

14. Kongreß der Internationalen Gesellschaft
für Photogrammetrie, Hamburg 1980

Kommission Nr. VI: Wirtschaftliche, berufliche und
lehrtechnische Gesichtspunkte der
Photogrammetrie

Arbeitsgruppe Nr. 1: Ausbildung und Forschung

Eingeladener Fachbeitrag von

Prof. Dipl.-Ing. Hans Ferschke,
Kottbusser Damm 63, D-1000 Berlin 61

Dienstl.: Technische Fachhochschule Berlin
Fachbereich 7: Vermessungs- und Kartenwesen
-Studiengang Landkartentechnik-
Luxemburger Straße 10, D-1000 Berlin 65

Minimales und maximales Programm der Photogrammetrie-
Ausbildung für Kartographen

=====

Zusammenfassung:

Nach einem Überblick über die Verbindungen der Photogrammetrie einschließlich der Fernerkundung zur Kartographie und den Anwendungen in der Praxis, Forschung und Lehre, wird der gegenwärtige Stand der Photogrammetrie-Ausbildung an den Hochschulen untersucht. Es wird ein Vorschlag für die künftige Photogrammetrie-Ausbildung hinsichtlich des Lehrinhaltes und der Dauer der Vorlesungen und Übungen speziell für Kartographen zur Diskussion gestellt.

1. Einleitung

=====

Nach der Durchsicht der Veröffentlichungen und nach eigenen Überlegungen zum Thema der Photogrammetrie-Ausbildung für Kartographen in internationaler Sicht findet man folgende Sachlage:

- In den verschiedenen Ebenen der Kartographie-Ausbildung, die später beschrieben werden, sind die Lehrziele und der Anteil an der Gesamtausbildung nach Inhalt und Dauer sehr unterschiedlich. In den Industrieländern ist die Photogrammetrie mit 2% bis 10% der Gesamtstundenzahl für die Fachausbildung vertreten, wobei der Prozentanteil in den Ländern mit dem höheren Nachholbedarf an topographischen Karten größeren Maßstabes wächst.
- Eine spezielle Photogrammetrie-Ausbildung für Kartographen wird im allgemeinen nicht angeboten, vielmehr betreut an den Universitäten und Hochschulen ein Institut für Photogrammetrie die geringe Zahl der Interessenten im Rahmen des Geodäsie-, seltener des Geographie-Studiums.
- In der photogrammetrischen Praxis, den Vermessungsbehörden und photogrammetrischen Firmen werden in leitender Funktion und für Auswertearbeiten vorwiegend Vermessungsingenieure mit vertiefter photogrammetrischer Ausbildung bzw. Einarbeitung beschäftigt. Kartographen setzen die Auswertergebnisse in Pläne und Karten um, vereinzelt sind sie aber auch schon praktisch-photogrammetrisch tätig. Dabei hat es sich erwiesen, daß sie durch ihre kartographischen Fertigkeiten im Auswertebereich bessere Voraussetzungen für eine Einarbeitung besitzen als Vermessungsingenieure.

Es gibt, international gesehen, nur wenige Hochschulen, an denen ein spezielles Photogrammetrie- bzw. Kartographie-Studium möglich ist, und an denen auch Fachleute aus den Entwicklungsländern in einem Vollstudium ausgebildet werden können. Kompaktkurse am International Institute for Aerial Survey and Earth Sciences (ITC) in Enschede und die "Operateur-Kurse" in St. Gallen vermitteln ebenfalls eine solide Grundausbildung. Der photogrammetrische Nachwuchsbedarf wird aber auch künftig aus den Reihen der Vermessungsingenieure, Ingenieur-Kartographen und Geographen gedeckt werden, die neben dem eigentlichen Fachstudium Grundkenntnisse und Grundfertigkeiten in Photogrammetrie und Fernerkundung als Nebenfach durch Vorlesungen, Übungen, Vertiefungskurse, Praktikum und Studienarbeiten erwerben.

Vor der Behandlung der Wege und Ziele einer Photogrammetrie-Ausbildung sollen zunächst die im Titel dieses Beitrages auftretenden Begriffe analysiert werden.

2. Kartographen-Kategorien

=====

Das unterschiedliche Niveau der Kartographie-Ausbildung in den verschiedenen Staaten veranlaßte die Kommission für Ausbildungsfragen der "International Cartographical Association" (I. C. A.) unter dem Vorsitzenden Stephan de Brommer sich mit

einer Gliederung der Berufsordnung Kartographie zu beschäftigen. Diese Kategorien sollen auch für diesen internationalen Kongreßbericht als Grundlage dienen.

Kategorie V:

Wissenschaftler und Fachleute, zu deren Tätigkeit die Kartographie Beziehungen hat und nicht die Hauptrichtung ihrer Ausbildung ist: Universitätslehrer, Geographen, Geologen, Geodäten, Photogrammeter, Militärs u.a. Für sie dient die Karte als Unterlage oder Darstellungsmittel ihrer Forschungen und Messungen.

Der Umfang der Photogrammetrie-Ausbildung für die Kategorie V hängt ab von der jeweiligen Hauptstudienrichtung. Es wird mindestens ein Basiswissen in Photogrammetrie und Luftbild-Interpretation vorausgesetzt.

Kategorie W:

Überwiegend kartographisch Schaffende, für die die Kartographie die Hauptrichtung ihrer Ausbildung ist, und die mindestens 75% ihrer Arbeitszeit der Kartographie widmen.

W 1: Akademisch ausgebildete "Wissenschaftliche Kartographen" (Professur, Doktorat, Dipl.-Ing., Dipl.-Kartogr.), deren wesentliche Aufgabe die Forschung, Lehre, Planung, Autorschaft und Ausarbeitung einer Konzeption für die Kartenbearbeitung ist.

Gefordert werden grundlegende Kenntnisse auf allen Gebieten der Photogrammetrie und Fernerkundung sowie minimale Anwendungsfertigkeiten. Sie sollen die Befähigung zur Leitung photogrammetrischer Einrichtungen (Institute, staatliche Stellen, Abteilungen usw.) und zur Forschung und Lehre besitzen.

W 2: Ingenieur-Kartographen (Bakkalaureat, graduiertes Ingenieur), die ihre Ausbildung an einer niederen akademischen Stufe oder als Ingenieur abgeschlossen haben sowie "Chefkartographen", deren Aufgaben der Leitung und Organisation zum Teil mit W 1 vergleichbar sind, aber auch nicht unwesentliche Bezüge zur praktischen Kartographie der Gruppe W 3 haben.

Diese Gruppe W 2 bietet die besten Voraussetzungen für eine Einarbeitung in photogrammetrische Tätigkeiten. Schon von der eigentlichen Ausbildung her sollten gute Grundkenntnisse in Photogrammetrie und Luftbildinterpretation vermittelt werden, mit einem Schwerpunkt auf den Übungsteil für das Beherrschen praktischer Fertigkeiten.

W 3: Kartographen mit abgeschlossener Ausbildung (3 bis 4 Jahre in einer Berufs- oder Fachschule, einem kartographischen Betrieb oder bei einer Behörde), deren Tätigkeit sich von der Bearbeitung von Kartenvorlagen (W 2) einfacherer Art bis zur technischen Ausführung der Kartenoriginale erstreckt.

Die Kartographen dieser W 3-Gruppe, die sich im Laufe ihrer Tätigkeit ohnehin für bestimmte kartographische Aufgaben spezialisieren, werden nur selten Zugang zum photogrammetrischen Bereich finden. Denkbar wäre das Anlernen an einzelnen Auswertegeräten und im Bereich der Entzerrung. Ihre Ausbildung sollte nur allgemeine Grundkenntnisse und -fertigkeiten der Photogrammetrie und damit einen Einblick in die Anwendungsmöglichkeiten vermitteln.

W 4: Kartographische Zeichner. Anlernlinge für bestimmte manuelle und technische Fertigkeiten ohne abgeschlossene Ausbildung. Unterstützung von W 3 in der Produktion, meistens einfache Routinearbeiten.

Photogrammetrische Kenntnisse werden nicht gefordert, da eine eigentliche Ausbildung nicht erfolgt.

Kategorie Z:

Berufsgruppen, die der Kartographie durch spezielle Tätigkeiten verbunden sind: Verleger geographisch-kartographischer Werke, Bibliothekare für Kartensammlungen, Reproduktionsfachleute, Graphiker, Buchhändler u.a.

Im Selbststudium erworbene photogrammetrische Kenntnisse soweit Bedarf.

Die weiteren Überlegungen gehen davon aus, daß

1. nur die Kartographen W 1, W 2 und W 3 innerhalb der eigentlichen Ausbildung auch photogrammetrisch geschult werden sollten;
2. die Kenntnisse und Fähigkeiten in Photogrammetrie während eines kartographischen Studiums oder als Teil eines Fachunterrichtes erworben werden. Andere betriebliche oder behördliche Ausbildungsstellen für Kartographen verfügen meistens nicht über die Möglichkeiten, ein notwendiges Maß an Theorie und Praxis in Photogrammetrie zu vermitteln.

3. Was ist ein minimales und maximales Programm ?

=====

- 3.1 Das niedrigste Niveau als Lehrziel einer Photogrammetrie-Ausbildung soll durch den Begriff Grundkenntnisse (Basiswissen) definiert werden. Grundkenntnisse führen in das Stoffgebiet ein und vermitteln grundlegende Zusammenhänge. Sie ermöglichen noch kein selbständiges Arbeiten, vielmehr wird Verständnis für anstehende Probleme erworben und eine Grundlage für eine spätere Qualifizierung geboten.
- 3.2 Zum Basiswissen gehören leichte einführende Übungen, zum Erwerb von Grundfertigkeiten (Basiskönnen), die später in der Praxis vertieft oder ergänzt werden müssen.
- 3.3 Das maximale Lehrprogramm vermittelt grundlegende Kenntnisse (umfangreiches Wissen) und Fertigkeiten (umfangreiche Praxis, Fähigkeiten), die den Kartographen

befähigen, photogrammetrische Arbeiten weitgehend ohne Mitwirkung Dritter zu erfüllen. Dabei ist zu berücksichtigen, daß beim Lehrplan (s. Anhang, Abschn. 6) Vertiefungen in den Bereichen erfolgen, für die der Kartograph besondere Befähigung besitzt (z.B. Auswertung von Bildpaaren, Luftbildinterpretation).

- 3.4 Zwischen den in den Abschnitten 3.1 bis 3.3 abgegrenzten Programmen und Lehrzielen wird es Abstufungen geben, die sich
1. aus der personellen und gerätetechnischen Ausstattung der Ausbildungsstätte ergeben; insbesondere aber
 2. von der zur Verfügung stehenden Ausbildungszeit.
- 3.5 Nachfolgend soll der Zeitaufwand durch die Semesterwochenstunde = WoStd. (ca. 14 Wochen je 45 Minuten) gekennzeichnet werden, der bevorzugten Stundenangabe der Hochschulen folgend. Die Dauer der Kartographie-Ausbildung beträgt unterschiedlich 3 bis 5 Jahre, bzw. 6 bis 10 Semester. Die reinen kartographischen Fächer benötigen bereits einen erheblichen Zeitbedarf für die Vorlesungen und aufwendigen Übungen, so daß bei entsprechender Gewichtung der vielen Nebenfächer (Grundlagen, Geowissenschaften, Reproduktionstechnik, Automatisierung) für die Photogrammetrie nur eine begrenzte Zeit zur Verfügung steht und zusätzlich Wahl- oder Vertiefungskurse angeboten werden müssen. Es wird folgendes Stundenangebot pro Woche für die Photogrammetrie (einschl. Fernerkundung und Luftbildinterpretation) vorgeschlagen:

Photogrammetrie-WoStd. für Kategorie

	V	W 1	W 2	W 3
	V Ü	V Ü	V Ü	V Ü
Minimum (Grundkenntnisse, Grundfertigkeiten)	6 - 2,5%	6 2 3,3%	6 6 5%	4 2 2,5%
Maximum (Umfangreiche Kenntnisse und Fertigkeiten)	10 4 5,8%	10 4 5,8%	10 8 7,5%	6 4 4,2%
Vertiefungskurse	- -	- 4	2 4	- -

V = Vorlesung Ü = Übung

Der Prozentanteil bezieht sich auf eine durchschnittliche Gesamtstundenzahl für das Studium von 240 WoStd. bei 8 Semestern.

4. Photogrammetrie-Ausbildung im Rahmen des Studiums Kartographie (S. Anlage, Abschn. 6)

=====

Der Kartograph wird in Bereichen der Photogrammetrie immer dort gefordert werden, wo für die vielfältigen Aufgaben der

Planung und der Erschließung unseres Lebensraumes Karten in den verfahrensbedingten Maßstäben, digitale Modelle, aber auch die Interpretation des Informationsgehaltes der Luftbilder benötigt werden. Hier gilt es erhebliche Rückstände, insbesondere in Gebieten der Entwicklungsländer, bis zur vollen Deckung der Kontinentflächen mit Karten möglichst schnell zu erreichen.

Inhalte der photogrammetrischen Ausbildung können nur nach dem gegenwärtigen Stand beschrieben werden, unter Berücksichtigung des erfaßbaren Trends der Entwicklung. Dabei lehrt ein Blick in die Vergangenheit, daß völlig neue Technologien und Verfahren erhebliche Abstriche oder Veränderungen eines Lehrgefüges hervorrufen können. Trotzdem muß als wesentlicher Inhalt stets das Grundlagenwissen der Photogrammetrie soweit vermittelt werden, daß die Übernahme neuer Erkenntnisse und Aufgaben, vom Anwender kritisch gewertet, in bestimmten Bereichen möglich ist.

Nachdem um 1930 die prinzipielle Entwicklung der Photogrammetrie auf dem instrumentellen und anwendungsbezogenen Sektor einen gewissen Abschluß erreicht hatte, ist rückblickend auf die folgenden Jahrzehnte hauptsächlich Analogauswertung, Luftbildentzerrung und mit Einschränkungen Aerotriangulation bei den photogrammetrischen Stellen zu finden. Es sind keine sprunghaft neuen Erkenntnisse aufgetreten, vielmehr stehen nach einer kontinuierlichen Entwicklung der Auswertegeräte, Aufnahmekammern, hier insbesondere bei der Qualität der Objektivs, ausgereifte Verfahren zur Verfügung. Ein neuer entwicklungsgeschichtlicher Abschnitt der Photogrammetrie begann in den sechziger Jahren mit der differentiellen Orthoprojektion, der EDV-gestützten analytischen bzw. digitalen Photogrammetrie und einer zunehmenden Automatisierung von Auswertevorgängen, neuerlich der Einstieg in die sich durch die Fernerkundung bietenden Möglichkeiten, über deren Entwicklungstrend nur prophetische Aussagen möglich sind.

Der im Abschnitt 6 vorgeschlagene Lehrplan Photogrammetrie überdeckt weitgehend das Stoffgebiet, läßt aber die inhaltliche Ausfüllung soweit offen, als eine Gewichtung und das Vertiefen im Detail dem Dozenten im Rahmen des Stundenangebotes und der Geräteausstattung überlassen bleiben muß.

5. Schlußbemerkung

=====

Wenn das Fach Photogrammetrie Bestandteil einer anderen Fachrichtung ist, und damit sich in das Angebot weiterer, nicht minder wichtiger Fächer einordnen muß, kann auch bei einem maximalen Lehr- und Übungsangebot ein perfekter Photogrammeter nicht ausgebildet werden; hierbei muß die spätere Einarbeitung in der Praxis mitwirken. Es kann auch nicht jeder Kartograph dazu motiviert werden, sich über die Grundkenntnisse hinaus mit der Photogrammetrie zu beschäftigen. Deshalb sollte eine Grundausbildung (Vorlesungen und Übungen) als Pflichtfach vermittelt werden, dazu dann für Interessenten Vertiefungskurse, in denen in kleinen Gruppen gearbeitet werden kann, was insbesondere für Instrumentenübungen sehr vorteilhaft ist. Die Kenntnisse der Technik und Methode der Luftbildinterpretation, evtl. mit Fernerkundung verbunden, sollten in einem

gesonderten Fach im Lehrplan angeboten werden. Auf diese Weise ist gewährleistet, daß der Bedarf an Nachwuchs entsprechend der Nachfrage und den praktischen Notwendigkeiten abgedeckt werden kann.

A n h a n g

6. Lehrplan für eine Photogrammetrie-Ausbildung

=====

A Einführung

- 1 Überblick, Einteilung der Photogrammetrie. Aufgaben und Anwendungsgebiete. Literatur.
- 2 Geschichtliche Entwicklung

B Grundlagen der Photogrammetrie

- 1 Mathematische Grundlagen:
Zentralperspektive - Meßbild - Bild- und Raumkoordinaten - Hauptpunkt - Nadirpunkt - Fokuspunkt - Innere und äußere Orientierung - Paßpunkte - Maßstab
- 2 Optische Grundlagen:
Photogrammetrische Objektive - Kammerkonstante - Verzeichnung - Auflösungsvermögen
- 3 Photographische Grundlagen:
Schichtträger - Emulsionen - Filter - photographischer Prozeß
- 4 Ausmessen von Meßbildern:
Einzelbilder - Bildpaare - Stereoskopisches Sehen und Messen - Komparatoren - Spiegelstereoskop und Stereometer (Übung Nr. 1)

Übung 1

Auswertung eines Bildpaares mit Spiegelstereoskop: Vorarbeiten - Orientierung - Grundriß - Höhenunterschiede - Absolute Höhen - Formlinien - Geländeschummerung einer Höhenlinienkarte mit Betrachtung des Geländes am Spiegelstereoskop

C Terrestrische Photogrammetrie

Aufnahmekammern - Aufnahme- und Auswerteverfahren - Einschneide- und Stereophotogrammetrie - Normal- und Verschwenkungsfall - Auswertegeräte - Anwendungen

D Aerophotogrammetrie

1 Luftbildaufnahme:

Aufnahmekammern - Hilfsgeräte - Beziehungen zwischen Gelände, Luftbild und Karte - Planung und Durchführung des Bildfluges (Übung Nr. 2)

Übung 2

Durchführung einer Bildflugplanung zur Herstellung einer topographischen Karte (nach Wahl 1:5000 bis 1:25000) durch Stereoauswertung oder für eine Orthophotokarte

2 Entzerrung von Luftbildern:

Projektive Beziehungen zwischen Luftbild und Karte - Graphische Entzerrung - Luftbildumzeichner (mit oder ohne Zoom) - Optische Entzerrung - Entzerrungsgeräte -

- D 2 Entzerrungsverfahren, empirisch und nach Einstelldaten - Genauigkeit - Herstellung eines Luftbildplanes (Übung Nr. 3)

Übung 3

Je nach Geräteausstattung: Graphische Entzerrung eines Luftbildes bzw. eines Schrägbildes oder Einzelentzerrungen mit Hilfe von 4 Paßpunkten - Montage eines Luftbildplanes

- 3 Differentialentzerrung:
Grundsätzliches - Erläuterung eines Orthoprojektors - On-line-Betrieb - Off-line-Betrieb - Orthophotokarte
- 4 Auswertung von Bildpaaren:
Theoretische Grundlagen - Analogauswertung - Modellherstellung durch relative Orientierung (Bildpaare, Folgebildanschluß) - Absolute Orientierung - Verbesserung der Orientierungselemente - Einfluß von Erdkrümmung und Refraktion - Rechnerische Orientierungsverfahren - Fehlertheorie - Zweibildauswertegeräte - Optische Projektion - Mechanische Projektion - Weitere Konstruktionen - Arbeiten an den Auswertegeräten (Übungen Nr. 4 und 5)

Übung 4

Orientieren und Auswerten eines Bildpaares zunächst an einem Gerät mit optischer Projektion, anschließend mit mechanischer Projektion; dabei Anhängen eines 3. Bildes durch Folgebildanschluß

Übung 5

Berichtigung einer älteren topographischen Karte (1:5000, 1:10000 oder 1:25000) nach einer neueren Befliegung. Einzelbild, Stereo-Zoom-Interpretation u.a.

- 5 Bildtriangulation:
Prinzip der Radialtriangulation und Aerotriangulation: Unabhängige Modelle (analog, rechnerisch) - Streifenausgleichung - Blockausgleichung
- 6 Analytische Photogrammetrie:
Grundkenntnisse über die Verfahren der rechnerischen Auswertung eines Bildpaares - Automatisierung der Orientierung und Auswertung

E Luftbildinterpretation

Voraussetzung ist Lernschritt B 4 und Übung 1.

(Es wird empfohlen, Abschnitt E, möglichst auch mit Abschnitt F, als gesonderte Lehrveranstaltung anzubieten, zeitlich nach Teilnahme an Veranstaltungen mit den Abschnitten A und B)

Übungen im Luftbildlesen - Arbeitsmethode - Anwendungsgebiete - Spezielle Luftbild-Interpretation aus Bereichen der Topographie, Geomorphologie, Geologie, Bodenkunde, Vegetationsforschung, Geographie u.a. (Übung Nr. 6)

Übung 6

Nach Übung Nr. 1: Durchführung einer Interpretationsübung für einen speziellen Zweck

F Fernerkundung

Überblick über die verschiedenen Verfahren und Fernerkundungsprogramme - Eigenschaften verschiedener Sensoren - Strahlungsgesetze - Spektrale Reflektoren - Abtastsysteme - Seitensicht-Radar - Auswertung - Anwendungen

G Photogrammetrische Praxis

Übersicht über die Hauptanwendungsgebiete - Genauigkeit - Wirtschaftlichkeit - Besichtigung eines photogrammetrischen Betriebes (Übung Nr. 7)

Übung 7

Stereoauswertung von Luftbildern für Karten großen Maßstabes 1 : 1 000 / 1 : 2 000 für Ingenieurprojekte, Stadtplanung, Verkehrswegebau oder Katasterkarten

•-•-•-•-•-•-•