

Über die Genauigkeit des elektronischen Distanzmessgerätes Wild DI 50 Distomat

Autor(en): **Ackerl, F.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **61 (1963)**

Heft 10

PDF erstellt am: **06.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-218459>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie

Revue technique Suisse des Mensurations, du Génie rural et de Photogrammétrie

Herausgeber: Schweiz. Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik; Schweiz. Kulturingenieurverein; Schweiz. Gesellschaft für Photogrammetrie

Editeur: Société suisse des Mensurations et Améliorations foncières; Société suisse des Ingénieurs du Génie rural; Société suisse de Photogrammétrie

Nr. 10 • LXI. Jahrgang

Erscheint monatlich

15. Oktober 1963

Über die Genauigkeit des elektronischen Distanzmeßgerätes Wild DI 50 Distomat

Von F. Ackerl, Wien

Im Sommer des Jahres 1962 ergab sich während der großen Vermessungsübung meiner Lehrkanzel in Großrußbach (Niederösterreich) ein tiefer Einblick in die Sorgen, Nöte und Schwierigkeiten, die sich dem Leiter einer Grundstückszusammenlegung darbieten, wenn in einem Feld von Punkten IV. Ordnung diese Punkte an sich untadelig regelmäßig verteilt, aber für einen beträchtlichen Teil des Operationsgebietes ungünstig liegen. Zur Herbeiführung eines Idealzustandes verdichtet das Bundesamt allmählich das vorhandene Triangulierungsnetz durch ein sogenanntes Aufnahmenetz, bestehend aus dem Einschaltpunkt- (EP-) Netz und dem Polygonnetz. Das EP-Netz wird jedoch nur dann angelegt, wenn Festpunktentfernungen von 300 bis 500 m für die Grundstückvermessung ausreichen und die Herstellung eines Polygonnetzes unwirtschaftlich wäre. Die bei der Entwicklung eines EP-Netzes anzuwendenden Vorschriften sind enthalten in der Dienstvorschrift DV 16, «Einschaltpunkt- und Polygonnetz», des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen, Wien 1958. Unter anderem wird in den Abschnitten 3.1 (4) beziehungsweise 3.1 (5) verfügt:

«Bei der Wahl der Lage von EP sind örtlich hochgelegene Geländepunkte (kleine Rücken, Kuppen usw.), die ihre Umgebung beherrschen, zu bevorzugen; tief liegende Stellen (Mulden) sind zu meiden.»

«In künftigen agrarischen Operationsgebieten ist bei der Wahl der Lage der EP darauf Bedacht zu nehmen, daß sie, soweit voraussehbar, tunlichst auch in der neuen Flureinteilung erhalten bleiben.»

Da der Abschnitt «Beobachtungsplan» unter 3.41 (3) aber auch die Auswahl von günstigen Schnitten fordert, so ergibt es sich oft, daß die gleichzeitig angestrebte Regelmäßigkeit der Punktverteilung nicht unbedingt alle EP an jene Stellen bringt, wo sie der Leiter einer örtlichen agrarischen Operation (zum Beispiel Grundstückszusammenlegung, in Österreich auch Kommassierung genannt) benötigt. Überall dort nämlich,

wo Teile einer Katastralgemeinde in die Operation nicht einbezogen werden (zum Beispiel Weingärten, Wald usw.), würde die Einlegung von Polygonzügen zwischen die verfügbaren, aber ungünstig verteilten TP und EP dazu führen, daß unter Umständen große Teile von Zügen nur deshalb gemessen werden müßten, damit die vorschriftsmäßige Berechnung als beidseitig orientiert eingehängte Züge möglich ist. Es ergibt sich daher fast bei jeder agrarischen Operation die Notwendigkeit, einzelne EP zu bestimmen. Selbst bei einem schon dichteren Netz kann sich diese Aufgabe einstellen, denn die zur Bearbeitung des Vorhabens erforderlichen Polygonzüge sollen so kurz als nur immer möglich sein, um die Bildung von mäßig großen Grundstückblocken zu gestatten, deren Auswertung – wegen der frühzeitig sich anbietenden Proben und Kontrollen – rascher abläuft als bei großen Blocken.

Für die mit der Durchführung von Grundstückzusammenlegungen befaßten technischen Abteilungen der Agrarbehörden ist daher die rasche und gute Bestimmung notwendiger Einschaltpunkte von besonderer Bedeutung, weil der Leiter einer Zusammenlegung erst nach ihrem Beginn eine solche Notwendigkeit erkennen kann. Da ein diesbezüglicher Antrag an das Bundesamt allzu große Zeitverluste nach sich ziehen würde, müssen die erforderlichen EP durch die zugeteilten Meßtrupps bestimmt werden, obwohl diese nur das Polygonnetz und die Grundstücksaufnahme beziehungsweise die Absteckung des neuen Standes bearbeiten sollten. Die Meßtrupps der Agrarbehörden sind bei Grundstückzusammenlegungen mit selbstreduzierenden Doppelbild-Tachymetern (etwa RDH-Wild, Redta Boßhardt-Zeiss) ausgerüstet, können also die notwendigen Richtungsmessungen mit diesen Instrumenten ausführen, da die genannte DV 16 unter Abschnitt 3.42 bestimmt, daß wenigstens zwei Sätze mit einem Theodolit zu beobachten sind, der die Zehntel der Altminute schätzen läßt. Immerhin bedingen aber die erforderlichen Erhebungen und Bestimmungen beziehungsweise Überprüfungen der Exzentrizitäten der Helmhölzer noch stehender trigonometrischer Signale, oder die Signalisierung überhaupt, naturgemäß Verzögerungen des Arbeitsablaufes der betreffenden agrarischen Operation, die ihren Zeitnachweis ungünstig beeinflussen.

Bei dieser Sachlage führt die Suche nach neuen Möglichkeiten für eine raschere Lösung zur Bestimmung von Einschaltpunkten geradlinig auf die Untersuchung der Frage, ob die modernen elektrischen Distanzmeßgeräte für diese Aufgabe benutzbar sind.

Unter Beachtung der in der Einleitung erwähnten Umstände und unter Berücksichtigung aller bis dahin veröffentlichten, zur Diskussion gestandenen Erfahrungen mit diesen Geräten hatte ich beim zuständigen Referenten im Bundesministerium für Handel und Wiederaufbau, Ministerialrat Dipl.-Ing. Wilflinger, auch Dozent für Agrarische Operationen an unserer Hochschule für Bodenkultur in Wien, angeregt, wenigstens einen mobilen Spezialtrupp zu begründen und mit einem solchen Distanzmeßgerät auszurüsten. Dieser Trupp sollte vor allem die in den verstreuten Operationsgebieten notwendigen EP bestimmen und, bei etwa ein-

tretemdem Mangel an derartigen Aufgaben, in geländemäßig günstigen Gebieten Standpunkte ableiten, von denen aus dann unmittelbar die Polaraufnahme der Grundstücke in üblicher Art mit Reduktions-Tachymetern stattfinden konnte.

Als Prüffeld für die Untersuchung von Distanzmeßgeräten stand das in die Vermessungsübung einbezogene Netz IV. Ordnung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen zur Verfügung und außerdem ein Feld von Punkten großer Lagegenauigkeit, das mit Distanzen von 200 bis 500 m besonders auf die mögliche Prüfung der Frage abgestimmt war, ob ein Distanzmeßgerät im Bereich der bei agrarischen Operationen anfallenden Vermessungsarbeiten mit Vorteil verwendet werden könne.

Als es sich im Mai 1963 zeigte, daß der elektronische Distanzmesser Wild DI 50, Distomat, der Wild Heerbrugg Aktiengesellschaft einige Tage im Juli während der Vermessungsübung in Großrußbach zur Verfügung stehen würde, habe ich sehr viele Zeit im Gelände verbracht mit der Aufsuchung von Prüfstrecken, die dem Distomat eine harte Bewährungsprobe auferlegen sollten. Unter Beachtung aller mir bekannt gewordenen Hinweise, die bisher für elektromagnetische Distanzmeßgeräte veröffentlicht wurden, legte ich besonderen Wert auf die Auswahl von Strecken, die deutlich merkbare Behinderungen – um nicht zu sagen Hindernisse – für den Bereich der Strahlungskegel aufwiesen.

Die Gesamtprüfung wurde bewußt auf jene Bereiche von Entfernungen abgestimmt, die sich einerseits bei der beabsichtigten Ermittlung von Einschaltpunkten in einem vorliegenden Feld von trigonometrischen Punkten IV. Ordnung ergeben, andererseits bei der Vorbereitung des obenerwähnten Feldes von Standpunkten für nachfolgende Detailaufnahmen. Für den ersten Bereich liegen die Vergleichsdistanzen im Feld der TP IV. Ordnung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen. Den zweiten Bereich lieferte das vorhin genannte besonders genau entwickelte Prüffeld mit Seiten von 200 bis 500 m.

Um eine möglichst große Zahl von Entfernungen überprüfen zu können, verblieb die Hauptstation über einem im Meßgebiet zentral gelegenen TP, während die Nebenstation in einem VW-Bus auf Straßen und Wegen von Punkt zu Punkt gefahren werden konnte. Diese Punkte waren so ausgewählt, daß das 15-m-Kabel stets ausreichte, um die Verbindung von der über dem TP-Stein zentrierten Antenne mit dem Meßgerät herzustellen, das im knapp nebenan auf der Straße stehenden Bus untergebracht war.

Die erwähnten Hindernisse befanden sich in unmittelbarer Nähe der Hauptstation. Für zwei Distanzen (3, 4 in Abbildung 1) war etwa ein Viertel der Fläche des Parabolreflektors durch eine Stange der über dem Standpunkt errichteten Holzpyramide abgeschirmt. Für die Distanz 5 verlief die untere Hälfte des Strahlungskegels (von rund 6° Öffnung) schon nach etwa 15 m Abstand von der Antenne, über fast 200 m hinweg, durch in Reifung befindliche Getreidefelder. Schließlich gab es noch die

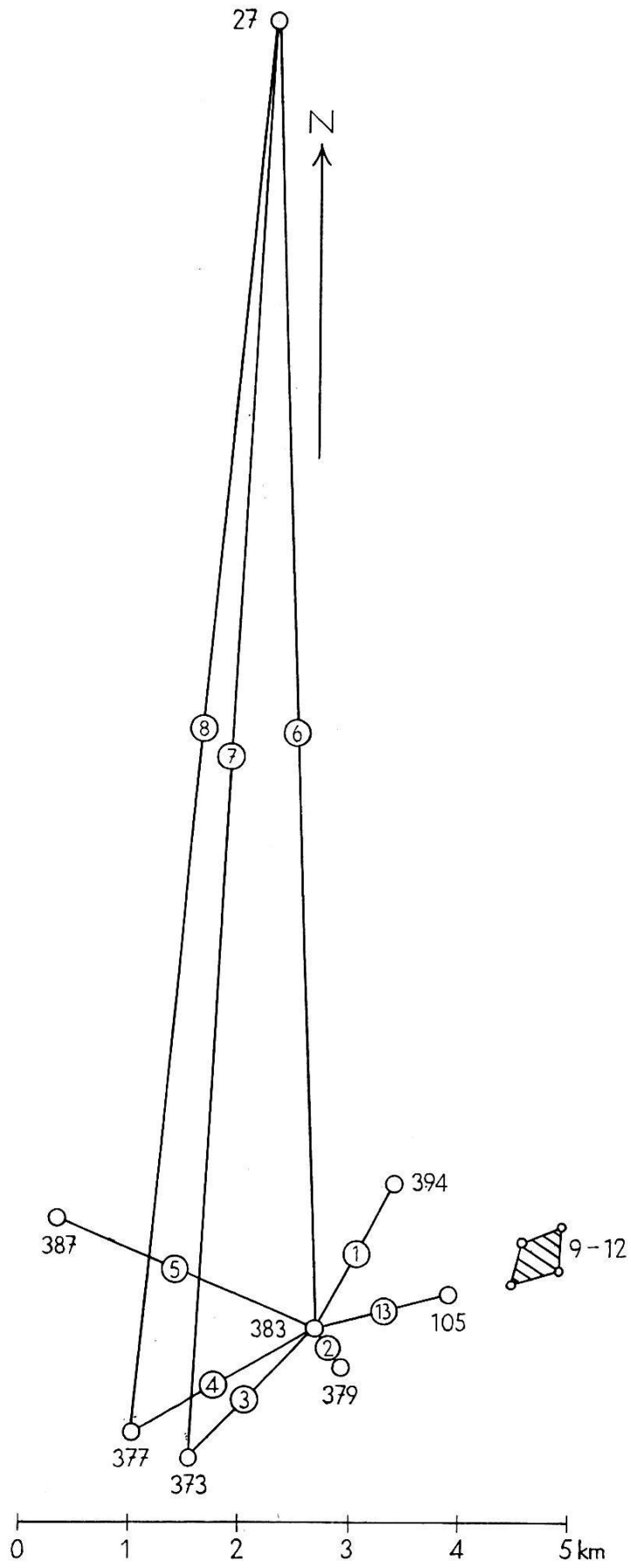


Abb. 1

Distanz 2, bei der die Achse des Strahlungskegels über die ganze Entfernung hin in der Oberfläche von Getreidefeldern lag.

Ohne Eingang auf eine Beschreibung des Gerätes, seiner theoretischen Grundlagen und seiner Handhabung sollen hier lediglich die bei der durchgeführten Prüfung erhaltenen Ergebnisse genannt werden, bei Hervorhebung jener Umstände, die für eine Beurteilung praktischer Belange wichtig sein können.

Die ersten Messungen fanden am 18. Juli 1963 statt, einem sehr heißen und dunstig-unsichtigen Tag, vormittags für die in der Abbildung 1 dargestellten Distanzen 1 bis 5. Bei diesen Beobachtungen waren in der Hauptstation (TP 383), die von Herrn Hediger (Heerbrugg) bedient wurde, zahlreiche Gäste anwesend: Ministerialrat Dipl.-Ing. Wilflinger mit seinem Stab, Diplomkaufmann Schlögl, als Generalvertreter der Wild Heerbrugg AG in Österreich mit seinen Begleitern und einer meiner Assistenten. Die Nebenstation beobachtete Herr Geier (Heerbrugg) mit mir als Hilfskraft, Schriftführer und Anlernschüler für die Handhabung des Gerätes.

Hervorzuheben wäre die rasche Meßbereitschaft: rund 8 Minuten vom Anhalten des VW-Busses (über Aufstellung des Stativs, Zentrierung der Antenne, Kabelkopplung zum schon während der Fahrt angeheizten Gerät, Vorbereitung des Lambrecht-Psychrometers und des Thommen-Barometers, Ausrichtung der Antenne für besten Empfang) bis zur ersten wechselweisen Ansage von Lufttemperatur und -druck. Bei der Sicherheit und Routine der Herren Hediger und Geier, die in einer ausgezeichneten Art aufeinander eingespielt sind, dauerte die Beobachtung in einer Richtung mit Benutzung von 14 Frequenzen rund 10 Minuten. Nach kurzer Pause zur Ablesung von Barometer und Psychrometer folgt die Umkehr der Stationen: die vorherige Hauptstation wird auf Nebenstation geschaltet und umgekehrt, zwecks Messung der Distanz in der Gegenrichtung. Im Durchschnitt lag zwischen dem Anhalten des VW-Busses und seiner Weiterfahrt ein Zeitraum von 28 Minuten, der für den Aufbau der Station, die Beobachtungen und den Abbau der Station benötigt wurde.

Tabelle 1

Punkt Nr.	<i>y</i>	<i>x</i>	Seehöhe Stein Oberfl.
373	4269,41	5 368 939,16	258,61
377	3708,52	5 369 100,43	261,39
379	5630,11	5 369 851,89	261,69
383	5094,68	5 370 369,20	293,02
387	3017,26	5 371 272,87	257,04
394	6056,85	5 371 644,47	317,05
227 Buschberg I. O.	4737,24	5 381 892,20	485,25

In der Tabelle 1 sind die Koordinaten aller Punkte angegeben, die in irgendeiner Kombination Endpunkte der beobachteten Strecken waren. Aus diesen Koordinaten wurden die Seiten d_0 berechnet und in üblicher Art mit Δ_P auf die sphärische Seite $S_0 = d_0 - \Delta_P$ in Seehöhe Null reduziert, sodann mit Δ_H auf die Seite D in der mittleren Seehöhe H_m der Endpunkte (Antennen) gebracht und schließlich in die Schrägentfernung S zwischen den beiden Antennen-Kippachsen umgewandelt, die als Soll-Wert in den Vergleich mit dem Ist-Wert der beobachteten Schrägdistanz S' eintritt. Diese Entfernungen ergaben sich aus dem Mittel der hin und zurück gemessenen Entfernungen, nach Anbringung der Reduktionen wegen Abweichung der aktuellen meteorologischen Daten von den im Meßgerät eingeführten Normalwerten: Luftdruck $p_0 = 745$ mm Hg, $t_0 = +12^\circ\text{C}$ Trockenthermometer und $t'_0 = +10^\circ\text{C}$ Feuchtthermometer.

Zur Gewährleistung einer vollständig unbeeinflussten Beurteilung waren bei Durchführung der Messungen keinerlei Vergleichswerte vorbereitet. Um eine etwaige Wirkung der vorne genannten Hindernisse zufolge teilweiser Abschirmung des Strahlungskegels aufzudecken, war im Meßprogramm vorgesehen, jede der unter Umständen gestörten Entfernungen auch von einem in der gleichen Richtung liegenden Standpunkt aus zu messen, für den die vermutete Störung nicht mehr gegeben war. Wegen der den früher erwähnten Gästen im Standpunkt TP 383 durch Herrn Hediger dargebotenen Erläuterungen trat indessen Zeitmangel ein, der die zweite Messung in einem störungsfreien Standpunkt nicht mehr erlaubte.

Tabelle 2

Distanz Nr.	Distanz aus Koordinaten d_0 (m)	Projektions- reduktion Δ_P (mm)	Sphärische Seite in Seehöhe 0 S_0 (m)	Mittel der Seehöhen der Antennen H_m (m)	Seehöhen- reduktion Δ_H (mm)	Distanz in Seehöhe H_m D (m)	Soll-Wert Schrägdistanz S (m)	Ist-Wert Beobachtete Schrägdistanz S' (m)	Widerspruch $S' - S$ w (mm)
1	1597,525	1	1597,524	306,75	77	1597,601	1597,781	1597,758	- 23
2	744,510	0	744,510	279,06	33	744,543	745,200	745,251	+ 51
3	1651,086	0	1651,086	277,53	72	1651,158	1651,516	1651,429	- 87
4	1879,153	0	1879,153	278,90	82	1879,235	1879,502	1879,436	- 66
5	2265,456	0	2265,456	276,76	98	2265,554	2265,839	2265,858	+ 19
6	11528,542	3	11528,539	390,72	707	11529,246	11530,848	11530,859	+ 11
7	12961,486	3	12961,483	373,53	760	12962,243	12964,226	12964,134	- 92
8	12833,068	3	12833,065	374,91	755	12833,820	12835,771	12835,679	- 92
13	1662,930	1	1662,929	305,11	80	1663,009	1663,140	1663,156	+ 16
13a	1662,950	1	1662,949	305,11	80	1663,029	1663,160	1663,162	+ 2

Der günstige Umstand, daß der VW-Bus auch am Nachmittag des 18. Juli zur Verfügung blieb und daß eine Gruppe von Studenten sich als Träger für den Distomat anbot, ermöglichte die ursprünglich nicht vorgesehene Messung von größeren Distanzen, nämlich der in der Abbildung 1 mit 6, 7, 8 bezeichneten Entfernungen zwischen dem Punkt I. Ordnung Buschberg (TP 227) und jenen Punkten 373, 377, 383, auf denen schon vormittags gemessen worden war. Für diese Distanzen von rund 12 km bestand wegen des dichten Dunstes keine direkte Sicht; die Antennen wurden von der grob in den Dunst hinein geschätzten Richtung allmählich über die Geräteanzeige auf besten Empfang eingestellt. In der Tabelle 2 sind alle Grundlagen und Ergebnisse für die bis jetzt erwähnten Messungen angezeigt.

Am 19. Juli vormittags fanden die Beobachtungen der Entfernungen 9 bis 12 in dem vorne genannten, von der Lehrkanzel entwickelten Versuchsnetz statt, dessen Lage in der Abbildung 1 schraffiert bezeichnet ist. Da die Streckenendpunkte auf Granitsteinen liegen, sind alle Distanzen einen Tag nach der Distomat-Messung überprüft worden; durch zwangszentrierte Beobachtung jener Dreiecke, in denen diese Entfernungen vorkommen. Um einen absoluten Vergleich zu erhalten, wurde für die allen diesen Dreiecken gemeinsame Basis 26–30 der vom Distomat gemessene Wert $S' = 286,990$ m eingeführt. Er stimmt übrigens praktisch mit dem Wert $286,999$ m überein, der sich aus den auf ± 3 mm sicheren Koordinaten des Prüfnetzes ergibt. Die Grundlagen für diese Messung kürzerer Entfernungen und die Ergebnisse sind in der Tabelle 3 ausgewiesen.

Nach Beendigung der Beobachtungen dieser kürzeren Distanzen folgte für eine Hälfte (73) der Studierenden eine Vorführung des Distanzmeßgerätes im nahegelegenen Punkt 105 (Abb. 1) durch Herrn Hediger, mit anschließender Messung der Distanz 13 nach TP 383, wohin unterdessen Herr Geier mit mir gefahren war. Meine Bitte um eine zweite vollständige Messung (Distanz 13a in Tabelle 2) wurde wohl als überraschend empfunden, aber erfüllt. Ohne etwas davon zu sagen, hatte ich die bei

Tabelle 3: Distanzen D im Horizont 341,34 der Antenne in EP 30

Distanz Nr.	von Antenne EP 30 nach Antenne über Punkt	Seehöhe der Zielantenne (m)	Δ_H (m)	D (m)	Soll-Wert Schrägdistanz S (m)	Ist-Wert Beobachtete Schrägdistanz S' (m)	Widerspruch $S' - S$ w (mm)
9	58	332,76	– 8,58	408,093	408,183	408,153	– 30
10	56	320,84	– 20,50	295,931	296,640	296,651	+ 11
11	52	320,30	– 21,04	276,784	277,583	277,615	+ 32
12	EP 26	344,92	+ 3,58	286,968	286,990	286,990	0

der Messung 13 etwas aus der Stativmitte liegende Sternplatte um genau 20 mm entgegengesetzt der Richtung zum Punkt 105 verschoben. Es wurde also die für Distanz 13 geltende Entfernung um 20 mm vergrößert, und die Soll-Distanz 13a ist demnach um 20 mm größer als für Distanz 13. Die Grundlagen und Ergebnisse für diese beiden Messungen sind in der Tabelle 2 am Ende beigefügt.

Die a priori als «möglicherweise gestört» bezeichneten Distanzen 2, 3, 4 zeigen in der Tat Widersprüche, die man als «aus der Reihe fallend» ansehen kann. Da die beabsichtigte zweite Messung mit eindeutiger Ausschaltung der vermuteten Störung – wie erwähnt – wegen Zeitmangels ausfiel, bestand keine Möglichkeit zu einer Entscheidung. Nach einigen Aussprachen mit dem Generalvertreter, Herrn Diplomkaufmann Schlögl, veranlaßte dieser in höchst verdankenswerter Weise, daß die von einer Distomat-Vorführung in Graz über Wien nach Linz und Innsbruck reisenden Herren Hediger und Geier nochmals am 5. August mit mir nach Großrußbach fuhren und die zur Entscheidung stehenden Entfernungen nochmals beobachteten. Zur Sicherung des ursprünglichen Beobachtungsplanes bei dem die Hindernisse darbietenden TP 383 arbeitete dort Herr Hediger mit mir, während Herr Geier mit meinem Laboranten der Reihe nach in den anderen Endpunkten der Distanzen 2, 3, 4, 5 beobachtete. Die bei TP 383 bestehenden, a priori auffälligen, bisher aber nur kurz erwähnten Hindernisse beziehungsweise die Maßnahmen zur sicheren Ausschaltung ihrer Wirkung sind nachfolgend schlagwortartig genannt.

Distanz 2 nach TP 379: Die Verbindung der beiden Antennen verlief am 18. Juli in der Oberfläche von Getreidefeldern. Am 5. August waren diese Felder abgeerntet, und die Verbindung der Antennen lief frei im Abstand von etwa 1,2 m über Stoppelfeldboden.

Distanz 3 nach TP 373: Ein Signalfuß schirmt in rund einem halben Meter Abstand vom Parabolreflektor das rechte Viertel seiner Fläche ab. Am 5. August wird nochmals die ganze Distanz ab Steinzentrum beobachtet und hierauf ab einem in der Richtung nach TP 373 eingewiesenen Exzentrum (383A), wodurch die erste Schrägdistanz um 1,713 m verkürzt wurde.

Distanz 4 nach TP 377: Derselbe Signalfuß schirmt in rund einem halben Meter Abstand vom Parabolreflektor das linke Viertel seiner Fläche ab. Ablauf der Beobachtungen wie oben bei Distanz 3, jedoch ab einem in die Richtung nach TP 377 eingewiesenen Exzentrum (383B), von wo aus die erste Schrägdistanz um 1,441 m verkürzt ist.

Distanz 5 nach TP 387: Am 5. August zeigte es sich, wegen der seit dem 18. Juli eingetretenen Aberntung der Getreidefelder, daß die Verbindung der Antennen ab etwa 15 m Abstand von TP 383 den Stoppelfeldboden streift. Die Messung wurde von einem in die Richtung nach TP 387 georteten Punkt (383C) durchgeführt, bei dessen sehr genauer Bestimmung der zufällig hinzugekommene Leiter der agrarischen Operation in Großrußbach, Oberbaurat Dipl.-Ing. Zim-

mermann, mit seinen Begleitern Hilfe leistete. Die spätere Auswertung ergab, daß die von 383C aus beobachtete Schrägdistanz um 24,603 m zu vergrößern ist, um sie mit der Distanz 5 vergleichbar zu machen.

Die bei den oben dargestellten Beobachtungen am 5. August erhaltenen Ergebnisse sind in der Tabelle 4 genannt.

Tabelle 4

Distanz Nr.	S_0 (m)	Mittel der Seehöhen der Antennen H_m (m)	Seehöhen- reduktion Δ_H (mm)	Distanz in Seehöhe H_m D (m)	Soll-Wert Schrägdistanz S (m)	Ist-Wert Beobachtete Schrägdistanz S' (m)	Widerspruch $S' - S$ w (mm)
2a	744,510	278,89	33	744,543	745,211	745,233	+ 22
3a	1651,086	277,39	72	1651,158	1651,519 ganz geteilt	1651,422 1651,431	- 97 - 88
4a	1879,153	278,82	82	1879,235	1879,502 ganz geteilt	1879,442 1879,441	- 60 - 61
5a					2265,839 geteilt	2265,859	+ 20

Diskussion der Ergebnisse

Kurze Distanzen (9 bis 12). Die Tabelle 3 läßt mit der Absolutsumme von 73 mm Widerspruch auf die Seitensumme von 1270 m eine Genauigkeit von rund 1:18000 erkennen, oder 1:11 400, bei Weglassung der Distanz 12, die dem Vergleich zugrunde gelegt wurde.

Mittlere Distanzen (1 bis 5, 13, 13a von Tabelle 2 und Wiederholungsmessungen 2a bis 5a von Tabelle 4). Die Widersprüche der Distanzen 3, 4 und 3a, 4a beziehungsweise 7, 8 sind auffallend. Beachtet man aber die Abbildung 1, so zeigt sich, daß vor allem die Gleichsinnigkeit durch eine Verkürzung der Soll-Werte (das heißt durch eine Verschiebung der TP 373, 377 um etwa 8 cm in der x -Richtung) zum Verschwinden gebracht werden kann.

Die als «möglicherweise gestört» angesehenen Distanzen 3, 4 sind dies gewiß nicht, da die «geteilt» beobachteten Werte in Tabelle 4 praktisch mit den ersten Ergebnissen von Tabelle 2 und den «ganzen» Wiederholungen von Tabelle 4 sehr gut übereinstimmen. Die Möglichkeit der Über-

prüfung der TP 373 und 377 durch ergänzende Messung ihrer Distanz und genaue Winkelmessung im Dreieck mit TP 383 kann leider erst bei der nächstjährigen Vermessungsübung verwirklicht werden. Übrigens haben die Herren Hediger und Geier mehrmals Beispiele dafür erwähnt, daß durch Messungen mit dem Distomat Lagefehler von trigonometrischen Punkten aufgedeckt worden sind. Die Tatsache, daß das vorne näher bezeichnete Hindernis im Verlauf der Distanz 5 keine merkbare Wirkung hat, ist gewiß überraschend, aber beruhigend. Ob die Senkung des Widerspruches von 51 mm bei Distanz 2 von Tabelle 2, auf 22 mm in der Tabelle 4, zufällig ist oder tatsächlich durch die Aberntung der Getreidefelder bewirkt wurde, könnte nur durch Serienbeobachtungen der Erscheinung festgestellt werden.

Schlußfolgerungen

1. Bei den für jede Frequenz vorgesehenen beiden Feinmessungen der Dezimeter und Zentimeter ergab sich während der bei dieser Untersuchung beim Gerät Nr. 13 (Geier) angefallenen 1020 Beobachtungen als häufigst aufgetretene Differenz 1 cm und einige Male eine solche von 3 cm, stets aber als Folge von etwas zu rascher Schaltung. Die danach wiederholten Messungen mit betont langsamen Schaltschritten gaben wieder höchstens Zentimeterunterschiede. Als innere Genauigkeit einer Doppelmessung auf einer Frequenz ist daher 1 cm anzunehmen.

2. Das für den Distomat DI 50 von der Wild Heerbrugg AG empfohlene Normalprogramm sieht 14 Feinmessungen obiger Art vor, in 20er-Schritten über das Frequenzband von 210 bis 490 MHz*. Das Mittel dieser 14 Werte gibt die Schrägdistanz S' in der betreffenden Meßrichtung. Der mittlere Fehler von S' kann nicht ohne weiteres berechnet werden, da die als Meßfehler deutbaren Widersprüche sich erst durch Vergleich mit einer Sinuslinie ergeben, die den Verlauf der 14 Meßwerte interpoliert. Auf diese Umstände soll hier nicht eingegangen werden. Interessenten finden die maßgebenden Unterlagen bei Kondraschkow¹ (zum Beispiel S. 172 ff., 276), Matthias², Schmidheini³, der insbesondere auf den Seiten 252 bis 255 eine ausgezeichnete Darstellung bringt, die ganz offenbar mit dem damals wohl in Entwicklung stehenden Distomat zusammenhängt. Die modernste Zusammenfassung der Unterlagen für das Gesamtgebiet dürfte jene von Meckenstock⁴ sein, mit einem Literaturverzeichnis von 394 Titeln.

* als Abkürzung für 10 210 und 10 490.

¹ Kondraschkow, A. W., Elektrooptische Entfernungsmessung (Deutsche Bearbeitung von F. Deumlich und R. Koitzsch), VEB Verlag für Bauwesen, Berlin 1961.

² Matthias, H., Elektronische Distanzmeßgeräte, diese Zeitschrift, 1959, Hefte 2, 3.

³ Schmidheini, D., Grundlagen der elektrooptischen und elektronischen Distanzmessung, diese Zeitschrift, 1959, Heft 7.

⁴ Meckenstock, H. J., Untersuchung über die Fehlereinflüsse und Reduktionen

3. Es besteht kein Zweifel, daß der Distomat DI50 die von der Wild Heerbrugg AG angegebene Meßgenauigkeit einhält, nämlich je nach atmosphärischen Bedingungen

$$\pm (2 \text{ cm} + S \cdot 10^{-5}) \text{ bis } \pm (2 \text{ cm} + S \cdot 10^{-6}).$$

Zieht man nämlich von den in den Tabellen 2 beziehungsweise 4 genannten Widersprüchen einen Betrag von nur 23 mm ab (als Drittel des Maximalfehlers einer aus der Triangulierung IV. Ordnung gerechneten Seite), so verbleibt ein Rest überhaupt nur für die Seiten 3, 4, 7, 8. Hiefür wurde aber in der vorausgegangenen Diskussion der mutmaßliche Grund angegeben. Auch das Mittel der Widersprüche für die kurzen Entfernungen liegt mit 18 mm bereits unter dem konstanten Wert von 2 cm der obigen Grenzen.

4. Beachtet man alle Hinweise über die Erprobung anderer elektronischer Distanzmeßgeräte, die nach ähnlichen Grundsätzen arbeiten wie der Distomat DI50, also etwa den Bericht von Seeger⁵ über Electrotape DM 20, so ist deutlich zu erkennen, daß derzeit die Grenzen aller möglichen Erwartungen erreicht sind. Persönlich neige ich auch heute noch zu der Meinung, daß man mit der zur Zeit erreichten Genauigkeit von rund $1 \cdot 10^{-5}$ nicht nur zufrieden sein *soll*, sondern auch zufrieden sein *kann*. An der von Kuntz⁶ berichteten Äußerung von Kneissl, «es sei nicht einzusehen, warum man bei der elektronischen Streckenmessung die Genauigkeit der Basismessung von $1 \cdot 10^{-6}$ anstrebe», kann man – im Hinblick auf die Genauigkeit von $1 \cdot 10^{-5}$ (und weniger) der Triangulationen – mit voller Beruhigung festhalten.

Zum Beschluß aller hier angestellten Überlegungen darf die eingangs gestellte Frage über die Verwendbarkeit des Distomat DI50 zur Bestimmung von Einschaltpunkten und im Bereich der Vermessungsarbeiten zur Durchführung agrarischer Operationen in vollem Umfang bejaht werden.

bei der elektrischen Entfernungsmessung für geodätische Zwecke. Veröffentlichung des Geodätischen Instituts der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen, Nr. 6, Aachen 1963.

⁵ Seeger, H., Erste Erfahrungen mit dem Electrotape DM 20, Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, 1963, Heft 8.

⁶ Kuntz, E., Lichtelektronische und elektronische Entfernungsmessungen, Allgemeine Vermessungs-Nachrichten, 1962, Heft 5 (S. 180).