

SCHRIFTENREIHE FÜR FLURBEREINIGUNG

Herausgegeben vom
Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten

HEFT 26

Die Anwendung der Luftbildmessung in der Flurbereinigung

Von

Rudolf Kersting

Kleins Druck- und Verlagsanstalt GmbH., Lengerich (Westfalen)

Die Anwendung der Luftbildmessung in der Flurbereinigung

Von

Rudolf Kersting

KLEINS DRUCK- UND VERLAGSANSTALT GMBH IN LENGERICH (WESTF.)

1959

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Zusammenfassung	7
1. Einleitung	10
2. Die technischen Arbeiten in einem Flurbereinigungsverfahren und der Einsatz der Photogrammetrie in den einzelnen Arbeitsabschnitten	11
3. Das photogrammetrische Verfahren	13
31 Vorbereitende Arbeiten	13
32 Die Signalisierung	14
321 Die verschiedenen Signalisierungsarten	16
322 Identifizierung	18
323 Die Signalisierung bei der Erstbefliegung	21
324 Die Signalisierung bei der Zweitbefliegung	21
3241 Die zu signalisierenden Punkte	21
3242 Die Signalisierungsarbeiten	24
33 Der Bildflug	25
331 Zeitpunkt der Befliegung	26
332 Flugwegplanung	26
333 Aufnahmekammern und Bildmaßstab	27
334 Sonderfälle	29
34 Die Paßpunktbestimmung	30
341 Die Zahl der Paßpunkte	30
342 Die Paßpunktbestimmung bei der Erstbefliegung	33
343 Die Auswahl der Paßpunkte	34
344 Die Genauigkeit der Paßpunkte	36
345 Örtliche Arbeiten	36
346 Die Vorausbestimmung von Paßpunkten	37
347 Die photogrammetrische Bestimmung von Paßpunkten	37
3471 Die Bestimmung von Einzelpunkten	37
3472 Die Aerotriangulation	38
35 Die Stereo-Auswertung	40
351 Die topographische Auswertung	40
352 Die topometrische Auswertung	43
3521 Unterlagen für die Auswertung	43
3522 Die Vorbereitung der Karten	44
3523 Die Orientierung der Stereogramme	45
3524 Die zu koordinierenden Punkte	45
3525 Die Modellanschlüsse	47
3526 Die eigentliche Auswertung	48
3527 Besondere Fälle bei der Auswertung	49
3528 Die weitere Bearbeitung der Karten	50
3529 Die Bearbeitung der Koordinaten	52
35291 Allgemeines	52
35292 Die Numerierung der Neupunkte	53
35293 Die Verzeichnisse	53
35294 Die Transformation der Maschinenkoordinaten	54
35295 Zur Kontrolle der photogrammetrischen Messung	55
36 Die Folgearbeiten	56
37 Die Aufmessung der Ortslage und der Waldgebiete	57

Fortsetzung

	Seite
38 Luftbildpläne	58
39 Die Breitenberechnung	60
4. Die Genauigkeit und Vollständigkeit der photogrammetrischen Messung	61
41 Der mittlere Einstellfehler	61
42 Der mittlere Koordinatenfehler aus der Einpassung der Stereogramme auf die Paßpunkte (Helmert-Transformation)	61
43 Der mittlere Koordinatenfehler aus Doppelmessungen an den Rädern der Stereogramme (Modellanschluß)	62
44 Vergleich der bei der Planabsteckung gemessenen und aus photogrammetrischen Koordinaten berechneten Strecken	65
45 Vergleich zwischen bei der Planabsteckung gemessenen und auf der Karte abgegriffenen Strecken	65
46 Vergleich zwischen graphisch und rechnerisch ermittelten Koordinaten	66
47 Die Vollständigkeit der Auswertung	67
48 Auswertefehler	68
5. Zeit- und Kostenvergleich	69
51 Zeitverbrauch und Kosten des photogrammetrischen Verfahrens	69
511 Entwicklung der Einheitspreise	70
512 Kosten des Bildfluges	71
513 Topographische Auswertung	71
514 Topometrische Auswertung	73
5141 Signalisierung	73
5142 Paßpunktbestimmung	76
5143 Die Auswertung	76
5144 Die Bearbeitung der Koordinaten	78
5145 Zusammenstellung des Zeitverbrauchs für die Arbeiten der Auswertestelle	80
5146 Folgearbeiten	81
5147 Zusammenstellung des Arbeitsaufwandes und der Kosten	83
52 Das terrestrische Verfahren	85
53 Zeit- und Kostenvergleich des terrestrischen und photogrammetrischen Verfahrens	85
6. Änderungen in der Organisation und im Arbeitsablauf eines Flurbereinigungsverfahrens durch den Einsatz der Photogrammetrie	87
Literaturverzeichnis	91

Zusammenfassung

Die großmaßstäbige Photogrammetrie hat für Zwecke der Flurbereinigung das Veruchsstadium verlassen und ist gleichberechtigt neben andere herkömmliche Vermessungsmethoden getreten. Im Lande Rheinland-Pfalz werden bis auf einige Ausnahmen – vorwiegend Weinberge – alle Flurbereinigungsverfahren photogrammetrisch aufgemessen.

Das Flurbereinigungsverfahren bietet infolge seiner besonderen Absteckungsmethoden und einer zwangsläufigen Kombination von photogrammetrischen und terrestrischen Messungen besonders günstige Voraussetzungen für den Einsatz der Luftbildmessung.

Innerhalb des Flurbereinigungsverfahrens kann die Photogrammetrie zwei Aufgaben übernehmen, die Herstellung von topographischen Karten als Entwurfsunterlage für den Wege- und Gewässerplan und die Aufmessung des versteinten Wege- und Gewässernetzes. In erster Linie wird die zweite Einsatzmöglichkeit behandelt und ein Verfahren für den Einsatz der Photogrammetrie entwickelt.

Nicht alle Gebiete eignen sich gleichmäßig für den Einsatz der Luftbildmessung. Voraussetzung ist möglichst offenes Gelände; Wald, Hecken und Baumbestand beeinträchtigen die Luftsichtbarkeit der Signale und erhöhen damit die Zahl der örtlichen Ergänzungsmessungen. Für den rationellen Einsatz der Luftbildmessung ist ferner die Form und die Größe des Gebietes sowie die Punktdichte von gewisser Bedeutung.

Die aufzumessenden Grenz- und Vermessungspunkte müssen luftsichtbar gemacht werden. Außer diesen Punkten werden zu verschiedenen Zwecken noch Hilfspunkte signalisiert. Zur Signalisierung werden vorwiegend Gips oder Platten aus verschiedenem Material verwandt. Die Vor- und Nachteile der verschiedenen Signalisierungsarten werden untersucht. Zur Erleichterung und Sicherung der Identifizierung hat es sich als zweckmäßig erwiesen, bestimmte Punkte zusätzlich mit Identifizierungshilfen zu signalisieren. Hierfür kommen Gipsringe oder Streifenplatten, die in verschiedenen Mustern ausgelegt werden, in Betracht. Durch diese zusätzliche Signalisierung kann die örtliche Identifizierung und die Führung von Identifizierungskrokis entfallen. Als Unterlage bei der Auswertung dient die Versteinerungskarte. Durch Kombination der Identifizierungshilfen mit den Sollmaßen der Absteckung kann jeder Punkt innerhalb der graphischen Genauigkeit auf der Karte kontrolliert werden.

Da es sich bei der Signalisierung um viele Tausende von Punkten handelt, müssen die Arbeiten rationell gestaltet und gut organisiert sein. Der zweckmäßige Arbeitseinsatz wird geschildert.

Für die topographische Ausmessung werden nur die TP als Stützpunkte für die Aero-Triangulation signalisiert, falls die Zahl der vorhandenen TP nicht ausreicht, zusätzlich an bestimmten Stellen Hilfspunkte.

Als Zeitpunkt für die Befliegung kommt in erster Linie das Frühjahr vor Beginn der Vegetationsperiode in Frage. Im Herbst werden durch die Vegetation zu viele Signale verdeckt.

Der Flugweg ist so zu planen, daß sich Stereogramme und anzufertigende Karte weitgehend decken. Die verschiedenen Möglichkeiten hierzu werden diskutiert. Durch die Abmessungen der Karte ist in den meisten Fällen auch der Bildmaßstab festgelegt. Vom Standpunkt der Genauigkeit aus liegt die obere Grenze etwa beim Bildmaßstab 1 : 10 000.

Die Zahl der Paßpunkte pro Flächeninhalt ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Durch geeignete Maßnahmen beim Bildflug kann die Zahl in gewissen Grenzen herabgesetzt werden.

Die Paßpunkte werden vorwiegend nach dem Bildflug terrestrisch bestimmt. Für die Aerotriangulation muß noch ein geeignetes Verfahren für die Praxis entwickelt werden. Eine wesentliche Zeit- und Kostenersparnis gegenüber der terrestrischen Bestimmung der Paßpunkte dürfte nicht zu erwarten sein. Nur in Einzelfällen, in denen die terrestrische Bestimmung größere Schwierigkeiten bereitet, werden Paßpunkte photogrammetrisch bestimmt.

Für die topographische Auswertung hat sich eine photogrammetrische Bestimmung von Lagepaßpunkten bewährt. Die Höhen werden im Gelände bestimmt, während Maßstab und Azimut, ausgehend von einem Modell mit mindestens zwei günstig gelegenen Festpunkten, bei gleichzeitiger Auswertung übertragen werden. Eine Ausgleichung entfällt. Bei Aneinanderreihung von vier Modellen liegt der Fehler in der Größenordnung von 1 Meter.

Die topometrische Auswertung erstreckt sich auf alle signalisierten Punkte und verschiedene topographische Gegenstände, die für die Bearbeitung des Flurbereinigungsplanes von Bedeutung sind. Alle Punkte werden bei der Ausmessung kartiert. Es werden die Punkte koordiniert, die nicht auf Grund von Sollmaßen von koodinierten Punkten aus wiederhergestellt werden können, so daß kein Punkt nur graphisch festgelegt ist. Ob es rationell ist, alle Punkte zu koordinieren, um dann die weiteren Berechnungen auf programmgesteuerten Rechenanlagen durchführen zu können, müßte noch besonders untersucht werden.

Die Maschinenkoordinaten werden durch Ähnlichkeitstransformation, bei der die Konstanten durch Ausgleichung bestimmt werden (Helmert-Transformation), in das Landesystem überführt. Restfehler, die auf Grund systematischer Deformationen des photogrammetrischen oder terrestrischen Punktfeldes an den gegebenen Punkten verbleiben, und ein bestimmtes Maß überschreiten, werden durch maschenweise affine Transformation beseitigt.

Die Ergänzungsmessungen werden zweckmäßig erst nach Vorliegen der Auswertergebnisse vorgenommen, da erst dann ihr Umfang einwandfrei feststeht. Bei der Ableitung von Richtungswinkeln aus photogrammetrischen Koordinaten ist zu beachten, daß diese bei kurzen Sichten erheblich verfälscht sein können und die Messung bzw. Berechnung darauf abgestellt werden muß.

Die Ortslage wird terrestrisch aufgemessen. Je nach dem Zeitpunkt der Kartierung kann an photogrammetrische Koordinaten angeschlossen oder müssen besondere Anschlußpunkte bestimmt werden.

Die Luftbilder als solche tragen innerhalb des Flurbereinigungsverfahrens zur Erleichterung verschiedener Arbeiten bei .

Es werden Angaben über die erreichte Genauigkeit gemacht, aus denen ersichtlich ist, daß die bei verschiedenen Versuchsmessungen erzielten Werte keine Sonderfälle darstellen, sondern auch bei praktischen Arbeiten erreicht werden.

Die Ausfälle betragen bei Signalisierung mit Metallplatten je nach Geländeklasse zwischen 3—8 %. Der Zeitaufwand für die Ergänzungsmessungen liegt im Rahmen der Anständererledigung bei terrestrischer Aufmessung.

Der Zeitverbrauch der einzelnen photogrammetrischen Arbeitsabschnitte wird angegeben und den entsprechenden bei terrestrischer Aufmessung gegenübergestellt. Im Durchschnitt werden bei den örtlichen Arbeiten 270 Tage für 1000 ha Flurbereinigungsfläche

und bei den häuslichen 280 Tage gespart. Bezogen auf die entsprechenden Abschnitte der terrestrischen Aufnahme bedeutet das eine Einsparung von 70 % bei den örtlichen und von 45 % bei den häuslichen Arbeiten. Auf das Gesamtverfahren bezogen beträgt die Einsparung 7,5 %.

Ferner werden die entsprechenden Kosten gegenübergestellt. Für 1000 ha Flurbereinigungsfläche ergibt sich im Durchschnitt eine Einsparung von rd. DM 30 000. Das entspricht rd. 50 %, bezogen auf die Kosten der entsprechenden terrestrischen Arbeitsabschnitte.

Durch den Einsatz von photogrammetrischen Großgeräten und die zeitliche Bindung des Bildfluges treten Arbeitsspitzen auf, denen durch entsprechende organisatorische Maßnahmen Rechnung getragen werden muß.

Der Ablauf des einzelnen Verfahrens wird im allgemeinen durch die Luftbildmessung nicht beschleunigt; die Zeitersparnis wirkt sich in einer höheren Gesamtleistung der Behörde aus.

1. Einleitung

Die bisherigen deutschen Veröffentlichungen über die großmaßstäbige Photogrammetrie für Zwecke des Katasters und der Flurbereinigung [1] – [8] untersuchen in erster Linie die Genauigkeit. Die Wirtschaftlichkeit wird erst in zweiter Linie behandelt. Die Veröffentlichungen beruhen vielfach auf Versuchsmessungen, so daß das Material nicht ausreicht, um verbindliche Angaben über die Zeit- und Kostenersparnis gegenüber dem terrestrischen Verfahren abzuleiten.

Aus dem Auslande, besonders aus der Schweiz und Österreich, liegen bereits verschiedene Angaben über die Wirtschaftlichkeit der großmaßstäbigen Luftbildmessung vor, die aber nicht ohne weiteres auf deutsche Verhältnisse übertragen werden können [9] – [19].

Die Genauigkeit dürfte im Hinblick auf praktische Arbeiten genügend geklärt sein. Als Ergebnis ist festzuhalten, daß die Photogrammetrie bei den heute gebräuchlichen Bildmaßstäben um 1 : 8000 der terrestrischen Messung bezüglich der Genauigkeit, besonders bei kurzen Strecken unterlegen ist. Die Frage, ob die Genauigkeit der Luftbildmessung für das Kataster noch ausreicht, soll im folgenden nicht untersucht werden. Die Entscheidung darüber liegt bei den Katasterbehörden. [20] – [21].

Dieser Genauigkeitsverlust ist jedoch nur zu rechtfertigen, wenn ihm auf der anderen Seite ein erheblicher Zeit- und Kostengewinn gegenübersteht. In der folgenden Arbeit wird daher in erster Linie der rationelle Einsatz der Photogrammetrie untersucht. Als Kriterium für die Beurteilung eines Verfahrens wird nicht die Genauigkeit, sondern die Wirtschaftlichkeit herangezogen, während die Genauigkeit als Toleranz im Sinne der industriellen Fertigung aufgefaßt wird. Diese Methode weicht von der üblichen Behandlung eines vermessungstechnischen Problems ab, die vorwiegend auf die Genauigkeit ausgerichtet ist. Sie ist jedoch zwingend, da mit dem Einsatz von photogrammetrischen Großgeräten, die als Werkzeugmaschinen aufgefaßt werden können, auch die industriellen Verfahren mit übernommen werden müssen.

Mit der Luftbildmessung hat die „Mechanisierung“ auch in die niedere Vermessungspraxis Eingang gefunden. In diesem Sinne ist aus der Herstellung von Karten eine Produktion geworden. Wir stehen hier erst am Anfang der Entwicklung, die durch den Einsatz von Rechen- und Kartierautomaten auch die Vermessung weitgehend „automatisieren“ wird, so daß in Zukunft Zeit- und Kostenprobleme im Vordergrund stehen werden.

Der folgende Arbeit liegen die photogrammetrischen Auswertungen der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz zugrunde, die, ausgehend von der Versuchsmessung Bergen [2] im Jahre 1953, die Luftbildmessung in steigendem Umfang in der Flurbereinigung eingesetzt hat.

Zur Aufmessung des Wege- und Gewässerplanes wurden ausgewertet:

im Jahre 1954	7 Verfahren mit	5 962 ha
1955	17 Verfahren mit	11 316 ha
1956	21 Verfahren mit	13 708 ha
1957	15 Verfahren mit	11 291 ha
1958	24 Verfahren mit	17 476 ha (noch in Arbeit)

Die Photogrammetrie hat damit das Versuchsstadium verlassen und einen gleichberechtigten Platz neben den herkömmlichen Verfahren eingenommen.

Es kommt nicht von ungefähr, daß die Photogrammetrie zuerst in der Flurbereinigung Fuß fassen konnte. Schon immer waren die Landeskulturbehörden an einer Beschleunigung der vermessungstechnischen Arbeiten interessiert, da von ihnen der größte Teil aller Katasterneumessungen ausgeführt wird. Daneben sind sie zugleich Kartenhersteller und -verbraucher, wobei die Betonung auf „Verbraucher“ liegt. Das gleiche gilt allerdings auch für die Kataster- und Vermessungsverwaltungen, nur mit dem Unterschied, daß die Karten, die die Verwaltung selbst benötigt, schon zum größten Teil vorhanden sind und der Ruf nach besseren Karten meist von anderen Verbraucherkreisen aus Wirtschaft und Planung erhoben wird. Dabei soll jedoch nicht verkannt werden, daß das Flurbereinigungsverfahren für die Luftbildmessung wesentlich günstigere Voraussetzungen bietet als etwa eine Katasterneumessung.

Im Flurbereinigungsverfahren schafft die Photogrammetrie die Planungsunterlagen für den neuen Besitzstand, während bei einer Katasterneumessung der gegebene Besitzstand festgehalten werden muß. Dadurch ergibt sich ohne Einschränkung der Luftbildmessung ein kombiniertes Verfahren, das unter anderem von Schmie deskamp [22] und Veit [21] gefordert wird, wobei der Rahmen, das Wege- und Gewässernetz, photogrammetrisch und die einzelnen Grundstücksgrenzen bei der Planabsteckung und -aufmessung terrestrisch gemessen werden. Die Genauigkeit der kurzen Strecken hat hier somit nicht die Bedeutung wie für das Kataster. Um so mehr Gewicht wird der Vollständigkeit der Auswertung beigemessen, da hohe Punktausfälle durch die damit verbundenen Ergänzungsmessungen die Wirtschaftlichkeit der Photogrammetrie in Frage stellen können.

Auf Grund der Erfahrungen der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz wird in der folgenden Arbeit ein Verfahren für den Einsatz der Luftbildmessung bei Flurbereinigungen entwickelt und kritisch untersucht. Die Untersuchungen beziehen sich dabei in erster Linie auf die photogrammetrische Aufmessung des Wege- und Gewässernetzes (topometrische Auswertung). Die Herstellung von topographischen Plänen (topographische Auswertung) wird nur soweit behandelt, als sich Besonderheiten gegenüber der üblichen Arbeitsweise ergeben.

Weiterhin werden Angaben über die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der photogrammetrischen Auswertung gemacht. Der Zeit- und Kostenaufwand des photogrammetrischen Verfahrens wird den entsprechenden Arbeitsabschnitten des terrestrischen Verfahrens gegenübergestellt.

Da die folgenden Ausführungen für den Flurbereinigungsingenieur wie für den Photogrammeter gedacht sind, mußte verschiedentlich auf Einzelheiten eingegangen werden, die dem jeweiligen Fachmann bekannt sein dürften.

2. Die technischen Arbeiten in einem Flurbereinigungsverfahren und der Einsatz der Photogrammetrie in den einzelnen Arbeitsabschnitten

Die Flurbereinigung hat das Ziel, das Verfahrensgebiet neu zu ordnen und den zersplitterten Grundbesitz zusammenzulegen. Hieraus ergibt sich der technische Ablauf des Verfahrens in großen Zügen gesehen fast zwangsläufig.

Zur Ermittlung des Einlagewertes und daraus des Abfindungsanspruches wird eine Schätzung durchgeführt. Gleichzeitig werden alle Besonderheiten, die für den Ent-

wurf des Wege- und Gewässernetzes und für den Neuverteilungsplan von Bedeutung sind, mit erfaßt.

Die Unterlage für den Entwurf des Wege- und Gewässerplanes bildet eine topographische Karte im Maßstab 1:2000 – 1:5000. Liegen derartige Karten nicht vor, so müssen sie besonders angefertigt werden. Auf eine topographische Neuaufnahme des Verfahrensgebietes wird dabei in den meisten Fällen verzichtet. (Eine Ausnahme bilden Weinbergsbereinigungen mit besonders schwierigen Geländebedingungen.) Statt dessen wird eine behelfsmäßige Planungsunterlage geschaffen. Die Grundlage bilden Zusammendrucke der Katasterkarten. Hierin werden die bei der Schätzung aufgemessenen topographischen Gegenstände und die Höhenlinien aus der Top.-Karte 1:25 000 übernommen. Die Höhendarstellung wird durch zahlreiche örtlich gemessene Gefälle ergänzt und berichtigt. Infolge der ungenügenden Genauigkeit dieser Behelfslösung muß der häusliche Entwurf in der Örtlichkeit häufig geändert werden.

Der Entwurf wird nach bestimmten Richtlinien in die Örtlichkeit übertragen und vermarktet. Die Messungslinien liegen in den Wegeseiten, den Leitlinien. Stoßen mehrere Wege zusammen, so schneiden sich die Leitlinien in einem Punkt, dem Richt- oder Leitpunkt. Die Wege haben allgemein eine gleichmäßige Breite. Bei Wegeknicke n steht der gegenüberliegende Stein in der Winkelhalbierenden. Die Kehrenmaße an den Wegekreuzen sind ebenfalls gleichbleibend. Sind somit die Richtpunkte und Leitlinien bekannt, so können von ihnen aus alle Punkte innerhalb dieses Richtpunktverbandes auf Grund der Absteckungselemente bestimmt und gegebenenfalls örtlich wiederhergestellt werden.

Das abgesteckte und vermarkte Wegenetz wird anschließend orthogonal, polar oder in einem kombinierten Verfahren aufgemessen.

Auf Grund der Neuaufnahme wird die neue Flurkarte kartiert. Eine Kopie der Flurkarte, die Zuteilungskarte, dient als Arbeitskarte für den Neuverteilungsplan. Auf der Zuteilungskarte werden entsprechend dem Abfindungsanspruch die neuen Grundstücke festgelegt. Aus den Werten werden die Flächen und aus diesen wiederum die Grundstücksbreiten ermittelt.

Die neuen Grundstücksgrenzen werden nach der Absteckung und Vermarkung noch einmal kontrolliert.

Der Luftbildmessung fallen im Rahmen der Flurbereinigung zwei Aufgabengebiete zu: die Herstellung von topographischen Karten als Planungsunterlagen und die Aufnahme des versteinten Wege- und Gewässernetzes.

Die Darstellung der Topographie war schon immer eine Hauptaufgabe der Photogrammetrie, und sie hat sich darin hervorragend bewährt. Die Herstellung großmaßstäbiger Katasterkarten dagegen wurde erst nach Vervollkommnung der Aufnahmeoptik und der Auswertegeräte möglich. In Deutschland wurde die Luftbildmessung nach den Versuchen von Marauen und Helmstadt [4] erst in den letzten Jahren in größerem Umfang bei praktischen Arbeiten für diesen Zweck eingesetzt.

Neben der Verwendung für reine Meßzwecke tragen die Luftbilder in der Form von stereoskopischen Bildreihen, Einzelvergrößerungen und Luftbildplänen in vielen Arbeitsabschnitten zur Erleichterung und damit Beschleunigung der Flurbereinigung bei.

Der doppelte Einsatz des Luftbildes bedingt zwei Befliegungen des Flurbereinigungsgebietes, die Erstbefliegung zur Aufnahme der Topographie und die Zweitebefliegung zur Aufmessung des versteinten Wege- und Gewässerplanes. Da die Erstbefliegung an keinen bestimmten Termin gebunden ist, können statt dessen auch geeignete Luftbilder anderer Stellen benutzt werden. Der Zeitpunkt der Zweitebefliegung

dagegen hängt von der Vermarkung und Signalisierung des Wege- und Gewässerplanes ab; sie erfordert daher immer einen besonderen Bildflug.

Der Einsatz der Photogrammetrie führt in den betroffenen Arbeitsabschnitten zu einer Änderung des technischen Verfahrens. Verschiedene Arbeiten fallen fort und werden teilweise durch neue ersetzt.

Für den Entwurf des Wege- und Gewässerplanes entfallen sämtliche örtlichen Gefällmessungen sowie die behelfsmäßige topographische Karte. Dafür treten Signalisierung, Bildflug, Paßpunktbestimmung und Auswertung hinzu.

Infolge der besseren Kartenunterlagen kann der Entwurf weitgehend häuslich geplant werden, so daß nur noch eine kurze örtliche Überprüfung erforderlich ist.

Die Aufmessung und Kartierung des Wege- und Gewässerplanes wird durch die photogrammetrische Auswertung ersetzt. Polygonierung, Aufmessung, Koordinatenberechnung und Kartierung fallen somit fort, und an ihre Stelle treten Signalisierung, Bildflug, Feldvergleich, Paßpunktbestimmung, Auswertung, Transformation der Koordinaten und Ergänzungsmessungen.

Außer diesen unmittelbar betroffenen Arbeitsabschnitten wirkt sich die Luftbildmessung mehr oder weniger auch auf das gesamte technische Verfahren aus. Im ganzen gesehen werden die Kulturämter entlastet, da der überwiegende Teil der photogrammetrischen Arbeiten an eine besondere „Luftbildstelle“ verlagert wird.

Im folgenden soll der zweckmäßige und rationelle Einsatz der Photogrammetrie innerhalb des Flurbereinigungsverfahrens untersucht werden.

3. Das photogrammetrische Verfahren

31. Vorbereitende Arbeiten

Besteht die Absicht, die Luftbildmessung einzusetzen, so ist zunächst zu prüfen, ob bei dem in Frage kommenden Gebiet ihre Anwendung rationell ist.

Eine Erstbefliegung wird im allgemeinen nur für solche Gebiete in Frage kommen, für die keine geeigneten Kartenunterlagen vorliegen, und in denen schwierige Geländebeziehungen vorherrschen. Treffen diese Voraussetzungen nicht zu, so können auch die Luftbilder ohne eine Ausmessung vorteilhaft sein (s. Abschn. 38).

Bei der Zweitbefliegung sind für den rationellen Einsatz verschiedene Gesichtspunkte maßgebend:

Die Größe des Verfahrensgebietes beeinflusst in erster Linie die Kosten für den Bildflug, die sich nach der erforderlichen Flugzeit richten. Da die Zeit für den Anflug unabhängig von der Größe des Gebietes ist, ergibt sich bei kleinen Gebieten ein ungünstiges Verhältnis zwischen Gesamtflugzeit und beflogener Fläche. Die Kosten des Bildfluges sind jedoch im Verhältnis zu den Gesamtkosten von untergeordneter Bedeutung (s. Abschn. 51), so daß die Größe des Verfahrensgebietes, von Ausnahmen wie Weinbergsbereinigungen von wenigen Hektar Größe abgesehen, die Luftbildmessung nicht einschränkt.

Wird die Photogrammetrie allgemein angewandt, so werden immer mehrere Gebiete gleichzeitig überflogen. Die Kosten des Bildfluges richten sich dann nach der Gesamtfläche. Die Größe des einzelnen Verfahrens spielt nur eine untergeordnete Rolle. — In

Rheinland-Pfalz wurden bei einer Gesamtfläche von ca. 30 000 Hektar schon Flurbereinigungsgebiete von 100 Hektar befliegen. —

Von größerer Bedeutung ist besonders bei kleinen Gebieten die Form. Je abgerundeter das Gebiet ist, desto günstiger ist das Verhältnis der auszumessenden Stereogramme und der Zahl der Paßpunkte pro Flächeneinheit. Lange, schmale Zungen, die als Wiesentäler von 50 bis 100 m Breite im Mittelgebirge häufig auftreten, eignen sich nicht zur photogrammetrischen Aufmessung. Hierbei kann der Aufwand für die Paßpunktbestimmung höher liegen als der einer terrestrischen Aufmessung. Auch in der Ebene können solche Formen, durch die Verfahrensgrenze bedingt, auftreten. In solchen Fällen ist es zweckmäßig, diese Flächen von vornherein auszuschließen und für eine terrestrische Aufmessung vorzusehen.

Die Bodenbedeckung ist schließlich ausschlaggebend für den Einsatz der Luftbildmessung. Waldgebiete, Hecken und Obstbäume verdecken vor dem Laubabfall einen großen Teil der Signale. Dieses trifft besonders für Herbstbefliegungen zu, da der Bildflug wegen des niedrigen Sonnenstandes nicht bis nach dem Laubabfall verschoben werden kann. Das gleiche gilt für eine Frühjahrsbefliegung, wenn der Bildflug infolge ungünstiger Wetterlage in den Beginn der Wachstumsperiode verschoben werden muß. Im zeitigen Frühjahr stört im allgemeinen nur der Nadelwald, der einmal direkt und durch seine Schlagschatten die Signale verdeckt. Jedoch wird auch durch das Laubholz die Sichtbarkeit der Signale beeinträchtigt.

Die Entscheidung, ob ein Gebiet photogrammetrisch oder terrestrisch aufgemessen werden soll, wird von der Oberen Flurbereinigungsbehörde anlässlich der örtlichen Prüfung des Wege- und Gewässerplanes getroffen. Gebiete, die sich nicht für die Zweitbefliegung eignen, werden die Ausnahme bilden. In erster Linie handelt es sich dabei um größere Waldgebiete. Allerdings wird die Ersparnis durch die Luftbildmessung im Einzelfall davon abhängen, inwieweit die oben aufgeführten Voraussetzungen erfüllt sind.

Da die Flurbereinigungsbehörde über keine eigenen Bildflugzeuge verfügt, wird die Befliegung vergeben. Abgesehen davon wäre es auch unwirtschaftlich, eigene Bildflugzeuge zu beschaffen und den Bildflug in eigener Regie auszuführen, da die Kosten für die Beschaffung und Wartung der Maschine sowie die Gehälter der Besatzung durch die wenigen Flugstunden nicht amortisiert werden können.

Der beauftragten Gesellschaft obliegen neben der technischen Durchführung des Bildfluges auch alle Formalitäten, von der Beschaffung der Flug- und Aufnahme genehmigung bis zur Freigabe der Aufnahmen.

Für die Beschaffung der Aufnahme genehmigung und als Angebotsunterlage wird der Flugesellschaft ein kleinmaßstäbige Karte (1 : 200 000) mit den Aufnahmegebieten und eine Liste der Gebiete mit Flächenangaben übergeben.

In dem Auftrag werden die Aufnahmebedingungen und der Flugweg vorgeschrieben. Die hierfür maßgebenden Gesichtspunkte werden in dem Abschnitt „Bildflug“ behandelt.

Als Unterlage für die Flugkarten werden dem Auftrag topographische Karten 1 : 25 000 beigelegt, in welche die Gebietsgrenzen und die Flugwege eingetragen sind. Als Ergebnis des Bildfluges werden die Originalnegative, ein Satz Kontaktabzüge und eine transparente Übersichtskarte 1 : 25 000 mit den Bildmittelpunkten (Flugindex) geliefert.

32. Die Signalisierung

Einer der wichtigsten Abschnitte des photogrammetrischen Verfahrens ist die Signalisierung, von der letztlich der Erfolg der gesamten Arbeit abhängt. Bei einer unvollständigen und fehlerhaften Ausmessung kann die Wirtschaftlichkeit der Luftbildmessung durch umfangreiche Ergänzungsmessungen in Frage gestellt werden. Die Wirtschaftlich-

keit einer Signalisierung kann deshalb nicht allein nach den unmittelbaren Kosten, sondern nur im Zusammenhang mit den Punktausfällen beurteilt werden. Die Erfahrung hat gezeigt, daß zu große Sparsamkeit und mangelnde Sorgfalt bei der Signalisierung eine Auswertung unmöglich machen können.

Die Signalisierung ist keine Besonderheit der Photogrammetrie, wenn sie auch infolge ihres Arbeitsumfanges mehr in Erscheinung tritt. Auch bei terrestrischen Vermessungen werden die aufzunehmenden Punkte signalisiert. Aus der Natur der Sache ergibt sich eine verschiedene Art der Signale. Während bei terrestrischer Aufnahme die Signale aus Stäben oder Stabkonstruktionen bestehen, werden bei der Luftbildmessung die Punkte durch entsprechende Färbung luft sichtbar gemacht.

Bei der Beurteilung einer Signalisierung sind verschiedene Gesichtspunkte zu berücksichtigen. An erster Stelle steht die *Sichtbarkeit* im Luftbild, die so zu verstehen ist, daß die Signale nicht nur abgebildet werden, sondern auch als solche *identifizierbar* sein müssen. Eine weitere Forderung ergibt sich aus der Meßgenauigkeit. Die Signale sollen im Gerät *gut einstellbar* sein. Da die Befliegung auf die Signalisierung nur in Ausnahmefällen unmittelbar folgt, spielt die *Wetterbeständigkeit* eine wesentliche Rolle. Aus dem gleichen Grunde ist wegen der Gefahr von Verlagerungen auf eine *feste Verbindung mit dem Erdboden* Wert zu legen. Da besonders in der Flurbereinigung immer viele Tausende von Punkten gleichzeitig signalisiert werden, kommen für die Praxis nur *einfache und wirtschaftliche* Signale in Frage.

Die *Sichtbarkeit* der Signale ist, abgesehen vom Auflösungsvermögen und der Kontrastwiedergabe des Objektivs sowie der photographischen Schicht, von der Größe und dem Kontrast der Signale abhängig. Die beiden ersten Faktoren werden als gegeben angesehen, weil die heute verwandten „Hochleistungsobjektive“ und Emulsionen praktisch keine Unterschiede aufweisen. Die Signale müssen also der Leistungsfähigkeit der Objektive und des Photomaterials angepaßt werden.

Aus praktischen Gründen, wie Materialverbrauch, Transport und leichte Handhabung, wird man versuchen, die Signale so klein wie möglich zu halten. Eine *Mindestgröße* läßt sich nicht auf Grund theoretischer Überlegungen festlegen, da verschiedene Einflüsse, wie Bildqualität, Kontrast und Beleuchtung, nicht genau erfaßt werden können. Aus praktischen Versuchen sind in der Literatur Formeln zur Bemessung der Signale in Abhängigkeit vom Bildmaßstab angegeben, die als Anhalt dienen können.

Kasper-Scholl [14] geben verschiedene Beispiele von gebräuchlichen Signalgrößen an und empfehlen als minimalen Signaldurchmesser:

$$d_m = \frac{\text{Bildmaßstabszahl}}{40\,000}$$

Brucklacher [23] empfiehlt als Mindestseitenlänge eines quadratischen Signals:

$$s_m = \frac{\text{Bildmaßstabszahl}}{65\,000}$$

Den beiden Formeln entsprechen bei einem Bildmaßstab von 1 : 10 000 Signalgrößen von 0,25 m und 0,15 m. Der von Brucklacher angegebene Wert ist meines Erachtens für ungünstige Verhältnisse zu klein.

In Rheinland-Pfalz werden quadratische Signale von 0,25 m Seitenlänge bei einem Bildmaßstab von ca. 1 : 8 000 mit sehr gutem Erfolg verwandt. In Verbindung mit Identifizierungshilfen (Abschn. 322) werden auch Steinköpfe mit einer Seitenlänge von 0,15 m geweißt.

Der Kontrast ist abhängig von der Farbe und Oberflächenbeschaffenheit des Signals und der Umgebung. Umfangreiche Versuche mit verschiedenen Farbkombinationen haben ergeben, daß gelbe Signale auf heliogen-blauer Grundfläche die günstigste Abbildung zeigen [24]. Diese Untersuchungen haben mehr theoretisches Interesse, da man die Farbe des Signals wohl wählen kann, eine Färbung des Untergrundes in dem notwendigen Umfang (ca. 0,80 m Durchmesser) dagegen zu umständlich und kostspielig sein dürfte. Allgemein werden weiße Signale verwandt.

Neben der Farbe ist auch die Oberflächenbeschaffenheit des Signals von Einfluß. Eine glatte Fläche reflektiert das Licht weit mehr als eine raue und erscheint schon deshalb im Bild hell. Aus diesem Grunde weisen lackierte Metallplatten einen größeren Kontrast als etwa Gipssignale gleicher Farbtonung auf.

Die Einstellgenauigkeit im Gerät ist unter anderem von der Form und Größe der Signale abhängig. Nach anfänglichen Versuchen mit Balken oder kreuzförmigen Signalen ist man heute allgemein zur zentrischen Signalisierung übergegangen. Dabei ist es ohne Belang, ob die Signale quadratisch oder kreisrund sind, da sie bei den gebräuchlichen Abmessungen infolge der Überstrahlung ihre Form verlieren und kreisförmig abgebildet werden. Vom Standpunkt der Einstellgenauigkeit muß sich die Größe des Signals nach der Meßmarke des Gerätes richten. Besonders bei Punkt- oder Ringmarken werden die Signale so bemessen, daß noch ein schmaler Rand über die Marke hinausreicht, so daß sie konzentrisch eingestellt werden kann.

In Rheinland-Pfalz wird beim Stereoplanigraphen das in die Spiegel eingravierte Justierkreuz als Meßmarke benutzt. Da das Auge bestrebt ist, den Bildpunkt mit dem Kreuz in vier gleiche Sektoren zu teilen, lassen sich mit dieser Marke große und kleine Signale gleich gut einstellen, soweit sie nicht wesentlich größer sind als das Kreuz.

Die Erfahrungen der vergangenen Jahre in Rheinland-Pfalz haben dazu geführt, auf die Wetterbeständigkeit der Signalisierung besonderen Wert zu legen.

Zwischen Signalisierung und Bildflug vergehen häufig mehrere Wochen. Je schlechter das Wetter ist, desto länger muß die Signalisierung aufrecht erhalten werden. Falls die Signale nicht dauerhaft und wetterbeständig sind, können die Kosten der Unterhaltungsarbeiten die der Erstsinalisierung übersteigen. Gerade bei ungünstiger Witterung muß jeder Flugtag ausgenutzt werden. Es fehlt daher nach längeren Schlechtwetterperioden oft an Zeit, vor dem Flug noch einmal sämtliche Signale zu überholen. Die nicht erneuerten Signale sind dann mehr oder weniger zerstört, und als Folge steigt die Zahl der Ausfälle und Auswertefehler. In günstigen Fällen kann der Flug wiederholt werden. Ist die Vegetation jedoch inzwischen weit fortgeschritten, so verhindert die Belaubung eine erneute Befliegung, und das Projekt muß um ein Jahr verschoben oder terrestrisch aufgemessen werden.

Preiswertes Material und einfache Handhabung sind Voraussetzung für eine wirtschaftliche Signalisierung. Bei der großen Zahl der zu signalisierenden Punkte (3000 bis 8000 Punkte auf 1000 ha) kann die Signalisierung nur durch einen Großeinsatz von Hilfskräften rechtzeitig fertiggestellt werden. Ein erheblicher Anteil (ca. 20 bis 30 Prozent) der Kosten des photogrammetrischen Verfahrens entfällt auf diesen Abschnitt. Rationelle Arbeitsverfahren wirken sich daher merkbar auf die Gesamtkosten aus (s. Abschn. 51).

321. Die verschiedenen Signalisierungsarten

Nach der Art des Signalisierungsmaterials können zwei Gruppen unterschieden werden: die Signalisierung mit Farbstoffen, die direkt auf die Grenzsteine oder den Erdboden aufgebracht werden, und die Signalisierung mit Platten aus verschiedenem Material, die auf die Punkte aufgelegt werden.

Beide Arten der Signalisierung waren früher gebräuchlich. Heute ist man allgemein zur Signalisierung mit Platten übergegangen; mit Farbstoffen wird nur noch in Sonderfällen signalisiert. Bei den ersten Versuchsmessungen in Maraunen und Helmstadt [4] wurde vorwiegend mit weiß gestrichenen quadratischen Holzplatten von 1 m Seitenlänge bzw. mit Aluminiumscheiben von 0,80 m ϕ signalisiert. Die Größe dieser Signale war vorwiegend durch die damalige Meßmarke bedingt.

In Bergen [2] und Hengstfeld [5] wurden Gipssignale von ca. 0,30 m ϕ verwandt. In der Schweiz sind Papp tafeln gebräuchlich, während in Österreich und in Schweden Tafeln aus Holz ausgelegt werden [14].

In Rheinland-Pfalz wurde bis zum Jahr 1956 vorwiegend mit G i p s signalisiert, während die Kopfflächen genügend großer Grenzsteine (0,15 \times 0,15 m²) mit weißer Farbe gestrichen wurden.

Der Vorteil dieser Signalisierungsmethode liegt in den geringen Materialkosten (1 kg Gips kostet ca. 0,10 DM) und in der festen Verbindung des Signals mit dem Erdboden. Eine Verlagerung des Signals oder eine Verschiebung durch Unbefugte ist somit ausgeschlossen. Die Kontrastwirkung, die durch Glätten des Gipspulvers gesteigert wird, beruht in erster Linie auf dem Farbunterschied gegenüber dem Untergrund. Bei feuchtem Wetter wird der Gips grau und damit der Kontrast geringer.

Der Nachteil der Gipssignalisierung liegt in der geringen Wetterbeständigkeit und in den verschiedenen Abstufungen der Sichtbarkeit. Zwischen dem einwandfrei sichtbaren und dem nicht mehr sichtbaren Signal liegen die verschiedenen Stufen der „unsicheren Punkte“. Es bleibt somit dem Urteil des Auswerters überlassen, welche Punkte noch als auswertbar bezeichnet werden können. Bei einer guten Signalisierung entstehen hierdurch im allgemeinen keine Schwierigkeiten, da die wenigen unsicheren Punkte als Ausfall gelten. Ist die Signalisierung jedoch schlecht, fallen also viele Punkte aus, so wird der Auswerter versuchen, noch soviel wie möglich auszuwerten, um die Ausfälle möglichst gering zu halten. Als Folge steigt die Zahl der Auswertefehler.

Um den Kontrast zu steigern, wurde versuchsweise der Boden um die Signale mit s c h w a r z e n F a r b s t o f f e n, wie Thomasmehl oder Schlacke, bestreut. Im Verhältnis zum Arbeitsaufwand und den Kosten war die Wirkung gering. Die so gefärbten Flächen waren nur schwach in den Bildern zu erkennen.

Für das F ä r b e n d e r G r e n z s t e i n k ö p f e ist eine genügend große Kopffläche (0,15 \times 0,15 m²) Voraussetzung. Bei kleineren Steinen besteht besonders bei ungünstigen Kontrastverhältnissen die Gefahr, daß sie nicht mehr als Signale angesprochen werden können.

Alle Grenzsteine werden, um sie später leichter auffinden zu können, auf dem Stapel weiß gestrichen. Dieser erste Anstrich reicht jedoch für die Signalisierung nicht aus, da die Farbe durch das Setzen beschädigt und beschmutzt wird. Die Steine müssen daher gereinigt und erneut gestrichen werden. Da die Steine bodengleich stehen, werden sie bei stärkeren Regenfällen mit Erde zugeschwemmt oder bespritzt. Bei einer Überholung der Signalisierung müssen die Steine daher gereinigt oder neu gestrichen werden, was umständlich und zeitraubend ist.

Diese Art der Signalisierung ist daher nur für herausragende Steine, z. B. TP-Pfeiler, alte Gemarkungsgrenzsteine, geeignet. Wegen der Sicherung der Grenzen ist es jedoch grundsätzlich nicht möglich, auch die neuen Grenzsteine herausragen zu lassen.

Auf Grund der Erfahrungen bei der schlechten Wetterlage im Frühjahr 1956 wurde im Jahr 1957 in Rheinland-Pfalz zur Signalisierung mit P l a t t e n übergegangen.

Die Platten bieten gegenüber Gips folgende Vorteile. Es gibt im allgemeinen keine „unsicheren Punkte“ mehr; diese können nur auftreten, wenn das Signal teilweise durch Bäume oder Schatten verdeckt wird. In allen anderen Fällen sind die Platten einwandfrei sichtbar. Die Signale sind scharf begrenzt, während sie bei Gips durch Verstreuen des Pulvers häufig verwischt sind, so daß das Zentrum schwierig auszumachen ist. Der Kontrast ist durch die Reflektion der glatten Oberfläche größer. Durch geeignete Wahl des Materials läßt sich eine unbegrenzte Wetterbeständigkeit erreichen. Der Signalisierungsvorgang selbst ist einfacher und geht schneller vonstatten. Dieser Vorteil wird jedoch in etwa durch das Einsammeln der Platten nach dem Bildflug wieder aufgehoben.

Der Nachteil der Platten liegt in der Gefahr der Verlagerung. Deshalb wurden in Rheinland-Pfalz zunächst keine Platten verwandt. Verlagerungen lassen sich im allgemeinen nicht vermeiden, wenn die Signalisierung mit der Frühjahrsbestellung zusammenfällt. Die zentrische Lage der Signale muß daher sofort nach dem Bildflug überprüft werden.

Für die Platten wird im allgemeinen wetterbeständiges Material wie Metall oder Holz verwandt. Platten aus Stragula oder Karton sind zwar billiger, dafür aber wenig dauerhaft. Ein Einsammeln nach dem Flug erübrigt sich daher.

In Rheinland-Pfalz wurde im Herbst 1956 versuchsweise mit emaillierten Metallhauben von 0,25 m ϕ signalisiert. Da die Emaille gegen Stoß sehr empfindlich ist, sprang sie häufig schon beim Eindringen der Befestigungsnadeln ab, während die Platte durch Überfahren mit Fuhrwerken vollständig zerstört wurde. (Das Ergebnis dieses Versuches ist in Tabelle 1 enthalten.)

Deshalb werden seit 1957 beidseitig weiß lackierte Platten aus verzinktem Blech verwandt. Die Platten sind quadratisch, mit einer Seitenlänge von 0,25 m (Abbildung 1). Diese Platten sind billiger und unempfindlicher als die emaillierten Hauben. Selbst bei den durch Fuhrwerke beschädigten Platten ist der Lack nicht abgesprungen, sondern nur leicht zerkratzt. Die Platten sind naturgemäß verbogen, können jedoch wieder gerichtet werden.

Plattenart	ausgelegt	verloren	beschädigt	verlagert
emaill. Hauben	2000	39	218	keine Angaben
	100 %	2 %	10,8 %	—
lack. Platten	34539	349	750	110
	100 %	1 %	2,4 %	0,3 %

Tabelle 1. Ergebnisse der Signalisierung mit Metallplatten.

322. Identifizierung

Die überragende Bedeutung des Feldvergleichs und der Identifizierung für das Gelingen der Auswertung ist unbestritten. Besonders H ä r r y hat immer wieder auf die Wichtigkeit der Identifizierung hingewiesen [12].

Bei Katastermessungen wird die Identifizierung im allgemeinen bei einem Feldvergleich an Hand von Luftbildvergrößerungen durchgeführt. Zwischen einer Katasterneumessung und der Aufnahme des Wege- und Gewässernetzes einer Flurbereinigung bestehen jedoch wesentliche Unterschiede. Im ersten Fall liegen die Punkte je nach den Eigentums Grenzen ohne inneren Zusammenhang, während bei einer Flurbereinigung die Punkte nach einem bestimmten System abgesteckt werden. Die Mehrzahl der Punkte steht dadurch in einem konstruktiven Zusammenhang untereinander. Bei einer Katastermessung fallen örtliche und Katastergrenzen weitgehend zusammen bzw. es besteht eine Verbindung zwischen den im Luftbild sichtbaren Linien und der Katastergrenze. Bei einem Flurbereinigungsverfahren dagegen ist das neue Wege- und Gewässernetz ohne Rücksicht auf die alten Grenzen abgesteckt, es besteht also keine Verbindung zwischen den im Bild sichtbaren Grenzen und den aufzumessenden Punkten. Es ist deshalb sehr schwierig, in Einzelfällen sogar unmöglich, die Punkte bei einem Feldvergleich ohne Messung zu identifizieren (z. B. einzelne Punkte in großen Ackerflächen).

Aus diesen Gründen wurde in Rheinland-Pfalz von Anfang an auf eine örtliche Identifizierung nach dem Bildflug verzichtet. Statt dessen werden die Richtpunkte und die Punkte der Leitlinien sowie alle Punkte, die nicht in einem direkten Zusammenhang zu diesen Punkten stehen, durch besondere Signalisierung (Identifizierungshilfen) gekennzeichnet und in der Versteinerungskarte (s. Abschn. 3521) besonders vermerkt.

Als Identifizierungshilfen sind nur zusätzliche Signale geeignet. Eine Änderung von Form und Größe des zentrischen Signals ist nicht möglich, da der Größe durch die Einstellgenauigkeit Grenzen gesetzt sind, und alle zentralsymmetrischen Signale bei den gebräuchlichen Abmessungen kreisrund abgebildet werden.

Als zusätzliche Signale werden Gipsringe von 1,60 m ϕ und 0,12 m Breite verwandt. Die Ringe liegen konzentrisch, so daß auch bei Fehlen des Zentrums der Punkt noch ausgemessen werden kann. Bei Signalisierung mit Platten kann dadurch auch die zentrische Lage der Platten in gewissen Grenzen kontrolliert werden. Diese Lösung ist ideal: zum Aufsuchen und zur Identifizierung steht ein Signal von 1,60 m ϕ zur Verfügung, während zur Ausmessung das kleine zentrische Signal dient.

Als im Jahre 1957 allgemein mit Platten signalisiert wurde, lag es nahe, auch die Identifizierungsringe durch wetterbeständige Signale zu ersetzen. Metallringe oder Kreissegmente schieden von vornherein aus, da sie zu unhandlich und kostspielig sind. Es wurde daher zunächst ein größerer Versuch mit Streifen unternommen. Die Streifen sind 0,12 m breit und 0,60 m lang und bestehen aus dem gleichen Material wie die Platten (Abb. 2).

Diese Streifen wurden abwechselnd in verschiedenen Mustern (Abb. 4) ausgelegt und das jeweilig ausgelegte Muster in der Versteinerungskarte vermerkt. Hierdurch wird die Identifizierung besonders bei Punkthäufungen erleichtert. Das Verfahren hat sich bewährt, jedoch sind die Abmessungen der Streifen ungünstig, da sie sich infolge Überstrahlung kaum von den zentrischen Platten unterscheiden. Jetzt werden daher Streifen mit den Abmessungen $0,06 \times 0,80 \text{ m}^2$ verwandt. Ferner werden zum Schutz gegen Verwechslung der Streifen mit den zentrischen Signalen alle Punkte, bei denen die Gefahr einer teilweisen Verdeckung des Signals durch Bäume oder Hecken besteht, weiterhin mit Gipsringen signalisiert.

Abschließend kann gesagt werden, daß das oben beschriebene Verfahren voll befriedigt und bis jetzt keinerlei Schwierigkeiten bei der Identifizierung aufgetreten sind. Es ist sogar möglich, schon auf den Originalabzügen die Punkte an Hand der Versteinerungskarte einwandfrei zu identifizieren.

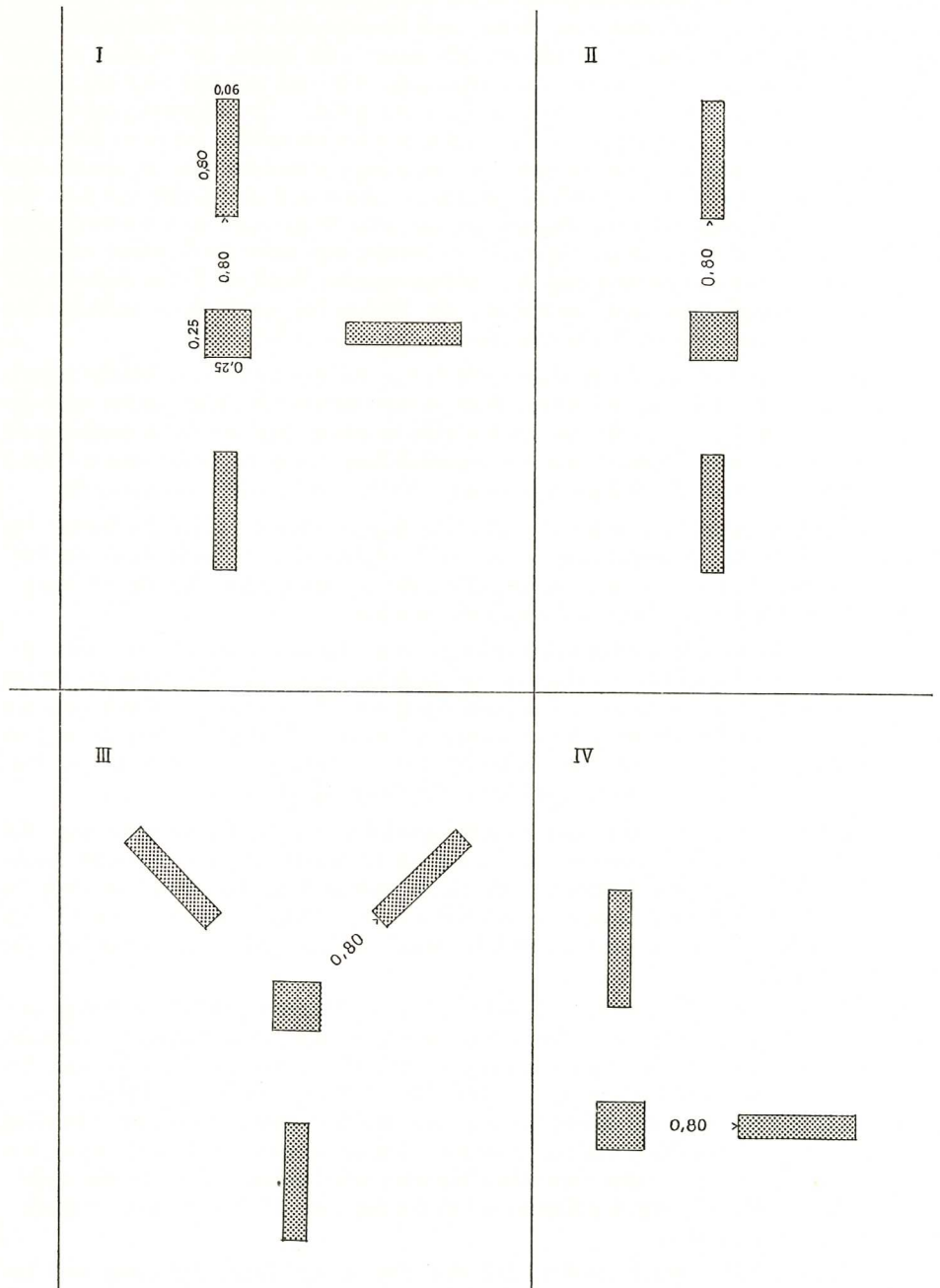


Abb. 4 Muster für das Auslegen der Streifenplatten

323. Die Signalisierung bei der Erstbefliegung

Während bei der Zweitbefliegung die auszumessenden Gegenstände luftsichtbar gemacht werden müssen, werden für die Erstbefliegung nur für die Einpassung Punkte signalisiert. Bei den Genauigkeitsverhältnissen einer topographischen Auswertung besteht an sich keine Veranlassung, für die Einpassung nur signalisierte Punkte zu verwenden, da hierfür markante Geländepunkte ausreichen. Werden jedoch die vorhandenen Festpunkte signalisiert, so können diese unmittelbar als Paßpunkte benutzt werden, wodurch Feldarbeit gespart wird. Ist das trigonometrische Netz bereits verdichtet, so reichen die vorhandenen TP im allgemeinen aus, so daß keine weiteren Lagepaßpunkte erforderlich sind. Im anderen Fall müßten zusätzlich geeignete Geländepunkte bestimmt werden.

Um die Befliegung rationell zu gestalten, werden bei der Erstbefliegung immer größere zusammenhängende Gebiete befliegen, in denen in den nächsten Jahren der Schwerpunkt der Flurbereinigungstätigkeit liegen wird. Dadurch liegen zwischen Bildflug und Paßpunktbestimmung häufig mehrere Jahre. In dieser Zeit können sich viele markante Geländepunkte ändern, so daß die Übereinstimmung zwischen Luftbild und Örtlichkeit nicht mehr gewährleistet ist. Es ist deshalb zweckmäßig, auch für diese zusätzlichen Paßpunkte signalisierte Punkte zu verwenden. Ihre Lage läßt sich auf Grund des Flugweges und des Bildmaßstabes ungefähr festlegen.

Für das später noch eingehend beschriebene Verfahren bei der topographischen Auswertung (Abschnitt 342) sind in jedem Streifen mindestens zwei Lagepunkte erforderlich, die möglichst in der Nähe der Gitterlinie im Abstand von 1 km senkrecht zur Flugrichtung liegen. (Die Punkte können etwa 250 m von der Senkrechten zur Flugrichtung abweichen.) Ferner alle 2 km ein bis zwei Lagepunkte in der gleichen Anordnung. Ist diese Mindestzahl an Paßpunkten durch die vorhandenen TP nicht gegeben, so müssen entsprechende Hilfspunkte vermarktet, eingemessen und signalisiert werden. Falls das trigonometrische Netz noch nicht verdichtet ist, muß die Netzverdichtung so rechtzeitig beantragt werden, daß ihre Ergebnisse für die Aufmessung des Wege- und Gewässerplanes vorliegen.

Liegt zum Zeitpunkt der Erstbefliegung schon ein vorläufiger Netzentwurf des Landesvermessungsamtes vor, so kann er vom Kulturamt in die Örtlichkeit übertragen und signalisiert werden. Die Punkte werden durch Dränrohre unterirdisch vermarktet. Ergeben sich bei der örtlichen Erkundung noch Änderungen, so können die vermarkten Punkte vom Landesvermessungsamt ohne wesentlichen Mehraufwand mit bestimmt werden.

Bei der Erstbefliegung werden die unterirdisch vermarkten Punkte mit Gips signalisiert, während die Oberfläche der TP-Pfeiler mit weißer Farbe gestrichen wird. Alle Punkte erhalten einen Identifizierungsring aus Gips. Um eine Nachsignalisierung möglichst zu vermeiden, werden die Ringe dick ausgestreut (ca. 10 kg pro Ring). Liegen die TP an gefährdeten Stellen, z. B. in Feldern, die zur Zeit der Befliegung bestellt werden, so sind an geeigneten Stellen Ersatzpunkte zu signalisieren, die gegebenenfalls leicht vom TP aus bestimmt werden können.

Für die Signalisierung werden zweckmäßig Gruppen, die aus einer technischen Kraft und einer Hilfskraft mit Fahrzeug bestehen, eingesetzt.

324. Die Signalisierung bei der Zweitbefliegung

3241. Die zu signalisierenden Punkte

Bei einem Flurbereinigungsverfahren werden zweckmäßig alle Punkte signali-

siert, die auf der neuen Karte dargestellt werden müssen; ferner in verschiedenen Fällen Hilfspunkte und Festpunkte (TP) in bestimmten Grenzen außerhalb des Verfahrensgebietes.

Wegen der besonderen Absteckungsmethoden würde es genügen, die Richtpunkte, Leitlinien und die nicht im Richtpunktverband stehenden Punkte zu signalisieren und auszumessen. Alle anderen Punkte können auf Grund der Abstreckungselemente kartiert werden. Zweifellos würde dadurch der Aufwand für die Signalisierung und Auswertung vermindert. Die Zahl der Punkte würde um ca. 60 % kleiner. — Der Zeitaufwand für die Signalisierung würde allerdings nur unwesentlich geringer, da ein Großteil der Zeit auf die zurückgelegten Wege entfällt und viele Steine aufgesucht werden müßten, um die zu signalisierenden Punkte aufzufinden. Trotzdem werden in Rheinland-Pfalz alle Punkte des Wege- und Gewässernetzes signalisiert und ausgemessen.

Durch die Sollmaße der Abstreckung kontrollieren sich die Punkte gegenseitig. Dadurch werden Abstreckung und Signalisierung sowie die Auswertung weitgehend geprüft.

Ist das Stereogramm einmal orientiert, so lassen sich die Punkte viel schneller kartieren als von Hand aus.

Bei Punktausfällen können die fehlenden Punkte leichter auf benachbarte Steine aufgemessen werden. Beim Ausfall eines Richtpunktes kann dieser auf Grund der Kehlensteine kartiert werden. Würden diese fehlen, wären polygonometrische Messungen erforderlich.

Im übrigen ist es theoretisch wohl möglich, alle Punkte, die auf Grund der Abstreckungselemente kartiert werden können, festzulegen. Praktisch dürften sich jedoch in der Örtlichkeit Schwierigkeiten ergeben, da immer im Großeinsatz signalisiert wird und somit auch ortsunkundige Kräfte eingesetzt werden müssen. Wie leicht dabei Fehler unterlaufen können, kann daraus ersehen werden, daß bei der jetzt gebräuchlichen Methode verschiedenerorts die Darstellung der Identifizierungshilfen auf der Versteinerungskarte nicht mit der Örtlichkeit übereinstimmt. Fehler, die durch eine falsche Signalisierung entstehen, können in vielen Fällen nicht mehr aufgedeckt werden.

Auch die bereits koordinatenmäßig festliegenden Punkte müssen signalisiert werden. Hierbei handelt es sich um die TP, die Gemarkungsgrenzen gegen bereits flurbereinigte Gemarkungen und die Umringsgrenzen der Ortslage, die aus arbeitstechnischen Gründen oft vorher aufgemessen und kartiert wird. Diese Punkte müssen bei der Einpassung berücksichtigt werden. Es wäre ein grober Verstoß gegen das Gesetz der Nachbarschaft, wenn in unmittelbarer Nähe Neupunkte bestimmt würden ohne sie mit den Altpunkten in Verbindung zu bringen.

Im allgemeinen fallen die Grenzen der Stereogramme nicht mit den Verfahrensgrenzen zusammen. Um alle Festpunkte innerhalb des Stereogrammes als Paßpunkte benutzen zu können, müssen daher auch außerhalb des Verfahrensgebietes Festpunkte signalisiert werden. Hierbei handelt es sich fast ausschließlich um TP. Polygonpunkte sind im allgemeinen nur dann vorhanden, wenn das Gebiet bereits flurbereinigt ist. In diesem Fall ist dann auch die Verfahrensgrenze koordiniert, so daß genügend Lagepaßpunkte zur Verfügung stehen.

Die Grenze des stereoskopisch erfaßten Gebietes hängt vom jeweiligen Flugweg, Bildmaßstab und Bildformat ab. Bei den in Rheinland-Pfalz üblichen Flugdaten (sief „Bildflug“) ergeben sich folgende Grenzen:
Senkrecht zur Flugrichtung: 500 m über die Gitterlinie des letzten fliegenden Streifen hinaus.

Das Bild erfaßt einen Streifen, der beiderseits um 250 m über die Kilometer-Gitte

linie hinausreicht. Da in ungünstigen Fällen mit Abweichungen bis zu 200 m vom geplanten Flugweg gerechnet werden muß, wurde das Gebiet um 250 m erweitert.

In der Flugrichtung: 600 m über die Grenze des Verfahrensgebietes hinaus.

Im Grenzfall können noch alle Punkte ausgemessen werden, die auf dem vorletzten Bild eines Streifens sichtbar sind. Da der Abstand der Bildränder bei 60prozentiger Überdeckung 600 m beträgt, kann der Bereich des letzten Modells im ungünstigsten Fall 600 m über die Verfahrensgrenze hinausgehen (Abb. 5).

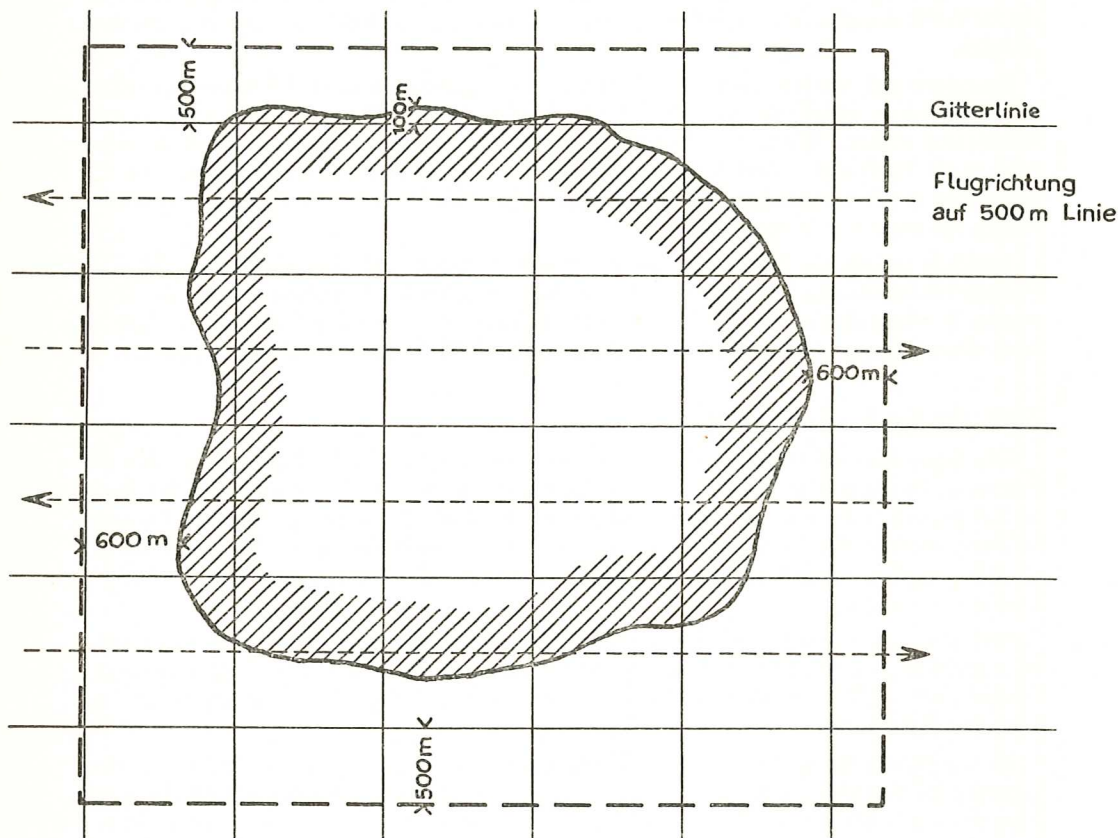


Abb. 5

Hilfspunkte werden dann vermarktet und signalisiert, wenn die Punkte des Wege- und Gewässernetzes nicht ausgemessen werden können, da sie nicht luft sichtbar oder noch nicht abgesteckt sind. Die Hilfspunkte haben den Charakter von Kleinpolygonpunkten, auf deren Verbindungslinien die fehlenden Punkte aufgemessen werden können.

Signale, die im Nadelwald oder dessen Schlagschatten liegen, sind im allgemeinen nicht sichtbar. Die im Nadelwald selbst liegenden Punkte müssen immer aufgemessen werden. Die Sichtbarkeit im Schlagschatten ist vom Charakter des Negatives abhängig. Aus Sicherheitsgründen ist deshalb zu empfehlen, außerhalb der Schattenzone Hilfspunkte zu signalisieren. Die Länge des Schattens ist von der Sonnenhöhe abhängig. Nach Brucklacher [23] beträgt die niedrigste Sonnenhöhe, bei der noch Bildflüge aus-

geführt werden, 30° . Die relative Schattenlänge ist dann ungefähr gleich der doppelten Objektshöhe.

In Laubwäldern sind die Punkte vor der Belaubung im allgemeinen luft sichtbar. Allerdings sind die Kontrastverhältnisse sehr ungünstig, da auf das hell erscheinende trockene Laub die Schatten der Stämme und Äste fallen. Es ist deshalb zu empfehlen, alle Punkte mit einem Identifizierungsring zu umgeben.

An nichtausgebauten Wasserläufen werden Hilfspunkte vermarktet und signalisiert, in deren Verbindungslinien (Steinlinien) später die neuen Grundstücksgrenzen eingebunden werden.

Innerhalb des Verfahrensgebietes brauchen im allgemeinen keine besonderen Punkte als Paßpunkte signalisiert zu werden, da hierfür genügend signalisierte Punkte zur Verfügung stehen. Wenn das Verfahrensgebiet nur einen Teil des Modells bedeckt, reichen die Punkte der Verfahrensgrenze aus. Für die Höhenpunkte, die in den Modell-ecken liegen sollen, genügen Geländepunkte, wie Wegekreuze, Schnittpunkte von Gewannengrenzen mit Wegen usw.

Verläuft jedoch die Verfahrensgrenze in einem engen Tal oder ungünstig für eine Paßpunktbestimmung, so werden zweckmäßig an geeigneten Stellen längs des Bildrandes in Flugrichtung (in Rheinland-Pfalz Kilometer-Gitterlinie) Hilfspunkte signalisiert. Diese Punkte können später gegebenenfalls als Paßpunkte bestimmt werden.

3242. Die Signalisierungsarbeiten

Die Signalisierung beginnt mit dem Freiholzen von in Hecken und Buschwerk liegenden Punkten. Um die Zeit für die eigentliche Signalisierung möglichst kurz zu halten, sollen die Punkte vorher aufgesucht und freigelegt werden. Bis zum Bildflug müssen die Signale unterhalten und anschließend bei Platten überprüft werden. Nach Prüfung der Negative werden die Platten eingesammelt und gereinigt.

Die Ausholzung kann schon beim Setzen der Steine oder im Winter vorgenommen werden. Um die Punkte luftsicher zu machen, ist ein Kegel mit einem Öffnungswinkel von ca. 70° freizuholzen. Dabei ist das trockene Reisig fortzuräumen, da es den Kontrast herabsetzt.

Ist die Vermarkung erst im Spätherbst beendet worden, können die Punkte bei der eigentlichen Signalisierung aufgesucht und freigelegt werden. Ansonsten wird hiermit — je nach der Größe des Gebietes und der zur Verfügung stehenden Arbeitskräfte — etwa eine Woche vorher begonnen. Dabei ist es besonders günstig, wenn die gleichen Kräfte wie bei der Vermarkung eingesetzt werden können. Das Weißeln der Grenzsteinköpfe vor dem Setzen hat sich als eine große Erleichterung erwiesen. Der ausgehobene Boden ist zu zerstreuen, da er schneller austrocknet und somit den Kontrast herabsetzt.

Die Signalisierung mit Gips wird nach den bisherigen Erfahrungen für die Zweitbefliegung nur noch in Einzelfällen in Frage kommen, z. B. für Punkte, die in Feldwegen liegen, da dort die Gefahr der Zerstörung der Platten sehr groß ist. Ferner werden in Rheinland-Pfalz im Wald und Buschwerk die Identifizierungshilfen weiterhin in Gips angelegt. Auch bei der Erstbefliegung wird Gips verwandt, da nur wenige weit zerstreut liegende Punkte signalisiert werden, bei denen die Überwachung und das Einsammeln der Platten zu kostspielig ist.

Bei der Signalisierung werden die Arbeitskräfte zweckmäßig in Gruppen zu vier

Hilfskräften und einer technischen Kraft eingeteilt. Zum Transport des Materials erhält jede Gruppe ein Fuhrwerk oder einen Traktor. Für die Zentren wird eine Schablone benutzt, während die Ringe mit einem behelfsmäßigen Zirkel vorgezeichnet werden. Der Gipsverbrauch beträgt pro Zentrum ca. 0,5 kg und pro Ring ca. 4 kg. Um Irrtümer zu vermeiden, müssen die Identifizierungsringe sofort in die Versteinerungskarte eingetragen werden (s. Abschn. 3521).

Zur Signalisierung mit Platten genügen drei Hilfskräfte pro Gruppe, da die Platten von einem Mann allein ausgelegt werden können. Um Verlagerungen der Platten feststellen zu können, wird das Zentrum des Steines mit Ölkreide bezeichnet. Die Platten sollen horizontal ausgelegt werden. In feuchten Wiesentälern werden die Platten auf Pflöcken befestigt.

Bis zum Bildflug muß die Signalisierung überwacht und unterhalten werden. Diese Arbeiten sind nicht zu unterschätzen, da der Zeitverbrauch und die Kosten die der Erstsinalisierung erreichen können. Ihr Umfang ist von der Zeitspanne zwischen Signalisierung und Bildflug abhängig und damit von der Wetterlage. Regenperioden sind natürlich am ungünstigsten, da der Gips zerstört wird. Aber auch bewölkter Himmel, der keinen Bildflug zuläßt, ist nachteilig, da dadurch die Feldbestellung nicht gehemmt wird. Erfahrungsgemäß ist die Gefährdung durch die Feldbestellung größer, als durch die Witterung, die bei Platten ohne Einfluß ist. Wenn die Wetterlage daher eine Wahl zuläßt, sind zunächst die Gebiete zu befliegen, in denen die Bestellung zuerst einsetzt.

Nach der Art der Gefährdung der Signale richtet sich auch die Arbeitsweise bei der Unterhaltung. Findet die Befliegung vor Beginn der Frühjahrsbestellung statt, so genügt bei Gips eine periodische Überprüfung etwa im Abstand von 14 Tagen. Dabei besteht allerdings die Gefahr, daß nach einer längeren Schlechtwetterperiode vor dem Flug nicht mehr alle Signale überholt, oder die ersten Flugtage nicht ausgenutzt werden können. Fallen jedoch Signalisierung und Feldbestellung zusammen, so muß die Signalisierung laufend überwacht werden. Öffentliche Bekanntmachungen, in denen die Bevölkerung aufgefordert wird, die Signale nicht zu berühren, und unbeabsichtigte Veränderungen zu melden, haben nur geringen Erfolg. Es läßt sich daher nicht umgehen, zumindest in den Feldern, die bestellt werden, und an den Wegen die Signale durch Hilfskräfte laufend überwachen und gegebenenfalls erneuern zu lassen.

Nach dem Bildflug sind bei Signalisierung mit Gips die Arbeiten beendet. Die ausgelegten Platten müssen jedoch sofort nach dem Bildflug überprüft und Lageveränderungen in die Versteinerungskarte eingetragen werden. Da zu diesem Zeitpunkt noch nicht fessteht, ob der Bildflug gelungen ist, werden die veränderten Signale wieder zentrisch gelegt. Erst nach Prüfung des Filmes können die Platten eingesammelt werden, da der Film unbrauchbar sein kann oder Teile des Gebietes infolge Bewölkung oder ungünstiger Streifenlage noch einmal befliegen werden müssen.

33. Der Bildflug

Vom Bildflug als der Grundlage der Luftbildmessung hängen letzten Endes Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit des gesamten Verfahrens ab. Zudem ist er das schwächste Glied in der Kette der photogrammetrischen Arbeitsabschnitte, da die Aufnahmezeit für großmaßstäbige Auswertungen auf wenige Tage im Frühjahr beschränkt ist. Alle Maßnahmen, die zum Gelingen des Bildfluges beitragen, sind daher sorgfältig zu planen, um das Risiko so klein wie möglich zu halten.

331. Zeitpunkt der Befliegung

Innerhalb der Bildflugsaison [23] können Bildflüge für großmaßstäbige Punktauswertungen nur im Frühjahr vor der Wachstumsperiode und im Herbst nach Abschluß der Ernte durchgeführt werden. In der übrigen Zeit werden die Signale durch die Vegetation verdeckt. Der Bildflug im Frühjahr bildet die Regel, da im Herbst wegen der Belaubung nur bei offenem Gelände ohne Baum- und Heckenbestand befriedigende Ergebnisse erwartet werden können. Mit Rücksicht auf die Feldbestellung und die damit verbundene Gefährdung der Signalisierung und im Hinblick auf längere Schlechtwetterperioden wird man den Bildflug so zeitig wie möglich, etwa in den ersten Märztagen, vorsehen.

332. Flugwegplanung

Im Hinblick auf die rationelle Ausmessung müssen Flugweg und Karte so aufeinander abgestimmt werden, daß sich Stereogrammfäche und Karte weitgehend decken.

Fehlt dieser Zusammenhang, so erstreckt sich ein Modellbereich in der Regel über mehrere Kartenblätter, die bei der Auswertung nacheinander eingepaßt werden müssen. Liegen die Paßpunkte so ungünstig auf verschiedenen Karten, daß sie nicht mehr auf dem Rand des jeweiligen Arbeitsblattes dargestellt werden können, sind hierfür zusätzliche Paßpunkte erforderlich.

Welchen von beiden Faktoren der Vorrang gegeben wird, d. h. ob sich der Flugweg nach der herzustellenden Karte oder die Karte nach dem günstigsten Flugweg richten soll, ist von der Art der Karte abhängig. Bei der Herstellung eines Rahmenkartenwerkes, wie der Deutschen Grundkarte 1 : 5000, liegt das Gewicht auf dem Kartenblatt, unabhängig davon, welches Gebiet auf dem betreffenden Blatt dargestellt ist. Flugweg und Maßstab sind dann so zu wählen, daß die Stereogramme jeweils nur auf einem Kartenblatt liegen [25].

Als Ergebnis der *Erstbefliegung* werden in Rheinland-Pfalz topographische Karten im Blattschnitt der Katasterkarte im Maßstab 1 : 2000 oder im Blattschnitt der Grundkarte im Maßstab 1 : 3000 hergestellt (s. Abschn. 351). Der Flugweg verläuft bei einem Bildmaßstab von ca. 1 : 8000 auf einer 500 m Gitterlinie, so daß ein Blatt 1 : 2000 in einem Flugstreifen und ein Grundkartenblatt in zwei Streifen erfaßt wird. Bei der *Zweitbefliegung* sind in einem Flurbereinigungsverfahren grundsätzlich beide Möglichkeiten gegeben. Da die Karten durch den häufigen Gebrauch während des Verfahrens sehr leiden, werden im allgemeinen zwei Ausfertigungen hergestellt: die *Zuteilungskarte*, auf der die Planungen und Berechnungen ausgeführt werden, und die *Flurkarte*, die den neuen Stand nach Abschluß des Verfahrens wiedergibt, und an das Kataster abgegeben wird. Die Zuteilungskarte ist immer eine „Inselkarte“, da wegen der graphischen Berechnungen auf jedem Blatt vollständige Blöcke oder Gewannen dargestellt werden müssen. Die Flurkarte als Teil des Katasterkartenwerkes wird heute vorwiegend im Rahmensystem angelegt.

Die Frage nach der zweckmäßigen Lösung kann nicht allein vom Standpunkt des Bildfluges und der Auswertung beantwortet werden. Auch die weitere Bearbeitung der Karten ist hierbei zu berücksichtigen.

In Rheinland-Pfalz wird der Flugweg nach der Rahmenkarte geplant. Die Originalauswertung wird Flurkarte und eine Kopie Zuteilungskarte. Wird ein transparenter Zeichenträger verwandt, so kann die Kopie als Lichtpause hergestellt werden, so daß eine doppelte Zeichnung entfällt.

Durch den Schnitt der Rahmenkarte 1 km in Nord-Süd- und 2 km in Ost-West-

Richtung sind Flugweg und Bildmaßstab festgelegt. Die Flugachse verläuft auf einer 500-m-Gitterlinie in Ost-West- oder Nord-Süd-Richtung. Die Ost-West-Richtung ist wegen der doppelt so großen Ausdehnung der Karten in dieser Richtung vorteilhafter, da weniger Modelle auf zwei Karten zu kartieren sind.

Diesem Vorteil bei der Ausarbeitung der Karten stehen folgende Nachteile bei Bildflug und Auswertung gegenüber.

Die Gebietsgrenzen parallel zur Flugrichtung stimmen nur in Ausnahmefällen mit denen der Karten und Stereogramme überein. Es müssen daher zusätzlich Streifen geflogen werden, die nur einen kleinen Teil des Gebietes erfassen (s. Abb. 6). Dadurch steigt die Zahl der Stereogramme pro Gebietsfläche bzw. es sinkt die auswertbare Fläche pro Stereogramm. Die durchschnittliche Modellfläche bei dieser Flugwegplanung beträgt 40 ha gegenüber einer theoretischen von 60 ha. Das entspricht einer Verminderung der Modellfläche um 33 Prozent, bezogen auf die theoretische Fläche, und einer Vermehrung der Modellzahl um 50 Prozent. Bei einer Befliegung nach den Gebietsgrenzen dürften die Modellflächen wesentlich höher liegen, wenn sie auch nicht den theoretischen Wert erreichen werden. — Bei der topographischen Auswertung werden die Modelle im allgemeinen unabhängig von den Gebietsgrenzen voll ausgemessen. Die durchschnittliche Modellfläche beträgt hier bei gleichem Bildmaßstab ca. 55 ha (s. Abschnitt 51). —

Da der Bildmaßstab und damit die Stereogrammfäche durch die Rahmenkarten festgelegt ist, fallen bei einem großräumigen Wegenetz mit Punktabständen von 300 bis 600 m, bei dem vom Standpunkt der Genauigkeit ein kleinerer Bildmaßstab genügen würde, nur wenige Neupunkte in ein Stereogramm. Dadurch kam der Einsatz der Luftbildmessung unwirtschaftlich werden, da ein großer Teil der photogrammetrischen Arbeiten, wie Bildflug, Paßpunktbestimmung und Orientierung der Stereogramme flächenabhängig sind (s. Abschnitt 51).

Diese Nachteile werden bei einer Befliegung nach den Gebietsgrenzen vermieden. Der Flugweg und in bestimmten Grenzen der Bildmaßstab können so gewählt werden, daß das Gebiet von einer Mindestzahl von Modellen erfaßt wird. Die Originalkartierung wird dann Zuteilungskarte. Die Blattgrenzen richten sich nach den Stereogrammen. Die Flurkarte wird nach Abschluß des Verfahrens auf Astralon als Rahmenkarte hochgezeichnet oder hochgeritzt.

Die Vorteile dieses Verfahrens bei den photogrammetrischen Arbeiten dürften den Mehraufwand bei der Bearbeitung der Karten ausgleichen. Da sich die Lichtpause als Zuteilungskarte nicht bewährt hat, und die Karten überwiegend doppelt gezeichnet werden (s. Abschnitt 3528), ist geplant, in Rheinland-Pfalz zunächst Versuche mit dieser Methode durchzuführen.

333. Aufnahmekammern und Bildmaßstab

Die verschiedenen Kammertypen sind von Brucklacher [23] eingehend diskutiert und ihre Vor- und Nachteile für die großmaßstäbige Auswertung herausgestellt worden. In Rheinland-Pfalz wurden bisher ausschließlich Normalwinkelkammern mit dem Bildformat 18×18 benutzt. Ob sich in Zukunft die Konvergentkammer 2 RMK 21/18 oder die Weitwinkelkammer 15/23, die beide eine größere Flächenleistung ergeben, durchsetzen werden, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben [26] [27].

Der Bildmaßstab ist bei Katasterauswertungen von der zu fordernden Genauigkeit und dem Schnitt der anzufertigenden Karte abhängig. Stellt man zunächst nur Arbeitskarten her, so entfällt die zweite Bedingung, und der Bildmaßstab kann nur nach dem Gesichtspunkt der Genauigkeit bestimmt werden.

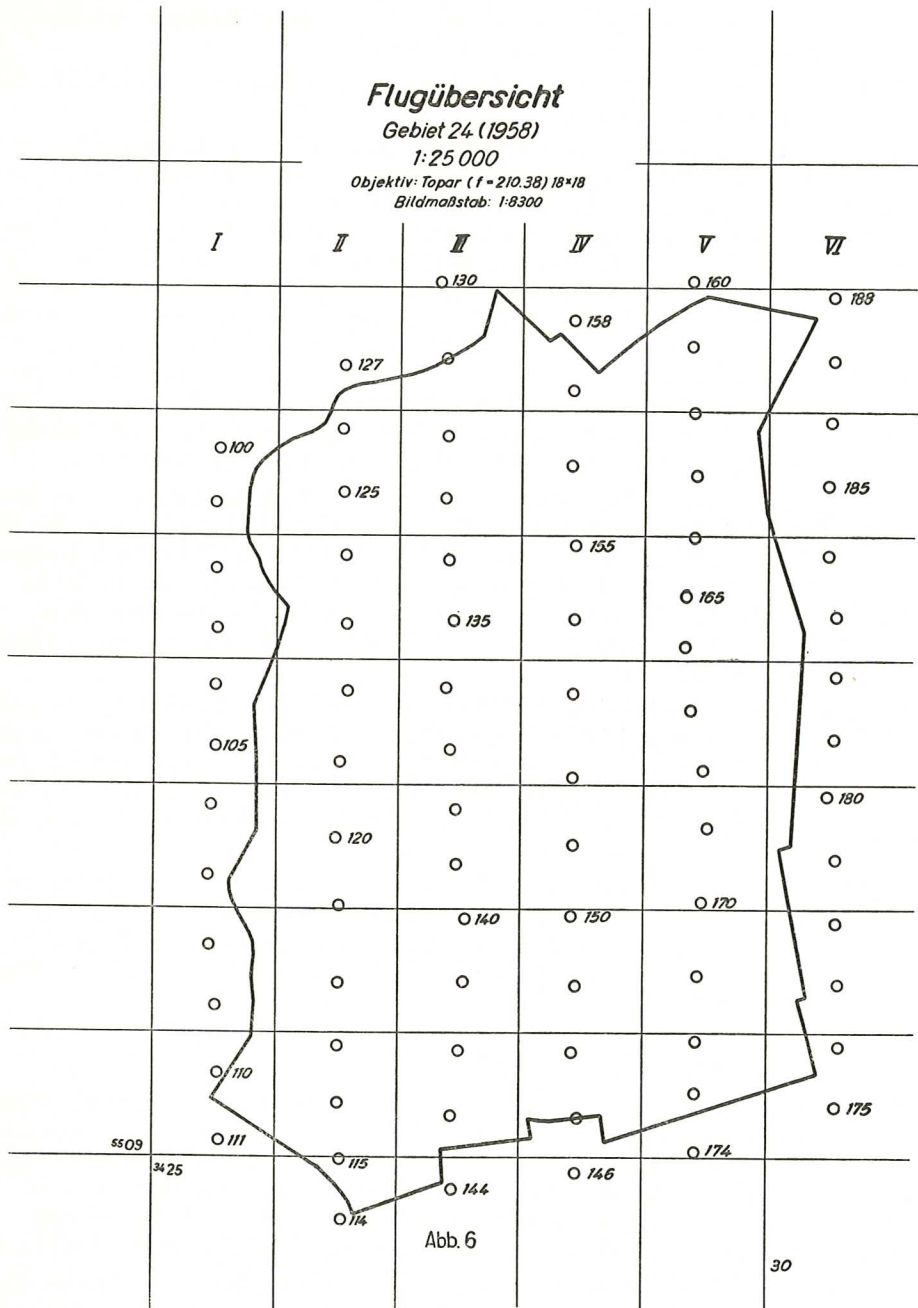
Flugübersicht

Gebiet 24 (1958)

1:25 000

Objektiv: Topar (f = 210,38) 18x18

Bildmaßstab: 1:8300



Aus den bisherigen Versuchen zur Bestimmung der Genauigkeit in Abhängigkeit vom Bildmaßstab geht hervor, daß die mittleren Punktfehler im Bild mit kleiner werdendem Bildmaßstab ebenfalls abnehmen. Jedoch zeigen die absoluten Fehlergrößen bei den einzelnen Versuchen erhebliche Unterschiede, so daß sich eine feste Beziehung zwischen Bildmaßstab und Genauigkeit nicht angeben läßt [23].

Bei praktischen Arbeiten sind Bildmaßstäbe bis zu 1 : 11 000 gebräuchlich [14]. In Rheinland-Pfalz wird als kleinster Maßstab ca. 1 : 9000 bei Rahmenkarten im bayrischen System (ca. $1,1 \times 1,1 \text{ km}^2$) verwandt.

Sollen bei der Auswertung unmittelbar Rahmenkarten hergestellt werden, so ist der Bildmaßstab durch den Blattschnitt weitgehend festgelegt. Bei Rahmenkarten mit einem Blattschnitt von $1 \times 1 \text{ km}^2$ gibt Lehmann [28] als Bildmaßstab 1 : 7500 an. Bei 62 Prozent Längsüberdeckung und 26 Prozent Querüberdeckung ergibt sich damit eine Basis von 500 m und ein Streifenabstand von 1000 m. Es würden somit auf ein Kartenblatt jeweils zwei Modelle entfallen. Diese Fluganordnung setzt aber „gezielte“ Aufnahmen voraus, da bei Reihenaufnahmen in der herkömmlichen Weise weder Flugweg noch Überdeckung mit genügender Genauigkeit eingehalten werden. Bei der Überdeckung wurden in Rheinland-Pfalz Abweichungen von ± 10 Prozent und beim Flugweg bis zu ± 200 m festgestellt.

In Rheinland-Pfalz wird deshalb in einem Bildmaßstab von ca. 1 : 8300 geflogen. Bei 1 km Streifenabstand reichen die Stereogramme ca. 250 m beiderseits über den Kartenrand hinaus, so daß auch bei größeren Abweichungen vom Flugweg eine genügende Querüberlappung gewährleistet ist und die Karte in dem entsprechenden Streifen noch vollständig erfaßt wird. Wird der Flugweg eingehalten, so können auch bei einem großräumigen Wegenetz geschlossene Blöcke auf den Karten dargestellt werden.

Bei diesem Bildmaßstab beträgt die Basislänge bei 60 Prozent Überdeckung ca. 600 m. Dadurch fallen Blatt- und Stereogrammgrenzen in Flugrichtung nicht zusammen, so daß ein Teil der Modelle auf zwei Blätter kartiert werden muß. Da jedoch die Längsüberdeckung schwankt, und die Kartenblätter eine Überzeichnung von 200 m auf jeder Seite zulassen, tritt dieser Fall nicht häufig auf (s. Abschnitt 352).

334. Sonderfälle

Bei der üblichen Anordnung der Flugstreifen fehlt der Zusammenhang zwischen den Bildern benachbarter Streifen sowie den Bildern und der Karte. Die Stereogramme können daher in nebeneinander liegenden Streifen gegeneinander versetzt sein und auf zwei Kartenblättern liegen.

Sollen die Paßpunkte in den Modellecken auch für den Nachbarstreifen verwandt werden können, müssen die Stereogramme in den Streifen so gegenüberliegen, daß es eine Fläche gibt, die von 6 Bildern überdeckt wird. Diese optimale Lage läßt sich durch gezielte Aufnahmen erreichen, die jedoch zur Zeit flugtechnisch noch Schwierigkeiten bereiten.

Brucklacher [23] hat deshalb die „schnelle Bildfolge“ (Steigerung der Längsüberdeckung von 60 Prozent auf ca. 90 Prozent) vorgeschlagen. Aus der Vielzahl der Aufnahmen können in den einzelnen Streifen solche mit 60 Prozent Überdeckung ausgesucht werden, die sich gegenüberliegen. Bei dieser Fluganordnung können die Bilder der Nachbarstreifen maximal um 5 Prozent des Bildformates versetzt sein. Diese Versetzung darf jedoch nicht vernachlässigt werden, da der Paßpunktbereich bei 60 Prozent Überdeckung schon im günstigen Falle klein ist.

Bei einem Bildmaßstab von 1 : 8300 und 60 Prozent Längs- sowie 33 Prozent Querüberdeckung ist der Paßpunktbereich gemessen im Bild

im Format 18 × 18 cm ²	6,0 × 3,6 cm ²
17,5 × 17,5 cm ²	5,0 × 2,6 cm ²
17 × 17 cm ²	4,0 × 1,6 cm ²

Durch die Versetzung des Nachbarstreifens kann sich diese Fläche im Format 17,5 × 17,5 cm² auf 1,7 cm (140 m in der Natur) und im Format 17 × 17 cm² auf 0,7 cm (58 m in der Natur) verringern. Der Paßpunktbereich wird zusätzlich noch durch die Einflüsse von Höhenunterschieden im Gelände sowie Bildverkantungen und -neigungen verkleinert.

Es muß daher mit Aufnahmelagen gerechnet werden, bei denen die sechsfach überdeckte Fläche für die Auswahl von Paßpunkten zu klein ist. Dies gilt vornehmlich für großmaßstäbige Ausmessungen, bei denen nur signalisierte Punkte verwandt werden können.

Sollen auch beim Bildmaßstab 1 : 8300 Karten- und Stereogrammgrenzen übereinstimmen, d. h. der Hauptpunktabstand 500 m betragen, so ergibt sich eine Längsüberdeckung von 67 Prozent. Bei dieser Überdeckung liegt jeder Punkt im Rahmen der durch die Querüberlappung festgelegten Zone im sechsfach überdeckten Bereich. Jeder Paßpunkt kann also für vier Modelle verwandt werden, wenn man zuläßt, daß die Modellbereiche durch die Lage der Paßpunkte und nicht durch die Bildhauptpunkte begrenzt werden. Wegen des kürzeren Aufnahmeabstandes (500 m gegenüber 600 m) erhöht sich die Zahl der Paßpunkte allerdings von vornherein um ca. 16 Prozent.

Um einen Überblick über die Zahl der infolge Verschiebung der Modelle in den Streifen und ungenügender Streifenüberdeckung zusätzlich bestimmten Paßpunkte zu gewinnen, wurden 23 Verfahren mit 447 Modellen daraufhin untersucht. Bei einem Bildmaßstab von ca. 1 : 8300 und einer Sollüberdeckung von 60 Prozent sowie einer Sollüberlappung von 33 Prozent wurden 850 Paßpunkte benötigt, davon ca. 10 Prozent wegen Streifenverschiebung und ca. 3 Prozent wegen ungenügender Querüberlappung. Der zusätzliche Aufwand lag also 6 Prozent tiefer als der theoretische Mehraufwand bei der 67prozentigen Überdeckung. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß die zusätzlichen Paßpunkte immer in der Nähe der Stammpunkte liegen, die Bestimmung also relativ einfach ist. Bei der 67prozentigen Überdeckung handelt es sich dagegen um normale Paßpunkte.

In Rheinland-Pfalz wurden bisher alle Verfahren in der herkömmlichen Weise befolgt.

34. Die Paßpunktbestimmung

Die Paßpunktbestimmung ist der Arbeitsabschnitt bei der Luftbildmessung, der wegen der umfangreichen terrestrischen Messungen noch verbesserungsbedürftig ist. Im Abschnitt „Bildflug“ wurden bereits Möglichkeiten gezeigt, die Zahl der notwendigen Paßpunkte zu vermindern. Diese Maßnahmen bedeuten jedoch nur eine Erleichterung, nicht eine Lösung des Paßpunktproblems, die von der Aerotriangulation erwartet wird.

341. Die Zahl der Paßpunkte

Zur absoluten Orientierung, d. h. zur Orientierung des Stereogramms im Landesystem und zum Lot sind mindestens zwei Lage- und drei Höhenpaßpunkte erforderlich. Um Extrapolationen zu vermeiden, und zur Kontrolle gegen grobe Fehler werden vier

Lage- und Höhenpaßpunkte in den Ecken des Stereogramms verlangt, so daß das gesamte Modell innerhalb dieses Paßpunktpolygons liegt.

Die Zahl der Paßpunkte pro Flächeneinheit ist abhängig von der Modellfläche, von der Lage der Modelle zueinander und von der Größe und Form des auszumessenden Gebietes. Die flugtechnischen Maßnahmen zur Erzielung optimaler Verhältnisse für die beiden ersten Faktoren wurden bereits erwähnt. Form und Größe des Gebietes werden nach landeskulturellen Gesichtspunkten festgelegt; sie sind deshalb als gegeben anzusehen. Besonders bei kleinen Gebieten treten viele Randmodelle auf, deren Paßpunkte nur für ein Stereogramm benutzt werden können, wodurch die Zahl der Paßpunkte erheblich vergrößert werden kann. Es ist daher nicht möglich, allein auf Grund der auszumessenden Fläche die Zahl der Paßpunkte theoretisch zu berechnen; hierfür können nur Erfahrungswerte angegeben werden.

Trotzdem ist es interessant, das Minimum von Paßpunkten für eine gegebene Anzahl von Modellen zu untersuchen. Bildmaßstab und Überdeckung, deren Einfluß bereits von Förstner [29] behandelt wurde, werden als konstant vorausgesetzt. Ist die Fläche rechteckig und liegen die Modelle in den Streifen jeweils untereinander, so ergibt sich die Zahl der Paßpunkte aus der Formel:

$$N = (m + 1) \left(\frac{n}{m} + 1 \right) \quad \begin{array}{l} n = \text{Gesamtzahl der Modelle} \\ m = \text{Gesamtzahl der Streifen} \end{array}$$

$N = \text{Zahl der Paßpunkte}$

Es tritt nun die Frage auf, welche Flächenform vom Gesichtspunkt der Paßpunkte die günstigste ist, beziehungsweise in welcher Richtung ein gegebenes Gebiet befliegen werden muß, damit die Zahl der Paßpunkte zum Minimum wird.

Die oben angegebene Funktion hat ein Minimum für

$$m = \sqrt{n}$$

das heißt: Zahl der Streifen gleich Zahl der Modelle innerhalb eines Streifens.

Da bei Stereogrammen von Senkrechtaufnahmen mit 60 Prozent Längs- und 30 Prozent Querüberdeckung die Ausdehnungen in beiden Richtungen etwa im Verhältnis 1 : 2 stehen, ergibt sich als günstigste Figur ein Rechteck mit dem Seitenverhältnis 1 : 2. Bemerkenswert ist, daß die Flugrichtung parallel zur kurzen Seite verläuft. Diese Tatsache steht im Gegensatz zur bisherigen Übung, möglichst lange Streifen zu fliegen. Die Abhängigkeit der Zahl der Paßpunkte von dem Seitenverhältnis der Gebietsfläche ist in Abbildung 7 dargestellt. Merkbare Unterschiede treten jedoch nur in Extremfällen auf, wobei im Einzelfall zu prüfen ist, ob die Einsparung an Paßpunkten nicht durch die Schwierigkeiten beim Bildflug (viele kurze Streifen) wettgemacht werden.

Beispiel zu Abbildung 7

Zahl der Modelle: $n = 100$

1. Seitenverhältnis 1 : 2 (10 Streifen)
 $N = n + 1 + 2 \sqrt{n}$ (aus Diagramm)
 $N = 101 + 2 \sqrt{100} = 121$
2. Seitenverhältnis 1 : 12,5 (2 Streifen)
 $N = 101 + 5,2 \sqrt{100} = 153$
3. Seitenverhältnis 12,5 : 1 (25 Streifen)
 $N = 101 + 2,9 \sqrt{100} = 130$

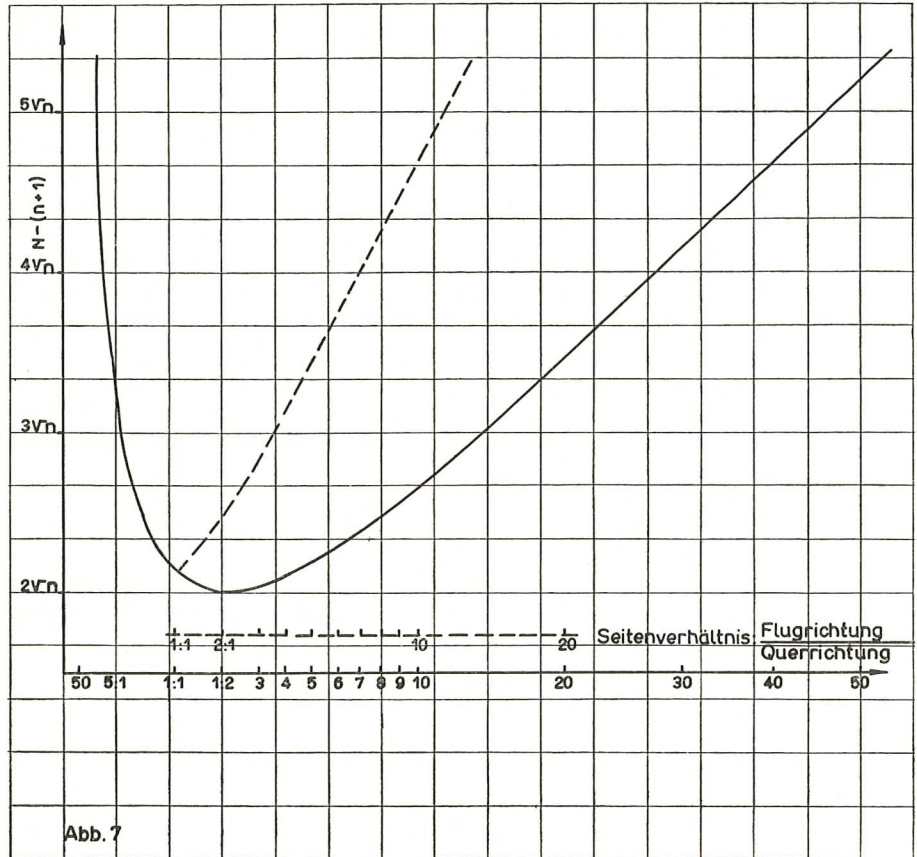


Abbildung 7. Zahl der Paßpunkte in Abhängigkeit vom Seitenverhältnis der beflogenen Fläche (Zusatzglied).

Auch die Größe des Gebietes beeinflusst die Zahl der Paßpunkte. Berechnet man die Zahl der Paßpunkte pro Modell, so ergibt sich:

$$\frac{N}{n} = \frac{m+1}{n} + \frac{1}{m} + 1$$

Da $m \leq n$ verringert sich die Zahl der Paßpunkte pro Stereogramm bzw. pro Flächeneinheit bei konstanter Modellfläche mit wachsendem n . Je größer das Gebiet ist, desto geringer ist die Zahl der Paßpunkte pro Fläche, da die Zahl der nicht voll ausgenutzten Randpunkte im Verhältnis zur Gesamtpunktzahl mit wachsender Fläche kleiner wird.

Wie schon eingangs gesagt, läßt sich auf Grund theoretischer Überlegungen die Zahl der Paßpunkte nicht genau angeben. Als Anhalt können nur Erfahrungswerte herangezogen werden. Aus den bisherigen Auswertungen der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz, für die entsprechende Angaben vorliegen, ergeben sich folgende Zahlen:

Zahl der Verfahren:	34
Gesamtfläche:	27 320 ha

Zahl der Paßpunkte:	1256
Fläche/Modell:	40 ha
Paßpunkte/1000 ha:	46
Paßpunkte/Modell:	1,9

Diese Zahlen gelten für einen Bildmaßstab von ca. 1 : 8300 bei einer Lage der Flugachse auf der 500-m-Gitterlinie sowie jeweils vier Paßpunkten in den Ecken des Stereogramms. Durch einen zusätzlichen Paßpunkt in der Mitte des Stereogramms für die maschenweise affine Transformation (s. Abschnitt 352) würde sich die Zahl der Paßpunkte um ca. 50 Prozent erhöhen, von 46 um 25 auf 71 für 1000 ha.

Diese Angaben beziehen sich nur auf die für die Ausmessung erforderlichen Paßpunkte. Die Zahl der zu bestimmenden Paßpunkte ist örtlich verschieden und hängt von der Zahl der vorhandenen Festpunkte und ihrer Lage innerhalb des Stereogramms ab.

Nach den bisherigen Erfahrungen sind etwa 30 Punkte pro 1000 ha lage- und höhenmäßig und 20 Punkte nur der Höhe nach zu bestimmen (s. Abschnitt 51). Bei den Höhenpunkten handelt es sich in erster Linie um Polygonpunkte, für die keine Höhen vorliegen.

342. Die Paßpunktbestimmung bei der Erstbefliegung

Das Ziel der Erstbefliegung ist die Herstellung eines topographischen Planes als Entwurfsgrundlage für das Wege- und Gewässernetz. Aus dieser Zweckbestimmung ergibt sich eine wesentlich höhere Toleranz für die Lagegenauigkeit als bei der topometrischen Auswertung. Es ist daher möglich, auf die terrestrische Bestimmung von Lagepunkten weitgehend zu verzichten, und nur die Höhenpunkte im Felde zu bestimmen.

Die Ausführungen über die Höhenpunkte in den folgenden Abschnitten „Paßpunktbestimmung bei der Zweitbefliegung“ gelten auch für die Erstbefliegung. Da die Höhenbestimmung relativ einfach ist, spielt die Zahl der Punkte nur eine untergeordnete Rolle.

Die Höhenpunkte werden vorwiegend trigonometrisch mit optischer Streckenmessung (Basislatte) bestimmt. Da die Genauigkeitsforderungen an die Strecken bei trigonometrischer Höhenbestimmung relativ gering sind, können je nach Größe der Zenitdistanz auch längere Strecken ohne Hilfsbasis gemessen werden. Dadurch ergibt sich ein schneller Arbeitsfortschritt.

Für die Lageeinpassung wurden mehrere Verfahren verwandt.

Zunächst bestand die Absicht, die Stereogramme auf Grund einer verkleinerten und zu einer Übersichtskarte montierten Katasterkarte einzupassen. Es stellte sich jedoch heraus, daß bei den in Rheinland-Pfalz vorliegenden Karten dieser Weg nicht gangbar war. Abgesehen von mangelnder Identifizierungsmöglichkeit wiesen die Karten derartige Ungenauigkeiten auf, daß die Einpassung unmöglich wurde.

Daraufhin wurden Versuche angestellt, die Lagepunkte mittels Radialschlitztriangulation zu bestimmen. Diese Methode, die sich bei kleinen Maßstäben durchaus bewährt hat, mußte bei den großen Maßstäben 1 : 2000 bis 1 : 3000 versagen. Die Triangulation konnte wegen der beschränkten Größe der Schablonen nur im Maßstab 1 : 5000 ausgeführt werden. Schon aus der Zeichengenauigkeit in diesem Maßstab ergeben sich Fehler, die bei der Stereoauswertung zu Schwierigkeiten führen. Tatsächlich entstanden Fehler bis zu 7 m.

Es lag daher nahe, für die topographische Auswertung die Aerotriangulation einzusetzen. Allerdings erscheint das Normalverfahren der Aerotriangulation, die Tri-

angulation eines Streifens mit Ausgleichung und anschließender Auswertung, noch zu aufwendig. Es wird daher nur ein Modell eines Streifens lagemäßig eingepaßt. Maßstab und Azimut werden bei der Auswertung durch Folgebildanschluß auf die anschließenden Modelle übertragen und auf Grund etwa noch vorhandener Festpunkte laufend verbessert.

Der Arbeitsgang bei diesem Verfahren ist folgender:

Die Auswertung wird mit dem Stereogramm eines Streifens begonnen, in dem mindestens zwei günstig gelegene Lagepunkte vorhanden sind. Um Maßstab und Azimut genau bestimmen zu können, sollen diese Punkte am unteren und oberen Rand des Modelles liegen. Über diese Lagepunkte wird das Modell eingepaßt. Anschließend werden zwei oder mehrere Lagepunkte zum Anschluß der folgenden Modelle und der benachbarten Streifen im Gerät bestimmt. Hierfür eignen sich besonders kleine, helle Punkte. Feldecken sind weniger geeignet, da ihre Definition nicht genau genug ist. Bei der Auswahl dieser Punkte ist zu prüfen, ob sie auf allen Anschlußbildern sichtbar sind. Die neu bestimmten Punkte werden kartiert und durch Umformung über die gegebenen Punkte koordiniert. Eine Koordinierung ist nur erforderlich, wenn nicht im Rahmen-system ausgewertet wird und die endgültige Karte als Reinzeichnung der Originalauswertung hergestellt werden soll, um die Originalauswertung auf dem Rahmenblatt einpassen zu können.

Das folgende Modell wird über die im ersten Modell bestimmten Punkte eingepaßt. Auf diese Weise werden die einzelnen Modelle aneinandergereiht. Liegt in einem der folgenden Stereogramme ein weiterer Festpunkt, so wird dieser für die Einpassung mit herangezogen. Spätestens nach 4 bis 5 Modellen (ca. 2 km, Bildmaßstab 1 : 8000) soll die Einpassung durch neue Festpunkte verbessert werden.

Bei der Auswertung des nächsten Streifens werden die bereits bestimmten Lagepunkte weiter benutzt, um den Streifenanschluß zu wahren. Sind in einem Streifen in keinem Modell zwei günstig gelegene Festpunkte vorhanden, so wird dieser Streifen übersprungen und anschließend auf Grund der in den Nachbarstreifen bestimmten Punkte eingepaßt.

Die Genauigkeit dieses Verfahrens läßt sich nicht allgemeingültig angeben, da die auftretenden Fehler von der Zahl und Lage der vorhandenen Festpunkte abhängen.

Nach der graphischen Einpassung auf zusätzliche Festpunkte oder die Punkte an den Streifenanschlüssen liegen die Abweichungen gegen die Sollage, von einigen Ausnahmen abgesehen, innerhalb 0,2 mm. Das sind bei einem Maßstab von 1 : 2000 0,4 m in der Natur. Bei rechnerischer Bestimmung liegen die Abweichungen gegen das Mittel der mehrfach bestimmten Punkte an den Streifenanschlüssen in der Größenordnung von $\pm 0,30$ m.

Diese Genauigkeit ist für die Zwecke der Flurbereinigung vollkommen ausreichend; auch eine spätere Verwendung der Höhendarstellung für die Deutsche Grundkarte wird hierdurch nicht beeinträchtigt.

343. Die Auswahl der Paßpunkte

Bei großmaßstäbigen Punktauswertungen können wegen der geforderten Genauigkeit nur signalisierte Punkte als Lagepaßpunkte verwandt werden, während für die Höhenpunkte auch Geländepunkte ausreichen. Die Paßpunkte werden zweckmäßig erst nach dem Bildflug ausgewählt. Auf diese Weise können sie in die günstigsten Stellen und auf einwandfrei sichtbare Punkte gelegt werden.

Die Auswahl wird auf den Kontaktabzügen vorgenommen. Zunächst wird der „opti-

male Modellbereich“ festgelegt, in dessen Ecken die Paßpunkte liegen sollen. Er ergibt sich in Längsrichtung des Flugstreifens für jedes Bildpaar aus den Vertikalen durch die Bildhauptpunkte und parallel zur Flugrichtung durch die Halbierungslinie der Querüberdeckung. Dieses Optimum ist so zu verstehen, daß innerhalb des Stereogrammblockes mit einer Auswertung über diesen Modellbereich hinaus kein Arbeits- oder Zeitgewinn zu erzielen ist. An den Rändern des Gebietes können dagegen bei einer Auswertung über diesen optimalen Modellbereich hinaus häufig Stereogramme und Paßpunkte gespart werden.

Nach Eintragung der Modelle in die Kontaktabzüge werden die Stereogramme ausgewählt, die ausgewertet werden sollen. Besonders an den Rändern des Verfahrensgebietes können Teile vollständig innerhalb zweier Stereogramme liegen, von denen nur eins für die Auswertung herangezogen wird. Dabei können in Grenzfällen nur wenige Punkte auf dem vorhergehenden Stereogramm nicht mehr erfaßt werden. In diesen Fällen muß unter Berücksichtigung des Zeitaufwandes der zusätzlichen Paßpunktbestimmung und der terrestrischen Aufmessung der nicht erfaßten Punkte entschieden werden, ob noch ein zusätzliches Stereogramm ausgewertet werden soll. Der Aufwand für die Orientierung eines weiteren Modells kann dabei unberücksichtigt bleiben, da er immer geringer sein wird, als der einer terrestrischen Aufmessung.

Bei der Auswahl der Paßpunkte ist in erster Linie auf die Auswertung Rücksicht zu nehmen. Erst in zweiter Linie ist die Geländegestaltung im Hinblick auf eine einfache Bestimmung zu beachten. Die Punkte sind möglichst in den sechsfach überdeckten Bereich zu legen, damit sie für vier Modelle benutzt werden können. Ist diese optimale Lage nicht möglich, so sind zusätzliche Punkte so zu legen, daß sie von den Stamm- punkten einfach bestimmt werden können.

Für die Randmodelle gilt die Forderung nach vier Paßpunkten in den Modellecken nicht. Erstreckt sich die Auswertung nur auf kleine Teile des Modells, genügen häufig drei Paßpunkte bzw. die Neupunkte können gänzlich ohne zusätzliche Paßpunkte im Anschluß an das vorhergehende Modell ausgemessen werden. Dabei ist jedoch darauf zu achten, daß Extrapolationen vermieden werden. Zur Kontrolle sind auch in diesen Stereogrammen vier Höhenpunkte in den Modellecken auszuwählen.

Bei knapper Überdeckung von wenig mehr als 50 Prozent können an den Gebietsrändern auch Bildlagen auftreten, die eine Auswertung infolge fehlender Einpaßmöglichkeit nicht zulassen.

Paßpunkte, die nur unter großem Aufwand bestimmt werden können, werden für die photogrammetrische Bestimmung (s. Abschnitt 347) vorgesehen. Hierbei handelt es sich vorwiegend um Punkte in engen Wiesentälern und Waldgebieten.

Alle bereits koordinierten Punkte können als Paßpunkte verwandt werden, wenn ihre Koordinaten innerhalb des Neumessungsgebietes bestehen bleiben. Diese Punkte werden nicht immer die für Paßpunkte geforderte Genauigkeit (s. Abschnitt 344) aufweisen. Da das neue Netz jedoch in jedem Fall an die terrestrischen Punkte angepaßt werden muß, bestehen keine Bedenken, sie als Paßpunkte zu verwenden.

Im Normalfall sind Lage- und Höhenpaßpunkte identisch. Nur in den Randmodellen, die nur kleine Gebietsteile erfassen, kann der Abstand zwischen den signalisierten Punkten zu klein werden, um das Modell genau horizontieren zu können. In diesen Fällen werden in den Modellecken Geländepunkte, wie Wegekreuze, Schnitte von Gewannengrenzen mit Wegen usw., als Höhenpaßpunkte ausgesucht. Die genaue Lage dieser Punkte wird bei der örtlichen Bestimmung festgelegt und durch eine einfache Skizze angegeben. Im Bild hell erscheinende Straßen sind als Höhenpunkte nicht geeignet, da sich auf ihnen die Meßmarke im Gerät schlecht aufsetzen läßt.

344. Die Genauigkeit der Paßpunkte

Die *L a g e g e n a u i g k e i t* der Paßpunkte soll so groß sein, daß ihre Fehler gegenüber denen der photogrammetrischen Bestimmung vernachlässigt werden können. Dies ist dann der Fall, wenn der Fehler der Paßpunkte in der Größenordnung des photogrammetrischen Einstellfehlers etwa bei 4–5 cm (Bildmaßstab ca. 1 : 8000) liegt (s. Abschnitt 41). Diese Genauigkeit ist deshalb zu fordern, weil das photogrammetrische Punktfeld in das terrestrische eingepaßt wird und somit die Fehler der Paßpunkte auf die photogrammetrische Koordinaten übertragen werden.

Diese Genauigkeit läßt sich bei einem guten trigonometrischen Netz und sorgfältiger Messung erreichen. Eine höhere Genauigkeit würde einen extremen und unwirtschaftlichen Aufwand erfordern.

Fö r s t n e r [29] hat eine derartige Paßpunktbestimmung untersucht und folgende mittlere Punktfehler festgestellt:

trigonom. best. Punkte:	$\pm 5,0$ cm
polygon. best. Punkte:	$\pm 6,7$ cm

Damit ist erwiesen, daß diese Genauigkeitsforderung in etwa erreicht werden kann.

Ältere Polygonzüge, z. B. an den Verfahrensgrenzen, werden häufig größere Punktfehler aufweisen. Trotzdem muß auch in diesen Fällen, um die Nachbargenauigkeit zu wahren, das photogrammetrische Punktfeld an diese Punkte angepaßt werden, da ihre Koordinaten mit Rücksicht auf die bereits angeschlossenen Messungen nicht geändert werden können.

Für die *H ö h e n* wird Dezimetergenauigkeit verlangt. Diese Genauigkeitsforderung ergibt sich nicht aus der Auswirkung von Horizontierungsfehlern auf die Lagegenauigkeit. Die dadurch definierte Toleranz liegt je nach Höhenunterschied und Gelände etwa bei $\pm 0,5$ m [4]. Für die zu fordernde Genauigkeit sind vielmehr praktische Gesichtspunkte entscheidend. Da die stereoskopische Meßgenauigkeit bei einer Flughöhe von 1750 m etwa in der gleichen Größenordnung liegt, erhält der Auswerter ein Gefühl der Sicherheit, wenn die Restfehler an den Paßpunkten Null sind. Würden Restfehler über 0,5 m zugelassen, so könnte ein Punkt um Meterbeträge falsch sein, ohne daß dieser Fehler aufgedeckt würde, da er auf die anderen Punkte verteilt wird.

Bei der Paßpunktbestimmung läßt sich Dezimetergenauigkeit auch bei trigonometrischer Höhenbestimmung einhalten; sie ergibt sich gewissermaßen schon aus dieser Methode als Kontrolle der örtlichen Messung.

Genauere Paßpunkte erhöhen nicht nur die Genauigkeit des photogrammetrischen Punktfeldes, sie erleichtern auch die Auswertearbeiten und die Transformation der Maschinenkoordinaten.

345. Örtliche Arbeiten

Die Paßpunktbestimmung wird nach den bisherigen Erfahrungen am besten von Spezialtrupps durchgeführt. Gerade die Paßpunktbestimmung stellt an den Ausführenden hohe Ansprüche, da die Punkte unabhängig von ihrer Bestimmungsmöglichkeit durch ihre Lage innerhalb der Bilder in engen Grenzen festliegen. Er ist daher oft zu Kompromissen zwischen Genauigkeit und Aufwand gezwungen und muß beide Gesichtspunkte in ein tragbares Verhältnis zueinander bringen. Daneben soll er auch über photogrammetrische Kenntnisse verfügen, um beurteilen zu können, inwieweit eine Verlegung einzelner Punkte zur leichteren Bestimmung auswertetechnisch noch tragbar ist.

Die Paßpunkte werden vorwiegend trigonometrisch bestimmt. Hierbei ist eine flächenhafte Interpolation am besten gewährleistet. Außerdem lassen sich die Punkte einfacher

und leichter trigonometrisch bestimmen als durch Polygonzüge. — Bei Polygonzügen mit optischer Streckenmessung sind mehr Beobachtungen mit größerer Genauigkeit pro Paßpunkt erforderlich. — Polygonzüge werden deshalb nur angewandt, wenn das Gelände eine trigonometrische Bestimmung nicht zuläßt oder mehrere Paßpunkte in einem Zug bestimmt werden können.

Als Instrument wird ausschließlich ein Sekunden-Theodolit mit Basislatte und Zwangszentrierungseinrichtung verwandt.

Bei der Berechnung der trigonometrisch bestimmten Punkte wird auf eine strenge Ausgleichung verzichtet. Die Punkte werden unabhängig zweimal durch Vorwärts- oder Rückwärtseinschnitt bestimmt und die Ergebnisse gemittelt. Bei einem guten trigonometrischen Netz betragen die Differenzen nur wenige Zentimeter. Zur Kontrolle wird für jeden Punkt ein Abriß aufgestellt.

Die Polygonzüge werden mit Zwangszentrierung und optischer Streckenmessung beobachtet. Als Fehlergrenzen gelten die des FP-Erlasses für Feinpolygonzüge.

Die Höhen werden je nach Art des Geländes trigonometrisch oder nivellistisch bestimmt. Bei Polygonzügen wird die Höhe mit übertragen.

346. Die Vorausbestimmung von Paßpunkten

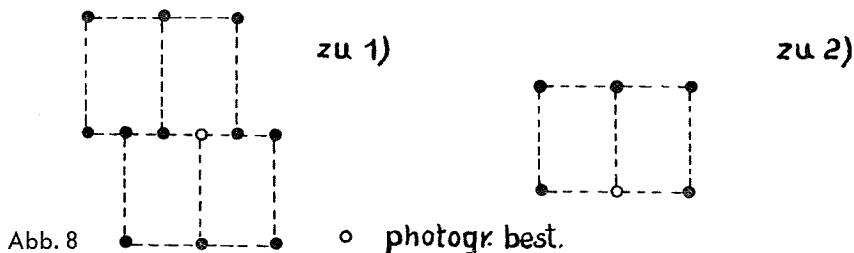
Um nach dem Bildflug möglichst bald mit der Auswertung beginnen zu können, können in einem Verfahren Paßpunkte bereits vor dem Bildflug bestimmt werden. Da die Lage der Stereogramme in der Flugrichtung zunächst unbekannt ist, müssen an den Grenzen der Flugstreifen (km-Gitterlinie) Paßpunkte in geringem Abstand (ca. 200 m) bestimmt werden. Der größere Aufwand bei der Paßpunktbestimmung wird durch den Vorteil, möglichst früh mit der Auswertung beginnen zu können, aufgewogen, da die für die Auswertung zur Verfügung stehende Zeit bei der Flurbereinigung begrenzt ist (s. Abschnitt 6).

In Rheinland-Pfalz wurden verschiedentlich Paßpunkte vorherbestimmt, so daß etwa acht Tage nach dem Bildflug mit der Auswertung begonnen werden konnte.

347. Die photogrammetrische Bestimmung von Paßpunkten

347.1. Die Bestimmung von Einzelpunkten

Die photogrammetrische Bestimmung von Einzelpunkten kann als erster Schritt zur Aerotriangulation angesehen werden. Sie ist da am Platze, wo die terrestrische Bestimmung einen unverhältnismäßig großen Aufwand verlangen würde, und ein geringer Genauigkeitsverlust in Kauf genommen werden kann.



Hierbei können zwei Fälle unterschieden werden:

(1) Der Anschluß an einen photogrammetrisch bestimmten Punkt eines Nachbarstreifens.

Die Modelle innerhalb der Flugstreifen sind gegeneinander verschoben, so daß die Paßpunkte eines Streifens nicht für den Nachbarstreifen verwandt werden können. Für das betreffende Modell sind vier Paßpunkte vorhanden, die jedoch nicht in den Modellecken liegen. Um bei der Ausmessung Extrapolationen zu vermeiden, müßte ein zusätzlicher Paßpunkt in der Modellecke bestimmt werden. Statt dessen kann man einen Punkt aus dem Modell des Nachbarstreifens verwenden. Um Einstellfehler auszuschalten, können auch Punktgruppen benutzt werden.

Diese Randpunkte haben einen mittleren Punktfehler von ca. ± 12 cm, so daß mit einem geringen Genauigkeitsverlust zu rechnen ist (s. Abschnitt 43).

Bei der weiteren Bearbeitung werden die Koordination des Stammodells angehalten. Es ist nicht zweckmäßig, die Koordinaten mit denen aus den Anschlußmodellen zu mitteln, wie es bei den Modellanschlüssen üblich ist, da die Gewichte der einzelnen Koordinaten verschieden sind. Im Stammodell liegt der Punkt innerhalb des Paßpunkt-rahmens, während in den angeschlossenen Modellen eine Extrapolation vorliegt.

(2) Die Bestimmung eines Paßpunktes aus mehreren Modellen.

Dieser Fall tritt besonders in Waldgebieten auf, wenn die Bestimmung eines Paßpunktes einen unverhältnismäßig hohen Aufwand erfordern würde. Der zu bestimmende Punkt liegt an der Grenze mehrerer Modelle, für die je drei Paßpunkte vorhanden sind. Er wird in jedem Modell unabhängig durch Helmert-Transformation bestimmt. Die so gewonnenen Ergebnisse werden gemittelt.

Über die Genauigkeit dieser photogrammetrisch bestimmten Paßpunkte lassen sich keine allgemeingültigen Angaben machen, da sie von verschiedenen Faktoren, wie Lage des Punktes innerhalb des Stereogramms, den Spannungen zwischen den Paßpunkten und der Beschaffenheit des Filmmaterials abhängig ist. In der Tabelle 2 sind deshalb einige Beispiele derartiger Bestimmungen mit ihren Fehlern aufgeführt.

3472. Die Aerotriangulation

Die Entwicklung der Aerotriangulation, besonders in großen Bildmaßstäben, ist zur Zeit noch zu sehr im Fluß, als daß ein endgültiges Urteil über ihre Anwendung bei großmaßstäbigen Punktauswertungen abgegeben werden könnte.

Während die Aerotriangulation bei kleinmaßstäbigen Auswertungen, besonders in unerschlossenen Gebieten, praktisch konkurrenzlos ist, muß sie bei großmaßstäbigen Arbeiten mit der terrestrischen Paßpunktbestimmung konkurrieren können. Auch bei einer Aerotriangulation muß eine gewisse Mindestzahl von Paßpunkten gegeben sein, so daß im allgemeinen auf eine terrestrische Bestimmung nicht vollständig verzichtet werden kann. Eine Aerotriangulation ist deshalb nur dann zu vertreten, wenn sie gegenüber der terrestrischen Paßpunktbestimmung eine erhebliche Zeit- und Kostenersparnis mit sich bringt.

Über die erreichte Genauigkeit in großen Maßstäben liegen nur wenige Angaben vor. Brucklacher [23] gibt als Normalfall für optisch-mechanische Triangulation den

mittleren Punktfehler zu $m_p = \frac{13\,000}{m_b}$ an, während Kasper-Scholl [14] allgemein

angeben, daß die Lagefehler bei 4 bis 6 Modellen innerhalb der Zeichengenauigkeit liegen und weiter von einer Aerotriangulation in Österreich berichten, bei der bei einem Bildmaßstab von 1 : 11 000 und einer Streifenlänge von 6 Modellen ein mittlerer Punktfehler von ca. ± 8 cm erreicht wurde.

Allgemein wird heute noch nicht die Genauigkeit der terrestrischen Bestimmung erreicht.

Punkt-Nr.	Δy cm	Δx cm	Modell	v_y cm	v_x cm	m \pm cm
345			Bestimmung nach (1)			
			I	- 1	+ 8	9,3
			II	- 2	- 11	\pm 12,3
424			I	- 7	- 1	6,6
			II	- 1	- 10	7,9
506			I	- 11	+ 9	8,2
			II	- 3	+ 5	5,7

			Bestimmung nach (2)			
120	4	30	I	- 4	- 3	7,5
			II	- 3	+ 7	10,5
848	26	7	I	- 2	0	8,0
			II	+ 10	- 1	8,0
897	18	5	I	- 2	- 3	3,0
			II	+ 8	+ 9	8,0
26	22	22	I	+ 3	+ 1	5,0
			II	- 4	0	4,1
648	13	39	I	- 1	- 3	5,8
			II	0	+ 8	30,0
51	27	11	I	+ 5	+ 1	12,5
			II	+ 9	+ 1	10,0

Tabelle 2. Genauigkeit photogram. best. Einzelpunkte.

Erläuterung:

Δy , Δx : Koordinatendifferenzen zwischen den beiden Bestimmungen.

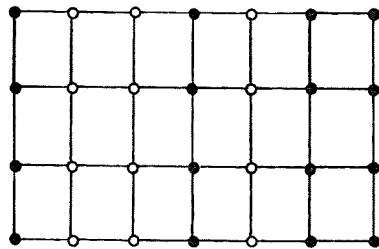
v_x , v_y : Restfehler nach der Helmert-Transformation.

m: mittlerer Koordinatenfehler aus der Helmert-Transformation.

Da die großmaßstäbige Aerotriangulation auch in das Programm der Europäischen Organisation für experimentelle photogrammetrische Studien (OEEPE) aufgenommen wurde, wird in absehbarer Zeit mit einer Klärung der technischen Fragen zu rechnen sein.

Die Wirtschaftlichkeit der Aerotriangulation gegenüber der terrestrischen Paßpunktbestimmung kann erst endgültig beantwortet werden, wenn ein entsprechendes Verfahren für die Praxis entwickelt ist. Sie ist jedoch schon heute fraglich, da die Paßpunktersparnis bei kurzen Flugstreifen, wie sie bei Flurbereinigungsverfahren wegen der relativ kleinen Gebiete die Regel bilden, gering ist, wie im folgenden Beispiel überschlägig gezeigt werden soll.

Beispiel einer Aerotriangulation



- terrestrisch bestimmt
 - photogrammetrisch bestimmt
- Zahl der Modelle: 18
 photogramm. best. Paßpunkte: 12
 „Ausbeute“ pro Modell: 0,66 Paßpunkte.

Abb. 9

Vergleich der Kosten:

terrestrische Bestimmung eines Paßpunktes: ca. DM 60,— (s. Abschn. 51)
 (ohne Berechnung)

Triangulation eines Modells (ca. 2 Std.)¹: ca. DM 30,— (s. Abschn. 51)

Kosten eine photogrammetrisch bestimmten Paßpunktes ohne Berechnung
 = DM 45,—.

Es ist zu erwarten, daß eine Steigerung der Genauigkeit mit einer Vergrößerung des Geräte- und Berechnungsaufwandes verbunden ist, so daß dadurch das Verhältnis weiter zuungunsten der Aerotriangulation verschoben wird.

Abschließend kann gesagt werden, daß bei dem heutigen Stand der Entwicklung die Aerotriangulation in großen Bildmaßstäben für die praktische Auswertung im allgemeinen nicht rationell ist. Sie ist nur in Einzelfällen angebracht, wo die terrestrische Paßpunktbestimmung durch ungünstige Geländebeziehungen erhebliche Schwierigkeiten bereitet und eine geringere Genauigkeit vertretbar ist.

35. Die Stereo-Auswertung

351. Die topographische Auswertung

Topographische Pläne werden nur für die Gebiete angefertigt, für die keine großmaßstäbigen topographischen Karten vorliegen, und in denen schwierige Geländebeziehungen herrschen. Als großmaßstäbige Karten in diesem Sinne sind die Deutsche Grundkarte und die Höhenflurkarten der süddeutschen Länder anzusehen. Solche Karten liegen für den größten Teil des Landes Rheinland-Pfalz nicht vor; es ist auch nicht möglich, die Deutsche Grundkarte in den Schwerpunktgebieten der Flurbereinigung kurzfristig fertigzustellen. Auch rein technisch gesehen wäre diese Lösung nicht zweckmäßig, da der überwiegende Teil des Grundrisses durch die Flurbereinigung verändert wird und somit neu gezeichnet werden muß.

Für die Entwurfsarbeiten wurden bisher die Höhenlinien des Meßtischblattes in den Zusammendruck der Katasterkarte übernommen. Da die Angaben des Meßtischblattes bezüglich Genauigkeit und Detailreichtum nicht genügten, wurden zusätzlich örtlich Gefälle gemessen und in die Karte eingetragen. Auf Grund dieser Gefälle wurden die Höhenlinien berichtigt und verdichtet. Dieses durch den Kartenmangel bedingte Verfahren stellt nur einen Behelf dar, der sogar sehr kostspielig ist, wenn man berücksichtigt,

¹ Hierbei ist die Ersparnis bei der Auswertung durch die Vororientierung des Modells bereits berücksichtigt.

daß diese Karte nur für den Entwurf des Wege- und Gewässernetzes verwandt wurde. Demgegenüber ist eine photogrammetrische Auswertung qualitativ wesentlich besser und kann später noch für die Berichtigung der topographischen Kartenwerke und für die Höhendarstellung der Deutschen Grundkarte verwandt werden.

Für die Zwecke der Flurbereinigung würde die Maschinenzeichnung auf Karton genügen, die dann in den Zusammendruck der Katasterkarten übernommen werden könnte. Mit Rücksicht auf die Weiterverwendung werden jedoch sämtliche Karten auf transparentem Zeichenträger im Blattschnitt der Deutschen Grundkarte oder der Katasterrahmenkarte angefertigt. Diese Karten bieten auch im Flurbereinigungsverfahren Vorteile, sind jedoch nicht unbedingt notwendig. Die Herstellung von topographischen Karten ist bisher als das eigentliche Arbeitsgebiet der Photogrammetrie anzusehen, für das sie wie kein anderes Verfahren geeignet ist. Dementsprechend ist auch die weltweite Anwendung gerade auf diesem Gebiet. Es erübrigt sich daher, auf Einzelheiten einzugehen. Die Besonderheiten der Signalisierung und Paßpunktbestimmung sind bereits in den entsprechenden Abschnitten behandelt worden.

Für das Flurbereinigungsverfahren haben bereits Hiedl und v. Mock [30] die Kombination eines Luftbildplanes mit einkopierten Höhenlinien vorgeschlagen. Das detailreiche und anschauliche Luftbild wird dadurch mit einer Höhendarstellung verbunden. Allerdings wird durch die Höhenlinien ein Teil der Einzelheiten des Luftbildes verdeckt. Im Auswertegerät brauchten dann nur die Höhenlinien ausgewertet zu werden, die erfahrungsgemäß die geringste Zeit in Anspruch nehmen. Bei der praktischen Durchführung ergeben sich doch erhebliche Schwierigkeiten, die dazu geführt haben, daß dieses Verfahren nicht eingeführt wurde. Diese Schwierigkeiten sind darauf zurückzuführen, daß in den Gebieten, die in erster Linie für Höhenpläne in Frage kommen, infolge des stark hügeligen Geländes keine genügend genauen Luftbildpläne hergestellt werden können. Die Fehler infolge der Höhenunterschiede sind derartig groß, daß es nur mit großem Aufwand gelingt, die Bilder zu einem einheitlichen Plan zusammenzufügen. Schon hierfür sind pro Bild mehrere zonenweise Entzerrungen notwendig.

Diesem erheblichen Aufwand entspricht nicht der Nutzen, den ein genauer Bildplan bietet. Aus diesem Grunde wird in Rheinland-Pfalz die Auswertung auch auf den Grundriß ausgedehnt, und statt des Bildplanes werden zusätzlich Vergrößerungen der Luftbilder geliefert.

Der Maßstab der anzufertigenden Karte richtet sich nach dem Umfang des darzustellenden Grundrisses und dem Schwierigkeitsgrad des Geländes. Allgemein werden Rahmenkarten im Maßstab 1 : 3000 im Blattschnitt der Deutschen Grundkarte hergestellt, in Ausnahmefällen auch im Maßstab 1 : 2000 im Blattschnitt der Katasterrahmenkarte.

Die Auswertung umfaßt die bleibende Topographie, wie Wege und Gewässer, Böschungen und Raine mit Höhenangaben, Kulturarten, und die Höhenlinien. Als Anhaltspunkte für die Absteckung des Wege- und Gewässerplanes werden die Gewannengrenzen und einzeln stehende Bäume sowie Leitungsmasten dargestellt (s. Abb. 10).

Die Karten werden im allgemeinen als Originalauswertung in Blei auf Astralon hergestellt. Da die Lichtpausen von den Bleioriginalen zu schwach sind, ist geplant, in Zukunft auf Ritzverfahren überzugehen.

Eine Reinzeichnung der Originalauswertung wird nur noch bei älteren Befliegungen ausgeführt, bei denen der Flugweg nicht nach den Rahmenkarten geplant war, so daß die Stereogramme auf mehreren Kartenblättern liegen.

Der Wege- und Gewässerplan wird auf Lichtpausen der Originalkarten entworfen. Als Hilfsmittel stehen dem Bearbeiter stereoskopische Bildreihen und Luftbildskizzen zur Verfügung (s. Abschnitt 38).

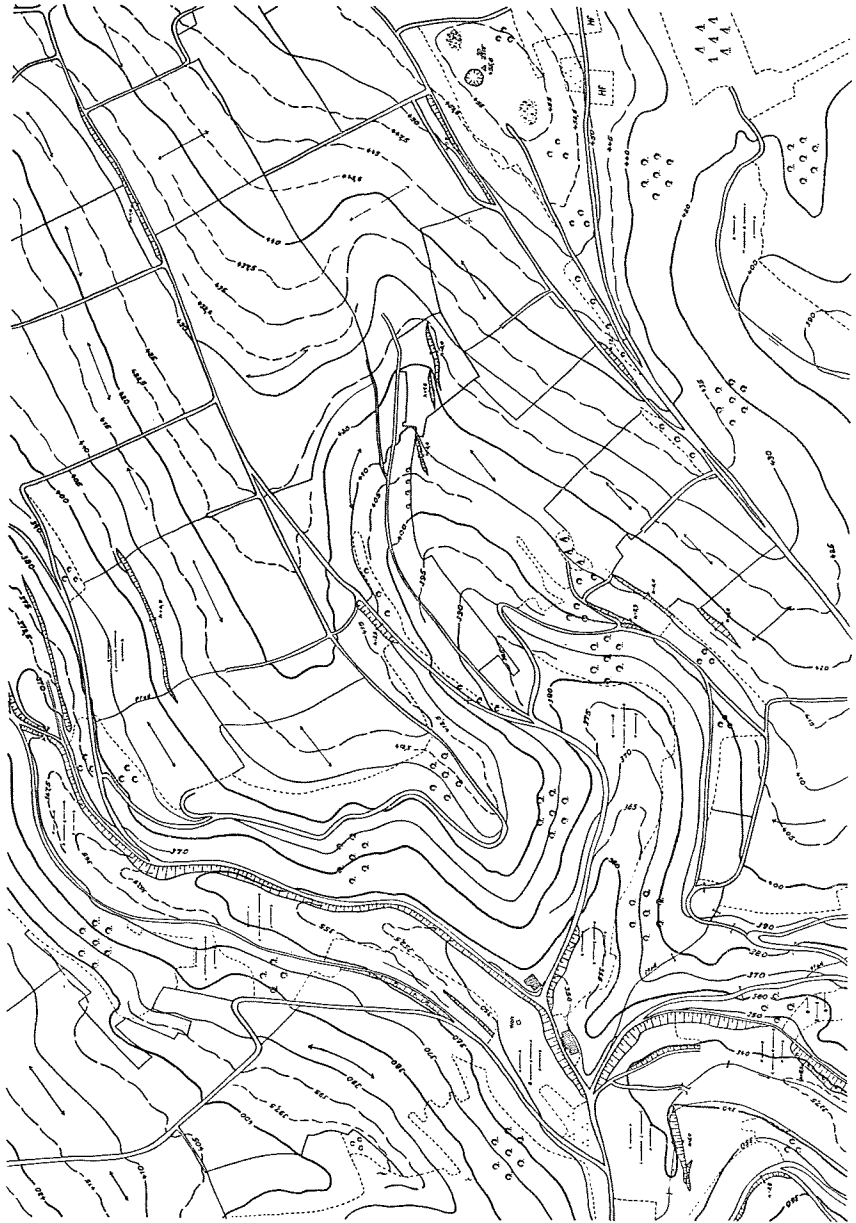


Abb. 10 Ausschnitt aus einer topographischen Auswertung 1:3000
Verkleinerung 1:6000

352. Die topometrische Auswertung

Das Ziel der Zweitbefliegung ist die Aufmessung und Kartierung des versteinerten Wege- und Gewässerplanes. Im Gegensatz zur topographischen Auswertung, bei der Geländeformen und topographische Gegenstände dargestellt werden, handelt es sich bei der topometrischen Auswertung um eine Ausmessung einzelner luftsichtbar gemachter Punkte. Die Auswertung umfaßt zwei verschiedene Arbeitsgänge: die **Kartierung** und die **Koordinierung** der Punkte. Diese beiden Arbeitsgänge können gemeinsam oder getrennt ausgeführt werden. Die **Kartierung** kann entfallen, wenn die Karte auf Grund der Koordinaten aufgetragen wird. Während die Karte unmittelbar weiterverwendet werden kann, müssen die im Auswertegerät bestimmten Maschinenkoordinaten noch in das Landesystem transformiert werden. Alle bei der Luftbildmessung nicht erfaßten Punkte werden im Anschluß an die Auswertung terrestrisch aufgemessen.

3521. Unterlagen für die Auswertung

Für die Auswertung stehen folgende Unterlagen zur Verfügung:

1. die Versteinerungskarte (Abb. 11; siehe Beilagekarte nach Seite 0).
2. Kontaktabzüge mit den Modellgrenzen und Paßpunkten;
3. die Koordinaten und Höhen der Paßpunkte sowie die Koordinaten aller bereits koordinierten Punkte;
4. Diapositive.

Die **Versteinerungskarte** bildet in Rheinland-Pfalz die Unterlage für die Identifizierung. In anderen Ländern, z. B. der Schweiz, sind dagegen Identifizierungskrokis — Luftbildvergrößerungen, in denen bei einem Feldvergleich die signalisierten Punkte identifiziert und bezeichnet werden — gebräuchlich (s. Abschnitt 322).

Die Versteinerungskarte enthält sämtliche Punkte des Wege- und Gewässernetzes, ferner die Wegebreiten und Kehrenmaße sowie die geplanten Furchenrichtungen. Für die Zwecke der Luftbildmessung werden ferner alle Angaben über die Signalisierung eingetragen.

Als Unterlage für die Versteinerungskarte dienen Zusammendrucke der Katasterkarten, je nach Dichte des Wegenetzes in den Maßstäben 1 : 2000 bis 1 : 3000. Um die Identifizierung zu erleichtern, soll die neue Versteinerung möglichst lagerichtig eingezeichnet werden.

Die Angaben der Signalisierung in der Versteinerungskarte müssen unbedingt mit der Örtlichkeit übereinstimmen. Die Identifizierungshilfen (s. Abschnitt 322) können ihren Zweck nur dann erfüllen, wenn sie sich an den Punkten befinden, die in der Karte entsprechend gekennzeichnet sind. Falsche Eintragungen können zu Fehlern führen, die teilweise später nicht mehr aufzudecken sind.

In die **Kontaktabzüge** werden bei der Auswahl der Paßpunkte die Modellbereiche und die Paßpunkte eingetragen. Bei der Auswertung dienen sie als Übersicht für das einzelne Modell.

Neben den **Koordinaten** und **Höhen** der Paßpunkte für die absolute Orientierung der Stereogramme, müssen auch die Koordinaten aller übrigen bereits koordinierten Punkte innerhalb des Verfahrensgebietes für die Auswertung vorliegen. Es handelt sich hierbei vorwiegend um Punkte, die bei angrenzenden Flurbereinigungen oder der Ortslagenaufmessung bestimmt worden sind. Die Punkte müssen bei der Kartierung und Koordinierung berücksichtigt werden, um das neue Netz an das alte anpassen zu können.

Zur Auswertung werden mit Vorteil aus folgenden Gründen Diapositive benutzt:

Das Filmmaterial läßt in vielen Fällen qualitativ zu wünschen übrig. Durch entsprechende Wahl der Emulsion lassen sich bei der Herstellung der Diapositive die Bilder erheblich verbessern.

Bei der Auswertung von Negativen würden die signalisierten Punkte schwarz erscheinen, so daß das Justierkreuz nicht als Meßmarke benutzt werden kann. Es käme dann nur der Leuchtpunkt in Frage, der wiederum größere Signale bedingen würde.

Durch die Umlegung des Films auf Glasdiapositive wird die zeitliche Änderung des Filmverzuges ausgeschaltet [31].

Die Diapositive entsprechen dem natürlichen Geländebild. Die Auswertung wird dadurch angenehmer; jedoch ist dies zum großen Teil eine Sache der Gewohnheit.

3522. Die Vorbereitung der Karten

Bei der Vorbereitung der Kartenblätter werden zunächst an Hand der Versteinerungskarte und der Kontaktabzüge die Blattgrenzen, im folgenden als Flurgrenzen bezeichnet, festgelegt. Da im Flurbereinigungsverfahren nur Inselkarten verwandt werden können, ist bei Rahmenkarten die Flurgrenze nicht mit dem Blattrahmen identisch. Je nach Lage der Flugstreifen und des Wegenetzes weicht die Flurgrenze mehr oder weniger vom Rahmen ab. In der Flugrichtung liegen die Modelle außer bei gezielten Aufnahmen willkürlich zur Rahmenkarte. Flurgrenze und Grenze des Stereogramms fallen also nicht immer zusammen. Fällt ein Stereogramm auf zwei Kartenblätter, so müssen seine Paßpunkte auf beiden Blättern aufgetragen werden. Um diesen Besonderheiten Rechnung zu tragen, werden die Rahmenkarten $50 \times 100 \text{ cm}^2$ im Format $80 \times 120 \text{ cm}^2$ angelegt. Für jedes Kartenblatt werden die aufzutragenden Punkte notiert und die Lage des Rahmens innerhalb des Blattes festgelegt.

Es werden alle koordinierten Punkte aufgetragen, die auf ein Blatt fallen. Man könnte sich auch auf die Paßpunkte beschränken und alle übrigen koordinierten Punkte bei der Auswertung wie Neupunkte kartieren, da die Genauigkeit der Auswertung innerhalb der Kartiergenauigkeit im Maßstab 1 : 2000 liegt.

Hierdurch würde beim Auftragen der Blätter und bei der Auswertung — die Punkte müssen bei der Einpassung berücksichtigt werden — Zeit gespart werden. Da es sich bei diesen Punkten vorwiegend um Polygon- und Kleinpunkte handelt, bei denen Spannungen zum übergeordneten Netz auftreten können, ist es aus Gründen der Sicherheit und Kontrolle zu empfehlen, auch diese Punkte aufzutragen.

Da sich die Auswertung eines Kartenblattes über mehrere Tage erstreckt, muß der Zeichenträger maßhaltig sein. Es kann Karton mit Aluminiemeinlage oder Astralon verwandt werden. Die Vor- und Nachteile beider Zeichenträger werden später noch eingehend behandelt (s. Abschnitt 3528).

Die Karten werden, falls kein anderer Koordinatograph zur Verfügung steht, auf dem Zeichentisch des Stereoplanigraphen aufgetragen. Da dieser Tisch bei einem laufenden Betrieb nur während der relativen Orientierung zur Verfügung steht, ist auf eine genaue Arbeitsplanung zu achten. Alle Punkte werden in einem zweiten Durchgang kontrolliert.

Andere Kontrollen haben sich als nicht ausreichend erwiesen. Größere Auftragsfehler werden zwar bei der Einpassung aufgedeckt. Fehler in der Größenordnung von 0,2 bis 0,3 mm (50–60 cm) können jedoch bei der Auswertung nicht aufgedeckt werden und

kommen erst beim Vergleich der Flurgrenzen zum Vorschein. Als Folge muß dann das gesamte Modell neu kartiert werden.

Als Übersichtskarte wird eine transparente „Blattübersicht“ auf der Grundlage des Befliegungsplanes angelegt, aus der die Lage der Stereogramme zu den Kartenblättern hervorgeht. Um jederzeit einen Überblick über den Stand der Auswertung gewinnen zu können, werden die ausgemessenen Modelle schraffiert.

3523. Die Orientierung der Stereogramme

In Rheinland-Pfalz wird im Maschinenmaßstab 1 : 4000 ausgewertet. Das entspricht einer zweifachen Vergrößerung bei einem Bildmaßstab von ca. 1 : 8000.

Die relative Orientierung bei großmaßstäbigen Auswertungen unterscheidet sich grundsätzlich nicht von den üblichen Verfahren, so daß es sich erübrigt, hier näher darauf einzugehen. In Rheinland-Pfalz wird optisch-mechanisch orientiert.

Die Stereogramme werden soweit horizontalisiert, bis durch entsprechende Bewegungen des Modells keine Verbesserungen mehr erzielt werden können. Verbleiben danach Restfehler über 0,5 m, so ist zu vermuten, daß ein Paßpunkt falsch ist.

Bei der Auswertung wird gleichzeitig kartiert und koordiniert. Die Lage (Maßstab und Azimut) wird graphisch eingepaßt, da zunächst die günstigste Einpassung des Modells auf der Karte erzielt werden muß, während die Maschinenkoordinaten anschließend durch Transformation in das Landessystem überführt werden. Rechnerische Verfahren, die gegebenenfalls die Transformation ersetzen können, sind nicht möglich, da die Lage der Punkte auf der Karte infolge von Ungenauigkeiten beim Auftragen und geringen Veränderungen des Kartenblattes nicht genau mit den Koordinaten übereinstimmt [32]. Solche Verfahren kommen nur dann in Frage, wenn Ausmessung und Kartierung getrennt werden, die Karte also auf Grund der Koordinaten aufgetragen wird.

Nach Abschluß der Einpassung wird die Orientierung in einem Protokoll niedergelegt. Es enthält:

1. die Restparallaxen an den sechs Orientierungspunkten;
2. die Restfehler der Höheneinpassung;
3. eine Skizze der Lageneinpassung.

3524. Die zu koordinierenden Punkte

Die Ansichten über die bei der Luftbildmessung zu koordinierenden Punkte schwanken zwischen den beiden Extremen, dem graphischen Kataster ohne Koordinaten und dem Zahlenkataster, bei dem jeder Punkt koordiniert ist. Es soll daher zunächst untersucht werden, für welche Zwecke Koordinaten notwendig sind.

Bei terrestrischen Aufnahmen bilden die koordinierten Punkte den Rahmen, in den alle übrigen Messungen eingepaßt werden. In erster Linie schaffen sie eine Verbindung zwischen den einzelnen Messungen und ermöglichen eine Gesamtdarstellung auf einer Karte. Erst durch Koordinaten wird eine Kartierung größerer Objekte möglich.

Bei der Luftbildmessung wird dieser Rahmen von den Paßpunkten gebildet. Allein auf der Grundlage der Paßpunkte kann eine Karte im lagerichtigen Zusammenhang kartiert werden.

Da im Flurbereinigungsverfahren die Flächenberechnungen sowie die Einrechnung der neuen Grundstücke graphisch ausgeführt werden können, ist damit die Forderung, die vom Standpunkt der Flurbereinigung an eine Karte gestellt wird, erfüllt. So sind in

Rheinland-Pfalz, wo rein graphisch gearbeitet wird, schon Flurbereinigungen ausgeführt worden, ohne daß die Koordinaten vorlagen.

Trotzdem kann auch vom Standpunkt der Flurbereinigung nicht vollständig auf koordinierte Punkte verzichtet werden, da sie zum Anschluß von terrestrischen Messungen (Ergänzungsmessungen, Ortslage, Waldgebiete) besonders bei Polygonzügen gebraucht werden. Ferner können aus photogrammetrischen Koordinaten die Strecken der Absteckungsseiten für die „Breitenberechnung“ gerechnet werden. Dieses Verfahren bietet gegenüber dem Abgreifen auf der Karte gewisse Vorteile (s. Abschnitt 39).

Es würde demnach genügen, ein Festpunktsystem nach Art der Polygon- und Kleinpunkte zu koordinieren. Ein solches System würde enthalten:

1. die Richtpunkte;
2. bei häufig gekrümmten Wegen etwa jeden 2. oder 3. Knickpunkt der Leitlinie, so daß der Punktabstand etwa 100 m beträgt;
3. vereinzelt stehende Punkte;
4. Punkte, an die die Ortslagenaufmessung angeschlossen werden soll;
5. die Punkte der Verfahrensgrenzen.

In diesen Fixpunktrahmen könnten alle Ergänzungsmessungen sowie spätere Fortführungen eingehängt werden. Wird nach diesen Gesichtspunkten koordiniert, so verbleiben Punkte die unter besonderen Umständen nur auf Grund graphischer Maße wiederhergestellt werden können. Diese Fälle treten nur an gekrümmten und eng versteinen Wegen auf.

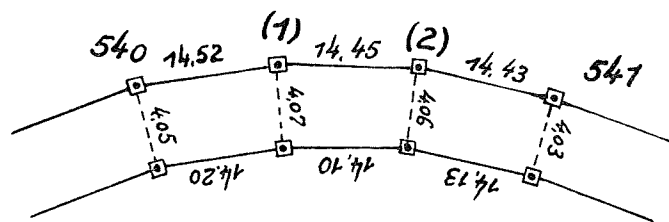


Abb. 12

Die Punkte (1) und (2) in Abb. 12 können, falls auch die gegenüberliegenden Steine fehlen, nur auf Grund graphischer Maße wiederhergestellt werden. Die Wahrscheinlichkeit, daß beide Steine zerstört sind, ist gering. Berücksichtigt man noch dazu, daß eine solche Wegeführung das Zeichen eines stark hängigen und damit meist geringwertigen Bodens ist, so müßte diese Sicherung auch für den Grenznachweis des Katasters genügen.

Nach diesen Gesichtspunkten wurde in Rheinland-Pfalz bis zum Jahre 1957 koordiniert.

Da die Messungsergebnisse nach Abschluß des Verfahrens ein Bestandteil des Katasters werden, sind bei der Koordinierung auch die Belange des Katasters, insbesondere die Sicherung der Eigentums Grenzen, zu berücksichtigen.

So werden in Rheinland-Pfalz auf Grund des Berichtes des Arbeitskreises „Kataster“ der AdV vom 7. 6. 1957 [33] neben den Richtpunkten alle Grenz- und Messungspunkte koordiniert, die nicht im regelmäßigen Verband des Richtpunktsystems liegen. Hierdurch soll die unterirdische Vermarkung der Grenzsteine leichter wiederaufgefunden werden können. Die Koordinaten bilden demnach einen Ersatz für die Zahlen der Stückvermessung. Zum Unterschied gegenüber dem vorher geübten Verfahren wird jeder Knick-

punkt der Leitlinie bei gekrümmten Wegen koordiniert. Es gibt somit keine Punkte mehr, für die nur graphische Maße vorhanden sind. Daher kann die Karte bei Verlust der Originalkartierung auf Grund der photogrammetrischen Koordinaten und der Absteckungselemente vollständig neu kartiert werden.

In den süddeutschen Ländern werden die Folgeberechnungen (Flächenberechnungen, Zuteilungsberechnung) nicht graphisch, sondern numerisch mit Koordinaten ausgeführt. Hierfür werden seit kurzem Rechenautomaten eingesetzt, wobei eine erhebliche Zeitersparnis erzielt wird [34]. Es liegt somit nahe, auch bei photogrammetrischen Auswertungen für die Folgeberechnungen Rechenautomaten zu verwenden. Als Voraussetzung müßten alle Punkte koordiniert werden.

Bei der Koordinierung sämtlicher Punkte liegt der Zeitverbrauch pro Punkt (ohne Orientierung) bei der Auswertung ca. 60 Prozent höher als bei normalen Auswertungen, bei denen ca. 33 Prozent der Punkte koordiniert werden. Dieser erhöhte Zeitverbrauch ist darauf zurückzuführen, daß für jeden Punkt die Nummer in die Versteinerungskarte und die Flurkarte eingetragen werden muß, und alle Punkte in einem zweiten Durchgang noch einmal ausgemessen werden (dreifache Punktzahl gegenüber normalen Auswertungen) — (s. Abschnitt 51).

Neben dem Zeitverbrauch für die Auswertung erhöht sich auch der für die Registerarbeiten.

Bei der Bearbeitung der Koordinaten ist mit folgenden Schwierigkeiten zu rechnen:

Nach der Helmert-Transformation verbleiben an den gegebenen Punkten (Paßpunkten, Polygonpunkten) Restfehler. Bei diesen Punkten handelt es sich in vielen Fällen um Richtpunkte des neuen Wegenetzes. Um die Nachbargenauigkeit der Kehrensteine zu den Richtpunkten zu wahren, müssen diese Restfehler beseitigt werden, wenn man nicht nur für die Folgeberechnungen für alle Punkte photogrammetrische Koordinaten einführt.

Sind von einer Punktgruppe (Richtpunkt und Kehrensteine) in einem Stereogramm einzelne Punkte verdeckt, jedoch im Nachbarmodell sichtbar, so müssen diese Punkte besondere Verbesserungen erhalten, um die Nachbargenauigkeit innerhalb der Punktgruppe zu wahren.

Alle Punkte, die bei der Auswertung nicht erfaßt werden (ca. 3–8 Prozent), müssen nachträglich koordiniert werden. Darunter fallen auch die Punkte, die auf Grund ihrer Absteckungsmaße kartiert werden können. Da die Art der Berechnung von der Lage des Punktes abhängt und daher sehr verschieden sein kann, sind für diese Berechnungen Rechenautomaten nicht geeignet. Um die weiteren Berechnungen in einem Zuge durchführen zu können, müßten für diese Punkte Maschinenkoordinaten schon vor der Umformung berechnet werden. Es wäre zu prüfen, ob für diese Punkte die Koordinaten graphisch der Karte entnommen werden könnten, wobei Koordinatenunterschiede zum nächsten koordinierten Punkt abzugreifen wären.

Da einmal die Koordinierung sämtlicher Punkte am Auswertegerät mit einem erhöhten Zeitaufwand verbunden und zum anderen die maschinelle Aufbereitung der Koordinaten an verschiedenen Stellen durchbrochen ist, bleibt es fraglich, ob eine solche Arbeitsweise gegenüber einer rein graphischen Bearbeitung noch rationell ist. Eine endgültige Klärung ist erst durch eine Versuchsarbeit zu erlangen.

3525. Die Modellanschlüsse

Die Messungseinheit der Photogrammetrie ist das Stereogramm. Werden mehrere Stereogramme zusammengeschlossen, so bestimmen die Anschlußstellen infolge verschiedener Einflüsse der Paßpunkte, der Orientierung und des Filmmaterials Unstetigkeits-

stellen. Infolgedessen müssen die Modellränder aneinander angepaßt werden. Diese Anpassung kann über einen mehr oder weniger breiten Streifen hinweg oder nur durch eine „Naht“ erfolgen. Im ersten Fall müssen die einzelnen Modelle über das Paßpunktviereck hinaus jeweils bis zum Bildrand ausgewertet werden. Das bedeutet jedoch eine Extrapolation in bezug auf die Paßpunkte. Je weiter dieser Bereich über die Paßpunkte hinausgeht, desto ungünstiger werden die Gewichtsverhältnisse zwischen den einzelnen Koordinaten, da die Punkte in dem einen Stereogramm immer weiter über das Paßpunktpolygon hinaus und im anderen zu dessen Mitte wandern. Werden die aus mehreren Modellen bestimmten Koordinaten einfach gemittelt, so wird der Übergang von mehrfach zu einfach gemessenen Punkten letztthin doch durch eine Naht gebildet. Ein besserer Übergang wäre zu erreichen, wenn man den doppelt koordinierten Anschlußstreifen nochmals im Anschluß an die photogrammetrischen Koordinaten der Nachbarmodelle transformieren und erst dann die Koordinaten mitteln würde.

Dem Mehraufwand bei der Auswertung und Transformation steht als Vorteil die unabhängige Kontrolle eines Teils der Punkte gegenüber.

In Rheinland-Pfalz wird nur eine „Naht“ doppelt koordiniert, die etwa auf der Verbindungslinie der beiden Modellen gemeinsamen Paßpunkte liegt. Hierbei sind die Gewichte der Koordinaten gleich. Es werden alle Punkte in beiden Stereogrammen koordiniert, von denen Verbindungen (Wege- oder Grabenseiten) zum Nachbarstereogramm bestehen. Auf diese Weise gibt es keine Strecken, innerhalb einer durch die Überdeckung festgelegten Grenze, zwischen Punkten, die in verschiedenen Modellen liegen und nur in einem Modell bestimmt wurden.

Bei der Kartierung können die Punkte an den Stereogrammgrenzen nicht gemittelt werden. Das neue Modell ist in jedem Fall an das vorhergehende anzukartieren. Es muß deshalb darauf geachtet werden, gerade an den Modellrändern die zwischen den Festpunkten auftretenden Spannungen bei der Kartierung richtig zu verteilen.

Einen Sonderfall stellen die Modellränder an der Verfahrensgrenze dar, an die später wieder photogrammetrische Auswertungen angeschlossen werden. Grundsätzlich wären auch hier die Koordinaten zu mitteln. Das würde jedoch bedeuten, daß die Koordinaten der Verfahrensgrenze noch nicht endgültig sind. Liegen z. B. bereits Anschlußmessungen vor, so müßten später ihre gesamten Berechnungen erneuert werden. Die photogrammetrischen Koordinaten an der Verfahrensgrenze werden daher als gegeben angesehen. Um die Nachbargenauigkeit zu wahren, muß das neue Stereogramm an sie angepaßt werden.

Dieses Problem tritt nicht auf, wenn die Verfahrensgrenzen terrestrisch aufgemessen werden; allerdings würde das eine Einschränkung des photogrammetrischen Verfahrens bedeuten.

3526. Die eigentliche Auswertung

Auf der Karte werden folgende Gegenstände dargestellt:

1. die gesamte Situation des Wege- und Gewässernetzes entsprechend der Darstellung der Versteinungskarte;
2. Raine, Hecken;
3. Ostbäume;
4. Leitungsmasten;
5. sichtbare Dränstränge;
6. Wasserläufe;

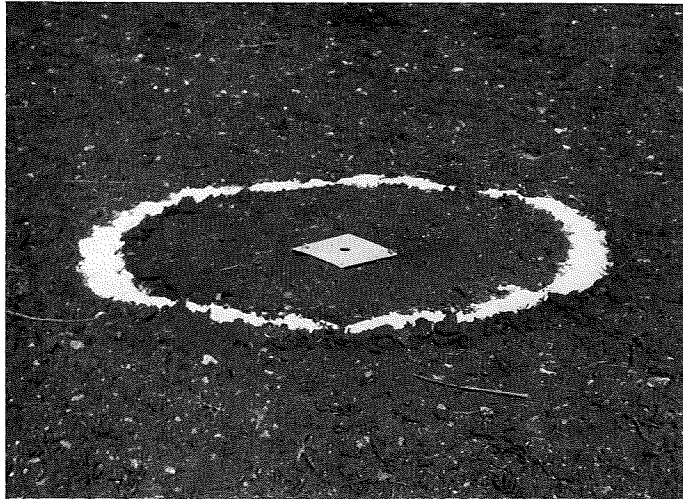


Abb. 1 Platte mit Gipsring

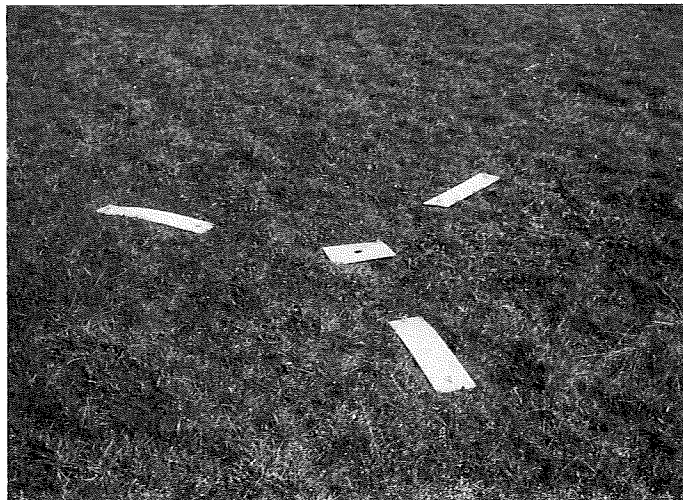


Abb. 2a Signalisierung mit Streifenplatten

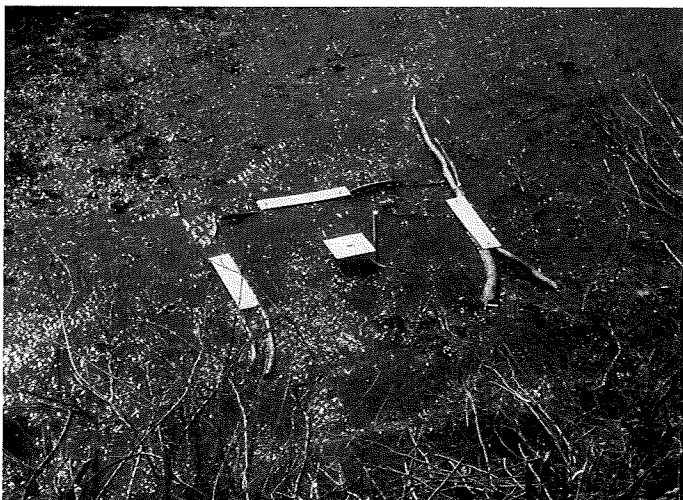


Abb. 2b Signalisierung in nasser Wiese

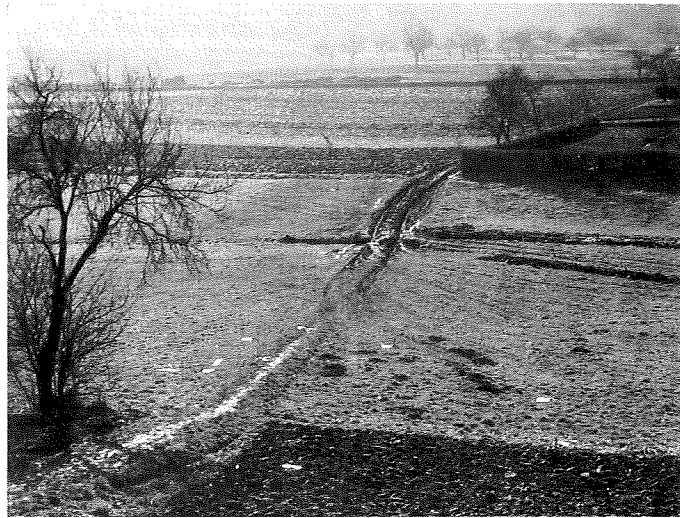


Abb. 3a Signalisierung mit Streifenplatten $0,12 \times 0,60 \text{ m}^2$
(Man beachte die Maulwurfshügel im Vordergrund)

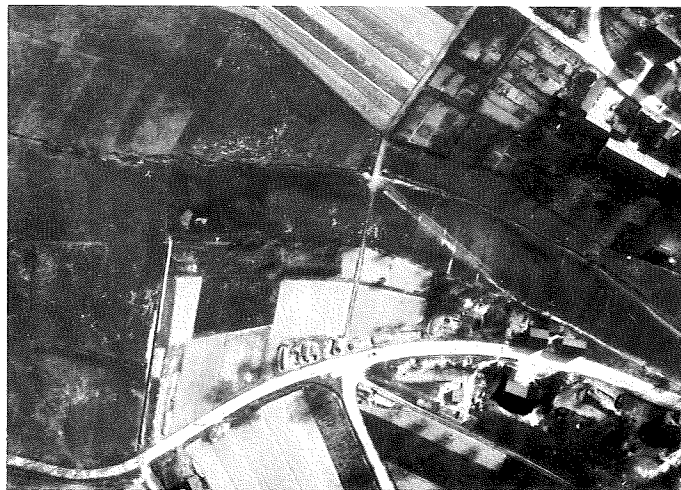


Abb. 3b Das gleiche Gebiet im Luftbild (1:3000)

7. Hochbehälter, Quellfassungen, Transformatoren;
8. Wasserleitungen, deren Verlauf in den Knickpunkten markiert ist;
9. Brücken;
10. Schätzungshauptpunkte und markante Feldgrenzen zur Einpassung der Schätzung;
11. befestigte Straßen mit ihrer Fahrbahnbegrenzung, Waldwege;
12. alle topographischen und sonstigen Gegenstände, deren Ausmessung durch zeichnerische Darstellung bzw. schriftliche Hinweise auf der Versteinskarte gewünscht wird.

Die aufgeführten topographischen Gegenstände werden nur dargestellt, soweit sie nicht in einer topographischen Auswertung des Gebietes enthalten sind.

Vor Beginn der Auswertung wird auf der Versteinskarte der Modellbereich eingetragen. Anschließend wird der Bereich abgegrenzt, der mit der Grundeinstellung der Einpassung kartiert werden soll. Da an den Paßpunkten und anderen bereits kartierten Punkten bei der Einpassung Restfehler verbleiben, werden die in ihrer Nähe liegenden Neupunkte, um die Nachbargenauigkeit zu wahren, unter Verteilung dieser Fehler kartiert („Kartierung mit Einstellung“). Da bei dieser Verteilung die Kartiereinrichtung verstellt wird, werden diese Punkte am Schluß des Modelles kartiert.

Die Paßpunkte und die bereits durch Koordinaten gegebenen Punkte werden zuerst koordiniert. Darauf folgen die Punkte, die bereits in einem der vorhergehenden Stereogramme koordiniert worden sind, und anschließend die Neupunkte. Die Nummern werden bei der Auswertung fortlaufend vergeben und in die Versteinskarte- sowie die Flurkarte eingetragen.

Nach der Kartierung in der Grundeinstellung wird die Einpassung zum Schutz gegen etwaige Veränderungen des Kartierstiftes überprüft. Anschließend werden die Punkte mit „Einstellung“ kartiert.

Zur Kontrolle werden in einem zweiten Durchgang alle koordinierten Punkte noch einmal gemessen. Eine Kontrolle der nur kartierten Punkte erübrigt sich, da diese Punkte auf Grund der Absteckungselemente auf der Karte kontrolliert werden können.

Dieser zweite Durchgang wird in Rheinland-Pfalz grundsätzlich von einem anderen Auswerter ausgeführt, und zwar in der gleichen Reihenfolge wie der erste Durchgang. Um eine zeitliche Änderung des Gerätes auszugleichen, wäre die umgekehrte Richtung günstiger. Dadurch könnte jedoch die automatische Weiterbewegung der Nummern des Druckzählwerks nicht ausgenutzt werden. Es hat sich gezeigt, daß der Stereoplanigraph so stabil ist, daß sich daraus keine zusätzlichen Fehler ergeben; sogar am folgenden Tage blieb die Grundeinstellung erhalten.

Beim zweiten Durchgang werden die Punkte unabhängig nach der Versteinskarte aufgesucht. Die beiden Durchgänge werden sofort miteinander verglichen und unzulässige Differenzen aufgeklärt.

Damit ist die Aufmessung des Wege- und Gewässernetzes beendet; es folgt die Darstellung der topographischen Gegenstände gemäß Ziff. 2–12.

3527. Besondere Fälle bei der Auswertung

In einigen Verfahrensgebieten werden außer den Paßpunkten noch weitere bereits koordinierte Punkte vorhanden sein. Da diese Punkte bei der Einpassung berücksichtigt werden müssen, belasten sie die Auswertearbeiten. Eine Steigerung der Genauigkeit ist nur zu erwarten, wenn diese Punkte Paßpunktgenauigkeit aufweisen, was nur bei TP und Feinpolygonpunkten zutreffen dürfte. Es ist daher häufig mit Spannungen gegen-

über dem übergeordneten Netz zu rechnen. Um diese Spannungen zu verteilen, kann man das Modell in mehrere Teilmodelle zerlegen und jeden Teil weiter als ein besonderes Modell behandeln. Im allgemeinen wird dann das Gesamtmodell in beiden Durchgängen koordiniert und anschließend die Teilmodelle unter Veränderung des Maßstabes gesondert auf der Karte eingepaßt. Die Teilmodelle werden ebenfalls gesondert umgeformt. Eine „Naht“ wird in beiden Teilmodellen umgeformt; die Koordinaten werden anschließend gemittelt.

Beim Anschluß an alte Polygonzüge an den Verfahrensgrenzen können so große Spannungen auftreten, daß eine empirische Verteilung beim Kartieren nicht mehr möglich ist. In diesen Fällen werden zunächst die Richtpunkte koordiniert, umgeformt und auf Grund der umgeformten Koordinaten auf der Karte aufgetragen. Anschließend werden die restlichen Punkte „mit Einstellung kartiert“. Dieses Verfahren erfordert zwar mehr Zeit als die übliche Kartierung, liefert dafür aber einwandfreie Ergebnisse.

Wird ein Stereogramm auf zwei Kartenblätter kartiert, so werden Koordinierung und Kartierung getrennt, da bei der graphischen Einpassung auf verschiedenen Blättern infolge unterschiedlichen Karteneinganges häufig der Maßstab geändert werden muß. Das Modell wird zunächst in beiden Durchgängen koordiniert und gleichzeitig nur auf dem ersten Kartenblatt kartiert. Anschließend wird das zweite Blatt eingepaßt und kartiert. Würde nicht so verfahren, müßte das Stereogramm auch für die Transformation in zwei Teile zerlegt und jeder Teil wie ein gesondertes Modell behandelt werden.

Die Blattgrenzen müssen innerhalb des Verfahrensgebietes auch auf den Nachbarblättern dargestellt werden. Die Doppelkartiereinrichtung des Stereoplanigraphen hat sich hierfür nicht bewährt, da die Einpassung bei der geforderten Genauigkeit zu langwierig wird. Statt dessen werden die Punkte auf jedem Blatt unabhängig kartiert, oder die Grenze wird vom Nachbarblatt vor der Auswertung übernommen. Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile. Wird die Grenze zweimal kartiert, so sind die Punkte kontrolliert; allerdings können zwischen den Kartenblättern Differenzen bis zu 0,2 mm auftreten. Werden die Punkte übernommen, so stimmen die Blattgrenzen überein, es muß jedoch mit geringen Ungenauigkeiten bei der Übernahme gerechnet werden. Grobe Fehler werden beim Blattvergleich oder bei der Auswertung des Anschlußmodelles aufgedeckt.

Im allgemeinen wird der zweiten Methode der Vorzug gegeben, da sie für den Auswerter sicherer und bequemer ist.

3528. Die weitere Bearbeitung der Karten

Nach der Auswertung werden die kartierten Punkte in Tusche geringelt und die Kartenränder verglichen. Gleichzeitig werden die Punkte von einem Blatt auf das andere übernommen, die notwendig sind, um die Blöcke zu schließen. — Bei der Auswertung können bei großräumigen Wegenetzen nicht immer vollständige Blöcke auf einem Blatt kartiert werden.

Nach diesem Blattvergleich werden die Karten zur weiteren Bearbeitung an die Kulturämter abgegeben.

Die weitere Bearbeitung der Karten konnte bis jetzt noch nicht zufriedenstellend gelöst werden. Die Schwierigkeiten liegen vorwiegend darin, daß in einem Flurbereinigungsverfahren zwei Karten hergestellt und erst im Laufe des Verfahrens vervollständigt werden (s. Abschnitt 332). Bei der Beurteilung der verschiedenen Verfahren sind die Belange der Auswertung, der Flurbereinigung und des Katasters gegeneinander abzuwägen.

Für die *Auswertung* ist nur ein maßhaltiger Zeichenträger geeignet (s. Abschnitt 3522). Als solche stehen heute transparentes Astralon oder Zeichenkarton mit Metalleinlage zur Verfügung. Für die Zwecke der *Flurbereinigung* werden an die Maßhaltigkeit des Zeichenträgers nicht so hohe Anforderungen gestellt, da der Karteneingang bei den verschiedenen graphischen Berechnungen berücksichtigt werden kann. Das *Kataster* legt großen Wert auf ein transparentes Original, das sich leicht vervielfältigen läßt. Auch im Flurbereinigungsverfahren sind für verschiedene Zwecke transparente Stücke der Zuteilungskarte erwünscht. Bei der Auswertung sind die Vorteile einer transparenten Karte offensichtlich; dadurch wird besonders der Blattvergleich und die Übernahme von Punkten erheblich vereinfacht.

Aus diesen Gründen lag es nahe, zunächst *Astralon* als Zeichenträger zu verwenden.

Der Arbeitsgang ist folgender:

Die Auswertung wird auf *Astralon* im Rahmensystem kartiert und anschließend in *Blei* ausgearbeitet. Die bei der Luftbildmessung nicht erfaßten Punkte werden auf der *Astralonkarte* nachkartiert. Eine Lichtpause dient als Zuteilungskarte. Die bestimmenden Berechnungen, also die Berechnung der großen Masse und der Blöcke, werden auf dem *Astralon* ausgeführt. Nach Abschluß des Verfahrens werden die neuen Grenzen in die *Astralonkarte* kartiert, die dann an das *Kataster* abgegeben wird.

Der Vorteil dieses Verfahrens liegt darin, daß nur eine Karte ausgearbeitet werden muß.

Dagegen ergeben sich folgende Nachteile:

Astralon, das sich als Originalträger vielfach bewährt hat, eignet sich nicht als Arbeitsblatt. Infolge seiner Sprödigkeit bricht es leicht. Durch die Berechnungen auf dem *Astralon* wurde es häufig derart beschädigt, daß die Verwendung als *Katasterkarte* in Frage gestellt ist. Dieser Nachteil würde ausgeschaltet, wenn eine *Astralonkopie* der Originalauswertung an das *Kataster* abgegeben wird.

Die Qualität der Lichtpausen ließ trotz eines Zwischenoriginals häufig zu wünschen übrig, so daß die Linien auf der Lichtpause nachgezogen werden mußten. Ferner waren die Grenzpunkte häufig nicht sichtbar, da die Stiche nicht abgebildet wurden.

Dieses Verfahren wurde in *Rheinland-Pfalz* in den ersten Jahren der Luftbildmessung angewandt.

Da bei dem oben beschriebenen Verfahren letztthin doch zwei Karten ausgearbeitet werden, wird jetzt die Originalauswertung auf *Astralon* durch *Ndaelkopie* auf normalen Zeichenkarton übertragen. Diese Kopie wird Zuteilungskarte, und auf ihr werden alle Berechnungen ausgeführt. Dadurch wird das *Astralon* geschont. Erst nach Abschluß des Verfahrens wird das *Astralon* vervollständigt und als *Flurkarte* ausgearbeitet.

Von der Zuteilungskarte auf *Karton* können in einem Flachlichtpausengerät bei entsprechend langer Belichtungszeit (ca. 2 Std.) einwandfreie Lichtpausen hergestellt werden, so daß praktisch ein *Transparent* zur Verfügung steht.

Wählt man als Zeichenträger für die Originalauswertung *maßhaltigen Karton*, so wird die Originalauswertung Zuteilungskarte. Da die *Katasterverwaltung* auf ein transparentes Original Wert legt, wird die *Flurkarte* auf *Astralon* hochgezeichnet oder geritzt. Die *Flurkarte* wird also neu gezeichnet. Es besteht demnach keine Veranlassung mehr, die Originalauswertung im Rahmensystem anzulegen. Auf die Vorteile, die sich hierbei bieten, wurde bereits im Abschnitt „Bildflug“ hingewiesen.

Da *maßhaltiger Karton* nicht transparent ist, wird der Blattvergleich und die Übernahme von Punkten erschwert. Um während des *Flurbereinigungsverfahrens* ein *Trans-*

parent zu erhalten, müßte dieses besonders von der Zuteilungskarte abgezeichnet werden. Auch die Schätzung, die vorwiegend von den Schätzungsrisen auf dem Leuchttisch in die Zuteilungskarte übernommen wird, müßte dann auf andere Weise übertragen werden.

Daneben lassen sich noch verschiedene Verfahren entwickeln, die auf dem Einsatz der Photographie beruhen; so z. B. die Herstellung der Zuteilungskarte als photographische Kopie der Originalkartierung auf Korrektostat. Dadurch müßte jedoch noch eine weitere Stelle eingeschaltet werden, wodurch der Arbeitsgang zu kompliziert und anfällig gegen Störungen werden würde.

3529. Die Bearbeitung der Koordinaten

Während die Karte sofort als Ergebnis der Auswertung anfällt, müssen die Maschinenkoordinaten noch in das Landessystem transformiert werden.

35291. Allgemeines

Bei der Transformation der Maschinenkoordinaten sollen systematische Deformationen des photogrammetrischen Punktfeldes, wie sie durch Filmverzug, Restfehler der Orientierung, Gerätefehler und sonstige Ursachen entstehen, beseitigt und gleichzeitig eine Anpassung an die Spannungen des terrestrischen Punktfeldes erzielt werden. Welches Transformationsverfahren hierfür am besten geeignet ist, müßte noch besonders untersucht werden. Stehen keine Rechenautomaten zur Verfügung, so soll das Verfahren leicht und einfach anzuwenden und damit für Massentransformationen geeignet sein.

In der Praxis stehen zur Zeit zwei Verfahren zur Verfügung:

Die *Helmert-Transformation*, eine Ähnlichkeitstransformation, bei der die Umformungskonstanten auf Grund überschüssiger Paßpunkte durch Ausgleichung bestimmt werden, und die *maschenweise affine Transformation*. Andere Umformungsverfahren, wie die affine Transformation über mehr als drei Paßpunkte, die konforme und projektive Umformung, sind wegen ihres komplizierten Formelaufbaues nur für Rechenautomaten geeignet.

Lehmann [35] hat die beiden Umformungsverfahren, besonders im Hinblick auf den Fehler kurzer Strecken, deren Endpunkte in verschiedenen Stereogrammen liegen, untersucht. Er befürwortet für mehrere zusammenhängende Modelle die maschenweise affine Transformation.

Durch die maschenweise affine Transformation geht der Fehler der genannten Strecken merklich zurück. Der Fehler von Strecken, die ganz in einer Masche liegen, ist dagegen theoretisch größer als bei einer Helmert-Transformation.

Da diese kurzen Strecken bei normaler Überdeckung kaum vorkommen, ist es m. E. nicht gerechtfertigt, das Gesamtpunktfeld nur zugunsten dieser kurzen Strecken zu verschlechtern.

Beide Verfahren haben in der Praxis gewisse Vor- und Nachteile.

Der Vorteil der *Helmert-Transformation* liegt in ihrer einfachen Durchführung und in der Kontrolle, die die Vortransformation (Berechnung der Umformungskonstanten) für die Einstellung der Paßpunkte und für die terrestrischen Koordinaten darstellt. Als Nachteil ist anzusehen, daß je nach den systematischen Fehlern des photogrammetrischen oder terrestrischen Punktfeldes an den Paßpunkten größere Restfehler verbleiben, und somit die Nachbargenauigkeit zwischen terrestrischen und photogrammetrischen Punkten nicht mehr gewahrt ist.

Bei der *maschenweisen affinen Transformation* können die photo-

grammetrischen Koordinaten den Spannungen des terrestrischen Punktfeldes angeglichen werden, und es wird zumindest in der Umgebung der Paßpunkte ein stetiger Übergang von photogrammetrischen zu terrestrischen Punkten erreicht. Als Nachteil ist anzusehen, daß die Fehler an den Paßpunkten zu Null gemacht und somit in das photogrammetrische Punktfeld übertragen werden. Ferner ist der Zeitaufwand für die maschenweise affine Transformation größer als für die Helmert-Transformation, soweit an den Geräten nicht direkt Landeskoordinaten abgelesen werden können, wie z. B. beim *Exaktographen* [36].

In Rheinland-Pfalz werden beide Verfahren angewandt. Zunächst wird grundsätzlich nach Helmert transformiert. Verbleiben danach an den gegebenen Punkten größere Restfehler, so wird maschenweise affin transformiert, wenn Neupunkte eine Verbesserung von mindestens 0,10 m erhalten. Hierdurch wird vermieden, daß die Strecken zwischen den photogrammetrischen und terrestrischen Punkten durch die Restfehler verfälscht werden. Gleichzeitig werden, von einigen Ausnahmen abgesehen, die Differenzen zwischen den in mehreren Modellen bestimmten Koordinaten an den Modellrändern verkleinert und damit die Randanschlüsse geglättet.

35292. Die Numerierung der Neupunkte

Es ist zu empfehlen, die Nummern der Neupunkte erst bei der Auswertung zu vergeben. Dadurch wird erreicht, daß die Punkte innerhalb des Modells auf den Druckblättern in aufsteigender Nummernfolge geordnet sind. Werden die umgeformten Koordinaten später in das Druckblatt über die Maschinenkoordinaten geschrieben, so kann das endgültige Koordinatenverzeichnis sofort auf Grund der Druckblätter aufgestellt werden.

Durch Angabe des ersten und letzten Punktes eines Stereogramms im „Verzeichnis der Punktnummern“ (s. Abschnitt 35293) ist die Zuordnung der Punkte zu den Stereogrammen gegeben. Es ist somit sofort festzustellen, in welchem Stereogramm ein Punkt bestimmt wurde.

Als Nachteil ist anzusehen, daß die Nummernfolge auf der Karte gestört ist, wenn ein Stereogramm eines Streifens aus besonderen Gründen erst am Schluß ausgemessen werden kann.

Werden die Punkte bereits vor der Auswertung numeriert, so ist die Reihenfolge innerhalb des Modells willkürlich. Jede Nummer muß am Druckzählwerk neu eingestellt werden. Die Zuordnung der Punkte zu den Modellen wird umständlicher. Das endgültige Koordinatenverzeichnis kann erst auf Grund eines Zwischenverzeichnisses aufgestellt werden, in dem die Punkte nach der laufenden Nummer geordnet sind, es sei denn, daß die Koordinaten im Lochkartenverfahren aufbereitet werden.

35293. Die Verzeichnisse

In Rheinland-Pfalz werden folgende Verzeichnisse geführt:

Im *Verzeichnis der Punktnummern* sind für jedes Modell die Nummern der neu bestimmten Punkte aufgeführt, ferner die davon mehrfach bestimmten Punkte an den Stereogrammrändern unter Angabe des betreffenden Modells. Das Verzeichnis wird während der Auswertung geführt.

Die *Gegenüberstellung der photogrammetrischen und terrestrischen Koordinaten* enthält die terrestrischen und photogrammetrischen Koordinaten aller gegebenen Punkte mit ihren Differenzen. Dieses Verzeichnis bildet die Unterlage für das Vektorendiagramm und die maschenweise affine Transformation.

Die Zusammenstellung der photogrammetrischen Messungen enthält nur die Punkte, die in mehreren Stereogrammen bestimmt wurden, in aufsteigender Nummernfolge. Sie wird nach dem Verzeichnis der Punktnummern aufgestellt. In ihr werden die endgültigen Koordinaten als Mittel aus der Bestimmung der einzelnen Stereogramme gebildet.

35294. Die Transformation der Maschinenkoordinaten

Die im folgenden beschriebenen Arbeitsgänge beziehen sich auf Tischrechenmaschinen. Bei Einsatz von automatischen Rechenanlagen werden je nach Art der Anlage Arbeitsgänge von der Maschine übernommen.

In Rheinland-Pfalz werden sämtliche Transformationen mit der Spezialmaschine Brunsviga 183 berechnet.

Die Berechnung der Umformungskonstanten nach Helmert folgt dem von Kaiser angegebenen Rechengang [37]. Auf die Summenproben innerhalb der Rechnung wird verzichtet, da geübten Rechnern nur selten Fehler unterlaufen und somit der Aufwand für die Proben nicht gerechtfertigt erscheint. Etwa unterlaufene Fehler werden durch die Schlußprobe aufgedeckt.

Vor der Umformung der Neupunkte (Massentransformation) werden die Maschinenkoordinaten der beiden Durchgänge gemittelt. Die umgeformten Koordinaten werden über die Maschinenkoordinaten in die Druckblätter eingetragen. Beide Rechnungen werden durch Summenproben geprüft.

Im Vektorendiagramm werden sämtliche gegebenen Punkte mit ihren Restfehlern aus der Helmert-Transformation sowie die Modellbereiche dargestellt. Die einzelnen Modelle sowie die dazugehörigen Vektoren werden farbig unterschieden. Dieses Diagramm gibt einen Überblick über die Genauigkeitsverhältnisse der Auswertung und läßt systematische Fehler und Spannungen zwischen den Punktfeldern deutlich hervortreten.

Die maschenweise affine Transformation wird halbgraphisch durchgeführt. Auf einer Deckpause zur Flurkarte wird das Stereogramm in mindestens vier Dreiecksmaschen zerlegt. Als fünfter Punkt in der Mitte dient, falls kein anderer Punkt vorhanden ist, nach dem Vorgang von Gotthardt [5] der Schwerpunkt.

Sind mehr als die genannten fünf Punkte gegeben, so wird das Modell nur dann in weitere Maschen aufgeteilt, wenn sich dadurch wesentlich andere Verbesserungen ergeben. Dabei ist zu prüfen, inwieweit dies auf Fehler des einzelnen Punktes zurückzuführen ist. Liegen mehrere Punkte zusammen, so wird der Punkt bei der maschenweisen affinen Transformation berücksichtigt, dessen Fehlervektor die allgemeine Tendenz am besten wiedergibt. Gegebenenfalls kann das Mittel von mehreren Punkten als fingierter Punkt eingeführt werden, um die Fehler der Einzelpunkte auszuschalten. Alle diese Feststellungen können anhand des Vektorendiagramms getroffen werden.

Nach der Interpolation der Linien gleicher Verbesserung im Abstand von 5 cm werden die entsprechenden Werte durch Auflegen der Deckpause auf die Flurkarte entnommen und zu den umgeformten Koordinaten addiert. Anschließend werden auf dem Druckblatt die Differenzen zwischen umgeformten und verbesserten Koordinaten gebildet und angeschrieben.

Diese Differenzen werden dann mit der sich aus der Deckpause ergebenden Verbesserung verglichen. Hierdurch ist sowohl die Entnahme aus der Deckpause als auch die Addition der Verbesserung geprüft.

Nach Umformung sämtlicher Punkte werden die Koordinaten der mehrfach

bestimmten Punkte in die „Zusammenstellung der photogrammetrischen Messungen“ eingetragen und dort gemittelt.

Das endgültige Koordinatenverzeichnis kann nunmehr anhand der Druckblätter, in die die umgeformten Koordinaten eingetragen sind, und der „Zusammenstellung der photogrammetrischen Messungen“ aufgestellt werden, da die Punkte in beiden Verzeichnissen nach der laufenden Nummer geordnet sind.

Damit sind die Arbeiten der Auswertestelle abgeschlossen. Alles weitere obliegt den Kulturämtern.

35295. Zur Kontrolle der photogrammetrischen Messung

Der Sicherung gegen grobe Fehler kommt bei den großmaßstäbigen Auswertungen eine besondere Bedeutung zu. Das Verfahren muß so entwickelt werden, daß praktisch keine groben Fehler unentdeckt bleiben können. Durch die Kombination von photogrammetrischen und terrestrischen Messungen ist in der Flurbereinigung diese Forderung weitgehend erfüllt.

Bei der Ausmessung können folgende grobe Fehler auftreten, die bis auf die Signalisierungsfehler bei der Auswertung oder der Bearbeitung der Karten aufgedeckt werden:

Signalisierungsfehler. (Platte liegt nicht zentrisch, oder statt des Grenzpunktes ist ein anderer Punkt signalisiert.)

Diese Fehler können nur durch sorgfältiges und gewissenhaftes Arbeiten vermieden werden. Die technische Kraft die die Signalisierungsgruppe leitet, muß sich vergewissern, daß alle Punkte zentrisch signalisiert sind und die Darstellung der Identifizierungshilfen in der Karte mit der Örtlichkeit übereinstimmt. Um etwaige Verschiebungen feststellen zu können, werden die Platten nach dem Bildflug überprüft.

Im Richtpunktverband können Fehler, die über den Rahmen der Kartiergenauigkeit hinausgehen, durch das Abgreifen von Sollmaßen auf der Karte entdeckt werden.

Identifizierungsfehler. (Statt des Signals wird ein signalähnlicher Punkt ausgemessen.)

Durch die Signalisierung mit Identifizierungshilfen sind derartige Fehler praktisch ausgeschlossen, da jeder nur zentrisch signalisierte Punkt von einem mit Ring oder Streifenplatten signalisierten Punkt aus auf Grund der Absteckungsmaße überprüft werden kann.

Identifizierungsfehler sind bisher bei den Arbeiten der Landeskulturverwaltung nur im Wald aufgetreten, da die Schatten der Äste auf dem hell erscheinenden trockenen Laub ringähnliche Figuren bilden können. Auch diese Fehler können vermieden werden, wenn nur einwandfrei sichtbare Punkte ausgemessen werden.

Einstellfehler. (Der Punkt wird falsch eingestellt, oder beim Druck wird die Einstellung verändert.)

Jeder koordinierte Punkt wird in Rheinland-Pfalz in einem zweiten Durchgang von einem anderen Auswerter noch einmal unabhängig ausgemessen, wobei die Punkte nach der Versteinerungskarte aufgesucht werden. Alle Differenzen, die über den Rahmen der Einstellgenauigkeit hinausgehen, werden untersucht. Gleichzeitig wird auch die Identifizierung überprüft, wobei alle unsicheren Punkte gestrichen werden.

Punkt- und Nummernverwechslungen. (Die Koordinaten beziehen sich auf einen anderen Punkt als in den Kartenunterlagen dargestellt.)

Diese Verwechslungen werden beim zweiten Durchgang aufgedeckt. Zusätzlich werden noch alle Koordinaten auf der Karte abgegriffen. Dadurch wird gleichzeitig die Kartierung überprüft.

Kartierungsfehler. (Während des Kartiervorgangs ändert sich die Grundeinstellung des Kartierstiftes.)

Die Einpassung wird nach der Kartierung durch Abfahren der Paßpunkte überprüft. Ferner werden bei der Ausarbeitung der Karten sämtliche Sollmaße abgegriffen. Alle Anstände werden örtlich daraufhin überprüft, ob ein Fehler bei der Absteckung unterlaufen ist. Erst daraufhin wird die Karte berichtigt.

Durch diese Kontrollen ist es praktisch ausgeschlossen, daß ein grober Fehler unentdeckt bleiben kann. Somit erübrigt sich für Flurbereinigungszwecke eine zweite Ausmessung auf Grund von anderen Meßbildern, die bereits in dem Gutachten Helms t a d t vorgeschlagen wurde [30].

Eine Zweitausmessung erfordert mindestens den gleichen Zeitaufwand für die Auswertung und Koordinatenbearbeitung wie die erste, wozu noch der Vergleich bzw. die Mittelung beider Ergebnisse hinzukommt. Dadurch wird nicht nur die Wirtschaftlichkeit in Frage gestellt, sondern es muß auch die Auswertekapazität doppelt so groß sein, da für die Auswertung für Flurbereinigungszwecke nur ein begrenzter Zeitraum zur Verfügung steht.

Die oben angegebenen Kontrollen können auch bei einer Zweitausmessung nicht entfallen, weil dadurch die einzelne Auswertung in sich geprüft wird und die Übereinstimmung von Kartierung und Sollmaßen gewährleistet sein muß. Darüber hinaus könnte sich eine Zweitausmessung auch nur auf die koordinierten Punkte erstrecken, da eine Kontrolle der nur kartierten Punkte mit erheblichen technischen Schwierigkeiten verbunden ist.

Aus diesen Gründen erscheint der Aufwand für eine Zweitausmessung bei Flurbereinigungsverfahren nicht gerechtfertigt.

36. Die Folgearbeiten

Die Folgearbeiten umfassen die Arbeitsabschnitte nach der Auswertung bis zur Fertigstellung der Zuteilungskarte, einschließlich der Vorbereitung der Neumessungsrisse.

Bei der Ausarbeitung der Karten werden alle Sollmaße auf der Karte überprüft und die auf Grund der Absteckungselemente kartierbaren Punkte nachkartiert. Alle Anstände und die örtlich aufzumessenden Punkte werden vermerkt. Zur Kontrolle gegen Punktverwechslungen werden die Koordinaten grob auf der Karte abgegriffen.

Die Neumessungsrisse, die bei terrestrischer Aufnahme im Felde entstehen, müssen beim photogrammetrischen Verfahren besonders angefertigt werden. Die Risse werden ungefähr im Maßstab 1 : 1000 auf Klarzell anhand der Zuteilungskarte vorbereitet und die Absteckungsmaße aus der Versteinerungskarte übernommen. In diese Risse werden alle Maße der Ergänzungsmessungen für die bei der Auswertung nicht erfaßten Punkte eingetragen. Um diese Punkte zu kennzeichnen, empfiehlt es sich, in den Rissen zunächst nur die bereits kartierten Punkte mit einer Signatur darzustellen.

Die Ergänzungsmessungen werden zweckmäßig nach der Auswertung vorgenommen, da erst dann ihr Umfang einwandfrei feststeht. Dabei können dann gleichzeitig die auf der Karte gefundenen Anstände und Änderungen in der Absteckung mit erledigt werden. Wird dagegen vor der Auswertung ein Feldvergleich zur Identifizierung durchgeführt (z. B. in der Schweiz), so sind dadurch die auf den Bildern nicht sichtbaren Punkte bekannt und können schon vor der Auswertung aufgemessen werden.

Zur Vervollständigung der Karten würde es genügen, die Ergänzungsmessungen an kartensichere Punkte anzuschließen, die nicht koordiniert zu sein brauchen. Eine Kontrolle wäre dann nur im Rahmen der graphischen Genauigkeit möglich, wenn die Messung nicht in sich selbst kontrolliert ist. Schließt man jedoch an koordinierte Punkte an,

was keine Mehrarbeit verursacht, wenn nach den weiter oben angegebenen Richtlinien koordiniert ist, so ist die Messung kontrolliert und die Identität der Anschlußpunkte nachgewiesen.

Beim Anschluß von Polygonzügen an photogrammetrisch koordinierte Punkte muß bei kurzen Anschlußsichten mit erheblichen Fehlern des aus photogrammetrischen Koordinaten abgeleiteten Richtungswinkel gerechnet werden. — Bei einer Strecke von ca. 250 m entspricht ein mittlerer Punktfehler von $\pm 0,12$ m einem mittleren Richtungsfehler von ca. $\pm 3^{\circ}$.

Es ist deshalb besonderer Wert auf lange Anschlußsichten zu legen. Gegebenenfalls kann der Zug richtungsmäßig weitergeführt werden, bis genügend lange Anschlußsichten beobachtet werden können.

Kurze Anschlußsichten sind nur als Kontrolle gegen grobe Fehler anzusehen. Auf keinen Fall darf der Winkelabschlußfehler auf die Brechungswinkel, deren Genauigkeit wesentlich höher ist, verteilt werden. Der Zug wird mit der beobachteten Anschlußsicht berechnet und die Widersprüche f_x und f_y bei gestreckten Zügen wie üblich, im anderen Fall nach den Formeln der Ähnlichkeitstransformation [39] verteilt. Zur Kontrolle wird die Strecke zwischen Anfangs- und Endpunkt aus den vorläufigen Zugkoordinaten mit der aus den gegebenen Koordinaten verglichen. Dieses Verfahren entspricht einer indirekten Streckenmessung.

Bei polarer Bestimmung von Punkten können zur Ausschaltung der Fehler des einzelnen Punktes mehrere Anschlußsichten beobachtet werden.

37. Die Aufmessung der Ortslage und der Waldgebiete

Die innerhalb des Verfahrensgebietes liegenden *Ortslagen* werden terrestrisch aufgemessen. Die Luftbildmessung wäre wegen der dichten und häufig verschachtelten Bebauung unwirtschaftlich, da viele Signale verdeckt würden und die kurzen Strecken, deren Genauigkeit bei dem gebräuchlichen Bildmaßstab nicht ausreicht, terrestrisch gemessen werden müßten. Innerhalb des photogrammetrisch ausgemessenen Gebietes liegt somit eine Insel, die terrestrisch aufgemessen wird. Diese beiden Messungssysteme müssen miteinander in Verbindung gebracht werden. Entscheidend für den dabei einzuschlagenden Weg ist der Zeitpunkt der Kartierung der Ortslage.

Bei normalem Ablauf des Verfahrens wird die Ortslage nach dem Bildflug im Anschluß an die Signalisierung aufgemessen. Aufmessung der Ortslage und photogrammetrische Auswertung der Feldflur laufen also parallel. Das Ortslagenetz kann somit an photogrammetrisch koordinierte Punkte am äußeren Ortslagenring angeschlossen werden. Es genügt, wenn die Koordinaten dieser Punkte nach der Aufmessung für die Kartierung vorliegen.

Wird das betreffende Gebiet erst im Spätsommer oder Herbst ausgewertet, zu einem Zeitpunkt, an dem die Ortslagenaufmessung schon abgeschlossen ist, so können die Ortslagen-Modelle zuerst ausgemessen und sofort die Koordinaten der Anschlußpunkte berechnet werden. Hierdurch wird erreicht, daß die Ortslage während der Auswertung kartiert werden kann und die Kräfte anschließend für die Bearbeitung der Feldfluren frei sind. Wegen der Genauigkeit bestehen keine Bedenken. Nach den bisherigen Erfahrungen in Rheinland-Pfalz liegen die Abschlußfehler der Polygonzüge bei genügend langen Anschlußsichten innerhalb der Fehlergrenzen für Hauptzüge.

Ist die Aufmessung der Ortslage wesentlich früher abgeschlossen als die Auswertung, so kann im allgemeinen, um Arbeitsspitzen zu vermeiden, mit der Kartierung nicht gewartet werden, bis die Ergebnisse der Auswertung vorliegen. Am Ortslagenring müssen

daher Punkte bestimmt werden, an die das Ortslagenetz angeschlossen werden kann. Das photogrammetrische Netz wird dann später an den Ortslagenring angepaßt.

Bei den ersten Verfahren in Rheinland-Pfalz wurden diese Punkte durch Polygonzüge von mehr oder weniger weit entfernt liegenden TP bestimmt. Dadurch wurde das Gebiet von langen Polygonzügen unterschiedlicher Genauigkeit durchzogen, die bei der Auswertung erhebliche Schwierigkeiten bereiteten, da die Polygonpunkte bei der Kartierung und Koordinierung berücksichtigt werden müssen und infolge der ungenügenden Genauigkeit häufig erhebliche Spannungen auftraten. Auf Grund dieser Erfahrungen werden die Anschlußpunkte an der Ortslage mit Paßpunktgenauigkeit vorwiegend trigonometrisch bestimmt. Polygonzüge zur Bestimmung dieser Anschlußpunkte werden als Feinpolygonzüge beobachtet.

Da in diesem Falle das photogrammetrische Netz an den Ortslagenring angepaßt wird, muß die Ortslage auf der Versteinerungskarte genau abgegrenzt sein, und die Koordinaten der auf dem äußeren Ring liegenden Punkte müssen zum Zeitpunkt der Auswertung vorliegen.

Dieses Verfahren verursacht einen höheren Aufwand sowohl bei der örtlichen Messung wie bei der Auswertung, der aber im Interesse der Arbeitsplanung auf dem Kulturamt hingenommen werden muß.

Ebenso wie die Ortslage müssen auch größere Waldgebiete terrestrisch aufgemessen werden. Um die Polygonierung zu erleichtern, können an lichten Stellen oder in Schneisen Anschlußpunkte signalisiert werden. Wie die Erfahrung gezeigt hat, empfiehlt es sich, möglichst viele Punkte zu signalisieren, von denen dann immer einige im Luftbild sichtbar sein werden. Der Mehraufwand bei der Signalisierung steht in keinem Verhältnis zu der dadurch erzielten Erleichterung der örtlichen Messungen.

38. Luftbildpläne

Neben der in erster Linie meßtechnischen Auswertung findet auch das Luftbild als solches eine vielseitige Verwendung im Flurbereinigungsverfahren. Da in ihm bereits eine bildlich-geometrische Darstellung des Geländes vorliegt, ist es besonders für alle planerischen Arbeiten geeignet. Die anschaulichen Luftbilder ergänzen die mehr oder weniger abstrakten Karten und ermöglichen, die Planung praktisch im Anblick des Geländes vorzunehmen.

Nach dem jeweiligen Verwendungszweck richtet sich die Ausführung der Luftbilder.

Die stereoskopische Bildreihe besteht aus den Kontaktabzügen der Originalaufnahmen. Sie gestattet unter dem Stereoskop eine räumliche Betrachtung des Geländes und bildet so eine wertvolle Ergänzung zu den Höhenlinien.

Einzelvergrößerungen der Luftbilder in den Maßstäben 1:2000 bis 1:3000 dienen vorwiegend als Identifizierungskroki. Daneben können sie in Sonderfällen als Ersatz für großmaßstäbige Karten benutzt werden, z. B. für die Regulierung der Ortslage oder als Schätzungsrisse.

Luftbildpläne stellen das Verfahrensgebiet im Zusammenhang dar. Sie werden in Rheinland-Pfalz nicht angefertigt. Ihre Herstellung ist infolge des bergigen Geländes bei großen Bildmaßstäben zu zeitraubend. Da bei Bildplänen die Lagegenauigkeit gegenüber der bildlichen Darstellung zurücktritt, werden statt dessen Bildskizzen angefertigt.

Die Bildskizzen bestehen in Rheinland-Pfalz aus vergrößerten Luftbildern im Maßstab 1:3000. Infolge der für die stereoskopischen Ausmessung erforderlichen großen Überdeckung braucht von jedem Bild nur der Mittelteil herangezogen zu wer-

den. Extreme Verzerrungen durch die Höhenunterschiede werden dadurch auch bei bergigem Gelände vermieden. Die so entstehenden schmalen Streifen werden mit Klebeband streifenweise mit Randanpassung montiert. Auf diese Weise entsteht ein Faltplan, der leicht zu handhaben und zu transportieren ist und deshalb auch im Gelände und bei Verhandlungen mitgeführt werden kann.

Die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten des Luftbildes sind bereits von Hiedl und v. Mock [30] in ihrer Untersuchung eingehend diskutiert worden. Es soll deshalb im folgenden nur dargelegt werden, inwieweit sich diese Vorschläge in der Praxis durchsetzen konnten. Anschließend werden noch einige andere Verwendungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Für die Schätzung hat sich das Luftbild in dem vorgeschlagenen Umfange bewährt. Neben einer Erleichterung der eigentlichen Schätzungsarbeiten ist besonders hervorzuheben, daß der Feldvergleich zur Einmessung der Kulturarten, Raine, Verlagerung von Bächen usw., fortfällt. In flachem Gelände wurden entzerrte Luftbilder im Maßstab 1 : 2000 als Schätzungsrisse im Feld benutzt. Dadurch wird die Einmessung erheblich erleichtert, da der jeweilige Standpunkt oder die einzumessenden Klassengrenzen ohne Mühe auf den Luftbildern eingezeichnet werden können.

Auch für die Obstbaumschätzung haben sich Luftbildvergrößerungen bewährt. Jeder einzelne Obstbaum ist im Luftbild an seinem Standort aufzufinden und kann dort nummeriert werden. Die zeitraubende Einmessung der Obstbäume fällt somit fort.

Beim Entwurf des Wege- und Gewässerplanes ergänzen Luftbilder die topographische Auswertung. Die Kombination Luftbildplan mit Höhenlinien scheidet im bergigen Gelände an den Schwierigkeiten der Herstellung eines genügend genauen Luftbildplanes. Zur Ergänzung der topographischen Auswertung wird statt dessen eine stereoskopische Luftbildreihe und eine Bildskizze im Maßstab 1 : 3000 geliefert, die es dem Bearbeiter gestatten, sich auch die Vielfalt der Einzelheiten, die auf einer Karte nicht dargestellt werden können, ins Gedächtnis zurückzurufen.

Bei Verhandlungen mit den Beteiligten haben sich die Bildskizzen hervorragend bewährt. Die Beteiligten finden sich an Hand von Luftbildern schneller und besser im Gelände zurecht als nach der Katasterkarte. Das Aufsuchen und Identifizieren einzelner Grundstücke bereitet keinerlei Schwierigkeiten.

Als dokumentarischer Nachweis für die Nutzungsarten (§ 34 FlurbG vom 14. 7. 1953) kann das Luftbild nur herangezogen werden, wenn das Gebiet zu Beginn des Verfahrens beflogen wird. In Rheinland-Pfalz liegt die Befliegung häufig jedoch vor diesem Zeitpunkt, da bei der Erstbefliegung immer größere Gebiete beflogen werden, in denen in den folgenden Jahren der Schwerpunkt der Flurbereinigungstätigkeit liegen wird. Diese Verwendung des Luftbildes ist demnach auf die Verfahren beschränkt, die kurz vor oder nach der Befliegung eingeleitet werden.

Zur Ortslagenregulierung wurden verschiedentlich Luftbildvergrößerungen benutzt. Das Luftbild gibt sämtliche Gebäude und Grenzanlagen in ihrem neuesten Stand wieder, während die üblich verwandten Katasterkarten bezüglich des Gebäudebestandes meist nicht auf dem laufenden sind.

Beim beschleunigten Zusammenlegungsverfahren (§§ 91 ff. FlurbG.) bietet das Luftbild noch einen besonderen Vorteil. Bei diesem Verfahren entfällt eine Neumessung sowie die Anlage von neuen Wegen und Gewässern. Es werden fast ausschließlich ganze Flurstücke ausgetauscht. Ein besonderes Problem hierbei bilden die Wege zu den neuen Grundstücken.

Die Katasterkarte weist häufig keinerlei Wege aus. Erst im Luftbild sind alle örtlich bestehenden Wege sichtbar, die meist entlang den Gewannenstößen verlaufen und in

der Karte nicht enthalten sind. Diese Wege können somit bei der Neueinteilung berücksichtigt und durch dingliche Belastung der entsprechenden Grundstücke gesichert werden.

Abschließend kann gesagt werden, daß das Luftbild als solches eine wirksame Hilfe und willkommene Erleichterung bei verschiedenen Arbeiten eines Flurbereinigungsverfahrens bildet und daher bei allen Bearbeitern beliebt ist.

39. Die Breitenberechnung

Mit der Vervollständigung der Karten sind die Arbeitsabschnitte abgeschlossen, die von der Photogrammetrie beeinflußt werden, wenn man von der weiteren Verwendung des Luftbildes bei den folgenden Planungsarbeiten absieht. Bei der Einrechnung der neuen Grundstücksgrenzen, der Breitenberechnung, ergeben sich durch die Luftbildmessung noch Änderungen, auf die näher eingegangen werden soll.

Bei der Breitenberechnung werden aus den Flächen der neuen Grundstücke die Kopfbreiten an den Wegen berechnet und auf die Blocklänge (Schrägmaß) abgestimmt. Bei terrestrischer Aufnahme liegt für diese Strecke ein gemessenes Maß vor. Bei photogrammetrischer Bearbeitung kann die Blocklänge auf der Karte abgegriffen oder aus Koordinaten berechnet werden. Eine örtliche Messung der Strecken wäre unwirtschaftlich, da sie noch zweimal – bei der Absteckung und Aufmessung – gemessen werden.

Im folgenden werden die Vor- und Nachteile beider Verfahren gegenübergestellt, wobei vorausgeschickt wird, daß bis jetzt beide nebeneinander gebräuchlich sind, sich also noch keines endgültig durchsetzen konnte.

Werden die Strecken auf der Karte (1:2000) abgegriffen, so ist mit Fehlern in der Größenordnung von 0,50 m zu rechnen (s. Abschnitt 45). Da in jedem Fall der Abschlußfehler bei der Absteckung auf die einzelnen Grundstücksbreiten verteilt werden muß, ist die Größe des Fehlers bedeutungslos, solange er nicht so groß wird, daß sich bei der Kontrollberechnung die Flächen über die Fehlergrenze hinaus ändern, so daß ein Plannachtrag erforderlich wird.

Nach den bisherigen Erfahrungen liegen die photogrammetrisch ermittelten Strecken innerhalb der Fehlergrenzen, wenn mehrere Strecken zusammengefaßt werden. Die Breiten werden deshalb ohne Berücksichtigung etwaiger Wegeknicke zusammengefaßt und die errechneten Maße nur für die neuen Grenzen, jedoch nicht für die Knickpunkte angegeben. Bei der Absteckung wird an den Knickpunkten durchlaufend weitergemessen und die errechneten Maße auf das Endmaß abgestimmt. Für die Knickpunkte werden die gemessenen Maße angehalten. Hierdurch wird die Differenz immer auf eine lange Strecke und auf mehrere Grundstücksbreiten verteilt, so daß auf jedes Grundstück nur kleine Beträge (0,10 m) entfallen, die sich auf die Fläche kaum auswirken.

Diese Methode erscheint somit als die einfachste und wird deshalb auch vorwiegend angewandt.

Gegen sie wird eingewendet:

Bei der Absteckung müssen oft Kräfte eingesetzt werden, denen die notwendige Erfahrung für diese Arbeit fehlt. Bei größeren Differenzen tritt dann eine Unsicherheit auf, ob die Differenz auf die Karte oder einen Messungsfehler zurückzuführen ist, so daß die Strecke noch einmal gemessen wird. Dadurch wird der Zeitgewinn des Abgreifens auf der Karte gegenüber der Berechnung aus Koordinaten wieder aufgehoben. Zudem bereitet das Verteilen größerer Differenzen proportional den Flächen teilweise Schwierigkeiten.

Die Genauigkeit der aus Koordinaten berechneten Strecken ist wesentlich größer, so daß – von wenigen Ausnahmen abgesehen – die Differenz zur ge-

messenen Strecke bei Blocklängen über 100 m innerhalb der Fehlergrenze der Geländeklasse II liegt (s. Abschnitt 46). Häufig ist die Übereinstimmung so gut, daß eine Verteilung der Differenz entfallen kann.

Diesem Vorteil steht der größere Aufwand bei der Berechnung der Strecken gegenüber. Nur eine Wegeseite, die Leitlinie, kann aus Koordinaten unmittelbar gerechnet werden. Zur Ableitung der zweiten Wegeseite müssen die Fußpunkte der Knicke und Kehrensteine bekannt sein, die mit der Wegebreite und dem Brechungswinkel Absteckungstabellen entnommen werden können. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß beide Verfahren Vor- und Nachteile haben, und es letztthin von dem vorhandenen Personal abhängt, welcher Methode der Vorzug gegeben werden soll.

4. Die Genauigkeit und Vollständigkeit der photogrammetrischen Messung

Durch die folgenden Angaben soll gezeigt werden, daß die bei verschiedenen Versuchsmessungen erzielten Ergebnisse keine Sonderfälle darstellen, sondern auch bei praktischen Arbeiten erreicht werden. Sie sind deshalb nicht als ein Maß für die absolute photogrammetrische Meßgenauigkeit anzusehen.

Die Untersuchungen beruhen auf den Auswertungen der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz der Jahre 1955–1957, von denen alle Messungen berücksichtigt wurden, über die entsprechende Angaben vorliegen.

Allen Auswertungen liegen folgende Daten zugrunde:

Kammer:	RMK 21/18 Topar RC 5a 21/18 Aviotar
Relative Flughöhe:	ca. 1750 m
Bildmaßstab:	ca. 1 : 8300
Auswertegerät:	Stereoplanigraph Cs
Maschinenmaßstab:	1 : 4000
Kartenmaßstab:	1 : 2000

41. Der mittlere Einstellfehler

Die Punkte sind im gleichen Stereogramm von zwei verschiedenen Beobachtern ausgemessen. Maschinenmaßstab: 1 : 4000, Angabe des Druckzählwerks: 10 μ .

Die Werte sind berechnet nach $M = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{[d \ d]}{n}}$ wobei eine konstante Verschiebung der Beobachtungsreihen vorher eliminiert wurde.

In der Tabelle 3 sind die Ergebnisse verschiedener Beobachterkombinationen, verschiedener Stereogramme, verschiedener Flurbereinigungsverfahren, verschiedener Stereoplanigraphen und verschiedener Aufnahmekammern zusammengestellt.

Wie Brucklacher [2] gezeigt hat, ist der größere Fehler in der y-Richtung darauf zurückzuführen, daß die Ausdehnung der Modelle in der y-Richtung etwa doppelt so groß ist wie in der x-Richtung. Die aus der Höheneinstellung resultierenden Fehler wirken sich daher auf die y-Werte stärker aus als auf die x-Werte.

42. Der mittlere Koordinatenfehler aus der Einpassung der Stereogramme auf die Paßpunkte (Helmert-Transformation).

Aus der Einpassung von 675 Stereogrammen mit durchschnittlich 4 Paßpunkten ergibt sich ein mittlerer Koordinatenfehler (arithm. Mittel) von $\pm 13,2$ cm (Maximum 32 cm). In diesem Fehler sind noch erhebliche Anteile der terrestrischen Messung ent-

Beobachter	Anzahl n	M_x		M_y		M_p	
		μ	cm	μ	cm	μ	cm
1/2	337	6,8	2,7	9,3	3,7	11,5	4,6
1/3	467	6,8	2,7	8,4	3,4	10,8	4,3
2/3	352	6,7	2,7	8,2	3,3	10,6	4,2
4/5	638	6,6	2,6	7,5	3,0	10,0	4,0
4/6	272	5,5	2,2	5,6	2,2	7,8	3,1
5/6	361	5,7	2,3	8,0	3,2	9,8	3,9
2/7	303	8,2	3,3	9,0	3,6	12,2	4,9
4/7	404	5,6	2,2	6,4	2,6	8,5	3,4
6/7	142	8,0	3,2	8,3	3,3	11,5	4,6
Mittel:	(3276)	6,7	2,7	7,8	3,1	10,3	4,2
Bergen [2]		4,3	1,7	7,7	3,1	9,0	3,5

Tabelle 3. Einstellfehler

halten, da als Paßpunkte vielfach Polygonpunkte aus älteren Polygonierungen an den Verfahrensgrenzen benutzt wurden.

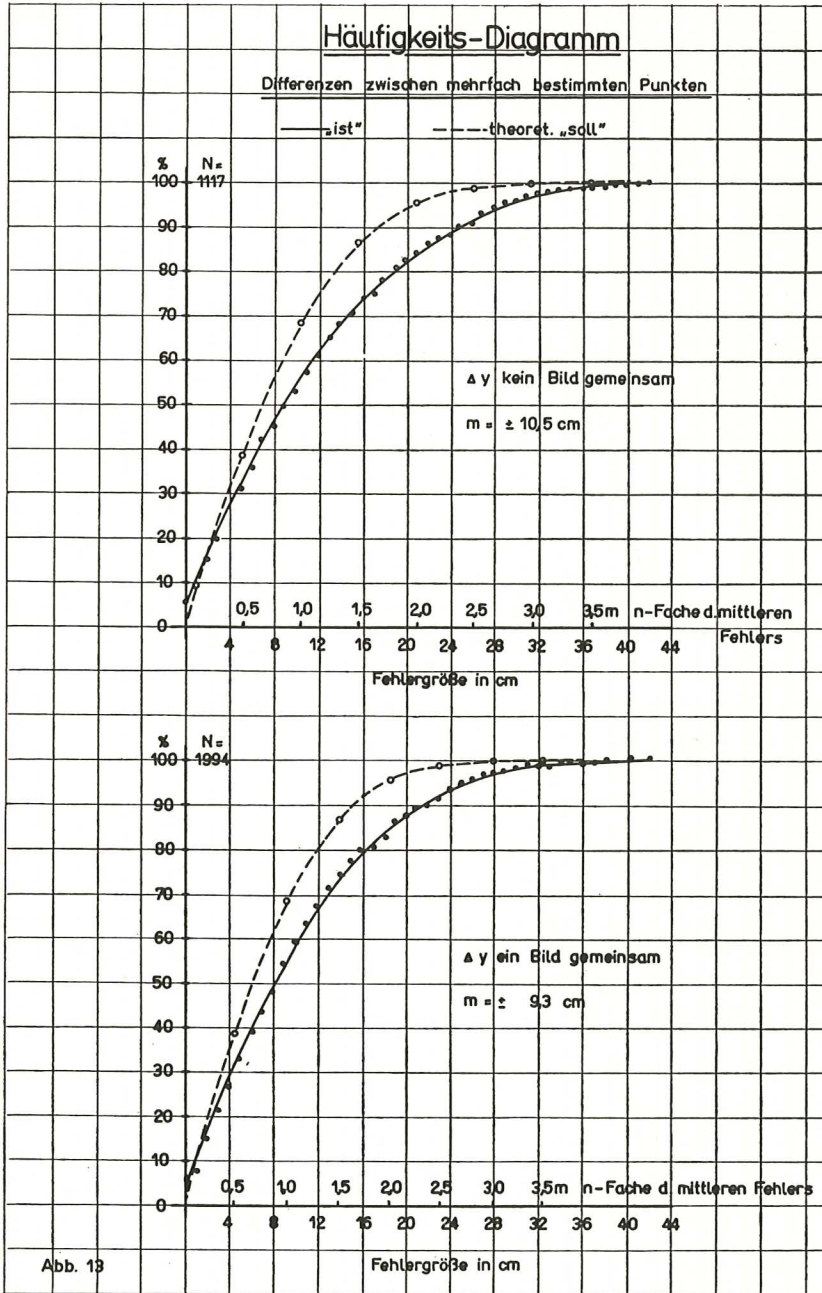
43. Der mittlere Koordinatenfehler aus Doppelmessungen an den Rändern der Stereogramme (Modellanschluß).

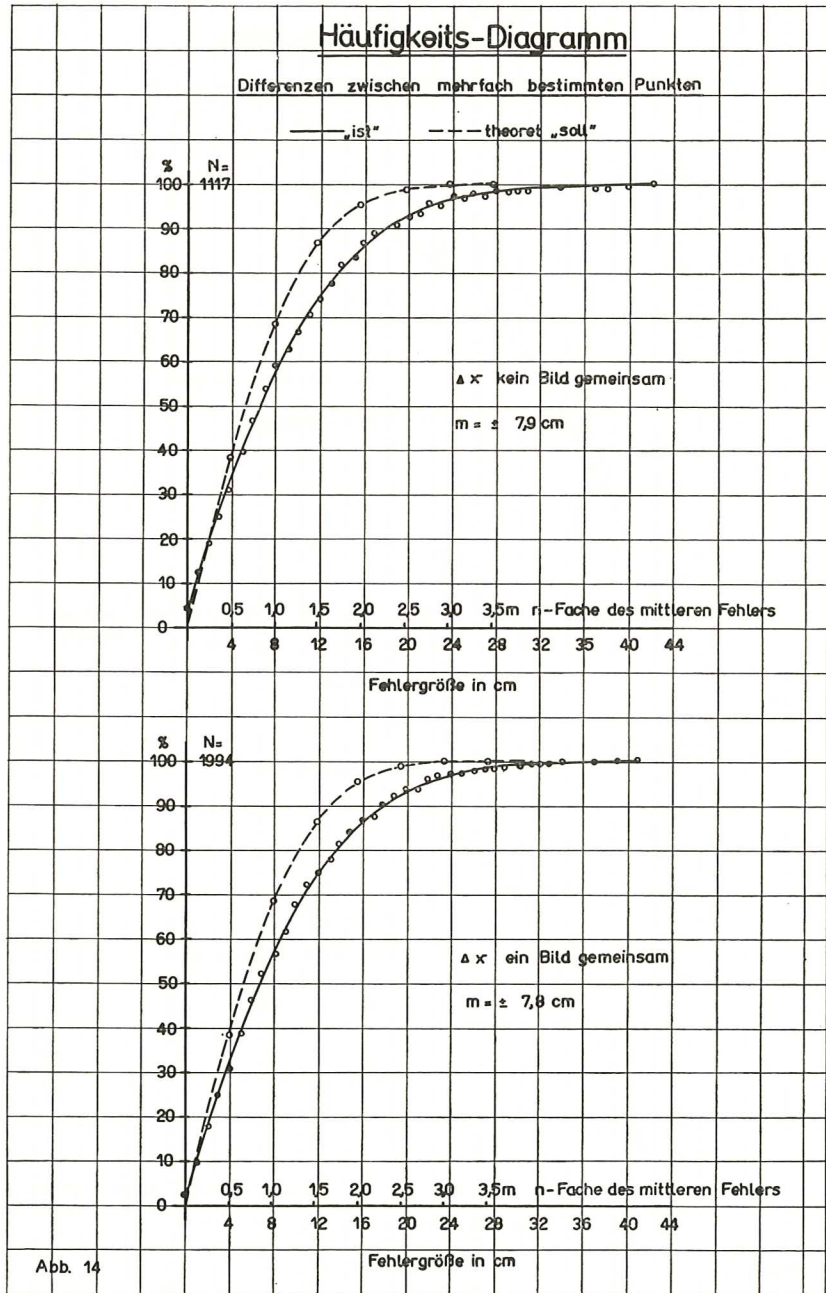
Für die Untersuchungen wurden sämtliche Auswertungen der Jahre 1955 und 1956 sowie eines Teils des Jahres 1957 herangezogen, und zwar im ganzen 27 Verfahren. Um zu untersuchen, inwieweit sich ein gemeinsames Bild auf die Fehler auswirkt, wurden die Punkte in solche mit einem gemeinsamen und ohne ein gemeinsames Bild unterteilt.

Die Häufigkeitsverteilung der Differenzen ist in den Abbildungen 13 und 14 dargestellt. Die Abweichungen gegenüber den nach der Gauß'schen Fehlertheorie abgeleiteten „Soll“-Kurven, sind vermutlich auf systematische Einflüsse der Paßpunkte, des Filmmaterials und der Orientierung zurückzuführen, die sich auf die Punkte einer „Naht“ gleichmäßig auswirken.

	Anzahl n	m_y \pm cm	m_x \pm cm	m_p \pm cm
1) Ein Bild gem.	1994	9,3	7,8	12,1
2) Kein Bild gem.	1117	10,5	7,9	13,1

Tabelle 4. Mittlerer Fehler einer Einzelbestimmung aus Doppelmessungen an den Stereogrammrändern.





Auf Grund dieser Zahlen läßt sich ein Einfluß eines gemeinsamen Bildes nicht feststellen. Der größere Fehler für y unter 2. ist vermutlich auf die Auswirkung des Höheneinstellfehlers zurückzuführen, da diese Punkte immer an den Streifenanschlüssen in der größten Ausdehnung des Modelles liegen.

44. Vergleich der bei der Planabsteckung gemessenen und aus photogrammetrischen Koordinaten berechneten Strecken

Für die Untersuchung standen nur Angaben aus sieben Verfahren zur Verfügung, da in den meisten Fällen die Strecken nicht aus Koordinaten berechnet, sondern auf der Karte abgegriffen wurden. Ferner wurden teilweise die berechneten Strecken angehalten, wenn die Abweichung zur gemessenen Strecke innerhalb der erlaubten Differenz der Geländeklasse II lag, so daß auch diese Strecken für einen Vergleich ausfallen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 5 enthalten. Zum Vergleich sind noch die Fehler der Versuchsmessung Bergen [2] und der Katasterversuchsmessung der Regierung Düsseldorf, Kapellen [33] angegeben.

In diesen Differenzen sind noch die Fehleranteile der terrestrischen Messung enthalten. Eliminiert man diese Anteile nach Förstner [40], auf Grund der Fehlergrenzen der preußischen Anweisung VIII und IX, wobei die zulässige Differenz d das Vierfache des mittleren Fehlers beträgt, so steigt der mittlere Fehler mit der Streckenlänge in Übereinstimmung mit der von Förstner angegebenen Entwicklung bis zum Fehler aus der Doppelmessung an den Stereogrammrändern (s. Abschnitt 43) von ca. 13 cm.

In Österreich [41] wurden bei einem Bildmaßstab von 1 : 11 000, Kammer Wild RC 7, 10/15, wesentlich geringere Streckenfehler festgestellt. Aus 455 Strecken zwischen 0 und 120 m ergab sich eine durchschnittliche Abweichung von 4,2 cm.

Rheinland-Pfalz				Kapellen		Bergen		
Strecken- Länge	Anzahl	m_s \pm cm	max. cm	Anzahl	m_s \pm cm	Länge	Anzahl	m_s \pm cm
0 — 20	162	7,2	18	373	9,2	0 — 20	89	8,1
20 — 50	93	10,0	29	83	9,9	20 — 60	79	10,0
50 — 100	174	10,3	40	13	10,3	60 — 100	136	10,0
100 — 150	142	12,4	39	13	12,0	100 — 150	113	12,7
150 — 200	117	11,9	35	5	6,4	150	71	11,9
200 — 250	61	15,3	40					
> 250	45	15,5	37					

Tabelle 5. Streckenvergleich (gerechnet — gemessen).

45. Vergleich zwischen bei der Planabsteckung gemessenen und auf der Karte abgegriffenen Strecken

Durch diesen Vergleich soll gezeigt werden, mit welchen Differenzen in der Praxis gerechnet werden muß, wenn die Längen der Absteckungsseiten für die Breitenberech-

nung aus der Karte abgegriffen werden. Die Strecken wurden für die Breitenberechnung mit einem Anlegemaßstab der Karte entnommen.

Für die Gegenüberstellung „auf der Astralonkarte abgegriffenen — gemessen“ standen die Ergebnisse von vier Verfahren zur Verfügung. Für den Vergleich „auf der Zuteilungskarte abgegriffen — gemessen“ wurden nur die Verfahren herangezogen (7), bei denen die Zuteilungskarte als Nadelkopie auf Zeichenkarton gewonnen wurde. Bei den als Lichtpause vorliegenden Zuteilungskarten waren die Stiche in vielen Fällen nicht einwandfrei abgebildet, so daß die Strecken nicht genau abgegriffen werden konnten. In diesen Fällen steht auch eine ausgearbeitete Astralonkarte hierfür zur Verfügung.

Astralonkarte				Zuteilungskarte		
Strecken-		m_s	max.	Anzahl	m_s	max.
Länge	Anzahl	\pm cm			\pm cm	
0 — 20	66	13	40	77	12	32
20 — 50	76	18	38	95	19	65
50 — 100	93	17	52	155	21	80
100 — 150	92	18	46	124	26	85
150 — 200	86	21	50	70	27	80
> 200	71	23	55	80	27	72

Tabelle 6. Streckenvergleich (abgegriffen — gemessen) Kartenmaßstab 1 : 2000.

Der Anstieg der mittleren Differenz auf das Doppelte ist nicht durch die graphische Ungenauigkeit zu erklären. Er ist auf den Karteneingang zurückzuführen, der auch bei Astralon in der Größenordnung von 0,5 Prozent liegt und beim Abgreifen nicht berücksichtigt wurde. Die größeren Abweichungen bei der Zuteilungskarte beruhen auf Ungenauigkeiten der Kopie und auf dem größeren Karteneingang des Zeichenkartons ohne Metalleinlage.

46. Vergleich zwischen graphisch und rechnerisch ermittelten Koordinaten

Bei den ersten Auswertungen wurden häufig Verschiebungen des gesamten Punktfeldes gegenüber dem Quadratnetz festgestellt, die darauf zurückzuführen waren, daß das Netz nicht, wie die Koordinaten, eingedreht, sondern durch Verschieben der x- und y-Wagen kartiert wurde.

Diese Verschiebungen sind von Bedeutung, wenn Ergänzungsmessungen auf Grund von Koordinaten vom Gitternetz aus in die Karte eingetragen werden sollen. Liegen solche Verschiebungen vor, dann müssen die Punkte auf eine Linie zwischen zwei kartierten Punkten umgeformt und von dieser Linie aus aufgetragen werden, um die Nachbargenauigkeit zu wahren.

Zum Vergleich zwischen Koordinaten und Kartierung wurden die Koordinaten eines Kartenblattes mit dem Koordinatographen abgegriffen und mit den rechnerisch ermittelten Koordinaten verglichen. Dabei wurde das Blatt für jedes Netzquadrat neu eingepaßt.

	masch. affine Transf.			Helmert-Transf.			
	Anzahl	m_y \pm cm	m_x \pm cm	m_p \pm cm	m_y \pm cm	m_x \pm cm	m_p \pm cm
Aufgetragene Punkte	15	10	10	14	—	—	—
Neupunkte	161	19	16	25	17	16	23
Übernommene Punkte	9	15	34	37	—	—	—

Tabelle 7. Vergleich zwischen rechnerisch und graphisch ermittelten Koordinaten (1 : 2000).

Wie die Tabelle 7 zeigt, stimmen Kartierung und Koordinierung im Rahmen der Zeichengenauigkeit von ca. 0,1 mm überein. Die Nachbargenauigkeit ist noch größer, da benachbarte Punkte stets die gleiche Abweichung aufweisen. Das geht auch aus dem Vergleich der auf der Astralonkarte abgegriffenen kurzen Strecken hervor.

Die Abweichungen sind bei der maschenweisen affinen Transformation größer, da die Masse der Punkte in der „Grundeinstellung“, die einer Helmert-Transformation entspricht, kartiert werden. Nur die am Rande liegenden Punkte werden zur Verteilung der Fehler an den gegebenen Punkten mit „Einstellung“ kartiert (s. Abschnitt 3526).

Bei den von einem anderen Blatt übernommenen Punkten ist in dem m_x eine konstante Verschiebung von 31 cm enthalten, die durch ungenaues Einpassen der beiden Kartenblätter entstanden ist.

47. Die Vollständigkeit der Auswertung

Neben der Genauigkeit ist auch die Vollständigkeit der Auswertung, d. h. die Zahl der nichterfaßten Punkte, von besonderer Bedeutung. Die Gesamtausfälle in den Jahren 1955–1957 sind in Tabelle 19 enthalten.

Bei G i p s betragen die Ausfälle ca. 15 Prozent. Eine Abhängigkeit von der Geländeklasse läßt sich nicht feststellen, da die Ausfälle durch Witterungseinflüsse (Zerstörung der Signale) die durch Verdeckung (Wald, Hecken) überwiegen.

Bei Signalisierung mit P l a t t e n betragen die Ausfälle im Durchschnitt 6 Prozent, wobei für „leicht“ ein Abschlag von 2 Prozent und für „schwer“ ein Zuschlag von 2 Prozent zu machen ist.

Die ausgefallenen Punkte wurden zur Hälfte auf Grund der Absteckungselemente nachkartiert und zur Hälfte örtlich aufgemessen.

Für das Jahr 1957 liegen außerdem Angaben über die Art und Lage der ausgefallenen Punkte vor. Es wurde fast ausschließlich mit Metallplatten signalisiert. Gips wurde, außer bei den Identifizierungsringen, nur in geringem Umfang verwandt. Da auf der Versteinerungskarte die Signalisierungsart nicht besonders vermerkt war, konnte nicht festgestellt werden, ob sich bei den Ausfällen um Gips- oder Plattensignale handelte. Die Ausfälle im Jahre 1957 sind in Tabelle 8 enthalten. Diese Tabelle zeigt, daß bei den Punkten mit Gipsringen die Ausfälle erheblich geringer sind als bei den übrigen Punkten, und daß die Ausfälle vorwiegend auf Verdeckung der Signale durch Wald und Bäume zurückzuführen sind. In den Gebieten unter „leicht“, in denen kein Wald vorhanden ist, wurden die Signale durch die dort früh einsetzende Feldbestellung zerstört.

Gelände	Signalisierte Punkte	Ausfälle						
		Insgesamt		davon im				
		Anzahl	Anzahl	%	Feld		Wald, Bäume, Ortslage	
					Anzahl	%	Anzahl	%
Alle Punkte								
Leicht	10 415	391	3,8	236	60	155	40	
Mittel	18 706	1 100	5,9	366	33	734	67	
Schwer	8 925	711	8,0	123	17	588	83	
Punkte ohne Ring								
Leicht	6 177	305	5,0	198	65	107	35	
Mittel	12 288	912	7,4	329	36	583	64	
Schwer	5 925	640	10,8	117	18	523	82	
Punkte mit Ring								
Leicht	4 238	86	2,0	38	44	48	56	
Mittel	6 408	188	2,9	37	20	151	80	
Schwer	3 000	71	2,4	6	8	65	92	

Tabelle 8. Übersicht über die Punktausfälle im Jahre 1957.

Anmerkung: Für die Untersuchung standen zur Verfügung:

Leicht 5 Verfahren mit 3411 ha
Mittel 6 Verfahren mit 4774 ha
Schwer 1 Verfahren mit 1518 ha

48. Auswertefehler

Angaben über Auswertefehler liegen nur für die Auswertungen des Jahres 1957 vor. Bei den bisher bearbeiteten acht Verfahren mit einer Gesamtfläche von 7267 ha und 30 298 Punkten wurden insgesamt folgende Auswertefehler festgestellt:

1. Wegebreite 4,00 m statt 4,50 m.
Der Fehler wurde durch Abgreifen auf der durch Nadelkopie erstellten Zuteilungskarte gefunden. Eine Nachprüfung auf der Astralonkarte ergab die richtige Breite von 4,50 m.
2. Ein Kehrenstein war bei 5 m anstatt bei 4 m ausgewertet.
Eine Nachprüfung auf der Astralonkarte ergab, daß zwei Stiche vorhanden waren, von denen der falsche geringelt worden war.
3. Ein Stein (Ortslage) war um ca. 0,30 m falsch ausgewertet.
Eine Nachprüfung ergab, daß das Gipssignal vermutlich durch Hühnerscharren zerstört war und statt dessen ein heller Feldstein ausgewertet wurde.
4. An einem Wegeknicke am Waldrand waren der Knickpunkt sowie der gegenüberliegende Stein mit Ringen signalisiert, von denen einer durch den Wald nicht sichtbar war. Bei der Auswertung wurde der waldäußere Punkt als der waldinnere

Punkt identifiziert. Der Fehler geht einmal zu Lasten des Auswerters, der sich hätte denken können, daß der waldinnere Punkt verdeckt war, zum anderen zu Lasten der Signalisierung, weil die Ringe ihren Zweck als Identifizierungshilfe nicht mehr erfüllen können, wenn beide Punkte in der gleichen Weise signalisiert sind.

5. Ein Kehrenstein wurde bei 6,0 m anstatt bei 5,0 m ausgewertet.
Statt des zerstörten Signals wurde vermutlich ein signalähnlicher Punkt kartiert.
6. Statt eines Grenzsteines, der auf eine Wegeseite rechtwinklig aufgemessen war, wurde der Fußpunkt ausgemessen.
Auf dem Bild war an der betreffenden Stelle ein Signal einwandfrei sichtbar. Die Ursache des Fehlers ließ sich nicht mehr genau aufklären. Entweder ist der falsche Punkt (Pflock) signalisiert worden, oder die Platte wurde bei der Feldherstellung entfernt und zufällig an den Punkt verlegt, der bei der anschließenden Kontrolle nicht mehr nachgeprüft worden ist.

5. Zeit- und Kostenvergleich

51. Zeitverbrauch und Kosten des photogrammetrischen Verfahrens

Den folgenden Untersuchungen liegen die Auswertungen der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz der Jahre 1955–1957 zugrunde (s. Abschnitt 1).

Da nicht für alle Flurbereinigungsverfahren einwandfreie Unterlagen vorliegen, sind bei den folgenden Durchschnittswerten die Ausgangszahlen angegeben.

Für die photogrammetrischen Arbeiten gelten die Grundsätze, die in den vorstehenden Abschnitten niedergelegt sind.

Der Arbeitsumfang bei der photogrammetrischen Bearbeitung eines Flurbereinigungsverfahrens ist von der Verfahrensfläche, der Zahl der auszumessenden und der nicht erfaßten Punkte abhängig. Fläche und Punktzahl pro Flächeninhalt stehen in einem gewissen Zusammenhang, der durch den Schwierigkeitsgrad des Geländes bedingt ist. Durch diese Unterschiede in der Geländegestalt wird auch ein Teil der flächenabhängigen Arbeitsabschnitte beeinflusst. Aus diesem Grunde und zum Vergleich mit der terrestrischen Aufnahme wurden die Verfahren in die Geländeklassen „leicht“, „mittel“ und „schwer“ eingeteilt.

Sollen Durchschnittswerte errechnet werden, die auch eine Vorkalkulation zulassen, so müssen die Arbeitsabschnitte nach ihrer jeweiligen Abhängigkeit getrennt und besonders untersucht werden. Teilt man die photogrammetrischen Arbeiten nach diesem Gesichtspunkt ein, so ergibt sich folgende Gliederung:

1. A b h ä n g i g v o n d e r F l ä c h e n g r ö ß e (bei gleichem Bildmaßstab)
 - Bildflug
 - Paßpunktbestimmung
 - Orientierung der Stereogramme
 - Darstellung der topographischen Gegenstände
 - Berechnung der Transformationselemente
 - Zeichnen des Vektorendiagramms
 - Affine Transformation (Zeichnen der Deckpausen)
 - Ausarbeiten der Karten
 - Anfertigung der Risse,

2. **Abhängig von der Zahl der auszumessenden Punkte**
 Signalisierung
 Die Punktauswertung
 Die Umformung der Neupunkte
 Das Aufstellen des Koordinatenverzeichnisses.
3. **Abhängig von dem Ergebnis der Auswertung**
 Ergänzungsmessungen
 Ergänzungskartierung.

Verschiedene Arbeitsabschnitte sind sowohl von der Fläche als auch von der Zahl der Punkte abhängig. Diesem Zusammenhang wird durch den Schwierigkeitsgrad des Geländes Rechnung getragen.

511. Entwicklung der Einheitspreise

Die folgenden Angaben sind den Richtlinien für die Aufstellung des Haushaltsplanes des Landes Rheinland-Pfalz für das Jahr 1958 entnommen; sie stellen damit nur Durchschnittswerte dar. Da die Pensionsbelastung der Beamten schwierig zu erfassen ist, wurde auch bei den Angestellten der Arbeitgeberanteil der Sozialabgaben nicht berücksichtigt.

Für den Vermessungsinspektor (A9) und den technischen Angestellten nach Vergütungsgruppe V TOA ergeben sich etwa die gleichen Vergütungssätze. Beide Gruppen sind daher unter „Ingenieur“ zusammengefaßt.

Bei den folgenden Ansätzen ist das Jahr zu 270 Arbeitstagen gerechnet. Für die Reisekosten sind Bezirkstagegelder bei auswärtiger Übernachtung von DM 13,30 pro Tag eingesetzt.

(1) **Ingenieur** (technische Kraft).

Gehalt: DM 9072,— pro Jahr
 häuslich: 1 Tag DM 34,— 1 Stunde DM 4,2
 örtlich: 1 Tag DM 47,— 1 Stunde DM 5,8

(2) **Techn. Angestellte** TOA IX

Gehalt: DM 4908,— pro Jahr
 häuslich: 1 Tag DM 18,— 1 Stunde DM 2,3

(3) **Meßgehilfen** (Hilfskräfte)

Der Lohn für Meßgehilfen ist örtlich sehr verschieden. Es wurde daher ein Durchschnittssatz von DM 1,60 pro Stunde angesetzt. Da es sich vorwiegend um „Abverdiener“ handelt, wurden keine Soziallasten berücksichtigt.
 1 Tag = DM 12,8

(4) **Meßtrupp**

Für die örtlichen Arbeiten werden Meßtrupps, bestehend aus einem Ingenieur und vier Meßgehilfen, eingesetzt.
 1 Tag DM 100,—

(5) **1 Traktorenstunde**: DM 4,50

(6) **Kosten des Auswertegeräts**

Anschaffungskosten einschließlich Transport und Montage DM 182 200,—. Abschreibungszeitraum: 10 Jahre. Verzinsung: 8 Prozent.

Bei der Festsetzung der Abschreibung wurde nicht von der Lebensdauer eines Stereoplanigraphen ausgegangen, die höher liegt als 10 Jahre. Bei der allgemeinen technischen Entwicklung, besonders auf dem Gebiete der Automation, muß damit gerechnet werden, daß der Planigraph in seiner heutigen Form nach einer gewissen Zeit veraltet sein wird und daher nicht mehr rationell eingesetzt werden kann. Unter Berücksichtigung der oben angegebenen Zahlen ergibt sich eine gleichbleibende jährliche Rate von DM 27 120,—.

Bei 300 jährlichen Arbeitstagen zu je 10 Stunden ergibt sich daraus die Geräte-stunde zu DM 9,—.

Der Planigraph ist besetzt mit zwei technischen Kräften, einem Auswärter (Ingenieur) und einer weiblichen Hilfskraft (TOA IX). Damit betragen die Kosten für eine Gerätestunde:

1. Auswerter:	DM 4,20
2. Hilfskraft:	DM 2,30
3. Gerät:	DM 9,00
	<u>DM 15,50</u>

512. Kosten des Bildfluges

Für den Bildflug werden DM 1,— pro ha Flurbereinigungsfläche eingesetzt. Dieser Ansatz entspricht ungefähr den Preisen, die im Jahre 1958 in Rheinland-Pfalz bei einer Gesamtfläche von ca. 30 000 ha einschließlich Erstbefliegung gezahlt wurden.

513. Topographische Auswertung (s. Abschnitt 351)

Signalisierung

Arbeitsgruppe: 1 Ingenieur und 1 Hilfskraft mit Fahrzeug.

Bei einer Signalisierungsdichte von 1 Punkt pro qkm beträgt der Zeitaufwand pro Punkt im Durchschnitt eine Stunde. Der Gipsverbrauch beträgt 10 kg pro Punkt, da der Ring, um eine Nachsignalisierung zu vermeiden, sehr dick angelegt wird.

Kosten pro Punkt:

1 technische Kraft:	DM 5,80
1 Hilfskraft:	DM 1,60
Fahrzeug:	DM 4,50
Material:	DM 1,—
	<u>ca. DM 13,—</u>

für 1000 ha: DM 130,—

Paßpunktbestimmung

Verfahren	Fläche ha	Paßpunkte		Zeitverbrauch	
		Höhe	Lage	örtlich Tg.	häuslich Tg.
6	9 750	274	15	74	32
	1 000	28	2	8	4

Tabelle 9. Zeitverbrauch für die Paßpunktbestimmung

Unter Ansatz von einem Meßtrupp (Ingenieur und 4 Meßgehilfen) für die örtlichen Arbeiten und einem Ingenieur für die Berechnungen betragen die
Kosten für 1000 ha: DM 920,—

Auswertung

Verfahren	Fläche in ha	Modelle Anzahl	Modellfläche in ha	Zeitverbrauch	
				Tage (10 Std.)	ha/Tag
5	1. Maschinenzeichnung mit Reinzeichnung				
	10 310	196	—	165	—
	1 000	19	52,6	16	62,5
3	2. Originalzeichnung				
	3 600	65	—	53	—
	1 000	18	55,5	15	67

Tabelle 10. Zeitaufwand für die topographische Auswertung einschließlich Höhenlinien
Bildmaßstab 1 : 8400

Zu der reinen Auswertarbeit zu 1 (Tabelle 10) tritt noch die Reinzeichnung mit 10 Arbeitstagen. Während der Orientierungszeit ist die zweite Kraft für die Transformation der photogrammetrisch bestimmten Paßpunkte und das Auftragen der Kartenblätter eingesetzt.

Bei dem Verfahren zu 2) sind in der angegebenen Zeit alle Nebenarbeiten sowie die Überarbeitung der Karten enthalten, da die Transformationen entfallen.

Aus der obigen Aufstellung ist ersichtlich, daß die Originalzeichnung nicht mehr Zeit erfordert als eine vorläufige Maschinenzeichnung. Da jedoch in Wirklichkeit die Originalzeichnung mehr Zeit beansprucht, ist die Übereinstimmung auf die zufällig größere Modellfläche und die größere Erfahrung und Übung des Auswertepersonals zurückzuführen.

Die Kosten für 1000 ha topographischer Auswertung bei Originalzeichnung betragen:

ca. 160 Gerätestunden à DM 15,50 = ca. DM 2500,—

Photo- und Zeichenmaterial für 1 000 ha

23 Diapositive (Normalglas) à DM 1,05	DM 24,15
Entwickler	DM 2,00
Gehalt: 1 Tag TO. A V	DM 34,00
Papier, Schreibmaterial und zur Abrundung	DM 39,85
	DM 100,00

Zusammenstellung

Arbeitsabschnitt	örtl. Tage (8 Std.)	häusl. Tage (8 Std.)	Kosten DM
Signalisierung	1	—	130
Befliegung	—	—	1 000
Paßpunktauswahl	—	1	34
Paßpunktbestimmung	8	4	920
Material und Dia	—	1	100
Auswertung	—	40	2 500
S u m m e :	9	46	ca. 4 700

Tabelle 11. Arbeitsaufwand und Kosten für die Herstellung von topographischen Plänen 1 : 3000
Bildmaßstab 1 : 8400

514. Topometrische Auswertung

5141. Signalisierung (s. Abschnitt 32)

Der Zeitaufwand für das Ausholzen der Signale ist nicht gesondert ermittelt worden, da die Punkte bei der Absteckung freigeholt werden, und diese Arbeiten auch bei terrestrischer Aufnahme in gewissem Umfang erforderlich sind.

Der Zeitaufwand für das Aufsuchen und Freilegen der Punkte, die eigentliche Signalisierung, einschließlich Überprüfung nach dem Flug, sowie das Einsammeln der Platten ist in Tabelle 12 enthalten. Für die Unterhaltung der Signale sind für 1000 ha (ca. 4000 Punkte) vier Hilfskräfte zur dauernden Überwachung einzusetzen.

Zur Tabelle 12 ist folgendes zu bemerken:

Ein Einfluß der Punktdichte und der Zahl der Identifizierungsringe auf den Zeitverbrauch konnte aus dem vorliegenden Material nicht festgestellt werden. Das ist darauf zurückzuführen, daß in den meisten Fällen zum erstenmal signalisiert wurde, und deshalb die Erfahrung für einen rationellen Einsatz fehlte. Während sich die Zahl der Identifizierungsringe in jedem Falle im Arbeitsaufwand bemerkbar machen müßte, ist es bei der Punktdichte fraglich. Werden alle Punkte des Wege- und Gewässernetzes signalisiert, so steht die Punktdichte in einem gewissen Verhältnis zu den Geländeschwierigkeiten. Der Vorteil der größeren Punktdichte wird demnach durch ungünstige Wegeverhältnisse aufgehoben.

Aus den Zahlen des Jahres 1957 geht hervor, daß die Gruppen so klein wie möglich zu halten sind, da durch eine Vermehrung der Arbeitskräfte innerhalb einer Gruppe kein entsprechender Leistungszuwachs zu erzielen ist. Diese Tatsache ist übrigens bekannt und auch bei anderen Gruppenarbeiten beobachtet worden.

Der Materialverbrauch beträgt pro Zentrum ca. 0,5 kg und pro Ring ca. 4 kg Gips.

Jahr	Verfahren		Anzahl der sign.		Punkte je ha		Punkte ohne Ring: Punkte mit Ring		Art der Signalisierung
	Anzahl	Fläche in ha	Punkte	Ringe	Mittel	Maximum Minimum	Mittel	Maximum Minimum	
1955	17	11 316	48 259	18 296	4,27	7,8 2,7	1,6	0,9 4,0	Gips
1956	20	13 467	58 871	21 109	4,38	6,5 2,6	1,8	0,9 2,7	Gips
1957	7	4 304	13 783	5 058	3,20	7,2 2,0	1,7	1,0 3,3	Platten Ringe mit Gips
1957	6	5 687	23 460	8 598	4,12	6,0 2,9	1,7	1,1 2,0	Platten Ringe mit Gips

Jahr	Aufsuchen und Freilegen		Signalisierung		Stärke der Gruppe ^{*)}	Gesamtzeiter- brauch		Maximum Minimum		Punkte je ha	Punkte ohne Ring: Punkte mit Ring	Ein- sammeln der Platten Sd.
	techn. Kraft Sd.	Hilfs- Kraft Sd.	techn. Kraft Sd.	Hilfs- Kraft Sd.		techn. Kraft Sd.	Hilfs- Kraft Sd.	techn. Kraft Sd.	Hilfs- Kraft Sd.			
1955	38	113	54	221	—	92	334	150 47	618 205	3,9 4,0	1,2 2,8	—
1956	26	150	46	213	—	72	353	125 60	565 161	4,3 4,4	1,1 3,0	—
1957	11	45	44	150	1/3	55	195	82 44	247 133	2,0 7,2	3,0 1,8	—
1957	4	125	60	235	1/4-1/5	64	360	82 69	546 316	5,2 2,9	2,0 1,8	59 —

*) Beispiel 1/3 = 1 technische Kraft, 3 Hilfskräfte

Tabella 12. Zeitaufwand der Signalisierung für 1000 Punkte.

Bei einem Verhältnis der Punkte ohne Ring zu Punkte mit Ring von durchschnittlich 1,7 entfallen auf ein Zentrum 0,37 Ring. Der Materialverbrauch pro Punkt beträgt demnach:

bei Signalisierung mit Gips	2 kg/Punkt
bei Signalisierung mit Platten und Gipsringen	1,5 kg/Punkt

Tagesleistung einer Gruppe

Aus der Tabelle 12 ergibt sich als Tagesleistung einer Gruppe für die reine Signalisierung einschließlich Identifizierungsringen bei achtstündiger Arbeitszeit:

1/3: 160 Punkte

1/4—1/5: 153 Punkte.

Aus der Dauer der Signalisierungsarbeiten nach Kalendertagen ergibt sich:

1/3: 135 Punkte

1/4—1/5: 140 Punkte.

Die Unterschiede sind darauf zurückzuführen, daß nicht an allen Tagen acht Stunden gearbeitet wurde.

Durchschnitt: 150 Punkte pro Tag.

In Österreich [41] wurden von einer Arbeitsgruppe ($\frac{1}{5}$) 160 Punkte (ohne Identifizierungsringe) an einem Tage signalisiert.

Zeitaufwand für 1 000 Punkte

Als Durchschnittswert aus den Jahren 1955 und 1956 ergibt sich für die Signalisierung mit Gips, einschließlich vierzehntägiger Unterhaltung, ein Zeitaufwand für

1 000 P u n k t e : 82 Std. techn. Kräfte, 440 Std. Hilfskräfte.

Als Durchschnittswert aus dem Jahr 1957 ergibt sich für die Signalisierung mit Platten und Gipsringen einschließlich Überprüfung nach dem Flug und Einsammeln der Platten ein Zeitaufwand für

1 000 P u n k t e : 60 Std. techn. Kräfte, 435 Std. Hilfskräfte.

Der Unterschied bei den technischen Kräften ist darauf zurückzuführen, daß in den ersten Jahren zur Einweisung mehr technische Kräfte eingesetzt wurden.

Kosten für 1 000 Punkte

1 kg Gips kostet ca. 0,10 DM.

Eine Signalplatte kostet ca. 1,10 DM.

Abschreibung in fünf Jahren: 0,22 DM/Jahr.

Signalisierungsart:	Gips	Platten mit Gipsringen
techn. Kraft:	475,— DM	348,— DM
Hilfskräfte:	704,— DM	696,— DM
Material:	200,— DM	370,— DM
Traktor:	225,— DM	225,— DM
Kosten für 1 000 Punkte:	rd. 1600,— DM	rd. 1650,— DM

5142. Paßpunktbestimmung (s. Abschnitt 34)

Zur Ermittlung des Zeitverbrauchs für die Paßpunktbestimmung wurden nur die Verfahren herangezogen, die von Spezialtrupps bzw. geschulten Kräften bearbeitet wurden. Da ein Teil der Berechnungen abends nach Beendigung der örtlichen Arbeiten durchgeführt wurde, können örtliche und häusliche Tage nicht in allen Fällen streng getrennt werden. Die Zahl der örtlichen Tage ist in jedem Fall einwandfrei, während die Zahl der häuslichen Tage zum Teil auf Schätzung der betreffenden Bearbeiter beruht.

Gelände	Zahl der Verfahren	ha	Zahl der Punkte		Zeitverbrauch	
			Lage und Höhe	Höhe	örtl. Tage	häusl. Tage
leicht	5	4 231	134	141	89	53
	—	1 000	31	33*)	21	12
mittel	8	5 814	170	80	114	74
	—	1 000	29	14	20	13
schwer	7	4 265	156	51	106	40
	—	1 000	37	12	25	9

*) Die relativ hohe Zahl von Höhenpunkten ist darauf zurückzuführen, daß in Rhein Hessen für ein Großteil der TP keine Höhenangaben vorliegen.

Tabelle 13. Zeitverbrauch für die Paßpunktbestimmung

Zwischen den einzelnen Geländeklassen bestehen nur geringfügige Unterschiede im Zeitverbrauch. Es können deshalb Durchschnittswerte gebildet werden.

Zahl der Punkte		Zeitverbrauch		
Lage* Höhe	Höhe	örtl.	häusl. Tage	Summe
32	20	22	11	33

Tabelle 14. Durchschnittlicher Zeitverbrauch für 1000 ha

Unter Ansatz von einem Meßtrupp für die örtlichen Arbeiten und einem Ingenieur für die Berechnungen betragen die Kosten der Paßpunktbestimmung für 1000 ha: DM 2530,—

5143. Die Auswertung (s. Abschnitt 352)

Wie aus der Gliederung (Seite 69) hervorgeht, sind die Orientierung und die Auswertung der topographischen Gegenstände von der Fläche und die Punktauswertung von der Zahl der Punkte abhängig. Die Zeiten mußten deshalb gesondert ermittelt werden.

Für neun Verfahren mit einer Gesamtfläche von 6375 ha, 32 061 Punkten und 163 Stereogrammen wurden gesonderte Nachweise aufgestellt. Daraus ergeben sich folgende Durchschnittswerte:

relative Orientierung	1,72 Stunden pro Modell
Horizontierung	1,38 " " "
Lageeinpassung	1,53 " " "
Summe Orientierung	4,63 Stunden pro Modell
Kartierung einschl. Koordinierung	0,018 Stunden pro Punkt
2. Druck	0,018 Stunden pro Punkt
Darstellung der topo- graphischen Gegenstände	36,4 Stunden pro 1000 ha

Im Vergleich zu anderen Veröffentlichungen [2], [18], [38] liegt der Zeitverbrauch für die Orientierung relativ hoch (4,6 Std. gegenüber ca. 3 Std.). Das ist darauf zurückzuführen, daß die Zeiten auf die Gesamtarbeitszeit abgestimmt sind, also auch die Pausen sowie der Mehraufwand infolge falscher Paßpunkte enthalten.

Die Zeit für die Kartierung ist auf die Zahl der auszumessenden Punkte bezogen, da ein nicht sichtbarer Punkt mindestens die gleiche Zeit erfordert wie ein ausgemessener. Der gleiche Zeitaufwand für Kartierung und zweiten Durchgang ist dadurch zu erklären, daß die koordinierten Punkte weiter auseinanderliegen und von einem zweiten Auswerter neu aufgesucht werden.

In einem Verfahren mit 1379 Punkten wurden versuchsweise **s ä m t l i c h e P u n k t e** koordiniert. Daraus ergeben sich folgende Zahlen:

Kartierung einschl. Koordinierung	0,026 Stunden pro Punkt
2. Druck	0,013 Stunden pro Punkt

Der Mehraufwand bei der Kartierung gegenüber dem normalen Verfahren ist auf die Identifizierung und das Anschreiben der Punktnummern in der Versteinerungskarte zurückzuführen.

Bei üblicher Koordinierung beträgt der Anteil der zu koordinierenden Punkte ca. 33 Prozent der Gesamtpunktzahl. Damit ergibt sich:

Auswertezeit pro Punkt einschließlich 2. Druck:

a) normal:	$0,018 + \frac{1}{3} \times 0,018 = 0,024$ Stunden
b) alle Punkte:	$0,026 + 0,13 = 0,039$ Stunden,

also ein Mehraufwand von ca. 60 Prozent.

Um aus diesen Zahlen Durchschnittswerte herleiten zu können, muß die **Z a h l d e r z u k o o r d i n i e r e n d e n P u n k t e** bekannt sein. Diese setzen sich zusammen aus

1. Paßpunkten und terrestrisch bestimmten Punkten,
2. Neupunkten,
3. mehrfach bestimmten Punkten an den Stereogrammgrenzen.

Die Punkte zu 1. können bei der folgenden Untersuchung unberücksichtigt bleiben, weil sie bereits während der Einpassung gedruckt werden und daher in dieser Zeit enthalten sind.

Zur Ermittlung der Zahl der koordinierten Punkte wurden die Auswertungen des Jahres 1957 daraufhin untersucht. Die Auswertungen der Jahre 1955 und 1956 konnten hierfür nicht herangezogen werden, da zu der Zeit noch nach anderen Grundsätzen koordiniert wurde.

Gelände	Zahl der Verfahren	Fläche in ha	Zahl der Modelle	Punkte					
				insges.		koordiniert		mehrf. koord.	
				Anzahl		%		Anzahl	%
leicht	5	3 411 1 000	84 24,8	10 415	2 800	27	391	4	
				3 053	821		115		
mittel	6	4 774 1 000	117 24,8	18 706	5 073	27	739	4	
				3 918	1 063		155		
schwer	1	1 508 1 000	31 20,4	8 925	2 106	24	314	3	
				5 879	1 387		207		

Tabelle 15. Zahl der zu koordinierenden Punkte

Bei dem Verfahren unter „schwer“ wurde noch ein Teil nach den alten Grundsätzen koordiniert. Es wird daher im folgenden die Zahl der zu koordinierenden Punkte (einschließlich mehrfach gemessener Punkte) mit 33 Prozent und die Zahl der mehrfach gemessenen Punkte mit 5 Prozent der Gesamtpunktzahl angenommen.

Somit ergibt sich folgender Zeitverbrauch (Gerätezeit) für 1000 ha bei 25 Modellen:

Orientierung: 116 Stunden

Ausmessung: $(\text{Zahl der Punkte} + \frac{\text{Zahl der Punkte} \cdot 33}{100}) \cdot 0,018$ Stunden

Topographie (ohne Höhenlinien): 36 Stunden.

Bei durchschnittlich 4000 Punkten pro 1000 ha ergibt sich daraus ein

Gesamtzeitverbrauch für 1000 ha von ca. 250 Stunden.

Stellt man den wirklichen Zeitverbrauch für das Jahr 1957 dem nach dieser Formel berechneten gegenüber, so liegt er 10 bis 15 Prozent unter der errechneten Zeit, so daß darin noch ein gewisser Sicherheitszuschlag enthalten ist.

Kosten der Auswertung

für 1 000 ha (Orientierung und Topographie) (152 Gerätstunden): DM 2360,—

für 1 000 Punkte (Punktauswertung) (24 Gerätstunden): DM 370,—

5144. Die Bearbeitung der Koordinaten (s. Abschnitt 3529)

Helmert-Transformation

Der Zeitverbrauch für die Berechnung der Umformungskonstanten eines Stereogramms beträgt je nach Anzahl der Paßpunkte 45 Minuten bis eine Stunde. Bei längerer Rechnung läßt sich diese Zeit infolge Ermüdungserscheinungen und damit verbundenen Fehlern nicht einhalten. Im Durchschnitt ergibt sich daher ein Zeitverbrauch von 1,5 Stunden für eine Vortransformation und damit bei 25 Stereogrammen für 1000 ha ca. 40 Stunden.

Kosten der Vortransformation (Ingenieur) für 1000 ha: ca. DM 170,—.

Für die Umformung der Neupunkte (einschließlich Mittelung der Ma-

schinenkoordinaten und Proben) ergeben sich aus dem Zeitverbrauch für 7150 Punkte folgende Zeiten für 1000 Punkte:

Mittelung	16 Stunden
Umformung	19 „
Probe	9 „
Summe	<u>44 Stunden</u>

Kosten der Umformung (Ingenieur) für 1000 Punkte: ca. DM 185,—.

Für das Zeichnen des Vektorendiagramms ergibt sich aus 7 Verfahren mit 5147 ha und 133 Modellen ein Zeitaufwand für
1000 ha von 12 Stunden.

Kosten für 1000 ha (Ingenieur): ca. DM 50,—.

Maschenweise affine Transformation

Aus 8 Verfahren mit 133 Modellen und 4946 Punkten ergibt sich folgender Zeitverbrauch für die maschenweise affine Transformation:

Für die Zeichnung der Deckpause eines Modells: 1,35 Stunden.

Für die Entnahme der Verbesserungen einschl. Kontrollen für
1000 Punkte: 35 Std.

Kosten für 1000 Punkte (Ingenieur): DM 150,—.

Um daraus Durchschnittswerte für 1000 ha herleiten zu können, war zu untersuchen, wieviel Stereogramme im Durchschnitt affin zu transformieren sind. Diese Zahl ist von der Genauigkeit der Paßpunkte und vom Filmverzug abhängig. Sie ist besonders groß, wenn alte Polygonierungen berücksichtigt werden müssen.

Bei 15 Verfahren mit 11 557 ha und 273 Modellen waren 153 Modelle, ca. 50 Prozent, affin zu transformieren.

Zeitaufwand für das Zeichnen der Deckpausen für 1000 ha:

13 Modelle à 1,35 Stunden = 18 Stunden.

Kosten für 1000 ha (Ingenieur) = ca. DM 80,—.

Aufstellen der Verzeichnisse

Der Zeitaufwand für die „Gegenüberstellung der terrestrischen und photogrammetrischen Koordinaten“ ist von der Zahl der terrestrischen Punkte abhängig, die in jedem Verfahren verschieden ist. Es wird daher ein Durchschnittssatz für 1000 ha angegeben.

Aus 7 Verfahren mit 5147 ha und 495 terrestrischen Punkten ergibt sich ein
Zeitaufwand für 1000 ha von 13 Stunden.

Kosten für 1000 ha (Ingenieur): ca. DM 55,—.

Für die „Zusammenstellung der photogrammetrischen Messungen“ ergibt sich aus 6 Verfahren mit 4400 ha und 651 mehrfach bestimmten Punkten ein
Zeitaufwand für 1000 Punkte von 120 Stunden.

Kosten für 1000 Punkte (Ingenieur): ca. DM 500,—.

Für das „endgültige Koordinatenverzeichnis“ ergibt sich aus 6 Verfahren mit 4400 ha und 4829 Punkten ein

Zeitaufwand für 1000 Punkte von 27 Stunden.

Kosten für 1000 Punkte (Angest. TO A IX): ca. DM 60,—.

5145. Zusammenstellung des Zeitverbrauchs für die Arbeiten der Auswertestelle

Von der Flächengröße abhängige Arbeiten für 1 000 ha.	
Arbeitsabschnitt:	Zeitverbrauch
Auswahl der Paßpunkte	16 Stunden
Orientierung: Gerätezeit	(116) „
Arbeitszeit ¹⁾	232 „
Topographie: Gerätezeit	(36) „
Arbeitszeit	72 „
Berechnung der Transformationskonstanten	40 „
Zeichnen des Vektorendiagramms	12 „
Maschenweise affine Transformation	
Zeichnen der Deckpausen	18 „
Gegenüberstellung der terrestrischen und photogrammetrischen Koordinaten	13 „
Blattvergleich ²⁾	16 „
	Summe: 419 Stunden

Die Unterschiede der Geländeklassen „leicht“, „mittel“, und „schwer“ bei der Auswertung beruhen in erster Linie auf der Zahl der auszumessenden Punkte. Für die Geländeklasse werden folgende Durchschnittswerte angesetzt (s. Tabelle 15):

leicht: 3000 Punkte, mittel: 4000 Punkte, schwer: 6000 Punkte.

Abhängig von der Zahl der Punkte.

	leicht	mittel	schwer
Zahl der auszumessenden Punkte	3 000	4 000	6 000
Zahl der zu koordinierenden Punkte	1 000	1 300	2 000
Zahl der mehrfach gemessenen Punkte	150	200	300
Arbeitsabschnitt	Zeitverbrauch: Stunden		
Auswertung: Gerätezeit	(72)	(95)	(144)
Arbeitszeit	144	190	288
Umformg. d. Neupunkte	44	57	88
Masch. aff. Umformg.	18	23	35
Zusammenst. d. phot. Mess.	18	24	36
Endgültg. Koord. Verz.	23	30	46
Ringeln d. Karten ²⁾	24	24	32
S u m m e :	271	348	525

Tabelle 16. Zusammenstellung des Zeitaufwandes der von der Punktzahl abhängigen Arbeitsabschnitte

¹⁾ Für die Orientierung sind zwei Arbeitskräfte eingesetzt, obwohl nur eine Kraft am Gerät tätig ist. Während dieser Zeit werden von der zweiten Kraft folgende Nebenarbeiten ausgeführt: Vorbereiten und Auftragen der Kartenblätter, Führen des Verzeichnisses der Punktnummern, Vorbereiten der Orientierungsprotokolle, Messen der Filmschrumpfung.

²⁾ Da diese Arbeiten laufend neben der Auswertung erledigt werden, liegen hierfür keine genauen Zeitangaben vor. Die angegebenen Zeiten sind geschätzt.

	leicht	mittel	schwer
Flächenabhängige Arbeitsabschnitte	419	Stunden 419	419
Punktabhängige Arbeitsabschnitte	271	348	525
Summe: Stunden	690	767	944
in Tagen	86	96	118

Tabelle 17. Zusammenfassung des Zeitverbrauchs der Auswertestelle für 1000 ha

Unter Zugrundelegung von 270 Arbeitstagen im Jahr sind pro Auswertegerät für die Arbeiten der Auswertestelle bei einer Monatsleistung von 1000 ha 5 Arbeitskräfte erforderlich, von denen mindestens 3 Auswerter sein müssen. Dabei sind die Zeiten für Organisation und Verwaltung noch nicht berücksichtigt.

Arbeitsabschnitt	leicht	mittel	schwer
Auswertung:	DM 3 500	DM 3 900	DM 4 600
Bearbeitung der Karten u. Koordinaten	1 000	1 100	1 400
Summe:	4 500	5 000	6 000

Tabelle 18. Kosten der Arbeiten der Auswertestelle für 1000 ha

Kosten für Photoarbeiten und Material für 1 000 ha

36 Diapositive (Spiegelglas) à DM 3,— und Entwickler	DM 110,—
Gehalt: 2 Tage TO A V	DM 68,—
Astralon 7 Platten 0,80 × 1,60 m ²	DM 57,50
Papier, Schreibmaterial und zur Abrundung	DM 14,50
Summe:	DM 260,—

5146. Folgearbeiten

Die Folgearbeiten umfassen folgende Arbeitsabschnitte:

1. Vervollständigung und Ausarbeitung der Karten,
2. örtliche Ergänzungsmessungen,
3. Vorbereitung der Neumessungsrisse.

Die Folgearbeiten obliegen den einzelnen Kulturämtern. Der Umfang dieser Arbeiten ist weitgehend von der Vollständigkeit der Auswertung abhängig. In der Tabelle 19

Jahr	Verfahren		Zahl der Punkte	Punktrauffälle						Ergänzungsmessungen Tage	Ausarb. d. Karte einschl. Nachkartierung Tage	Anfertigung der Risse Tage	Waldaufmessung		Summe	
	Anzahl	Fläche in ha		Anzahl insgesamt	%	Anzahl Nachkartierung	%	Anzahl örtl. aufgemessen	%				örtl. Tage	häusl. Tage	örtl. Tage	häusl. Tage
1955	3	2 127	4 088	1 075 ¹⁾	26	556	13	519	13	48	121	80	—	—	48	201
1956	4	2 730	3 329	985 ²⁾	30	253	7	732	22	58	106	67	—	—	58	173
1957	4	2 636	2 850	116	4	50	2	66	2	9	50	50	—	—	9	100
1955	4	2 973	4 471	701	16	239	6	462	10	41	122	118	30	42	71	282
1956	10	6 324	4 508	543	12	291	6	252	6	36	134	173	8	17	44	324
1957	4	3 113	4 451	234	5	90	2	144	3	37	134	94	42	15	79	243
1955	3	1 953	6 238	978	16	283	5	695	11	80	133	117	80	54	160	304
1956	4	2 128	3 670	504	14	128	4	376	10	84	133	176	30	29	114	338
1957	1	1 518	5 879	468	8	319	5	149	3	27	216	216	—	—	27	432

1) Bildlücken, 2) lange Regenperiode.

Anm.: Die Zahlen für 1957 weichen von denen der Tabelle 8 ab, da nicht alle ausgewerteten Verfahren im gleichen Jahre weiter bearbeitet wurden.

Tabelle 19. Zeitverbrauch für die Folgearbeiten je 1000 ha Verfahrenfläche.

sind daher die Punktausfälle der Jahre 1955 bis 1957 und der Umfang der Folgearbeiten dargestellt.

Der Zeitverbrauch ist im einzelnen sehr unterschiedlich und von den örtlichen Gegebenheiten abhängig.

Als Richtzahlen werden daher folgende Durchschnittswerte angegeben:

Arbeitsabschnitt	mittel Tage	Zu- bzw. Abschlag für „schwer“ bzw. „leicht“ %
Ausarbeiten und Vervollständigen der Karten	130	± 33
Anfertigung der Neumessungsrisse	120 ¹⁾	± 50
Waldaufmessung: örtl.	30	± 100
häusl.	25	± 100
Ergänzungsmessungen		+ 100
Gipssignalisierung:	40 ²⁾	- 50
Plattensignalisierung:	32	+ 0
		- 50

Tabelle 20. Richtzahlen für die Folgearbeiten für 1000 ha

Kosten der Folgearbeiten s. Tabelle 21.

5147. Zusammenstellung des Arbeitsaufwandes und der Kosten

In der Tabelle 21 sind der Arbeitsaufwand und die Kosten eines photogrammetrisch bearbeiteten Flurbereinigungsverfahrens bis zur Zuteilungskarte für 1000 ha Flurbereinigungsfläche zusammengestellt.

Aufteilung der Kosten

Kostenträger	leicht		mittel		schwer	
	DM	%	DM	%	DM	%
Land	10 500	59	19 300	60	25 500	60
Teilnehmergem.	5 500	30	10 500	33	14 800	34
Gerätekosten	2 000	11	2 200	7	2 700	6
S u m m e :	18 000	100	32 000	100	43 000	100

Tabelle 22. Aufteilung der Kosten

- 1) Der Zeitaufwand für die Anfertigung der Risse ist sehr unterschiedlich, da in einzelnen Verfahren umfangreiche Messungen an den Verfahrensgrenzen gegen bereits bereinigte Gebiete zu übernehmen sind.
- 2) Der Zeitaufwand für „mittel“ und „schwer“ ist bei etwa gleichen Ausfällen größer als für „leicht“, da die ausgefallenen Punkte schwieriger aufzumessen sind.

Arbeitsabschnitt	Leicht (3000 Punkte)				Mittel (4000 Punkte)				Schwer (6000 Punkte)															
	Zeitverbrauch		Kosten		Zeitverbrauch		Kosten		Zeitverbrauch		Kosten													
	örtl. Tage	häusl. Tage	%	DM	%	örtl. Tage	häusl. Tage	%	DM	%	örtl. Tage	häusl. Tage	%	DM	%									
Signalisierung	22	—	8	4 950	28	30	—	6	6 600	21	40	—	6	9 900	23									
Befliegung	—	—	—	1 000	6	—	—	—	1 000	3	—	—	—	1 000	2									
Paßpunktbestimmung einschl. Auswahl	22	13	14	2 600	15	22	13	7	2 600	8	22	13	6	2 600	6									
Material und Diapositive	—	2	1	260	1	—	2	—	260	1	—	2	—	260	1									
Auswertung	—	56	22	3 470	20	—	62	13	3 840	12	—	74	11	4 580	11									
Bearbeitung der Karten durch Auswertestelle	—	30	12	970	5	—	34	7	1 090	3	—	44	7	1 390	3									
Koordinaten	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—									
örtl. Nachmessung	9	—	3	900	5	37	—	7	3 700	12	84	—	13	8 400	20									
Vervollständigung und Ausarbeitung der Karten	—	50	20	1 700	10	—	134	28	4 560	15	—	133	21	4 520	11									
Waldaufmessung	—	—	—	—	—	42	15	12	4 710	15	30	29	9	4 000	9									
Anfertigung der Risse	—	50	20	1 700	10	—	94	20	3 200	10	—	176	27	6 000	14									
S u m m e :	53	201	100	17 550	100	131	354	100	31 560	100	176	471	100	42 650	100									
Insgesamt	254 Tage				rd. 18 000 DM				485 Tage				rd. 32 000 DM				647 Tage				rd. 43 000 DM			

Tabelle 21. Zusammenstellung des Arbeitsaufwandes und der Kosten eines photogrammetrisch bearbeiteten Flurbereinigungs-
verfahrens bis zur Zuteilungskarte für 1000 ha Flurbereinigungsfläche.

Für die vom Ergebnis der Auswertung abhängigen Arbeiten und die Signalisierung sind die Angaben des Jahres 1957 eingesetzt. Unter „schwer“ sind für die Folgearbeiten die Ergebnisse des Jahres 1956 eingesetzt worden, da im Jahre 1957 nur ein Verfahren unter „schwer“ bearbeitet wurde. Die Angabe der Arbeitstage bezieht sich nur auf Beamte und Angestellte, während bei den Kosten die Meßgehilfen, das Gerät und das Material berücksichtigt sind. Die Unterschiede in den Geländeklassen sind auf die Unterschiede in der Punktzahl und auf den Einfluß des Waldes zurückzuführen, der einmal terrestrisch aufgemessen werden muß und zum anderen die Anfälle erhöht.

Auf das Land entfallen die Gehälter der Beamten und Angestellten, die Kosten des Bildfluges und die Materialkosten.

Auf die Teilnehmergeinschaft die Löhne der Hilfskräfte und die Materialkosten der Signalisierung.

52. Das terrestrische Verfahren

Für die terrestrische Aufnahme wurde ein „kombiniertes Verfahren“ verwandt. Hierbei werden die Richtpunkte und die Knickpunkte der Leitlinien polygonometrisch bzw. polar bestimmt und die zweite Wegeseite, sowie die Kehrensteine orthogonal auf die Polygonseiten aufgemessen.

Die Koordinaten wurden mit Tischrechenmaschinen berechnet. Eine Automation der Berechnung bzw. der Kartierung ist bei den angegebenen Zeitaufwand nicht berücksichtigt.

	leicht		mittel		schwer	
	9 5 770		12 10 000		14 7 760	
Arbeitsabschnitt	örtl. Tage	häusl. Tage	örtl. Tage	häusl. Tage	örtl. Tage	häusl. Tage
Polygonierung	97	120	106	116	138	177
Wegeaufmessung	242		265		314	
Neumessungsrisse		118		110		111
Liniennetzriß und Kleinpunktberechnung		98		125		159
Kartieren der Zuteilungskarte		183		229		327
S u m m e :	339	520	371	580	452	774

Tabelle 23. Zeitaufwand bei terrestrischer Aufnahme

Die Angaben sind den Zeitnachweisen der Landeskulturverwaltung Rheinland-Pfalz der Jahre 1950 bis 1956 entnommen (siehe Tabelle 24, Seite 86).

Den Angaben liegen folgende Ansätze zugrunde:

örtliche Tage: 1 Meßtrupp, bestehend aus 1 Ingenieur und 4 Meßgehilfen,

häusliche Tage: 1 Ingenieur.

53. Zeit- und Kostenvergleich des terrestrischen und photogrammetrischen Verfahrens

(Siehe Tabelle 25, Seite 86)

Die geringe Ersparnis bei „mittel“ und „schwer“ ist in erster Linie auf Waldflächen zurückzuführen, die terrestrisch aufgemessen werden müssen. Umgerechnet auf das Gesamtverfahren ergibt sich bei einem Gesamtzeitverbrauch von 5566 Tagen für „leicht“,

Arbeitsabschnitt	leicht		mittel		schwer	
	örtl.	häusl.	örtl.	häusl.	örtl.	häusl.
	DM		DM		DM	
Polygonierung	9 700	4 100	10 600	3 900	13 800	6 000
Wegeaufmessung	24 200		26 500		31 400	
Neumessungsrisse		4 000		3 800		3 800
Liniennetzriß und Kleinpunktberechnung		3 300		4 200		5 400
Kartierung der Zuteilungskarte		6 300		7 800		11 100
S u m m e :	33 900	17 700	37 100	19 700	45 200	26 300
Insgesamt	51 600		56 800		71 500	

Tabelle 24. Kosten der terrestrischen Aufnahme

Verfahren	leicht				mittel				schwer			
	örtl.		häusl.		örtl.		häusl.		örtl.		häusl.	
	Tage	%	Tage	%	Tage	%	Tage	%	Tage	%	Tage	%
terrestr.	339	100	520	100	371	100	580	100	452	100	774	100
photogr.	53	16	201	39	131	35	354	61	176	39	471	61
Ersparnis	286	84	319	61	240	65	226	39	276	61	303	39

Tabelle 25. Vergleich des Zeitaufwandes des terrestrischen und photogrammetrischen Verfahrens

7954 Tagen für „mittel“ und 10 335 Tagen für „schwer“, eine Ersparung durch die Luftbildmessung von:

leicht: 11 Prozent, mittel: 5,9 Prozent, schwer: 5,6 Prozent, Durchschnitt: 7,5 Prozent.

Verfahren	örtl.		häusl.	
	Tage	%	Tage	%
terrestr.	387	100	625	100
photogr.	120	31	342	55
Ersparnis	267	69	283	45

Tabelle 26. Durchschnittswerte

Verfahren	leicht		mittel		schwer		Durchschnitt	
	DM	%	DM	%	DM	%	DM	%
terrestr.	51 600	100	56 800	100	71 500	100	60 000	100
photogr.	18 000	35	32 000	56	43 000	60	31 000	52
Ersparnis	33 600	65	24 800	44	28 500	40	29 000	48

Tabelle 27. Vergleich der Kosten des terrestrischen und photogrammetrischen Verfahrens

Verfahren	leicht		mittel		schwer	
	Land DM	TG*) DM	Land DM	TG DM	Land DM	TG DM
terrestr.	33 600	18 000	37 100	19 700	47 500	24 000
photogr.	10 500	5 500	19 300	10 500	25 500	14 800
Ersparnis	23 100	12 500	17 800	9 200	22 000	9 200
mittlere Ersparnis in DM	Land: 21 000		TG: 10 000			
in %	Land: 53		TG: 49			

*) TG = Teilnehmergeinschaft

Tabelle 28. Aufteilung der Kosten ohne die fixen Kosten des Gerätes

Für die topographische Auswertung können aus dem vorliegenden Material noch keine Schlüsse bezüglich der Wirtschaftlichkeit gezogen werden, da erst ein geringer Teil der Wegenetzentwürfe auf Grund photogrammetrischer Pläne fertiggestellt wurde. Im übrigen läßt sich die Qualität eines Entwurfes auch nicht in Geld ausdrücken.

6. Änderungen in der Organisation und im Arbeitsablauf eines Flurbereinigungs- verfahrens durch den Einsatz der Photogrammetrie

Mit der Photogrammetrie hat in der vermessungstechnischen Praxis der Flurbereinigung eine Methode Eingang gefunden, die sich grundsätzlich von dem bisher angewandten klassischen Verfahren unterscheidet. Der organische Einbau der Luftbildmessung in das technische Verfahren bringt daher Umstellungen mit sich. Die Probleme liegen vorwiegend in der Organisation und treten erst auf, wenn der überwiegende Teil der Flurbereinigungsverfahren photogrammetrisch bearbeitet wird. Sie gehen auf folgende Tatsachen zurück:

Die Arbeiten eines Flurbereinigungsverfahrens sind weitgehend saisonbedingt und damit an bestimmte Termine gebunden,

Der Einsatz der Photogrammetrie ist an Großgeräte gebunden. Die Befliegung ist nur in einem eng begrenzten Zeitraum möglich.

Die vermessungstechnischen Arbeiten eines Flurbereinigungsverfahrens sind nicht Selbstzweck, sondern bilden nur die Voraussetzung für die weiteren planerischen Maßnahmen mit dem Ziel der Neuordnung des Flurbereinigungsgebietes. Aus betriebswirtschaftlichen Gründen liegt der Termin für den Übergang der neuen Grundstücke jeweils im Herbst eines Jahres fest. Durch den Umfang der vorausgehenden Arbeitsabschnitte sind dadurch auch diese festgelegt, so daß sich alle Verfahren, in denen die neuen Grundstücke im selben Jahr übergehen, im gleichen Arbeitsstadium befinden. Die photogrammetrischen Aufmessungen des Wege- und Gewässerplanes fallen daher nicht kontinuierlich das ganze Jahr hindurch an, sondern alle in der Zeit von Frühjahr bis zum Herbst.

Durch den Umfang der Folgearbeiten bis zum Planübergang ist der Zeitpunkt festgelegt, an dem die letzte Auswertung vorliegen muß. Mit Rücksicht auf unvermeidbare örtliche Ergänzungsmessungen liegt dieser Termin etwa um den 1. November. Bei einer Befliegung im März kann mit den Auswertungen frühestens zum 1. April begonnen werden. Somit stehen für die Ausmessung nur sieben Monate zur Verfügung. Auf diese Arbeitsspitze muß die Gerätekapazität eingestellt werden. Bei einer monatlichen Auswerteleistung von 1000 ha bei zehnstündiger Arbeitszeit beträgt die Kapazität eines Auswertegerätes 7000 ha. Während der übrigen Zeit können die Geräte für die topographische Auswertung eingesetzt werden.

Um eine kontinuierliche Verteilung des Arbeitsanfalles zu erreichen bzw. die Kapazität besser auszunutzen, müßte die Laufzeit eines Verfahrens um ein Jahr verlängert werden. Zwischen Absteckung bzw. Befliegung und Planübergang würden dann zwei Jahre liegen, so daß die Geräte das ganze Jahr hindurch für topometrische Auswertungen eingesetzt werden können. In der bisherigen Praxis in Rheinland-Pfalz sind in jedem Jahr einige solcher Verfahren ausgemessen worden, weil einzelne Ämter nicht alle ausgemessenen Verfahren weiterbearbeiten konnten. Grundsätzlich läßt sich aber die Verlängerung des Verfahrens um ein Jahr zugunsten einer vermessungstechnischen Vereinfachung aus volks- und betriebswirtschaftlichen Gründen nicht vertreten, so daß diese Arbeitsspitze weiterhin in Kauf genommen werden muß.

Um diese Arbeitsspitzen zu mildern und die Auswertungen den Ämtern frühzeitig abliefern zu können, besteht noch die Möglichkeit, auf Geräte von Privatfirmen oder anderen Verwaltungen zurückzugreifen. Dies setzt allerdings voraus, daß diese Stellen gewillt und in der Lage sind, die Geräte für Zwecke der Flurbereinigung vorrangig freizumachen und einzusetzen. Bei der Vergabe von Auswertungen ist mit einer Erhöhung der Kosten zu rechnen, die durch die anders gearteten Verhältnisse in der Privatindustrie bedingt ist.

Die großmaßstäbige Photogrammetrie ist an den Einsatz von Großgeräten gebunden und damit also kapitalintensiv. Um eine angemessene Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals zu erreichen, müssen die Geräte soweit wie möglich ausgelastet werden. Es wäre demnach nicht wirtschaftlich, jedem Kulturamt für seine eigenen Arbeiten ein besonderes Auswertegerät zur Verfügung zu stellen. Die Geräte müssen in einer besonderen Auswertestelle zusammengefaßt werden, die sämtliche Arbeiten eines größeren Bezirkes, etwa eines Landes, übernimmt. Daneben sprechen auch personelle Gründe für eine Zusammenfassung und Spezialisierung.

Durch die Zentralisierung der Auswertung werden die vermessungstechnischen Arbeiten, die früher vollständig bei den Kulturämtern lagen, auseinandergerissen. Planung, Absteckung und Ergänzungsmessungen verbleiben dem Amt, während die Aufmessung

der Auswertestelle zufällt. Soll das Verfahren reibungslos ablaufen, ist eine gute Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Stellen Voraussetzung. In erster Linie müssen die von den Ämtern zu liefernden Unterlagen vollständig, übersichtlich und fehlerfrei sein, so daß sich ein Dritter sofort zurechtfinden kann. Jede Unvollständigkeit der Unterlagen führt zu Störungen bei der Ausmessung, die um so schwerer ins Gewicht fallen, da die Auswertearbeiten leistungsintensiv sind. Zum anderen müssen auch die Auswerter das Flurbereinigungsverfahren beherrschen, damit sie auf die Belange der Flurbereinigung Rücksicht nehmen, und Fehler erkennen und gegebenenfalls beheben können.

Wie jedes neue Verfahren, so braucht auch die Luftbildmessung eine gewisse Anlaufzeit, bis sich die Zusammenarbeit zwischen Kulturamt und Auswertestelle eingespielt hat. Trotzdem werden sich Störungen durch unvollständige und unrichtige Unterlagen nicht ganz vermeiden lassen. Es ist dann Aufgabe der Auswertestelle, dafür zu sorgen, daß hierdurch der Auswertebetrieb möglichst wenig beeinträchtigt wird.

Durch die Verlegung der Aufmessung vom Kulturamt an die Auswertestelle ist sie dem direkten Einfluß des Kulturamtes entzogen. Insbesondere hat das Kulturamt keinen Einfluß auf den Zeitpunkt der Auswertung. Wenn auch bei der Reihenfolge der Auswertungen die einzelnen Kulturämter gleichmäßig berücksichtigt werden, läßt es sich nicht vermeiden, daß ein Kulturamt die Karten bereits im Mai, das andere erst im Oktober erhält. Da alle vermessungstechnischen Arbeiten außer der Ortslagenaufmessung und gegebenenfalls der Kartierung vom Zeitpunkt der Befliegung bis zum Eingang der Karten ruhen, steht das in dem betreffenden Verfahren beschäftigte Personal für andere Aufgaben zur Verfügung.

Dieser krasse Wechsel im Arbeitsanfall innerhalb der einzelnen Verfahren stellt an die Organisationsfähigkeit des verantwortlichen Beamten beim Kulturamt beachtliche Anforderungen, damit innerhalb des Kulturamtes kein Leerlauf entsteht. Gegebenenfalls können die freiwerdenden Kräfte für die Katasterberichtigung eingesetzt werden, die bei vielen Ämtern mit dem Tempo der übrigen Arbeiten nicht Schritt halten kann.

Für den Bildflug kommen, abgesehen von den Gebieten, die eine Herbstbefliegung zulassen, nur die Monate März und April bis zum Beginn der Vegetationsperiode in Frage. Spätestens bis zum 1. März muß daher das Wege- und Gewässernetz abgesteckt und vermarktet sein. Da der Fortschritt der örtlichen Arbeiten gerade in den Wintermonaten stark wetterbedingt ist, bedeutet das, daß die Absteckung praktisch im Herbst beendet sein muß. Ist dieser Termin nicht einzuhalten, kann das Gebiet in dem betreffenden Jahr nicht photogrammetrisch aufgemessen werden. Es bleibt dann nur die Wahl, den Plan um ein Jahr zu verschieben oder terrestrisch aufzumessen. Wenige Wochen Mehrarbeit können also letzten Endes über den Einsatz der Luftbildmessung entscheiden. Die Absteckung muß daher rechtzeitig begonnen und ihr Fortgang laufend überwacht werden, um gegebenenfalls noch zusätzliche Kräfte einzusetzen zu können.

Die Laufzeit des einzelnen Verfahrens wird im allgemeinen durch den Einsatz der Luftbildmessung nicht verkürzt, da die Befliegung an das Frühjahr gebunden ist. Die Einsparung an Arbeitszeit wirkt sich dagegen in einer Erhöhung der gesamten Leistung aus.

Für ein photogrammetrisch durchgeführtes Verfahren von durchschnittlicher Größe läßt sich ungefähr folgender Zeitplan aufstellen:

1. J a h r	
Frühjahr:	Erstbefliegung
Herbst:	Paßpunktbestimmung
Winter:	Topographische Auswertung.

2. J a h r

- Frühjahr: Schätzung
Sommer: Entwurf des Wege- und Gewässerplanes
Herbst: Absteckung und Vermarkung des Wege- und Gewässerplanes.

3. J a h r

- Frühjahr: Signalisierung. Zweitbefliegung. Paßpunktbestimmung.
Sommer: Während der Auswertung der Luftbildaufnahmen durch die Auswertestelle: Ortsregulierung. Aufmessung und Kartierung der Ortslagefluren.
Herbst: Eingang, Prüfung und Vervollständigung der Zuteilungskarten. Ergänzungen, Vorarbeiten für die Planbearbeitung.

4. J a h r

- Winter: Planbearbeitung
Frühjahr: Planabsteckung
Sommer: Planvorlage
Herbst: Planausführung. Besitzübergang.

Literaturverzeichnis

- [1] A b b, W., Die Beschleunigung des vermessungstechnischen Verfahren der Flurbereinigung in Bayern. Bayrisches Landwirtschaftliches Jahrbuch, Sonderheft 3/1956, Bayrischer Landwirtschaftsverlag München 1956.
- [2] B r u c k l a c h e r, W. A., Luftphotogrammetrische Vermessung der Flurbereinigung „Bergen“, Schriftenreihe für Flurbereinigung, Heft 7, Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.) 1955.
- [3] F i n s t e r w a l d e r, R., Luftphotogrammetrische Auswertung von Besitzstandskarten im Gebiet des Vogelberges (Hessen). AVN 1953, S. 49.
- [4] F ö r s t n e r, R., R i c h t e r, H., Rationalisierung der Flurbereinigungs- und Katastervermessung durch Photogrammetrie. Herbert Wichmann-Verlag, Berlin-Wilmersdorf 1952.
- [5] G o t t h a r d t, E., Die photogrammetrische Versuchsmessung Hengstfeld. AVN 1955, S. 334.
- [6] P ü t z, A., Zur Frage Photogrammetrie, Kataster und Flurbereinigung. AVN 1953, S. 211.
- [7] P ü t z, A., Praktische Hinweise zur Verwendung des Luftbildes bei Katasterneuvermessungen. AVN 1955, S. 283.
- [8] S c h i r m e r, W., Die Anwendung der Luftbildmessung in der Flurbereinigung. Schriftenreihe für Flurbereinigung, Heft 7, Kleins Druck- und Verlagsanstalt, Lengerich (Westf.).
- [9] H ä r r y, H., Die Anwendung der Luftphotogrammetrie in der Schweizerischen Grundbuchvermessung. Österr. ZfV. 1950, Nr. 1, 2, 3, 4.
- [10] H ä r r y, H., P a s t o r e l l i, A., S o l a r i, R., Photogrammetrische Grundbuchvermessungen Calonico. Sonderdruck Buchdruckerei Winterthur AG, 1952.
- [11] H ä r r y, H., P a s t o r e l l i, A., S o l a r i, R., Progrès dans la mensuration cadastrale photogrammétrique, Malvaglia. Sonderdruck Buchdruckerei Winterthur AG, 1953.
- [12] H ä r r y, H., Die gegenwärtige Lage in der photogrammetrischen Katastervermessung. Bericht anlässlich der Sitzung der Kommission IV der SIP v. 16. Sept. 1954 in Rom. Schw. ZfV. 1954, S. 308.
- [13] H ä r r y, H., Die Leistungsfähigkeit der Katasterphotogrammetrie. Sonderheft 3 der Schw. ZfV 1957. Photogrammetrie und Grundstücksvermessung.
- [14] K a s p e r, H., S c h o l l, R., Anwendung der Luftphotogrammetrie in der Katastervermessung. Wild, Heerbrugg 1954, 2. Auflage 1956.
- [15] M ö l l e r, S v e n, G., Die bisherige photogrammetrische Versuchswirksamkeit des schwedischen Landmessungswesens. Photogrammetria 1951/52, S. 127.
- [16] N e u m a i e r, K., Erfahrungen aus den photogrammetrischen Arbeiten des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien. „Geodätentag Essen 1956“. Verlag Richard Bacht, Essen, 1957.
- [17] P a s t o r e l l i, A., Photogrammetrie und großmaßstäbige Katasterpläne. Schw. ZfV 1948/4 und 5.
- [18] P a s t o r e l l i, A., Large scale photogrammetry and economy of precision photogrammetry in Switzerland. Photogrammetria 1954/55, S. 88.
- [19] W i t t, F. G., Fotogrammetrie en Kadaster. Tijdschrift voor Kadaster en Landmeetkunde. 1954/2, S. 53.
- [20] K u r a n d t, F., Vom statischen zum dynamischen Kataster. ZfV. 1954, S. 305.
- [21] V e i t, G., Katastervermessung und Photogrammetrie. ZfV. 1955, S. 69.
- [22] S c h m i e d e s k a m p, A., Rationelle Katastermessung. AVN 1954, S. 2.

- [23] Brucklacher, W., Beitrag zur Planung, Vorbereitung und Durchführung photogrammetrischer Bildflüge. Veröff. d. Dtsch. Geodätischen Komm. Nr. C 25, 1957.
- [24] Hlawaty und Stickler, Signalisierungsversuch. Photogrammetria XII, 4, 1955/56.
- [25] Kasper, H., Vorschläge zur photogrammetrischen Herstellung der Grundkarten und Ausgestaltung des Bildplanwerkes 1:5000. BuL 1954/4, S. 101.
- [26] Bosshardt, R., Senkrecht- oder Konvergentaufnahmen? BuL 1956, S. 33.
- [27] Kasper, H., Konvergentaufnahmen? Schw. ZfV 1956, S. 206.
- [28] Lehmann, G., Photogrammetrische Herstellung großmaßstäbiger Pläne. ZfV. 1955, S. 395.
- [29] Förstner, R., Paßpunktbestimmung. Ein Beitrag zur indirekten Streckenmessung. Luftbild und Luftbildmessung Nr. 23, Hansa Luftbild GmbH Berlin, 1943.
- [30] Lacmann, O., v. Moock, H., Hiedl, M., Gutachten über die Verwendbarkeit des Luftbildes und der Luftbildmessung im Umlegungsverfahren, Sonderdruck des Forschungsbeirates für Vermessungstechnik und Kartographie, 1941.
- [31] Brucklacher, W. A. und Lüder, W., Untersuchung über die Schrumpfung von Meßfilmen und photogrammetrischen Plattenmaterial. DGK-Reihe B, Heft 31.
- [32] Rinner, K., Über Bündelbewegungen, die eine Transformation ersetzen. AVN 1957, S. 102.
- [33] Niederschrift über die 5. Tagung des Arbeitskreises „Kataster“ der AdV am 15. und 16. 5. 1957 in Bad Godesberg.
- [34] Stegmann, A., Die Verwendung des Lochkartenverfahrens bei der Flurbereinigung. Schriftenreihe für Flurbereinigung, Heft 12, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, 1957.
- [35] Lehmann, G., Zur Transformation, photogrammetrischer Maschinenkoordinaten in Landeskoordinaten, ZfV 1956, S. 185.
- [36] Richter, H., Neue photogrammetrische Geräte. BuL 1958/2, S. 57.
- [37] Kaiser, H., Zur Umformung photogrammetrischer Modellkoordinaten in ein allgemeines Landeskoordinatensystem unter Benutzung der Brunsviga-Rechenmaschine 183. BuL 1956/1, S. 19.
- [38] Lehmann, G., Bericht über die bisherigen Arbeiten der OEEPE. Photogrammetria 1955/56, Nr. 3, S. 149.
- [39] Nittinger, J., Die Ähnlichkeitstransformation bei Polygonzügen und -netzen, ZfV 1950, S. 174.
- [40] Förstner, R., Der Streckenfehler bei photogrammetrischen Koordinatenmessungen. BuL 1955/3, S. 65.
- [41] Hlawaty, F., und Kamenik, W., Die Katastralphotogrammetrie in Österreich bei der Neuvermessung von Gebieten mit hohem Bodenwert. Österr. ZfV 1958/2, S. 40.
- [42] M. f. Landwirtschaft, Weinbau u. Forsten, Rheinland-Pfalz. Vorläufige Richtlinien für die Anwendung der Luftbildmessung in der Flurbereinigung. Manuskriptdruck, 1955.
- [43] M. f. Ernährung, Landwirtschaft u. Forsten, Nordrhein-Westfalen, Die Anwendung der Luftbildmessung in der Flurbereinigung (vorläufige Richtlinien). Manuskriptdruck, 1954.

Verzeichnis der bisher erschienenen Hefte

- Heft 1: „Die Vorplanung der Flurbereinigung und Aussiedlung in der Gemarkung Hechingen“, im Eugen Ulmer Verlag in Ludwigsburg (Württemberg),
- Heft 2: „Die landschaftliche Gestaltung in der Flurbereinigung. (Der Landschaftspflegeplan für den Dümmer)“, im Landbuch Verlag GmbH. in Hannover,
- Heft 3: „Die Flurbereinigung und ihr Verhältnis zur Kulturlandschaft in Mittelfranken“, im Erich Schmidt Verlag, Berlin/Bielefeld,
- Heft 4: „Die Vorplanung für die Flurbereinigung“, im Eugen Ulmer Verlag in Ludwigsburg (Württemberg),
- Heft 5: „Vorträge über Flurbereinigung, gehalten auf dem 38. Deutschen Geodätentag in Karlsruhe“, im Verlag Konrad Wittwer in Stuttgart,
- Heft 6: „Flurzersplitterung und Flurbereinigung im nördlichen und westlichen Europa“, im Eugen Ulmer Verlag in Ludwigsburg (Württemberg),
- Heft 7: „Luftphotogrammetrische Vermessung der Flurbereinigung Bergen“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 8: „Probleme und Auswirkung der Flurbereinigung im Zusammenhang mit dem Wiederaufbau reblausverseuchter Weinberggemarkungen, untersucht an einer vor 15 Jahren bereinigten Gemeinde an der Nahe“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 9: „Untersuchungen über den Einfluß der Bodenerosion auf die Erträge in hängigem Gelände“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 10: „Befestigte landwirtschaftliche Wege in der Flurbereinigung als Mittel zur Rationalisierung der Landwirtschaft“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 11: „Die älteren Flurbereinigungen im Rheinland und die Notwendigkeit von Zweiterbahrungen“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 12: „Die Verwendung des Lochkartenverfahrens bei der Flurbereinigung“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 13: „Die Flurbereinigung in Italien“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 14: „Bodenschatz in der Flurbereinigung“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 15: „Wirtschaftliche Auswirkungen von Maßnahmen zur Verbesserung der Agrarstruktur im Rahmen der Flurbereinigung“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 16: „Gutachten zu einer Neuordnung des ländlichen Raums durch Flurbereinigung“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 17: „Untersuchungen über verbundene Flurbereinigungs- und Aussiedlungsverfahren in Baden-Württemberg“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westf.),
- Heft 18: „Die Wiederaufsplitterung nach der Flurbereinigung in Unterfranken“, im Erich Schmidt Verlag, Berlin/Bielefeld,
- Heft 19: „Die Aussiedlung im Flurbereinigungsverfahren“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 20: „Die Beanspruchung landwirtschaftlicher Wirtschaftswege im Hinblick auf eine steigende Mechanisierung der Landwirtschaft“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 21: „Landwirtschaft und Bevölkerung des Siegerlandes unter den Einflüssen industrieller und landeskultureller Wirkkräfte“, bei Kleins Druck- und Verlagsanstalt in Lengerich (Westfalen),
- Heft 22: „Landwirtschaftspflege und Flurbereinigung“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 23: „Auswirkungen der Flurbereinigung und Aussiedlung auf die Frauenarbeit im bäuerlichen Familienbetrieb“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,
- Heft 24: „Integralmelioration von Geestrandmooren, dargestellt am Beispiel der Flurbereinigung Harkebrügge, Krs. Cloppenburg“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart.
- Heft 25: „Bewertungsgrundsätze und Schätzungsmethoden in der Flurbereinigung und deren Folgemaßnahmen“, im Eugen Ulmer Verlag in Stuttgart,