# Einsatz der Photogrammetrie bei der Nachführung der Landeskarten

Autor(en): **Eidenbenz, C.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik : VPK = Mensuration, photogrammétrie, génie rural**

Band (Jahr): **76 (1978)**

Heft 10: **50 Jahre Schweizerische Gesellschaft für Photogrammetrie (SGP) = 50e anniversaire de la Société suisse de photogrammétrie (SSP)**

PDF erstellt am: **18.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-229239

**Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

**Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

**http://www.e-periodica.ch**

# Einsatz der Photogrammetrie bei der Nachführung der Landeskarten

Ch. Eidenbenz

Die Nachführung oder Laufendhaltung der Landeskarten kann heute ohne Zweifel als Hauptaufgabe der Eidg. Landestopographie betrachtet werden. Es handelt sich dabei um eine Arbeit, die in Planung und Ausführung ein sehr exaktes und sorgfältiges Vorgehen erfordert, denn der Gebrauchswert und die Lebensdauer eines Kartenwerkes hängen in hohem Masse von der Qualität der Nachführung ab.

Die Landeskarte der Schweiz steht kurz vor ihrer Vollendung. Sie setzt sich im wesentlichen aus 250 Blättern 1:25 000, 78 Blättern 1:50 000, 23 Blättern 1:100 000 und 4 Blättern 1:200 000 zusammen. Nach dem Erscheinen des letzten Blattes «Maggia» im Frühjahr 1979 wird nun auch die Massstabsreihe 1:25 000 vollständig vorliegen. Vollständig und nachgeführt. Dies ist nicht selbstverständlich, denn oft wird unter der Arbeitslast einer Neuerstellung die Nachführung der schon erschienenen Blätter stark vernachlässigt. In gewissen Ländern wurde sogar bewusst darauf verzichtet, während der Erstellungsphase gleichzeitig nachzuführen. Wenn man bedenkt, dass der Aufbau eines neuen Kartenwerkes 20 und mehr Jahre dauert, so erscheint ein solches Vorgehen nicht gerade glücklich.

Die Eidg. Landestopographie beschäftigt sich seit dem Beginn der fünfziger Jahre sehr intensiv mit der Nachführung der Landeskarten. Anfänglich bestand die Absicht, den Übersichtsplan 1:10 000 der Grundbuchvermessung als Datenlieferant für diese Arbeit zu verwenden, um so auf rein kartographischem Wege die Folgemassstäbe 1:25 000 bis 1:100 000 der Landeskarte auf den aktuellen Stand zu bringen. Dieses Unterfangen erwies sich in der Praxis aus verschiedenen Gründen als undurchführbar. Ein Haupthindernis entstand durch die Organisation der Übersichtsplannachführung. Da die Kantone für diese Arbeit verantwortlich sind, begegnen wir neben verschiedenen Methoden auch stark unterschiedlichen und unregelmässigen Nachführungszyklen. In Qualität und Ausführung finden sich alle Stufen, von sorgfältiger Arbeit bis zur vollständigen Vernachlässigung. Ein weiterer, oft nicht beachteter Nachteil bringt die vielerorts praktizierte Nachführung auf dem Meldeweg über die Grundbuchvermessung. Sie führt zu einer systematischen Verarmung des topographischen Karteninhaltes, denn es werden nur grundbuchrechtlich wichtige Daten wie Parzellengrenzen oder Gebäude erfasst. Fusswege, neue Waldformen, Gewässerveränderungen oder Veränderungen im Relief werden nicht erhoben. Es ist deshalb leicht einzusehen, dass eine dermassen lückenhafte und inhomogene Arbeitsgrundlage die geregelte, systematische Nachführung eines Folgemassstabes verunmöglicht.

Aus diesen Gründen entschloss man sich, die Nachführung der Landeskarten unabhängig von der Nachführung des Übersichtsplanes selbst an die Hand zu nehmen. 1952 erschien das Blatt «Bielersee» als erstes Blatt der Massstabsreihe 1:25 000. Von 1957 bis 1967 wurden neben der Neuerstellung sporadisch die dringendsten Blätter nachgeführt, und seit 1968 wird nach einem geregelten, systematischen Nachführungsplan gearbeitet. Grundlage dieses Planes ist die direkte photogrammetrische Nachführung der Massstabreihe 1:25 000, über deren Methoden und Möglichkeiten hier berichtet werden soll.

## Photogrammetrische Kartennachführung

Die photogrammetrische Kartennachführung setzt sich im wesentlichen aus zwei Arbeitsabläufen zusammen:

- aus einer Luftbild-Interpretation oder Identifikation im ständigen Vergleich mit der nachzuführenden Karte
- aus einer geometrischen Umformung oder Auswertung dieser Information in die Karte.

Dabei ist offensichtlich die Qualität der Luftbildinterpretation für die Vollständigkeit und die Qualität der Auswertung für die Genauigkeit der Nachführung von ausschlaggebender Bedeutung. Ein durchschnittlicher Kartenbenützer wird der Vollständigkeit immer mehr Gewicht beimessen als einer – wenig genutzten – grossen geometrischen Genauigkeit, vorausgesetzt, dass diese Genauigkeit nicht unter ein Mindestmass absinkt oder zu einer Formenverfälschung führt.

### *Luftbildinterpretation*

Die Luftbildinterpretation oder Identifikation geht von neuen, möglichst aktuellen Luftbildern des zu überarbeitenden Kartenblattes aus und stützt sich auf eine klare, unmissverständliche Vorschrift über den Inhalt der Karte, die im wesentlichen die Signaturen erklärt und abgrenzt. Die Luftbilder müssen in einer Überdekkung erstellt werden, die ein lückenloses stereoskopisches Betrachten des zu bearbeitenden Gebietes ermöglicht. Es ist keinesfalls ratsam, bei der Interpretation auf die dritte Dimension zu verzichten. Zu oft wird so ein Vorplatz zur Garage, ein Misthaufen zum Stall oder ein Flachdachgebäude zum Parkplatz.

Eine wichtige Rolle spielt die Wahl des Bildmassstabs. Die mit der photogrammetrischen Auswertung erreichbare Messgenauigkeit erlaubt in den meisten Fällen die Wahl eines im Vergleich zum Kartenmassstab kleineren Bildmassstabes. Beispielsweise würde für eine Karte 1:25 000 mit einer Kotengenauigkeit $m_k = \pm 1$ m und unter Verwendung eines Standardobjektives mit einer Brennweite von 153 mm ein Bildmassstab von 1:32 000 genügen (Näherungsformel: $m_b = \pm 0.2‰$ der Flughöhe über Grund). Bilder in diesem Massstab zeichnen aber unsere mitteleuropäischen Bebauungs- und Sied-

Abb. 1 Luftaufnahme, Bildmassstab ca. 1:32 000, Ausschnitt Frauenfeld, Kt. Thurgau.

lungsstrukturen zu fein und lassen sich nur mühsam für eine umfassende Nachführungsidentifikation verwenden (Abb. 1). Man könnte nun schliessen, je grösser der Massstab, desto einfacher und besser die Identifikation. Es hat sich hier aber gezeigt, dass eine vergleichende Bildinterpretation, wie sie bei der Nachführung gemacht werden muss, mit gleichen Massstäben in Bild und Karte am einfachsten zu bewerkstelligen ist. Zudem beeinträchtigt ein zu grosser Massstab die Wirtschaftlichkeit der Nachführung. Die Wahl des Bildmassstabes wird selbstverständlich auch noch von anderen Faktoren abhängen. So können beispielsweise vorhandene Auswertegeräte oder die gewählte Auswertemethode und nicht zuletzt Ansprüche von Drittbenützern an die Bilder einen Einfluss haben.

Von ausschlaggebender Bedeutung ist die Erfahrung und die Sorgfalt des Interpreten. Es ist dies eine Tatsache, die selten grosse Beachtung findet. Sie kann jedoch nicht genug betont werden. Bilder anschauen kann jeder. Gute Luftbildinterpreten sind aber selten. Der Bearbeiter muss sowohl mit dem Luftbild und mit den Möglichkeiten der Auswertung als auch mit der nachzuführenden Karte vollständig vertraut sein. In der Regel erwirbt er diese Kenntnisse nur in der Praxis, so dass gute Fachkräfte von den jeweiligen Nachführungsstellen selbst ausgebildet werden müssen. Dabei bringen Vermessungszeichner und Kartographen die besten Voraussetzungen für diese Arbeit mit.

Trotz sorgfältigster Interpretation im Büro können nie alle für die Kartennachführung wichtigen Informationen aus dem Luftbild allein entnommen werden. Immer gibt es eine Anzahl Elemente, die verdeckt sind oder nicht eindeutig erkannt werden können. Die Feldbegehung wird somit zur unumgänglichen Ergänzung der Luftbild-Identifikation im Büro. Als wichtigstes Beispiel sei hier die Klassierung neuer oder ausgebauter Verkehrswege genannt. Obwohl eine neue Strasse oder gewisse Veränderungen im Strassenbild durchaus in der Luftaufnahme erkannt werden können, ist die Verkehrsbedeutung praktisch nur bei einer Feldbegehung feststellbar. Ein weiteres wichtiges Beispiel sind Veränderungen im Wald. Hier wird zudem gelegentlich nur eine terrestrische Detailaufnahme weiterhelfen. Dabei kann man sich bei kleineren Objekten oft mit einfachen Hilfsmitteln wie Bussole, Höhenmesser und Messband behelfen. Auch hier ist zu betonen, dass ein erfahrener Interpret erstaunlich viel aus den Luftbildern herauslesen kann und so Zusatzerhebungen auf das absolute Mindestmass reduziert, ohne dass Vollständigkeit oder Genauigkeit darunter leiden.

*Die geometrische Umformung oder Auswertung*

Für die Übertragung der identifizierten Elemente in die Karte kommen heute im wesentlichen drei verschiedene Methoden zur Anwendung:

- Luftbildumzeichnung mit einfachen Geräten
- Auswertung mit Stereoautographen
- Auswertung mit vorgängig erstellten Orthophotos

Ein Luftbildumzeichner (Abb. 2) erlaubt, Luftbild und Kartenausschnitt über ein Prismensystem gleichzeitig überlagert zu betrachten. Moderne Geräte gestatten eine stufenlose Vergrösserung des Luftbildes sowie eine Verzerrung desselben in einer beliebig wählbaren Richtung. Das zu bearbeitende Gebiet wird der Geländeform entsprechend facettenartig in Schrägebenen aufgeteilt, deren Bildanteile durch die beschriebene optische Vorrichtung einzeln in die entsprechende Fläche auf der Karte eingepasst werden können. Voraussetzung für diese lokale Entzerrung ist natürlich eine Vielzahl von Passpunkten – natürliche Elemente wie Strassenkreuzungen, Häuser oder Brücken –, die in Luftbild und Karte erkennbar sind. Durch entsprechende Beleuchtungseffekte kann man Karte oder Luftbild stärker hervortreten lassen oder im Blinkermodus wechselweise betrachten. Die auf der Karte fehlenden Elemente treten so im überlagerten Bild zutage und können eingezeichnet werden. Auf diese Weise wird Facette um Facette auf die Karte eingepasst und ausgewertet. Der neueste Gerätetyp erlaubt die gleichzeitige Betrachtung eines Stereo-Bildpaares, wobei das rechte oder das linke Bild der Karte überlagert werden kann.

Ein wesentlicher Vorteil dieser Methode liegt in der Einfachheit des Verfahrens. Die entsprechenden Geräte

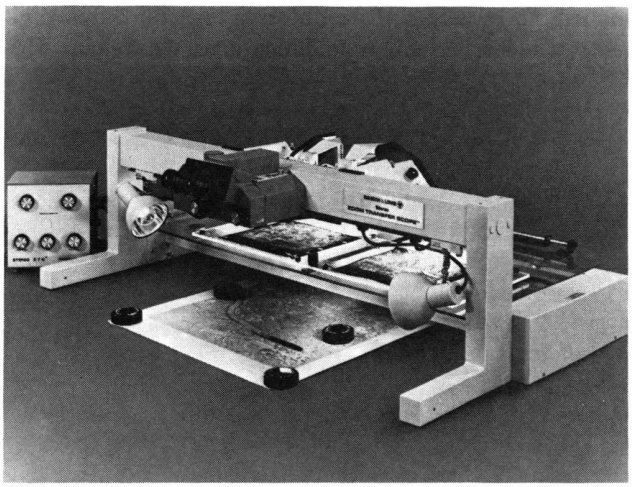

Abb. 2 Luftbildumzeichengerät mit stereoskopischer Betrachtung. (Stereo Zoom Transferscope Bausch & Lomb.)

sind sehr preisgünstig und nach kurzer Anlernzeit leicht zu handhaben. Wichtige Einzelnachträge, wie Autobahnstücke oder ähnliches, können so beispielsweise recht elegant in die Karte übernommen werden.

Hauptnachteil bei dieser Art von Auswertung ist das Fehlen einer Messmöglichkeit für die dritte Dimension. So können Veränderungen im Höhenkurvenbild, wie beispielsweise die Nachführung der Gletscherstände, nach diesem Verfahren nicht bestimmt werden. Nachteilig wirkt sich auf lange Sicht auch die nicht sehr grosse Auswertegenauigkeit aus. In der Praxis dürfte sie bei etwa 0.3 bis 0.5 mm liegen. Zudem ändert die Einpassung und damit der Einpassfehler von Facette zu Facette, so dass nach einigen Nachführungsdurchgängen eine gewisse Genauigkeitseinbusse zu erwarten ist.

Die Auswertung der Nachführungsobjekte am Stereoautographen stellt unter allen Varianten ohne Zweifel die beste Lösung dar. Das Einpassen der Luftbilder kann mit signalisierten Passpunkten oder mit nachträglich eingemessenen Detailpunkten erfolgen. Eine dritte, einfachere Möglichkeit, die Einpassung auf die bestehende Karte, hängt stark von der Situationsdichte sowie von der Lage- und Höhengenauigkeit der nachzuführenden Grundlage ab. Diese relative Einpassung in die bestehende Situation kann mit der Zeit zu gewissen Unregelmässigkeiten im Genauigkeitsbild der Karte führen. Andererseits fallen so die oft recht aufwendigen Signalisationsarbeiten und Passpunktbestimmungen weg.

Die Methode genügt je nach Aufwand allen Anforderungen. Sie erlaubt eine einwandfreie Bestimmung von Lage- und Höhenveränderungen und erleichtert zudem die Interpretation durch die stereoskopische Betrachtung bei der Auswertung.

Ein gewisser Nachteil entsteht durch die relativ hohen Gerätekosten. Zudem muss mit geschulten Auswertern gearbeitet werden. Dieser Aufwand macht sich aber durch die resultierende Zuverlässigkeit und Sicherheit des Resultates bezahlt.

Die dritte Möglichkeit führt über das Orthophoto. Vom Nachführungsgebiet werden aus den neuen Luftaufnahmen massstabsgerechte Orthophotos hergestellt. Voraussetzung für die Steuerung dieses Herstellungsprozesses ist das Vorhandensein der Höheninformation in digitaler Form. Fehlt ein geeignetes digitales Geländemodell, so muss die Höheninformation erst durch digitalisieren des Höhenkurvenbildes oder durch eine Höhenauswertung am Stereoauswertegerät erarbeitet werden.

Die Nachführung erfolgt durch «Hochzeichnen» der Veränderungen aus dem Orthophoto in die Karte. Dazu wird die alte Situationsplatte auf Film kopiert, dieser auf das massstabsgleiche Orthophoto gelegt und mit bestehenden Situationspunkten eingepasst. Die Nachführungsobjekte können nun auf diesem Film direkt zeichnerisch ergänzt werden.

Das ganze Verfahren ist durch die Orthophotoherstellung recht aufwendig und lässt sich wohl nur verantworten, wenn die Orthophotos neben der Nachführung auch noch für weitere Zwecke benötigt werden, oder wenn ein digitales Geländemodell bereits besteht. Zudem ist das auf den ersten Blick sehr einfach erscheinende «Hochzeichnen» ein recht mühsames Verfahren, vor allem in Massstäben kleiner als 1:10 000. Die Situationsstrukturen werden dann derart fein, dass dieses Vorgehen für den Bearbeiter zur eigentlichen Tortur werden kann. Ein Arbeiten in vergrösserten Unterlagen bedingt nachträglich entsprechende Reduktionsschritte in der Reproduktion und vergrössert dadurch den Aufwand.

Auch bei diesem Verfahren fehlt die Erfassungsmöglichkeit für die Höhenveränderungen. Hier kann die Verwendung von Stereo-Orthophotos Abhilfe schaffen. Bei dieser Methode wird neben dem Orthophoto durch systematische Bildverzerrung ein entsprechendes Komplementärbild, das sogenannte Stereo-Mate, erzeugt. Orthophoto und Stereo-Mate lassen sich nun unter dem Spiegelstereoskop betrachten und erzeugen beim Beobachter denselben Raumeindruck wie ein gewöhnliches Stereobildpaar. Mit einem vereinfachten Auswertegerät, dem sogenannten Stereocompiler, können nun Höhenkurven oder aber auch Situationselemente direkt in das Orthophoto kartiert werden. Das ganze Verfahren eignet sich gut für die Herstellung von Orthophotoplänen und für deren Ergänzung mit linearen Elementen wie Höhenkurven oder Verkehrswegen. Für die Nachführung von Karten ist es jedoch reichlich kompliziert und bezüglich Geräteanschaffung und Arbeitsumfang recht aufwendig.

## Das Nachführungsprogramm der Landestopographie

Die Landeskarten werden in einem Zyklus von 6 Jahren regelmässig nachgeführt. Dabei erfolgt die photogrammetrische Direkterhebung im Massstab 1:25 000. Für die Folgemassstäbe 1:50 000 bis 1:200 000 wird diese Information entsprechend generalisiert, das heisst diese Massstabsreihen werden ohne separate Erhebungen rein redaktionell-kartographisch nachgeführt.

Entsprechend dem Zyklus von 6 Jahren wurde die Schweiz in 6 Nachführungsblöcke aufgeteilt (Abb. 3). Diese folgen dem Blattschnitt der Massstabsreihe 1:100 000 und sind bezüglich des Arbeitsaufwandes für die Nachführung etwa ausgewogen. Jedes Jahr wird nun ein Block, bestehend aus ungefähr 40 Blättern 1:25 000, überflogen, identifiziert und ausgewertet.

### *Flugplanung, Bildflug*

Die Landestopographie verfügt seit 1968 über ein Flugzeug vom Typ Rockwell «Grand Commander 680 FL» (Abb. 4). Es handelt sich dabei um einen zweimotorigen Hochdecker, der sich sehr gut für Aufnahmeflüge eignet. Das Flugzeug ist mit einer Kamera Wild RC 10 (Standardbildformat 23×23 cm) ausgerüstet. Für die Nachführung gelangt heute ausschliesslich ein Objektivstutzen vom Typ Universal Aviogon II mit einer Brennweite von 153 mm (Öffnungswinkel 90°) zum Einsatz. Das Flugzeug ist in Dübendorf stationiert. Piloten und Beobachter sind Angehörige der Fliegertruppen, die während der Aufnahmesaison ausschliesslich für die Nachführungsflüge zur Verfügung stehen. Die Wartung des Flugzeuges wird ebenfalls von militärischen Stellen besorgt.

Die Arbeit beginnt mit der Vorbereitung der Flugpläne. Ein solcher Flugplan deckt sich im Normalfall

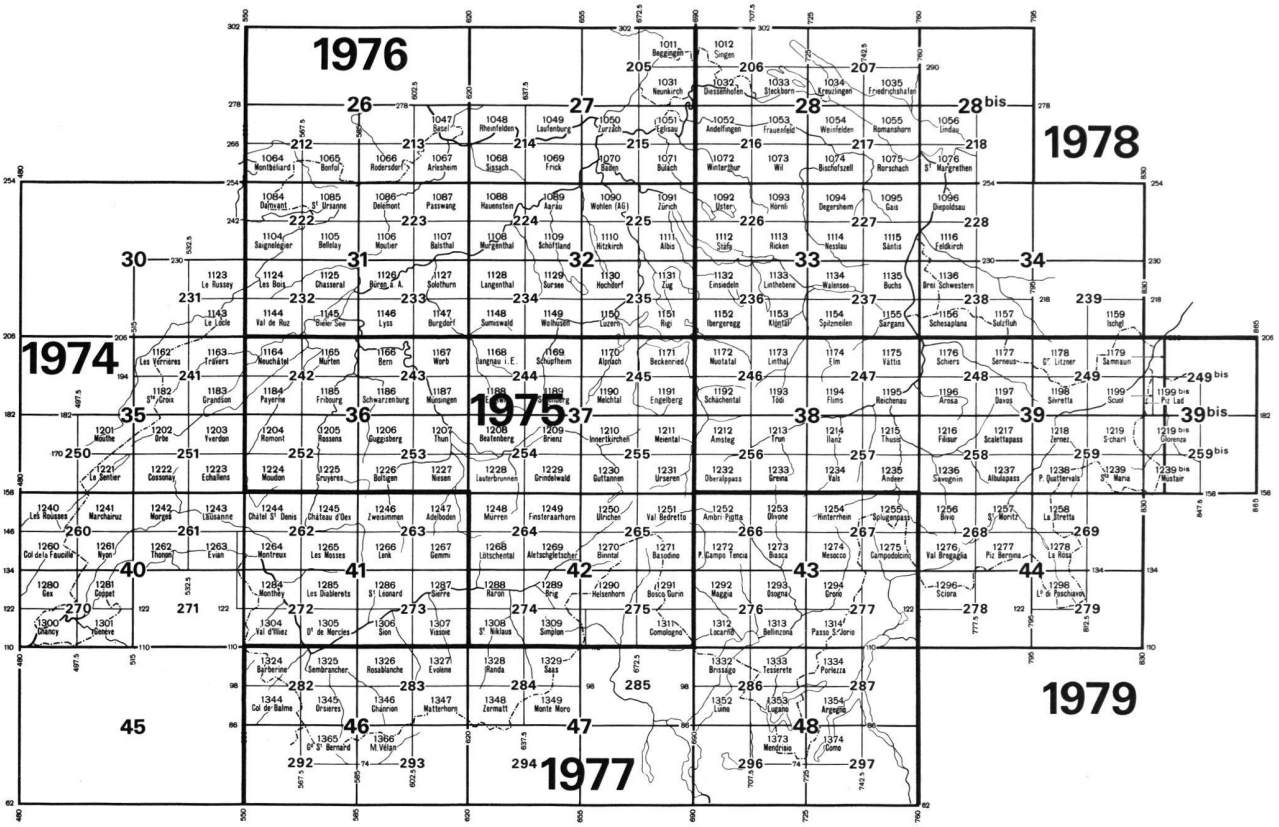


Abb. 3 Nachführungsplan der Eidg. Landestopographie für den Nachführungszyklus 1974–1979.

mit einem Kartenblatt 1:50 000, so dass pro Jahr durchschnittlich 10 Flugpläne zu erstellen sind. Bei der Planung der Fluglinien muss darauf geachtet werden, dass ein unabhängiges Arbeiten in Blatteinheiten 1:25 000 gewährleistet bleibt. Die Fluglinien dürfen somit nicht in unmittelbarer Nähe der Blatträndern verlaufen.

Im allgemeinen wird eine regelmässige Befliegung in Ost-West- oder Nord-Süd-Richtung angestrebt. Die Flughöhe beträgt durchschnittlich 3800 m über Grund. So erhalten wir mit dem eingesetzten Objektiv einen mittleren Bildmassstab von 1:25 000. Die Bildüberdekkung im Streifen wurde im Mittelland auf 70% festgelegt. Dies gibt neben einer gewissen Sicherheit auch einen maximalen Arbeitsfortschritt bezüglich der Modellfläche. Die Überlappung der Streifen beträgt ungefähr 20 bis 30%. Unter diesen Voraussetzungen wird ein Mittellandblatt 1:25 000 mit drei in Ost-West-Richtung verlaufenden Fluglinien von 18 Kilometern Länge vollständig überdeckt. Ein Flugplan im Massstab 1:50 000 weist somit 6 Fluglinien von je 36 Kilometern Länge auf. Unter idealen Bedingungen könnten die entsprechenden Aufnahmen in ca. 2–3 Stunden erflogen werden.

Im Berggebiet liegen die Verhältnisse ein wenig anders. Hier ging man in den letzten zwei Jahren dazu über, die Haupttäler mit sogenannten Tallinien abzudekken. Diese Aufnahmen weisen einen Bildmassstab von ca. 1:20 000 auf und decken die Talhänge bis in eine Höhe von etwa 1800 bis 2000 Meter über Meer. Daneben erfolgt eine systematische, je nach den Hauptgebirgsketten Ost-West oder Nord-Süd gerichtete Hochbefliegung, welche das ganze Blatt deckt und in den Tälern einen Bildmassstab von höchstens 1:30 000 aufweist. Die gewählte Überdeckung beträgt im Alpengebiet den Höhendifferenzen entsprechend 80 %.

Diese Zweiteilung ermöglicht es, die Tallinien relativ früh, das heisst Ende Juni, zu fliegen. So steht in den wichtigsten Gebieten das Bildmaterial rechtzeitig für die Bearbeitung zur Verfügung. Die Erfahrung hat nämlich gezeigt, dass die höher gelegenen Alpengebiete oft erst im September ganz schneefrei sind und aufgenommen werden können. Eine Bearbeitung der entsprechenden Gebirgsblätter im Feld ist aber ab Oktober reine Glückssache.

Eigentlich wäre es angezeigt, in einem neuen Nachführungszyklus die alten Flugpläne wieder zu verwen-

Abb. 4 Aufnahmeflugzeug der Eidg. Landestopographie Rockwell «Grand Commander 680 FL».

den. Dies geschieht heute auch teilweise. Es ist jedoch noch nicht überall möglich, da die Landestopographie bis 1974 neben einer Kamera im Standardformat 23×23 cm auch eine Kamera Wild RC 5 mit dem Bildformat 18×18 cm und einer Brennweite von 115 mm einsetzte. Die entsprechend tiefer geflogenen und dichter liegenden Fluglinien müssen nun systematisch angepasst werden. Im dritten Nachführungszyklus von 1980 bis 1985 werden aber die Flugpläne des zweiten Zyklus weitgehend übernommen werden können.

Die Flugpläne werden mit einem entsprechenden Zeitplan für die Durchführung und dem benötigten Filmmaterial (Kodak Plus X Aerographic) zu Beginn der Saison dem Flugdienst in Dübendorf übergeben. Die Saison beginnt mit der Belaubung der Wälder, also ungefähr Anfang Mai, und endet zu Beginn Oktober. Früher geflogene Aufnahmen erschweren die Nachführung der Waldgebiete, Hecken und Obstgärten. Zudem werden unsere Aufnahmen in relativ grossem Umfang auch in der Forstwirtschaft verwendet. In dieser Anwendung sind Aufnahmen nicht belaubter Wälder praktisch unbrauchbar. Im Oktober gestatten es die Beleuchtungsverhältnisse auch über Mittag kaum noch, gute Aufnahmen zu machen. In den Berggebieten machen sich die Schlagschatten massiv bemerkbar, und zudem liegt oft schon Schnee. Im Mittelland sind dagegen häufig Bodennebel anzutreffen. So bleibt die eigentliche Aufnahmesaison auf die Monate Mai bis September beschränkt.

Der Flugdienst arbeitet nun in ständigem Kontakt mit der Landestopographie. Die belichteten Filme werden uns sofort zugestellt, in unserem Photolabor entwickelt und kopiert und anhand der Flugpläne kontrolliert. Unbrauchbare Aufnahmen infolge Wolken, Navigationsfehlern oder leider relativ häufig auftretenden Kamerastörungen werden lokalisiert und wenn nötig zur Wiederholung gemeldet.

Die Bildfliegerei gipfelt unter den beschriebenen Bedingungen in einem ständigen Lauern auf gutes Flugwetter. Gut heisst wolkenlos und klar mit Sichtweiten über 30 Kilometer. Das sind Verhältnisse, die in der Schweiz während der Aufnahmesaison durchschnittlich an 10 bis 15 Tagen auftreten. Im Mittelland macht uns der vermehrte starke Dunst und die Luftverschmutzung zu schaffen, und in den Bergen setzt ab ca. 10 Uhr die Quellwolkenbildung ein. Daraus resultieren einerseits flaue Aufnahmen und anderseits Aufnahmen mit Wolkenschatten oder Wolken.

In der Regel treten die günstigen Wetterlagen erst ab Juli ein. Vorher ist meistens noch zu viel Feuchtigkeit von der Schneeschmelze her vorhanden. So wird die Bearbeitungszeit bis zum Wintereinbruch aber sehr kurz. Im Alpengebiet ist es oft nicht möglich, die Feldbearbeitung noch im gleichen Jahr durchzuführen. Man ist nun dazu übergegangen, in den Berggebieten die Hochbefliegungen teilweise auf den Herbst des Vorjahres zu verlegen, um so die Feldsaison voll nutzen zu können.

Bei sehr schlechten Wetterbedingungen wird ab August ein Teil des Flugprogrammes an den ebenfalls in Dübendorf stationierten Flugdienst der Eidg. Vermessungsdirektion abgegeben. Dieser verfügt über ein Flugzeug vom Typ «de Havilland Twin Otter» und verwendet die gleiche Kamera wie die Landestopographie. Die Zusammenarbeit der beiden Flugdienste funktioniert ausgezeichnet. Mit der doppelten Kapazität war es bis heute immer möglich, die benötigten Aufnahmen zu beschaffen.

*Identifikation und Feldbegehung*

Bearbeitungseinheit für die Nachführung ist das Kartenblatt 1:25 000. Die nachzuführende Karte wird vorerst auf Karton aufgezogen und in vier Teile zerschnitten. Die so entstehenden sogenannten «Feldkartons» bilden eine handliche Grundlage für die Arbeit. Hier werden nun alle Veränderungen protokolliert. Vorerst vergleicht der Bearbeiter die neuen Aufnahmen systematisch mit der alten Karte. Dazu steht ihm ein einfaches Spiegelstereoskop zur Verfügung. Alle beobachteten Änderungen werden im Feldkarton eingetragen.

Ein weiteres Hilfsmittel, das beigezogen wird, ist der sogenannte Nachführungsatlas, eine Sammlung von Kartenblättern im Massstab 1:25 000, in die laufend alle Fehler, Unstimmigkeiten und Änderungen eingetragen werden, die der Landestopographie mitgeteilt oder im Laufe der sechs Jahre bei uns entdeckt werden. Die Identifikation im Büro dauert pro Kartenblatt durchschnittlich zwei Wochen. Anschliessend folgt die Feldbegehung, die in der Regel vom gleichen Bearbeiter durchgeführt wird.

Die Feldbegehung dient der genauen Abklärung aller noch vorhandenen Unsicherheiten, der Klassifikation neuer oder veränderter Strassen und der vollständigen Situationskontrolle in den Waldgebieten. Wenn nötig werden dabei nicht luftsichtbare Objekte mit dem Messtisch oder mit der Bussole und dem Messband aufgenommen. Diese letzte Abklärung an Ort und Stelle ist eine notwendige Ergänzung der Identifikation mit dem Luftbild. Nach unserer Erfahrung trägt sie wesentlich zur Informationsgewinnung und zur korrekten Interpretation dieser Information bei. Eine qualitativ befriedigende Nachführung der Landeskarte ist ohne Begehung nicht möglich.

Die Feldarbeit dauert im Durchschnitt drei Wochen. Dem Bearbeiter steht ein Fahrzeug zur Verfügung. Vor allem in den Alpen und im Tessin muss aber oft ein grosses Gebiet zu Fuss bearbeitet werden. Diese Begehungen gehören zu den schönsten Tätigkeiten im Beruf des Topographen. Bei gewissenhafter Durchführung ist es aber harte Arbeit und verlangt den vollen Einsatz des Bearbeiters.

Nach Abschluss der Feldbegehung liegt ein bereinigter Feldkarton vor, der alle nötigen Unterlagen für eine vollständige Nachführung enthält.

*Auswertung an den Autographen*

Die Landestopographie besitzt vier Auswertegeräte. Es handelt sich dabei um einen Autographen Wild A 7 und drei Autographen Wild A 8. Alle vier Geräte werden ausschliesslich für die Nachführungsauswertung eingesetzt.

Der Photogrammeter erhält zur Auswertung die Originalnegative und den bereinigten Feldkarton. Nun wird Modell um Modell eingepasst und ausgewertet. Als Lagepasspunkte benützt er geeignete Situationspunkte

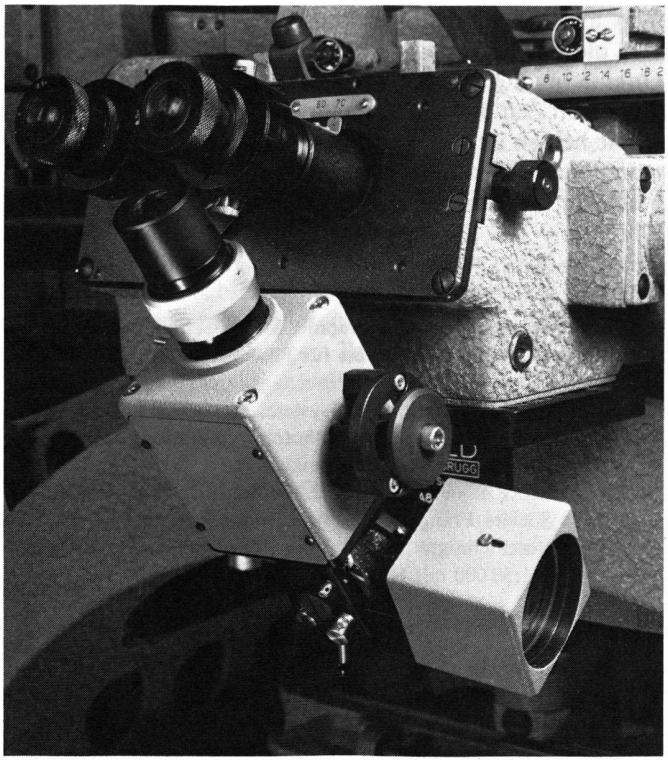

Abb. 5 Optisches Kartoskop Mod. «Schütz» der Eidg. Landestopographie, Okularteil. Hergestellt durch die Firma Wild Heerbrugg AG.

wie Kreuzungen von Strassen 4. Klasse oder isoliert stehende, von der kartographischen Generalisierung nicht berührte Häuser. Zudem werden vorhandene, nach Koordinaten bekannte Kirchtürme und im Berggebiet die sogenannten Topopunkte auf der Auswerteunterlage aufgetragen. Diese Topopunkte stammen aus der Zeit, als die terrestrische Photogrammetrie für die Erstellung der Landeskarte 1:50 000 im Alpengebiet eingesetzt wurde. Es sind Giebel von Alphütten, Steinmänner, Felsblöcke usw., die seinerzeit mit Dezimetergenauigkeit in Lage und Höhe bestimmt wurden. Ungefähr 50 Prozent dieser Punkte sind heute noch brauchbar. Für die Höheneinpassung stehen zudem die zahlreichen Kotenpunkte der Karte zur Verfügung.

Mit diesen Grundlagen erreicht man eine Einpassgenauigkeit für die Lage von ca. $^1/_{10}$ bis $^3/_{10}$ Millimeter (Zeichengenauigkeit) und für die Höhe von ungefähr ± 1 Meter (Kotengenauigkeit).

Die Auswertung erfolgt entweder in Bleistift auf eine Bromsilberfolie oder mit Hartmetallstichel auf eine beschichtete Glasplatte. Beide Verfahren haben ihre Vor- und Nachteile.

Bei der ersten Methode wird die bestehende Situation als Grundlage in einem feinen Grauton auf eine masshaltige, auf Aluminium aufgezogene Bromsilberfolie aufkopiert. Die Auswertung erfolgt in Bleistift und Farbstift und muss anschliessend in einem separaten Arbeitsgang mit Tusche reingezeichnet werden. Nur so erhält man genügend Kontrast für die nachfolgenden photographischen Reproduktionsschritte. Das Reinzeichnen ist recht aufwendig und dauert je nach Umfang drei bis fünf Wochen. Es erlaubt aber eine gewisse Redaktion des Inhaltes. Vor allem ist eine Verkleinerung der so entstandenen Unterlage qualitativ genügend für eine direkte Nachführung des Folgemassstabes 1:50 000.

Als Grundlage für die zweite Methode wird die Situation ebenfalls in einem leichten Grauton auf eine Glasplatte kopiert und anschliessend mit einer roten durchscheinenden Gravurschicht bedeckt. Die Nachführungselemente werden bei der Auswertung direkt in diese Schicht graviert. Es handelt sich dabei nicht um eine Reingravur in kartographischer Manier, beispielsweise werden keine Doppelstichel verwendet. Diese Methode verlangt mehr Sorgfalt vom Auswerter, dafür fällt das aufwendige Reinzeichnen weg. Ein Nachteil zeigt sich bei der Reduktion dieser Auswertung in den Folgemassstab 1:50 000. Die Unterlage wird so fein, dass ein Bearbeiten ausserordentlich mühsam ist. In der Regel wird deshalb mit der Nachführung des Folgemassstabes zugewartet, bis alle 4 Blätter 1:25 000 fertiggestellt sind. Dies führt leider zu gewissen Verzögerungen, die sich auch bei bester Organisation kaum vermeiden lassen.

Die ältere Methode der Bleistiftauswertung wird mehr und mehr durch die Auswertung auf Glas abgelöst. Heute liegt das Verhältnis von Bromsilberauswertung zu Auswertung auf Glas bei ca. 1:2.

Mit der Auswertung endet der Einsatz des Photogrammeters und des Topographen. Die weitere Bearbeitung der Nachführung erfolgt anschliessend durch den Kartographen.

*Probleme und Verbesserungsmöglichkeiten*

Die von der Landestopographie gewählte Nachführungsform hat sich nun über 10 Jahre bewährt. Eine grundlegende Erneuerung der Nachführungstechnik von Karten ist trotz der rasanten Entwicklung auf dem Automationssektor nicht in Sicht. Die Landeskarten werden somit voraussichtlich noch über einige Zyklen gemäss dem vorgestellten Verfahren nachgeführt.

Die eigentlichen Probleme der Nachführung liegen heute bei der Rationalisierung der verschiedenen Arbeitsschritte und bei einer Straffung des ganzen Arbeitsablaufs. Grund genug, dass der ganze Prozess immer wieder überprüft und, wenn auch nicht grundlegend, so doch in einzelnen Teilen verbessert wird.

Eine wesentliche Verbesserung brachte das seit zwei Jahren an allen Autographen im Einsatz stehende «Kartoskop», ein optisches Gerät, welches dem Photo-

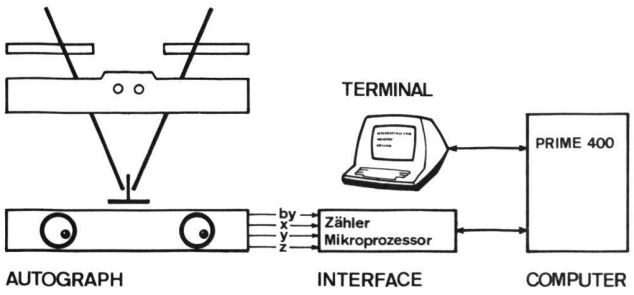


Abb. 6 Prinzipskizze des Autographenanschlusses an den Computer der Eidg. Landestopographie. Interface und Terminal können über Normschnittstellen (RS 232 oder 20 mA current loop) angeschlossen werden. Die Wahl eines kleineren Computers z. B. Olivetti 6060 wäre möglich.

grammeter erlaubt, bei der Auswertung ohne den Kopf zu drehen über ein drittes Okular mit entsprechendem optischem Strahlengang ständig den Stichel zu verfolgen (Abb. 5). Der erfasste Ausschnitt hat einen Durchmesser von ca. 5 cm. Das Gerät wurde von einem Mitarbeiter der Landestopographie entwickelt und von der Firma Wild in Heerbrugg gebaut. Es erleichtert die Auswertearbeit vor allem bei der Nachführung in Kartenmassstäben enorm und ist einem System mit Fernsehkamera und Monitor eindeutig überlegen.

Eine andere Rationalisierung ist in Vorbereitung. Bei der Nachführungsauswertung liegt das Verhältnis von Orientierungszeit zu effektiver Auswertezeit recht ungünstig. Oft muss ein Bildpaar für einige wenige Nachträge eingelegt und orientiert werden. Zudem ist die Orientierung vor allem wegen der Topographie unseres Landes oft recht zeitraubend. Es ist nun vorgesehen, in nächster Zeit bei allen Autographen die numerische Orientierung einzuführen. Zu diesem Zweck werden alle Geräte mit Drehmelder ausgerüstet, die über ein von einem Mikroprozessor gesteuertes Interface direkt an den neuen Computer der Landestopographie angeschlossen werden. Der Zugang des Operateurs zum Rechner und zu den dort verwalteten Programmen erfolgt über ein interaktives Bildschirmterminal (Abb. 6). Auf diese Weise wird es in Zukunft möglich sein, die Orientierung der Modelle kontrolliert und in einem Minimum an Zeit durchzuführen.

Die beiden Beispiele zeigen, dass bei der anscheinend monotonen Nachführungsarbeit immer wieder Probleme auftauchen, die zu interessanten neuen Lösungen führen.

*Literatur*

G. Birardi: Revision of Topographic Maps. Schlussbericht der Arbeitsgruppe IV/2, Int. Kongress für Photogrammetrie, Helsinki 1976.

T. Blachut: Das Stereoorthophotosystem, eine neue Lösung auf dem Gebiet der Kartierung und Photointerpretation. «Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik» 1/72.

R. Knöpfli: Mise a jour de la Carte Nationale de la Suisse. Bulletin de la Société Française de Photogrammétrie no 58/1975.

K. König: Beschleunigte Fortführung topographischer Karten 1:25 000 und 1:50 000 mit Hilfe des Orthophotos. Idem.

Adresse des Verfassers:
Ch. Eidenbenz, dipl. Ing., Eidg. Landestopographie,
Seftigenstrasse 264, 3084 Wabern

# VSVT ASTG

Verband Schweizerischer Vermessungstechniker
Association suisse des techniciens-géomètres

## Stellenmarkt / Marché de l'emploi

**Stellennachfrage**

5. Geometer-Techniker HTL (26) mit In- und Auslanderfahrung in Ingenieurvermessung und Grundbuchvermessung sucht neuen Wirkungskreis.
Offerten sind unter Chiffre Nr. 105 an die Stellenvermittlung VSVT zu richten.

Anmeldung und Auskunft:
Paul Gobeli, Im Ibach 6, 8712 Stäfa
Telefon privat (01) 926 43 38, Büro (01) 216 27 55

Inscription et renseignement:
Paul Gobeli, Im Ibach 6, 8712 Stäfa
Téléphone privé (01) 926 43 38. bureau (01) 216 27 55

## Sektion Zürich

**Stamm in Winterthur**

Freitag, 17. November 1978, ab 20.00, im Restaurant «Feldschlösschen», hinter dem Bahnhof. Parkplätze beim Migros-Markt.

Für den Stammabend laden wir Sie höflich ein.

*Der Vorstand*

# Mitteilungen Nouvelles

## Ingenieurschule beider Basel (Höhere Technische Lehranstalt)

**Geometer-Techniker HTL suchen Stellen**

Ende Oktober 1978 werden 20 junge Vermessungsfachleute die Ingenieurschule verlassen, um wieder in die Berufspraxis einzutreten.

Unsere Absolventen sind breit ausgebildet. Sie erhalten neben der Vermessung auch eine Grundausbildung in Photogrammetrie, Landumlegung, Rechtskunde, Strassen- und Wegebau, Hydraulik und Planung. Sie sind auch willens, Neues dazuzulernen und im Ausland zu arbeiten.

Die Schwierigkeiten der Stellensuche sind uns bekannt. Wir bitten die verantwortlichen Chefs in Privatbüros und Amtsstellen um Meldung offener Stellen, die wir zwecks persönlicher Bewerbung gerne an die Diplomanden weiterleiten.

Für Ihre Unterstützung danken wir herzlich.

*Der Direktor und der Abteilungsvorsteher der Ingenieurschule beider Basel*