

RECHNERGESTÜTZTE AUSBILDUNG UND ÜBUNG
IN PHOTOGRAMMETRIE UND LANDINFORMATIONSSYSTEMEN

Joachim Höhle

Prof. Dr.-Ing., Universität Aalborg, Dänemark

Invited Paper für Kommission VI

ZUSAMMENFASSUNG:

Anhand von einigen Beispielen werden die Eigenschaften und Besonderheiten von Lernprogrammen für Photogrammetrie und Landinformationssysteme erläutert. Ausserdem werden die Trends in der rechnergestützten Ausbildung aufgezeigt.

ABSTRACT:

Computer-Assisted Education and Training in Photogrammetry and Landinformation Systems

The characteristics and particularities of learning programs for photogrammetry and LIS are explained by means of several examples. Furthermore, the trends in computer-assisted education are presented.

KEY WORDS: Computer-assisted Education, Photogrammetry, Landinformation Systems, Computer-Assisted Learning (CAL).

1. EINLEITUNG

In der Photogrammetrie hat sich in den letzten Jahren eine stürmische Entwicklung vollzogen. Rechner und Programme haben viele neue Möglichkeiten geschaffen, ihre Leistungsfähigkeit zu erhöhen und neue Anwendungen zu erschliessen. U.a. leistet die Photogrammetrie nunmehr wichtige Bausteine für die vielerorts entstehenden Landinformationssysteme (LIS) und andere Informationssysteme. Deren Grundlage bilden die mittels Photogrammetrie erstellten digitalen Karten, welche am Bildschirm einer Arbeitsstation mit Bildinformationen (z.B. mit Orthophotos) kombiniert werden können. Aus den analogen Auswertegeräten sind analytische oder digitale Auswertesysteme geworden.

Computerhardware, Softwarepakete, Programmierstellung und System-Konstruktion bilden somit einen wichtigen Teil des Fachgebietes und sind damit auch Gegenstand der Ausbildung. Nach wie vor sind die professionellen photogrammetrischen Systeme jedoch aufwendig und teuer. Zum einen können die finanziellen Mittel für die Anschaffung und den Unterhalt der neuartigen Auswertesysteme oder LIS-Arbeitsstationen nicht immer gefunden werden, zum anderen erfolgen die Änderungen in den Rechnersystemen in einem grossen Tempo und grosser Breite, so dass man an den Ausbildungsstätten der allgemeinen Entwicklung meist hinterherhinkt oder nur einseitig für ein bestimmtes System ausbilden kann. Die Ausbildung muss somit die zugrunde liegenden Prinzipien betonen und die aufwendigen und komplexen Systeme mit den verfügbaren Mitteln simulieren oder vereinfachend darstellen. Darüber hinaus gibt es auch eine stürmische Entwicklung bei den persönlichen Rechnern, welche nunmehr für die Allgemeinheiterschwinglich sind. Sie werden für die Textverarbeitung, Erstellung von Zeichnungen und für die Bearbeitung von Photos von Amateurkameras benutzt. Der persönliche Rechner hat auch Einzug in die Spielzimmer gehalten. Farbbilder sowie vielseitige Simulations- und Kombinationsmöglichkeiten üben auf Kinder und Jugend-

liche eine grosse Anziehungskraft aus. In den Volksschulen und Gymnasien werden Mathematik, Sprachen und andere Fächer mittels spannender Lernprogramme erlernt. An den Universitäten besitzen viele Studenten ihren eigenen Computer. In ihrer Grundausbildung haben sie Programmierung und Handhabung von diversen Programmpaketen gelernt.

Dieser Entwicklung auf fachlicher und allgemeiner Ebene muss sich die Ausbildung in Photogrammetrie und in Landinformationssystemen stellen. Im folgenden soll zunächst das rechnergestützte Lernen, welches sich bereits zu einem eigenständigen Fachgebiet entwickelt hat, im Überblick dargestellt werden. Anschliessend sollen konkrete Beispiele von rechnergestützter Ausbildung in Photogrammetrie und Landinformationssystemen präsentiert werden. Schliesslich wird noch versucht, den Trend für zukünftige Lernsysteme abzuschätzen.

2. RECHNERGESTÜTZTE AUSBILDUNG
IM ALLGEMEINEN

Unter rechnergestützter Ausbildung soll hier immer die Anwendung von Rechnern in der Ausbildung an Universitäten und höheren Lehranstalten verstanden werden. Der Rechner ist dabei ein Hilfsmittel, welches zusammen mit anderen Hilfsmitteln wie z.B. Wandtafel, Lehrbuch usw. benutzt wird (vgl. Abb.1). Die Einsatzmöglichkeiten umfassen Demonstrationen in den Vorlesungen durch den Lehrer, Übung der Studenten in einem Übungsraum mit mehreren Arbeitsstationen sowie das Eigenstudium am persönlichen Rechner. Der Rechner oder genauer das Lernsystem (welches auch Programme, Ein- und Ausgabegeräte sowie Datenspeicher enthält) benutzt Texte, Graphik, Geräusche und Bilder für die Vermittlung von Wissen, stellt Aufgaben und kontrolliert deren Lösung. Damit werden ganz neue Möglichkeiten und Vorteile erzielt. Zum Beispiel lassen sich Abbildungen dynamisch verändern und Informationen können in verschiedene Ebenen aufgeteilt werden. Mittels Animation

und Lauteffekten lässt sich Wissen klar, interessant und auch lustig präsentieren.

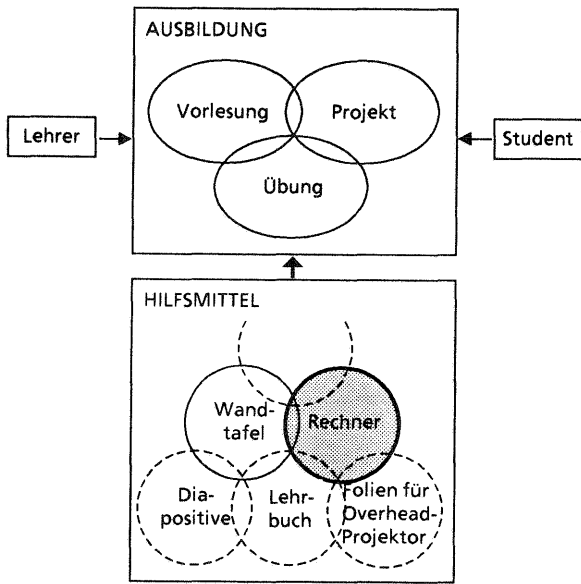


Abb. 1 Lernhilfen

Lernen durch Experimente und Wiederholung, also bewährte Prinzipien in der Ausbildung lassen sich in der rechnergestützten Ausbildung in einzigartiger Weise anwenden. Der Student muss Fragen beantworten, und die gegebene Antwort wird analysiert, und über die erzielten Leistungen kann eine Statistik ausgedruckt werden. Desweiterem lässt sich die Software inspizieren und modifizieren. Der wichtigste Vorteil besteht darin, dass der Student im Lernprozess eine aktivere Rolle als bisher erhält. Er oder sie wird motiviert, den Rechner zu meistern und sich Wissen über den Rechner und diverse Programme auch von anderen Quellen zu erwerben (vgl. Diagramm über den Wissensfluss in Abb. 2).

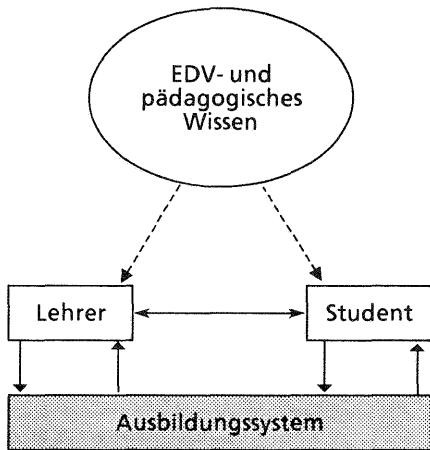


Abb. 2 Lernsysteme und Wissensfluss

Natürlich sind auch Schwierigkeiten zu überwinden, um den Rechner erfolgreich als Hilfsmittel in der Ausbildung einzusetzen. Die Herstellungskosten von guten Lernprogrammen sind i.a. gross; gute Entwicklungswerkzeuge und Programmierfähigkeiten sind für die Herstellung und den Unterhalt der Programme notwendig. Spezielle Hilfsprogramme können jedoch mit Vorteil benutzt

werden (vgl. Kap. 4). Für eine erfolgreiche Benutzung der Lernprogramme ist es auch wichtig, ein entsprechendes Umfeld zur Verfügung zu haben. Übungsräume mit mehreren Arbeitsplätzen (jeweils für einen Studenten) sowie ein spezieller Arbeitsplatz für den Übungsleiter sind notwendig (vgl. Abb. 3).

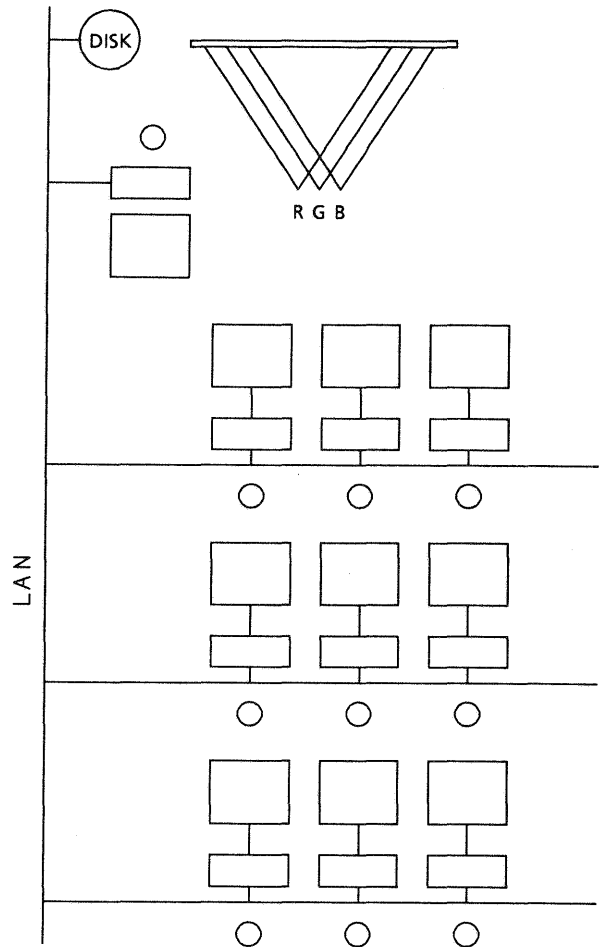


Abb. 3 Arbeitsraum für rechnergestützten Unterricht.

An der Universität Aalborg sind 10 persönliche Rechner mittels Netzwerk zusammengeschlossen. Damit besteht auch Zugriff zu einer grösseren Festplatte, auf der die Lernprogramme lagern. Die einzelnen Rechner haben VGA-Graphik-Adapter und Diskettenlaufwerke. Der Arbeitsplatz des Übungsleiters ist mit einem "Barco"-Farbprojektor gekoppelt, so dass dessen Bildschirminhalt auf eine grossformatige Leinwand projiziert werden kann.

Alles in allem entstehen einige Aufwände, um die genannten Vorteile erhalten zu können. Im folgenden sollen zunächst konkrete Beispiele von Lernprogrammen in Photogrammetrie und Landinformationssystemen erläutert und einige Erfahrungen bei ihrer Benutzung mitgeteilt werden.

3. EINIGE BEISPIELE FÜR LERNPROGRAMME IN PHOTOGRAMMETRIE UND LIS

Zunächst sollen 2 Programme für persönliche

Rechner vorgestellt werden. Diese müssen IBM-kompatibel sein und mit einem Farbbildschirm und eventuell einem Drucker ausgerüstet sein. Die Lernprogramme sind an der Universität Aalborg entwickelt worden.

3.1 ORTO

Dieses Lernprogramm behandelt das Thema "Orthophoto". Für sechs verschiedene Einzelthemen (Definition, Herstellung, Eigenschaften, Anwendung von Orthophotos, Einführung in digitale Orthophotos und deren Manipulation) wird zunächst Wissen vermittelt. Zur Vertiefung des Wissens werden dann jeweils 3-5 Aufgaben gestellt, deren Lösungen vom Programm analysiert werden. Eine Statistik über die erzielten Ergebnisse kann angezeigt und ausgedruckt werden. In einem Initialisierungsteil können die Sprache für Texte, die vorhandene Bildschirmgröße und andere Adaptionsparameter gewählt werden. Abb. 4 zeigt den verallgemeinerten Aufbau des Programmes, die Abb. 5 eine Prinzipskizze des Bildschirminhaltes für eine Aufgabe.

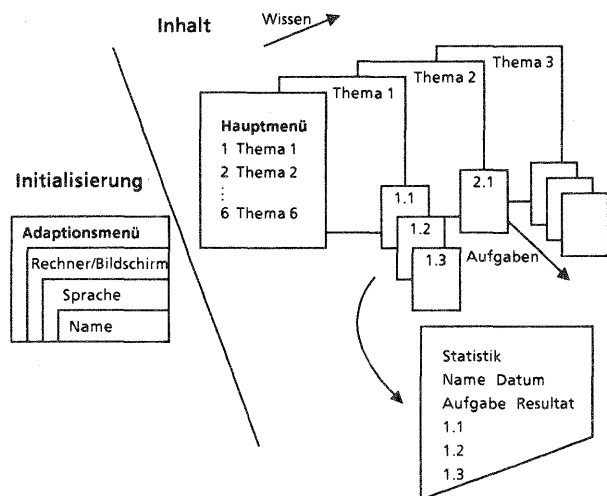


Abb. 4 Aufbau des Lernprogrammes LISdemo

Im folgenden soll der Inhalt des Lernprogrammes kurz beschrieben werden. Im ersten Thema, "Was ist ein Orthophoto?", wird allgemeines Wissen über Orthophotos vermittelt. Ein Ausschnitt eines Orthophotos wird am Bildschirm präsentiert und daneben erläuternder Text angezeigt. Gleichzeitig mit dem zeilenweise erscheinenden Text wird das Orthophoto mit Namen und Koordinatenkreuzen ergänzt. In den beigegebenen Aufgaben müssen verschiedene Objekte im Orthophoto interpretiert und kartiert werden. Andere Aufgaben umfassen die Bestimmung von Koordinaten, Entfernungen und Flächen. Falls dabei Fehler gemacht werden, wird dies optisch und akustisch reklamiert und die Aufgabe kann wiederholt oder auch abgebrochen werden. Im zweiten Thema, "Herstellung von Orthophotos" wird ein Bildflug simuliert. Ein Flugzeug bewegt sich über den Bildschirm und Aufnahmen erfolgen in verschiedenen Positionen. Der aufgenommene Bildraum und das Geländeprofil werden graphisch dargestellt. Die dazu gestellte Aufgabe erfordert eine Ermittlung des grössten und kleinsten Bildmasstabes. Dazu lässt sich eine Messmarke über das Gelän-

profil verschieben, wobei die numerischen Werte für Bildmasstab und Flughöhe kontinuierlich in einer Tabelle angezeigt werden. Ausserdem wird die Entstehung des Orthophotos vom Programm simuliert, also Belichtung durch eine schmale Schlitzblende und streifenweise Zusammensetzung zu einem Bild. Dies erfolgt wiederum durch Animation. Die bei der Orthoprojektion entstehenden Fehler, verursacht durch endliche Schlitzgröße und Geländegestalt, werden ebenfalls illustriert. In der dazugehörigen Aufgabe müssen für verschiedene Schlitzblenden die Produktionszeiten und die Fehler in der Orthoprojektion bei verschiedenen Geländeneigungen und -krümmungen ermittelt werden. Für die Berechnung kann dabei ein Simulator "Taschen"-Rechner benutzt werden. Falls dabei Fehler gemacht werden, antwortet das Programm "Falsch" und führt die Berechnungen schrittweise aus und zeigt die Zwischenresultate an. Die Art und Weise, wie ein "Analytischer Orthoprojektor" funktioniert, wird ebenfalls mittels Graphik und Text präsentiert und mit Aufgaben ergänzt. Dabei können die Parameter in den dem Gerät zugrunde liegenden Formeln geändert werden und die Auswirkungen in einer beweglichen Graphik beobachtet werden. In dem Einzelthema "Anwendung von Orthophotos" wird insbesondere ihr Nutzen in Landinformationssystemen aufgezeigt. Orthophotos können den Hintergrund zu den digitalen Karten bilden, und stellen somit eine Quelle für zusätzliche Informationen dar. Die gestellten Aufgaben betreffen die Wahl des optimalen Orthophoto-Masstabes für verschiedene Objekte und die Erkennung von Veränderungen. Dabei werden verschiedene Orthophotos und topographische Karten in Vektor- oder Rasterform benutzt. Das letzte Thema beinhaltet eine Einführung in die digitale Bildbehandlung. In den Aufgaben können an einem digitalen Orthophoto die Helligkeit und der Kontrast geändert werden, wobei gleichzeitig eine Graphik für die Häufigkeitsverteilung der Grauwerte mitentsteht. Ausserdem müssen Datenmengen und Häufigkeiten ermittelt werden.

Die Bedienung des Programmes ist einfach, sie erfolgt nur mit wenigen Tasten. Diese werden in einem Hilfsmenü erläutert, welches sich zu jeder Zeit mittels einer Funktionstaste aufrufen lässt. Das Programm ORTO wurde in der Standard-Programmiersprache Pascal geschrieben. Es umfasst ca. 325 Kb. Der Programmieraufwand betrug ca. 600 Stunden für einen erfahrenen Programmierer und ist somit relativ beträchtlich. Dazu kommen noch Aufwände für die Festlegung des pädagogischen, technischen und inhaltsmässigen Konzeptes. "ORTO" wurde für die Ausbildung von Studenten des 5., 8. und 9. Semesters des Landinspektor-Studiums an der Universität Aalborg konzipiert und eingesetzt. Darüber hinaus wurde das Programm an einigen ausländischen Lehranstalten erprobt, wobei die Texte zuvor in andere Sprachen übersetzt werden mussten, was sich relativ einfach bewerkstelligen lässt. Die gemachten Erfahrungen mit dem Lernprogramm sind als positiv zu bewerten. Die Motivation des Lehrers und der Studenten spielen für eine erfolgreiche Anwendung jedoch eine wichtige Rolle.

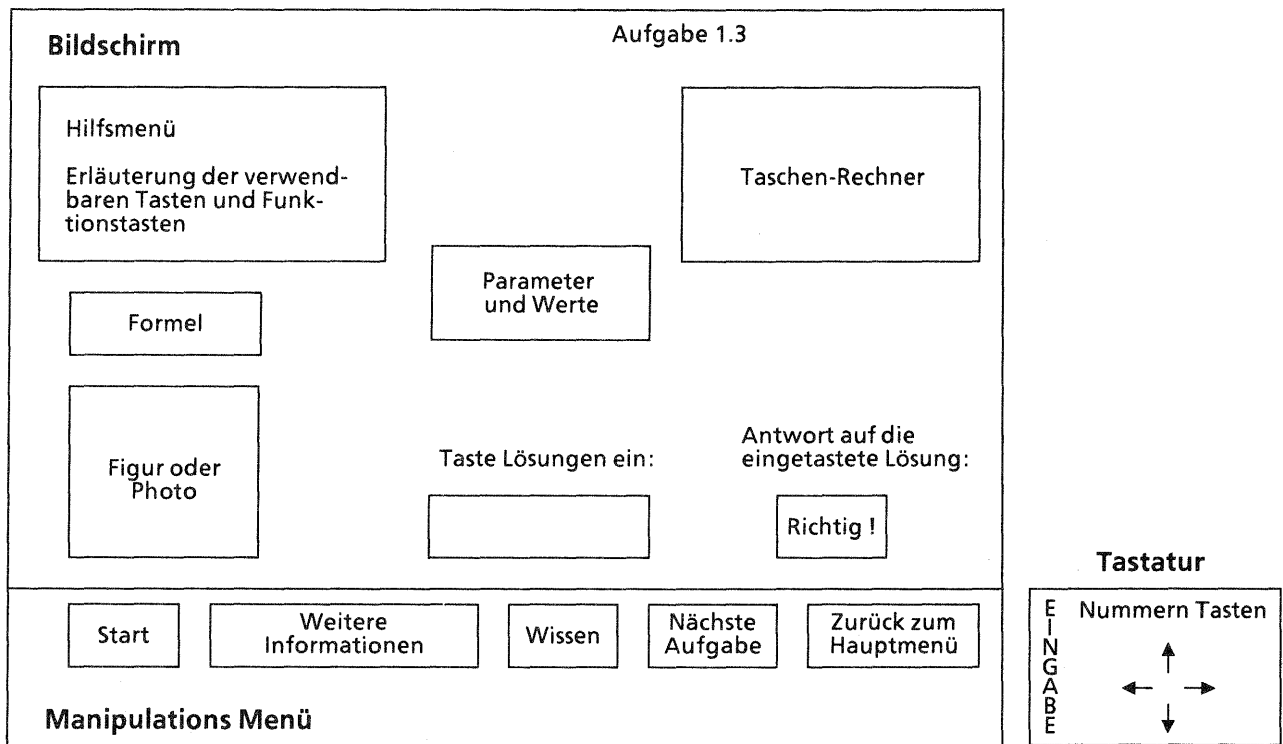


Abb. 5 Prinzipieller Bildschirminhalt für eine Aufgabe in LISdemo

3.2 CHORO

Dieses Lernprogramm vermittelt Wissen über Landinformationssysteme, bei denen Katasterkarten und administrative Daten über Grundstücke integriert werden müssen. Dabei werden insbesondere dem Studenten die dem LIS zugrunde liegenden Datenstrukturen zugänglich gemacht. Zum Beispiel lässt sich ersehen, wie die in Tabellen gespeicherten Daten miteinander verknüpft sind, und wie der Bezug zu den Katasterkarten hergestellt ist. In den Aufgaben müssen die dazugehörigen administrativen Daten fortgeführt und Themakarten (z.B. über Grundstückswerte, Bebauungsdichte usw.) hergestellt werden. Das ca. 116 Kb umfassende Programm ist in der Programmiersprache Prolog geschrieben, welche sich insbesondere für die Behandlung von Text, Tabellen und Regeln eignet. Das Programm wird seit 1988 für die Ausbildung im 7. Semester des Landinspektor-Studiums benutzt. ORTO und CHORO können sowohl einzeln als auch gemeinsam benutzt werden. Die integrierte Version, genannt LISdemo, umfasst bisher 1.2 Mb, was sich auf einer 3.5" Diskette abspeichern lässt. Weitere Einzelheiten zu dem Lernprogramm LISdemo sind in (Stubkjær et al, 1988) und (Höhle, 1990) enthalten.

3.3 TIGRISdemo

Die bisher behandelten Beispiele sind Lehrprogramme, bei denen Prinzipien und Modelle präsentiert werden. Ein anderer Bedarf an Lehrprogrammen besteht bei der Ausbildung an professionellen Systemen. Diese für die Produktion verwendeten Systeme sind in der Regel sehr komplex, umfangreich und schwer überschaubar. Ein separates Lernprogramm

kann die dem System zugrunde liegenden Prinzipien erläutern und seine wichtigsten Besonderheiten zusammenfassen. Die Wissensvermittlung kann in einer Art Dia-Schau erfolgen, wobei auch gestellte Aufgaben zur Vertiefung des Wissens beitragen können. Ein derartiges Lernprogramm wird mitunter auch Demonstrator genannt (vgl. Abb. 6).

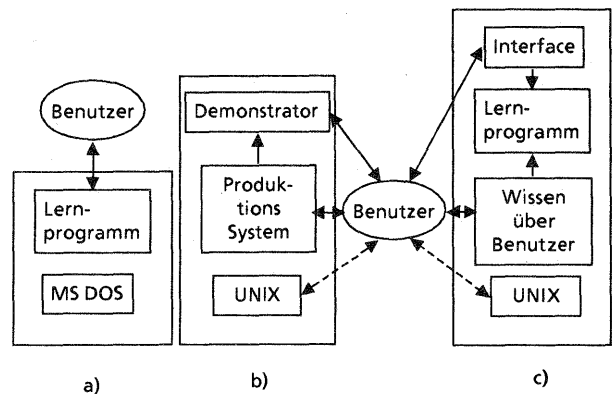


Abb. 6 Arten von Lernprogrammen
 a) Lernprogramm für persönliche Rechner
 b) Demonstrator für professionelle Produktionssysteme
 c) Tutor mit Wissen über Benutzer und intelligentem Interface, welches die Kommunikation mit einem Benutzer in natürlicher Sprache ermöglicht.

An der Universität Aalborg wurde 1990 ein derartiger Demonstrator für das Geographische Informationssystem Intergraph TIGRIS mittels der Programmiersprache C++ geschrieben. TIGRISdemo präsentiert die Orthophotos mit 256 Grautönen und in wesent-

lich grösseren Bildausschnitten. Im Unterschied zu den 16 Grautönen bei den persönlichen Rechnern (mit EGA/VGA-Adaptoren) ist dann eine bessere Bildqualität möglich. Die Hersteller von Systemen für Photogrammetrie und Landinformationssystemen sind mit einer derartigen Aufgabe konfrontiert. U.a. wird über ein Lernkonzept und Lernhilfen für das Zeiss-Phocussystem in (Rosengarten, 1988) berichtet. Es ist zu vermuten, dass in Zukunft vermehrt Demonstratoren und andere Lernhilfen von den Systemproduzenten entwickelt werden.

3.4 ANALYTdemo

Zweck dieses gleichfalls an der Universität Aalborg entstandenen Lernprogrammes für persönliche Rechner ist die Vermittlung von praktischen Kenntnissen in der analytischen Photogrammetrie, u. a. durch

- Erstellung von einzelnen Programmen und Unterprogrammen und
- Zusammensetzung von den erstellten und vorgegebenen Programm-Modulen zu neuen Programmen.

Die Komplexität der Programme kann dabei stufenweise erhöht werden. Durch Variation verschiedener Methoden kann die Genauigkeit in der Bestimmung von Objektpunkten gradweise verbessert werden. U.a. können die Unbekannten mit oder ohne Ausgleichsrechnung bestimmt werden oder die Orientierung der Bilder mittels Phototheodolit während der Aufnahme oder durch Rechnung bestimmt werden. Abb. 7 gibt eine Übersicht über die derzeitig vorgesehenen Variationsmöglichkeiten. Die Herstellung einzelner Programm-Module erfolgt durch die Studenten selbst oder in Verbindung mit der Vorlesung gemeinsam mit dem Lehrer. In einer speziellen Übung, wo jeder Student einen Rechner (PC) zur Verfügung hat, und der Lehrer seinen Bildschirminhalt an die Leinwand projizieren kann, werden neue Programme gemeinsam erarbeitet. Die mit den verschiedenen Methoden erhaltenen Resultate für die Objektpunktkoordinaten lassen sich dann anschaulich diskutieren. Die diversen Programme wurden in Pascal geschrieben. Begleitet wird die Übung durch die eigene Erfassung der Ausgangsdaten, also die Aufnahme mittels Phototheodolit, Messung der Passpunkte und Vergleichspunkte mittels Sekundentheodolit sowie Ausmessung der aufgenommenen Bilder im analytischen Auswertegerät.

3.5 Andere Lernprogramme

Ähnlich den hier behandelten Lernprogrammen der Universität Aalborg wurden auch an anderen Stellen Lernprogramme für Photogrammetrie und Landinformationssysteme erstellt und benutzt. Ein Lernprogramm für Geographische Informationssysteme wurde an der Clark Universität, Mass., USA, entwickelt. Das Programm mit dem Namen "IDRISI" konzentriert sich auf Satellitenbilder und geographische Themen (Clark University, 1988). Über die Erfahrungen bei der Ausbildung in der rechnergestützten Bodenordnung an der Technischen Universität München wird in (Hoisl, 1990) ausführlich berichtet. Einige Lernprogramme für Macintosh Computer der Firma Apple und anderer Firmen sind teilweise für die Ausbildung

in Photogrammetrie und Landinformationssystemen verwendbar. Die zum Teil auf CD-ROMs (Compact Disc Read only Memory) gelagerten Lernprogramme kombinieren Bilder, Ton, Graphik und Text (siehe auch Kap. 4). Geeignet sind u.a. die Lernprogramme "IMAGE" für Bildbehandlung und "Map Maker" für die Herstellung thematischer Karten mittels statistischer Angaben über Gemeinden.

4. TRENDS FÜR ZUKUNFTIGE LERNSYSTEME

Die bisher behandelten Lernsysteme können mit einem relativ bescheidenen Aufwand realisiert werden. Sie basieren auf den persönlichen Rechnern, ihre Bedienung kann über Menüs und mit wenigen Tasten erfolgen. Die in Standard-Programmiersprachen erstellten Lernprogramme benutzen wenige schwarz-weiss Bilder, Farbgraphik und einfache Töne. Das pädagogische Modell ist durch Wissensvermittlung, Präsentation einzelner Schirmbilder und Lösung von Aufgaben gekennzeichnet. Auf allen diesen Ebenen sind Verbesserungen und Erweiterung möglich. Diese sind z.T. bereits mit höheren Aufwänden realisiert oder in Entwicklung. Die Entwicklung für Lernsysteme verläuft derzeit sehr stürmisch, eine eigene Industrie hat sich bereits etabliert. Im folgenden sollen die vorhandenen Trends kurz umrissen werden.

4.1 Pädagogische Modelle

Eine höhere Stufe von Lernprogrammen wird erzeugt, wenn auch Kenntnisse über den Benutzer gespeichert sind. Der Inhalt des Lernprogrammes einschliesslich der gestellten Aufgaben richtet sich nach dem beim Benutzer vorhandenen Wissen. Derartige Systeme werden dann als Tutoren bezeichnet (vgl. auch Abb. 6). Auf der 1991 abgehaltenen Konferenz über rechnerunterstütztes Lernen und Ausbilden in Wissenschaft und Ingenieurwesen in Lausanne/Schweiz wurde über mehrere derartige Tutoren berichtet (Calisce, 1991).

4.2 Rechner und Peripherie

Die Entwicklung in Computertechnologie ist enorm, und das rechnergestützte Lernen kann davon sehr profitieren. Abgesehen von der Erhöhung der Arbeitsgeschwindigkeit bei den Rechnern sind grosse Fortschritte in den Peripheriegeräten zu erwarten. Die Bildschirme werden eine höhere Auflösung bekommen und beliebig viele Farben haben. Die Benutzerfläche kann somit sehr viel einfacher sein. Anstelle von Texten und Kommandos tritt die Bedienung mittels Maus und Ikone, berührungsempfindlicher Schirme und Kommunikation in natürlicher Sprache. Neben der Benutzung von einzelnen Farbbildern können auch Bildsequenzen, also Film, verwendet werden, ebenso Musik. Die Lagerung aller dieser Medien erfolgt mittels optischer Platten (CD-ROM). Diese bieten Platz für 600 Mb oder ca. 200 000 Textseiten. Um jedoch am Bildschirm des Rechners lebende Bilder in voller Grösse zu zeigen (und nicht am Schirm eines zusätzlichen Fernsehapparates), müssen die Bilddaten komprimiert werden

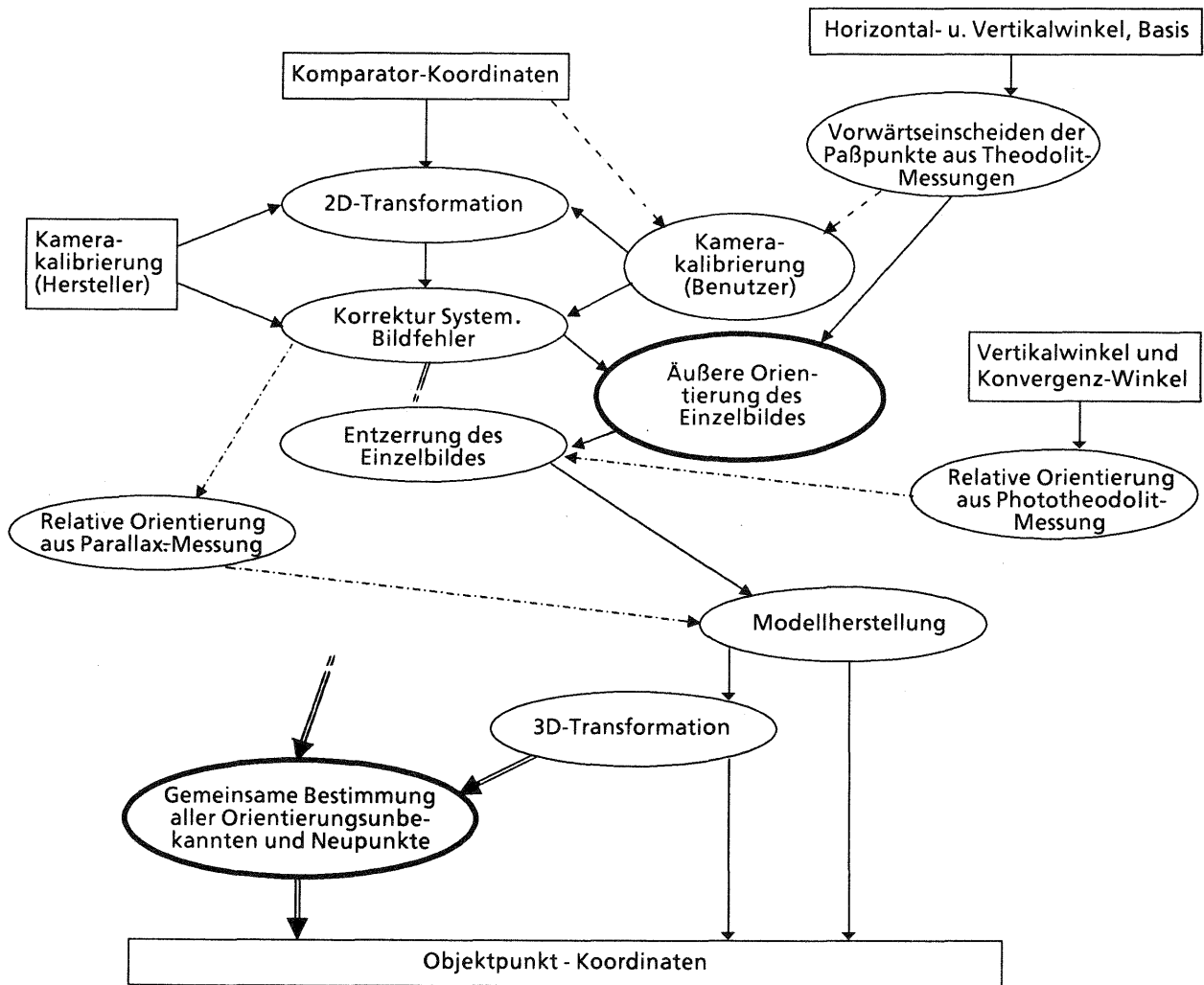


Abb. 7 Objektpunktbestimmung mittels verschiedener Methoden in ANALYTDemo (Einzelbildentzerrung —, Modellverfahren - - - -, gemeinsame Bestimmung = und Kamerakalibrierung - - -)

und von der Platte zum Schirm mit hoher Geschwindigkeit übermittelt werden. Diese mit DVI (Digital Video Interactive) bezeichnete Entwicklung bei der amerikanischen Firma Intel ist noch nicht abgeschlossen und wahrscheinlich nicht billig (Dylander, B. et al, 1991). Andere Peripheriegeräte betreffen das Modem, welches Zugang zu anderen Benutzern, dem Lehrer, externen Datenbanken und Videokonferenzen ermöglicht. Damit ist auch ein Fernunterricht möglich. Ferner sollen die imponierenden Entwicklungen auf dem Gebiet der "Virtual Reality" nicht unerwähnt bleiben, welche für Ausbildungszwecke in Zukunft auch genutzt werden können.

4.3 Hilfen für die Erstellung von Lernprogrammen

Die zuvor aufgeführten Lernprogramme der Universität Aalborg wurden alle mit Standard-Programmiersprachen erstellt, also Pascal, Prolog und C++. Dies setzte gute Kenntnisse über diese Sprachen sowie über Programmierung voraus. In letzter Zeit haben die Produzenten von Compilern integrierte Entwicklungsumgebungen geschaffen

(z.B. Firma Borlands "IDE" für Turbo Pascal, Version 6.0), welche eine effiziente Programmierung ermöglichen. Für die noch einfachere Erstellung von Lernprogrammen wurden verschiedene Hilfsmittel geschaffen. Diese umfassen

- Werkzeugkisten ("toolboxes")
- Anwendungsgeneratoren und
- Autorenprogramme.

Eine "toolbox" beinhaltet verschiedene Unterprogramme, welche einzelne Elemente eines Lernprogrammes, u.a. Menüs oder Fenster für Texte, realisieren. Als Beispiel soll die für Pascal erstellte "toolbox" der Technischen Hochschule in Lausanne/Schweiz genannt werden (Forte, 1991). Mit Hilfe eines Anwendungsgenerators lassen sich Lernprogramme am Bildschirm graphisch und interaktiv entwerfen. Anschließend wird der Quellcode in einer wählbaren Programmiersprache automatisch erzeugt. Ein derartiger Applikationsgenerator wurde an der Technischen Universität Trondheim/Norwegen entwickelt (Våge, 1991). Bildschirmhalte wie in Abbildung 5 lassen sich mittels eines Applikationsgenerators schnell und vor allem mit gleicher Qualität erstellen. Autorenprogramme sind noch universeller und umfangreicher. U.a.

ermöglichen sie Animation und die Integration weiterer Medien. Beispiele für Autorenprogramme sind TenCORE der Computer Teaching Corporation, Champaign/Illinois, U.S.A., Hypercard von Apple Computer Inc., Cupertino/California, U.S.A. und SHIVA des CNRS-IRPEACS, Lyon/Frankreich (Baker, 1991). Weitere Einzelheiten zu Autorenprogrammen sind in (Höhle, 1991) enthalten. Neben der Hilfe mittels Programm bieten zahlreiche Firmen und Organisationen ihre Dienste an, um Lernprogramme zu erstellen. An einigen Universitäten haben sich Fachgruppen für die rechnergestützte Ausbildung etabliert, welche den Universitätslehrern aus anderen Fachbereichen Hilfen anbieten.

5. KONKLUSION

Lernprogramme für Photogrammetrie und Landinformationssysteme können die Ausbildung in diesen Fächern bereichern und verbessern. Insbesondere erhalten die Studenten eine aktivere Rolle. Die neuen technischen Möglichkeiten versprechen für die Zukunft noch interessantere Lernprogramme und grössere Lernerfolge. Hilfen für die Erstellung von Lernprogrammen, sog. Autorenprogramme, werden mit dazu beitragen, dass auch in der Programmierung weniger erfahrene Lehrer gute Programme herstellen können. Die Entwicklungskosten werden jedoch weiterhin relativ gross bleiben. Eine internationale Zusammenarbeit könnte dazu beitragen, dass an mehreren Ausbildungsstellen vielsprachige Programme erstellt werden, welche dann gemeinsam genutzt werden könnten.

Zum Schluss möchte ich meinen Kollegen, Prof. E. Stubkjær und Dozent A. Dresling, danken für die Zusammenarbeit bzw. für die Einführung in das Gebiet der rechnerunterstützten Ausbildung.

LITERATUR:

Baker, M., 1991. Intelligent Multimedia Authoring: Advancing Towards Users in a European Context. Proceedings, Seminar on "Authoring Tools, Systems and Languages". University of Aalborg, January 9-12, pp. 5-18.

Calisce, 1991. Proceedings, International Conference on Computer Aided Learning and Instruction in Science and Engineering (Calisce 91). Lausanne, September 9-11.

Clark University, 1988. Idrisi - a Raster-based Geographic Information System for Education Purposes. Graduate School of Geography, Clark University, Worcester, Massachusetts, U.S.A.

Dylander, B. et al, 1991. Teknologi og medier i undervisningen. Dansk Teknologisk Institut, Forlaget. ISBN 87-7756-117-1.

Forte, E. et al. 1991. A Simple Toolbox Enhancement to Pascal for Interface Building & I/O Management in Scientific, Graphics-oriented CAL. Proceedings, Seminar on "Authoring Tools, Systems and Languages". University of Aalborg, January 9-12, pp. 46-55.

Höhle, J. & E. Stubkjær, 1990. Learning Landinformationsystems by Doing - Experience from Development of a Program Package for Computer-Assisted Learning and its Use. Proceedings, XIX Congress of FIG, Helsinki, June 10-19, Commission 2, pp. 65-79.

Höhle, J. & E. Stubkjær, 1991. A Comparison of the Development Tools of the LISdemo Project with Selected Authoring Tools. Proceedings, International Conference on Computer Aided Learning and Instruction in Science and Engineering (Calisce 91). Lausanne, September 9-11, pp. 561-565.

Hoisl, R. und A. Stark, 1990. Ausbildung in der computergestützten Bodenordnung. Proceedings, XIX Congress of FIG, Helsinki, June 10-19, Commission 2, pp. 157-170.

Rosengarten, H., 1988. Tuition Concept and Learning Aids in Modern Application Software Using Phocus as an Example. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Kyoto, Japan, Vol 27, Part. B6, Commission VI, pp. 134-144.

Stubkjær, E., J. Höhle, and A. Dresling, 1988. Computer Assisted Learning for Landinformationsystems. Proceedings, Symposium on University Education for Surveyors, Colegio Oficial de Ingenieros Technicos en Topografia, Madrid, pp. 182-193.

Våge, J., 1991. GIGS, GUIs and Development of Educational Software. Proceedings, Seminar on "Authoring Tools, Systems and Languages", University of Aalborg, January 9-12, pp. 46-55.