

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik =
Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

Herausgeber: Schweizerischer Geometerverein = Association suisse des géomètres

Band: 35 (1937)

Heft: 10

Artikel: Die Anwendung des Bildverfahrens auf Grenzvermessungen hoher
Genauigkeit : ein Problem

Autor: Raab, K.O.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-196663>

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: 28.01.2026

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

SCHWEIZERISCHE
Zeitschrift für Vermessungswesen und Kulturtechnik

ORGAN DES SCHWEIZ. GEOMETERVEREINS

Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft für Kulturtechnik / Offiz. Organ der Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

Revue technique suisse des mensurations et améliorations foncières

ORGANE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES GÉOMÈTRES

Organe officiel de l'Association Suisse du Génie rural / Organe officiel de la Société Suisse de Photogrammétrie

Redaktion: Dr. h. c. C. F. BAESCHLIN, Professor, Zollikon (Zürich)

Ständ. Mitarbeiter f. Kulturtechnik: Dr. H. FLUCK, Dipl. Kulturing., Villa Lepontia, Bellinzona-Ravecchia

Redaktionsschluß: Am 1. jeden Monats

Expedition, Inseraten- und Abonnements-Annahme:

BUCHDRUCKEREI WINTERTHUR VORMALS G. BINKERT, A.-G., WINTERTHUR

No. 10 • XXXV. Jahrgang

der „Schweizerischen Geometer-Zeitung“
Erscheinend am zweiten Dienstag jeden Monats

19. Oktober 1937

Inserate: 50 Cts. per einspaltige Nonp.-Zeile

Abonnemente:

Schweiz Fr. 12. —, Ausland Fr. 15. — jährlich

Für Mitglieder der Schweiz. Gesellschaften für
Kulturtechnik u. Photogrammetrie Fr. 9. — jährl.

Unentgeltlich für Mitglieder des
Schweiz. Geometervereins

Die Anwendung des Bildmeßverfahrens auf Grenzvermessungen hoher Genauigkeit — ein Problem.

Von Dr.-Ing. K. O. Raab.

Einleitung.

Seit Beginn der Katastervermessungen bis heute konnte niemals ein geschlossenes Katasterwerk über ein ganzes Land geschaffen werden das zu irgend einem Zeitpunkt in allen Teilen auch nur eine zuverlässige Grundlage für die Herstellung von Plänen im Maßstab 1 : 1000 abgegeben hätte. Wenn auch in einzelnen Gebieten ausgezeichnete Katasterwerke vorhanden sind, im Großen gesehen, ist das nicht der Fall.

Die Genauigkeitsansprüche an Grenzvermessungen wurden mit Verfeinerung der Meßgeräte und Verbesserung der Meßverfahren immer mehr erhöht. Andererseits wurden in wirtschaftlicher Hinsicht, besonders durch die Vervollkommnung der optischen Entfernungsmesser beachtenswerte Fortschritte erzielt, — und doch erscheint es trotz Einsatz bedeutender Mittel aussichtslos, mit Hilfe der gebräuchlichen Aufnahmeverfahren auch nur die dringendsten Aufgaben zu meistern, sofern nicht ganz neue Wege beschritten werden. Und wohin wir auch die Blicke richten, in allen Kulturländern — überall die gleichen Erscheinungen, dieselben Klagen über die Unzulänglichkeit der bestehenden Vermessungswerke.

Die Erkenntnis, daß eine genügende Rechtssicherheit des Grundbesitzes nur durch eine Erneuerung der Katasterwerke erreicht werden kann, die gebräuchlichen Aufnahmeverfahren aber, so sehr sie mit der Zeit auch vervollkommen wurden, die heranstehenden Aufgaben nicht bewältigen können, bricht sich mit elementarer Gewalt Bahn; und damit

rückt auch die Frage, inwieweit das Bildmeßverfahren, insbesondere unter Verwendung von Luftfahrzeugen, für die Zwecke der Katastervermessung herangezogen werden kann, immer mehr in den Brennpunkt der Belange¹.

Im Vordergrund steht die Frage, welche Genauigkeitsansprüche an Grenzvermessungen gestellt werden dürfen². Da unter sonst gleichen Bedingungen in den einzelnen Ländern wesentlich verschiedene Anforderungen geltend gemacht werden, so darf man zweifeln, ob die bestehenden Fehlergrenzen hinreichend begründet sind und dem praktischen Bedürfnis tatsächlich entsprechen. Den Fehlergrenzen für Längenmessungen liegt die Form $\sqrt{a^2 + b^2s + c^2s^2}$ zu grunde, wobei a , b und c Konstante sind und s die Länge der Strecke vorstellt; man hat sich also bei Aufstellung der Fehlergrenzen wohl einfach den Fehlern, die nun einmal nicht zu vermeiden waren, angepaßt, oder — um es in anscheinend widersinniger Form noch deutlicher zu sagen — die Fehler haben selbst ihre Grenzen festgelegt. Inwieweit entsprechen diese Fehlergrenzen³ dem praktischen Bedürfnis? Welche Genauigkeit der Grenzbestimmung und Grenzwiederherstellung kann der Grundstückseigentümer billigerweise verlangen? Da es keine fehlerfreie Messungen gibt, kann es offenbar auch keine vollkommene Rechtssicherheit geben; aber

¹ Erfahrungen bei Anwendung der Luftphotogrammetrie für Katastervermessungen in der Schweiz, Bildmessung und Luftbildwesen, Heft 1, 1931.

Luftbildverwendung für Katasterzwecke in Spanien, Bildmessung und Luftbildwesen, Heft 1, 1932.

Schermerhorn, Versuche zur Anfertigung von Katasterkarten im Maßstab 1 : 1000 mit aerophotogrammetrischen Instrumenten der Firma Zeiß-Aerotopograph G. m. b. H., Jena; Bildmessung und Luftbildwesen, Heft 2, 1932.

Richter, Kann die Photogrammetrie aus der Luft als Hilfe bei großmaßstäblichen Neumessungen herangezogen werden? Bildmessung und Luftbildwesen 1933, Nr. 2 u. f.

Vgl. auch: Emploi de la photogrammétrie aérienne pour la formation des plans du Cadastre Italien. Communication présentée par la Délégation Italienne au IV^e Congrès International de Photogrammétrie, Paris, novembre 1934.

Zusammenfassend wird über die Ergebnisse berichtet: «Après la rigoureuse acceptation planimétrique et altimétrique, l'on peut conclure que les plans cadastraux aérophotogrammétriques de Campagniano et de Littoria comportent toute la précision nécessaire pour répondre aux buts civils et fiscaux auxquels ils sont destinés.»

Brand, Die Bedeutung der Luftbildmessung für das Kataster, Bildmessung und Luftbildwesen 1935, Heft 2 und ebenda: v. Gruber, Grundsätzliche Bemerkungen zur Frage „Photogrammetrie und Kataster“.

² Vgl. auch Baltensberger, Die Photogrammetrie als Aufnahmeverfahren der schweizerischen Grundbuchmessung (Die Photogrammetrie und ihre Anwendung bei der schweizerischen Grundbuchmessung und bei der allgemeinen Landesvermessung, Buchdruckerei Effingerhof A.-G., Brugg, 1926), wo u. a. ausgeführt wird: „Das Maß der Genauigkeit einer Vermessung muß zum Bodenwert und zur Bedeutung der Arbeit in einem richtigen, vernünftigen Verhältnisse stehen. Ein Mehraufwand an Kosten für eine Vermessung, die genauer ist, als dies die Umstände erfordern, kommt einer Verschleuderung öffentlicher Mittel gleich, welchen Luxus wir uns nirgends weniger als bei der Grundbuchvermessung leisten dürfen.“

³ In Stadtgebieten und im Weichbild der Städte können höhere Anforderungen wohl berechtigt sein (Grenzmauern und dergl., Grundstückspreise).

wo soll man die Grenze ziehen, was ist unter „genügender“ Rechtssicherheit zu verstehen? In welchem Verhältnis stehen Grundstückswert¹ und Genauigkeit der Vermessung? Beachtet man, daß der Wert eines Grundstückes von einer Unzahl Faktoren abhängt, die zum Teil noch veränderlich sind, mit dem Ort und der Zeit, und sich niemals exakt bestimmen lassen, so sollte man glauben, daß die vermessungstechnischen Fragen nur eine untergeordnete Rolle spielen. Oder verlangt die Fortführung eine besonders hohe Genauigkeit der Urmessung? Ein Stelldichein von Fragen und Fragezeichen! Die Beantwortung dieser Fragen ist nicht leicht. Man kann wohl feststellen, ob die mit einem Meßverfahren erzielten Genauigkeitsergebnisse in vorgegebene Fehlergrenzen passen oder nicht, man darf aber zweifeln, ob diese das praktische Bedürfnis tatsächlich zum Ausdruck bringen. An sich betrachtet, ist die genaueste Messung wohl die beste; ob man sich aber mit Rücksicht auf die ausgedehnten Gebiete, die dringend einer Neumessung bedürfen, diesen Zahlenprunk² leisten kann und darf? Wenn man die Vermessung eines kleinen Gebietes unter Heranziehung der gebräuchlichen Aufnahmeverfahren mit höchster Genauigkeit und entsprechend hohem Kostenaufwand durchführt, so wird — gesetzt, daß man grobe Fehler ausschließen darf — in diesem Gebiete für den Augenblick auch eine hohe Rechtssicherheit³ geschaffen; dafür muß aber die Neuvermessung großer Gebiete unterbleiben, weil einfach die Mittel nicht aufgebracht werden; im Durchschnitt betrachtet — wäre also die Rechtssicherheit doch nur gering?

Vorausgesetzt aber, daß die bestehenden Fehlergrenzen nicht nur den gebräuchlichen Meßverfahren angepaßt sind, sondern auch das praktische Bedürfnis in hohem Maße zum Ausdruck bringen, so ist die Frage aufzuwerfen, ob nicht auch das Bildmeßverfahren, vor allem die Luftbildmessung, deren Anwendung wesentliche Ersparnisse verspricht, den gestellten Genauigkeitsanforderungen zu genügen vermag.

¹ Vgl. auch Richard, Grundstückswert und 54 Bezeichnungen. Allg. Verm.-Nachrichten, Heft 8, 1935. Richard führt u. a. aus: Das Ganze läßt aber doch Schlüsse zu, auf die ungeheure Verwirrung, die die verschiedene Bewertung im Grundstückswesen ermöglicht.

² Bei einer Parzellierung von 13 Grundstücken pro ha wurden zur Festlegung von rund 2500 Grenzpunkten auf einer Fläche von 1 qkm (Linearverfahren) nicht weniger als 16 000 Maße (einschl. Kontrollen) gemessen, wobei es sich um vorschriftsmäßig durchgeführte Aufnahmen handelte. Bei engster Parzellierung und sehr unregelmäßigen Grundstücksformen kann man wohl mit 50 000 Maßzahlen rechnen (wobei etwa 200 000 einzelne Ziffern niederzuschreiben sind), die obendrein in den Handrissen an ganz bestimmten Stellen einzutragen sind. Dieser ungeheure Zahlenballast muß nun durch viele Jahrzehnte hindurch mitgeschleppt werden, während beim photogrammetrischen Koordinatenverfahren für jeden Grenzpunkt zwei Zahlenwerte genügen, da ja die ermittelten Koordinatenwerte weitgehend kontrolliert sind und darüber hinaus das Stereogramm an sich schon als Meßurkunde zu betrachten ist. Diese Feststellungen sind deshalb wichtig, weil vielfach dem photogrammetrischen Koordinatenverfahren der Nachteil einer großen Zahlenlast zugeschrieben wird.

³ Soweit die Rechtssicherheit von der Genauigkeit der Vermessung abhängt.

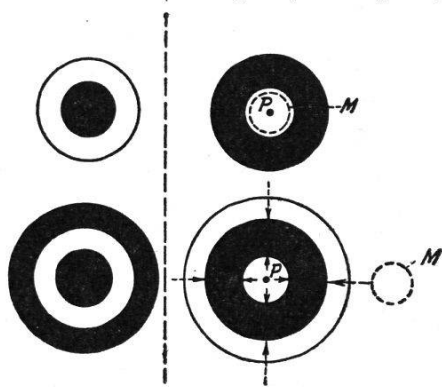
Genauigkeitsfragen.

Die Genauigkeit der stereophotogrammetrischen Punktbestimmung läßt sich in dem Maße erhöhen, als die Fehlerquellen erfaßt und ihre Einflüsse auf das Messungsergebnis unschädlich gemacht werden können. In erster Linie wirken sich die durch Emulsion, Objektiv u. a. m. bedingten Abweichungen des Meßbildes (Verbildung) von einer Zentralprojektion und die mechanischen Fehlerquellen, mit denen man bei Ausmessung der Stereogramme am Zweibildgerät rechnen muß, auf das Messungsergebnis aus. Für ein Auflösungsvermögen der photographischen Emulsion von 10^{-2} bis $3 \cdot 10^{-2}$ mm errechnet man bei einer Bildweite der Aufnahmekammer von 21 cm schon Richtungsfehler von 10 bis 30", der Gesamtfehler ist regelmäßig größer.

Der Zeiß-Phototheodolit 3b für Aufnahmen von festen Standorten mit Blende 1 : 25 und einer Brennweite von rund 20 cm ist auf unendlich eingestellt. Wenn nun der Durchmesser des Zerstreuungskreises auf der Bildebene 10^{-2} mm nicht überschreiten soll, so muß die Dingweite mindestens 150 m betragen. Bei kürzeren Aufnahmedistanzen vergrößert sich der Zerstreuungskreis und in gleichem Maße der Richtungsfehler, so daß eine erhöhte Genauigkeit der Punktbestimmung nur insoweit zu erwarten ist, als der Einfluß der Gerätefehler vermindert wird (Vergrößerung des Maschinenmaßstabes). Bei Aufnahmen aus einem Luftfahrzeug gelten dieselben Überlegungen, wobei aber als zusätzliche Fehlerquelle noch die „Bewegungsunschärfe“ in Betracht zu ziehen ist.

Durch besondere Kennzeichnung der im Dingraum zu bestimmenden Punkte und Heranziehung geeigneter Auswerteverfahren kann man sich nun praktisch unabhängig von dem Auflösungsvermögen der photographischen Emulsion machen und bis zu einem gewissen Grade auch die, bei Nahaufnahmen durch die Vergrößerung des Zerstreuungskreises,

Abb. 1. Signalscheiben
(Scheiben parallel zur Bildebene)
in der Natur im Negativ (stark vergrößert)



P = [zu bestimmender Punkt]
 M = Meßmarke

Pfeile: Einstellung der Meßmarke an den Enden von Kreisdurchmessern des Signalscheibenbildes

auf der Bildebene bedingten Fehler ausschalten; darüber hinaus läßt sich der Einfluß der Gerätefehler verkleinern. Das Auflösungsvermögen der photographischen Emulsion ist ja zunächst nur ein Maß für die Bilddeutung und setzt der erreichbaren Genauigkeit der Richtungsmessung nicht notwendig eine Grenze. Es ist nur ein einzigartiger Vorzug des Bildmeßverfahrens, daß man i. a. auf eine besondere Signalisierung verzichten kann. Werden nun die Punkte im Dingraum durch Signale der in Abb. 1 angedeuteten Form gekennzeichnet und richtet man diese — bei Nadiraufnahmen aus einem Luftfahrzeug beispielsweise — waagrecht aus, so wird die schwarze Kreisfläche der Signalscheibe im photo-

graphischen Bild regelmäßig kleiner sein, als sich aus den geometrischen Beziehungen errechnet, d. h. die Lichter verbreitern sich in der Abbildung auf Kosten der Schatten, der Mittelpunkt des Signalscheibenbildes aber entspricht geometrisch genau dem Scheibenmittelpunkt in der Natur. Erscheint der innere Kreis der Signalscheibe in der Abbildung etwas größer als die kreisförmige Meßmarke des Auswertegerätes¹, so kann die Anzielung des Punktes mit außerordentlicher Schärfe erfolgen, da die geringste Exzentrizität der Meßmarke in bezug auf das Signalscheibenbild sofort erkennbar ist; vor allem aber ist zu beachten, daß die Einstellung nahezu unabhängig ist von dem „Auflösungsvermögen der photographischen Emulsion“ und daß sich auch die durch den Einfluß der Unschärfe bei Nahaufnahmen bedingten Abbildungsfehler nicht voll auswirken können, so daß nahezu eine der Verkürzung der Dingweite entsprechende Genauigkeitssteigerung erzielt wird. Durch mehrmalige zentrische Einstellung des Signalscheibenbildes und Mittelbildung der einzelnen Koordinatenablesungen am Zweibildgerät, oder durch Mittelbildung der Ableseungen bei Einstellung der Meßmarke an den Enden von Durchmessern der Kreise des Signalscheibenbildes läßt sich auch der Einfluß der Gerätefehler wesentlich herabdrücken.

Neuere Untersuchungen² des Verfassers haben in der Tat gezeigt, daß auf diesem Wege eine weitgehende Fehlertilgung erreicht werden kann. Es mag hier genügen, die Ergebnisse dieser Untersuchungen mitzuteilen und in Schaubildern festzuhalten.

Die Darstellung Abb. 2 läßt erkennen, daß sich die Fehler der Punktbestimmung auf rund $\frac{1}{7}$ herabdrücken lassen. Die Genauigkeit der relativen Richtungsbestimmung wächst auf etwa 3" — eine Leistung³, die bei Verwendung der gebräuchlichen Aufnahme- und Auswertegeräte bisher unerreichbar schien; wollte man nämlich diese Genauigkeit ohne besondere Kennzeichnung der Punkte erzielen, so dürfte das Auflösungsvermögen der photographischen Emulsion nicht mehr als $\frac{3}{1000}$ mm betragen, wobei dem Einfluß der Gerätefehler noch nicht einmal Rechnung getragen wäre.

Diese Untersuchungsergebnisse gelten zunächst nur für Aufnahmen von festen Standorten (genähertes Normalstereogramm) unter Verwendung feinkörniger Emulsionen. Befindet sich die Kammer im Augenblick der Belichtung in Bewegung — wie bei Aufnahmen aus einem Luftfahrzeug — so kommt als Fehlerquelle noch die Bewegungsunschärfe hinzu, während die übrigen Fehler bei terrestrisch-photogrammetrischen Aufnahmen praktisch dieselbe Rolle spielen. Es ist daher zu erwarten,

¹ Hier und im folgenden wird vorausgesetzt, daß die Auswertung an einem Zeiß'schen Stereoplanigraphen neuerer Bauart erfolgt (Modell C/3 oder C/4).

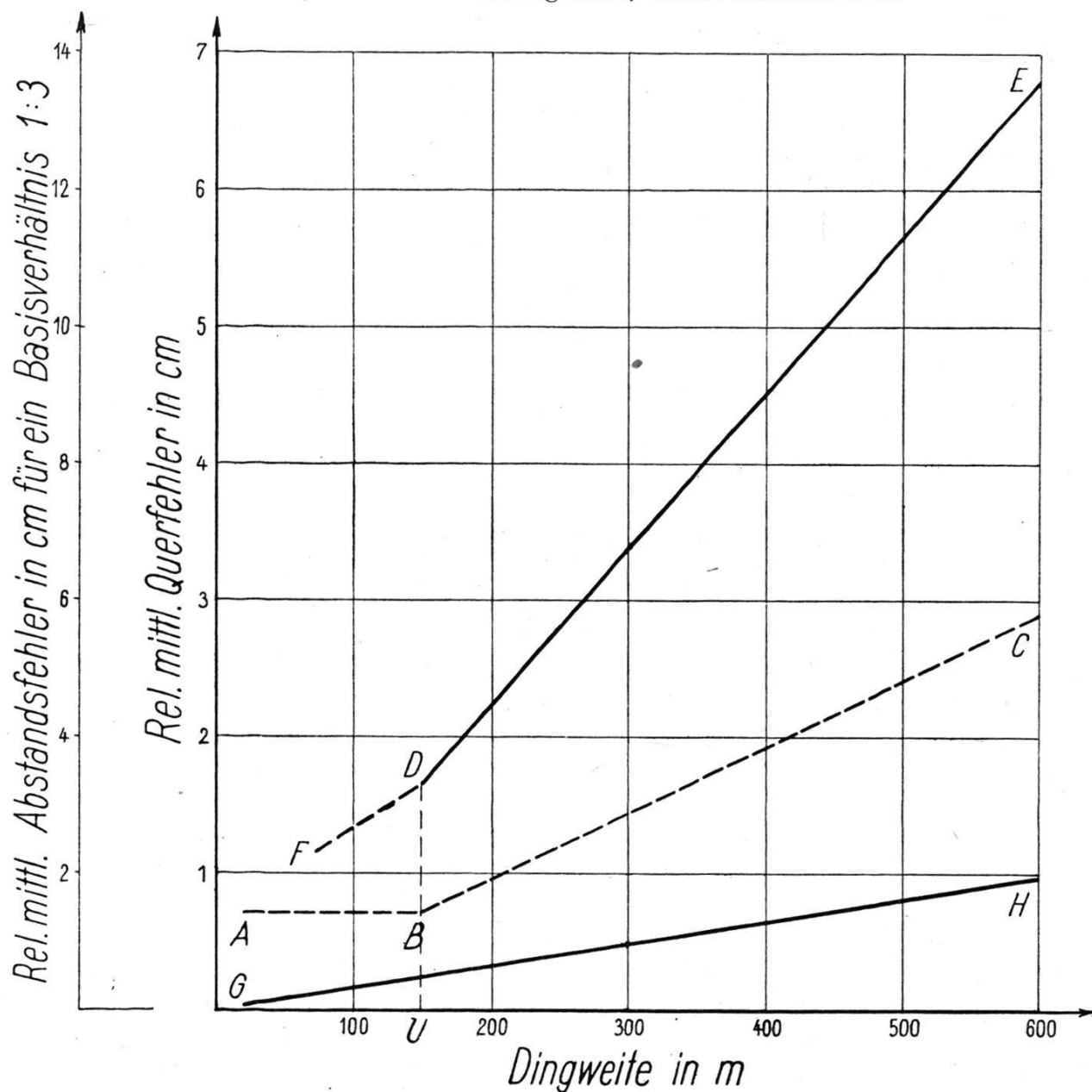
² Vgl. Deutsche Zeitschrift für Vermessungswesen, 1937.

³ Soll mit einem Theodolit unter sonst gleichen Bedingungen diese Genauigkeit der Punktbestimmung erzielt werden, so muß der aus den Beobachtungen errechnete mittlere Fehler (des Mittels) kleiner sein als 3", da hier noch andere Fehlereinflüsse in Betracht zu ziehen sind (insbesondere die Fehler der Standpunktszentrierung), die bei den photogrammetrischen Ergebnissen nicht in Erscheinung treten.

Abb. 2. Relativer mittlerer Fehler bei Aufnahmen von festen Standorten

mit Zeiß-Phototheodolit 3 b und Zeiß-Stereoplanigraph C/3, unter Verwendung von Perutz-Topoplatten

Genähertes Normalstereogramm, Basisverhältnis 1 : 3



Erläuterungen

- A B C Theoret. Fehler für ein Auflösungsvermögen von 10^{-2} mm, unter Vernachlässigung der übrigen Fehlereinflüsse
- F D E Relativer mittlerer Fehler für nichtsignalisierte Punkte, errechnet aus praktischen Untersuchungen. Abbildungs- und Gerätefehler nicht getilgt
- D F Mit Verkürzung der Dingweite vermindert sich der Einfluß der Gerätefehler
- G H Relativer mittlerer Fehler für einwandfrei gekennzeichnete Punkte. Abbildungs- und Gerätefehler weitgehend getilgt
- U Unendlichkeitsnahepunkt für $f = 19,4$ cm, Blende 1 : 25 und ein Auflösungsvermögen von 10^{-2} mm

daß sich unter sonst gleichen Bedingungen bei Aufnahmen aus einem Luftfahrzeug aus 300 m Höhe annähernd dieselbe Genauigkeit erreichen läßt — vorausgesetzt natürlich, daß die Meßbilder frei von Bewegungsunschärfe sind, oder diese Fehlereinflüsse getilgt werden können.

Wenn man solche Ergebnisse auf luftphotogrammetrischem Wege bisher noch nicht erzielt hat, so hat man doch auch die notwendigen Vorbedingungen nicht erfüllt. Es ist natürlich nicht erstaunlich, wenn sich bei Geschwindigkeiten von 150 km/h und mehr, bei einer Flughöhe von nur 300 m beispielsweise, keine scharfen Meßbilder erzielen lassen (Bewegungsunschärfe, Unterschreitung des Unendlichkeitsnahepunktes) und nur bescheidene Genauigkeitsansprüche befriedigt werden können, wenn obendrein die Punkte nur mangelhaft signalisiert waren.

Wesentlich anders liegen die Verhältnisse, wenn als Kammerträger ein Ballon, Kleinluftschiff oder ein sog. Hubschrauber¹ herangezogen wird, d. h. ein Luftfahrzeug, dessen waagerechte Bewegung sich bei günstiger Wetterlage nahezu beliebig klein halten läßt (Abb. 4)²; die Verhältnisse liegen um so günstiger, als auch die Belichtungszeit noch verkürzt werden kann³ (Verzicht auf Gelbscheibe, geringe Unterbelichtung der Geländefläche), wenn es sich nur um die Wiedergabe heller Signalscheiben handelt. Eine einwandfreie Kennzeichnung der zu bestimmenden Punkte schließlich ist eine Forderung, die bei jedem anderen Meßverfahren als Selbstverständlichkeit betrachtet wird. Auch beim photogrammetrischen Verfahren handelt es sich nun um ein „Anzielen“ von Punkten; die Auffassung, daß eine grobe Kennzeichnung, wie das Auslegen von Tüchern oder das Ankalken von Grenzsteinen, ausreichend sei⁴, wenn höhere Genauigkeitsansprüche geltend gemacht werden, ist

¹ Hubschrauber sind Flugzeuge, die nur von ihren Luftschrauben getragen werden (keine Tragflächen) und imstande sind, in der Luft stillzustehen. Der Einsatz eines solchen Flugzeuges, das für die Herstellung von Meßaufnahmen einzurichten wäre, dürfte besondere Vorteile bringen.

In neuerer Zeit wurden sehr beachtenswerte Untersuchungsergebnisse veröffentlicht, die sich auf photographische Aufnahmen von Leitern aus beziehen. Diese Leiteraufnahmen lassen sich in gewisser Hinsicht wohl mit Ballonaufnahmen in Vergleich setzen; denn die Orientierungselemente waren wie bei Aufnahmen aus einem Luftfahrzeug nur in grober Näherung bekannt, und eine hohe freistehende Leiter wird auch von Winde bewegt, so daß die Aufnahmen (Zeitaufnahmen) mit einer gewissen Bewegungsunschärfe behaftet sind. (Vgl. Oesterr. Zeitschr. f. Vermessungswesen, XXXIII. Jahrgang, Nr. 5, Wien 1935.)

² Vgl. Walther und Töpfer, Photogrammetrische Katastervermessung, Bildmessung und Luftbildwesen, 1935, Heft 2.

³ Durch Wahl eines Spezialobjektives geringerer Blendenöffnung, das in einer kleineren Verschußtype verwendet werden kann, läßt sich wohl eine Verkürzung der Mindestbelichtungszeit erreichen; bei Verwendung der Verschußtype Compur-Rapid 0, 1/400 Sek., ließe sich für die Brennweite $f = 21$ cm (Bildformat 13/18 cm) das Oeffnungsverhältnis $f : 8$ erzielen, bei Verwendung der Type Compur-Rapid 00, 1/500 Sek. das Oeffnungsverhältnis $f : 11$. Die Bewegungsunschärfe wird nicht durch die Gesamtbelichtungszeit bestimmt, sie ist von einem Zeitintervall abhängig, das etwa gleich der Aequivalenzzeit gesetzt werden kann, und wird auch durch die Helligkeitsverhältnisse des Objektes beeinflusst.

⁴ In vielen Fällen kann man Grenzlinien ohne besondere Signalisierung erfassen; auch vermittelt meist schon die einfachste Kennzeichnung der Punkte

irrig; eine gute Signalisierung muß den Abbildungsgesetzen Rechnung tragen; nicht das Signal, sondern das Bild des Signales wird beim photogrammetrischen Verfahren angezielt. Man muß sich darüber klar sein, wie beispielsweise ein angekalkter Grenzstein bei Nadiraufnahmen aus einem Luftfahrzeug auf dem Photogramm abgebildet wird; selbst wenn nur die Kopffläche des Grenzsteines mit Kalkfarbe bestrichen ist, im Photogramm werden in der Regel auch Seitenflächen wiedergegeben, die — je nach der Beleuchtung — vom Aufnahmeort aus ebenfalls hell, d. h. im Negativ dunkel erscheinen können — und somit bleibt es von vornherein unsicher, *welcher* Punkt bei der Auswertung angezielt werden soll, denn Kopffläche und sichtbare Seitenflächen verschmelzen in der Abbildung nicht selten zu einem einzigen schwarzen Fleck; dazu kommt, daß auch die Meßmarke schwarz ist, und somit nur eine ganz grobe Einstellung möglich ist. Man kann allenfalls die Meßmarke von entgegengesetzten Seiten berührend an das Bild des Grenzsteines heranzuführen und Mittelbildungen entsprechender Ablesungen vornehmen, — eine einwandfreie Erfassung des Punktes setzt aber immer voraus, daß die angekalkte Kopffläche des Steines wesentlich stärker geschwärzt erscheint, als die sichtbaren Seitenflächen. Schließlich können Feldgewächse den Stein teilweise verdecken (Richtung der punktbestimmenden Zielstrahlen bei Nadiraufnahmen bis etwa $\frac{1}{2}$ R gegen das Lot) und somit ebenfalls zu fehlerhafter Punktfestlegung Anlaß geben. Es handelt sich also von vornherein um Fehlereinflüsse infolge mangelhafter Signalisierung, die an die Dezimetergrenze heranreichen, oder diese auch überschreiten können (Abb. 3).

Eine grobe Punktbezeichnung mag ausreichend sein, wenn man die Messungsergebnisse nur zeichnerisch in Maßstäben von etwa 1 : 1000 bis 1 : 2000 festlegen will¹; denn in diesem Falle macht der Fehler der stereophotogrammetrischen Punktbestimmung nur einen Bruchteil des Gesamtfehlers aus. Legt man eine Genauigkeit der Punktbestimmung (Lagebestimmung) von ± 10 cm zu Grunde, und stellt man für die Summe der Planfehler (Zeichenfehler, Plandruck, Papieränderung) bei Kartierung in Maßstäben von 1 : 1000 bis 1 : 2000 einen Fehlereinfluß von ± 20 cm pro Punkt in Rechnung, so kann man sich nämlich einen mittleren Streckenfehler von nahezu ± 32 und einen maximalen Streckenfehler von ca. 95 cm errechnen (dreifacher mittlerer Fehler).

eine markante Abbildung auf dem Photogramm (Ankalken von Grenzsteinen, Auslegen von Tüchern und dergl.); der erreichbaren Genauigkeit sind aber in diesen Fällen von vornherein ganz bestimmte Grenzen gesetzt.

¹ Ein zeichnerisches Ergebnis muß an sich nicht notwendigerweise ungenauer sein als ein Zahlenergebnis; es kommt darauf an, in welchem Maßstabe gearbeitet wird, bzw. wie genau die im Felde erhobenen Maßzahlen sind. Es steht nichts im Wege, der Ausmessung verhältnismäßig große Kartierungsmaßstäbe zugrunde zu legen; mit Hilfe der neuzeitlichen Reproduktionsverfahren kann jede gewünschte Verkleinerung rasch und sehr genau erfolgen. Begnügt man sich aber beim photogrammetrischen Verfahren damit, den Grenzverlauf nur in grober Weise zu kennzeichnen oder die zufällig im Bilde sichtbaren Grenzlinien auszuwerten, wählt man obendrein noch Kartierungsmaßstäbe bis 1 : 2000 herab, so muß man natürlich von vornherein mit Fehlern von Dezimetern rechnen.

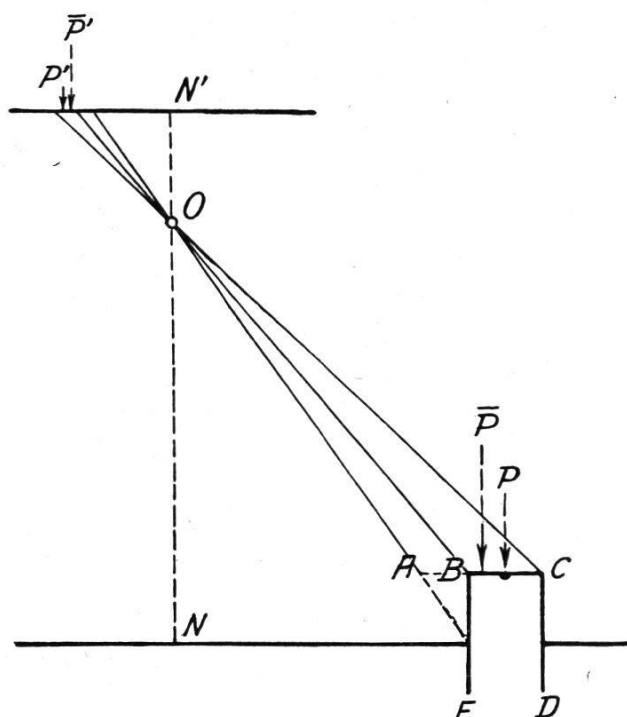


Abb. 3.

- | | |
|---|--------------------|
| O = Projektionszentrum | N = Geländenadir |
| P = Grenzpunkt | N' = Bildnadir |
| $BCDE$ = Schnitt eines Grenzsteines mit der Lotebene OP | |
| \bar{P} = Mittelpunkt der Strecke AC | |
| P', \bar{P}' = Bilder der Punkte P, \bar{P} | |

Nehmen wir andererseits aber bei Anwendung des Polarverfahrens mit Präzisionsdistanzmessern (z. B. Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiß) einen Fehler der Punktbestimmung von ± 3 cm an — was nicht weit ab von praktischen Ergebnissen liegen mag¹ — und stellen wir genau dieselben Überlegungen an, so ergibt sich, daß in ungünstigen Ausnahmefällen auch ein Katasterplan, dem eine Feldaufnahme mit Präzisionsdistanzmessern zu Grunde liegt, mit Streckenfehlern von etwa 87 cm behaftet sein wird, d. h. also mit nahezu demselben Betrag, wie die photogrammetrischen Pläne. Will man dagegen einwenden, daß für die Grenzpunktfestlegung nicht die Pläne, sondern die im Felde ermittelten Zahlen maßgebend sind, so sind natürlich auch beim photogrammetrischen Verfahren nicht die mit Kartierungsfehlern behafteten Pläne, sondern die am Zweibildgerät ermittelten oder in das System der Landesaufnahme umgerechneten Koordinatenwerte, bzw. die aus den Gerätekoordinaten errechneten „Urmaße“ zu Grunde zu legen.

Da es bei Grenzvermessungen nur auf Lagebestimmungen und in eng parzelliertem Gelände im wesentlichen auf die relativen Fehler (Grundstücksbreiten) ankommt, liegen die Verhältnisse bei Nadiraufnahmen aus einem Luftfahrzeug besonders günstig, denn bei einem

¹ Ulbrich, Optische Polaraufnahme mit Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiß im Vergleich mit der Orthogonalmethode, Allg. Verm.-Nachr., 1937, Heft 6.

gebräuchlichen Basisverhältnis 1 : 3 ist der Lagefehler wesentlich kleiner, als der Höhenfehler, der Einfluß des Verbiegungsfehlers¹ kann vernachlässigt werden, und darüber hinaus wirken sich die Gerätefehler bei Ermittlung kurzer Strecken nicht in vollem Umfange aus (Abb. 4).

Ob es gelingt, eine so hohe Genauigkeit zu erzielen, wie sie bei terrestrisch-photogrammetrischen Aufnahmen für eine Dingweite von 300 m tatsächlich erreicht wurde (mittlerer Streckenfehler von ± 7 mm), kann letzten Endes nur durch praktische Versuche festgestellt werden. Im allgemeinen dürfte aber auch eine Genauigkeit von etwa ± 5 cm ausreichend sein, gesetzt natürlich, daß nicht gerade das Linearverfahren mit Meßplatten oder die optische Distanzmessung mit Präzisionsdistanzmessern das Maß abgeben soll für die zulässigen Fehler.

Das auf Grund der gebräuchlichen Meßverfahren aufgestellte Kataster genießt ein hohes Vertrauen. Die äußerste Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit des Feldmeßkundigen und die Sicherung der Aufnahme jedes Grenzpunktes durch unabhängige Messungen bürgt in hohem Maße für die Richtigkeit der Messungsergebnisse; schließlich werden grobe Fehler bei der Planzeichnung und Flächenrechnung aufgedeckt. Auf Grund der in Handrissen oder Fortführungshandrissen verzeichneten Maße lassen sich auch verloren gegangene Grenzpunkte sehr genau wieder bestimmen; und doch — darf man nicht die Behauptung aufstellen, daß das vorhandene Kataster ein uneingeschränktes Vertrauen genieße und Grenzstreitigkeiten *in allen Fällen* und unter allen Umständen einwandfrei beseitigt werden könnten². Man darf zweifeln, ob die im Felde erhobenen Maßzahlen richtig, d. h. frei von groben Fehlern sind, auch dann, wenn alle Kontrollen innerhalb der zulässigen Meßfehler zusammenstimmen. Trotz äußerster Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit, trotz Proben und Gegenproben ist man vor groben Fehlern nicht absolut geschützt³, um so weniger, als es sich ja nicht um mathematisch exakte Kontrollen handelt, sondern Maß und Kontrollmaß auf jeden Fall mit unvermeidlichen Meßfehlern behaftet sind. Die menschlichen Sinne sind eben einmal unzulänglich; wir müssen damit rechnen, daß bei tausend oder hunderttausend nichtkontrollierten Einzelmessungen ein grober Fehler unterläuft und daß damit aber — in seltenen Ausnahmefällen — trotz Kontrollen grobe Fehler verborgen bleiben.

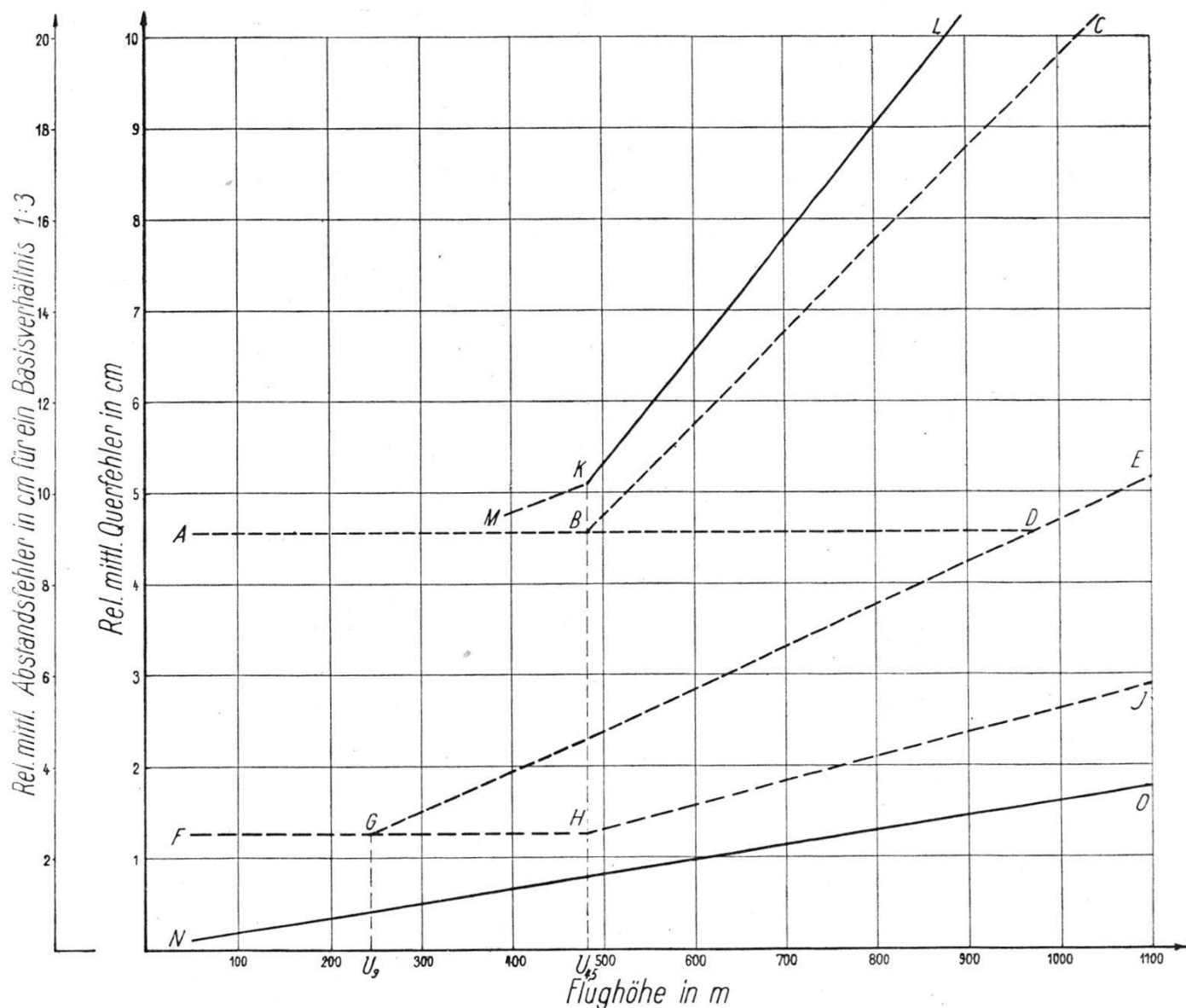
¹ Die Fehler der gegenseitigen und absoluten Orientierung haben u. a. ihre Ursache in mangelhafter Punktidentifizierung. Kann man sich nun auf gut gekennzeichnete und damit in der Abbildung einwandfrei identifizierbare Hilfspunkte stützen, so wird der Verbiegungsfehler und der Fehler der absoluten Orientierung an sich schon vermindert.

² Wenn auch in einzelnen Ländern dem Katasterwerk Beweiskraft zugeschrieben wurde, so ist doch zu beachten, daß man den Grundstückseigentümern eine angemessene Frist setzte, während der sie etwaige Einwendungen geltend machen konnten.

Es sei hier auch hingewiesen auf die einschlägigen Verordnungen über die Fortführung der Vermessungswerke, in welchen u. a. bestimmt ist, daß *Fehler*, welche *nachträglich* im Vermessungswerk gefunden werden, zu berichtigen sind.

³ Aus wirtschaftlichen Gründen muß die Zahl der Kontrollmaße beschränkt bleiben.

Brennweite der Aufnahmekammer = 21 cm Auswertegerät: Zeiß-Stereoplanigraph C/3



Erläuterungen

- | | |
|------------------------|--|
| <i>A B C</i> | Theoret. Fehler für ein Auflösungsvermögen $2 \cdot 10^{-2}$ mm und Blende 1 : 4,5
unter Vernachlässigung der übrigen Fehlereinflüsse |
| <i>A D E</i> | Dito 10^{-2} mm und Blende 1 : 4,5 |
| <i>F G E</i> | Dito $2 \cdot 10^{-2}$ mm und Blende 1 : 9 |
| <i>F H J</i> | Dito 10^{-2} mm und Blende 1 : 9 |
| <i>K L</i> | Relativer mittlerer Fehler für nichtsignalisierte Punkte, errechnet auf Grund praktischer Untersuchungen. Abbildungs- und Gerätefehler nicht getilgt |
| <i>K M</i> | Mit Verkürzung der Dingweite vermindert sich der Einfluß der Gerätefehler |
| <i>N O</i> | Zu erwartender relativer mittlerer Fehler bei einwandfreier Kennzeichnung der Punkte und weitgehender Tilgung der Abbildungs- und Gerätefehler |
| <i>U_{4,5}</i> | Unendlichkeitsnahepunkt für ein Auflösungsvermögen 10^{-2} mm und Blende 1 : 4,5 |
| | • Dito $2 \cdot 10^{-2}$ mm und Blende 1 : 9 |
| <i>U₉</i> | Unendlichkeitsnahepunkt für ein Auflösungsvermögen 10^{-2} mm und Blende 1 : 9 |
| | Dito $2 \cdot 10^{-2}$ mm und Blende 1 : 4,5 |

In dieser Hinsicht liegen die Verhältnisse beim Bildmeßverfahren wesentlich günstiger. *Grobe Fehler* der relativen Punktbestimmung an sich, *sind auszuschließen* — hier sind die menschlichen Sinne nicht beteiligt. Wohl können bei der Paßpunktbestimmung, bei der Auswertung, beim Ablesen der Zählwerke am Zweibildgerät, bei der Umrechnung der Gerätekoordinaten in das System der Landesaufnahme usw. — trotz vielfacher Kontrollen — grobe Fehler unterlaufen — *nicht aber bei der Erfassung der Punkte auf stereophotographischem Wege*. Das Stereogramm ist eine Meßurkunde¹, die innerhalb ganz bestimmter Grenzen unbedingt zuverlässig ist, sofern die Punkte im Augenblick der Aufnahme richtig gekennzeichnet waren, und der Grenzverlauf gegeben ist (Vorriß), was natürlich bei jedem Meßverfahren vorauszusetzen ist.

Diesem Umstande muß aber, sofern mit Hilfe des stereophotogrammetrischen Verfahrens überhaupt eine den praktischen Bedürfnissen entsprechende Genauigkeit erzielt werden kann, bei der Festlegung von Rechtsgrenzen *grundlegende Bedeutung* zukommen.

Wirtschaftliche Betrachtungen.

Die Verarbeitung luftphotogrammetrischer Aufnahmen gestaltet sich verhältnismäßig einfach, wenn es sich vornehmlich um *Grundrißbestimmungen*, d. h. hier um die zahlenmäßige oder zeichnerische Festlegung von Grenzpunkten und um die Wiedergabe der übrigen Katastersituation handelt. Bei Verwendung eines neuzeitlichen Zweibildgerätes, insbesondere eines *Zeiß'schen Stereoplanigraphen neuer Bauart*, steht uns eine ganze Reihe von Möglichkeiten offen, von denen man je nach dem Verwendungszweck der herzustellenden Pläne Gebrauch machen kann.

Wir können

1. den Kartierungsmaßstab innerhalb weiter Grenzen wählen, erforderlichenfalls gleichzeitig in zwei verschiedenen Maßstäben kartieren, *Grenzlinien*, Böschungskanten, Gräben usw. — kurz, jede Linie, die im Stereogramm erkennbar ist, *fortlaufend aufzeichnen* und insbesondere jeden einzelnen signalisierten und im Bild erkennbaren *Grenzpunkt* durch Nadelstiche festlegen;

¹ Durch ein Stereogramm ist die gegenseitige Lage aller durch beide Halbbilder erfaßten Punkte innerhalb bestimmter Grenzen festgelegt; unbestimmt bleibt zunächst nur der Maßstab des Punktsystems und dessen Orientierung zu einem vorgegebenen Koordinatensystem. Ist die Entfernung von 2 in den Photogrammen erkennbaren Punkten bekannt, so ist der Maßstab gegeben, 3 Punkte allgemeiner Lage bestimmen die absolute Orientierung.

Die Tatsache nun, daß durch zwei photographische Aufnahmen desselben Gebietes (wenn nur die zu bestimmenden Punkte zur Abbildung kommen, was sich sofort nach Entwicklung der Negative feststellen läßt), ein Punktsystem in wildem Maßstabe festgelegt wird, ohne daß irgendwelche Messungen erforderlich sind, — schützt in höchstem Maße vor groben Fehlern. Bei der Verarbeitung von Stereogrammen ergeben sich schließlich von selbst weitgehende Kontrollen (Mittelbildungen aus einer großen Zahl von Einzelablesungen in einer Koordinatenrichtung, Ablesung aller 3 Koordinaten, unabhängige Ermittlung von Grundrißkoordinaten an den Zählwerken des Auftragegerätes usw.); sollten bei der Auswertung aber dennoch grobe Fehler unterlaufen, so können die Originalaufnahmen jederzeit als Urkunden herangezogen werden.

2. an den *Koordinatenzählwerken des Stereoplanigraphen die Grundrißkoordinaten* — und die Höhen — jedes eingestellten Punktes insbesondere jedes signalisierten Grenzpunktes ermitteln (Gerätekoordinaten);
 3. außerdem an den *Zählwerken*, des mit dem Auswertegerät gekuppelten *Auftragegerätes*, Grundrißkoordinaten für jeden eingestellten Punkt ablesen —
- alles in einem Arbeitsgang.

Sofern man auf jegliche Zahlenangaben verzichten will, kann man doch wenigstens Zeichenpapiere mit Aluminiumeinlage (Correctostat-Papiere) verwenden, so daß die *regelmäßigen und unregelmäßigen Papierverzerrungen sehr klein* bleiben; weiter besteht die Möglichkeit, mit der Stahlnadel auf *Glas* zu arbeiten (geschwärzte Glasplatte, die von unten beleuchtet wird), und schließlich läßt sich unter Benutzung des gegenläufigen Antriebes am Stereoplanigraphen auch ein *Spiegelbild* herstellen, was für die weitere Verarbeitung des Auswertergebnisses oft wertvoll ist.

Wenn *höhere Genauigkeitsanforderungen* gestellt werden, so sind die *Koordinaten* der zu bestimmenden Punkte am Auswertegerät zu ermitteln. Die Gerätekoordinaten lassen sich in einfachster Weise in das System der Landesaufnahme transformieren (*ebene Transformation*)¹, wenn die Paßpunktskoordinaten im Landessystem gegeben sind (die Grenzpunkte könnten beispielsweise numeriert und die Koordinatenwerte am Blattrand angeschrieben werden).

Oder aber — man transformiert lediglich die *Koordinaten einzelner*, benachbarten Stereogrammen gemeinsamer *Punkte*, um die aus den verschiedenen Stereogrammen gewonnen Auswertergebnisse genau zusammenschließen zu können, berechnet im übrigen *unmittelbar aus den Gerätekoordinaten* die waagerechten Entfernungen zwischen je zwei durch ein Stereogramm erfaßten Punkten (Grundstücksbreiten usw.) und trägt diese Maße in den Plan oder Handriß ein.

In entsprechender Weise lassen sich auch auf Grund der Koordinatenangaben an den Zählwerken des Auftragegerätes die Landeskoordinaten oder unmittelbar die *waagerechten Entfernungen* zwischen zwei Grenzpunkten errechnen.

Wenn in neuerer Zeit a. a. O. auf Grund der Annahme, daß die Kosten des Bildmeßverfahrens einschließlich Paßpunktbestimmung und Ergänzungsmessungen gerade halb so groß seien als beim Polarverfahren, Höchstersparnisse von 1400 RM. errechnet wurden, so kann es sich hierbei nur um Vermutungen oder ganz grobe Schätzungen handeln; denn einmal wachsen die Kosten, gleiche Parzellierung vorausgesetzt, beim photogrammetrischen Verfahren, beim Polar- oder Linearverfahren mit

¹ Sind im stereoskopischen Felde 3 Paßpunkte nach Lage und Höhe gegeben, so kann das Raummodell zur Waagrecht-Ebene orientiert werden (absolute Orientierung). Da es nur auf die Ermittlung waagerechter Entfernungen ankommt, genügt — nach räumlicher Einstellung der zu bestimmenden Punkte — die Ablesung an *zwei* Koordinatenzählwerken (*x*- und *z*-Zählwerk, wenn die Höhen auf das *y*-Zählwerk übertragen werden).

zunehmenden Geländeschwierigkeiten nicht in gleichem Maße; sie wachsen auch bei gleichen Geländeschwierigkeiten nicht proportional mit der Zahl der Grenzpunkte; zum andern ist zu beachten, daß es auch Gebiete gibt, deren Vermessung dem Linear- oder Polarverfahren außergewöhnliche Schwierigkeiten entgegenstellt, während die photogrammetrische Erfassung u. U. sehr leicht möglich ist. Da die, jenen Berechnungen zu Grunde liegenden Löhne und Gehälter, nicht angegeben sind, ist zwar ein genauer Vergleich mit anderen Kostenberechnungen nicht möglich; jedenfalls aber stehen die errechneten Summen für die Neuvermessung mit Hilfe nichtphotogrammetrischer Methoden in schroffem Gegensatz zu den Angaben von Wimmer¹. Für die Gesamtkosten einer Katasterneumessung errechnet Wimmer bei Anwendung des Linearverfahrens 4400 bis 65 000 RM/1 qkm. Schließt man die für Stadtgebiete geltenden Angaben aus (photogrammetrische Grenzvermessungen hoher Genauigkeit kommen hier wegen der oft erschwerten Einsicht kaum in Frage), so erhält man unter schwierigen Verhältnissen immer noch Beträge bis etwa 33 000 RM. pro 1 qkm. Davon entfallen nach den Ermittlungen von Wimmer 72% allein auf die Stückvermessung und zwar: 40% auf die Grenzfeststellung, Vermarkung usw., und 60% auf die eigentliche Aufnahme, d. s. ca. 43% der Gesamtkosten oder rund 14 000 RM. pro 1 qkm.

Es ist natürlich schwer, einigermaßen richtige Angaben über die zu erwartenden Kosten einer luftphotogrammetrischen Katasteraufnahme zu machen, selbst wenn man sich auf praktische Erfahrungen bei ähnlichen Vermessungsaufgaben stützen kann; in großen Zügen aber lassen sich solche Schätzungen wohl vornehmen.

Bei *Reihenbildaufnahmen* (Nadiraufnahmen) mit dem *Flugzeug* aus 300 m Höhe, Verwendung von Aufnahmekammern mit rund 21 cm Bildweite und einer Bildgröße 18/18 cm kann man mit ungefähr 20 Stereogrammen pro 1 qkm rechnen. Bei größeren zusammenhängenden Gebieten und Flughöhen von ca. 1000 m betragen die Aufnahmekosten pro 1 qkm ca. 30 RM., bei kleineren Flächen und geringeren Flughöhen erhöht sich der Preis bis ca. 150 RM. pro 1 qkm (erhöhte Kosten für An- und Abflug).

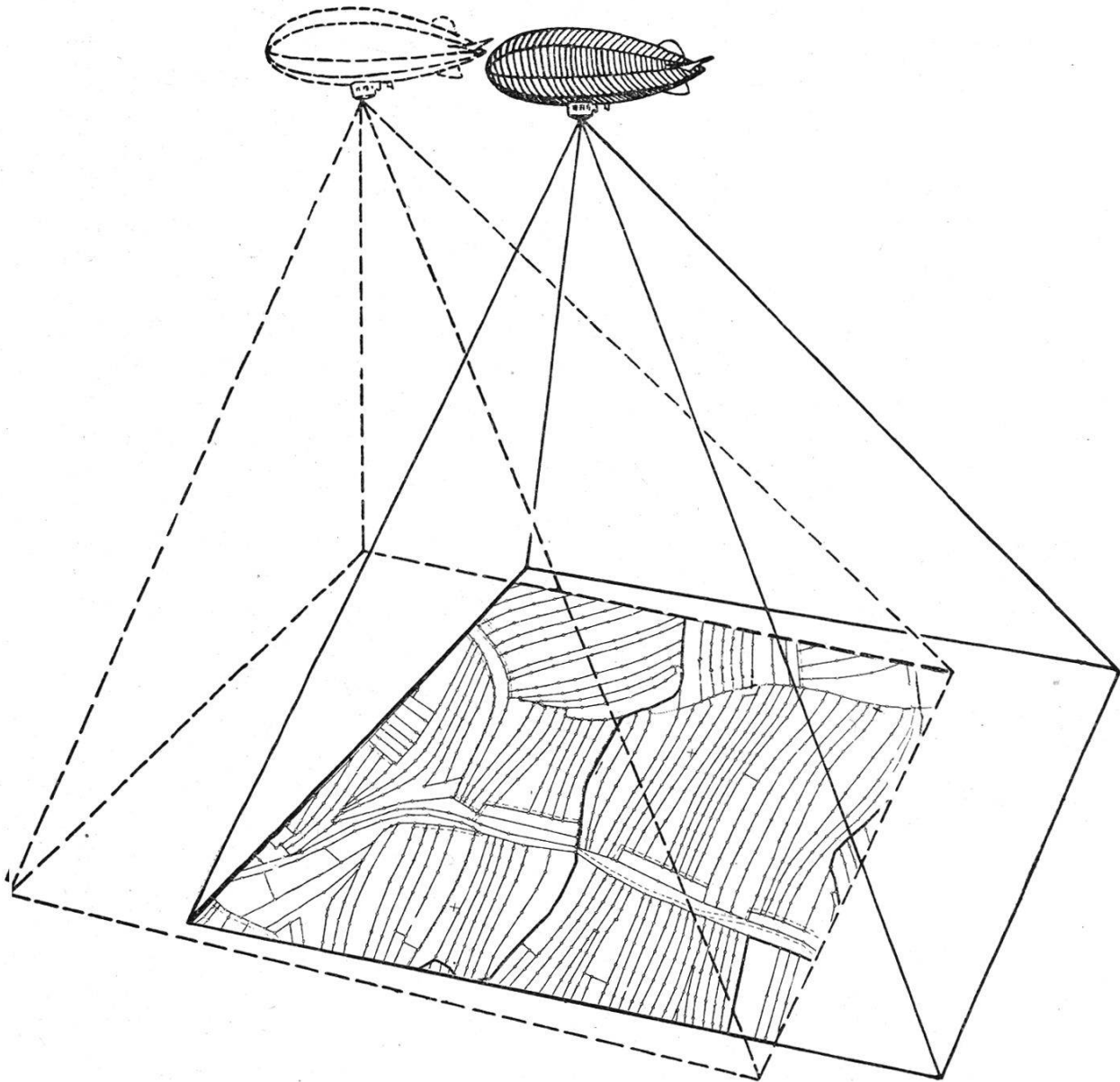
Der Betrieb eines *Kleinluftschiffes* kostet nach zuverlässigen Ermittlungen für insgesamt sechs Monate Hallenmiete und sechs Monate Ankermastbetrieb im Freien — bei rund 800 Fahrstunden jährlich, einschließlich Versicherungen, Benzin und Öl, Wasserstoff, Instandsetzungen, ständiges Personal und Landungspersonal, Start- und Landegebühren, Wetterdienst — kurz alles zusammen — rund 190 RM. pro 1 qkm, wenn 600 qkm jährlich aufgenommen werden. Unter Einrechnung der Amortisation darf man mit etwa 210 RM. pro 1 qkm rechnen. Schließlich ist zu beachten, daß ein solches Luftschiff auch für andere Zwecke hervorragende Dienste leisten könnte, die Kosten pro 1 qkm also noch herabgedrückt werden, oder bei gleichem Kostenaufwand

¹ Vgl. Wimmer, Die neueren preußischen Katastervermessungen, R. Reiß, Liebenwerda 1928.

die jährlich aufzunehmenden Katastergebiete auch weit kleiner sein dürfen (Abb. 5).

Als Sonderarbeit kommt bei der photogrammetrischen Aufnahme noch die besondere *Kennzeichnung der Paß- und Grenzpunkte hinzu*, die — bei 35 Grenzsteinen pro 1 ha — mit einem Kostenaufwand von ca. 100 RM. pro 1 qkm durchgeführt werden kann¹. Die Orientierung von

Abb. 5. Schematische Darstellung einer luftphotogrammetrischen Katasteraufnahme



Bei einer Flughöhe von 600 m und enger Parzellierung lassen sich mit einem Stereogramm 1000 und mehr Grenzpunkte erfassen; die relative Genauigkeit der Grenzpunktbestimmung ist auf etwa ± 1 cm zu schätzen.

¹ Die Kosten der Signale sind sehr gering, wenn sie in größerer Menge beschafft werden. Man kann sie i. a. auch immer wieder verwenden; so daß im wesentlichen nur die Kosten für die Auslegung und das Einsammeln sowie für den Ersatz etwa beschädigter Signale aufzubringen sind. Bei Neuaufnahmen

20 Stereogrammen kann ein Photogrammometer bequem in 30 Arbeitsstunden vornehmen, für *Einstellung und Ablesung eines Grenzpunktes* (je zwei Ablesungen in jeder Koordinatenrichtung) ist eine Minute ausreichend. Bei 35 Grenzsteinen pro 1 ha, d. s. 3500 Grenzsteine pro 1 qkm, ergeben sich demnach rund 58 Arbeitsstunden und zusammen mit den Orientierungsarbeiten etwa 88 Stunden, das entspricht einem Kostenaufwand von 143 oder rund 150 RM. pro 1 qkm, wenn der Gehalt des Photogrammeters 13 RM. für den achtstündigen Arbeitstag beträgt.

Was kostet aber die *Umrechnung der Gerätekoordinaten in das System der Landesaufnahme*, wird durch die erforderlichen Rechenarbeiten die Wirtschaftlichkeit nicht von vornherein in Frage gestellt?

Zunächst sind Mittelbildungen aus einer Reihe von Einzelablesungen für jeden Grenzpunkt vorzunehmen. Für 1 qkm (3500 Punkte gerechnet) kann ein Techniker diese Mittel bequem in zwei Tagen bilden. Bei Bestimmung der Umrechnungselemente, die für jedes Stereogramm wieder andere sind, handelt es sich im wesentlichen um die Berechnung einiger Richtungswinkel und Bildung von Zahlenunterschieden; selbst wenn man zur Erhöhung der Genauigkeit Mittelwerte aus mehreren unabhängigen Bestimmungen einführt, so lassen sich diese Berechnungen für 20 Stereopaare von einem Techniker leicht in acht Stunden durchführen. Die Transformation der Koordinatenwerte in das System der Landesaufnahme gestaltet sich schließlich denkbar einfach (ebene Transformation, Rechenmaschine), einschließlich Kontrollrechnungen wäre mit etwa 70 Arbeitsstunden (für 3500 Punkte), d. s. 70 RM. pro 1 qkm zu rechnen, wenn der Gehalt des Technikers 8 RM. für den achtstündigen Arbeitstag beträgt. Die Kosten für die gesamten Berechnungsarbeiten belaufen sich demnach nun auf nur 94 oder rund 100 RM. pro 1 qkm.

Es ist auch ohne weiteres einleuchtend, daß die Kosten für die Umrechnungsarbeiten nur von untergeordneter Bedeutung sein können und die Transformation der photogrammetrischen Koordinaten in das System der Landesaufnahme die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens nicht entscheidend beeinflussen kann.

Aber — *es ist gar nicht erforderlich*, für jeden einzelnen Grenzstein *die photogrammetrischen Gerätekoordinaten in das System der Landesaufnahme umzurechnen*. Auch in den vorhandenen Katasterwerken sind

darf man die Kosten noch niedriger einschätzen, sofern die Signalisierung gleichzeitig mit der Grenzfeststellung (Grenzfestlegung durch Pfähle) erfolgt. Die Vermarkung durch Steine könnte unmittelbar nach Beendigung der photogrammetrischen Aufnahme durchgeführt werden.

Vgl. auch Wimmer: „Um die Eigentümer nicht unnötig lange bei den Grenzterminen aufzuhalten, sind die Grenzpunkte vorläufig nur durch starke Pfähle zu bezeichnen, die nach Beendigung des Termins, spätestens aber am folgenden Tage, durch Steine zu ersetzen sind.“

Wenn nun aber die Grenzen zunächst doch nur durch Pfähle bezeichnet werden, so ist es offenbar richtiger, die Vermessung, d. h. hier die photogrammetrische Aufnahme *vor* der Vermarkung durch Steine vorzunehmen. Denn der Eigentümer hat in diesem Falle ja die durch Pfähle, nicht die durch Steine bezeichneten Grenzen anerkannt. Im übrigen steht nichts im Wege, die Eigentümer zu der Vermarkung durch Steine einzuladen.

die Koordinaten der Grenzpunkte nicht bestimmt. Wenn man das Raummodell auf Grund von drei nach Lage und Höhe bekannten Paßpunkten zum Lot orientiert hat, so lassen sich — nach räumlicher Einstellung eines Punktes — seine „Grundrißkoordinaten“ im Gerätesystem ohne weiteres ablesen und hieraus auch die waagerechte Entfernung zwischen irgend zwei Punkten eines Stereogrammes berechnen. Da es bei Grenzvermessungen im allgemeinen nur auf die Bestimmung waagerechter Strecken ankommt, genügt es, zwei Zählwerke abzulesen, und zwar das x - und z -Zählwerk, wenn das y -Zählwerk die „Höhen“ angibt. Eine Umrechnung der Koordinaten in ein einheitliches System (Landessystem) ist nur für wenige Punkte erforderlich; es kommt nur darauf an, die aus verschiedenen Stereogrammen gewonnenen *Auswerteergebnisse zu einem einheitlichen Ganzen zusammenzufügen*. Es ist klar, daß in diesem Falle die *Kosten* für die erforderlichen Rechenarbeiten noch *weit geringer* sind, als oben angegeben wurde.

Die *Kosten der photogrammetrischen Aufnahme einschließlich Auswertung und Transformation der Gerätekoordinaten in das System der Landesaufnahme* (engparzelliertes Gelände) belaufen sich, wenn die Koordinaten aller Grenzpunkte gerechnet werden — bei Verwendung von Flugzeugen oder Kleinluftschiffen als Kammerträger nach den vorgehenden überschläglichen Berechnungen auf nicht mehr als $210 + 100 + 150 + 100 = 560$ RM. pro 1 qkm. Die übrigen Arbeiten verursachen bei Anwendung nichtphotogrammetrischer Verfahren im wesentlichen dieselben Kosten — mit Ausnahme der Planzeichnung, auf die wir im Folgenden noch zu sprechen kommen. Da im Einzelfall aber auch Ergänzungen notwendig sind, und bei kleineren Flughöhen eine erhöhte Zahl von Paßpunkten, für welche überdies auch die Höhen festzulegen sind, erforderlich ist, darf der Betrag auf 600 RM. pro 1 qkm aufgerundet werden. Sofern mehr als 35 Grenzsteine auf 1 ha entfallen, erhöhen sich lediglich die Kosten für die besondere Kennzeichnung der Grenzpunkte, für die Auswertung und Umrechnung; bei 45 Grenzsteinen pro 1 ha wäre mit einem Betrag von nicht mehr als 700 RM. pro 1 qkm zu rechnen. Selbst wenn man das Luftschiff nur in beschränktem Umfange ausnutzen könnte und ausschließlich für die Zwecke der Grenzvermessung bereithalten würde, so betragen die Kosten, wenn jährlich 100 qkm erfaßt werden, doch nur einen Bruchteil der in neuerer Zeit für einfache Verhältnisse ermittelten Kosten der Linearaufnahme. So ungünstig wir auch rechnen, *wenn die Bodenbedeckung der stereophotogrammetrischen Erfassung keine wesentlichen Schwierigkeiten entgegenstellt, und nur eng parzellierte Gebiete in Betracht gezogen werden, bleiben die Kosten der luftphotogrammetrischen Aufnahme weit geringer als die anderer Aufnahmeverfahren*¹.

¹ Eine Verbilligung des Linear- oder Polarverfahrens dadurch erzwingen zu wollen, daß man sich mit den allernotwendigsten Gegenproben begnügt, würde auf eine erhebliche Minderung der Rechtssicherheit hinauskommen, weil die Wahrscheinlichkeit, daß grobe Fehler verborgen bleiben, um so größer wird, je weniger Kontrollmaße gegeben sind.

Dazu kommt noch, daß auch die *Planherstellung* rascher erfolgen kann, daß sie im allgemeinen besser und billiger sein wird. Wimmer berechnet z. B. für die Kartierung (auf Grund der Linearmethode) 250 RM. pro 1 qkm (großparzelliertes Gelände) bis 2600 RM. unter schwierigsten Verhältnissen. Schließt man Stadtgebiete aus, so schwanken die Kosten immer noch zwischen 250 RM. und 1900 RM. pro 1 qkm. Die *Kosten der selbsttätigen Kartierung* (mit Hilfe eines Auftragegerätes) auf Grund der in das Landessystem umgerechneten photogrammetrischen Koordinaten der Grenzpunkte sind im Durchschnitt vielleicht mit 100 RM. zu veranschlagen. Die Ersparnisse bei der Planzeichnung bewegen sich somit zwischen 150 und 1800 RM., in engparzelliertem Gelände darf man wohl mit wenigstens 1000 RM. pro 1 qkm rechnen. Außer den Kulturgrenzen und sonstigen Lagedarstellungen, wie Böschungen, Gräben und dergleichen enthalten die photogrammetrischen Pläne lediglich die Grenzpunkte (wenn Grenzpunkte jedoch als Paßpunkte dienen) — nur diese sind durch Nadelstiche bezeichnet. Es gibt *kein Auftragen von Messungslinien, Messungshilfslinien und Kontrollstrecken, die Pläne sind nicht durch eine Unzahl von Zirkelstichen zerstoichen* — und damit besser.

Einem Kostenbetrage von 700 RM. für die photogrammetrische Aufnahme (Stückvermessung bei 45 Grenzsteinen pro 1 ha), der nur einen Bruchteil des in neuerer Zeit a. a. O. für eine Polaraufnahme berechneten Betrages ausmacht, stehen die Kosten der Stückaufnahme (Linearverfahren) nach Wimmer mit 2112 RM. unter einfachsten bis 13 400 RM./1 qkm unter schwierigsten Verhältnissen gegenüber, wobei Stadtgebiete nicht inbegriffen sind. Die Ersparnisse bei der Stückvermessung bewegen sich also ungefähr zwischen 1400 RM. und 12 700 RM. Dazu kommen die Einsparungen bei der Planzeichnung, so daß mit einer Gesamtersparnis gegenüber dem Linearverfahren von etwa 2000 bis wenigstens 14 000 RM. für 1 qkm zu rechnen wäre.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, muß nochmals betont werden, daß diese Kostenermittlungen nur als Schätzungen zu werten sind; daß beachtenswerte Ersparnisse zu erwarten sind, läßt sich aber nicht wohl verneinen.

Fortführung.

Auch das genaueste Kataster verliert sehr rasch an Wert, wenn es nicht fortgeführt wird; es handelt sich auch um die *Erhaltung* des einmal geschaffenen Werkes. Es ist klar, daß hier das photogrammetrische Verfahren aus wirtschaftlichen Gründen im allgemeinen nicht Platz greifen kann, und somit wieder die gebräuchlichen Aufnahmeverfahren eingesetzt werden müssen¹. Andererseits liegt kein Grund vor, warum

¹ Auch wenn eine Neumessung mit Hilfe des Polarverfahrens erfolgte, wird man bei der Fortführung aus wirtschaftlichen Gründen in vielen Fällen doch wieder die Meßplatten heranziehen müssen (einfache Teilungen oder Grenzänderungen). Es ist an sich auch von nachgeordneter Bedeutung, welches Aufnahmeverfahren bei der Neumessung angewandt wurde, wenn nur gewisse Genauigkeitsgrenzen eingehalten sind. Da das photogrammetrische Verfahren in vielen Ländern schon Eingang gefunden hat, so *muß das Problem der Fortführung* photogrammetrischer Katasterneumessungen mit Hilfe anderer Verfahren *notwendig gelöst werden*.

die Fortführung eines auf photogrammetrischem Wege geschaffenen Katasterwerkes mit Hilfe des Linear- oder Polarverfahrens besondere Schwierigkeiten bereiten sollte. Im Gegenteil — *muß es nicht geradezu als Ideal angesehen werden, wenn die Grundriß-Koordinaten oder gar die Raumkoordinaten jedes einzelnen Grenzpunktes bekannt sind*¹? Das photogrammetrische Verfahren stellt uns, wenn für alle Grenzpunkte die Gerätekoordinaten abgelesen wurden, eine Unzahl von „Urmaßen“ zur Wiederauffindung und Wiederherstellung der Grenzpunkte zur Verfügung; die Wieder- oder Neubestimmungselemente können auf jede beliebige Gerade der Bezugsebene, die Messungslinie werden soll, transformiert werden — es gibt unendlich viele Möglichkeiten².

Auch wenn man rein zeichnerisch arbeitet, so *kann doch jedes gewünschte Maß ohne weiteres durch Zahlen ausgedrückt werden*, und auf diese einmal festgestellten „Urmaße“ kann sich nun die Fortführung aufbauen, genau in derselben Weise, als wenn man die Maße unmittelbar im Felde erhoben hätte. Eine Häufung der Planfehler ist daher nicht in Betracht zu ziehen.

Da auf die Dauer nicht alle Grenzpunkte erhalten bleiben, schreiben die neueren Vermessungsanweisungen vor, daß eine Reihe wichtiger Punkte *durch unterirdische Vermarkung* zu sichern ist; und auf diese baut sich letzten Endes die Fortführung auf, jedenfalls dann, wenn der Zustand der oberirdischen Vermarkung schlecht ist. Dem Grundgedanken nach haben wir bei einer luftphotogrammetrischen Katastervermessung dasselbe. Eine Anzahl von Punkten, das sind hier die *Paßpunkte*, die sehr genau bestimmt werden können und müssen, werden *ober- und unterirdisch vermarkt*. Handelt es sich um engparzellierte Gebiete, so liegen wegen der verhältnismäßig kleinen Flughöhe diese Festpunkte so *nahe beieinander*, daß man immer wieder auf sie zurückgreifen kann, sofern dies erforderlich erscheint; darüber hinaus steht auch nichts im Wege, von vornherein eine *erhöhte Anzahl von Festpunkten* zu bestimmen. Bei weiter Parzellierung aber sind die Genauigkeitsansprüche ohnedies geringer³, so daß sich hier die Fortführungsmessung in den meisten Fällen unbedenklich auf benachbarte Grenzpunkte stützen darf.

¹ Es steht i. a. nichts im Wege, aus den Koordinaten der Grenzpunkte die Aufnahmeelemente im voraus zu berechnen; andererseits kann man nicht wohl einwenden, daß die etwa im Felde durchzuführende Streckenberechnung aus den Koordinatenzahlen zweier Punkte als wesentliche Erschwerung anzusehen ist.

² Beim Linearverfahren werden der Einfachheit halber die früher festgelegten Messungslinien wieder benutzt. Das Nachmessen alter Messungslinien (gleiche Messungsrichtung!) ist aber auch aus meßtechnischen Gründen angezeigt (systematische Fehler der Lattenmessung), was allerdings nicht gerade für eine besonders hohe Genauigkeit dieses Verfahrens spricht.

³ Sofern nicht äußerste Genauigkeitsansprüche geltend gemacht werden, ist es nicht erforderlich, für jedes Stereogramm 3 Paßpunkte zu bestimmen. Bei Ueberbrückung festpunktloser Räume werden in erster Linie die Höhen verfälscht, weil bei Nadiraufnahmen von einem Luftfahrzeug — ein Basisverhältnis 1 : 3 vorausgesetzt — der Höhenfehler etwa doppelt so groß ist als der Lagefehler und weil darüber hinaus durch Verbiegungsfehler des Raummodelles die Genauigkeit der Höhenübertragung wesentlich vermindert wird. Weitaus günstiger liegen die Verhältnisse, wenn es nur auf die Genauigkeit der Lagebestimmung an-

Wenn die Katasterpläne auf photogrammetrisch-zeichnerischem Wege gewonnen werden, so muß man sich natürlich darüber klar sein, daß diese Pläne auf jeden Fall mit den *unvermeidlichen Kartierungsfehlern* behaftet sind, und daß man daher, so weit es sich um kleinere Maßstäbe (1 : 1000 bis 1 : 2000) handelt, dieser zeichnerischen „Urmessung“ Maße nur mit einer verhältnismäßig geringen Genauigkeit entnehmen kann. Aus welchen Gründen aber nun ein solches Kataster in ganz kurzer Zeit verfallen muß, ist nicht ohne weiteres verständlich, jedenfalls dann nicht, wenn während oder unmittelbar nach der Kartierung die *Maße in Zahlen umgewandelt*, und die *Fortführungsmessungen in genau derselben Weise* vorgenommen werden, wie bei den gebräuchlichen Meßverfahren. *In welchem Maße der Verfall eines Katasterwerkes fortschreitet, hängt nicht im mindesten von der Genauigkeit der ursprünglichen Aufnahme, sondern allein von der Genauigkeit der Fortführungsmessungen und der ungewollten Veränderung des Steinsatzes ab.* Dies wird sofort klar, wenn wir für einen Augenblick annehmen wollen, die Fortführungsmessungen wären absolut fehlerfrei, und die Grenzsteine würden — von Grenzänderungen abgesehen — ihren Standort nicht im geringsten verändern: dann können wir offenbar fortführen, solange wir wollen, das Messungsergebnis wird nicht im geringsten verschlechtert.

Setzen wir aber ganz bestimmte Fehlergrenzen fest, bezeichnen wir beispielsweise unsere Messungsergebnisse in dem Augenblick als unbrauchbar, indem der mittlere Fehler der Punktbestimmung auf ± 20 cm gestiegen ist, so wird natürlich dieses Fehlermaß bei ungenaueren Urmessungen auch früher erreicht. Hat man mit einem Meßverfahren die Grenzpunkte ursprünglich auf ± 2 cm festgelegt, mit einem anderen Verfahren nur auf ± 10 cm, so wird in diesem Falle das fortgeführte Vermessungswerk immer gerade um den *Einfluß* des Unterschiedes $10 - 2 = 8$ cm ungenauer sein, als in jenem, so oft wir auch fortführen — gesetzt natürlich, daß in beiden Fällen die Fortführungsmessung mit der gleichen Genauigkeit erfolgt, und die ungewollte Veränderung des Steinsatzes in gleicher Weise fortschreitet. Ein einfaches Beispiel mag dies erläutern.

Ein Punkt P_1 sei in der Richtung R mit einem mittleren Fehler von ± 10 cm behaftet. Wir können nun — anschließend an P_1 — in der Richtung R einen Punkt P_2 mit derselben Genauigkeit immer wieder bestimmen, so oft er uns auch verloren geht, vorausgesetzt, daß wir jedesmal gleich genau messen, und der Punkt P_1 seine Lage nicht verändert. Wenn nun aber der Punkt P_1 verloren geht, die Festlegung eines Punktes P_3 sich auf den Punkt P_2 , und jede folgende Punktbestimmung sich auf den letzten, bereits festgelegten Neupunkt stützen muß, so ergibt sich bei n -maliger Fortführung, rein zufällige Zusammenwirkung der Fehler vorausgesetzt, ein mittlerer Fehler

$$M = \sqrt{m_a^2 + n m_f^2}$$

kommt; denn der Lagefehler ist an sich schon kleiner als der Höhenfehler und vor allem nahezu unabhängig von Verbiegungsfehlern. Gegebenenfalls könnte daher die Zahl der Paßpunkte wohl vermindert werden.

wobei m_a den mittleren Fehler der Urmessung, d. h. hier des Punktes P_1 , und m_f den mittleren Fehler der einzelnen Fortführungsmessungen — einschließlich der ungewollten Veränderung des Steinsatzes — vorstellen soll. Setzt man $M = 20$ cm, $m_a = 10$ cm und $m_f = \pm 2$ cm, so wird $n = 75$; für $m_a = m_f = \pm 2$ cm erhält man unter sonst gleichen Bedingungen $n = 99$. Bei derselben Fehlergrenze von 20 cm könnten wir daher 75 mal „fortführen“, wenn die Genauigkeit der Urmessung 10 cm, und 99 mal, wenn sie 2 cm beträgt. Je größer der Fehler ist, den wir überhaupt noch zulassen, desto weniger kommt es darauf an, die Urmessungen mit besonders hoher Genauigkeit durchzuführen. Wenn wir andererseits den zulässigen Fehler auf ± 11 cm herabsetzen wollten, und der Fehler der Urmessung schon ± 10 cm beträgt, so ist in dem einen Falle die zulässige Grenze bereits bei der siebenten, im anderen Falle erst bei der einunddreißigsten Fortführung überschritten.

Diese Überlegungen gelten sinngemäß auch bei der Fortführung eines Katasterwerkes, wenn hier die Verhältnisse auch wesentlich verwickelter liegen; in gewisser Hinsicht liegen sie aber auch günstiger.

Schluß.

Wir kommen nun wieder zu unserem Problem der luftphotogrammetrischen Katasterneumessung zurück, das in der Tat für uns einige Strenge fordert, vielleicht sogar einiges Mißtrauen. Man kann, wird und muß Einwendungen machen. Es darf nicht verkannt werden, daß sich noch mancherlei Schwierigkeiten ergeben können; vielleicht weniger, was die erreichbare Genauigkeit an sich anbelangt, es handelt sich wohl mehr um die *Lösung flugtechnischer Probleme* und um *Fragen der Organisation*. Es ist zu beachten, daß das photogrammetrische Verfahren mit Erfolg im allgemeinen nur in offenem Gelände eingesetzt werden kann, und selbst hier im Einzelfalle mit Ergänzungsmessungen gerechnet werden muß, bei denen — ebenso wie bei der Fortführung — wieder nichtphotogrammetrische Verfahren heranzuziehen sind. Auch darf nicht übersehen werden, daß die *einfachsten Meßgeräte* wohl ihre Vorzüge haben. Meßplatten sind billig, sie lassen sich leicht überallhin mitnehmen, ihr Gebrauch ist einfach; teurer sind schon die neuzeitlichen Präzisionsdistanzmesser, sie sind auch empfindlicher, setzen außerdem mehr Erfahrung und Übung voraus und bieten bei einfachen und vereinzelt Messungen im Flachland nicht immer Vorteile. Das photogrammetrische Verfahren schließlich ist an kostspielige Auswertegeräte gebunden, die nur von jahrelang geschulten Kräften sachgemäß bedient werden können. Darüber hinaus ist auch zu erwägen, daß eine rationelle Anwendung der Photogrammetrie auf Grenzvermessungen hoher Genauigkeit von mancherlei Faktoren, von der Bodenbedeckung, der Parzellierung der Grundstücke, von den Witterungsverhältnissen usw. abhängt. Nicht zuletzt liegen gewisse Schwierigkeiten darin, auf einen bestimmten Zeitpunkt, den Flugtag nämlich, alle Grenzpunkte des zu vermessenden Gebietes zu signalisieren, d. h. bei enger Parzellierung vielleicht 3000 oder 4000

Grenzpunkte/1 qkm durch besondere Signalscheiben kenntlich zu machen¹.

Aus diesen und mancherlei anderen Gründen² darf die Frage, ob die Luftbildmessung bei Grenzvermessungen hoher Genauigkeit herangezogen werden soll und kann, *nicht ohne weiteres bejaht* werden. Die Anwendung der Luftbildmessung auf diesem Gebiete bleibt vorläufig ein *Problem*, dessen Lösung die Klärung vieler anderer Fragen voraussetzt. Die praktische Anwendungsmöglichkeit darf aber auch *nicht ohne weiteres verneint* werden: denn es bestehen keine Zweifel, daß die gebräuchlichen Meßverfahren aus wirtschaftlichen Gründen überhaupt nicht in der Lage sind, die heranstehenden Aufgaben in Kürze zu bewältigen, sofern höchste Genauigkeitsanforderungen geltend gemacht werden³. Das Linearverfahren mit Hilfe von Meßlatten und das Polarverfahren unter Verwendung von Präzisionsdistanzmessern wird wohl allen billigen Genauigkeitsanforderungen gerecht; diese Meßverfahren sind auch in allen Kulturländern bekannt. Wenn man sich aber trotzdem in wachsendem Maße der Luftbildmessung bedient und sich meist sogar mit kleinmaßstäblichen Plänen begnügt, so hat dies schon einen tieferen Grund: *das luftphotogrammetrische Verfahren gibt eben einzig und allein die Möglichkeit, mit erträglichen Kosten Neumessungen in großem Umfange durchzuführen*. Ob nun die Genauigkeit etwas geringer ist, als bei anderen Verfahren oder nicht, ist eine Frage von nachgeordneter Bedeutung. Es ist immer noch besser, ein *zeichnerisches Katasterwerk* in Maßstäben von 1 : 1000 bis 1 : 2000 zu schaffen, als jahrzehntelang auf das „ideale Rechtskataster“ zu warten. Und ein solches luftphotogrammetrisches Katasterwerk wird schließlich *zwangsläufig* zum „*Rechtskataster*“ und Rechtskataster bleiben, solange nichts Besseres an seine Stelle treten kann. Wenn man aber mit verhältnismäßig geringen Mehrkosten (Mehraufwand für Signalisierung und Koordinatenbestimmung) ein *photogrammetrisches Katasterwerk hoher Genauigkeit* schaffen kann, so wird man nur in dringendsten Fällen zu einer Zwischenlösung greifen; sofern die Grenzpunkte bei der Aufnahme einwandfrei signalisiert waren, und eine genügende Zahl von Paßpunkten gegeben ist, *steht immer noch die Möglichkeit offen*, rein *zeichnerisch* zu arbeiten oder aber neben der zeichnerischen Festlegung der Grenzpunkte auch noch deren *Koordinaten* mit hoher Genauigkeit zu ermitteln.

Wenn man im Durchschnitt mit einer Ersparnis von nur 2000 RM. pro 1 qkm rechnet und nur für ein Fünftel der Fläche des Deutschen Reiches beispielsweise luftphotogrammetrische Katasterneumessungen durchführen kann, so ergeben sich schon *erhebliche Ersparnisse*, die da-

¹ Aus diesem Grunde ist der Vorschlag, einen kleinen Fesselballon heranzuziehen, wohl zu beachten, vgl. Oest. Z. f. V., Nr. 5, 1935.

² Vgl. auch Kurandt, *Einrichtung und Wesen des Rechtskatasters, Bildmessung und Luftbildwesen*, 1935, Heft 4.

³ Die Mehrkosten, die übertriebene Anforderungen an die Genauigkeit der Urmessung verursachen, würden mit Verzinsung wohl hinreichen, um im Zeitraum von einem Jahrhundert die Vermessung mehrmals zu erneuern.

durch, daß man sie etwa mit den Gesamtkosten einer Katasterneumessung in Vergleich setzt, nicht im mindesten verkleinert werden.

Die vorstehend niedergelegten Untersuchungsergebnisse zeigen jedenfalls, daß sich mit Hilfe des Bildmeßverfahrens recht hohe Genauigkeitsansprüche befriedigen lassen. Es kann kaum ein Zweifel darüber bestehen, daß sich eine Genauigkeit der Lagebestimmung erreichen läßt, die nahe an die gebräuchlichen Verfahren heranreicht, — sofern nur die gegebenen Möglichkeiten ausgenutzt werden; fast scheint die Behauptung gerechtfertigt, daß mit Hilfe der Luftphotogrammetrie noch *höhere Genauigkeitsansprüche* befriedigt werden können. Auch läßt sich nicht wohl behaupten, daß die *Fortführung* eines photogrammetrischen Katasterwerkes mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft wäre; und dazu kommt, daß das photogrammetrische Verfahren in gewisser Hinsicht eine *größere Rechtssicherheit* zu gewährleisten scheint, als alle anderen Methoden. Es kommt auch auf die Rangordnung der Probleme an! Ob ein Grenzpunkt auf 2 oder 3, ob er nur auf 5 oder 6 cm genau bestimmt wird, ist im allgemeinen nicht so wichtig; wenn aber eine „genügende“ Rechtssicherheit gewährleistet werden soll, so müssen in erster Linie grobe Fehler der Grenzpunktbestimmung vermieden werden. Während nun bei allen nichtphotogrammetrischen Verfahren — trotz Proben und mehrfacher Proben — grobe Fehler der Grenzpunktfestlegung möglich sind und unter Umständen verborgen bleiben — wenn es sich auch nur um seltene Ausnahmefälle handeln kann —, vermittelt uns das photogrammetrische Verfahren *Urkunden von kaum zu übertreffender Beweiskraft*, und deshalb sollte diesem Verfahren ganz besondere Bedeutung geschenkt und seine Weiterentwicklung und Vervollkommnung mit allen Mitteln gefördert werden.

Es hat keinen Sinn, das Problem der photogrammetrischen Katastervermessung rein theoretisch weiter zu verfolgen! Hier gibt es nur eines: der praktische Versuch, oder vielmehr eine ganze Reihe von Versuchen, bei welchen aber allen vermeidbaren Fehlerquellen auch tatsächlich Rechnung getragen werden muß. *Und solange die Versuche nicht bis an die äußersten Grenzen getrieben sind, kann nicht plausibel gemacht werden, daß die Luftphotogrammetrie niemals den Genauigkeitsanforderungen, die an ein Rechtskataster zu stellen sind, genügen könne*, jedenfalls solange nicht, als der Begriff „Rechtskataster“ gar nicht genauer präzisiert wird¹.

Die Bedeutung der im letzten Jahrzehnt von seiten der Photogrammeter veröffentlichten Abhandlungen über die Anwendung der Luftbildmessung für die Zwecke des Katasters liegt vielleicht nicht so sehr in den Ergebnissen an sich als in der Richtung, die sie aufgezeigt haben. Und so will auch diese Arbeit in erster Linie auf Wege hinweisen, die gangbar sind und zu einer brauchbaren Lösung des Problems führen

¹ Das Wesen des Rechtskatasters kann nicht ganz allgemein mit der Vermarkung der Grenzpunkte und ihrer zahlenmäßigen Festlegung identifiziert werden; die wichtige Frage, in welcher Weise die Grenzpunkte zu vermarken sind, und wie genau die Grenzen bestimmt werden sollen, darf nicht offen bleiben.

können. Es ist ohne weiteres klar, daß die hier niedergelegten überschläglichen Kostenberechnungen und die auf Grund einzelner Untersuchungsergebnisse gezogenen Folgerungen nur innerhalb gewisser Grenzen Geltung haben können; sicher aber ist, daß die Photogrammetrie in ihrer Anwendung auf Grenzvermessungen wesentlich höheren Genauigkeitsansprüchen zu genügen vermag, als der flüchtige Leser aus den bisher veröffentlichten Untersuchungsergebnissen entnehmen kann. Genauigkeitsergebnisse, die heute erreicht wurden, können morgen oder übermorgen schon überholt sein. Es sind Grenzen, die irgendwo im Endlichen liegen, Richtungen aber sind unbegrenzt.

Und so zeigen die vorstehenden Ausführungen schließlich über das Anwendungsgebiet der Katastervermessung hinaus; denn überall, wo ein System von Punkten, das sich in geeigneter Weise kennzeichnen läßt, geometrisch zu bestimmen ist, oder wo die Messungen sich auf eine Anzahl vorgegebener Punkte (Paßpunkte) stützen muß, kann die Genauigkeitsleistung wesentlich erhöht werden; und damit werden sich dem Bildmeßverfahren wohl auch viele neue Anwendungsgebiete erschließen lassen.

Buchbesprechung.

Schlee, G., Feinmechanische Geräte. 16 × 21 cm, V + 140 Seiten mit 115 Abbildungen. Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart 1937. Preis gebunden RM. 6.80.

Das Buch behandelt in sechs Abschnitten einige Gruppen von feinmechanischen Geräten, nämlich: Feinmeßgeräte, Mechanische Zähler und Messer, Waagen, Vermessungsgeräte, Elektrische Messgeräte und optische und astronomische Geräte. Das kleine Werk will damit einen Einblick in die Feinmechanik geben. Es wendet sich in erster Linie an werdende Feinmechaniker, aber auch an Studierende, die es über die Materie orientieren möchte. Die unsere Leser besonders interessierenden Abschnitte über Vermessungsinstrumente und über optische und astronomische Geräte bieten eher ältere Konstruktionen, so daß ich nicht glaube, daß der Vermessungsfachmann sehr viel aus diesen Abschnitten ziehen wird. Der Druck und die Wiedergabe der Figuren sind sauber, das Papier gut.

F. Baeschlin.

Mitteilung der Redaktion.

Die vorliegende Nummer erscheint mit einer Verspätung von einer Woche, weil die Manuskripte der Druckerei zufolge Arbeitsüberlastung des Redaktors erst verspätet zugegangen sind.

F. Baeschlin.
