

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 52 (1954)

Heft: 9

Artikel: Zur Serienkontrolle der Autographen Wild A7 und der Stereokartiergeräte Wild A8

Autor: Kasper, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-210965>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.03.2025

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

Zur Serienkontrolle der Autographen WILD A7 und der Stereokartiergeräte WILD A8

Von H. Kasper, Heerbrugg

Als sich in den Jahren 1947 bis 1949 der Bedarf an photogrammetrischen Aufnahme- und Auswertegeräten gegenüber der Vorkriegszeit erheblich vergrößerte, stand die schweizerische photogrammetrische Industrie vor der Aufgabe, sich auf den kontinuierlichen Bau größerer Geräteserien einzurichten. Um in der Serienfabrikation gleichwertige und betriebssichere Geräte von hoher und bleibender Genauigkeit zu erzielen, mußte vor der Erweiterung der Baudispositionen eine eingehende Genauigkeits-, Stabilitäts- und Erfahrungsanalyse vorgenommen werden. Aus dieser ergab sich eine Reihe wichtiger Maßnahmen für die Fabrikation, Montage, Justierung und Endkontrolle. Alle Geräteteile und ihre Funktionen waren nochmals Gegenstand systematischer Untersuchungen, deren Ergebnisse sich auf den gesamten Fertigungsprozeß und auch in den Abnahmeregeln für die Endkontrolle auswirkten. Die Resultate der Endkontrolle interessieren den photogrammetrischen Praktiker ganz besonders.

Ein Gerät wird erst dann zur praktischen Verwendung freigegeben, wenn alle Abnahmebedingungen innert der festgelegten Toleranzen erfüllt sind. Die Güte der einzelnen Geräte wird hierbei durch einige *charakteristische Genauigkeitszahlen* dargestellt. Diese sollen auch für den Gerätebenützer in der Praxis leicht verständlich sein und ihm ein selbständiges Qualitätsurteil über seine Geräte gestatten.

Bei den photogrammetrischen Auswertegeräten können als Kennzeichen der Serienanalyse erfahrungsgemäß am besten die *mittleren Koordinatenfehler* m_x und m_y und der *mittlere Höhenfehler* m_h dienen. Die mittleren Koordinatenfehler m_x und m_y werden aus einer größeren Anzahl rechtwinkliger Gitterkoordinaten x und y , bezogen auf die Bildebene, bei einer vorgegebenen Brennweite und Arbeitshöhe für beide Auswertekammern getrennt monokular bestimmt, der *mittlere Höhenfehler* m_h , ausgedrückt in Promille der Arbeitshöhe, wird aus einigen stereoskopischen Gittermodellen für festgelegte Aufnahmedispositionen ermittelt, die den üblichen Normal- und Weitwinkelaufnahmen entsprechen. Zur Bestimmung dieser Werte werden in das Auswertegerät als Testobjekt an Stelle von Geländephographien *Gitterplatten* mit rechtwinkligem Zentimetergitter eingelegt. Die Kreuzungspunkte der Liniengitter ersetzen die Geländepunkte. Für genaue Messungen müssen die Gitterlinien der Testplatten sehr zart sein, das heißt eine gleichmäßige Strichstärke von etwa 0,02 mm aufweisen und dürfen gegen die Soll-Lage um höchstens 3 Mikron abweichen. Die *stereoskopischen* Gittermodelle, aus denen die mittleren Höhenfehler abgeleitet werden, definieren bei den Kontrollmessungen eine ideale Ebene. Die Ausmessung des Gerätes erfolgt unter verschiedenen Arbeitsbedingungen, die der praktischen Verwendung entsprechen.

Da die Toleranzgrenzen und Prüfmethode für alle Größen, welche die Genauigkeit bei der praktischen Arbeit beeinflussen, wie z.B. die Eckengenauigkeit, die Brennweiteinstellung, die Arbeitshöhen, die Auswirkung der Basisverhältnisse, die Übereinstimmung zwischen Messungen bei „Basis außen“ und „Basis innen“, die Modellverbiegungsreste, die Zeichengenauigkeit bei den verschiedenen Übersetzungen vom Autographen zum Zeichentisch von vornherein mit Rücksicht auf die zu ermittelnden charakteristischen Fehlermaße festgelegt sind, kann das arithmetische Mittel aus den Koordinatenfehlern $m_x \approx m_y$ beider Kammern und der mittlere Höhenfehler m_h ein Gerät sowohl für die Serienanalyse beim Hersteller als auch für die vergleichende Beurteilung durch den Fachmann aus der photogrammetrischen Praxis hinreichend kennzeichnen. Für die Serienbeurteilung genügt es, neben dem Serienmittel den Streubereich dieser Güte-Indices in der Serie, also die Maximal- und Minimalfehler, anzugeben.

Diese Festsetzung könnte vielleicht im ersten Augenblick als eine unzulängliche Simplifizierung des statistischen Materials erscheinen, sie wäre es sogar, wenn man auf gleiche Weise z.B. Auswertegeräte ganz verschiedener Systeme nur durch einen Index allein miteinander vergleichen wollte; bei Beschränkung auf den gleichen Gerätecharakter ist diese einfache Kennzeichnung jedoch erfahrungsgemäß genügend aufschlußreich. Alle Toleranzen müssen aber tatsächlich so aufeinander abgestimmt sein, daß die beiden Zahlen der Endkontrolle sicher die Grenzen aller Bereiche kennzeichnen, innert denen die Koordinatenablesungen bei normaler Gebrauchsjustierung und normaler Verwendung streuen dürfen. Die bei dem Montage- und Justiervorgang in systematischer Folge zu erfüllenden Bedingungen müssen daher alle Teilfehler im Hinblick auf die charakteristischen Indexzahlen so einschachteln, daß die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten unvorhergesehener Restfehler, die sich durch die *normale* End- und Gebrauchsjustierung nicht beseitigen lassen sollten, sehr gering ist. Außerdem müssen die Grenzen so festgesetzt sein, daß alle *vernünftigen Erwartungen* der Praxis, die sich aus der Beurteilung der Güte-Indices ergeben, bei der durch die Gebrauchsanweisung vorgeschriebenen normalen Pflege des Gerätes von jedem geschulten Operateur leicht erreicht werden können; man darf also nicht versuchen, durch eine einseitige „Überzüchtung“ des Gerätes nur eine fiktive Genauigkeit zu erzielen.

Entsprechend diesen Überlegungen werden die Richtlinien für die Endkontrolle und Abnahme jeder Gerätegruppe ausgearbeitet.

Über die serienweisen Ergebnisse der Endkontrolle berichteten einiges bereits 1949 T. Blachut: «Sur le contrôle et la précision de l'Autographe Wild A 5», und 1952 D. Gut: «De l'A 6 au nouveau stéréorestituteur Wild A 8» im «*Bulletin de la Société Belge de Photogrammétrie*».

Die statistische Auswertung aller Ergebnisse der Endkontrolle und die überschlägige Beurteilung der Montageserien erfolgt nun seit 1949 regelmäßig und die Erfahrungen werden bei den neuen Serien laufend berücksichtigt.

Die ständige Kontrolle hatte bei den Autographen A 5 und den Stereokartiergeräten A 6, die bis 1952 gebaut wurden, nicht nur die Erreichung eines höheren Standards, sondern eine sehr gleichmäßige Genauigkeit zur Folge. Die Spanne zwischen dem besten und schlechtesten Gerät jeder Serie ist so gering geworden, daß alle Geräte praktisch als gleichwertig angesehen werden können.

Nun wird bekanntlich seit dem Jahre 1952 statt des A 5 der verbesserte neue *Autograph WILD A 7* gebaut. Außerdem wurde neben dem A 6 als neues Ergänzungsgerät zum A 7 das *Stereokartiergerät WILD A 8* entwickelt.

Die Erfahrungen mit den neuen Geräten sind jetzt so weit gediehen, daß ein statistischer Vergleich dieser Konstruktionen mit den früheren möglich ist.

Programmgemäß soll der *Autograph WILD A 7* dieselbe Genauigkeit in der Bildfläche 20×20 cm liefern, die der A 5 auf 16×16 cm hatte. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden bei der Konstruktion des A 7 verschiedene Maßnahmen getroffen, von denen besonders die Verlegung der Meßmarke in den Prismenwagen, die Auflage des freien Schwenkarmendes auf eine Rollschiene, die Justiermöglichkeit des Lenkerkardans, die Gewichtsausgleichung der Lenker auf $\frac{1}{20}$ gegenüber dem A 5 und die noch bessere Betrachtungsoptik Erwähnung verdienen.

Für die ersten 40 ausgelieferten Geräte wurden nun in 4 Zehnergruppen die Mittelwerte der mittleren Fehler der Gitterkoordinaten auf der 20×20 -cm-Bildfläche und die mittleren Fehler von je 4 Höhenmodellen errechnet und mit den entsprechenden Durchschnitts- und Grenzwerten des A 5 verglichen. Die x und y werden für die Arbeitshöhe $2f = 30$ cm an je 121 Punkten des Zweizentimetergitters abgelesen und auf die Bildebene reduziert. Diese Messung erfolgt monokular für jede Auswertekammer gesondert, bei senkrechter Lenkerstellung und horizontaler Gitterplatte. Der mittlere Höhenfehler m_h wird in einem Modell bei Weitwinkelanordnung für Basis außen und Basis innen aus je 66 und je einer extremen Weitwinkel- und einer Normalwinkelanordnung aus 55 bzw. 66 Modellpunkten stereoskopisch bestimmt.

Die Ergebnisse sind in der Abb. 1 schematisch dargestellt. Es ist ersichtlich, daß die Genauigkeit der letzten A 5-Serien vom A 7 noch übertroffen wurde, obwohl die ausgemessene Bildfläche von 256 cm^2 auf 400 cm^2 gewachsen ist. Hervorzuheben ist auch hier die Gleichmäßigkeit der Fabrikation; die einzelnen Geräte sind praktisch gleich genau. Damit sind zwei der wichtigsten Forderungen des Bauprogrammes erfüllt.

Für die Entwicklung des *Stereokartiergerätes A 8* galten von vornherein andere Richtlinien als seinerzeit für den A 6. Während der A 6 zunächst genauigkeitsmäßig ein Gerät 2. Ordnung für mittlere und kleine Maßstäbe sein sollte und erst später wegen seiner Verwendbarkeit bei den Kartierungsmaßstäben 1:5000 und 1:10000 für höhere Genauigkeitsansprüche umkonstruiert wurde, was aus dem Genauigkeitssprung zwischen der ersten und zweiten Serie der A 6 in der Abb. 2 gut zu ersehen ist, mußte nach den Erfahrungen und Forderungen der Praxis der A 8

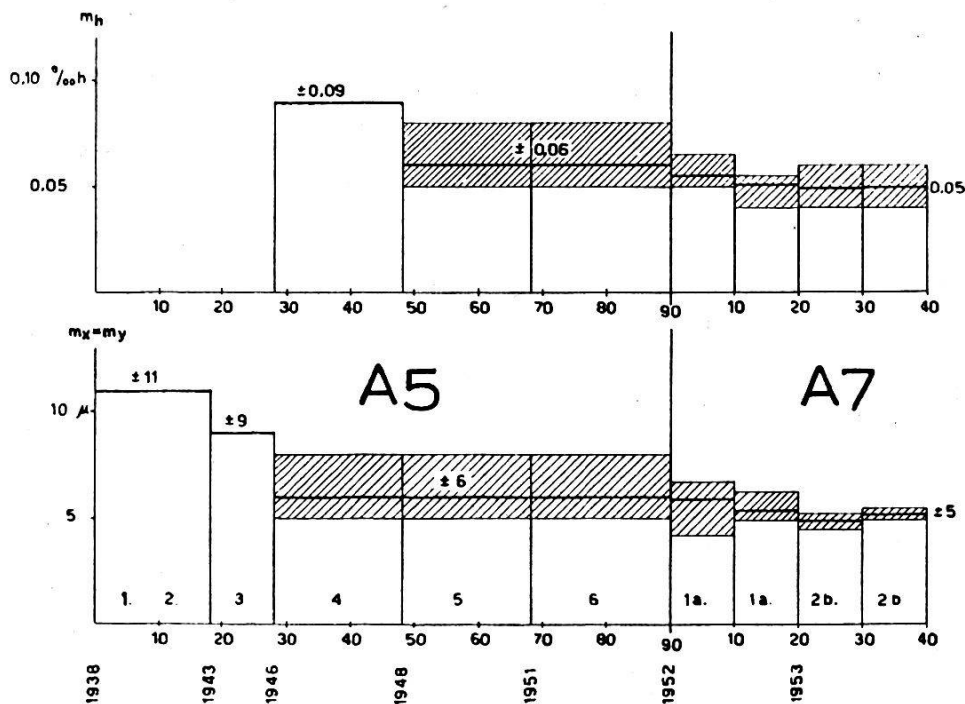


Abb. 1

von Anfang an so beschaffen sein, daß er für die Auswertung von Einzelbildpaaren eine Genauigkeit besitzt, welche ihn für alle großen und mittleren Maßstäbe ab 1:2000 zu einem *vollwertigen Ergänzungsgerät eines Präzisions-Universalgerätes 1. Ordnung* machen.

Der Umbau der Scheren mit justierbarer Meßmarkenzentrierung, die Schlittenführung des Lenkerschnittpunktes mit Handradantrieb und die Kupplung an einen Zeichentisch mit auswechselbaren Maßstabsverhältnissen waren notwendige Voraussetzungen für die Erfüllung dieser Forderung.

Weiter mußte verlangt werden, daß die mittleren Fehler m_x und m_y der Modellkoordinaten, bezogen auf die Gitterebene, den Betrag von $\pm 0,01$ mm nicht überschreiten sollten und der Maximalfehler in den Ecken der Gitterebene nicht größer sein dürfe als 0,02 mm. Der mittlere Höhenfehler m_h des Gittermodells bei Weitwinkelanordnung muß sicher unter $\pm 0,1 \text{‰} h$ bleiben.

Schon die Untersuchung der ersten 20 Kartiergeräte A 8 zeigte, daß auch diese Ziele erreicht wurden.

Der A 8 ist im Vergleich zum A 7 nur für Senkrechtaufnahmen eingerichtet, hinsichtlich Brennweiten und Bildformat besitzt er jedoch die gleiche Universalität wie der A 7. Durch das maximale Vergrößerungsverhältnis 1:4 auf den Zeichentisch ist er auf eine Arbeitshöhe von rund 135 cm limitiert, doch wurde er auf Wunsch vereinzelt bereits auch mit einer Verdoppelungseinrichtung gebaut. Diese Bereiche grenzen die Verwendbarkeit des A 8 gegenüber dem A 7 ab. Bei entsprechender Anpassung der Methoden ist auf dem A 8 auch die Durchführung von Aero-triangulationen möglich.

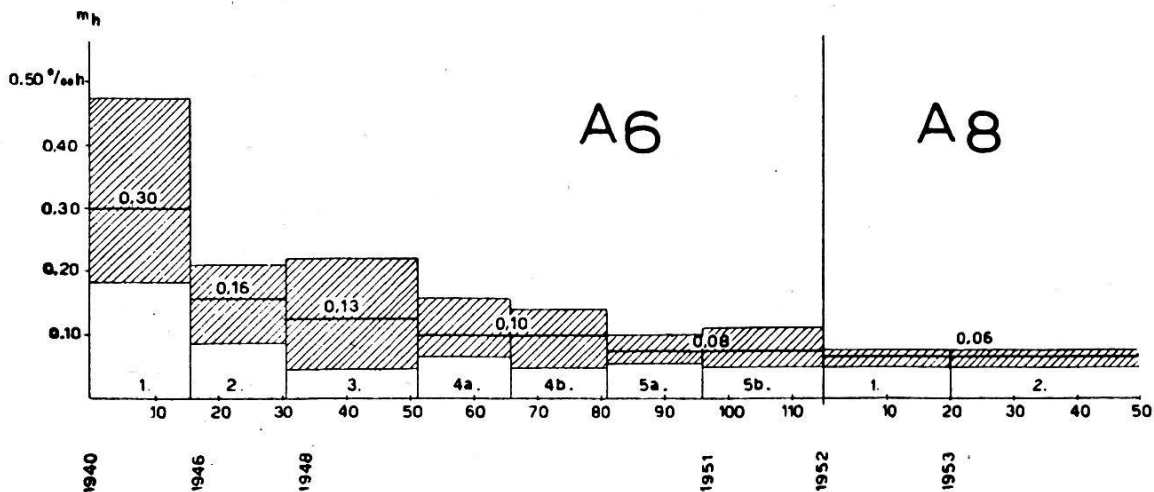


Abb. 2

Die Abb. 2 zeigt, daß die Höhengenaugigkeit tatsächlich *einem guten Gerät erster Ordnung gleichkommt*. Auch die Streuung der Resultate ist gering, die Fabrikation als recht gleichmäßig; daher sind auch alle A 8 für die praktische Arbeit als gleichwertig anzusehen.

Für die Beurteilung der praktischen Folgerungen aus den angegebenen Genauigkeitsmaßen für A 7 und A 8 sind noch einige Bemerkungen über die zugelassenen Restfehler und die Hilfsmittel zu ihrer Bestimmung nötig.

Um die Restfehler der A 7 sicher und richtig messen zu können, wurden die Vergrößerung der Justieroptik (10- bis 35fach), die Feinheit der Gitterlinien (0,02 mm), die Größe der Meßmarke (0,04 mm in der Gitterebene) und die Ablesegenauigkeit an den Koordinatenzählwerken so aufeinander abgestimmt, daß es möglich ist, bei der Endkontrolle auch noch kleinste systematische Fehleranteile im Gittermodell zu erkennen, selbst wenn sie weniger als ein Viertel des Meßmarkendurchmessers betragen. Die Justierung kann aber als beendet angesehen werden, wenn die Restfehler in den Modellecken, bezogen auf die Bildebene, vereinzelt 15 Mikron nicht übersteigen. Die Maximalfehler in der Bildebene unter 10 Mikron senken zu wollen, hat nur Sinn, wenn die Geräte in klimatisierten Räumen verwendet werden, denn sonst könnte die gesteigerte Justiergenauigkeit im Dauerbetrieb gar nicht ausgenützt werden.

Es genügt aber nicht, nur die Gitterfehler in beiden Kammern *unabhängig* voneinander zu reduzieren. Da die restlichen x -Differenzen die richtigen Horizontalparallaxen und damit das Höhenmodell verfälschen, wenn sie zufällig in entgegengesetztem Sinn wirken, muß bei der Endjustierung des Lenkerkardans beider Kammern auch darauf gesehen werden, daß die tolerierten Fehlerreste in beiden Kammern möglichst gleichsinnig liegen, damit die Differenz der Restfehler auf ein Minimum reduziert wird.

Ähnliches gilt für die Restfehlerjustierung im A 8.

Um einen sicheren Nachweis des ebenen Modells zu haben, werden – wie bereits erwähnt – bei der Endkontrolle 4 Höhenmodelle in verschie-

denen Arbeitsdispositionen ausgemessen, wobei man aus Erfahrung schon weiß, wie die Resultate bei anderen Meßanordnungen streuen können. Wenn die lokalen Restfehler der Höhenmodelle auch innert der vorgeschriebenen Toleranzen bleiben, wird der mittlere Höhenfehler berechnet, der neben den Koordinatenfehlern $m_x \approx m_y$ das „mittlere Testmodell“ und damit das Gerät kennzeichnet.

In diesem Zusammenhang wird noch interessieren, ob bei den gemessenen Restfehlern der *systematische* oder *zufällige* Charakter überwiegt. Obwohl dieses Verhältnis von Gerät zu Gerät verschieden sein kann, sind die Reste doch eher als systematisch anzusehen, denn sie lassen sich nicht nur durch Wiederholungsmessungen recht gut verifizieren, sondern haben beim gleichen Justierzustand inselweise dasselbe Vorzeichen, definieren also eine zwar sehr schwache, aber mit vergrößernden Justierokularen noch erkennbare Modellverbiegung innerhalb der Toleranz. Diese systematische Eigenschaft ist jedoch einem *zufälligen* Charakter mit gleichem mittlerem Fehler unbedingt vorzuziehen, denn sie kann bei der praktischen Auswertearbeit durch das Zusammenspiel der Orientierungselemente meist noch reduziert werden.

Aus den ermittelten Genauigkeitszahlen wird man schließlich gerne die praktischen Folgerungen *wenigstens ungefähr abschätzen* wollen.

Zu den reinen Autographenfehlern $m_x \approx m_y$ von ± 5 bis 6 Mikron aus Gittermessungen sind Bildfehleranteile für *gute* Aufnahmen von ± 4 bis 6 Mikron hinzuzufügen, was einem mittleren Fehler in den *Bildkoordinaten* von etwa ± 7 bis 8 Mikron ergibt, wenn signalisierte Punkte ausgemessen werden. Der mittlere *Höhenfehler* m_H dieser Punkte ist bei Normalwinkeldisposition mit Platten nicht größer als $\pm 0,1 \text{ ‰}$ der Flughöhe H über Grund anzunehmen. Schichtenlinien werden keinen größeren als den doppelten mittleren Höhenfehler signalisierter Punkte aufweisen, also rund $2 m_H$.

Aus diesen durch praktische Ergebnisse mehrfach bestätigten Annahmen könnte man auch den sogenannten *C-Faktor*² schätzungsweise angeben; er wird nicht kleiner sein als

$$C = \frac{H}{3,3 \cdot 2 m_H} = 1500.$$

Bei Weitwinkeldisposition ist der mittlere Fehler von Schichtenlinien etwa mit $\pm 0,15 \text{ ‰}$ anzusetzen. Der *C-Faktor*¹ wird in diesem Falle daher mit rund 2000 angenommen werden können.

Die notwendige Flughöhe für eine vorgegebene Genauigkeit der Schichtenlinien kann mit Hilfe des *C-Faktors* aus der Formel

$$H = C \cdot J$$

¹ Siehe auch R. Finsterwalder, Photogrammetric Measures of Accuracy in the United States and Europa.

abgeschätzt werden. Darin ist *J* jenes kleinste «contour interval», welches in den angelsächsischen Ländern so definiert wurde, daß z.B. bei einem Feldvergleich durch nivellierte Profile 90% der Fehler im halben Konturintervall liegen¹. Voraussetzung für diese Annahmen ist die Verwendung von guten Aufnahmen mit kompensierten Verzeichnungsresten².

Abschließend kann man feststellen, daß die Folgerungen aus den Ergebnissen der Serienkontrolle bereits genug Bestätigungen aus der Praxis erfahren haben, ja daß sie vereinzelt bei besonders sorgfältiger Arbeit auch noch übertroffen wurden.

Der Weg für den Bau weiterer Geräteserien ist damit vorgezeichnet.

Die wissenschaftliche Geräteanalyse wird sich in Zukunft nun der serienmäßigen Erforschung der Fehlerfortpflanzung in Aerotriangulationsreihen nach mehreren besonderen Verfahren zuwenden können, welche die Geräte in verschiedener Weise beanspruchen. Dieses Gebiet ist noch nicht genug erforscht.

Zur Förderung der Güterzusammenlegung

Die kürzlich erschienene Botschaft des Bundesrates über die vermehrte Förderung der Bodenverbesserungen wird möglicherweise bereits in der Herbstsession der eidgenössischen Räte zur Behandlung kommen. Die überzeugende Darstellung der Verhältnisse im Bericht an die Bundesversammlung zeigt eindeutig, daß es vor allem die Güterzusammenlegung bzw. die Gesamtmelioration ist, die einer vermehrten Unterstützung bedarf. So wird in den Berggebieten ein Bundesbeitrag bis 50% und im Flachland ein solcher bis 30% in Aussicht genommen. Wenn auch zu bedauern ist, daß 8 wertvolle Jahre verloren gingen, bis man in Finanzkreisen des Bundes einsah, daß an Zusammenlegungen des Flachlandes auch ohne Änderung der bestehenden Finanzordnung 30% ausgerichtet werden können, so dürfen wir uns wenigstens darüber freuen, daß dies in Zukunft möglich sein soll. Dankbare Anerkennung verdient jedenfalls die weitgehende Aufhebung des Subventionsabbaues in den Berggebieten. Noch nicht befriedigend gelöst ist aber die Beitragsleistung des Bundes in den Übergangszonen zwischen Berggebiet und eigentlichem Flachland, wie beispielsweise in voralpinen Zonen, im Jura, im Töbital und im Randen, aber auch in Gebieten des Flachlandes, wo besondere Verhältnisse vorliegen (kostspielige kulturtechnische Maßnahmen, finanzschwache Grundeigentümer usw.). Dieser Umstand gab Anlaß zu Eingaben der Konferenz der eidgenössischen und kantonalen Amtsstellen für das Meliorationswesen und der Meliorationskommission des Schweiz.

² Ein Beispiel, wie dieser Vergleich vorgenommen werden kann, beschreibt A. Glück, Field Checking of Heights on Photogrammetric Maps, Photogrammetria Nr. 1/1953/54.