

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

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessung und Kulturtechnik (SVVK) = Société suisse des mensurations et améliorations foncières (SSMAF)

Band: 86 (1988)

Heft: 4: 150 Jahre Bundesamt für Landestopographie = 150 ans Office fédéral de topographie = 150 anni Ufficio federale di topografia

Artikel: Photogrammetrie und Fernerkundung als Informationsquelle zur Kartenherstellung

Autor: Eidenbenz, C.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-233751>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 20.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

den Landeskarten aufgebaut. Auch die computergestützte Erstellung thematischer Karten soll schrittweise erprobt und das Anwendungsgebiet erweitert werden. Die Erwartungen gehen vor allem in Richtung der Elimination der zeitaufwendigen Reproduktionsverfahren und deren Ersatz durch die digitale Rastertechnik für die Erstellung der Farbauszugsfilme. Aber auch bei den Gravur- und Maskenherstellungsarbeiten scheinen Einsparungen realisierbar zu sein, sodass kürzere Durchlaufzeiten möglich würden.

Gelegentlich wird die Meinung vertreten, der aktuelle Stand des Grunddatensatzes, wie ihn die Reform der amtlichen Vermessung vorsieht, könnte direkt für die Nachführung der Landeskarten dienen. Schon die Vorstellung, dass sämtliche Koordinaten von neuen Straßenparzellen und Gebäudegrundrissen u.a.m. für ein Kartenblatt von den Ingenieur-Geometerbüros zeitgerecht und lückenlos an die Landestopographie übermittelt werden könnten, ist wenig realistisch. Wie die Abbildung 7 zeigt, wäre anschliessend noch das Generalisierungsproblem zu lösen. Für die Grundbuchvermessung werden häufig nicht diejenigen Punkte erfasst, welche für die Karte nötig wären. Schliesslich verkennt diese koordinationsbeflissensten Berufskollegen, wie speditiv, umfassend und homogen flächendeckend die Landeskarten aus Luftbildern nachgeführt werden

können. Auch in den vorgenannten Ländern werden die verschiedenen Massstabsbereiche getrennt erfasst und laufend gehalten.

Die Umstellung auf die computergestützte Herstellung und Nachführung der Landeskarten ist ohne zusätzliche Mittel nicht zu realisieren. Ohne beträchtliche Investitionen könnten die Dienstleistungen, wie sie heute erbracht werden, nicht gewährleistet werden, nicht zu reden von allen zusätzlichen Erwartungen. Die Landestopographie steht in den nächsten Jahren vor einer schwierigen Aufgabe, die sich am ehesten mit einem Totalumbau vergleichen lässt, während die laufende Produktion nicht unterbrochen werden kann.

Literatur:

- [1] Eidenbenz, Ch.: Aufbau einer digitalen Karte. In: Krieg im Äther, Folge XXV, 1986. 23 S. 17 Abb.
- [2] Hutzler, E.: Programmsystem DIAMANT zur interaktiven Bearbeitung thematischer Karten mit Diagrammen. In: VPK 2/80. S. 49–56. 10 Abb.
- [3] Meurisch, H. und Weber, W.: Reproduktion der topographischen Karte 1:200 000 im digitalen Rastermodus. In: Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen. Reihe I, Nr. 95, 1985. S. 107–114.
- [4] Brommer, St. de: Rapport de la Commission I de l'A.C.I. In: Int. Jahrbuch der Kartographie, Band VII, 1967. S. 216.
- [5] Barrosa, A. A.: Le rôle de la cartographie dans la planification et la gestion. Morelia 1987.
- [6] Llaños, A. und Mas, S.: Numerical cartographic data bases – a new concept in computerized topographical map series. Morelia 1987.
- [7] Ottoson, L.: A programme for national geographic data bases in Sweden. Morelia 1987.
- [8] Rystedt, B.: Compact disks for distribution of maps and other geographic information. Morelia 1987.
- [9] Starr, L.: Digital Systems Development at the U.S. Geological Survey. Morelia 1987.
- [10] Guptil, S. C.: Techniques for Managing Digital Cartographic Data. Morelia 1987.
- [11] Haywood, P.: A New System for the Ordnance Survey of Great Britain. Morelia 1987.
- [12] Bickmore, D. and Murray, J.: World Digital Database for Environmental Sciences: An ICA Collaboration Activity. Morelia 1987.

Adresse des Verfassers:

Prof. Ernst Spiess
Institut für Kartographie
ETH-Hönggerberg
CH-8093 Zürich

Photogrammetrie und Fernerkundung als Informationsquelle zur Kartenherstellung

Ch. Eidenbenz

Der Einsatz der Luftphotogrammetrie an der Landestopographie hat sich in den letzten sechzig Jahren entwickelt. Heute sind Luftaufnahmen unentbehrliches Hilfsmittel für die Kartennachführung.

Die Entwicklung geht aber weiter. Computergraphik, Satellitenbilddaten und digitale Bildverarbeitung haben in den letzten zehn Jahren zu Entwicklungen geführt, die unsere Arbeitsweise an der Landestopographie revolutionieren werden.

L'utilisation de la photogrammétrie aérienne à l'Office fédéral de topographie a été développée au cours des 60 dernières années. Aujourd'hui les photos aériennes sont un moyen indispensable à la mise à jour des cartes.

Le développement se poursuit. Infographie, données de photos par satellite, traitement digital de l'image ont conduit au cours des dix dernières années à des développements qui révolutionneront les méthodes de travail de l'Office fédéral de topographie.

1. Einleitung

Jede Neuaufnahme oder Nachführung topographischer Karten gliedert sich in zwei Schritte:

1. Objektauswahl, Objektmessung und Objektspeicherung in geometrisch korrekter Form (graphisch oder digital)
2. Transformation dieser Daten in eine graphisch klare, einfach lesbare Form durch Symbolisierung und Generalisierung unter Berücksichtigung der Objektbedeutung, der Topologie und der Geometrie.

Der erste Schritt führt von der Wirklichkeit zu einem graphischen oder digitalen Landschaftsmodell und ist Aufgabe des Topographen. Einsatz von Photogrammetrie und Fernerkundung sind vorwiegend auf diese Aufgabe beschränkt. Der zweite Schritt ist Arbeitsgebiet des Kartographen. Er wandelt das Landschaftsmodell in ein entsprechendes Kartenmodell um. Im folgenden beschäftigen wir uns ausschliesslich mit dem ersten Arbeitsschritt.

Partie rédactionnelle

Im 19. Jahrhundert, zur Erstellung von Dufour- und Siegfriedkarte, wurden diese Tätigkeiten von Topographen am Messtisch und bei der anschliessenden Reinzeichnung des Messtischblattes vollzogen. Auch in der ersten Hälfte unseres Jahrhunderts blieb der Topograph mit seinem Messtisch der dominante Kartierspezialist.

Heute ist der Messtisch als Arbeitsgerät praktisch verschwunden. Er wurde durch die Entwicklung der Photogrammetrie verdrängt. Diese erfolgte in zwei Etappen:

- Entwicklung der Analogtechnologie mit raffinierten optisch-mechanischen Auswertegeräten bis etwa 1976
- Entwicklung computergestützter Methoden und Geräte, beginnend etwa 1960 mit der analytischen Aerotriangulation und den analytischen Auswertegeräten und heute mit der Weiterentwicklung in Richtung digitaler Bildverarbeitung und Mustererkennung.

Parallel dazu verbesserten sich selbstverständlich auch Optik und Photographie und natürlich auch die Fliegerei in ungeahnter Weise. Ohne die technischen Fortschritte der vergangenen 50 Jahre auf allen diesen Gebieten wäre der Aufbau und die Nachführung der Landeskarten nicht möglich gewesen. An diesen Entwicklun-



Abb. 1: Erster Phototheodolit der L+T, verwendet von M. Rosenmund 1892.

gen hat sich die Landestopographie in den vergangenen Jahren immer wieder mit praktischen Erprobungen von Geräten und Methoden beteiligt. Photogrammetrie und Fernerkundung wurden jedoch immer zweckgerichtet für die Kartenherstellung eingesetzt. Auch heute liegen die Anwen-

dungsschwerpunkte der Landestopographie unverändert bei der Beschaffung von Luftaufnahmen und bei deren Auswertung für die Kartennachführung.

Seit zwei Jahrzehnten beobachten wir eine ungeheure Entwicklung der Elektronik und Digitaltechnik. Die dadurch entstehenden neuen Möglichkeiten öffnen der Kartographie und damit auch der Photogrammetrie und Fernerkundung ganz neue Perspektiven. Dies zeigt sich in einer Vielfalt neuer Produkte. Digitales Höhenmodell, Bildschirmkarten, Simulationsmodelle, Geographische Informationssysteme sind heute keine leeren Schlagworte mehr. Grundlage für all diese Produkte bilden Daten unserer Erde, die heute wirtschaftlich nur über Luftbilder oder Satellitenbilder bezogen werden können. Digitale Methoden der Bildverarbeitung, Mustererkennung usf. bilden das Rüstzeug, um solche Daten in die erwähnten Produkte umzuformen. Es ist deshalb von grosser Wichtigkeit, dass diese Methoden an der Landestopographie im praktischen Einsatz mitentwickelt und erprobt werden können. Nur so sind wir in der Lage, die von uns in Zukunft neben den vertrauten Landeskarten neu geforderten, digitalen Kartenprodukte rationell und benutzergerecht aufbauen zu können.

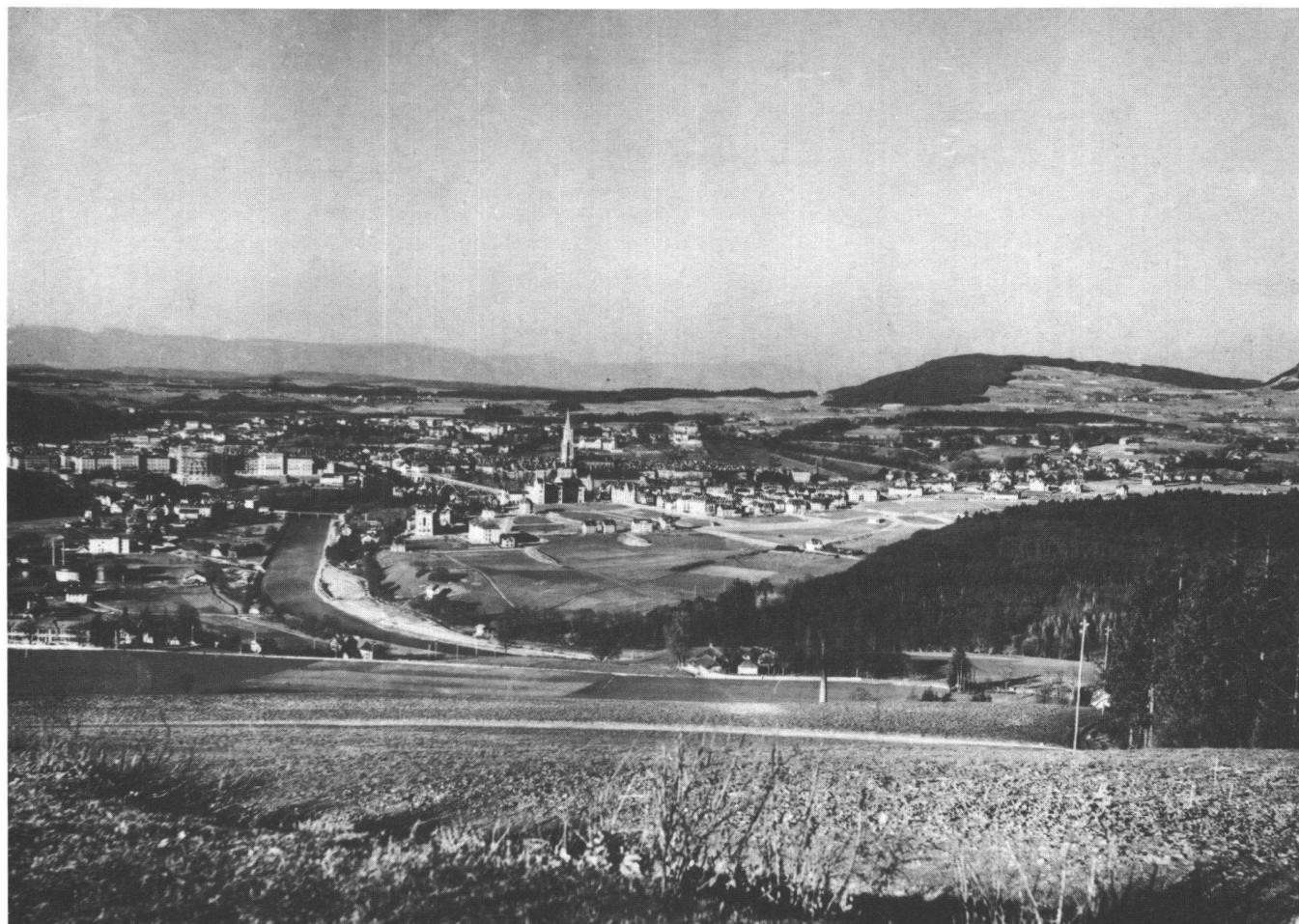


Abb. 2: Bern 1892, aufgenommen vom Gurten. Eine der ersten terrestrischen Versuchsaufnahmen der L+T.

2. Entwicklung der Photogrammetrie an der Landestopographie

Die ersten Versuche der Landestopographie, die sogenannte Messtischphotogrammetrie auf ihre Eignung zur Kartierung zu prüfen, wurde in den Jahren 1892–96 vom Geodäten und nachmaligen ETH Professor Max Rosenmund [1] unternommen. Als Aufnahmegerät diente ein vorhandener Theodolit, der in einer spezialisierten feinmechanischen Werkstätte in Zürich umgebaut und mit einer Plattenkamera versehen wurde. Die Ausmessung der Photoplatten erfolgte auf einem mit Messlupe ausgerüsteten Orthogonalkoordinatographen der Firma Kern. Berechnet wurden die Messpunkte selbstverständlich mittels Logarithmen (Abb. 1–3). Dem ausführlichen Bericht Rosenmunds ist zu entnehmen, dass das Resultat bezüglich Genauigkeit zwar befriedigte, in der Leistungsfähigkeit war der Topograph mit seinem Messtisch jedoch nicht zu schlagen.

Leider hatte dieser frühe Versuch einen negativen Effekt. Wegen der ungenügenden Wirtschaftlichkeit wurde die gesamte Methode anscheinend an der Landestopographie mit grosser Skepsis betrachtet, und es bedurfte eines Anstosses aus der Privatwirtschaft, um die Untersuchungen nach einem Unterbruch von mehr als 20 Jahren wieder in Gang zu bringen.

Der erste Versuch, Luftbilder für die Kartenerstellung aufzunehmen und über eine einfache Entzerrung in Photopläne umzuwandeln, erfolgte 1913, ein Jahr vor dem Ersten Weltkrieg. Die von Theodor Scheimpflug in Wien zu Beginn des Jahrhunderts entwickelte achtteilige Panoramakamera und das ebenfalls von ihm gebaute Entzerrungsgerät fanden damals in der Fachwelt grosse Beachtung. Nach dem frühen Tod des Erfinders im Jahr 1911 formierte sich in Wien ein Institut für Aerokartographie, welches solche Aufnahmen ausführte und auch der Landestopographie vorschlug, in der Schweiz einen Versuch durchzuführen. Trotz ihrer Skepsis erklärte sich diese dazu bereit, beantragte einen entsprechenden Kredit beim EMD und organisierte den Versuch. In Zusammenarbeit mit der 1897 gegründeten Fesselballonkompanie wurde in einem Wiederholungskurs im Juli 1913 eine Aufnahmekampagne mit dem einzigen verfügbaren Ballon im Gebiet des Belpbergs gemacht. Der Nachfolger Scheimpflugs, Ing. G. Kammerer, reiste eigens mit der Kamera von Wien nach Belp und überwachte die Aufnahmen. Photographiert wurde von insgesamt 16 Standorten aus. Die Landestopographie bestimmte und signalisierte die nötigen Kontrollpunkte [2]. Leider sind die Originalaufnahmen und die daraus erstellten Photopläne verschwunden. Ebenso fehlt ein ausführlicher Bericht

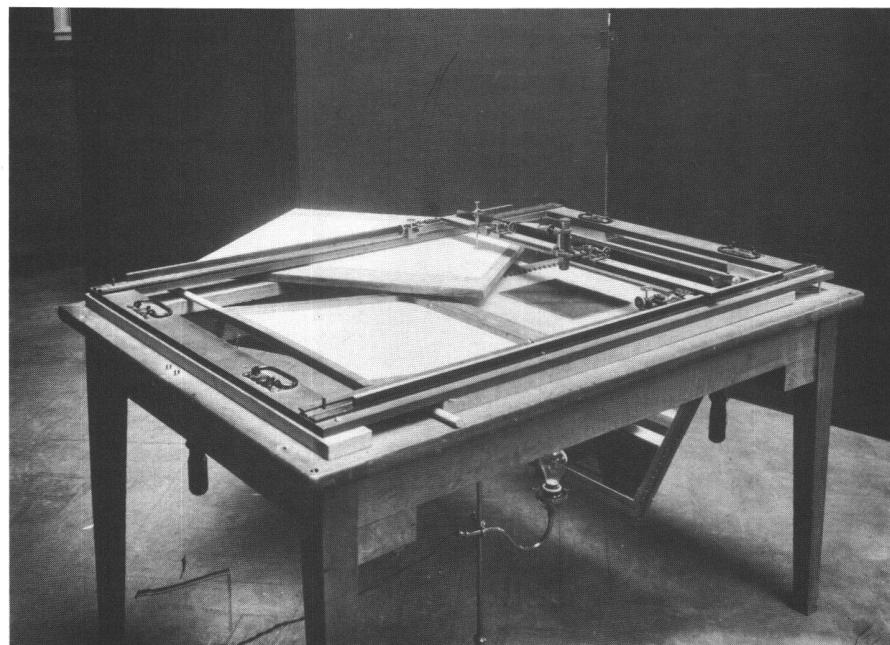


Abb. 3: Erstes «Photogrammetrisches Auswertegerät» der L+T, ein Koordinatograph der Firma Kern.

über den aufwendigen Versuch. Anscheinend befriedigten aber auch hier die Ergebnisse nicht. Der Tod von Kammerer 1914 und der Ausbruch des Ersten Weltkrieges verunmöglichen eine Fortsetzung dieser Untersuchungen.

In den Kriegsjahren kam die Messtischphotogrammetrie erneut zum Einsatz. Im Auftrag des Militärs und unter der Leitung des Geologen Dr. R. Helbling, eines überzeugten Verfechters der neuen Verfahren und Major im Stab der Festungstruppen, wurden terrestrische Aufnahmen für eine Gotthardkarte erstellt. Die Bildplatten wurden auf einem 1901 von Pulvrich in Deutschland entwickelten Stereokomparator im Raummodell ausgemessen und berechnet [3].

Die bei diesen Versuchen gemachten Erfahrungen ermutigten Dr. Helbling, 1919 einen Stereoautographen «von Orell-Zeiss» anzuschaffen. Dieses Gerät wurde 1908 vom Österreichischen Militärikartographen Eduard von Orell entwickelt, von Zeiss Jena gebaut und mehrmals verbessert. Es erlaubte erstmals, die aufwendigen Punktberechnungen zu umgehen und mit einem komplizierten mechanischen System die Beobachtungen direkt zu kartieren. Das Büro Dr. Helbling in Flums wurde damit zum Mekka der Photogrammeter in der Schweiz.

Die Landestopographie nutzte diese Situation, indem sie mehrere Ingenieure zur Ausbildung und zum Studium der neuen Methode nach Flums schickte. Dies führte zu einem eigentlichen Durchbruch des neuen Verfahrens. 1926 erfolgte die Beschaffung von vier Feldausrüstungen und zwei Auswertegeräten vorerst für die terrestrische Photogrammetrie. Alle Geräte

stammten aus der 1921 im Rheintal gegründeten Firma Wild [5].

Die offensichtliche Eignung der terrestrischen Photogrammetrie im Voralpen- und Alpengebiet führte zwischen den beiden Weltkriegen zu einer intensiven Aufnahme- und Auswertetätigkeit. Beschafft wurden dabei vor allem die Unterlagen für die neu zu erstellende Landeskarte 1:50 000. Die enorme, anstrengende Aufgabe der Basis- und Passpunktbestimmung für Tausende von Standorten sowie die eigentlichen Aufnahmen wurde vor allem von Geodäten ausgeführt. Die Topographen wurden mit der Ergänzung von Lücken betraut. Noch 1938 schreibt der damalige Cheftopograph der Landestopographie R. Tank in seinem Aufsatz zur Hundertjahrfeier: «Die neuzeitliche stereophotogrammetrische Geländeaufnahme ist eine ausschliesslich geodätische Angelegenheit.» Die Ingenieure der Landestopographie beherrschten die terrestrische Photogrammetrie in Aufnahme und Auswertung sicher meisterhaft. Heute noch finden sich in unserem Archiv über 80 000 Bildplatten aus dem gesamten Alpen- und Voralpengebiet. Sie dokumentieren diese eindrückliche Leistung.

Langsam wurde das terrestrische Verfahren aber doch durch die Luftaufnahmen verdrängt. Die letzten Aufnahmen für die Karte erfolgten Ende der Vierziger Jahre.

Die Entwicklung der Luftphotogrammetrie ist eng verbunden mit dem technischen Fortschritt der Fliegerei. An der Landestopographie entwickelte sie sich parallel zur terrestrischen Photogrammetrie. Als Folge des ausserordentlichen Aufschwunges der Militärfliegerei und der photographischen Luftaufklärung im Ersten Weltkrieg standen im EMD anfangs der zwan-

Partie rédactionnelle

ziger Jahre geeignete Flugzeuge zu Verfügung, die von der Landestopographie für Versuche verwendet werden konnten. Anfänglich wurde mit Handkameras der Firmen Heyde, Dresden, und Zeiss, Jena, photographiert. Die Bilder wurden dabei je nach Auftrag von Hand über Bord oder in einer selbstgebauten Aufhängevorrichtung senkrecht nach unten durch eine vorhandene Bodenluke aufgenommen.

1935 erhielten die Eidg. Konstruktionswerkstätten in Thun den Auftrag, zwei Messerschmidtmaschinen des Typs M 18d in Lizenz nachzubauen und speziell für Bildflüge auszurüsten. Die eine Maschine wurde an die Vermessungsdirektion geliefert, die andere erhielt der Flugdienst der Landestopographie, der sie bis ins Jahr 1949 zusammen mit einer Wild Kamera des Formats 13×13 cm, Brennweite 16,5 cm benützte. Ihr Nachfolger war eine Beechcraft aus amerikanischen Armeeständen in Europa, die mit einer neuen Filmkamera RC5 (18×18 cm, Brennweite 11,5 cm) ausgerüstet wurde.

Im Rahmen einer grossen Reorganisation an der L+T im Jahr 1954 wurde der eigenständige Flugdienst abgeschafft und seine Aufgaben an die Dienststelle für Luftaufklärung der Fliegertruppen in Dübendorf übergeben. Diese Aufgabenteilung und Zusammenarbeit mit Dübendorf besteht heute noch und hat sich ausgezeichnet bewährt. 1967 musste die Beech altershalber aus dem Verkehr gezogen werden. Als Ersatz beschaffte sich die L+T die zweimotorige Rockwell Grand Commander, welche mit einer Filmkamera Wild RC8 und ab 1972 mit einer RC10 heute noch im Einsatz steht.

Die Luftaufnahmen wurden in den ersten Jahren ohne Stereoüberdeckung geflogen und dienten der Nachführung der Siegfriedkarte. Die Beschaffung eines Entzerrungsgerätes von Zeiss 1927 führte zur Herstellung einer grossen Zahl von Bildplänen in den verschiedensten Gegenden des Mittellandes und im Tessin. Diese Pläne wurden meistens im Auftrag Dritter erstellt und teilweise aus über 100, mittels Passpunkten entzerrten Einzelbildern zusammengesetzt [4].

Ab 1935 wurden Luftaufnahmen auch für die Neuaufnahme der Landeskarte herangezogen; vorerst als Schrägaufnahmen im Wallis, wo die grossen Distanzen zwischen den Tafelkanten einen Einsatz terrestrischer Aufnahmen verunmöglichte. Anschliessend aber auch mehr und mehr senkrecht, wobei man sich vermutlich aus Genauigkeitsüberlegungen auf senkrecht/konvergente Aufnahmen festlegte und so für kurze Zeit einen Glaubensstreit mit den Anhängern der senkrecht/parallelen Schule entfachte.

Für die Auswertung von terrestrischen und Luftaufnahmen standen bis 1941 ausschliesslich Wild A2 Geräte im Einsatz. Zur Eröffnung des neuen Landestopogra-

phie-Gebäudes 1941 in Wabern wurde ein A5 beschafft, 1961 ersetzte man den letzten A2 durch einen A7 und 1969 folgte der erste A8. Parallel zur Neuerstellung der Landeskarte 1:25000 wurde nun auch die Nachführung der schon bestehenden Blätter aufgenommen. Dabei erwies sich die Verwendung von zwei Bildformaten aus organisatorischen Gründen und wegen den wenigen guten Flugwettertagen bald einmal als problematisch. Dies führte 1972 zum Verkauf der Kamera RC5 und des A5, der durch einen A8 ersetzt wurde. Mit der ständig wachsenden Zahl nachzuführender Blätter stieg auch die Belastung der Autographen, so dass 1974 ein dritter A8 gekauft werden musste. Alle drei Geräte sind zusammen mit dem unverwüstlichen A7 heute noch in Betrieb.

3. Die Entwicklung der Fernerkundung

Die systematische und wiederholte Aufnahme der Erdoberfläche mit einem elektro-optischen Scanner begann im Jahre 1972 mit dem Start von LANDSAT-1 (damals Earth Resources Technology Satellite ERTS genannt) in den USA. Der an Bord vorhandene Multispectral Scanner MSS lieferte Bildsignale im roten und grünen Bereich des sichtbaren Spektrums und in zwei Bereichen des nahen Infrarot. Die Grösse eines Bildelements (in der Fachsprache Pixel = Picture Element) deckte am Boden eine Fläche von 80×80 Metern. Bilddaten und Bildprodukte wurden von den USA in grosszügiger Weise und zu sehr günstigen Bedingungen weltweit an alle Interessenten abgegeben.

In den USA tauchte im Zusammenhang mit der Raumfahrt zu Beginn der sechziger Jahre der Begriff *Remote Sensing* als Bezeichnung für die Gesamtheit dieser neuen Erfassungs- und Auswertemethoden auf. Als deutsche Übersetzung wurde einige Jahre danach der Begriff *Fernerkundung* vorgeschlagen. Er hat sich auch in der Schweiz und in Österreich eingebürgert und ist heute allgemein akzeptiert. Umstritten ist hingegen sein Definitionsbereich. Eine umfassende Definition versteht die Fernerkundung als alles berührungslose Messen und Erfassen von Daten, mit eingeschlossen deren Auswertung. Wir wollen uns jedoch bei der Verwendung des Begriffes auf die geographischen und kartographischen Anwendungen beschränken. Die Fernerkundung umfasst damit alle Methoden zur Erfassen und Verarbeitung von Informationen unserer Erdoberfläche, mit denen berührungslos und im elektromagnetischen Spektrum gearbeitet wird. Einschränkend wollen wir auch die geodätischen Anwendungen (elektronische Distanzmessung, Positionsbestimmung und Navigation mit Satellitensignalen) ausklammern und den Geodäten überlassen.

Auf der Datenerfassungsseite finden wir so neben der klassischen Photographie die Scanner- und Radartechnik. Bei der Verarbeitung reicht das Spektrum von der Bildinterpretation über die photorammetrische Auswertung zur digitalen Bildverarbeitung und Mustererkennung. Damit wird klar, dass die klassische Photogrammetrie eindeutig als Teilgebiet der Fernerkundung betrachtet werden kann.

In der Praxis wurde der eingebürgerte Begriff Photogrammetrie für unsere bisherige Interpretations- und Messtätigkeit mit Luftbildern beibehalten. Er lässt sich wohl kaum verdrängen. Unter Fernerkundung versteht der Praktiker hauptsächlich die neuen Methoden der Scanner- oder Radarerfassung und der digitalen Bildverarbeitung. In der Regel bezieht er sich dabei auf Satellitendaten, da Flugzeugeinsätze mit diesen Instrumenten doch recht selten sind. Wir wollen uns in diesem Rahmen ebenfalls an diese pragmatische Aufteilung halten.

LANDSAT-1 weckte natürlich schlagartig das Interesse aller Geowissenschaftler. In der Schweiz waren dies in erster Linie die Geographen und Geologen. Im Rahmen eines Nationalfondsprojektes unter der gemeinsamen Leitung von Prof. Haefner vom geographischen Institut der Universität und Dr. Seidel vom Photographicen Institut der ETH Zürich begann sich ab 1972 in Zürich ein Forscherteam im Bereich der digitalen Satellitenbildverarbeitung zu formieren. Die Ausrüstung bestand im Wesentlichen aus dem noch heute benutzten Optronics Bildabtast- und Aufbelichtungsgerät. Daneben stand die Computerkapazität des ETH Rechenzentrums zu Verfügung.

Die Landestopographie verglich in einem kleinen Versuch die neuen Satellitenbilder mit den von ihr verwendeten Luftbildern (Auflösung 20 cm) und stellte fest, dass eine Verwendung in der Kartennachführung mit dem neuen Material nicht möglich ist.

Interesse an den neuen Daten und den Verarbeitungsmethoden regte sich aber auch bei verschiedenen Bundesämtern und beim Militär. Zudem war die Schweiz seit 1964 Mitglied der ESRO (European Space Research Organisation), die sich nun auch mit diesem Gebiet zu befassen begann und ihre Mitglieder aufforderte, entsprechende Forschungs- und Bearbeitungszentren zu fördern. Da in der Schweiz eine Raumfahrtbehörde fehlt, welche diese Anliegen hätte vertreten können, wurde auf Grund der Bemühungen von Prof. Haefner in Zusammenarbeit mit dem Bundesamt für Bildung und Wissenschaft und den direkt interessierten Bundesämtern 1974 die «Koordinationsgruppe Fernerkundung» der Bundesverwaltung gegründet. Sie umfasst die interessierten Bundesstellen und Forschungsanstalten, und auch die in der Ferner-

kundung tätigen Hochschulinstitute der beiden ETH's und der Universitäten Zürich, Bern, Lausanne und Genf. Das Sekretariat dieser Gruppe wurde von der Landestopographie übernommen. Sie manifestierte damit ein eindeutiges Interesse an diesen Entwicklungen.

1976 erfolgte die Gründung der European Space Association ESA als Zusammenschluss der ESRO und der ELDO (European Launcher Development Organisation). Die Schweiz gehörte auch hier zu den Gründungsmitgliedern. Im Rahmen der Tätigkeiten dieser neuen Organisation folgte kurz darauf der Aufbau des Fernerkundungsprogrammes ESA/EARTHNET, zuerst als fakultative und ab 1979 als obligatorische Aufgabe innerhalb der ESA-Aktivitäten.

EARTHNET koordiniert und betreibt das Bodensegment für die über die ESA verfügbaren Fernerkundungssatelliten (LANDSAT, NOAA, METEOSAT, MOS usw.). Der Kontakt mit den Mitgliedstaaten läuft über sogenannte NPOC's (National Point of Contact), die den Kontakt mit den Benutzern im Mitgliedstaat sicherstellen. Der Aufbau eines NPOC in der Schweiz wurde in der Koordinationsgruppe Fernerkundung vorbereitet. Sie erachtete es als zweckmässigste Lösung, die NPOC-Funktionen der Landestopographie zu übertragen. Diese erklärte sich bereit, die neue Aufgabe zu übernehmen. Ein entsprechender Antrag wurde vom EMD gutgeheissen. Allerdings ohne Bewilligung von zusätzlichem Personal und mit der Auflage, dass materielle Unterstützung auch bei den anderen Interessenten gesucht werden müsse.

Nach einigem Suchen fand sich die Lösung in der Zusammenarbeit mit der «Fachgruppe Bildwissenschaft» (Prof. O. Kübler) im Institut für Kommunikationstechnik der ETH Zürich. In einer entsprechenden Vereinbarung verpflichtete sich die Landestopographie, dem Institut die nötige Hardware zum Aufbau einer Arbeitsstation für den NPOC zu Verfügung zu stellen. Anderseits steht dem NPOC Dr. Seidel als Datenverarbeitungs- und Fernerkundungsspezialist zu Verfügung. Zudem konnte die benötigte Software von der ETH übernommen werden. Im Sommer 1987 wurde der NPOC in aller Form an der ETH eingeweiht.

In der Zwischenzeit sind die USA in der LANDSAT-Serie beim Modell 5 angelangt. Dieser führt ein neues Instrument, den Thematic Mapper an Bord, welches Bilddaten mit einer Auflösung von 30×30 Metern in 7 Spektralbereichen aufnimmt. Zudem wurde in Frankreich 1986 der Fernerkundungssatellit SPOT gestartet (Auflösung 10×10 m). Die Landestopographie wurde ebenfalls ermächtigt, mit der für den Vertrieb dieser Daten verantwortlichen Firma SPOT-Image in Toulouse einen Vertrag abzuschliessen. Damit ist der

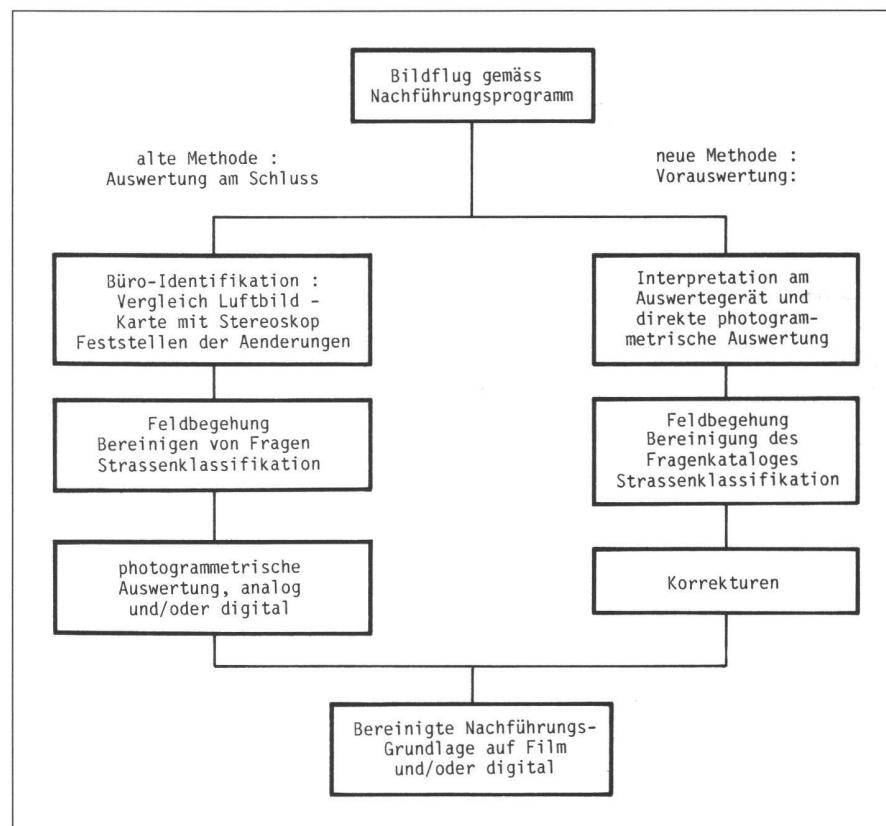


Abb. 4: Arbeitsablauf bei der Kartennachführung.

NPOC heute in der Lage, alle Schweizer Interessenten kompetent zu beraten und ihnen Bilddaten oder Bilder aller wesentlichen Fernerkundungssatelliten zu liefern.

4. Aktuelle Aufgaben für Photogrammetrie und Fernerkundung an der L+T

1979 ging die grosse und interessante Aufbauperiode der Landeskarten mit dem Druck des letzten Blattes 1:25000 «Valle Maggia» zu Ende. Die schon 1968 begonnene periodische Nachführung wurde zur Hauptaufgabe der Landestopographie. Eingesetzt werden photogrammetrische Methoden von der Luftbildinterpretation bis zur Auswertung.

Unser erklärtes Ziel ist es, diese Nachführung optimal und rationell zu gestalten und laufend an die technischen Entwicklungen anzupassen. Daneben gehören die Aufgaben im Rahmen der NPOC-Verträge, die Führung der Photothek und der Einsatz im Projekt DIKART (digitale Karte) zu den wichtigsten Nebenaufgaben.

4.1 Einsatz der Photogrammetrie in der Kartennachführung

Über den Einsatz der Photogrammetrie in der Nachführung der Landeskarten 1:25000 wurde schon verschiedentlich berichtet. [9] Der Arbeitsablauf ist in Abbildung 4 dargestellt. Die benötigten Luftaufnahmen werden jährlich in der Periode

Mai–Oktober von der Dienststelle Luftaufklärung in Dübendorf erstellt und anschliessend im Photolabor der Landestopographie entwickelt und kopiert. Jedes Jahr wird so $\frac{1}{6}$ unseres Landes im Bildmassstab 1:25000–1:30000 mit etwa 70%–80% Längsüberdeckung lückenlos photographiert. Organisatorisch werden die Fluglinien dem Kartenschnitt angepasst [10].

In den vergangenen Jahren folgte anschliessend der Bürovergleich Luftbild-Karte durch den Topographen mit anschliessender Feldbegehung als Ergänzung und zur Abklärung von Unklarheiten. Resultat war eine bereinigte Vorlage mit allen für die Nachführung wichtigen Änderungen der Karte. Diese wurden anschliessend vom Photogrammeter auf einem der 4 Auswertegeräte «vermessen» und kartiert.

Heute sind wir in einer Übergangsphase zu einem leicht geänderten und rationelleren Verfahren.

Nach dem Flug werden die Luftaufnahmen sofort vom Photogrammeter eingepasst und ausgewertet. Relative und absolute Orientierung erfolgen in einem Durchgang mit dem, an der Landestopographie entwickelten und auf der Bündeltheorie basierenden Orientierungsprogramm [11]. Als Passpunkte dienen Situations- und Kotenpunkte, welche vorgängig auf der Kartengrundlage (Glasplatte oder Film) digitalisiert werden. Die absolute



Abb. 5: Luftbild der L+T und SPOT Satellitenbild. Ausschnittvergrösserung etwa 1:25 000 aus der Gegend Yverdon (© CNES, Toulouse).

Einpassgenauigkeit liegt im Mittel unter $\frac{2}{10}$ Millimeter.

Dann erfolgt die Interpretation mit der direkten Auswertung aller entdeckten und relevanten Änderungen am Autographen. Gleichzeitig erstellt der Photogrammeter einen Fragenkatalog, in dem er alle Interpretationsunsicherheiten für die anschliessende Feldbegehung einträgt. Diese Feldbegehung kann nun gezielt erfolgen. Abgeklärt werden dabei nur noch die Strassenklassen von Neu- und Ausbauten und die Fragen des Katalogs. Zum Schluss erfolgt eine Bereinigung der Auswertegraur. Dabei handelt es sich fast ausschliesslich um Klarstellungen und Löschungen. Nachauswertungen sind sehr selten.

Satellitenbilder werden zurzeit wegen ihrer zu groben Auflösung nicht eingesetzt. Untersuchungen von Prof. Spiess an der ETH Zürich [12] haben gezeigt, dass auch die bis heute besten Aufnahmen (US Space Shuttle Experimente mit Large Format Camera, Format 23×46 cm, Brennweite 30 cm, Auflösung etwa 5 bis 7 Meter) zu wenig Details erkennen lassen, um sie für eine Kartennachführung in den Mass-

stäben 1:25 000 und 1:50 000 zu verwenden (Abb. 5).

4.2 Aufgaben des NPOC

Die Führung des NPOC wurde von der Landestopographie übernommen, weil Vertrieb und Archivierung von Satellitenbildern im heutigen Entwicklungsstadium für ein Privatunternehmen finanziell nicht tragbar ist. Das Interesse einer allgemeinen Öffentlichkeit an diesen Daten ist jedoch unbestritten. Die jährliche Beitragssumme für die Mitgliedschaft bei der ESA beträgt etwa 80 Mio sFr. Dieses Geld fliesst zur Hauptsache in die laufenden Weltraumprojekte und ist im Parlament unbestritten.

Für den Aufbau der nötigen Infrastruktur in der Schweiz zur Nutzung der von der ESA angebotenen Programme und Daten ist es wesentlich schwieriger, entsprechende Mittel zu erhalten. Im aktuellen Fall liegt das Haupthindernis aber beim Personalstopp der Bundesverwaltung.

Unter diesen Umständen ist der beschriebene Zusammenarbeitsvertrag mit der ETH eine gute Lösung. Die Landestopographie wird jedoch nicht darum herum

kommen, mittel- bis langfristig auf diesem Gebiet eigenständig zu werden. Neben den Koordinationsfunktionen innerhalb der Bundesverwaltung und zwischen den interessierten Hochschulinstituten hat der NPOC noch folgende Aufgaben:

- Aufbau eines Archivs von Satellitenbildern der Schweiz
- Beratung von Interessenten und potentiellen Anwendern über die Möglichkeiten der Satellitenbildauswertung
- Durchführung von Kursen und Seminaren über den praktischen Einsatz der neuen Mittel
- Durchführung von praxisbezogenen Einsatzstudien.

Die dafür verfügbare Ausrüstung ist in Abbildung 6 dargestellt. Die Anlage der ETH ist per Telefonleitung mit dem Landestopographierechner verbunden. Diese Verbindung dient zur Vereinfachung der Kommunikation. Sie ist jedoch nicht für die Übertragung von Bildern dimensioniert (Mietleitung). Beide Seiten sind ebenfalls per Telefon mit den Datenbanken der beiden wichtigsten Satelliten LANDSAT (ESA/IRS, Frascati Italien) und SPOT

(SPOT-Image, Toulouse) verbunden. Durch einfaches Abfragen ist es möglich, die wesentlichsten Daten der aufgenommenen und katalogisierten Satellitenbilder wie Verfügbarkeit, Wolkenbedeckung, Datum usw. für die Kundenberatung schnell zu erfahren.

4.3 Photothek und Satellitenbildarchiv

Eine vielbenützte Dienstleistung der Landestopographie ist die Photothek und das Satellitenbildarchiv. Alle im Auftrag unseres Amtes gemachten terrestrischen Aufnahmen und Luftbilder sowie die bis heute erworbenen Satellitenbilder sind dort archiviert und für jedermann verfügbar. Dazu kommen die Aufnahmen, welche für die Erstellung des Übersichtsplans der Grundbuchvermessung vom Flugdienst der Eidg. Vermessungsdirektion aufgenommen wurden. Als Kuriosum verfügt die Landestopographie zudem über eine vollständige Bildüberdeckung der Schweiz, die in den Jahren 1945/46 von der amerikanischen Besatzungsmacht in Deutschland erstellt und – nach zufälligem Bekanntwerden – an die Schweiz abgeliefert wurde.

Unser sehr gut ausgerüstetes und leistungsfähiges Photolabor ist in der Lage, alle gängigen photographischen Produkte von unseren Originaleinen herzustellen.

In der Photothek befindet sich ein Arbeitsplatz mit einem modernen Interpretationsgerät, der ebenfalls rege benutzt wird.

Die Landestopographie verwaltet damit einen Bildbestand, der zu Recht als einmaliiges Kulturgut der Schweiz bezeichnet werden kann, und der neben den Karten-sammlungen zum Wertvollsten gehört, was sie besitzt. Diese Erkenntnis ist in den letzten Jahren vor dem Hintergrund der Umweltveränderung immer deutlicher her-
vergetreten.

Sehr häufig werden unsere Aufnahmen auch für entsprechende Bestandesaufnahmen angefordert. Als Beispiele seien hier nur die Arealstatistik des Bundesamtes für Statistik und die Inventare schützenswerter Gebiete (Trockenstandorte, Auenwälder, Hochmoore) durch das Bundesamt für Forstwesen und Landschaftsschutz erwähnt.

4.4 DIKART – digitale Karte

Das Projekt DIKART wurde 1982 als militärisches Projekt begonnen und hat sich zu einem für die technische Entwicklung der Landestopographie ausserordentlich wichtigen Vorhaben entwickelt.

Im Rahmen dieses Aufsatzes können nur die Hauptzielsetzungen beschrieben werden. Eine ausführlichere Darstellung ist für einen späteren Zeitpunkt vorgesehen. Nähere Angaben können auch dem Artikel «Aufbau einer digitalen Karte» [13] entnommen werden.

Hauptziel von DIKART ist der Aufbau eines flächendeckenden, digitalen Höhen-

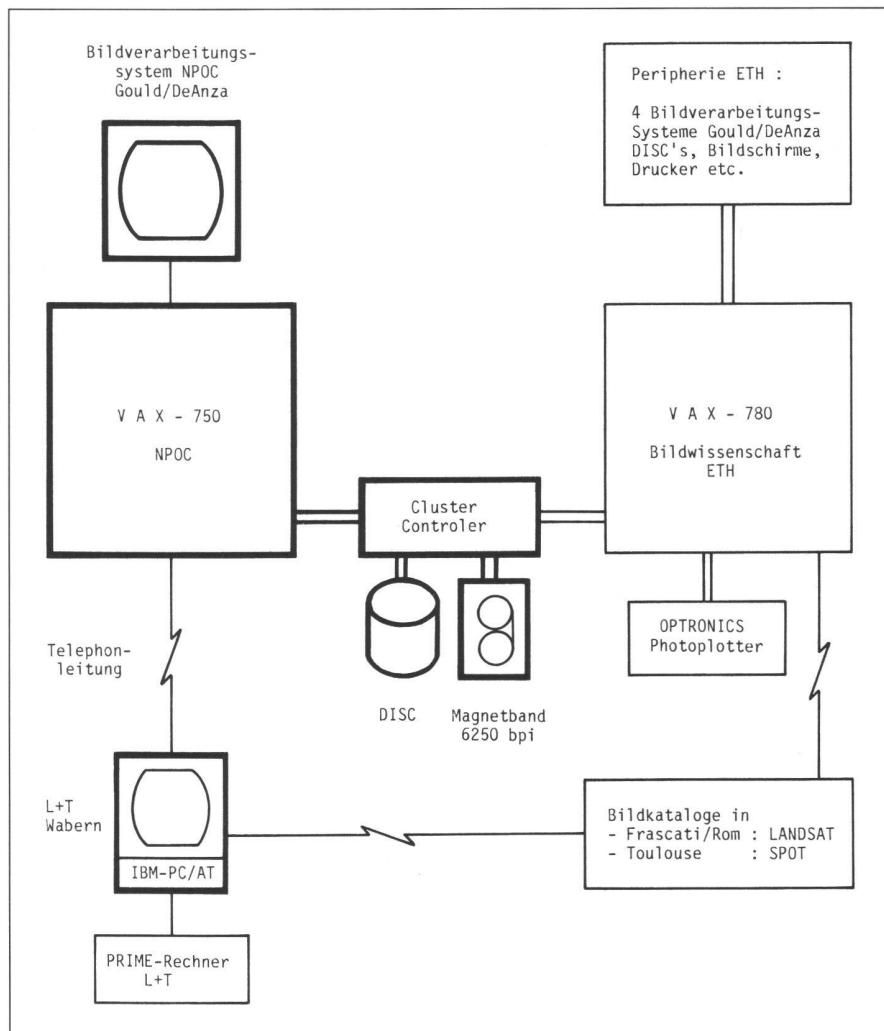


Abb. 6: Ausrüstung des National Point of Contact, NPOC Beratungsstelle für Satellitenbilddaten L+T/ETHZ.

modells (DHM25) der Schweiz, in einer Matrix von 25×25 Metern. Die Erfassung von Höhenmodellen ist ein ideales Einsatzfeld für die Photogrammetrie. So wird zum Beispiel in Österreich ein Höhenmodell mit photogrammetrischer Profilmesung parallel zur Erstellung einer landesweiten Orthophotokarte als «Nebenprodukt» aufgebaut. Trotzdem hat sich die Landestopographie nach ausgedehnten Vorversuchen entschlossen, das DHM25 aus den digitalisierten Höheninformationen der Landeskarte 1:25000 (Höhenkurven, Koten) aufzubauen. Die in der Nachführung festgestellte Genauigkeit der Landeskarte und das Bedürfnis, Erfahrungen in computergestützter Kartographie zu erlangen, führten zu einer Entscheidung, Z

send in eine Matrix von 25 Metern Ma-
schenweite umgerechnet

Die Äquidistanz der Höhenkurven auf der Landeskarte 1:25000 beträgt im Jura, im Mittelland und in den Voralpen 10 Meter und in den Alpen 20 Meter. Entsprechend liegen die Zwischenkurven bei 5 und 10 Metern. Die flachen Gebiete werden somit durch die Kurven quantitativ relativ schlecht beschrieben. Vor allem macht sich auch ein eventueller Höhenfehler stark bemerkbar. Meistens sind die Kurven recht unruhig und liegen weit auseinander. In den Felspartien sind neben der Fels- schraffur nur noch die 100 Meter Zählnur- ven abgebildet. Somit sind auch diese Ge- biete, vor allem Gräte und Bruchkanten quantitativ schlecht erfassbar.

Aus diesen Gründen wurde das System mit einem analytischen Auswertegerät Wild BC1 ergänzt. So können die beschriebenen Schwachstellen durch photogrammetrische Messungen aus den Luftaufnahmen der Nachführung verbessert werden. Die Photogrammetrie wird also gezielt für Messungen von Bruchkanten und flachen Gebieten eingesetzt.

Partie rédactionnelle

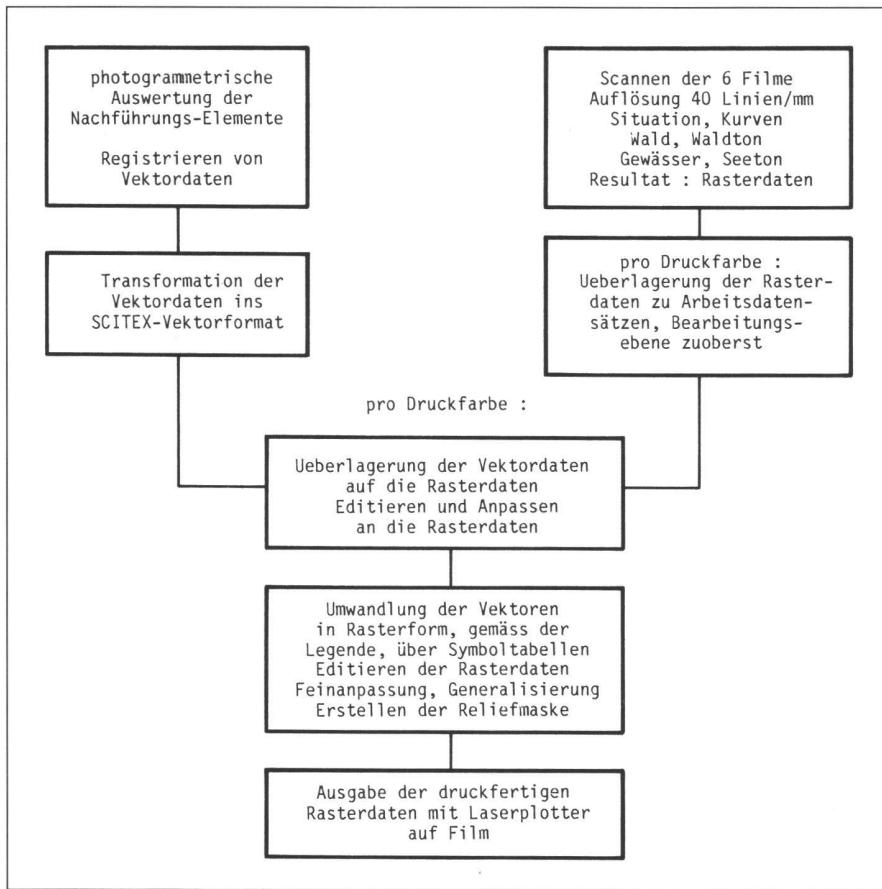


Abb. 7: Arbeitsablauf im Nachführungsversuch Blatt Langnau 1:25000.

Selbstverständlich dient der analytische Plotter auch für die Nachführung und für verschiedene Spezialauswertungen.

Neben dem beschriebenen Hauptziel von DIKART dient das System auch als Test- und Pilotanlage für Versuche in der digitalen Kartographie. Da das SCITEX-System neben der Scannererfassung und der interaktiven Raster- und Vektorverarbeitung auch über einen qualitativ hochstehenden Rasterplotter verfügt, eignet es sich trotz der relativ bescheidenen Rechnerkapazität für solche Tests hervorragend. Zudem gibt uns die Rasterverarbeitung die Möglichkeit, in der Ausgabe auch kartographische Qualität für die Druckvorlagen zu erreichen.

Unter diesen Voraussetzungen entschloss sich die Landestopographie, einen Pilotversuch zur digitalen Kartennachführung durchzuführen. Der Arbeitsablauf ist in Abbildung 7 aufgezeichnet. Die Arbeiten liegen voraussichtlich Ende April 1988 vor und werden am ISPRS-Kongress 1988 in Kyoto vorgestellt [14].

5. Einsatz von Photogrammetrie und Fernerkundung in der Zukunft

Der zukünftige Einsatz von Photogrammetrie und Fernerkundung an der Landestopographie hängt ab von der technischen

Entwicklung und von der Entwicklung der Bedürfnisse unserer Kartenbenutzer. Sichere Prognosen sind selbstverständlich nicht möglich, doch zeichnen sich seit einiger Zeit gewisse Entwicklungstrends ab.

Datenerfassung

Luftaufnahmen konventioneller Kameras werden auch in den kommenden Jahren ihre Bedeutung kaum verlieren. Die idealen Eigenschaften der Photographie als Datenspeicher wurden von den elektronischen Speichermedien bis heute nicht erreicht. Das flächenhafte Abbildungsmodell der Zentralprojektion hat gegenüber dem linienhaften Abbildungsmodell elektro-optischer Scanner wesentliche Vorteile. Es benötigt weniger Parameter für die geometrische Kontrolle und Methoden und Algorithmen sind seit langem bekannt. Zudem wird die geometrische Auflösung photographischer Systeme in nächster Zeit von den Scannern kaum übertroffen werden.

Ein eindeutiger Vorteil der *Scanneraufnahmen* und der elektronischen Abbildung ist ihre grosse Empfindlichkeit und praktisch beliebige Auflösung im Spektralbereich. Mit der kommenden Scannergeneration wird es möglich sein, das sichtbare und unsichtbare Spektrum getrennt in 200 bis 300 Kanälen zu erfassen. Die technische Entwicklung der Scanner konzentriert sich damit hauptsächlich auf die Verbesserung

der spektralen und weniger der geometrischen Auflösung. Dadurch werden Informationen verfügbar, die das Farb- oder Falschfarbenluftbild nicht liefern kann.

Als Träger solcher Instrumente kommen Flugzeuge und Satelliten in Frage. Scanner sind technisch anspruchsvolle, heikle und teure Geräte. Ihr Einsatz im Flugzeug ist trotz der fortschreitenden Genauigkeitssteigerung in der Navigation (Global Positioning System, GPS) geometrisch schwer kontrollierbar. Flugzeugscanner haben deshalb bei weitem nicht die gleiche Verbreitung wie Luftbildkameras. Zudem ist ihre Bedienung und die anschliessende Verarbeitung der Daten sehr anspruchsvoll.

Bei Satellitenscannern ist die geometrische Kontrolle wegen der wesentlich besseren Bahnstabilität des Satelliten einfacher. Die geometrische Auflösung beträgt jedoch im besten Fall 10×10 Meter. Auch wenn sie in Zukunft auf 5×5 Meter verbessert wird, sind damit die Luftaufnahmen für Detailinterpretation und geometrische Kontrolle nicht zu verdrängen.

Luftbilder und Scannerdaten von Satelliten wie LANDSAT oder SPOT bleiben deshalb vermutlich auch in Zukunft komplementäre Datenquellen. Mit der fortschreitenden technischen Entwicklung werden sie sich immer besser ergänzen.

Datenauswertung

Die Auswertung von Luftaufnahmen erfolgt heute auch auf computergestützten Geräten noch ausschliesslich mittels visueller Interpretation und Messung durch den Operateur. Forschungsarbeiten auf diesem Gebiet haben zum Ziel, diese Interpretations- und Messarbeiten zu automatisieren. Dieser Trend wird sich mit der Verbreitung der digitalen Bildverarbeitung sicher noch verstärken. Am erfolgversprechendsten zeigen sich die Arbeiten bei der automatischen Höhenmessung und der Punktidentifikation mittels digitaler Korrelation. In Labortests ist es heute schon möglich, aus zwei Bilddatensätzen durch Bildkorrelation digitale Höhenmodelle weitgehend automatisch zu erzeugen. Anschliessend werden mit dem Höhenmodell und den Bilddaten digitale Orthophotos erstellt. Dies war freilich mit dem legendären Gestalt-Orthophoto Plotter, einem sehr teuren spezialisierten Hardwaresystem schon in den Siebzigerjahren möglich. Heute werden jedoch für die Verarbeitung handelsübliche Minicomputer eingesetzt, die mit einer Bildabtasteinrichtung und einem Photoplotter ausgerüstet sind. Somit gelangt diese Möglichkeit in Griffnähe von mittleren und kleinen Anwendern. Weit schwieriger dürfte es sein, den Operateur durch digitale Bildverarbeitung zu ersetzen. Trotz dem überall propagierten grossen Aufbruch in Richtung «artificial intelligence» und «expert systems» sind hier Probleme zu lösen, die teilweise

noch nicht einmal quantitativ formuliert werden können.

Dennoch sind Teilerfolge auch auf diesem Gebiet zu erwarten. Im Bereich der immer wieder auftretenden Vergleichsarbeit Bild-Bild und Bild-Karte könnte der Operateur mit einem digitalen System wirkungsvoll unterstützt und entlastet werden. Voraussetzung für diese Entwicklung sind schnelle Eingabegeräte für Bilder (Scanner, CCD Kameras).

Digitale Verarbeitung von Satellitenbildern in geometrischer und vor allem radiometrischer Hinsicht gehören bei den heute angebotenen Bildverarbeitungssystemen zum Standard. Auch hier lässt sich sicher noch viel verbessern. Resultat der meist flächenhaften Bildklassifikationen sind in der Regel thematische Karten, die vor dem Hintergrund der jeweiligen Topographie nach kartographischen Regeln dargestellt werden müssen. Dies gilt selbstverständlich gleichermaßen für die Bildschirmkarte wie für die gedruckte Karte. Durch die Entwicklung der digitalen Kartographie in die Richtung der Rasterdatenverarbeitung schliesst sich hier der Kreis. In Zukunft werden Photogrammetrie und Fernerkundung einerseits und Kartographie andererseits mit den gleichen digitalen Methoden der Rasterdatenverarbeitung ihre gemeinsamen Produkte aufbauen. Dabei ergänzen sich alle drei Disziplinen in idealer Weise.

6. Zukünftige Aufgaben der Landestopographie

Durch das Eindringen der Computertechnik in alle Arbeitsbereiche der Geowissenschaften sind neue Produkte wie digitale Höhen- und Landschaftsmodelle, Bildschirmkarten und geographische Informationssysteme in greifbare Nähe gerückt (Abb. 8). Schon existieren Prototypen von Auto-Navigationssystemen, die dem Fahrer die jeweilige Position auf einer Bildschirmkarte anzeigen.

Neben den traditionellen Benutzern von gedruckten Karten formiert sich heute eine neue Benutzerkategorie, die ausschliesslich an digitalen Karten-Daten interessiert ist.

Die Aufgabe, unsere graphischen Karten-Daten in digitale Form umzuwandeln, kommt damit unausweichlich auf die Landestopographie zu. Mit dem beschriebenen Projekt DIKART haben wir den ersten Schritt gemacht. Als Resultat vervielfältigen wir die den Karten innenwohnende Information, indem wir sie elementweise leichter zugänglich und kombinierbar machen. Zudem können wir sie dann praktisch beliebig mit Bildinformationen von Luft- oder Satellitenbildern überlagern und ergänzen. Als weiteres Element lassen sich lage- und flächenbezogene Informationen und Statistiken mit diesen Daten kombinieren.

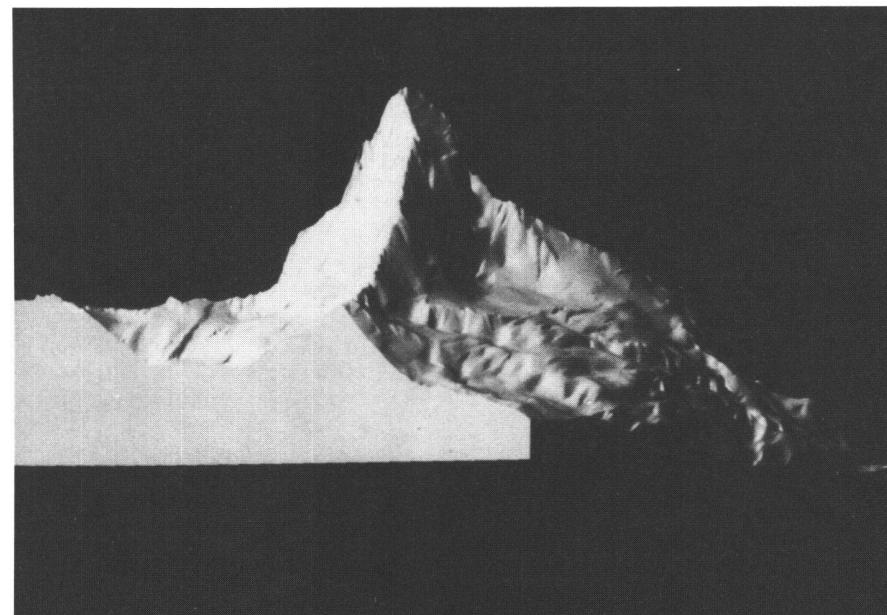


Abb. 8: Neue Geländedarstellungsformen, digitale Höhendaten der L+T 3-D Modellierung: M. Heller, Geogr. Institut UNI Zürich.

In unserer überinformierten Welt ist es jedoch kaum sinnvoll, den Benutzer mit noch mehr Daten und Datenkombinationen zu überschütten. In den meisten Fällen weiss er damit nichts anzufangen. Unsere Aufgabe wird es sein, den Benutzer zu beraten und mit ihm zusammen neue Karten- und Darstellungsformen zu erarbeiten, die ihm echte Informationsmöglichkeiten bieten. Dabei werden Photogrammetrie und Fernerkundung als Hauptdatenquellen auch in Zukunft eine tragende Rolle spielen.

Die neuen Techniken und Methoden der Photogrammetrie, der Fernerkundung und der digitalen Kartographie nicht nur zu übernehmen, sondern auch zu beherrschen, wird damit in den kommenden Jahren zur grossen Herausforderung der Landestopographie.

Literatur:

- [1] Rosenmund, M.: Untersuchungen über die Anwendung des photogrammetrischen Verfahrens für topographische Aufnahmen, Haller, Bern 1896.
- [2] Tilgenkamp, E.: Die Geschichte der Schweizerischen Luftfahrt Band III, Seite 387 ff, 1941/42.
- [3] Helbling, R.: Die stereoautogrammetrische Geländeversmessung. Schweiz. Bauzeitung Band LXVI, 1921.
- [4] Grubenmann, E.: Die Entzerrung von Fliegeraufnahmen. Schweiz. Zeitschrift für Vermessung und Kulturtechnik, Heft 12/1931.
- [5] Hundert Jahre Eidg. Landestopographie, Erinnerungsmappe. Eidg. Landestopographie, 1938.
- [6] Denzler, J.: Flugzeuge im Dienste der Landestopographie, Eidg. Landestopographie, Hauszeitung Sommer 1967.
- [7] Kölbl, O.: Fernerkundung in der Schweiz, Bestandeskatalog über die Aktivitäten der Fernerkundung. EAFV Birmensdorf und Koordinationsgruppe Fernerkundung 1976.
- [8] Bedeutung der Fernerkundung für die Schweiz. Bericht über den Stand 1987 und die zu erwartende Entwicklung. Koordinationsgruppe Fernerkundung c/o Bundesamt für Landestopographie 1987.
- [9] Eidenbenz, Ch.: Einsatz der Photogrammetrie bei der Nachführung der Landeskarten. Vermessung, Photogrammetrie, Kulturtechnik 10/78.
- [10] Luftbilder und Satellitenbilder, jährlich erscheinender Katalog der in der Schweiz aufgenommenen Bilder. Herausgeber: Eidg. Vermessungsdirektion.
- [11] Eidenbenz, Ch., Schneider, D.: Computer assisted Numerical Orientation for the Revision of the Swiss National Map 1:25000. Presented Paper ISPRS Symposium Commission IV, Washington 1982.
- [12] Spiess, E.: The Use of Large Format Camera Imagery for Updating Topographic Maps at 1:100000. Presented Paper, ICA Conference Morelia 1987.
- [13] Eidenbenz, Ch.: Aufbau einer digitalen Karte «Krieg im Äther». Folge XXV, Bundesamt für Übermittlungstruppen, Bern 1986.
- [14] Eidenbenz, Ch., A. Perret: Map Revision, Supported by Digital Vector/Raster Techniques. Presented Paper Commission IV, ISPRS Congress Kyoto, Japan, 1988.

Adresse des Verfassers:

Dipl. Ing. Christoph Eidenbenz
Bundesamt für Landestopographie
CH-3084 Wabern