des gesuchten Wegrandes und damit die Lösung der Fragestellung.

Neben diesem Anwendungsbeispiel aus der Amateurbildmessung wurde das Programm von uns auch für die Ausgleichung erster Luftbildblöcke eingesetzt. Die Ergebnisse entsprachen in allen Fällen den gestellten Erwartungen hinsichtlich Genauigkeit und Bearbeitungszeit.

#### 4. Interaktive Korrekturmöglichkeit am graphischen Bildschirm mit dem Programm GEDDA

Die Wunschvorstellung, digital erfaßte Daten aus photogrammetrischen Auswertegeräten, Meßgeräten oder terrestrischen Meßinstrumenten auf einem Präzisionszeichentisch (Gravur) oder Plotter graphisch darzustellen, wurde bereits vor einigen Jahren mit Hilfe mehrerer, im Hause entwickelter Programme abgedeckt. Die Forderungen an solche Programme (Fehlererkennung, überdeckungsfreie Beschriftung usw.) waren hoch, um aus Kostengründen Testläufe und Testzeichnungen einsparen zu können. Diese Ansprüche sollten allerdings nicht durch ein aufwendiges Codierungsschema bei der Datenerfassung erkaufte werden. Als Hilfsmittel für dieses Problem bot sich die graphische Bildschirmtechnik an. Auf der Suche nach einem graphischen System, welches den von uns geforderten Bedingungen, hinsichtlich der graphischen Ausgabe, für den zusätzlichen Einsatz als Steuerrechner für ein analytisches photogrammetrisches Auswertegerät, als auch als Multi-User-System für unser Unternehmen, entsprach, mußten wir feststellen, daß diverse Teillösungen, aber keine Kompaktlösung zu erschwinglichem Preis erhältlich ist. Auf Grund dieser Tatsache und der angedeuteten Notwendigkeit eine Kostensenkung durch den Entfall der Testzeichnungen auf der Präzisionszeichenanlage zu erzielen, wurde nach Erwerb der Rechenanlage HP-1000 mit der Programmierarbeit zur Lösung der oben angegebenen Zielvorstellung begonnen. Unser Programmpaket GEDDA (graphischer Editor für digitale Daten) soll, und das muß ganz klar gesagt werden, kein Ersatz für kostspielige interaktive graphische Systeme (z.B. GRADIS 2000, DATA-GRAPH 100) sein, sondern soll zeigen, wie mit einer Rechnerkonfiguration, wie sie zum Betrieb des Planicom C-100 notwendig ist, ohne nennenswerte zusätzliche Investitionen an Hardwareteilen, ein graphisches Editieren von Daten im praktischen Einsatz wirtschaftlich möglich ist. Beim Ankauf unseres Rechensystemes wurde nur auf einen Schnelldrucker zugunsten eines Matrixdruckers (HP-2608A) mit integrierter graphischer Ausgabemöglichkeit und einer Druckleistung von 400 Zeichen/sec verzichtet. Bei der Dokumentation von Karten und Plänen dient dieser Drucker nicht nur als Interpret des graphischen Bildschirms, sondern kann auch durch das Programm GEDDA so aktiviert werden, daß schnelle Testzeichnungen im Jobprocessing ganzer Kartenblätter möglich sind (siehe Abbildung 3).

\*\*\*\*\*  
PROJEKT: HOEHENKARTE PITZTAL TIROL  
RASTEREINHEIT = \*  
RANDKOORD; LU/RO      30000,00      221000,00 /      36000,00      224000,00  
MASSSTAB 1: 25035,  
\*\*\*\*\*

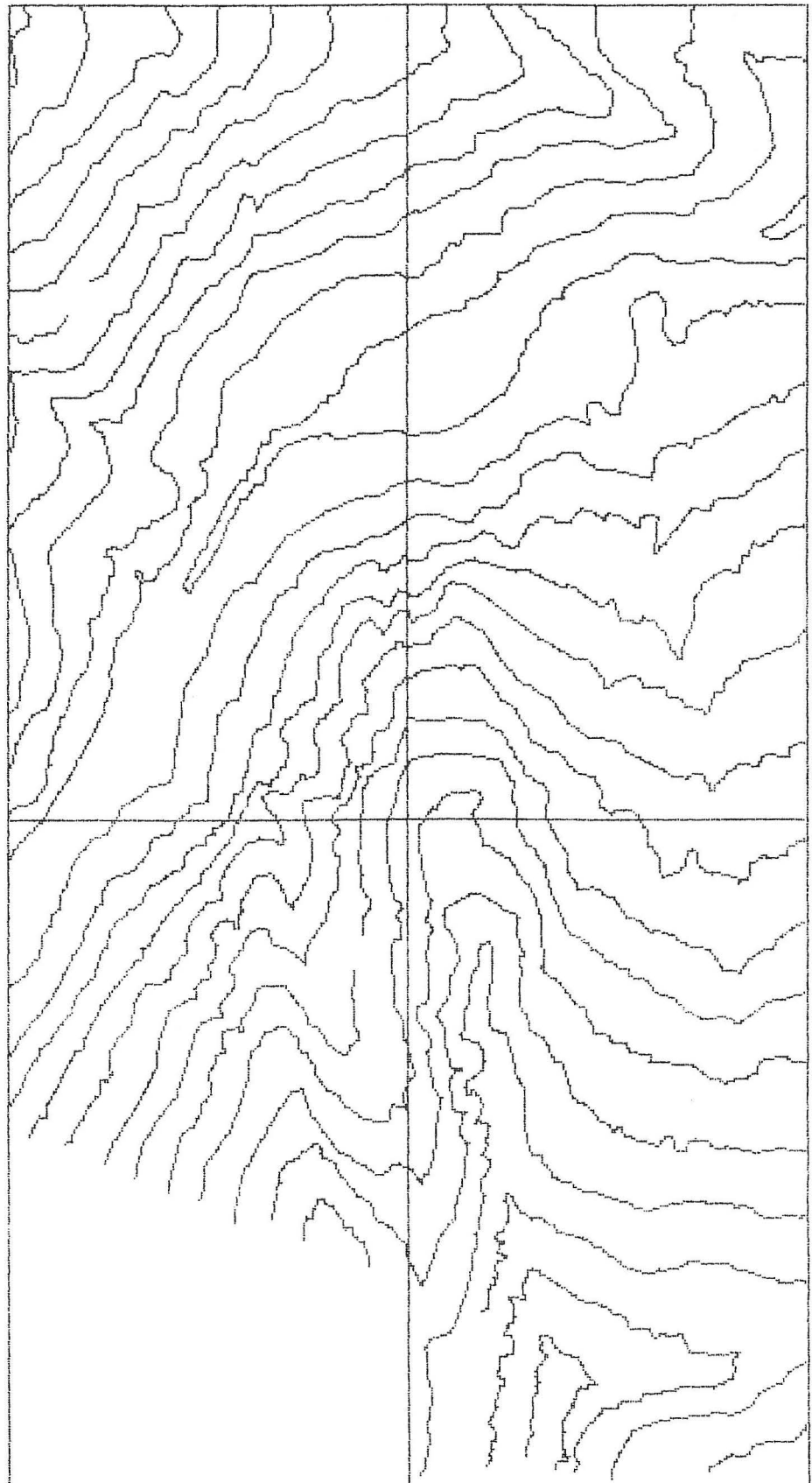


Abbildung 3  
"Schnellzeichnung" von digital erfaßten Daten mit dem graphischen  
Drucker HP-2608A





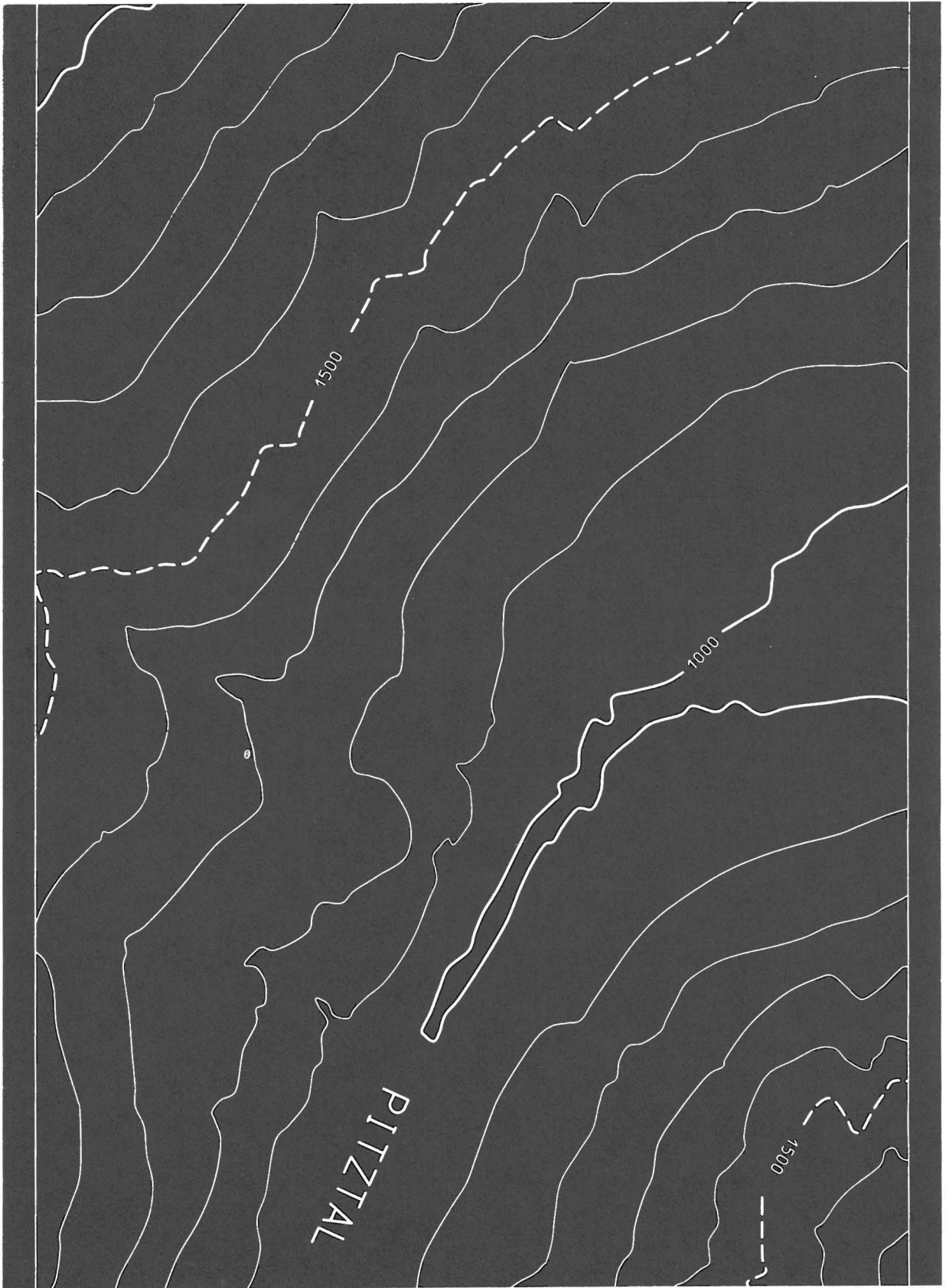


Abbildung 5

Reinzeichnung bzw. Gravur des in Abbildung 4 dargestellten Projekt-  
ausschnittes im gewünschten Kartenmaßstab

Eine stichwortartige Aufzählung soll die Möglichkeiten von GEDDA und technische Lösungswege dazu skizzieren:

- Filterung und Ausgabe von besonders gekennzeichneten Elementen (z.B. Häuser, Katasterinhalt, Höhenlinien) aus mehreren Teilprojekten, Modellen oder Datenblöcken, wobei entsprechende Möglichkeiten für Symbole und Texte existieren
- Aufrasterung eines Kartenblattes in Teilbilder mit Unterteilungen (siehe Abbildung 3)
- Ausschnittsabgrenzung durch Digitalisierung des Bereiches am Bildschirm oder über Koordinatenangabe im System der Pläne
- Ausschnittsdarstellung in verschiedenen Maßstäben (siehe Abbildung 4)
- zur Erhöhung der Aufzeichnungsgeschwindigkeit am Bildschirm oder Drucker werden alle Linienzüge in Geradenelementen (siehe Abb. 3 u. 4) dargestellt, wiewohl für die Reinzeichnung (siehe Abbildung 5) eine art richtige Kennzeichnung erfolgt. Die dadurch erreichte Geschwindigkeit des Systemes kann an Hand einer Ausgabe von ca. 10 000 Geraden am Drucker demonstriert werden. Für diese Aufgabe im Papierformat von ca. 30x40 cm<sup>2</sup> benötigt der Drucker etwa 2 Minuten.
- ein Schriftprogramm wurde integriert, damit es möglich ist, Texte in beliebiger Schreibrichtung an dem graphischen Bildschirm HP-2648A bzw. Drucker HP-2608A darzustellen
- die Korrektur und Manipulation von Linien, Punkten, Symbolen und Texten erfolgt über Programmsegmente, die willkürlich gestapelt werden können. Dadurch ergibt sich im Bedarfsfall die Möglichkeit, spezifische Programmteile leicht in das bestehende Paket einzubauen
- Umcodierung und Ausgabe der bereinigt aufgebauten Koordinaten- und Textdaten auf Magnetband, damit für die Reinzeichnung an einer Präzisionszeichenanlage (siehe Abbildung 5), die in unserem Fall eine Contraves Coragraph DC2 ist, die Daten maschinengerecht vorliegen

Über praktische Ergebnisse bei der Erstellung von Forstkarten mit GEDDA berichtete erstmals KIRSCHNER (1979).

## 5. Schluß

Die in dieser Veröffentlichung angeführten Arbeiten sollen als Beispiele angesehen werden, wie die Arbeitsgemeinschaft Vermessung Tirol im Rahmen Ihrer Möglichkeit bestrebt ist, durch aktive Zusammenarbeit mit Ihren Partnern und entsprechenden Innovationen möglichst günstige Lösungsmöglichkeiten für anstehende Aufgaben und Probleme in der Photogrammetrie und Datenverarbeitung zu finden. Eine Beurteilung, ob die in der vorliegenden Veröffentlichung beschriebenen Hard- und Softwarekomponenten tatsächlich als modern zu bezeichnen sind, muß dem Leser dieses Artikels überlassen werden.

- HOBBIE D. (1976): PLANICOMP C-100, das analytische Stereoauswertesystem von Carl Zeiss, Oberkochen  
Presented paper, XIII. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, Helsinki, 1976
- KAGER H. (1980): Das interaktive Programmsystem ORIENT im Einsatz  
Presented paper, XIV. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, Hamburg, 1980
- KIRSCHNER R. (1979): Vollautomatische Forstbetriebskarte  
Allgemeine Forstzeitung, Folge 10, 1979
- KLADENSKY J. und WALDHÄUSL P. (1980): Konstruktion und Erprobung einer stereoskopischen Unterwassereinrichtung in Vorbereitung, 1980
- KLEIN H. (1977): Aerotriangulation mit PLANICOMP C-100 und den Stuttgarter Programmen  
Veröffentlichung zur 36. Photogrammetrischen Woche, Stuttgart, 1977
- MARKOWSKI F., SEYWALD K. und FRIEDL J. (1976): Software  
Heft 6, Zeiss, 1976
- OTEPKA G. und LOITSCH J. (1976): Ein Programm zur digital gesteuerten Orthophotoproduktion  
Presented paper, XIII. Kongreß der Internationalen Gesellschaft für Photogrammetrie, Helsinki 1976