

Akzeptanz einfacher photogrammetrischer Auswertesoftware in der photogrammetrischen Ausbildung

MANFRED WIGGENHAGEN¹

Zusammenfassung: Die photogrammetrische Auswertesoftware PhotoModeler der Firma EOS Systems Inc. wurde am Institut für Photogrammetrie und GeoInformation (IPI) in der Version 3.1 sowie 4.0 für die photogrammetrische Ausbildung eingesetzt.

Mit dem Programmsystem können z.B. folgende wichtige Schritte der digitalen Mehrbildauswertung demonstriert werden: Kamerakalibrierung mit ebenem Testfeld, Bildkoordinatenmessung von Verknüpfungspunkten und Kontrollpunkten, Bildorientierung, Bündelausgleichung, 3D-Koordinatenberechnung, Oberflächenzuweisung und Visualisierung.

Durch die leicht bedienbare Nutzerschnittstelle und die stabilen Ausgleichungsverfahren können von den Studierenden innerhalb kürzester Zeit eigene Projekte bearbeitet werden. Export-Schnittstellen zu DXF und VRML ermöglichen die Übernahme der Ergebnisse in CAD-Systeme oder ins INTERNET.

Dieser Beitrag soll die Stärken und Schwächen der Software für die wissenschaftlich praktische Ausbildung von Geodäsie-Studenten behandeln. Anhand konkreter Beispiele der vergangenen zwei Jahre werden didaktische Konzepte und die programmtechnische Umsetzung am PC vorgestellt.

1 Einleitung

Die Durchführung praxisbezogener Übungen in der universitären Ausbildung erfordert zunehmend leistungsfähige Computerprogramme, die in der Lage sind, fachspezifische Aufgabenstellungen zu lösen und flexibel auf die unterschiedlichen Anforderungen reagieren zu können. Da die auf dem Markt befindliche Standardsoftware neben Bildbearbeitungs-, Tabellenkalkulations- und Datenbankprogrammen nur vereinzelt geeignete Werkzeuge enthält (FLEISCHHAUER, 1998), wurden in der Vergangenheit sehr häufig institutseigene Programmsysteme geschaffen, in denen oftmals die wissenschaftlichen Erfahrungen mehrerer Jahrzehnte steckten. Die korrekte Anwendung dieser komplexen Softwarepakete erfordert jedoch in der Regel eine längere Einarbeitungszeit oder zumindest ein entsprechend gutes Benutzerhandbuch. Für die Ausbildung sind derartige Systeme in den höheren Semestern, bei der Durchführung von Diplomarbeiten und Projekten uneingeschränkt geeignet. Welche Möglichkeiten weniger komplexe bzw. einfach zu bedienende Programmpakete bieten, wird in den folgenden Kapiteln am Beispiel der Software PhotoModeler 4.0 der Firma EOS Systems Inc. näher erläutert. Es werden einige für die Ausbildung wichtige Funktionen der Programmes beschrieben. Eine vollständige Vorstellung aller Funktionen würde allerdings den Rahmen dieser Veröffentlichung sprengen.

¹ Dr.-Ing. Manfred Wiggenhagen, Universität Hannover, Institut für Photogrammetrie und GeoInformation, Nienburger Str.1, D-30167 Hannover, email: wigge@ipi.uni-hannover.de

2 Anforderungen

Folgende Minimalanforderungen werden an das Ausbildungswerkzeug gestellt:

Graphische Oberfläche lauffähig unter MS Windows, Möglichkeit zur Projektdefinition, Bildauswahl und Bildkoordinatenmessung, Messung von Verknüpfungs- und Kontrollpunkten, Bildorientierung und Ausgleichung des Bildverbandes, Ermittlung von Objektkoordinaten sowie Möglichkeiten zur 3D-Visualisierung.

Für die schnelle Einarbeitung in das Programmsystem werden ein vollständiges Handbuch, eine elektronische Online-Hilfe und ggf. Tutorials erwartet.

3 Anwendung des Programmes

Durch einen elektronischen Assistenten sowie eine gut gegliederte Dialogführung lassen sich neue Projekte auf einfache Weise anlegen und bearbeiten. Bereits bei der Projektdefinition wird der unbedarfte Nutzer auf die Notwendigkeit kalibrierter digitaler Kameras und ausreichend gut aufgelöster Bilder hingewiesen. Für die weitere Bearbeitung der Bilddaten steht eine übersichtliche graphische Benutzeroberfläche, wie sie in Abbildung 1 gezeigt wird, zur Verfügung.

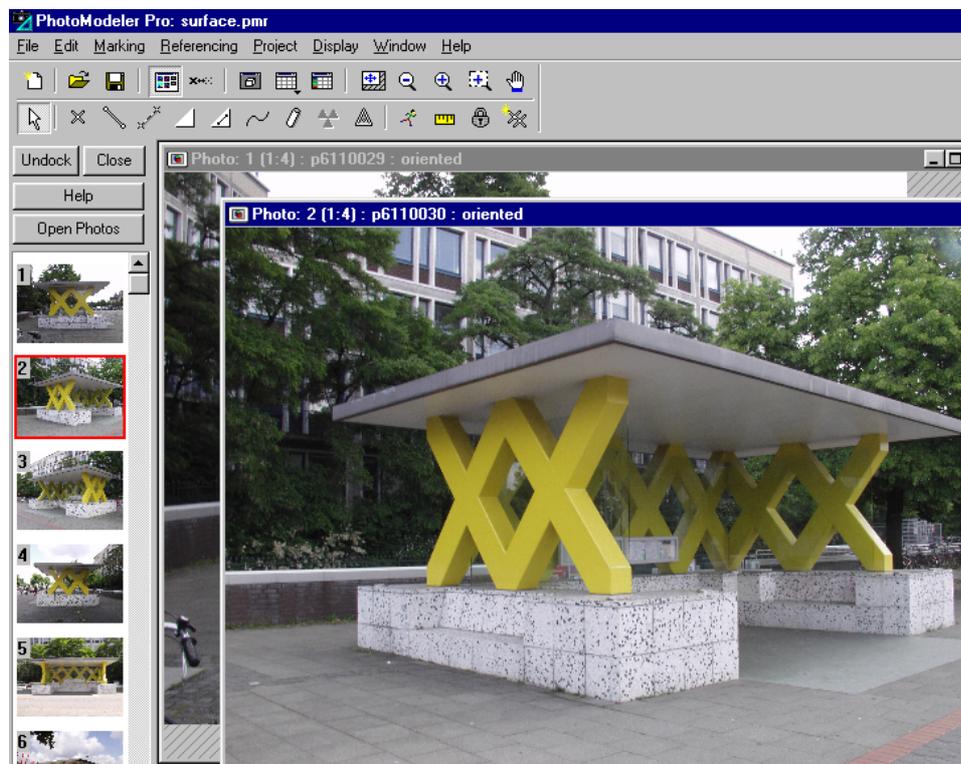


Abb.1: Benutzeroberfläche des PhotoModeler 4.0 Pro

4 Ausbildungskonzept

Das in der Vergangenheit wiederholt angewendete didaktische Konzept enthält folgende Ausbildungsschritte:

- Vermittlung des notwendigen theoretischen Grundwissens in Vorlesungen,
- Vertiefung des theoretischen Wissens durch Wiederholung in theoretischen Übungen,
- Umsetzung und Anwendung des Wissens in praxisorientierten Projekten.

Für die Umsetzung des dritten Schrittes wurde im 4. und 8. Fachsemester das Programm PhotoModeler 4.0 eingesetzt. Nachdem in den Vorlesungen das notwendige Grundwissen vermittelt worden war, erfolgte eine Übungsvorbesprechung mit anschließendem praktischen Teil, in dem in Gruppen mit maximal vier bis fünf Personen die gestellte Aufgabe nach kurzer Geräte- und Programmeinweisung gelöst wurde. In allen Projekten kamen moderne digitale Kameras zum Einsatz wie z.B. die Kodak DCS 460, Nikon Coolpix 950 oder Olympus E-10.

4.1 Kamerakalibrierung mit ebenem Testfeld

Den Studierenden wird die Bedeutung der Parameter der inneren Orientierung wie z.B. Kammerkonstante, Bildhauptpunktlage und radiale Verzeichnung verdeutlicht. Als theoretische Basis dienen das aktuelle Vorlesungsskript und die verfügbare Fachliteratur wie z.B. (ALBERTZ & KREILING, 1989) Zur Bestimmung der grundlegenden Parameter wird eine Kalibriervorlage genutzt, die sich im Lieferumfang des Programme befindet. Für die automatisierte Kamerakalibrierung mit diesem ebenem Testfeld (siehe LUHMANN, 2000) werden nach manueller Messung von jeweils vier Kontrollpunkten in acht konvergent aufgenommenen Bildern eines ebenen Testfeldes die gesuchten Parameter der inneren Orientierung automatisiert berechnet. Aus Abbildung 2 sind die automatisch markierten Verknüpfungspunkte des Testfeldes ersichtlich.

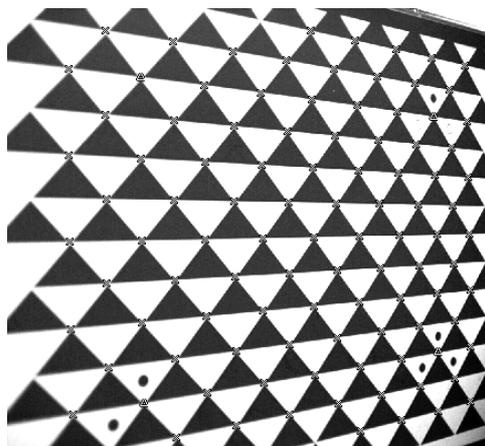


Abb.2: Aufnahme des ebenen Testfeldes zur Kamerakalibrierung

Die Daten der kalibrierten Kamera werden gespeichert und können für folgende Projekte genutzt werden.

4.2 Rekonstruktion ebener Objekte aus Einzelbildern

Im Rahmen dieser Übung sollen die Möglichkeiten der Einzelbildphotogrammetrie zur Rekonstruktion ebener Objekte erarbeitet werden (FÖHR, 1990). Zu diesem Zweck werden zunächst digitale Bilder vom Fußboden des Lichthofes der Universität aufgenommen und auf den PC übertragen. Eine Teilgruppe ermittelt gleichzeitig in den Bildern deutliche sichtbare Strecken, die später als Paßpunkt- und Kontrollpunktinformation verwendet werden können. Die weitere Auswertung besteht aus folgenden Schritten: Anlegen einer Kontrollpunktdatei mit Punktnummern und Koordinaten abgeleitet aus den Streckenmessungen, Definition des Projektes mit bereits kalibrierter Kamera und den digitalen Bildern des Lichthofes, Messung von mindestens vier Paßpunkten, Berechnung der Bildorientierung, Definition von zusätzlichen Objektteilen innerhalb der Ebene und Vergleich der Meßergebnisse mit Kontrollstrecken.

Durch die einfache Handhabung des Programmes werden für die Einweisung und Durchführung nur ca. 30 Minuten Arbeitszeit benötigt. Die Hilfsmittel zur Bildkoordinatenmessung, Vergrößerung der Bildansicht und linienweisen Digitalisierung ermöglichen eine überzeugende Einführung in die photogrammetrische Meßmethodik in Einzelbildern.

4.3 Dreidimensionale Objekterfassung und Visualisierung

Dieses Projekt behandelt die notwendigen Schritte der dreidimensionalen Objekterfassung und Visualisierung. Nach vorausgehender Aufnahmeplanung wurden in Gruppen mit maximal fünf Personen terrestrische Objekte mit begrenzter Größe und begrenztem Detailreichtum aufgenommen und ausgewertet. Das Objekt „Haltestelle“ wurde mit sieben Bildern aufgenommen, mit Verknüpfungspunkten orientiert und zusätzliche Linien- und Flächenelemente digitalisiert. In der 3D-Ansicht kann der Arbeitsfortschritt der Objekterfassung, die Position der Kameras und die Definition texturierter Oberflächen kontrolliert werden. Abbildung 3 zeigt eines der Meßbilder und den 3D-Viewer mit eingeblendeten Kamerastandpunkten.

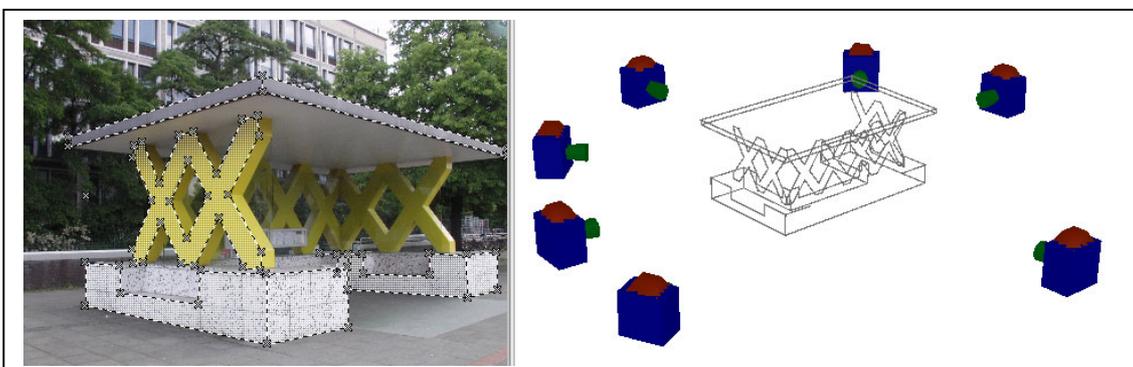


Abb.3: Meßbild „Haltestelle“ und 3D-Ansicht mit Kamerastandpunkten

4.4 Automatisierte Verknüpfungspunktmessung

Bei der flächenhaften Erfassung von Oberflächen werden im industriellen Bereich linien- und flächenhafte Projektionsverfahren zur Markierung von Verknüpfungspunkten auf schlecht oder wenig texturierten Oberflächen eingesetzt. Nach Erarbeitung der Grundlagen dieser automatisierten Meßverfahren wurde den Studierenden im 8. Semester eines der PhotoModeler Beispiele vorgeführt. Das Beispiel enthält folgende Arbeitsschritte:

Messung von Verknüpfungspunkten, Bildorientierung, automatische Punktmarkierung, automatische Referenzierung und Darstellung des dreidimensionalen Objektmodells. Abbildung 4 zeigt links das projizierte Punktmuster und rechts das automatisch abgeleitete 3D-Modell.

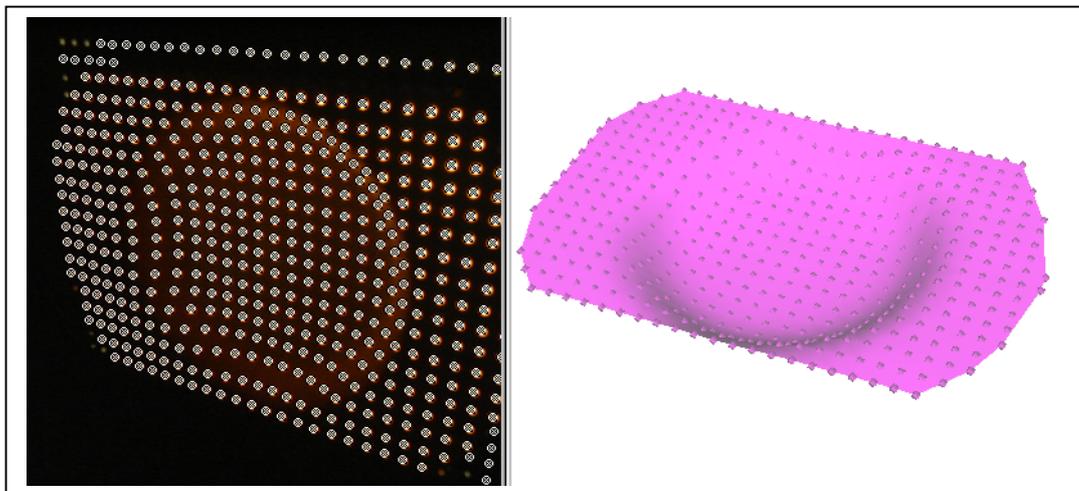


Abb.4: Automatisierte Messung von flächenhaft verteilten Objektpunkten

In Zukunft soll eine praktische Übung zur Aufnahme und Auswertung eines vergleichbaren Objektes angeboten werden. Die Projektion des Punktmusters wird dann mit modernem LCD-Projektor durchgeführt.

5 Schlußbemerkung

Mit dem Programm PhotoModeler 4.0 Pro steht ein leistungsfähiges Werkzeug zur Durchführung von photogrammetrischen Projekten im Nahbereich zur Verfügung.

Die gute graphische Oberfläche, der Einsatz zusätzlicher Tutorials, Videos und online-Hilfen ermöglichen die schnelle Einarbeitung in die Programm-Funktionen. Das Handbuch ist vorbildlich und geht über ein reines Benutzerhandbuch weit hinaus. Die Ergebnisse der photogrammetrischen Auswertung können sowohl numerisch als auch dreidimensional graphisch kontrolliert werden. Dreidimensionale Modelle können einfach in standardisierten Formaten wie z.B. DXF oder VRML exportiert werden.

Das Programm erwies sich als sehr stabil und erzeugte nur äußerst selten unkontrollierte Programmabstürze oder nicht akzeptable Berechnungsergebnisse.

Nachteilig wird angesehen, daß prozeßrelevante Schritte, wie z.B. relative Orientierung, Modellauswahl und Fehlerbehandlung im Ausgleichungsprozeß nicht deutlich werden oder nur ansatzweise eingeschätzt und beeinflusst werden können. Dieser Mangel wird aber durch das sehr gute Handbuch und eine schnelle Beratung und Auskunft über das Internet kompensiert (PHOTOMODELER, 2001).

Innerhalb der durchgeführten Übungen konnte daher eine große Akzeptanz durch die Studierenden verzeichnet werden. Die Umsetzung der theoretischen Grundlagen in die Praxis konnte innerhalb kürzester Zeit erlebt werden, sodass auch zukünftig ein großer Teil des Übungsbetriebes im Bereich der Nahbereichsphotogrammetrie mit PhotoModeler 4.0 durchgeführt werden soll.

6 Literatur

ALBERTZ, J. & KREILING, W. (1989). Photogrammetrisches Taschenbuch. – 4. Aufl. S. 67 ff., Herbert Wichmann Verlag GmbH, Karlsruhe.

FLEISCHHAUER, C. (1998). Excel in Naturwissenschaft und Technik. Addison-Wesley-Longman, Bonn.

FÖHR, R. (1990). Photogrammetrische Erfassung räumlicher Informationen aus Videobildern
S. 83 ff., Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig.

LUHMANN, T. (2000). Nahbereichsphotogrammetrie. S.495 ff., Herbert Wichmann Verlag Heidelberg.

PHOTOMODELER, (2001). Homepage der Eos Systems Inc., Vancouver, British Columbia.
www.photomodeler.com, 27.6.2001