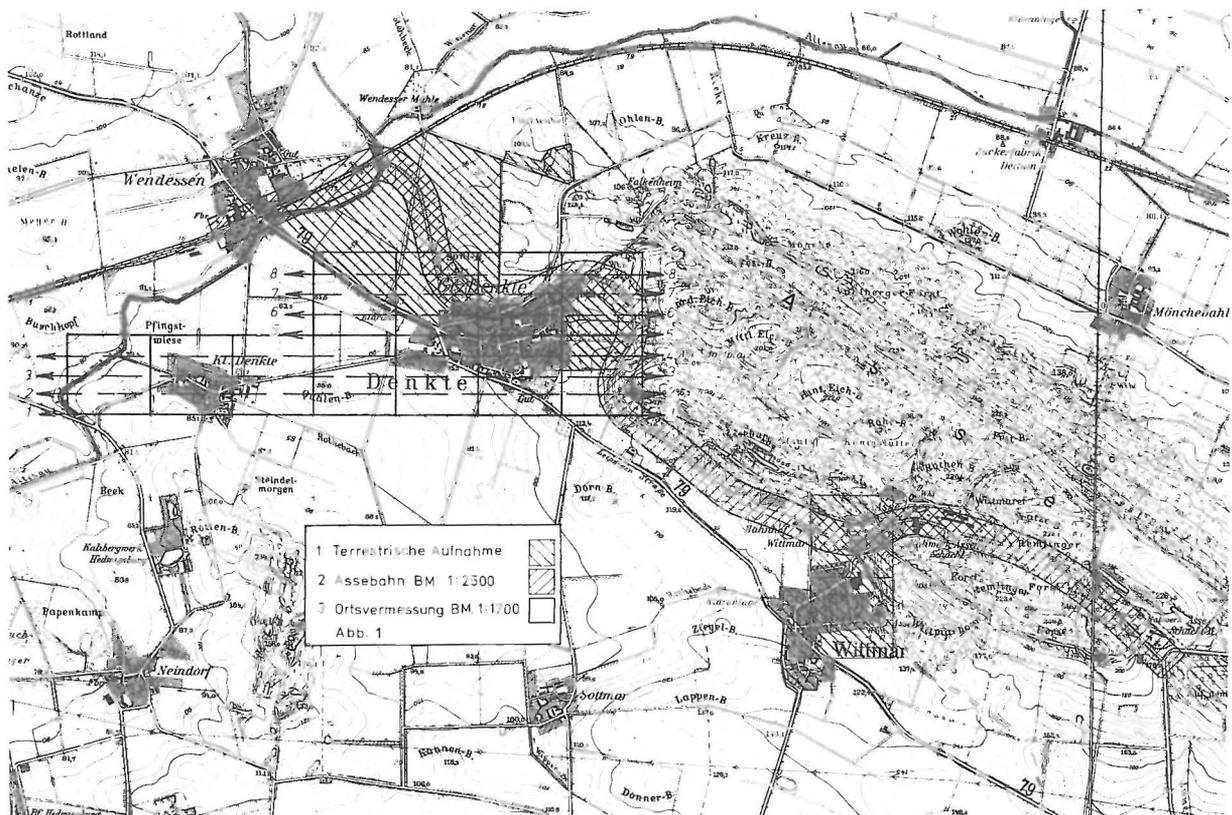


1. Einleitung

In Weiterverfolgung meiner Zielsetzung, nach und nach die Ortslagen meines Amtsbereiches mit Rahmenflurkarten 1:1000 abzudecken, und zwar im Anhalt und in Weiterentwicklung des von mir aufgezeigten photogrammetrischen Verfahrensganges (1), (2), (3) sind in Zusammenarbeit mit dem Niedersächsischen Landesverwaltungsamt, Landesvermessung, Dez. Photogrammetrie, am 17. April 1980 die Ortslagen Groß Denkte und Klein Denkte befliegen und werden katasterphotogrammetrisch ausgewertet werden.

Weiter gilt es, die elektronisch-tachymetrische Katasteraufnahme des 8 km langen Bandes der Asse-Atomüll-Bahn durch die topographische Darstellung zu vervollständigen und eine 1,5 km lange Straßenvermessung zwischen Wendessen und Gr. Denkte photogrammetrisch aufzunehmen (s. Abb. 1).



Als Besonderheit der diesjährigen Untersuchung ergibt sich eine Vergleichsmöglichkeit zwischen

- a) einem alten Manualnetz der alten braunschweigischen Ortsmessung aus dem Jahre 1883, das Grundlage aller Messungen ist und den daraus abgeleiteten Katasterkarten im Maßstab 1:1500 mit
- b) der teilweisen terrestrischen Wiederherstellung des Manualnetzes in den folgenden Jahrzehnten
- c) einer neuen elektronisch-tachymetrischen Aufnahme der Stützpunkte des Netzes zu a) und b) und

- d) der Vergleich zu dem homogenen Punktfeld aus einer analytischen katasterphotogrammetrischen Auswertung mit Bündelausgleichung

2. Verfahrensgang

Aus den Erkenntnissen der letzten Jahre beim Nieders. Landesvermessungsamt und meinen Schlußfolgerungen (3) wird folgender Verfahrensgang vorgeschlagen.

Als Bildmaßstab wird der Maßstab 1:1700 gewählt, aufgenommen mit der Normalwinkelkammer RMK 30/23 entsprechend einer Flughöhe von 500 m über Grund.

Als Belichtungszeit wird 1/500 sec vorgeschlagen bei einer Fluggeschwindigkeit von 120 km/h, weil dann die 10 x 10 cm großen, roten Signale infolge Bildwanderung im Bildmaßstab nur von 0,06 mm \varnothing auf 0,06 x 0,09 mm vergrößert werden.

Da es sich bei den Aufnahmen wieder um Farbaufnahmen handelt, werden die Signale meist durch Anstreichen oder Aufkleben roter Leuchtfarbenplatten luftsichtbar gemacht.

Zur gesicherten Koordinierung des Aufnahmepunktfeldes und der Linienendpunkte des Messungsliniennetzes wird eine quadrantische Bildüberdeckung gefordert, d. h. sowohl die Längsüberdeckung als auch die Querüberdeckung der Luftbilder werden zu 60 % gewählt. Somit sind im Übertragungsbereich der analytischen Bündelausgleichung nach Müller (4), (5) und Bauer (6) mit Zusatzparameter (7) die Übertragungspunkte jeweils von 9 Bildern gedeckt, so daß der Bildverband in sich eine Homogenität und Stabilität erhält, die heute jeder elektronisch-tachymetrischen Aufnahme standhalten kann.

Den Beweis der Homogenität des photogrammetrischen Punktfeldes werde ich anhand einiger am Schluß gegebener Zahlenwerte erbringen. Zunächst sei jedoch ein kurzer und geraffter, geschichtlicher Rückblick über die neueren Aerotriangulationen gegeben, wobei die Verfahrensmethoden der Technischen Universität Hannover in Verbindung mit der Gerätetechnik des Nieders. Landesvermessungsamtes besonders herausgestellt werden sollen.

3. Geschichtlicher Rückblick

Bei einer Streifentriangulation über 5 Modelle hat Wunderlich 1961 in seiner Arbeit zur Leistungssteigerung großmaßstäbiger Luftbildauswertungen (9) durch analytische Auswertung am Präzisions-Stereokomparator PSK eine Punktgenauigkeit von 7,5 cm erreicht.

In der Folgezeit sind Aerotriangulationen ein Hauptforschungsgebiet in der Photogrammetrie geworden. Ackermann (10) hat an seinem photogrammetrischen Institut in Stuttgart umfangreiche Aerotriangulationsarbeiten mit unabhängigen Modellen ausgeführt. Er kommt von der Streifentriangulation schließlich zur Lageblockausgleichung von großen Punktmengen, über die er 1970 berichtete. Die Ausgleichung z. B. von 32 Modellen im Bildmaßstab 1:6000 mit Weitwinkelkammer befliegen, über 27 gegebene trigonometrische Punkte, einige zusätzlich bestimmte Punkte am Blockrand und alle Verknüpfungspunkte gibt einen Gewichtseinheitsfehler von 6,2 cm. Fehlerwert der Paßpunkte ist 13 cm, aber der der Verknüpfungspunkte ist nur 4 cm. Darin zeigt sich die große innere Homogenität des Blockverbandes. Die großen

Paßpunktfehler sind wahrscheinlich auf Netzspannungen zurückzuführen.

Aus der Vielzahl der Untersuchungen zur Aerotriangulation soll noch die Arbeit von Jürgen Müller (4), T.U. Hannover, über Blockausgleichungen mit Modellen aus Befliegungen des Jahres 1964 in Heitlingen herausgegriffen werden. Er empfiehlt, für Weitwinkelbefliegungen im Maßstab 1:7000 Paßpunktabstände von 2-3 km einzuhalten und je Modell 8-12 Verknüpfungspunkte, möglichst in den Modellecken anzuordnen. Dann sind analytisch Punktfehler von 7 cm und bei analoger Auswertung von 11 cm zu erreichen. Wird eine 60 %-Querüberdeckung der Bildflüge gewählt, ist eine weitere 25 % Genauigkeitssteigerung zu erwarten. Wird die Zahl der Verknüpfungspunkte gar auf 24 vergrößert und damit bessere Modellübergänge geschaffen, dann sinkt der Punktfehler der analytischen Auswertung bis auf gut 4 cm ab.

Die letzteren Genauigkeiten wurden mit einer Weitwinkelreseaukammer erreicht, wodurch mittelräumige Filmdeformationen erfaßt und bei der Berechnung berücksichtigt werden konnten. Weiterhin sind die Bildkoordinaten mit der von der Herstellerfirma angegebenen Verzeichnungskurve korrigiert.

Man erkennt, daß bei weitgehender Berücksichtigung systematischer Fehler bei der Auswertung und Kompensierung der photogrammetrischen Fehler in den Bildecken durch 60 %ige Querüberdeckung eine Genauigkeit erreicht werden kann, die der einer terrestrischen Punktbestimmung standhält.

Widersprüche zwischen theoretischen Fehlerbetrachtungen und praktischen Resultaten in Abhängigkeit von der Anzahl der Verknüpfungspunkte haben Müller 1971 (5) veranlaßt, das Bildmaterial Heitlingen nochmals einer Bündelausgleichung nach Schmid mit Verbesserung der inneren Ordnung zu unterziehen.

Aber dieses Fehlermodell führte zunächst nicht zum Ziel. Aufwölbungen des Blockes um 2 bis 3 dm ließen den Schluß zu, daß die der Ausgleichung und den theoretischen Fehlerbetrachtungen zugrunde liegende Annahme unregelmäßig verteilter Fehler nicht zutrifft. Müller erweiterte die Fehlergleichung um eine zusätzliche Unbekannte zur Kompensation systematischer Fehler.

Der Ansatz der Potenzreihen bis zur 3. Potenz wird dann so gewählt, daß er in erster Näherung Fehler der Verzeichnung, der Erdkrümmung und Refraktion erfassen kann sowie Filmdehnungen quer zur Filmrichtung. Mit diesen Zusatzparametern hat Müller dann ein theoretisches Modell gefunden, das den praktischen Ergebnissen gerecht wird. Die Potenzreihen stellen für die Bündelausgleichung die Möglichkeit zur Erfassung der Modelldeformation dar.

Beim Internationalen Kongreß 1972 in Ottawa berichtete Ebner (11), Stuttgart, daß Lageblockausgleichungen nach der Bündelmethode in der Lage um das 1,6-fache bessere Ergebnisse bringen als Ausgleichungen mit unabhängigen Modellen. Allerdings sind systematische Fehler zu berücksichtigen. 60 %-ige Querüberdeckungen steigern die Genauigkeit um das etwa 1,5-fache.

Nach der Bündelausgleichung mit Zusatzparametern haben Bauer und Müller 1972 (7) das Testgebiet Oberschwaben der OEEPE, das im Bildmaßstab 1:28000 befliegen worden ist und eine Größe von 25x60 qkm umfaßt, beim N.L.A. neu ausgeglichen. Neben den schon oben erwähnten Parametern haben sie noch eine systematische

Fehlerabhängigkeit gefunden, die von der Kammer und von der Refraktion durch Unterströmung am Flugzeug bedingt ist. Während die bisherigen Ansätze besonders den Lagefehler verbessert haben, hat der letzte Ansatz auch zur Steigerung der Höhengenaugigkeit beigetragen.

Die Ausglei chung des Oberschwabener Testgebietes brachte nach der Anblockmethode nach van den Hout eine Lagegenauigkeit von 18μ , bei Ausglei chung mit unabhängigen Modellen von 12μ , bei der Bündelausglei chung ohne Parameter von 19μ und bei der Bündelausglei chung mit Parametern eine Lagegenauigkeit von nur 5μ . Die Höhengenaugigkeit konnte von 20μ auf 14μ gesteigert werden. Neuere Untersuchungen von Bauer ergaben 1973 in dem Versuchsgebiet Steinbergen bei 60 % Querüberdeckung für die Höhengenaugigkeit 10μ . Grün (8) erreichte mit dem Münchner Bündelausgleichsprogramm MBOP 1979 aus dem gleichen Bildmaterial sogar nur 8μ . Beim Bildmaßstab von 1:8000 entspricht das einer Höhengenaugigkeit von 6,4 cm, die dann zur Einpassung von Höhenauswertungen in die Deutsche Grundkarte voll ausreichen wird.

Zur weiteren Genauigkeitssteigerung der Aerotriangulation und photogrammetrischen Netzverdichtung sind kreuzweise Befliegungen mit 60 % Querüberdeckung geflogen, so daß das Punktfeld praktisch vierfach gedeckt ist. Ackermann (11) gibt 1974 für das im Bildmaßstab 1:7800 beflogene Gebiet Appenweier eine Lagegenauigkeit von 3,8 cm an. Die Ausglei chung ist nach analytischer Auswertung mit der simultanen Blockausglei chung unabhängiger Modelle ausgeführt. Ackermann vermutete noch systematische Fehler, die er zunächst durch eine kleinste Quadrat-Interpolation nach Krauß kompensierte.

Eine neuere Untersuchung von Klein (12) mit dem gleichen Bildmaterial unter Verwendung der Bündelblockausglei chung mit Zusatzparametern (Stuttgart PAT B) führte bei 2-fach gedecktem Block zu einer Koordinaten-Genauigkeit von 2,5 cm, bei 4-fach gedecktem Block zu nur 2,3 cm. Dagegen brachte die Einführung von nur streifenweisen und nicht mehr blockweisen Zusatzparametern eine Genauigkeitssteigerung bei 2-fach gedecktem Block auf 2,0 cm. Diese Einführung der streifenweise eingeführten Zusatzparameter ersetzt die kleinste Quadrat-Interpolation und schaltet damit gewisse noch nicht eindeutig erkannte systematische Fehler des Paßpunktnetzes aus (13).

Tegeler (14), Hannover, erreichte bei Befliegungen im Bildmaßstab 1:6000 im Kreuzverband mit Normalwinkelkammer und Weitwinkelkammer in dem Testgebiet Hordorf bei analytischer Auswertung und Bündelausglei chung mit Zusatzparametern bei Besetzung des Blockes 6 x 12 qkm mit 10 Lagepaßpunkten am Rand aus dem Netz II. Ordnung eine Punktgenauigkeit von 4,5 cm.

Wurden Netzpunkte III. Ordnung mit hinzugezogen, ergab sich bei 21 flächenhaft verteilten Paßpunkten eine Punktgenauigkeit allerdings nur aus dem Weitwinkeldoppelblock von 1,9 cm. Das terrestrisch neu bestimmte Trig. Vergleichsnetz hat eine Punktgenauigkeit von 1,5 cm. Grün (8) erreichte mit dem MBOP für das Versuchsfeld Mosach aus dem Bildmaßstab 1:3300 eine mittlere Koordinatengenauigkeit von 1,7 cm. (21)

Es sind mit dieser Methode also neuerdings Genauigkeiten erreicht, die es erlauben, Punktkoordinierungen des Netzes 4. Ordnung und des Polygonpunktfeldes mit der Photogrammetrie durchzuführen.

Damit möchte ich meinen geschichtlichen Rückblick beschließen.

4. Eigene Untersuchungen

Ich wende mich nun meinem Aufgabengebiet zu, der Kartenherstellung durch Photogrammetrie über bebauten Gebieten im Maßstab 1:1000.

Nach ersten praktischen Erprobungen im Raum um Hannover und Salzgitter, über die ich in der Literatur berichtet habe, (15) (16) (17) (18) kam mir im Jahre 1969 die Aufgabe zu, über den Hüttenwerken Salzgitter eine Karte im Maßstab 1:1000 zu erstellen. (20) Hier ging es nicht um eine sehr hohe Punktgenauigkeit, sondern um die graphische Richtigkeit der aus photogrammetrischen Auswertungen gewonnenen Karten. Das Gebiet umfaßte 43 qkm und wurde wegen der besseren Einsicht mit der damals noch neuen langbrennweitigen Normalwinkelkammer 30/23 im Bildmaßstab 1:5800 mit 90-%iger Längsüberdeckung geflogen.

In der Anblockausgleichung nach van den Hout, die durch das N.L.V.A. Hannover durchgeführt wurde, waren die Koordinaten aller signalisierten Polygonpunkte einbezogen. Verknüpfungspunkte waren jeweils an den Modellecken, also jeweils 4 je Modell, signalisiert. Aus der Blockausgleichung ergab sich ein mittlerer Fehler der Paßpunkte von 8,4 cm und der der Verknüpfungspunkte von 5,4 cm. Die Genauigkeit des terrestrischen Punktfeldes wurde mit 5,7 cm bestimmt.

Hier zeigte sich wieder die allgemeine Tendenz, daß die Verknüpfungspunkte eine höhere Genauigkeit haben als die durch Netzspannungen belasteten Paßpunkte. Insofern war es günstig, die graphische Karteneinpassung nach den errechneten Verknüpfungspunkten vorzunehmen. Die Karteneinpassung wurde mit einer Genauigkeit von + 0,11 mm erreicht. Auch die Ausmessung der Gebäude erfolgte etwa mit dieser Genauigkeit.

Es kann nach dieser Arbeit bereits 1972 gesagt werden, daß die Photogrammetrie in der Lage ist, durch Aerotriangulation ein genügend genaues und homogenes Fixpunktfeld zu schaffen, das als Grundlage einer graphischen Kartierung den Genauigkeitsanforderungen im Maßstab 1:1000 genügt.

Bei meinen weiteren photogrammetrischen Arbeiten (1) (2) (3) über den Ortslagen habe ich immer die langbrennweitige Normalwinkelkammer 30/23 eingesetzt. Sie bietet eine bessere Einsicht in die oft verwinkelten Ortslagen als Weitwinkelkammern.

Wegen der eindeutigeren Identifizierung in den Ortslagen geht in Niedersachsen neuerdings die Tendenz dahin, immer größere Bildmaßstäbe zu wählen. Aerotriangulationen mit der Bündelausgleichung und Zusatzparametern liefern über wenige bekannte Paßpunkte heute nämlich die homogenen Koordinaten der Verknüpfungspunkte für die Einpassung der Einzelmodelle, so daß die Wahl eines größeren Bildmaßstabes wegen der sonst teuer zu beschaffenden Paßpunkte heute nicht mehr die Rolle spielt, wie vor der Praxisreife der Aerotriangulationen.

Es werden nämlich für kleine zu bearbeitende Blöcke nur jeweils einige wenige Randanpassungspunkte mit überhöhter Lagegenauigkeit und eine entsprechende Zahl von Höhenpaßpunkten benötigt.

Im Jahre 1973 habe ich das Gebiet Remlingen noch im Bildmaßstab 1:6000 befliegen lassen. Atzum wurde im Jahre 1974 im Bildmaßstab 1:3300 befliegen, ebenso im Jahre 1977 die Gebiete Börßum und Bornum. Cramme wurde dagegen im Jahre 1977 bereits im Bild-

maßstab 1:1700 befliegen.

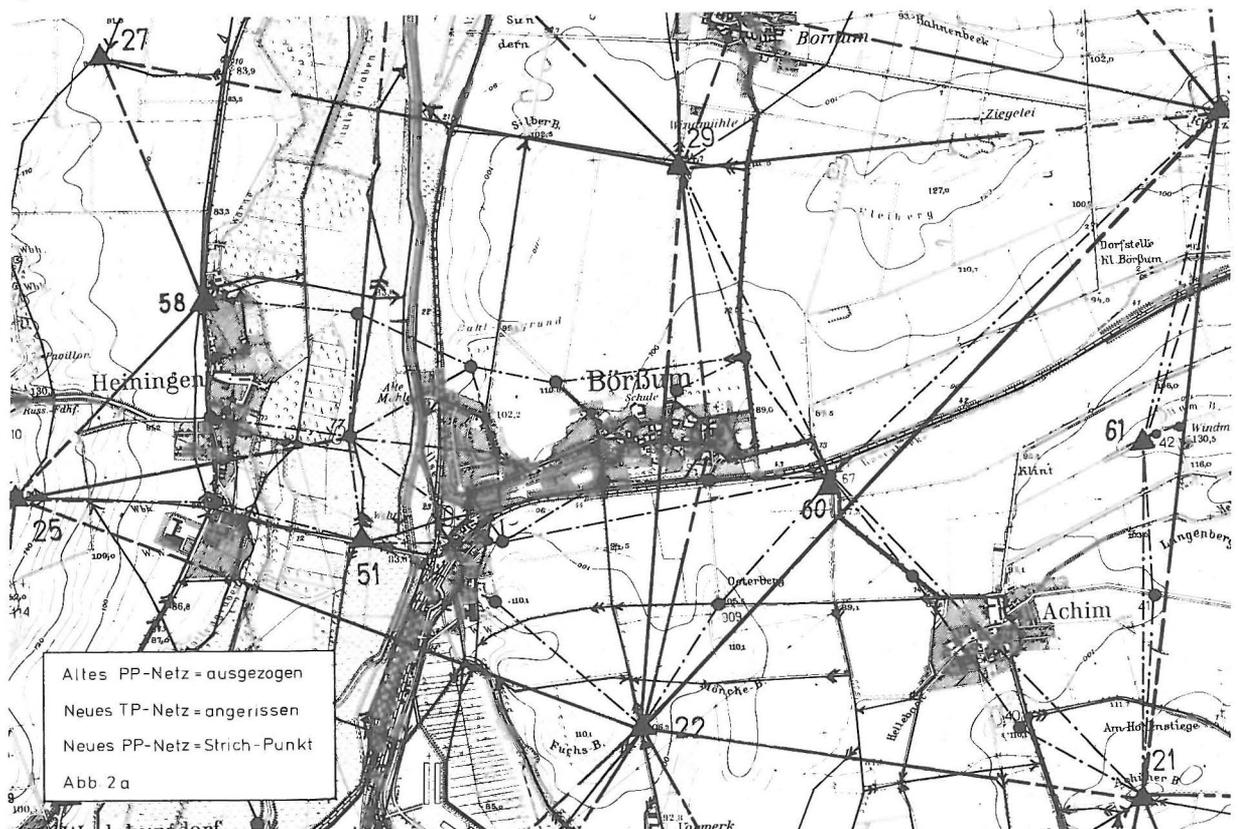
Für die Genauigkeit dieser Netze ergibt sich aus dem Vergleich terrestrisch - photogrammetrisch:

Ort	Jahr	Bild- maß- stab	Auswert- fläche in qkm	Gewichts- einheits- fehler b_0 in μ	Punktgenauig- keit			Bemerkungen
					m_x	m_y	m_p	
					in cm			
Remlingen	1973	6000	1,5	8,8	3,0	3,8	4,8	
Atzum	1974	3300	0,25	11,9	2,3	2,6	3,5	
Börßum	1977	3300	0,6	5,1	4,0	1,8	5,0	z.T. Ungenauig- keiten i.o. Wiedernerstel- lung
Bornum	1977	3300	0,6	6,7	1,4	1,4	2,0	
Cramme	1977	1700	1,2	5,9	1,8	2,0	2,7	einige Punkte mit Identifi- zierungsunge- nauigkeiten
		gerechnet	aus	[dd]				

Tabelle 1 a

Im einzelnen ist zu den Gebieten folgendes zu sagen:

Remlingen und Atzum liegen noch im alten Trig. Netz, während die Gebiete Börßum, Bornum und Cramme bereits auf das neue Trig. Punktfeld bezogen sind. Es hat nach Pötzschner (21) eine Genauigkeit von 1 - 2 cm.



Die Abbildung 2 zeigt als Beispiel die Netzfiguration des alten Polygonnetzes (ausgezogen), die trigonometrisch neu gelegten Netze 3. und 4. Ordnung (angerissen) und die neue Netzanbindung

zwischen Trig. Netz und alten Polygonzügen durch übergreifende mit SM 11 gemessene Gerüst-Polygonzüge (Punkt - lang gestrichelt) im Raum von Börßum. Die Durchrechnung dieser Gerüst-Polygonzüge hat Abschlußfehler von 3 - 4 cm ergeben. Dazwischen sind die alten terrestrisch gemessenen Polygonzüge eingehängt.

Das ist das Vergleichspunktfeld der terrestrisch gewonnenen Koordinaten. Dagegen werden die Koordinaten aus der photogrammetrischen Ausmessung gesetzt. Dabei dienen die Punkte der Gerüst-Polygonzüge als Einpassungspunkte, die übrigen PP-Punkte aber nur als Vergleichspunkte.

Für die Netzanbindungen im Raum Bornum und Cramme gelten die gleichen Bedingungen, so daß für die Gerüstzüge eine Genauigkeit von etwa 2 cm gelten kann, also nur wenig unter der des Trig. Netzes.

Wesentlicher als die allgemeine Netzgenauigkeit ist hier die Punktidentifizierung der alten zum Teil wiederhergestellten Punkte. Das heißt, daß die hier aufgeführten Vergleichswerte immer noch mit dem Unsicherheitsfaktor der Wiederherstellung belastet sind und eine Trennung des geodätischen und photogrammetrischen Fehleranteils kaum möglich ist, es sei denn, die Netze würden alle neu gemessen, was aus zeitlichen und finanziellen Gründen kaum möglich ist.

Um aber von den Fehlereinflüssen der Punktidentifizierung frei zu werden, ist die eingangs erwähnte Untersuchung in Groß Denkte angesetzt worden.

Bereits der Vergleich der Altkoordinierung des Polygonnetzes in Cramme zu der Neukoordinierung des gleichen Netzes, mit gleichen Elementen gerechnet, aber mit neuer Netzanbindung (s. [3] Abb. 3) ergibt Aufschlüsse über die Netzgenauigkeit. Bei einer mittleren Verschiebung der Koordinaten von

$$5 \text{ cm in } x \text{ und } 22 \text{ cm in } y$$

ergibt sich eine mittlere Standardabweichung von

$$m_x = \pm 3,0 \text{ cm und } m_y = \pm 3,3 \text{ cm}$$

Die Neukoordinierung ergab aber gegenüber der photogrammetrischen Auswertung eine mittlere Standardabweichung von nur

$$m_x = 2,5 \text{ cm und } m_y = 2,8 \text{ cm}$$

Somit liegt die mittlere Standardabweichung des Vergleichs der photogrammetrisch bestimmten Werte gegen die Neukoordinierung etwas besser als die der beiden terrestrischen Bestimmungen alt - neu. Daraus ist zu schließen, daß die photogrammetrische Genauigkeit höher und das Punktfeld homogener ist, als die terrestrische Aufnahmegenaugigkeit im Aufnahmepunktnetz. Das zeigt sich noch deutlicher aus den in der Tab. 1 b angeführten Zahlenwerten in Börßum und Bornum.

Bedenkt man aber, daß in allen Fällen die Genauigkeit der Vergleichswerte denen der Ausgangswerte etwa gleich ist, darf man die Standardabweichung nicht aus wahren Fehlern ϵ rechnen, wie oben, sondern muß sie als Beobachtungsdifferenzen d auffassen. Dann aber reduzieren sich die Fehlerwerte aus dem Vergleich auf

terrestrisch alt - terrestrisch neu:

$$m_x = \pm 2,1 \text{ cm} \quad m_y = \pm 2,3 \text{ cm} \quad m_p = \pm 3,1 \text{ cm}$$

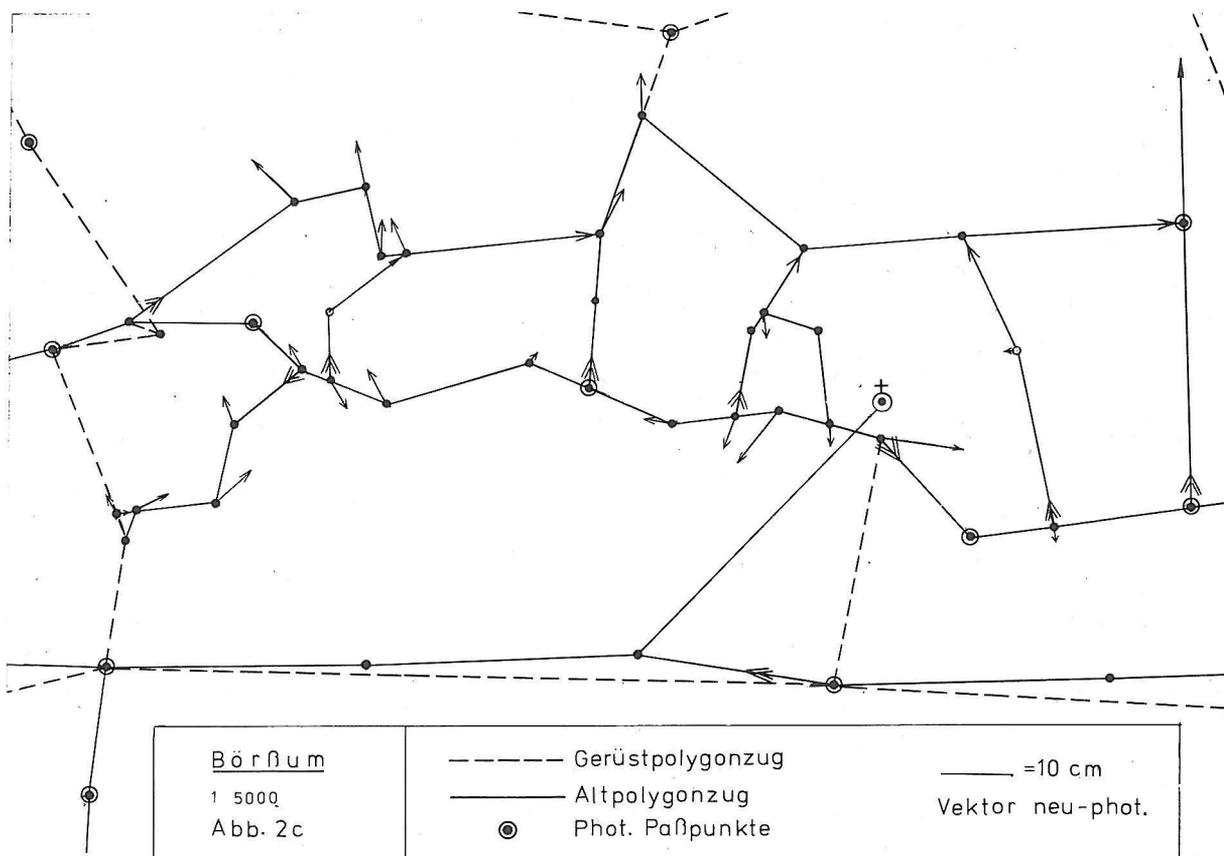
und terrestrisch neu - photogrammetrisch
 $m_x = 1,8 \text{ cm}$ $m_y = 2,0 \text{ cm}$ $m_p = \pm 2,7 \text{ cm}$

Für Börßum, Bornum und Cramme lauten die entsprechenden Ergebnisse des Vergleichs der terrestrischen Koordinaten alt - neu, gerechnet aus Beobachtungsdifferenzen d dann

Ort	m_x	m_y	m_p	Anzahl der Vergleichspunkte
	in cm			
Börßum	5,7	5,1	7,6	39
Bornum	3,2	3,6	4,8	15
Cramme	2,1	2,3	3,1	23

Tabelle 1 b

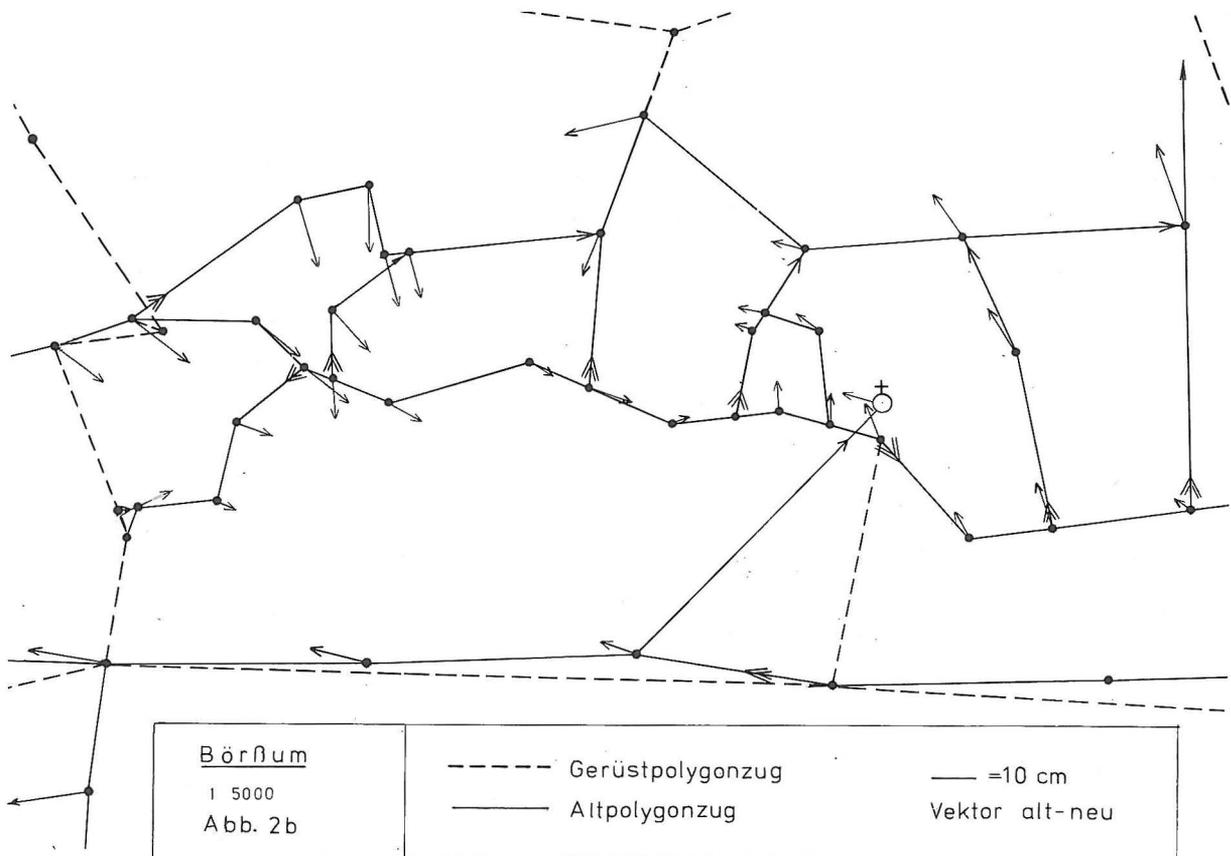
Aus diesen Zahlenwerten und insbesondere aus dem Vergleich der aus den terrestrischen Messungen sich ergebenden Vergleichsvektoren der Alt- und Neukoordinierung ergibt sich eine starke Abhängigkeit der Altkoordinierungsberechnung von der Zugrichtung, wie z. B. in Börßum gezeigt. (s. Abb. 2 b)



Hierin wird insbesondere bei den z. T. über 2 km langen Zügen die ungenauere Altstreckenmessung wirksam. Netze dieser Art eignen sich schlecht für die photogrammetrische Einpassung, weil sie in sich zu inhomogen sind. Allein durch die Abfangung mit SM 11-Zügen ist eine wesentliche Verbesserung der Homogenität erreicht worden, wie die Zahlenwerte des Alt-neu-Vergleichs zu den Werten Neukoordinierung - Photogrammetrie aus den drei Ortslagen zeigen. (s. Tabellen 1a u. 1 b)

Ein vektorieller Vergleich am Beispiel Börßum soll das verdeutlichen. (s. Abb. 2 c)

Man beachte dabei die veränderte Vektorlänge für 10 cm Punktefehlervektor in den beiden Abbildungen und daß die photogrammetrischen Einpaßpunkte einen Nullvektor haben. Damit ist ein spannungsloser Übergang der photogrammetrischen Punktbestimmung des Innennetzes zum terrestrischen Außennetz gegeben.



5. Untersuchungsgebiet Groß Denkte

Wie die Abb. 3 zeigt, ist die zu erfassende Ortslage Gr. Denkte durch am Rande liegende Paßpunkte eingeschlossen, die durch SM 11-Hauptpolygonzüge koordiniert sind.

Im Rahmen einer Ingenieurarbeit der Fachhochschule Berlin hat Frh. Löhr (22) im März dieses Jahres eine weitere Verdichtung des Netzes durch tachymetrische elektro-optische Entfernungsmessung durchgeführt, wobei sie insbesondere die Verbindung zum alten braunschweigischen Manualnetz zu finden hatte.

Die Abschlußfehler der Hauptzüge (Katasteramt) und Verdichtungspolygonzüge (Löhr) geben ein Maß für die erreichte Genauigkeit. Wobei zu sagen ist, daß die Winkel in je 2 Sätzen gemessen wurden und sich somit eine etwas höhere Genauigkeit des terrestrisch gewonnenen tachymetrischen Vergleichsnetzes ergibt als normal üblich.

Hauptzüge:

	n Brechp.	[s] m	f _B cc	f _x m	f _y	L Längs- fehler	Q Quer- fehler
Δ 52 - Δ 21	3	1680	- 28	+ 0,05	+ 0,01	+ 0,02	- 0,05
Δ 83 - Δ 21	5	2700	- 18	+ 0,05	0,00	+ 0,03	0,00
o 11 - Δ 52	6	1750	-	-	-	- 0,02	-
o 86 - o 1	4	590	-	-	-	0,00	-
o 3 - o 11	4	920	-	-	-	- 0,01	-
o 27 - Δ 21	6	700	-	-	-	- 0,05	-

Verdichtungszüge

Nr.	n	f _B	f _x	f _y
o 1 - o 12	10	888	29	+ 0,01
o 19 - o 9	7	420	12	+ 0,08
o 82 - o 39	7	555	13	0,00
o 87 - o 20	6	420	48	- 0,05
o 1 - o 24	4	235	-	- 0,02
o 42 - o 22	3	231	31	+ 0,03
o 10 - o 13	4	103	-	- 0,01
o 10 - o 35	4	207	3	0,00
Kontrolle von o 3 - o 2		Differenz		+ 0,02
Doppelbestimmung von 17		"		+ 0,02

Die Kleinpunktlinien zwischen PP schließen ab mit 3 x 0,00 m u 1x0,02 m

Tabelle 2

Die Verbindung zum alten Manualnetz ist durch 14 identische Punkte gegeben, wovon 2 Punkte gleichzeitig Paßpunkte der photogrammetrischen Bestimmung sind.

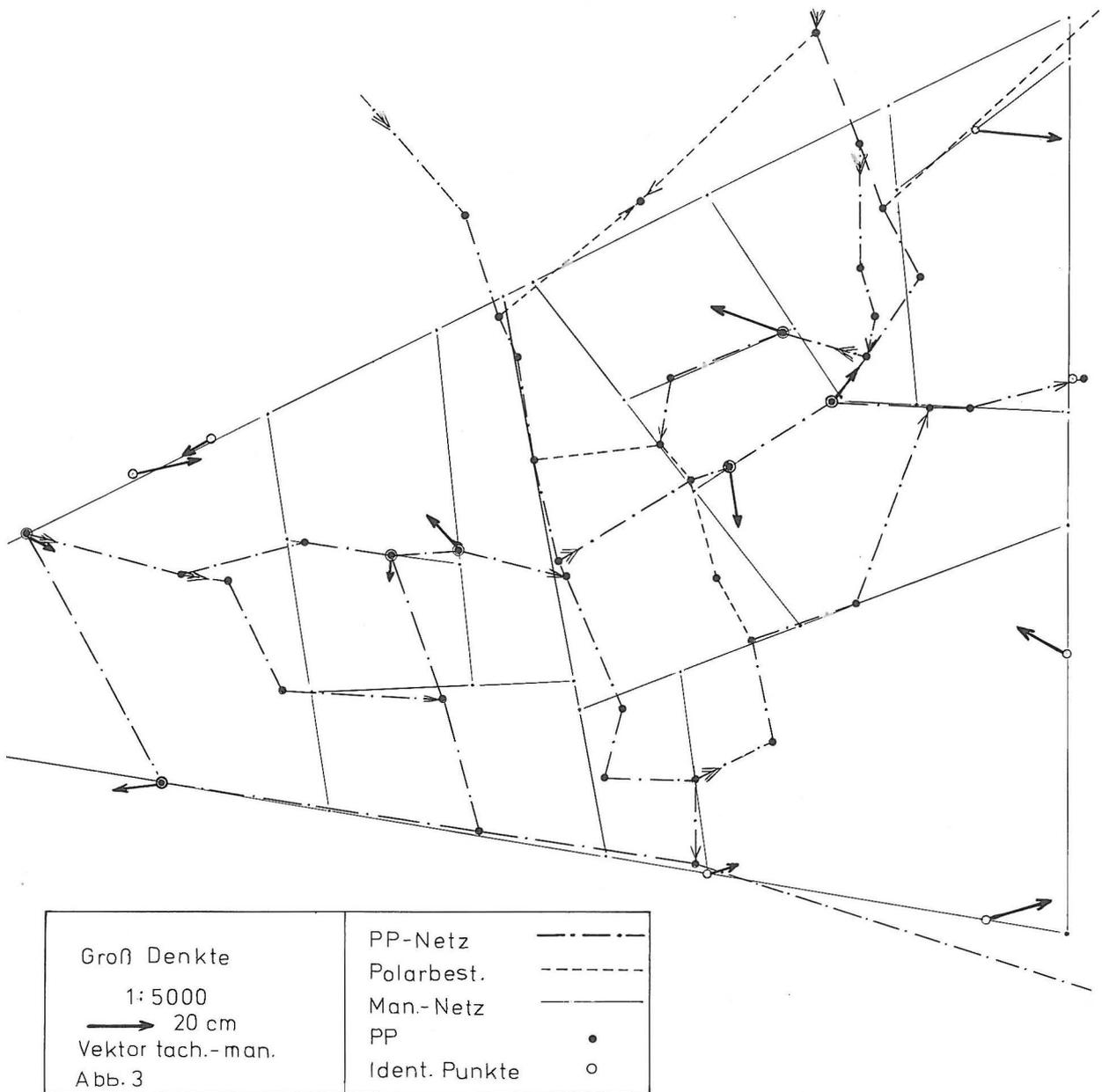
Durch eine Helmerttransformation wurde das Manualnetz zunächst auf das Aufnahmepunktnetz der polygonalen Aufnahme eintransformiert, bevor die übrigbleibenden Abweichungen (s. Abb. 3) durch eine Strinztransformation zu Null gemacht wurden.

Die Maßstabsstreckung der Helmerttransformation ergab einen Maßstabsfaktor von 1,001245 entsprechend einem Zuschlag von 1,245 m auf 1000 m Streckenlänge der in m ausgeführten Manualmessung. Das ist ein Betrag der in den damaligen braunschweigischen Separationsmessungen und Ortsneumessungen als recht gut zu werten ist und innerhalb der Fehlergrenze des damals gültigen Feldmesserreglements von 2/1000 der wirklichen Länge liegt (23).

Die Differenzen im einzelnen zeigen eine gewisse Abhängigkeit der Längenbestimmung von der Neigung des Geländes, das nach Nordosten stärker ansteigt. Eine differenziertere Aufbereitung war wegen der Kürze der Zeit nicht mehr möglich und bleibt einer späteren Veröffentlichung vorbehalten.

Der Vektorvergleich zwischen elektro-optisch - tachymetrischer und photogrammetrischer Punktbestimmung in Groß Denkte ergibt (Zahlenwerte werden nachgeliefert)

$$(\mathcal{E}_0 = \pm \quad m_x = \pm \quad m_y = \pm \quad m_P = \pm)$$



6. Schluß

Ausgehend von der geschichtlichen Entwicklung der analytischen Aerotriangulation in Deutschland wurde an Hand verschiedener Zahlenbeispiele aufgezeigt, daß die Photogrammetrie in Verbindung mit einer Bündelausgleichung bei quadrantischer Bildüberdeckung heute in der Katastervermessung Lagenetze zu schaffen vermag, die jeder üblichen optisch-elektronisch tachymetrischen Punktbestimmung in der Genauigkeit ebenbürtig, in der Homogenität sogar überlegen sind.

Literaturverzeichnis

- | | | | |
|-----|--------------|---|----------------------------|
| (1) | Neisecke, O. | Integrierte Katasteraufnahme | Z.f.V. 1973,
S. 454-474 |
| (2) | Neisecke, O. | Vereinfachte Neuvermessung u. Kartenherstellung durch Photogrammetrie | Z.f.V. 1974,
S. 352-360 |
| (3) | Neisecke, O. | Integration terrestrischer und photogrammetrischer Messungen | Z.f.V. 1978,
S. 262-267 |

- (4) Müller, J. Blockausgleichungen mit Modellen in der großmaßstäbigen Photogrammetrie Wiss.Arb.Nr. 36 d. TU Hannover, Nds. Landesvermessungsamt Hannover 1968
- (5) Müller, J. Blocktriangulation mit Verbesserung der inneren Orientierung BuL. 1971, S. 107-112
- (6) Bauer, H. Photogrammetrische Katasterverfahren in der Flurbereinigung Wiss.Arb.Nr.42 d. TU Hannover, Nds. Landesvermessungsamt Hannover 1970
- (7) Bauer, H. und Müller, J. Höhengenaugigkeit bei der Blockausgleichung und Bündelausgleichung mit zusätzlichen Parametern Festschrift Prof. Lehmann zum 75. Geburtstag NLVA Hannover 1972
- (8) Grün, A. Zur Anwendung der modernen Präzisionsphotogrammetrie in der Netzverdichtung und Katastervermessung Z.f.V. 1979, S. 85-97
- (9) Wunderlich, W. Zur Leistungssteigerung großmaßstäbiger Luftbildauswertungen Wiss.Arb.Nr.15 d. TU Hannover, Nds. Landesvermessungsamt Hannover 1961
- (10) Ackermann, F. Lageblockausgleichung mit großen Punktmengen BuL. 1970, S. 232-240
- (11) Koneczny, G. Symposium der OEEPE über Aerotriangulation in Brüssel, Juni 1973 BuL. 1974, S. 24-27
- (12) Klein, H. Neuere Ergebnisse der Bündelblockausgleichung mit zusätzlichen Parametern Manuskript Vortrag b.d. 37. Photogrammetrischen Woche 1979, Stuttgart
- (13) Förstner, W. Statistische Grundlagen für die Zuverlässigkeit von Ausgleichsergebnissen Vortrag am 8.5.1980 im Seminar Grobe Datenfehler und die Zuverlässigkeit der photogrammetrischen Punktbestimmung
- (14) Tegeler, W. Netzverdichtung durch Aerotriangulation Z.f.V. 1977, S. 113-117
- (15) Neisecke, O. Herstellung und Ergänzung von Flurkarten durch Photogrammetrie AVN 1959, S. 220-228
- (16) Neisecke, O. Flurkartenergänzung am Stadtrand von Hannover durch Stereophotogrammetrie. Nachrichten d. Nds. Vermessungs- u. Katasterverwalt. 1959, S. 79-82
- (17) Neisecke, O. Katasterfortführung im Bergbaugebiet durch Stereophotogrammetrie? BuL. 1961, S. 2-8
- (18) Neisecke, O. Zur Frage der Homogenität photogrammetrischer Paßpunktunterlagen BuL. 1962, S. 64
- (19) Neisecke, O. Katasterphotogrammetrie mit langbrennweiten Aufnahmekammern? Z.f.V. 1970, S. 16-18
- (20) Neisecke, O. Gekürzte Fassung des Themas: "Rahmenflurkarten durch Stereophotogrammetrie für das Stahlwerk Peine-Salzgitter" Z.F.V. 1972, S. 30-39
- (21) Pötzschner, W. Hundert Jahre trigonometrisches Punktfeld - Das Werk Schreibers und seine Erneuerung Nachr. d. Nds. Vermessungs- u. Kat. Verwaltung 1974, S. 180-185
- (22) Löhr, F. Vergleich einer alten braunschweigischen Manualmessung mit einer neuen elektro-optischen Tachymeter-Aufnahme Manuskript Ing.-Arbeit Fachhochschule Berlin 1980
- (23) Brönner, R. Die allgemeinen Preußischen Feldmesser-Reglements Verlag Dr. W.Brönner, Nowawes, 1932