

DIE ENTWICKLUNG DER PHOTOGRAMMETRIE IN DER FLURBEREINIGUNGSVERWALTUNG
BADEN-WÜRTTEMBERG

Ein Beispiel für die erfolgreiche Zusammenarbeit von Forschung und praktischer Anwendung.

Karl Heiland, Kornwestheim.

DIE EINFÜHRUNG DER PHOTOGRAMMETRIE IN DER FLURBEREINIGUNGSVERWALTUNG
BADEN-WÜRTTEMBERG

Im Jahre 1966 wurde beim damaligen Landesamt für Flurbereinigung und Siedlung (LFS) die Photogrammetrie als zentrale technische Anwendung eingeführt. Sie sollte von Anfang an den Flurbereinigungsingenieur in der Planung, der Durchführung und beim Abschluß eines Flurbereinigungsprojektes unterstützen.

Ausgehend von dieser Vorgabe entschied man sich beim LFS zur Erstausrüstung der "Luftbildstelle" bei der "Geodätischen Rechenstelle" mit einem Universalauswertegerät Stereoplanigraph C 8 mit Druckzählwerk, angeschlossenen Kartenlocher, zwei Auswertekammerpaaren für 15 und 30 cm Kammerkonstante und Profilsteuengerät, einem Luftbildkopiergerät, einem Entzerrungsgerät SEG 5, beide in einem komplett ausgerüsteten Fotolabor.

In der Vorbereitungsphase (ab Herbst 1964) wurden auch die erforderlichen Mitarbeiter (2 Ingenieure, 2 Techniker und der Berichterstatter) ausgewählt und zur Ausbildung an das Institut für Photogrammetrie der Technischen Hochschule Karlsruhe sowie an die Luftbildstellen der Flurbereinigungsverwaltung Rheinland-Pfalz in Mainz und Nordrhein-Westfalen in Düsseldorf abgeordnet. Der Berichterstatter hatte erste photogrammetrische Lehrjahre schon bei Prof. Schwidofsky in Karlsruhe und dort als Mitarbeiter in der Kommission C der OEEPE absolviert.

Mit dieser Erstausrüstung erfolgten ab Herbst 1966 die ersten eigenen Auswertungen von Bildflügen, nachdem in den Jahren zuvor topographische und insbesondere photogrammetrische Katastervermessungen durch Auswertungen an anderen Stellen erfolgreich erprobt worden waren (Euser, Heiland, BuL 2/65). Das Dienstleistungsangebot der Luftbildstelle des LFS für die Flurbereinigungsämter umfaßte seinerzeit:

- Herstellung von Luftbildkontaktabzügen,
- Vergrößerungen und Entzerrungen (i.d.M. 1:2500) zur Luftbildinterpretation
- topographische Auswertungen zur Ergänzung der Verfahrenskarten 1:1000 - 1:2500
- photogrammetrische Katastervermessung.

Dabei wurden analoge Techniken angewandt:

- Als Entzerrungsgrundlage dienten die Verfahrenskarten.
- Für die topographischen Auswertungen wurden die trigonometrischen Punkte und geeignete Polygon- und Gewanngrenzpunkte als Paßpunkte signalisiert, deren NN-Höhen nivellitisch oder tachymetrisch bestimmt wurden. Die Auswertung erfolgte aus Einzelmodellen (Bildmaßstab 1:7500 für Kartenmaßstab 1:2500), die auf die signalisierten Punkte im zu ergänzenden Kartengrundriß und/oder durch Folgebildanschluß mit Nachorientierung eingepaßt wurden.
- Für die photogrammetrische Katastervermessung wurden alle trigonometrischen Punkte, anzuhaltende Polygonpunkte und die Grenzpunkte des Wege- und Gewässernetzes signalisiert. Bei der Luftbildstelle wurden nach dem Bildflug anhand des Bildverbandes und der Signalisierungskarten die Paßpunkte für die dabei festgelegten Einzelmodelle (Bildmaßstab 1:6000 oder größer) ausgewählt, deren Koordinaten durch Präzisionspolygonzüge bestimmt wurden. Die ausgewerteten Modelle wurden durch Helmerttransformation mit Kontrolle und Mittelung an den Modellübergängen in das Landeskoordinatensystem transformiert. Hierfür und für die Restfehler an den Paßpunkten dienten die amtlichen Fehlergrenzen für doppelte Punktbestimmung als Richtschnur. Zur durchgreifenden Kontrolle wurde die mit der Polygonierung mit Polaraufnahme bereits eingeführte Spannmaßkontrolle beibehalten.

Schon von Anfang an war es den Beteiligten beim LFS und bei den Flurbereinigungsämtern klar, daß es mit derartig aufwendigen Methoden nicht denkbar sein konnte, Katasterphotogrammetrie auf Dauer gegen immer leistungsfähigere terrestrische Methoden als ebenbürtige Alternative durchzusetzen.

DIE ZUSAMMENARBEIT BEGANN AUF DEM GEBIET DER KATASTERPHOTOGRAMMETRIE.

Im Jahr 1966 wurde an der damaligen Technischen Hochschule Stuttgart das Institut für Photogrammetrie unter Leitung von Professor Ackermann gegründet. Schon 1967 besuchte Ackermann mit seinen Mitarbeitern die geodätische Rechenstelle und Luftbildstelle des LFS und erläuterte seine Pläne: Aufbauend auf seinen beim ITC/-Delft gesammelten Erfahrungen und insbesondere den erfolgreichen Ergebnissen der "Anblockmethode" des niederländischen Photogrammeters van den Hout, sah er Möglichkeiten zu deren Weiterentwicklung bis zur praxisreifen Anwendung für Punktbestimmungen aus photogrammetrischen Bildverbänden mit großen Punktmengen (Ackermann, BuL 1970).

Bei der Luftbildstelle des LFS waren bis zu diesem Zeitpunkt und sollten auch weiter für geeignete Flurbereinigungsverfahren die Grenzpunkte der Wege- und Ge-

wässernetze durch "photogrammetrische Katastervermessung" bestimmt werden. Datenmaterial aus relativ großen Bildverbänden mit großen Punktmengen lag also vor.

Als Ackermann anlässlich seines Besuches 1967 die bisherigen Forschungsergebnisse seines Instituts auf dem Gebiet der Aerotriangulation vorstellte und es einsichtig erschien, daß diese Methoden auch auf Bildverbände mit großen Punktmengen anwendbar sein müßten, konnten eigene Überlegungen, wie man etwa die entsprechenden Verfahren der Flurbereinigungsverwaltungen in Rheinland-Pfalz (Dr. Kersting) oder Bayern (Dr. Sander) auf die baden-württembergischen Verhältnisse (Randbedingung vor allem: IBM-Rechner 1401 mit 16 K Kernspeicher und Lochkarten/Bandorganisation) übertragen könne, zurückgestellt werden. Ackermann setzte damals auf die Kapazität sich ankündigender Rechnergenerationen. Daß derartige Rechenoperationen sich 15 Jahre später auch auf sogenannten PC würden lösen lassen, konnte man sich nicht vorstellen.

Es begann eine intensive Phase der freundschaftlichen und fruchtbaren Zusammenarbeit, in die auch von Beginn an die Kollegen der Vermessungsverwaltung eingebunden waren. Selbstverständlich konnten aus der Verwaltung im wesentlichen nur die katastertechnischen und projektbezogen-organisatorischen Randbedingungen in die Diskussion eingebracht werden. Es sei aber festgehalten, daß ohne diese bereitwillige Offenheit zur Diskussion auch der nicht wissenschaftlichen Probleme eine erfolgreiche Umsetzung der "Blockausgleichung" in die Praxis sehr schwierig geworden wäre.

Dem Berichtersteller sei gestattet, an die spannungsgeladenen Wochen zu erinnern, während der der erste "harte Testfall" (Flurbereinigungsverfahren Ichenheim-Dundenheim) an Programmier- und/oder Rechenkapazitäten zu scheitern drohte.

Es sei ferner festgehalten, daß von vorneherein die Frage der Kontrolle photogrammetrischer Katastervermessungen mitdiskutiert wurde - die Frage nämlich, Kreuzbefliegungen signalisierter Gebiete oder unabhängige terrestrische Kontrollen durch Abstandsmessungen (Spannmaßmessung) zwischen benachbarten signalisierten Punkten. Da die unabhängige Spannmaßkontrolle bei der Polygonierung mit Polaraufnahme ein eingeführtes Verfahren war, behielt man es - zunächst zur Kontrolle - bei photogrammetrischen Katastervermessungen in der Flurbereinigung bei.

Diese Praxis bewog den Wissenschaftler, hier noch einen Schritt weiterzugehen: Die Kontrollmaße und andere geometrische Bedingungen als zusätzliche "Beobachtungen" in die Ausgleichung zur Bestimmung der Punktkoordinaten einzubeziehen. Dies führte zur sogenannten "Spannmaßausgleichung" (Kraus/Bettin, BuL 1970) und zur Herausforderung an die Praktiker, die bisher "nur zur Kontrolle" ermittelten Spannmaße, wirklich mit der Sorgfalt zu messen, die punktbestimmenden Beobach-

tungen zukommt. Bereits im Jahr 1970 waren nach nur zweieinhalbjähriger Entwicklungsarbeit die einzelnen Programmpakete für die Katasterphotogrammetrie (einschließlich Spannmaßausgleichung und Kleinste Quadrate Interpolation) soweit abgeschlossen, daß ihre Ergebnisse im Januar 1971 in einem zweitägigen Kontaktstudium an der Technischen Akademie Esslingen der Fachwelt vorgestellt werden konnten (Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen, Reihe I, Heft 53). Sie sind als "Stuttgarter Programme" bekannt geworden und wurden von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder (AdV) und der damaligen Arbeitsgemeinschaft für das technische Verfahren in der Flurbereinigung (AtVF), jetzt Arbeitsgemeinschaft Flurbereinigung (ArgeFlurb), gemeinsam für die Bearbeitung photogrammetrischer Katastervermessungen erworben.

Die gemeinsam geführten Diskussionen und die gemeinsam gewonnenen Erfahrungen führten in Baden-Württemberg 1971 zur Veröffentlichung der Verwaltungsvorschrift des Innenministeriums über die Zulassung photogrammetrischer Meßverfahren in der Katastervermessung Baden-Württembergs, die so offen gehalten sind, daß sie heute nach nahezu 20 Jahren noch gelten.

Natürlich blieb danach die Entwicklung nicht stehen. Bei der Luftbildstelle des LFS wurde im Laufe der Jahre die Gerätekapazität erweitert und modernisiert. Dem Stereoplanigraph folgten zwei Geräte vom Typ Planimat, die zur Koordinatenregistrierung aufgerüstet wurden. Die Blocktriangulation mit unabhängigen Modellen wurde eingeführte Praxis. Gleichwohl blieb die Verbindung zwischen dem Institut für Photogrammetrie und dem LFS aufrecht erhalten; das führte in der Folgezeit in Weiterentwicklung der photogrammetrischen Katastervermessung (seit 1979/80 am Planicomp C 100) zur heutigen Routineanwendung der "Bündelblockausgleichung mit zusätzlichen Parametern" (aus Doppelbefliegungen im Bildmaßstab 1:4000) und zur (versuchsweisen) Punktfestlegung im Stereomodell. Über diese Weiterentwicklung wurde in den siebziger Jahren und Anfangs der achtziger Jahre eine Reihe von grundlegenden Arbeiten veröffentlicht, die nicht nur auf die Katasterphotogrammetrie, sondern auch allgemein auf die Netzausgleichung Einfluß ausübten. Den gegenwärtig erreichten Stand der Technik in der Katasterphotogrammetrie in der Flurbereinigung haben Ackermann, Schubert, Stark und Waldbauer im Heft 2, 1985, der "Mitteilungen" des DVW-Landesvereins B.-W. zusammenfassend dargestellt (dort zahlreiche Literaturhinweise zu diesem Thema). Ebenfalls ein Beitrag zur Zusammenarbeit von Wissenschaft und Praxis, hier auf dem weiten Feld der Diskussion von erreichter, erreichbarer Genauigkeit und sich ändernder Ansprüche.

PHOTOGRAMMETRIE ALS PLANUNGSHILFSMITTEL

Für den Flurbereinigungsingenieur ist es besonders wichtig, seine Projektplanung auf aktuellen Grundlagen aufzubauen. Hierfür stehen ihm die Unterlagen aus Grundbuch und Kataster zur Verfügung. Darüberhinaus benötigt er flächendeckend Information über die Topographie und die landschaftsprägenden Merkmale (Bodennutzung und Bewuchs) des Projektgebietes für die ökologische Bewertung und als Grundlage für den Entwurf eines der Landschaft angepaßten Wege- und Gewässerplans mit landschaftspflegerischem Begleitplan. Hier helfen topographische Auswertungen im Maßstab und zur Ergänzung der Verfahrenskarten, Luftbilder, Luftbildkontaktabzüge, Luftbildvergrößerungen, Luftbildentzerrungen und Orthophotos aus aktuellen Bildflügen.

Sind in Rebflurbereinigungen größere Landschaftsveränderungen vorgesehen, dann werden an das Höhenlinienbild der topographischen Auswertungen hohe Anforderungen gestellt, denn es bildet dann nicht nur Grundlage der Wege- und Gewässerplanung, sondern auch der Planung der erforderlichen Planierarbeiten. Sehr früh kam daher der Gedanke auf, das "digitale Geländemodell" - die DGM-Technik - auch für die Flurbereinigung zu nutzen. Die DGM-Technik war ursprünglich wohl zunächst nur zur automatischen (rechnerischen) Höhenlinieninterpolation gedacht - auch der Name des am Stuttgarter Institut für Photogrammetrie entwickelten Programmpaketes SCOP (Stuttgart-Contour-Program) verrät diese Zielsetzung - wurde aber sehr schnell auch vom Straßenbau für dessen typisch linienhafte Planung genutzt. Die Anregung, die DGM-Technik auch für flächenhafte Planungen anzuwenden, wurde am Institut für Photogrammetrie Stuttgart aufgegriffen und führte dort unter Kraus zu intensiver Forschungsarbeit, die noch nicht als abgeschlossen angesehen werden kann.

Die Flurbereinigungsverwaltung entsandte den Leitenden Flurbereinigungsingenieur Stanger zur Mitarbeit in die Forschungsgruppe Kraus. Stanger hat dort in seiner Arbeit "Ein digitales Geländemodell und einige Anwendungsmöglichkeiten im Bereich der Flurbereinigung" (Schriftenreihe C der Deutschen Geodätischen Kommission, Heft 273) aufbauend auf dem erreichten SCOP-Entwicklungsstand die DGM-Technik für wichtige Planungsabschnitte in der Flurbereinigung empfohlen.

Beim LFS wurde diese Entwicklung mitgetragen und in einem ersten Schritt die Orthophototechnik eingeführt (1982/83). Wenig später wurde auch SCOP eingesetzt, zunächst zur Ableitung der Steuerdaten für den Orthoprojektor "Orthocomp".

In einem darauf aufbauenden gemeinsamen Forschungsvorhaben, das vom Inpho-Forschungsinstitut für photogrammetrische Informationsverarbeitung GmbH getragen wurde, konnte die praktische Anwendung der DGM-Technik weitergeführt werden. Heute werden für nahezu alle Flurbereinigungsverfahren beim LFS aus Bildflügen

- 1:5000 bis 1:7500 digitale Geländemodelle hoher Genauigkeit gemessen, aus denen
- Steuerdaten für den Orthocomp zur Orthophotoherstellung,
 - Höhenlinien
 - Längs- und Querprofile für Wegebaumaßnahmen und
 - Gefällstufenkarten zur Berücksichtigung der Hangneigung bei der Wertermittlung und Zuteilungsplanung

abgeleitet werden (Kiefer, Z.f. Kulturtechnik und Flurbereinigung, 1986). Untersuchungen zur Anwendung im Erosionsschutz und bei der Planung großflächiger Planerarbeiten sind noch im Gange.

Es ist beinahe selbstverständlich, daß die Luftbildinterpretation aus Luftbildkontaktabzügen, -vergrößerungen und -entzerrungen und insbesondere Orthophotos als Planungshilfsmittel in der Flurbereinigung eingesetzt wird. Unterstützt wurde diese Technik durch verwaltungsinterne Fortbildungsveranstaltungen und durch eine 1987 herausgegebene Arbeitsanleitung zur Interpretation von Orthophotos. Diese Arbeitsanleitung wurde in Zusammenarbeit mit dem Lehrstuhl "Ländliche Neuordnung und Flurbereinigung" (Prof. Dr. Oberholzer) der Universität der Bundeswehr in München zusammengestellt. Dem ging voraus eine ähnliche Arbeitsanleitung für die Luftbildinterpretation in der Dorfentwicklungsplanung. Hierfür bildete sich eine Arbeitsgruppe, die sich zum Ziel gesetzt hatte, die Luftbildinterpretation "nach draußen" zu tragen, bei den privaten Planungsbüros als Planungshilfsmittel einzuführen. Dorfentwicklung ist eine wichtige Aufgabe im Rahmen der Flurbereinigung, wird aber eigenverantwortlich von den Gemeinden (auch unabhängig von Flurbereinigungsverfahren) durchgeführt. Von ihnen werden Planungsbüros mit der Durchführung beauftragt.

Die Mitarbeit des Instituts für Photogrammetrie (Frau Schiebler-Baumgärtner) gab dem Projekt das wissenschaftliche Fundament. Wenngleich in der Schlußphase des Projekts, nämlich bei der eigentlichen Einführung der Luftbildinterpretation in die Praxis der Planungsbüros diese wissenschaftliche Grundlage der Projektarbeit nicht mehr zum Ausdruck kam, war die Zusammenarbeit dennoch von Erfolg gekrönt: großmaßstäbige Farbluftbilder und lichtpausfähige (gerasterte) Schwarz-Weiß-Vergrößerungen daraus, sind gängiges Arbeitsmittel der Ingenieurbüros geworden (Schriftenreihe "Dorfentwicklung" - Das Luftbild als Planungshilfe - des Ministeriums Ländlicher Raum Baden-Württemberg, 1984).

SCHLUSSBEMERKUNG

In der Länder-Arbeitsgemeinschaft-Flurbereinigung (ArgeFlurb) werden seit einiger Zeit Überlegungen zu einem Landinformationssystem-Flurbereinigung angestellt.

Zippelius hat in seinem Vortrag anlässlich des Geodätentages 1984 in Mainz dazu Anstöße gegeben; der Berichterstatter hat in einem "presented paper" zum ISPR-Kongreß 1980 in Hamburg auf den Vorteil digitaler Planungsgrundlagen hingewiesen. Hingewiesen wurde damals auch schon darauf, daß solche Informationssysteme für die Planung zwar auf Geometriedaten - wie dem DGM - beruhen müssen, aber auch eine Fülle von zum Teil schwierig beherrschbaren Sachdaten beinhalten müssen. Schwierig beherrschbar sind insbesondere Sachdaten mit Qualitätsmerkmalen, und zwar deswegen, weil deren Gewichte und Kriterien ganz allgemein von außen, z.B. von gesellschaftlichen Auffassungen und vom Planungsziel selbst beeinflußt werden. Unbestritten bleibt, daß klassische Photogrammetrie und Fernerkundung trotzdem wichtige Basisinformationen, und zwar weit über geometrische Informationen hinaus, zu einem Landinformationssystem-Flurbereinigung liefern werden.

Dieser rückblickende Bericht soll zeigen, wie die Zusammenarbeit eines Hochschul-instituts, hier speziell des Instituts für Photogrammetrie, mit einer Fachverwaltung, hier speziell mit dem Landesamt für Flurbereinigung Baden-Württemberg aus der Sicht der Verwaltung zu erfolgreichen Anwendungen einer speziellen Technik, der Photogrammetrie, und deren Weiterentwicklung geführt hat. Es kann erwartet werden, daß diese Anwendungen und Entwicklungen sich auf den gesamten Fachbereich Flurbereinigung auswirken werden. Wenn nämlich, wie oben angedeutet, über ein Fach-Landinformationssystem-Flurbereinigung nachgedacht werden muß, dann muß das digitale Geländemodell - ursprünglich unter photogrammetrisch/topographischen Zielsetzungen entwickelt - und die Digitale Bildverarbeitung in diese Überlegungen einbezogen werden. Das Informationssystem muß zu einem Planungs-Werkzeug werden. Heute dient es zur Präsentation eines Ist-Zustands - in Zukunft wird es, durch simulierende Variation von Parametern, die Wege zu einem wünschbaren Ziel-Zustand zeigen können.

Flurbereinigung bleibt eine flächen- und raumbezogene Planungsaufgabe. Die Lösung dieser Aufgabe muß höchsten Ansprüchen genügen und muß daher auf aktuellen, genauen und widerspruchsfreien auf den Projektraum geometrisch und sachlich bezogenen Informationen aufbauen. Auf die Zusammenarbeit mit den Wissenschaftlern der Photogrammetrie, Fernerkundung und Informationsverarbeitung wird die Flurbereinigungsverwaltung auch weiter angewiesen sein.

