

Paper-ID: VGI\_197109



## Studie über Distomatmessungen

Josef Spindler <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Ingenieurkonsulent für Vermessungswesen, 4910 Ried im Innkreis, Hauptplatz 44*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **59** (3), S. 82–88

1971

BibTEX:

```
@ARTICLE{Spindler_VGI_197109,  
Title = {Studie {\u}ber Distomatmessungen},  
Author = {Spindler, Josef},  
Journal = {{{\u}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen},  
Pages = {82--88},  
Number = {3},  
Year = {1971},  
Volume = {59}  
}
```



<b>F</b>	Koeffizientenmatrix von $x$ in $f = Fx$ . Die Linearität ist gegeben oder durch Taylorentwicklung erreicht.
<b>H</b>	Kovarianzmatrix der Beobachtungen einschließlich der Fixpunkte ( $G$ ist jene der Messungen für sich, vgl. ÖZfV Jg. 1970, S. 153).
<b>k</b>	Vektor der Lagrange'schen Multiplikatoren
<b><math>M_y</math></b>	Kovarianzmatrix der Fixpunkte
$p_R$	Richtungsgewicht
$p_S$	Streckengewicht
<b><math>Q(f)</math></b>	Gewichtskoeffizientenmatrix von $f$
$\sigma_{OP}$	mittlerer Punktlagefehler der Fixpunkte a priori
$\sigma_{OR}$	mittlerer Fehler einer beobachteten Richtung a priori
$\sigma_{OS}$	mittlerer Fehler einer beobachteten Strecke a priori
<b>y</b>	Vektor der (fehlerbehafteten) Fixpunkte

#### Literatur

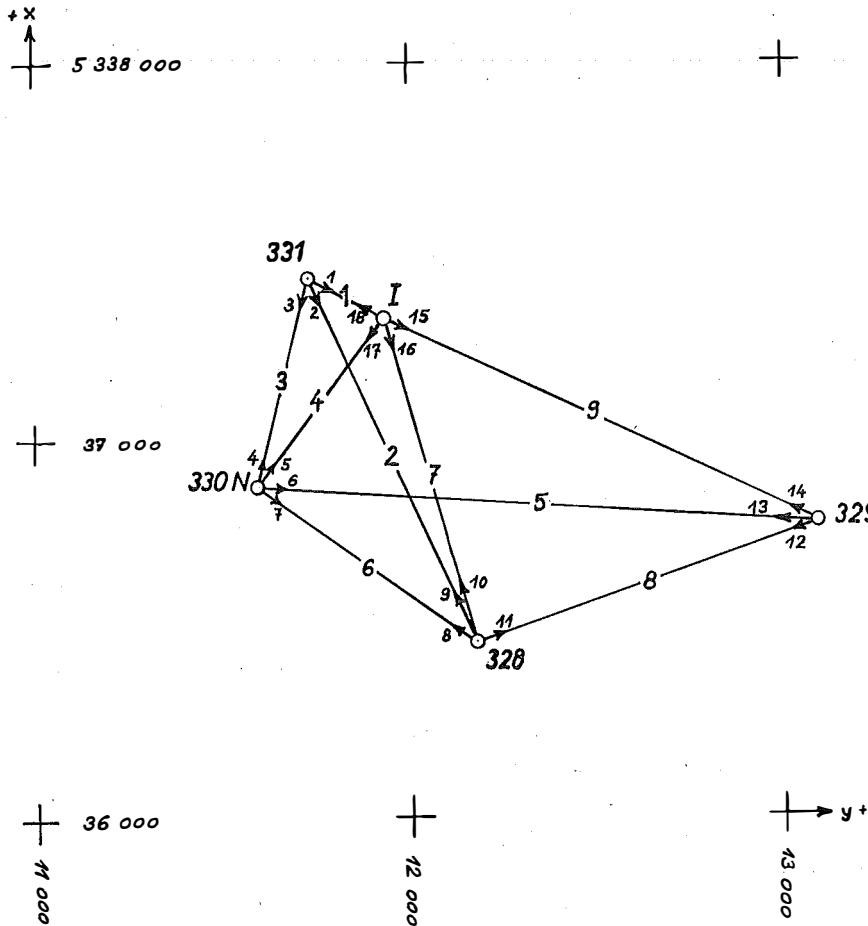
- [22] *Reissmann*: Die Ausgleichsrechnung. VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1968.
- [23] *Kovarik*: Wird die Genauigkeit von Einzelmodellauswertungen durch die rechnerische Transformation der Maschinenkoordinaten beeinträchtigt? ÖZfV 1966, S. 146ff.
- [24] *Gotthardt*: Einführung in die Ausgleichsrechnung. Wichmann 1968.
- [25] *Kubik*: Unabhängigkeit und schwache Abhängigkeit der Funktionen ausgeglichener Größen von einzelnen ursprünglichen Beobachtungen. ÖZfV 1966, Hefte 3 und 4.
- [26] *Köhr*: Über die optimale Programmierung von Messungen. ZfV 1966, S. 105–116.
- [27] *Vajda*: Theorie der Spiele und Linearprogrammierung. De Gruyter 1962.
- [28] *Köhr*: Optimierung von Messungen auf Kostengrundlage. ZfV 1967, S. 92–97.
- [29] *Rinner, Killian, Meissl*: Beiträge zur Theorie der geodätischen Netze im Raum. DGK Reihe A, Heft 61.
- [30] *Aeschlimann*: Zur Genauigkeit von Invardraht- und Mekometermessungen . . . Vortrag, gehalten an der TH Graz, April 1970.
- [31] Äußerung des k. k. Triangulierungs- und Calculbureaus zu den . . . Gutachten, betreffend die Neutriangulierung des Gebietes der im Reichsrat vertretenen Königreiche und Länder. Wien 1909.
- [32] *Peters*: Nachbargenauigkeit und Kataster. Dissertation an der TH Wien, 1969.
- [33] *Zurmühl*: Praktische Mathematik . . . 4. Aufl., Springer 1963.
- [34] *Jordan, Eggert, Kneissl*: Handbuch der Vermessungskunde, Band II: Feld- und Landvermessung, 10. Auflage, Stuttgart 1963.
- [35] *Smetana*: Studie über terrestrische Reambulierung photogrammetrisch bestimmter Einschaltpunktfelder. ÖZfV Heft 1, 2/1970.
- [36] *Vosika*: Genauigkeit der Detailabsteckung. Vortrag auf der Internationalen Konferenz über Netzverdichtung, Budapest 1970.
- [37] *Zeger*: Gemeinsame Ausgleichungen von Richtungs- und Streckennetzen. ÖZfV Heft 1/1964.
- [38] *Meissl*: Ausgleichsrechnung und Mathematische Statistik. Vortrag, gehalten am 14. 1. 1969 an der TH Wien.
- [39] *Ussisoo*: Berechnung mit Fehlervektoren. AVN 1970, Heft 6, S. 224–236.

## Studie über Distomatmessungen

Von *Josef Spindler*, Ried im Innkreis

In der Folge wird in einem Testnetz nächst der Ortschaft Pattigham im Bezirk Ried im Innkreis, OÖ, die Genauigkeit des INFRAROTDISTANZMESSERS

WILD DI 10 einer kritischen Untersuchung unterzogen. Die Auswahl des Testnetzes ist insofern nicht leicht gewesen, als das Netz 5. Ordnung der österreichischen Landstriangulierung seit seinem Bestehen durch die Veränderungen infolge der ständig zunehmenden Besiedlung zum guten Teil in den Sichtverhältnissen gestört und hiefür unbrauchbar geworden ist. In jenen Gebieten kann noch die Ursprünglichkeit des Geländes angetroffen werden und es sind hier 4 geeignete Dreieckspunkte ausgewählt worden, und zwar die Punkte 328, 329, 330 und 331 des österreichischen Kartenblattes 47. (s. Abb.).



M = 1:20000

Die Geländebeziehungen sind gekennzeichnet durch ein hügeliges Gebiet, welches mit landwirtschaftlichen Gehöften, Obstgärten und landwirtschaftlicher Flur bedeckt ist.

Es wurden die Messungen unter feldmäßigen Bedingungen durchgeführt, womit zum Ausdruck kommen soll, daß keinerlei labormäßige Vorkehrungen getroffen werden konnten, sondern daß die Arbeiten den gegebenen Umständen der unmittelbaren Wirklichkeiten unterworfen waren.

Die Meßausrüstung besteht aus dem Wildinstrument T2 E mit Zwangszentrierung, der Distomatausrüstung samt den verschiedenen Prismenkombinationen.

Die Richtungsmessungen wurden in zwei Sätzen mit Satzschluß durchgeführt und die Längenmessungen jeweils hin und zurück vorgenommen, wobei die zur Reduktion der schiefen Längen notwendigen Zenitdistanzmessungen in einem Satz mit Kollimationsprobe gemacht wurden. Die Längenmessungen wurden ausschließlich mit auf der Wippe aufgesetztem Zielkopf vorgenommen. Das Ergebnis der Längenmessungen wurde entsprechend der für Luftdruck und Temperatur vorgesehenen Korrekturabelle verbessert und nach der Reduktion auf den Horizont, auf Meereshöhe und Abbildungsebene M 31 reduziert. Die Messungsdaten für die Längenmessungen sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt, wobei die Hin- und Rückmessung für die spätere Berechnung bereits eine Grundlage zur Gewichtsbestimmung liefert. Desgleichen geben die Richtungsmessungen der beiden Sätze und der Satzschluß Aufschluß über die spätere Gewichtsbestimmung.

Tabelle 1

Strecke	Atmosphärisch korrigierte schiefe Längen			Horizontale, reduzierte Längen			
	Hin	Zurück	Diff.	Hin	Zurück	Diff.	Mittel
	m	m	mm	m	m	mm	m
1	229.485	229.476	+ 9	229.166	229.154	+12	229.160
2	1062.868	1062.879	-11	1062.411	1062.420	- 9	1062.415
3	569.060	569.073	-13	569.015	569.028	-13	569.022
4	561.054	561.054	0	560.902	560.901	+ 1	560.902
5	1498.495	1498.502	- 7	1497.921	1497.933	-12	1497.927
6	715.352	715.364	-12	714.771	714.778	- 7	714.775
7	891.717	891.715	+ 2	891.492	891.491	+ 1	891.491
8	964.881	964.869	+12	964.756	964.745	+11	964.751
9	1274.698	1274.697	+ 1	1274.334	1274.338	- 4	1274.336

Die größeren Unterschiede in den Differenzen zwischen den Hin- und Rückmessungen — schiefe Längen und reduzierte, horizontale Längen — sind in den stark unterschiedlichen, zu ungünstigen Zeiten gemessenen Zenitdistanzen zu suchen.

Sämtliche Berechnungen erfolgten mit dem Büro-Computer Programm 101 von Olivetti.

Die Messung für die 5 Punkte mit insgesamt 18 Richtungen und 18 Strecken konnte bei ausgesprochen günstigem Wetter in einem Tag bewältigt werden, und wurde von cand. ing. Richard Spindler durchgeführt. Bemerkenswert ist noch, daß der Einsatz von 2—3 Fahrzeugen notwendig war, um die Signalisierung mittels der Prismen und Zieltafeln rasch und mit möglichst wenig Zeitverlust vornehmen zu können. Desgleichen ist auch der Einsatz von Sprechfunkgeräten unumgänglich notwendig.

Es erscheint nun wesentlich, daß der Distomat in einem freien Netz, das keinerlei Zwang unterworfen ist, erprobt wird. Die bisherigen Veröffentlichungen über Testmessungen sind meines Wissens entweder auf Vergleichsstrecken vorgenommen oder in einem KT- oder EP-Netz mit allen seinen Zwängen erprobt worden.

Im gegenständlichen Falle jedoch wird der Punkt 331 festgehalten und sämtliche anderen Netzpunkte werden in einem freien Netz streng ausgeglichen; hierfür wird der Punkt I mit vorläufigen Koordinaten  $y = 11\ 934,43$ ,  $x = 337\ 323,20$  eingeführt. Die Hin- und Rückmessungen geben bereits ein verlässliches Maß zur Gewichtsbestimmung für die Seiten, und zwar kann man als den mittleren Fehler hierfür 1 cm annehmen. Die in Tabelle 1 auftretenden verschieden großen Differenzen zwischen den atmosphärisch korrigierten, schiefen Längen und den horizontalen, reduzierten Längen bei den Strecken 5, 6 und 9 sind durch den atmosphärischen Einfluß auf die Zenitdistanzmessung zu erklären, da die Hin- und Rückmessung dieser Zenitdistanzen aus organisatorischen Gründen zu teils sehr verschiedenen Tageszeiten erfolgte. Den mittleren Fehler der Richtungen kann man mit  $5^c$  festhalten.

Die rohe Überprüfung zweier günstig gestalteter, voll ausgemessener Dreiecke liefert schon ein sehr gutes Ergebnis für den doppelten Umkreisradius. (Siehe Tabelle 2.)

Geschlossene, ganz ausgemessene Dreiecke:

Tabelle 2

Punkt	Dreiecks- winkel	Gegenüberliegende Seite	Umkreis- durchmesser	Ausgegl. Seite	Differenz
	g	m	m	m	mm
330 N	97.5589	891.491	892.147	891.496	+5
I	59.1582	714.775	892.159	714.769	-6
328	43.2832	560.902	892.150	560.903	-1
	200.0003		Mittel 892.152		
328	96.2376	1274.336	1276.565	1274.325	+1
I	54.5455	964.751	1276.548	964.756	-5
329	49.2173	891.491	1276.549	891.494	-3
	200.0004		Mittel 1276.554		

Das Ergebnis des Ausgleiches über die 4 Punkte ist:

$[pww]$  ergibt einen respektablem Wert von 1747 und nach Reduktion der Normalgleichungen verbleibt 9,55 als  $[pvv]$ . Das Ergebnis dieser Ausgleichung ist in der Tabelle 3 zusammengefaßt.

Man ersieht daraus, daß der mittlere Richtungsfehler eher zu hoch in die Ausgleichsrechnung eingeführt worden ist, desgleichen der mittlere Längenfehler (Siehe Tabelle 3 und 4).

Die Längenmessung hin und zurück wurden gemittelt, und diese Mittelwerte eingeführt, zeigen, daß von diesen jene über 1000 m einen übrigbleibenden Fehler von 18 bzw. 14 mm haben, während die anderen 7 Dreiecksseiten 10 mm und weniger aufweisen. Bei obiger Gewichtsannahme resultiert ein mittlerer Richtungsfehler von  $4,1^c$  und ein mittlerer Seitenfehler von 8 mm.

Ein 2. Versuch, jenes oben genannte freie Netz nur mit Längenmessungen auszugleichen, ergibt folgendes: Da die Seitenmessung als gleichgewichtig anzusehen ist, ergibt sich  $[ww]$  mit 1,71 und nach Auflösung der Normalgleichungen ergibt  $[vv]$  0,05.

Tabelle 3

R. Nr.	w cc	v cc	R. Nr.	w cc	v cc
	331			329	
1	-115	-2	12	+ 9	-2
2	+ 41	0	13	- 6	+4
3	+ 74	+2	14	- 2	-2
	330N			I	
4	+ 40	+1	15	+ 55	+2
5	- 34	-1	16	+ 44	-2
6	+ 4	+2	17	+ 5	-3
7	- 9	0	18	-103	+4
	328				
8	- 12	+2			
9	- 3	-2			
10	- 1	-1			
11	+ 17	-1			

Tabelle 4

Ausgleichung von Richtungs- und Längenmessungen						Trilateration Ausgegl.	Differ. der Ausgleiche
S. Nr.	Gemessene Seiten	w	v	Ausgegl. Seiten	v		
	m	mm	mm	m	mm	m	mm
1	229.160	-70	+ 2	229.162	- 2	229.158	+4
2	1062.415	-91	+ 1	1062.416	+ 3	1062.418	-2
3	569.022	-41	+ 4	569.026	- 2	569.020	+6
4	560.902	+ 8	- 5	560.897	- 7	560.895	+2
5	1497.927	+11	+18	1497.945	+11	1497.938	+7
6	714.775	-45	-10	714.765	-10	714.765	0
7	891.491	- 1	+ 1	891.492	+ 9	891.500	-8
8	964.751	+ 2	- 2	964.749	- 6	964.745	+4
9	1274.336	+ 7	-14	1274.322	-11	1274.325	-3

Da bei 4 Punkten und 9 Längen bloß eine überschüssige Bestimmung vorhanden ist, ist rein rechnermäßig der mittlere Fehler 23 mm, was allerdings das Ergebnis sehr stark verzerrt. In Wirklichkeit sind die größten übrigbleibenden Fehler 11 mm und alles andere liegt weit darunter. Ich glaube, daß hiemit der Beweis erbracht ist, daß die Distomatmessungen ein besseres Ergebnis liefern, als von der Herstellerfirma angegeben wird. Ich möchte nur herausgreifen, daß sich die Längen mit fast 1500 m und 1300 m, einwandfrei in das Gesamtbild einfügen und die Messung der Strecke von 1497 m noch durch einen Pyramidenfuß im Strahlenbereich des Neunerprismas beeinträchtigt gewesen ist.

Mit den vorliegenden Messungen wurden noch zwei Versuche unternommen, den Punkt I als Einzelpunkt in das Landesnetz einmal mit Richtungen und Längen, zum 2. Mal nur mit Längen einzuschalten. Die  $[pww]$  war im ersten Falle 1626 und

nach Reduktion der Normalgleichungen verblieb für die  $[p_{vv}]$  223, was einen mittleren Richtungsfehler bei obiger Gewichtsannahme von  $19^c$  und einem mittleren Seitenfehler von 4 cm entspricht.

Bei der reinen Trilateration für die obgenannte Punkteinschaltung ergibt sich eine  $[w_w]$  von 0,50 und eine  $[v_v]$  von 0,28. Die Punktgenauigkeit ist demzufolge 39 mm. Aus beiden Einzelausgleichen ist ersichtlich, daß im ursprünglichen Netz ein relativ großer Zwang besteht, denn der Vergleich mit den mittleren Fehlern aus dem freien Netz läßt darüber keinen Zweifel. Die Ausgleichungen der beiden freien Netze einmal mit Seiten und Winkel, zum zweitenmal nur mit Seiten unter Beibehaltung des Punktes 331 ergeben selbstverständlich eine große Streuung der verbesserten Koordinaten der restlichen 4 Punkte. Transformiert man das Trilaterationsnetz in das kombinierte Richtungs- und Längennetz, so ist die Maßhaltigkeit des Teilnetzes absolut gewährleistet und die Punktlagen haben eine gute Übereinstimmung — siehe Tabelle 5:

Tabelle 5  
Vergleich der freien Netze

	Triang. + Trilat.		Trilateration		Transformierte Trilat.	
328	12 175.371	336 464.821	12 174.682	336 464.503	12 175.375	6 464.821
329	13 087.215	336 779.909	13 086.748	336 778.937	13 087.215	6 779.909
330N	11 592.522	336 878.555	11 592.133	336 878.660	11 592.529	6 878.560
I	11 934.486	337 323.152	11 934.409	337 323.014	11 934.486	7 323.159
331	11 731.890	337 430.250	11 731.890	337 430.250	11 731.890	7 430.250

Gleichzeitig kann nach der Transformation des freien Netzes in das bestehende Gebrauchsnetz der Landesvermessung ebenfalls eine gute Übereinstimmung festgestellt werden. Es ist hiemit möglich sowohl den Maßstabfaktor als auch in einem beschränkten Netzteil den Verzerrungsfaktor zu ermitteln.

Tabelle 6  
Vergleich mit Landesnetz

	Landesnetz		Freies Netz transformiert in Landesnetz	
	y	x	y	x
328	12 175.170	336 464.830	12 175.221	336 464.790
329	13 087.080	336 779.740	13 087.080	336 779.740
330N	11 592.410	336 878.630	11 592.419	336 878.592
I*)	11 934.430	337 323.141	11 934.464	337 323.127
331	11 731.890	337 430.250	11 731.890	337 430.250
*) Im Landesnetz ausgeglichen mit Richtungen und Längen				
I	11 934.457	337 323.187	nur mit Längenmessung ins Landesnetz gestellt $m_p = 0.04$ m	

Abschließend sei festgehalten, daß man Punkteinschaltungen mit reinen Distomatmessungen für Zwecke der Landesmessung ohne weiteres verwenden kann. Für Ingenieurmessungen ist allerdings die kombinierte Messung von vollen Rich-

tungssätzen und Strecken zu empfehlen. Außerdem ist die Ausgleichung des freien Netzes einer Einschaltung in einem gegebenen Festpunktnetz vorzuziehen, wodurch man die Güte der Messungen festhalten kann und dieses nicht dem Netzzwang ausgeliefert ist. Mit der Transformation des freien Netzes in das vorgegebene Netz kann man die Punkte genügend genau einschalten. Auch ist die Hin- und Rückmessung der Längen empfehlenswert, wodurch der Genauigkeitsgrad erhöht werden kann und obwohl man das Universalinstrument für die Zenitdistanzmessung aufstellen muß, kann gegebenenfalls auf die gegenüber der Streckenmessung bedeutend zeitaufwendigere Richtungsmessung verzichtet werden.

## Mitteilungen

### O. Prof. Franz Ackerl — 70 Jahre

Der den Vermessungsingenieuren aus seinen Vorträgen und in der ÖZfV veröffentlichten Arbeiten bestens bekannte o. Professor Dr. Franz Ackerl, Vorstand der Lehrkanzel für Geodäsie und Photogrammetrie an der Hochschule für Bodenkultur, feierte am 19. Mai 1971 sein vollendetes 70. Lebensjahr.

Ackerl wurde in Wien geboren, wo er auch im Jahre 1919 nach kurzer, freiwilliger Kriegsdienstzeit die Reifeprüfung mit Auszeichnung ablegte. Er inskribierte an der Hochschule für Bodenkultur das forstliche Studium und absolvierte es mit gleich gutem Erfolg. Daneben betrieb er auch ergänzende Studien an der Kulturtechnischen Abteilung. Während seiner Studienzeit war er auch teilweise praktisch bei Vermessungsarbeiten tätig. Seit 1922 war er an der Lehrkanzel für Geodäsie vorerst als Hilfsassistent, dann als Assistent unter o. Professor Dr. Hellebrand angestellt, wo er auch auf Grund seiner Dissertation „Über aktuelle Verfahren der optischen Distanzmessung“ das Doktorat erwarb. Als Hochschulassistent betrieb er an der Wiener Universität zusätzliche Studien der Mathematik, Physik, Astronomie und Geodäsie. Auch war er zeitweise bei Arbeiten des Österreichischen Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen tätig. So lernte ihn auch der Berichterstatter 1926 als damaliger Leiter der Ennstaltriangulierung erstmalig näher kennen und schätzen. 1927 habilitierte sich Ackerl an der Hochschule für Bodenkultur für das Gesamtgebiet der Geodäsie. Nach einer kurzen Supplierung sämtlicher Vorlesungen der damals verwaisten Lehrkanzel für Höhere Geodäsie und Geophysik an der Technischen Hochschule Graz im Wintersemester 1927/28, kehrte er wieder an seine Lehrkanzel an der Hochschule für Bodenkultur zurück, obgleich ihm eine Berufung nach Graz angeboten worden war. Sein Vorstand, Prof. Hellebrand, erwirkte für Ackerl nach seiner Rückkehr eine Honorardozentur für das Fach Feldmessen. Doch beschäftigte sich Ackerl in der Folgezeit besonders mit Problemen der Höheren Geodäsie (Untersuchungen über das Schwerkraftfeld der Erde). Nach Ausscheiden seines Vorstandes Prof. Dr. Hellebrand wurde Ackerl nach kurzer Supplierung am 6. 7. 1935 zum a. o. Professor und Leiter der Lehrkanzel ernannt. Schon ab 1937 arbeitete er an Verfahren besonderer Art für die Fernvermessung weitab liegender Objekte mittels Aufnahmekammern großer Brennweite. Eine darauf bezügliche Arbeit erscheint in diesem Heft der Zeitschrift an erster Stelle.

Der Anschluß Österreichs an das Deutsche Reich brachte 1938 die Einberufung Ackerls zum Militärdienst. Sein Wirkungskreis erstreckte sich auf militärische Vermessungen, u. a. auf die Fernvermessung von Kampfanlagen auf allen Kriegsschauplätzen. Dabei erlitt er bei einem Angriff auf sein Vermessungsflugzeug Splitterverletzungen, in deren Folge er auf der linken Gesichtshälfte die Sehkraft und das Gehör verlor. Im Herbst 1945 nahm er wieder als a. o. Professor die Tätigkeit an der Hochschule auf und im folgenden Jahr erfolgte seine Ernennung zum o. Professor. Nachdem sich Ackerl schon mehrere Jahre im Senat der Hochschule betätigt hatte, wurde er für das Studienjahr 1950/51 zum Rektor gewählt. In dieser Zeit erschien auch der I. Teil seiner „Geodäsie und Photogrammetrie“ (Instrumente und Verfahren der Vermessung), dem 1956 der II. Teil (Rechnerische Bearbeitung der Vermessungsergebnisse) folgte. Dieses Werk berücksichtigt wie kein anderes dieser Zeit ganz besonders die österreichischen Verhältnisse; u. a. sind darin die noch in Benützung