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

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

Band: 59 (1961)

Heft: 7

Artikel: Überblick über ein elektronisches Datenverarbeitungssystem für die photogrammetrische Grundbuchvermessung

Autor: Conzett, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-216904

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 20.02.2026

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

Überblick über ein elektronisches Datenverarbeitungssystem für die photogrammetrische Grundbuchvermessung

Von Dipl.-Ing. R. Conzett,
Vermessungsbüro Karl Weissmann, Zürich

Der Einsatz von Rechenautomaten für technische und administrative Zwecke ist zu einem charakteristischen Merkmal unserer Wirtschaft geworden. Zur Beurteilung, ob im einzelnen Anwendungsgebiet dieser Einsatz zweckmäßig sei, müssen verschiedenartige Gesichtspunkte beachtet werden. Den fachtechnischen Ausführungen sind deshalb einige allgemeine Erörterungen vorangestellt, um einer einseitigen Betrachtungsweise vorzubeugen und die wesentlichen Dinge zu betonen.

Die elektronische Datenverarbeitung – die genauere Umschreibung dieses Begriffes ergibt sich später – hat eine Reihe von Aspekten:

1. Wohl am bekanntesten und eindrücklichsten ist die Eigenschaft der modernen elektronischen Rechenmaschinen, sehr umfangreiche und komplizierte Berechnungen in sehr kurzer Zeit zu bewältigen. Für Satellitenberechnungen und etwa bei der Atomforschung, wo wirtschaftliche Überlegungen in den Hintergrund treten, leuchtet die Verwendung dieser modernsten technischen Entwicklungen jedermann ein. Diese *rechnerische Leistungsfähigkeit* wirkt sich auch bei den vermessungstechnischen Aufgaben aus, indem die Anwendung von Berechnungsverfahren möglich wird, die oft wohl schwieriger, aber unter Umständen dem Problem besser angepaßt sein können und damit bessere Resultate ergeben als die herkömmlichen Methoden. Aber auch neue Vermessungsmethoden, die bisher wegen des schwer zu bewältigenden Rechenaufwandes nicht in Frage kamen, werden anwendbar.

2. Als zweiter Gesichtspunkt soll allgemein der *Faktor Zeit* in den Vordergrund gestellt werden. Da die elektronischen Automaten sehr schnell rechnen, fällt der zeitliche Aufwand für die Berechnungen und für die Beurteilung der Resultate gegenüber dem Gesamtaufwand einer Vermessungsarbeit in der Regel kaum in Betracht.

3. Der Rechenautomat ist viel mehr als eine superschnelle Tischrechenmaschine. Er ersetzt, etwas überspitzt ausgedrückt, die Tischrechenmaschine samt dem Rechner. Routineberechnungen lassen sich in ihrem gesamten Ablauf automatisieren. Charakteristisch ist hier neben dem Zeitgewinn vor allem die Einsparung von *Personal* und die vollständig einheitliche Durchführung in methodischer und formaler Hinsicht.

4. Ein ganz wesentliches Merkmal ist die *Zuverlässigkeit* der Resultate. Rechenfehler müssen nicht in Betracht gezogen werden, sofern – das sei etwas kleinlaut beigefügt – der Mensch fehlerfreie Eingangsdaten liefert. Diese Einschränkung kann man durch *organisatorische Maßnahmen* weitgehend ausschalten. Von Programmunzulänglichkeiten sei hier abgesehen, weil sich solche Anfangsschwierigkeiten mit der Erfahrung be-

heben lassen. Durch eine entsprechende Organisation muß die größte Aufmerksamkeit den Eingangsdaten – also den Zahlen, mit denen nach Programm gerechnet werden soll – geschenkt werden. Das anzustrebende Ziel besteht darin, dem Computer möglichst automatisch erstellte (und wenn immer möglich kontrollierbare) Zahlenangaben zuzuführen, um menschliche Abschreibe-, Lese- und Tippfehler auszuschalten. Dieses Ziel ist zwar utopisch, aber die instrumentelle und organisatorische Weiterentwicklung der Datenverarbeitungssysteme läßt weitere Fortschritte in dieser Richtung erwarten.

5. Die soeben festgestellte Diskrepanz zwischen Ideal und Wirklichkeit gibt Anlaß, ein weiteres wesentliches Merkmal hervorzuheben. Ein gutes Programm soll Fehler in den Eingangsdaten – im fehlertheoretischen Sinne handelt es sich immer um sogenannte «grobe» Fehler – so weit wie möglich melden. Ferner sind statistische Genauigkeitsangaben unerläßlich zur generellen Beurteilung der verarbeiteten Messungen. Die Zusammenstellung in übersichtlichen Tabellen kann durch Sortierprozesse mechanisch erfolgen. Diese automatische Genauigkeits- und Produktionskontrolle hat sich in der praktischen Anwendung als außerordentlich nützlich erwiesen und verdient deshalb besondere Erwähnung.

Nach diesen allgemeinen Betrachtungen soll ein Datenverarbeitungssystem beschrieben werden, das für die photogrammetrische Grundstücksvermessung entwickelt wurde. Abbildung 1 gibt mit einem Blockdiagramm den Überblick. In diesem System sind alle erwähnten Aspekte der elektronischen Datenverarbeitung enthalten, wobei zwar den einzelnen Komponenten nicht in jeder Phase der Verarbeitung dasselbe Gewicht zukommt. Das Wesentliche dieser Konzeption besteht darin, daß aus den vorhandenen Vermessungsgrundlagen, den Triangulationspunkten 1. bis 4. Ordnung, für alle Grenzpunkte Landeskoordinaten abgeleitet werden. Die verschiedenen Punktkategorien, nämlich Triangulationspunkte, Einpaßpunkte, photogrammetrisch ermittelte Grenzpunkte, terrestrisch gemessene Grenzpunkte und Hilfspunkte (Lückenergänzung), werden sukzessive aus der vorangehenden Arbeitsphase abgeleitet. Die in Lochkarten gespeicherten Punktnummern mit ihren Koordinaten sind in einer wachsenden Kartei archiviert (im Schema durch die Sammelschiene rechts dargestellt), von wo sie nach Bedarf für die Berechnungen im Computer entnommen und wohin sie nachher mit ihren Abkömmlingen wieder abgelegt werden. Von Hand abzulochen und zu kontrollieren sind:

a) die gegebenen Triangulationspunkte 1. bis 4. Ordnung und eventuell vorhandene Anschlußpunkte vermessener Nachbargebiete;
b) die Feldbeobachtungen für die Paßpunktbestimmung;
c) die Feldbeobachtungen für die Lückenergänzung;
d) die Punktfolge für die Flächenberechnung.

Der zeitliche Ablauf der Durchführung gestaltet sich folgendermaßen:

Nach durchgeführter Signalisation und Befliegung werden, den Modellen entsprechend, die notwendigen *Einpaßpunkte* ausgewählt und

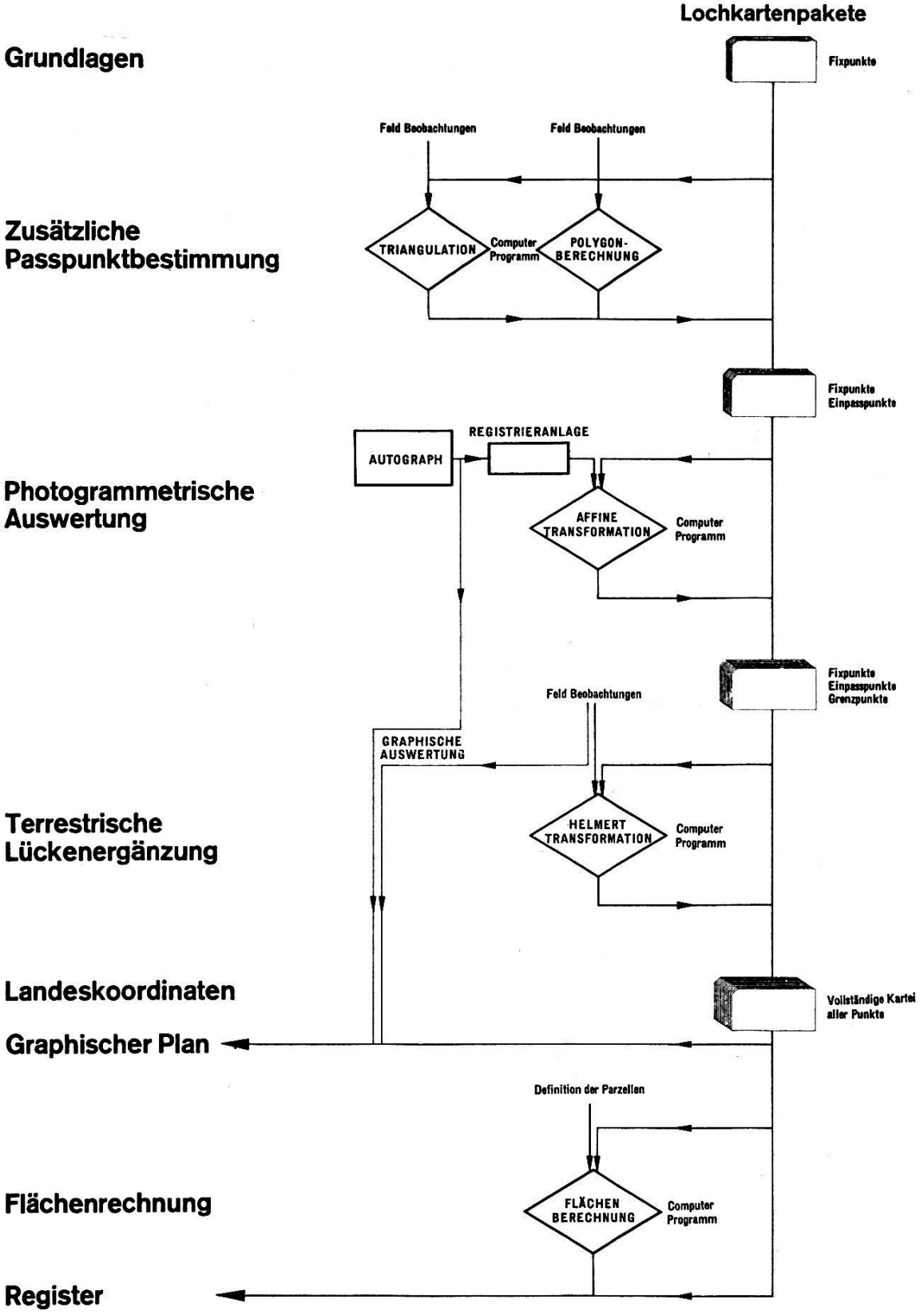

Abb. 1. Blockdiagramm des Datenverarbeitungssystems

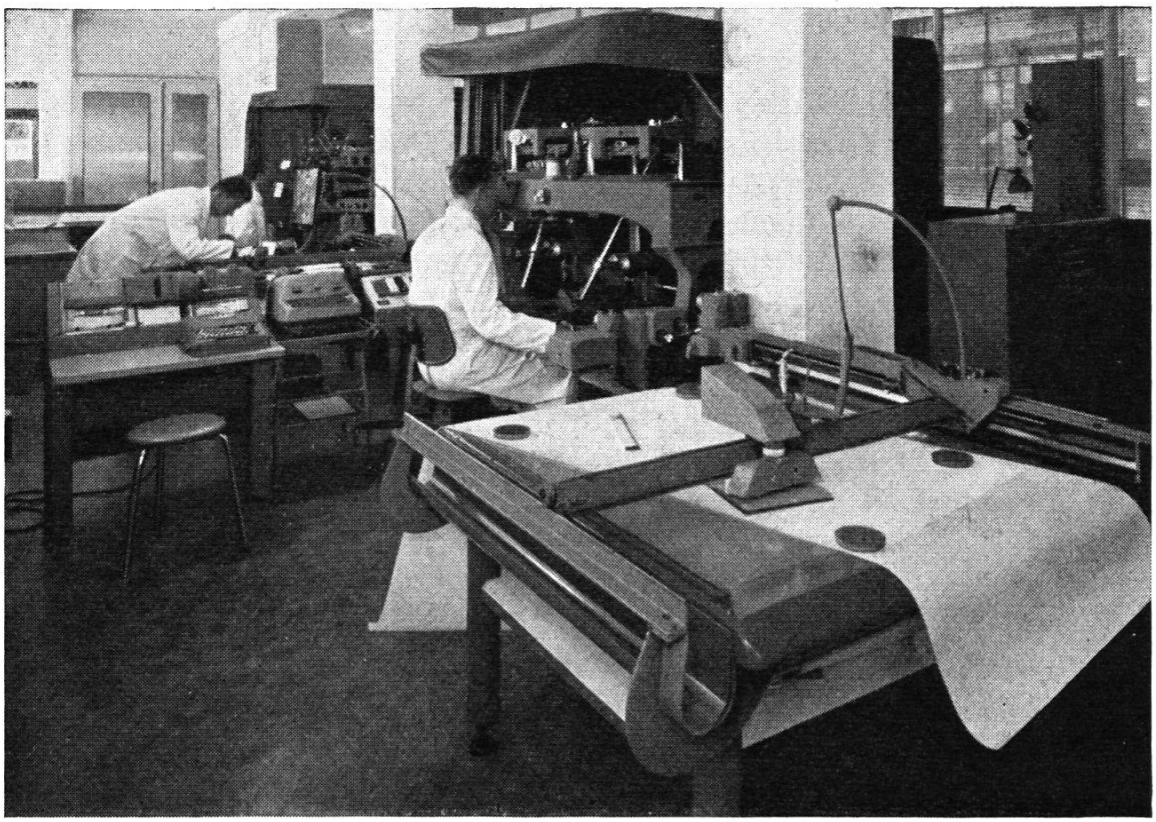

Abb. 2. Autograph Wild A 7 mit automatischer Datenregistrierung. Links vom Operateur Steuerpult, Schreibmaschine und Kartenlocher; rechts vom Zeichentisch der Relaisschrank

durch Triangulation oder durch Polygonzüge eingemessen. Die Beobachtungen werden von Hand in Lochkarten übertragen. Zur elektronischen Berechnung dieser Punkte müssen aus der Kartei noch die vorhandenen Fixpunkte zugefügt werden. Ohne auf Einzelheiten einzutreten, sei beigefügt, daß bei der Triangulation beliebige Kombinationen von trigonometrischen Mehrpunkteinschaltungen (bis zu 10 Neupunkten) in einem Guß streng ausgeglichen werden können. Die elektronische Polygonrechnung erfolgt netzweise mit Haupt- und Nebenzügen nach der konventionellen Ausgleichungsmethode.

Die nächste Phase, die *photogrammetrische Auswertung* der Grenzpunkte, soll eingehender besprochen werden. Besonderes Merkmal ist hier die automatische Datenregistrierung (Abb. 2). Der Operateur stellt mit Hilfe der Identifizierungsvergrößerung in beliebiger Reihenfolge alle Grenz- und Paßpunkte im Autographen ein, tastet die Nummer in das Steuerpult und löst die automatische Lochung aus. Gleichzeitig werden auf einer angeschlossenen Schreibmaschine Nummer und Maschinenkoordinaten in Klartext geschrieben. Ein zweiter, unabhängiger Durchgang mit beliebig veränderter Reihenfolge sichert die Messung vor groben Einstellfehlern und vor falsch getippten Nummern. Vor Beginn eines jeden Modells wird vom Steuerpult aus eine sogenannte Modellkarte gelocht.

RESULTATE DER AFFINEN TRANSFORMATION

175982029	2991169156-	213065766
6983264	213407470-	2992809789-

Koeffizienten der Formel

Nummer	y m	x m	H m	Δy mm	Δx mm	ΔH mm
110 62 1	680361300	160366060	1891870	43-	18-	80
120 34 1	681007110	160927580	1639380	79-	15-	220
120 53 1	680841390	160431410	1676550	46	23	230
131 24 1	680365800	160773600	1833900	50	37	15
3 94 1	680796323	160845278	1662030	47	16-	5
3 95 1	680203055	160519887	1900740	33-	20-	130
527 38 4	680943201	160861516	1640299			134
527 39 4	680912342	160890439	1643409			124
527 40 4	680860686	160912456	1648938			98
527 41 4	680823243	160906643	1655337			77
527 42 4	680770317	160891261	1663991			61
527 72 4	680677256	160890295	1714962			82
527 73 4	680605321	160819280	1738706			86
528 18 4	680717551	160380824	1675003			143
528 19 4	680715566	160379988	1675497			142
528 20 4	680717934	160375220	1674803			143
mittlere Fehler	12	12	84	52	23	
	y' in μ	x' in μ	h' in mm	y in mm	x in mm	

Reduktion an Höhe

Abb. 3

Nachdem alle Modelle durchgemessen sind, werden die Lochkarten im Rechenzentrum vorerst nach Modellen und innerhalb des Modells nach Nummern maschinell sortiert. In den Rechenautomaten werden dann alle Fix- und Paßpunkte aus der Kartei und alle sortierten Meßkarten gemeinsam eingegeben. Das Programm errechnet die Transformationsformeln nach der Methode der kleinsten Quadrate für eine beliebige Anzahl überschüssiger Transformationsfixpunkte, stanzt für jeden Punkt die ermittelten Landeskoordinaten, teilt die Widersprüche in den Transformationsfixpunkten mit und errechnet die mittleren Fehler aus den Doppelbeobachtungen und dem Transformationszwang (Abb. 3). Fällt der Vergleich einer Doppelbeobachtung außerhalb einer vorgegebenen Toleranz, so wird eine Meldekarte gestanzt.

Die Resultattabelle enthält vorerst die Transformationskoeffizienten; anschließend erscheinen die Transformationsfixpunkte mit den Koordinatenwidersprüchen und der Höhendifferenz. Die Neupunkte enthalten

bei Bedarf noch eine Höhenreduktion, auf die später eingetreten wird. Am Schluß ist die erzielte Genauigkeit ausgewiesen; es sind dargestellt: der mittlere Fehler der gemittelten Maschinenkoordinaten für die beiden Lagekoordinaten und die Höhe, ferner der mittlere Fehler der Landeskoordinaten y und x, gerechnet aus den Transformationswidersprüchen. Die reproduzierte Tabelle ist gekürzt. Die in einem anschließenden, mechanischen Sortierdurchgang zusammengestellten statistischen Angaben ergeben einen vollständigen Überblick über grobe Fehler, über die Qualität der Auswertung und über die Genauigkeit der Einpassung, beziehungsweise die Genauigkeit der Paßpunkte.

Die folgenden Bilder zeigen einige Resultate aus der Vermessung der Zürcher Gemeinde Dägerlen bei Winterthur, bei der das Verfahren erprobt wurde. Abbildung 4 gibt die Liste der aus Versehen nur einfach ausgewerteten Punkte. Die gesamte Auswertung umfaßte 32 Modelle mit rund 5500 Punkten. In der nächsten Tabelle (Abb. 5) erscheinen diejenigen Punkte, bei denen die Toleranzschranke in der Maschinenkoordinate y' überschritten wurde. Es handelt sich durchwegs um grobe Fehler. Entsprechendes gilt für die x'-Koordinate (Abb. 6). Im nächsten Bild (Abb. 7) ist ein Teil der Genauigkeitsstatistik, wie sie als Auszug aus den Transformationen erhalten wird, dargestellt. Transformationsformeln und Genauigkeitsnachweis sind zusammengefaßt. Wir erkennen aus den sehr stabilen Werten für m_y' und m_x' von rund $\pm$ 0,01 mm die gute Qualität und Homogenität der Auswertung.

Zur Beurteilung der errechneten Transformationsgenauigkeit mögen noch folgende technische Daten dienen: Flughöhe 1200 m über Grund, Senkrechtaufnahmen mit der RC7-Plattenkamera mit Aviotarstutzen von 170 mm Brennweite, Bildmaßstab 1 : 7000, Modellmaßstab 1 : 3000, Auswertegerät Wild A7. Der mittlere Fehler an den Koordinaten aus den Transformationswidersprüchen beträgt im Durchschnitt über sämtliche 32 Modelle $\pm$ 3,5 cm. Dabei ist klar, daß dieser mittlere Fehler nicht ganz demjenigen der Grenzpunkte entspricht, weil die Freiheitsgrade der Ausgleichung, insbesondere bei wenig überschüssigen Messungen, eine Reduktion bewirken. Wichtig ist vor allem die Genauigkeit der Einpaßpunkte. Ein Detailstudium der Transformationen von Dägerlen ergibt, daß überall dort der mittlere Fehler den Wert von $\pm$ 5 cm überschreitet, wo in die Transformationen Koordinaten von Polygonpunkten aus benachbarten terrestrischen Grundbuchvermessungen übernommen wurden. Im erwähnten Mittelwert von $\pm$ 3,5 cm sind jedoch auch diese Transformationen enthalten.

Eine letzte Bemerkung zur Genauigkeit: Multipliziert man die mittleren Fehler an den Beobachtungen am Autographen (etwa $\pm$ 0,01 mm) mit der Modellmaßstabszahl 3000, so erhält man im Landessystem einen mittleren Fehler von $\pm$ 3 cm. Die Übereinstimmung von äußerer und innerer Genauigkeit des Verfahrens ist also überraschend gut.

Einige Bemerkungen zur Transformationsmethode: Es wird eine Lineartransformation für die Landeskoordinaten y beziehungsweise x in den Maschinenkoordinaten y' und x' verwendet. Die 6 Koeffizienten sind

MELDEKARTEN KA 0

(nur 1 mal ausgewertet)

No.	Modell Sektor No.
5020022804	131
5020022904	131
5020023004	131
6040000604	241
6040000704	241
5030011804	331
5060016504	571
5060019704	571
5150004404	571

Abb. 4. Liste der nur einfach ausgewerteten Punkte

MELDEKARTEN KA 1 ($\Delta y' >$ Tol.)

No.	y'_1	y'_2	KA	Modell Sektor No.
5020040604	5656920	5658690	1	131
5020040704	5658690	5661900	1	131
5030005604	5637880	5636890	1	221
5020004804	5506670	5506360	1	231
5020026504	5506510	5507830	1	241
5020026604	5507850	5506480	1	241

Abb. 5

MELDEKARTEN KA 2 ($\Delta x' >$ Tol.)

No.	x'_1	x'_2	KA	Modell Sektor No.
5020040704	5494590	5496650	2	131
5030005604	5511670	5512340	2	221
5020004804	5497960	5496420	2	231
5020026504	5425940	5424370	2	241
5020026604	5424360	5425910	2	241

Abb. 6

ZUSAMMENSTELLUNG AFFINE TRANSFORMATIONEN

					KA	Modell Sektor	No.
93981120	1610841741-	2531094259-	Koeffizienten der Formel		8	111	
90593385	2530621106	1609874839-			8	111	
	y' in μ	x' in μ	y in mm	x in mm			
mittlere Fehler	10	9	68	30	8	111	
93717198	1602027150-	2536588786-			8	121	
90901983	2536269805	1601101563-			8	121	
	10	8	10	16	8	121	
93362800	1555783452-	2564939678-			8	131	
90899612	2564239910	1555753979-			8	131	
	11	11	65	55	8	131	
93114121	1554226671-	2565389666-			8	141	
91293482	2564529197	1555171600-			8	141	
	10	10	28	22	8	141	
93794954	1997594062-	2237769808-			8	161	
95799493	2237500769	1996808680-			8	161	
	13	9	18	36	8	161	
92823915	1521169541-	2585694597-			8	221	
89875466	2585017988	1521264790-			8	221	
	11	8	45	61	8	221	
92822273	1521490951-	2585087575-			8	222	
89875688	2585347456	1521630733-			8	222	
	8	9	24	27	8	222	

Abb. 7

nach der Methode der kleinsten Quadrate bestimmt. Das photogrammmetrische Koordinatensystem wird also affin verzerrt. Es kann nach Belieben modell- oder sektorweise mit theoretisch unbeschränkter Sektorenzahl pro Modell gerechnet werden. Die affine Methode wurde vorgezogen, weil die Widersprüche in den Paßpunkten und zwischen den Modellen kleiner werden als bei einer starren Helmert-Transformation. Die Unterschiede sind normalerweise zwar nicht bedeutend.

Die Höhen können wahlweise mittransformiert werden. Diese Transformation ist aber mathematisch nicht mit der Lagetransformation gekoppelt. Voraussetzung ist eine gut genäherte absolute Orientierung des Modells, wie sie für die graphische Situationsauswertung ohnehin vorhanden sein muß. Die Höhenrechnung gestaltet sich folgendermaßen: Für alle Fixpunkte wird der Widerspruch zwischen photogrammetrischer Höhe und Sollhöhe ermittelt. Bei jedem Neupunkt rechnet das Programm mit den reziproken Abständen zu allen Fixpunkten als Gewichten ein ge-

HELMERT — TRANSFORMATION

Pkt. Art	Blatt No.	No.	y m	x m	Δy mm	Δx mm
6	3	230 4	96335260	70340000	1-	2
6	3	233 4	96266680	70409360	38	10
6	3	232 4	96285140	70390000	45-	11-
6	3	231 4	96311750	70365070	1-	16-
6	3	229 4	96363590	70307040	1	33
6	3	228 4	96403640	70269290	5	17-
6	3	223 4	96264050	70407010		
6	3	224 4	96282790	70387510		
6	3	367 4	96309410	70362490		
6	3	225 4	96332650	70337600		
6	3	226 4	96361060	70304550		
6	3	227 4	96400890	70266400		
6	3	230 4	100008	26	6 Anzahl	6
Standpkt. No.			Masstab	m.F in mm.	Fixpkt.	Neupkt.

Abb. 8

wogenes Mittel aus diesen Fixpunktdifferenzen und bringt diesen Wert an der Messung als Korrektur an. Das Verfahren ist durch das Bestreben begründet, in der Nachbarschaft der Fixpunkte einen einheitlichen Horizont zu erhalten. Genauere Untersuchungen über die Genauigkeitsverbesserung im allgemeinen stehen noch aus, da für die bisherigen laufenden Aufträge der Grundbuchvermessung keine Grenzpunkthöhen ermittelt werden mußten.

Die Koordinaten von Punkten, die aus verschiedenen, angrenzenden Modellen doppelt ausgewertet vorliegen, werden im nächsten Arbeitsgang gemittelt und die Widersprüche gemeldet.

Nachdem die Koordinatenkartei durch die photogrammetrisch ausgewerteten Grenzpunkte ergänzt ist (Abb. 1), müssen die noch offenen Lücken geschlossen werden. Dies geschieht in folgendem Verfahren:

Von einem beliebigen Standort (Hilfspunkt) werden möglichst viele nicht ausgewertete Grenzpunkte nach der polaren Aufnahmemethode eingemessen. An dieselbe Station werden mindestens zwei, meist aber drei bis vier photogrammetrisch ausgewertete und in Koordinaten gerechnete Punkte polar angeschlossen. Dieses lokale polare Koordinatensystem wird später durch eine Helmert-Transformation in das Landessystem umgerechnet, indem die in Landeskoordinaten bekannten Punkte als Transformationsfixpunkte dienen. Die Einpassung geschieht durch eine Ausgleichung nach der Methode der kleinsten Quadrate. Als Resultat

ZUSAMMENSTELLUNG HELMERT TRANSFORMATIONEN

Sta.	No.	Masstab	m. F in mm	Anzahl Fixpkt.	Anzahl Neupkt.
5 2	146 4	99996	37	6	1
5 2	158 4	99996	46	5	
5 2	166 4	99949	16	5	1
5 2	168 4	99952	24	5	
5 2	190 4	99993	26	5	1
5 2	252 4	100003	37	4	1
5 2	278 4	100051	32	6	2
5 2	289 4	99979	42	6	5
5 2	364 4	100085	21	5	1
5 2	453 4	100023	31	8	5
5 3	11 4	100539	31	3	3
5 3	23 4	99842		2	1
5 6	23 4	100128	30	8	4
5 6	33 4	100006	33	8	15
5 6	73 4	100267	41	4	1

Abb. 9

(Abb 8) erhält man die transformierten Punkte, die Einpaßzwänge und die üblichen Fehlerangaben.

Auch hier läßt sich durch eine automatisch herzustellende Tabelle ein Gesamtüberblick über die Genauigkeit gewinnen. Abbildung 9 zeigt einen Auszug aus dieser Tabelle für die Gemeinde Dägerlen. Die mittleren Fehler geben direkt Auskunft über die durch die Photogrammetrie erzielte Nachbargenauigkeit. Dabei ist einerseits zugunsten der Photogrammetrie zu sagen, daß die verwendeten Tachymetermessungen auch nicht fehlerfrei sind: anderseits werden die mittleren Fehler durch den variablen Maßstabsfaktor der Transformation reduziert. Im Mittel ergibt sich aus den rund 200 Helmert-Transformationen ein mittlerer Koordinatenfehler von $\pm$ 3,5 cm bei durchschnittlich 4,5 Fixpunkten pro Transformation. Wenn hier die Helmert-Transformation gegenüber der affinen Transformation vorgezogen wurde, liegt das daran, daß für das zu transformierende System die *Nachbargenauigkeit* etwas höher ist als für die photogrammetrischen Punkte. Es wäre deshalb nicht gerechtfertigt, diese ganz zu zerstören. Um aber Sprünge in den Kontaktzonen der beiden Systeme zu dämpfen, werden anschließend für die Transformationsfixpunkte die ursprünglichen photogrammetrischen und die transformierten Werte automatisch gemittelt.

Die photogrammetrische Messung der Koordinaten ist eine Flächenmethode. Deshalb ist es angezeigt, auch die Lücken flächenmäßig zu er-

fassen. Die besprochene Anwendung dieses Grundsatzes hat zu bedeutsamen Änderungen in gesamten photogrammetrischen Verfahren geführt. Während früher die dicht bebauten Dorfgebiete von der photogrammetrischen Auswertung ausgeschlossen wurden, werden heute die Modelle über das gesamte Einzugsgebiet gelegt. Auch in den Dorfkernen sind alle luftsichtbaren Grenzpunkte signalisiert. Zwar ist die photogrammetrische Ausbeute hier bedeutend reduziert, aber das durchgehende homogene Fixpunktnetz gewährleistet die Einheitlichkeit des Systems und erspart eine zusätzliche Polygonierung. Bei der Lückenergänzung ermöglicht die freie Wahl der Instrumentenstandorte eine äußerst flexible Anpassung an die Sichtverhältnisse. Auch der Anschluß orthogonaler Lokalsysteme ist auf gleiche Art möglich. Bei der Aufnahme der Gebäude hat man das Vorgehen differenziert: allein stehende Gebäude werden photogrammmetrisch (graphisch) erfaßt, während man im Dorfgebiet auf die photogrammetrische Auswertung mit der nachfolgenden Einmessung des Gebäudegrundrisses in bezug auf die Dachecken besser verzichtet. Die Gebäudeaufnahme wird in die terrestrische Lückenergänzung einbezogen; später werden die Ecken graphisch mit dem Polarkoordinatographen von den in Landeskoordinaten kartierten Instrumentenstandpunkten aus aufgetragen. An der Erhebung der Kontroll- und Gebäudemaße ändert sich nichts.

Mit Hilfe der vollständigen Koordinatenverzeichnisse werden die Grenzpunkte in die Originalpläne übertragen; die graphische Situation ergibt sich aus den transparenten Auswerteoriginalen; in den Dorfgebieten werden die Gebäude mit dem Polarkoordinatographen gestochen.

Als letzte Phase ist die *Flächenrechnung* kurz zu erwähnen (Abb. 1). Da sämtliche Grenzpunkte in Lochkarten gestanzt vorliegen, drängt sich die Berechnung der Flächen aus Koordinaten auf. Statt die Flächen zu umfahren, wird dem Rechenautomaten durch Lochkarten mitgeteilt, wie sich für jede Parzelle die Punktnummern auf dem Umfang folgen. Durch entsprechende Codifizierung können Kreisradien und Hintermarchen berücksichtigt werden. In gleicher Art werden die Blattinhalte gerechnet. Sporadische Fehler der Flächendefinitionen werden durch die Differenz zwischen Parzellensumme und Blattinhalt vom Rechenprogramm automatisch aufgedeckt. Trotzdem kann auf eine grobe Kontrollmessung nicht verzichtet werden, da Nummernfehler im Plan durch diese Kontrolle nicht erfaßt werden. Diese Kontrollmessung wird vorläufig noch graphisch durch einmalige Umfahrung mit einem einfachen Planimeter durchgeführt. Die Genauigkeit ist unwesentlich, da die definitive Fläche durch die numerische Berechnung gegeben ist.

Nach diesem Überblick über das System sollen die einleitend dargelegten verschiedenen Aspekte der automatischen Datenverarbeitung an diesem praktischen Beispiel nochmals erläutert werden.

Die rechnerische Leistungsfähigkeit mit ihren Rückwirkungen auf die Methodik zeigt sich bei der affinen und der Helmert-Transformation. Solche Ausgleichungen wären ohne Rechenautomat wirtschaftlich untragbar. Auch für das Triangulationsprogramm gilt ähnliches. Es sei dazu

nochmals betont, daß das strenge Rechenverfahren für die Paßpunkte und deren Genauigkeitsbeurteilung wesentlichen Anteil an der gesteigerten Genauigkeit der Endresultate hat.

Zeitlich fällt der Rechenaufwand überhaupt nicht ins Gewicht. In 2 bis 3 Stunden ist eine Gemeinde mit 10 000 Grenzpunkten transformiert. Meldet das Programm grobe Fehler, die nicht ohne weiteres «von Hand» korrigiert werden können, so folgt eine Repetition mit korrekten Werten. Die menschliche Rechenarbeit ist fast vollständig eliminiert. Der Techniker steuert den Ablauf durch planmäßige Vorbereitung und genaue Überwachung. Das Programm gibt ihm Auskunft über den Erfolg seines Bemühens. Sein ganzes Interesse ist auf die Beurteilung des Resultates gerichtet.

Das System soll den wesentlichen Einfluß der Organisation zeigen. Mit Ausnahme der Ablochung der Vermessungsgrundlagen wird grundsätzlich keine einzige Koordinate von Hand gelocht. Die Koordinaten werden zu den wesentlichen, zuverlässigen Trägern des Vermessungswerkes. Sie sind nicht Selbstzweck, sondern Mittel zur Planerstellung, zur Flächenrechnung und für die Ermittlung der später allfällig erforderlichen geometrischen Größen. Zwar sind sie aus Meßoperationen, die menschlichen Fehlern unterworfen sind, errechnet. Es sind deshalb sich selbst kontrollierende Meßverfahren anzuwenden. Die größte Aufmerksamkeit erfordert aber die fehlerfreie Übertragung der Messungen in die Lochkarten. Die manuellen Lochungen werden deshalb in einem besonderen Arbeitsgang nochmals geprüft. Daraus ist ersichtlich, wie wesentlich im System die automatische Registrierung der Autographenkoordinaten ist. 70 bis 80 % aller zu lochender Daten erhält man automatisch. In dieser Hinsicht ist die Photogrammetrie heute noch wesentlich in Vorsprung. Wenn aber – und es scheint dies in absehbarer Zeit möglich – auch die Feldmeßgeräte automatisch registrierte Meßwerte liefern können, sind wir dem anfangs erwähnten utopischen Ziel schon bedeutend näher.

Ferner ist zu erwähnen, daß die automatische Übertragung von gelochten Koordinaten auf den Plan mit Hilfe von lochkarten- oder lochstreifengesteuerten Koordinatographen gelöst ist. Die entsprechenden Geräte sind entwickelt. Mit ihrer Einführung in die schweizerische Praxis ist in naher Zukunft zu rechnen.

Ein weiterer Wunsch ist die automatische Ablochung von Koordinaten aus graphischen Plänen. Diese Entwicklung wird in der Vermessung vor allem der Flächenberechnung zugute kommen, im besonderen dem Sektor der Güterzusammenlegung, wo als Ausgangsprodukt graphische Pläne vorliegen. Auch hier sollen demnächst neue Lösungen realisiert werden.

Die Bedeutung der Genauigkeits- und Produktionskontrolle dürfte aus den gezeigten Beispielen und den allgemeinen Bemerkungen ohne weiteres einleuchten. Die Beurteilung der Genauigkeit der Verfahren und des verwendeten Beobachtungs- und Grundlagenmaterials ist unerläßliche Voraussetzung zur Weiterentwicklung, denn dabei erhält man Einblick in allfällig vorhandene methodische Schwächen. Auch Ausbildungslücken

des Personals sind daraus zu erkennen. Die statistischen Unterlagen über grobe Fehler ermöglichen, die Risiken abzuschätzen und die Zuverlässigkeit der Mitarbeiter zu überprüfen. Sie geben auch den Verifikationsinstanzen umfassende, wichtige Aufschlüsse.

Alle diese außerordentlich wichtigen zusätzlichen Informationen erhält man bei entsprechender Disposition aus der automatischen Datenverarbeitung praktisch ohne zusätzlichen Aufwand.

Angaben über die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens sind noch verfrüht. Wir befinden uns zur Zeit in einer stürmischen Entwicklungsphase, deren Ende kaum abzusehen ist. Es sind die potentiellen Möglichkeiten der Steigerung der Wirtschaftlichkeit, die ins Auge gefaßt werden müssen. Die heutige Wirtschaftslage ist gekennzeichnet durch zwei sich in der Wirkung akkumulierende Tendenzen: dringende Termine und zunehmender Personalmangel mit der Folge von dauernd ansteigenden Löhnen und Unkosten. Die Kosten der automatischen Datenverarbeitung weisen eine umgekehrte Tendenz auf. Anfangs sind große Aufwände für instrumentelle Investitionen, für Rechenprogramme, für den Aufbau einer neuen Organisation und für die Einführung des Personals notwendig. Es ist aber mit einer allmählichen Reduktion der Kosten durch die wachsende Erfahrung, durch weitere organisatorische und methodische Verbesserungen und der mit wachsender Auftragskapazität besseren Ausnützung der Maschinen und dem vermehrten Einsatz von billigerem Hilfspersonal zu rechnen. Eine Vereinheitlichung der Methoden kann wesentliche Kostenreduktionen bringen. Nicht zuletzt kann der Auftraggeber durch die Anlieferung von einwandfreiem Zahlenmaterial maßgebend zu einer günstigen Kostengestaltung beitragen.

Daneben ist zu beachten, daß sich die Anwendung automatischer Rechenmethoden auf beinahe alle technischen Sektoren ausdehnt. Das Vermessungswesen profitiert von dieser Entwicklung, denn kostspielige Geräte sind über die beschränkte Auftragskapazität aus der Grundbuchvermessung allein nicht schnell genug zu amortisieren. Zusammenfassend soll damit klar gemacht werden, daß die Kosten der automatischen Datenverarbeitung wesentlich von der Amortisationsmöglichkeit der Geräte und Programme abhängen. Bei der außerordentlich raschen technischen Entwicklung muß aber kurzfristig amortisiert werden. Die Belastung hängt deshalb von der Benützungsintensität ab.

Zum Schluß seien einige Bemerkungen über den Einfluß dieser modernen Methoden auf unser Berufsbild beigefügt. Der Außenstehende mag befürchten, daß die Automatik, die strengen Programmvorschriften, das gesteigerte Tempo zu einer inneren Verarmung unseres Berufes führen könnten. Die praktischen Erfahrungen überzeugen uns vom Gegenteil. Automatisierbar ist nur die Routinearbeit. Aber gerade der große Anteil an routinemäßig durchzuführender Arbeit ist in personeller Hinsicht zu einer Gefahr für unseren Beruf geworden. Die Konsequenzen der Automatisierung sind vermehrte methodische und organisatorische Entwicklungsarbeit, an der die Mitarbeiter aller Stufen beteiligt sind. Be-

nötigt werden gute theoretische Grundlagen für die Entwicklung neuer Rechenverfahren, Urteilsvermögen, Organisationstalent und, als Gegenpole: größte Exaktheit und Phantasie. Es ist festzustellen, daß diese dem Vermessungsfachmann neu überbundenen Aufgaben seine Arbeit lebendiger, verantwortungsvoller und damit attraktiver gestalten und daß sich damit auch bei der Lösung des Nachwuchsproblems günstigere Aussichten erhoffen lassen. Wenn wir gewillt sind, die unabsehbaren Möglichkeiten der heutigen Technik auszunützen, so dürfte die moderne Vermessung zu einer der interessantesten beruflichen Tätigkeiten gehören.

Leitfaden zum Erlaß einer Bauordnung

Bn. Die Schweizerische Vereinigung für Landesplanung hat durch eine Umfrage festgestellt, daß nur etwa 30 Prozent aller Gemeinden eine eigene Bauordnung besitzen. In einem Kanton der Westschweiz verfügten sogar nur 5 Prozent der Gemeinden über eine Bauordnung! Aber auch das gesamtschweizerische Resultat ist unerfreulich. Dabei bildet eine gute Bauordnung, zusammen mit einer zweckmäßigen Ortsplanung, die wesentliche Voraussetzung, um die bauliche Gestaltung der Ortschaften und ihre weitere Entwicklung in richtige Bahnen zu weisen.

Um den Gemeinden behilflich zu sein, hat die VLP einen Leitfaden zum Erlaß von Bauordnungen veröffentlicht, der beim Sekretariat der Schweizerischen Vereinigung für Landesplanung in Zürich, Kirchgasse 1, zum Preise von 2 Franken bezogen werden kann.

In der Einleitung der Broschüre werden die Gründe aufgeführt, die die Gemeinden veranlassen sollten, eigene Bauordnungen aufzustellen. Den Hauptteil der Arbeit bildet die Übersicht über zahlreiche Fragen, die eine Bauordnung zu regeln hat, wie zum Beispiel Baubewilligungsverfahren, Baupolizeivorschriften, Schutz der Gemeinde vor Verunstaltung und Fehlentwicklung, Ausmaß und Standort der Bauten, Bauten an öffentlichen Straßen und Wasserläufen sowie Bauplanung.

Der Leitfaden verweist nachdrücklich auf die Verantwortung der zuständigen Behörden, die durch die Bautätigkeit in der Gemeinde entsteht. – Es geht hier um zu viel, als daß ein Baugesuch leichtfertig behandelt werden dürfte. Da der Leitfaden wirklich nur die unbedingt nötigen Vorschriften aufführt, dürfte er in unserem Lande um so eher die ihm gebührende Beachtung finden. Jeder Fachmann, der sich mit Ortsplanungsfragen abzugeben hat, wird sich mit Vorteil die kleine Broschüre anschaffen und daraus gut überlegte Richtlinien für das Aufstellen oder Ergänzen von Bauordnungen entnehmen können.