



Die Verwendung des Geodimeters NASM-4 bei der Verdichtung des Festpunktfeldes

Johann Wunderbaldinger ¹

¹ *Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen, Wien VIII/64, Friedrich-Schmidt-Platz 3*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **51** (4), S. 107–117

1963

Bib_TE_X:

```
@ARTICLE{Wunderbaldinger_VGI_196314,  
Title = {Die Verwendung des Geodimeters NASM-4 bei der Verdichtung des  
Festpunktfeldes},  
Author = {Wunderbaldinger, Johann},  
Journal = {{\0}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen},  
Pages = {107--117},  
Number = {4},  
Year = {1963},  
Volume = {51}  
}
```



in die praktische Arbeit der österreichischen Denkmalpflege als erster Schritt zu werten sind und daß das an vielen Stellen geweckte Interesse zu einem gewissen Optimismus für die Zukunft berechtigt. Er hofft zuversichtlich, daß es seiner und seiner Kollegen Bemühungen auf Grund der großzügigen Hilfe der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie gelingen wird, der Architekturbildmessung in der Denkmalpflege zu jener Verbreitung zu verhelfen, die sie als zuverlässiges, objektives, nicht generalisierendes und vor allem ungeheuer zeitsparendes Meßverfahren verdient, welches darüber hinaus erstmalig vertretbare Grundlagen für Wiederherstellung nach Zerstörungen liefert. Die Gefahr solcher Zerstörungen sogar in Friedenszeiten wurde durch den Verlust des Deckenfreskos im Festsaal der alten Universität in Wien (Akademie der Wissenschaften) durch Brand wiederum besonders deutlich.

Die Verwendung des Geodimeters NASM-4 bei der Verdichtung des Festpunktfeldes

Von *Johann Wunderbaldinger*, Wien

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

Zusammenfassung

Es wird über den erstmaligen Einsatz des Geodimeters NASM-4 bei der Verdichtung des österreichischen staatlichen Festpunktfeldes und über seine Bewährung bei diesen Arbeiten berichtet.

An Hand einer Arbeit an der bayrisch-österreichischen Grenze wird gezeigt, wie sich Punktverdichtungen in Gebieten, in denen die Bestimmung von Festpunkten durch Triangulation sehr schwierig und teuer ist, mit Hilfe von langseitigen Polygonzügen wesentlich billiger durchführen lassen. Die Zusammenstellung der Ergebnisse läßt erkennen, daß die Lagegenauigkeit der so bestimmten Punkte den gestellten Anforderungen voll entspricht.

Eine Übersicht über die sonstigen in der Feldarbeitsperiode 1962 mit Hilfe des Geodimeters NASM-4 durchgeführten Arbeiten und über die auf Grund der gewonnenen Erfahrungen dem Gerät für 1963 zgedachten Aufgabe beschließen die Abhandlung.

Abstract

The report deals with the first-time use of the Geodimeter NASM-4 for interpolating the Austrian national field of fixpoints, and with its performances during those works.

It is shown by example of a work executed near the Austrian-Bavarian border, how the interpolation in regions, where trigonometrical determination of fixpoints is very difficult and expensive, can be performed more economically by means of long-sided traverses. The compilation of the results proves that the accuracy of position of the points thus determined meets all desired standards.

A survey of other works performed in 1962 by means of the Geodimeter NASM-4, and of the tasks assigned for the instrument in 1963 on basis of the experiences gained, completes this report.

Seit Anfang 1962 steht der Triangulierungsabteilung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen mit dem Geodimeter NASM-4B ein Mittel zur genauen Messung langer Strecken zur Verfügung. Hier soll nun berichtet werden, welche Arbeiten mit dem Gerät im ersten Jahre seines Einsatzes durchgeführt wurden und wie es sich dabei bewährt hat.

Vorher noch kurz etwas über das Gerät, sein Arbeitsprinzip und den Meßvorgang. (Leser, die Näheres darüber erfahren wollen, seien auf die am Ende des Berichtes angeführten Schriften verwiesen.) Das Geodimeter NASM-4 mißt schräge Strecken auf elektrisch-optischem Wege unter Zuhilfenahme der genau bestimmten

Lichtgeschwindigkeit. Ein in einer kleinen Glühlampe erzeugter und mittels einer Kerrzelle sinusförmig in seiner Intensität modulierter Lichtstrahl wird über eine Sendeoptik auf einen am anderen Ende der zu messenden Strecke aufgestellten, mit Prismen bestückten Reflektor gerichtet und von diesem wieder auf das Geodimeter zurückgeworfen, wo er über eine Empfängeroptik auf eine Photoröhre trifft, deren Empfindlichkeit mit der Modulationsfrequenz der Kerrzelle gesteuert wird. Mittels eines mit einem Indikator („Nullindikator“) verbundenen Phasenschiebers wird die



Abb. 1



Abb. 2



Abb. 3

Phasendifferenz zwischen dem ausgesandten und dem zurückkehrenden modulierten Licht scharf gemessen. Die Abbildung 1 zeigt die Instrumentseite des Geodimeters. Man sieht links im oberen Drittel der Schalttafel den Nullindikator, in der rechten oberen Ecke den Drehknopf des Phasenschiebers und in der Mitte das Okular des Fernrohres, mittels welchem das Gerät auf den Reflektor ausgerichtet wird. Die Abbildung 2 zeigt die Vorderseite mit Sende- und Empfängeroptik. Der Schutzdeckel, dessen untere Hälfte aufklappbar ist, ist abgenommen. Auf der Abbildung 3 sieht man einen Reflektor mit drei Prismen.

Da eine volle Sinusschwingung (die Periode) dieses modulierten Lichtes einem Lichtweg von 10 Metern, somit einer Entfernungsänderung von 5 Metern zwischen Geodimeter und Reflektor entspricht, müßte von der zu messenden Strecke bereits bekannt sein, wieviele 5-Meter-Teilstrecken in ihr enthalten sind. Durch Messung der Phasendifferenz mit drei verschiedenen, in geeigneter

Weise aufeinander abgestimmten Modulationsfrequenzen und durch Kombination dieser Messungen wird jedoch die Vieldeutigkeit auf 2-km-Intervalle herabgesetzt.

Die Streckenmessung mit dem Geodimeter umfaßt also die Schätzung, wieviele 2-km-Einheiten die Meßstrecke enthält und die Messung der Reststrecke innerhalb des letzten Doppelkilometers. Der eigentliche Meßvorgang besteht nun darin, daß durch Drehung des Phasenschiebers der Zeiger des Nullindikators in die Nullstellung gebracht wird und die Phasendifferenz an der Teilung des Phasenschiebers abgelesen wird. Jeder Messung nach dem Reflektor (R-Messung) ist eine Eichungsmessung (C-Messung) zugeordnet, welche die Weglänge innerhalb des Geodimeters erfaßt. Die Differenz beider Messungen $R - C$ bezieht sich, abgesehen von noch anzubringenden Zusatzwerten, auf die reine Meßstrecke. Da, wie oben bemerkt, in drei Frequenzen gemessen wird und in jeder Frequenz (zur Ausschaltung von systematischen Instrumentfehlern) in vier Stellungen eines Phasenumschalters, sind zur einmaligen Messung einer Strecke 24 Ablesungen erforderlich, wozu, je nach Lichtverhältnissen, eine Gesamtzeit von 8 bis 20 Minuten benötigt wird. Von der Länge der Strecke an sich ist die Meßzeit unabhängig. Die Umwandlung der gemittelten Meßdaten ($R - C$) in metrische Werte geschieht mit Hilfe von Tabellen und die Berechnung der Schrägstrecken wird in Vordrucken schematisch durchgeführt.

Der Meßbereich des Geodimeters NASM-4 wird von der Herstellerfirma mit 15 m bis 15 km bei Nachtmessungen und mit 15 m bis 1,5 km bei Tageslichtmessungen angegeben. Die tatsächlich erzielbare Reichweite hängt weitgehend von der Klarheit der Luft und von der herrschenden Helligkeit ab. So ist es uns beispielsweise gelungen, unmittelbar nach einem starken Regen im Scheine der untergehenden Sonne eine Strecke von 2,2 km mühelos zu messen, während andererseits bei sonnigem, diesigem Wetter die Messung einer 500-m-Strecke unmöglich war. Die längste von uns bei Nacht gemessene Strecke betrug 5 km, weil bei den bisher durchgeführten Arbeiten längere Strecken nicht vorkamen, doch haben andere Arbeiten bereits bestätigt, daß in klaren Nächten auch 15-km-Strecken meßbar sind. Die durch das störende Tageslicht verursachten Schwierigkeiten äußern sich bei der Messung darin, daß der Zeiger des Nullindikators, welcher bei Nachtmessungen rasch und empfindlich reagiert, der Drehung des Phasenschiebers nur zögernd und träge folgt. Die Erfassung der tatsächlichen Nullstellung des Nullindikators wird damit schwieriger und zeitraubender, und wenn das Verhältnis von Meßlicht zu Störlicht zu klein wird, spricht er überhaupt nicht mehr an und eine Messung wird unmöglich. In beschränktem Maße kann man dieses Verhältnis verbessern, einerseits durch Vermehrung des Meßlichtes, indem man die Anzahl der Prismen am Reflektor vergrößert, andererseits durch Verminderung des Störlichtes, indem man vor die Photoröhre kleinere Blenden schaltet, die Empfängeroptik teilweise abdeckt, oder hinter den Reflektor einen schwarzen Schirm stellt.

Die Genauigkeit der Streckenmessung mit dem Geodimeter NASM-4 ist sehr hoch. Laut Firmenangabe ist der zu erwartende mittlere Fehler

$$M = \pm (1 \text{ cm} + 2 \cdot 10^{-6} \cdot D),$$

worin D die zu messende Entfernung zwischen Geodimeter und Reflektor bedeutet. Wie man sieht, wächst die relative Genauigkeit mit der Länge der Meßstrecke.

Die Geodimeterausrüstung besteht neben dem Instrument selbst, das unter Zwischenschaltung eines Untersatzes auf ein normales Wild-Stativ aufgesetzt wird, aus der Kraftquelle, welche die notwendige elektrische Energie liefert (Leistungsbedarf ca. 70 Watt) und aus der sogenannten Krafteinheit, welche die von der Kraftquelle gelieferte Energie in die verschiedenen zum Betrieb des Gerätes benötigten Spannungen aufspaltet. Dazu kommen noch die Reflektoren, die im allgemeinen ebenfalls auf Wild-Stativen aufgesetzt werden. Als Kraftquelle dient beim Geodimeter der Triangulierungsabteilung eine 12-Volt-Autobatterie mit einer Kapazität von 50 Amperestunden. Da jedoch die Krafteinheit einen Wechselstrom von 110 Volt Spannung verlangt, ist außerdem noch ein Akku-Anschlußgerät (Zerhacker) notwendig. Das Gesamtgewicht der Geodimeterstation einschließlich der Transportbehälter beträgt ca. 80 kg, das der Reflektorstation ca. 9 kg. Zur gegenseitigen Verständigung zwischen Geodimeter- und Reflektorstation werden Sprechfunkgeräte verwendet.

Auf das Geodimeter warteten bei der Triangulierungsabteilung schon mehrere Aufgaben. Während die Schaffung von Festpunkten bis zur Dichte der 4. Ordnung nach der klassischen Methode der Dreiecksmessung im allgemeinen keine besonderen Schwierigkeiten bereitet, stößt die weitere Punktverdichtung in Waldgebieten und im Bergland mitunter auf erhebliche Hindernisse, vor allem auf solche finanzieller Art, weil die trigonometrische Bestimmung von Talpunkten — und solche werden gebraucht — in diesen Gebieten häufig die Einschaltung von unrentablen Zwischenpunkten, verbunden mit dem äußerst kostspieligen Bau von Hochständen und hohen Standsignalen, verlangt.

So manche Kleintriangulierung, deren Zweck die Schaffung von Festpunkten für die Fortführungsarbeiten von Vermessungsämtern war, mußte von Jahr zu Jahr zurückgestellt werden, weil die Arbeitskapazität der Triangulierungsabteilung überfordert war oder weil die verfügbaren Budgetmittel nicht ausreichten.

Wie nun mit Hilfe des Geodimeters die Kosten solcher Arbeiten auf ein erträgliches Maß herabgesetzt werden können, soll an Hand einer im Sommer 1962 an der bayrisch-österreichischen Grenze durchgeführten Arbeit gezeigt werden. Die Abteilung Staatsgrenzvermessung benötigte für die Neuvermessung des ungefähr von der Salzachmündung bis in die Gegend von Ostermiething reichenden Grenzabschnittes (Salzachkilometer 3,0 bis 33,5) Festpunkte unmittelbar am Fluß in gegenseitigen Abständen von 1 bis 2 km. Das Gelände in diesem Abschnitt ist für die trigonometrische Bestimmung von Punkten an den Flußufern denkbar ungünstig: Im oberen, südlichen Teil ist die Salzach beiderseits von Auwäldern begleitet, im mittleren Teil wird das Tal sehr eng und ist zwischen bewaldeten Hängen etwa 100 m tief eingeschnitten, und im unteren, nördlichen Teil bereitet der Untere Weilharter Forst der Triangulierung erhebliche Schwierigkeiten. (Ein Blick auf die Blätter 44 und 45 der neuen Österreichischen Karte 1:50000 erhellt die Sachlage.) Dementsprechend hoch fiel der Voranschlag für eine triangulatorische Bestimmung der verlangten Festpunkte aus: Gesamtkosten S 130000,—. Wegen der hohen Triangulierungskosten wurde die Arbeit auch zurückgestellt. Die Anschaffung des Geodimeters ermöglichte es nun, die gestellte Aufgabe auf polygonometrische Weise zu lösen. Hiefür standen als Ausgangspunkte vier österreichische Triangulierungspunkte zur

Verfügung: Der Punkt 5. Ordnung 48681 am nördlichen Ende des Arbeitsgebietes, am bewaldeten Rande des Abfalles zur Salzach; der Punkt 2. Ordnung Oberkricbach auf der Hochfläche südlich von Ach-Burghausen; die Kirche Asten in Bayern, ein Punkt des österreichischen 1. Ordnungsnetzes; der Punkt 5. Ordnung 47309 am südlichen Ende des Arbeitsgebietes, direkt an der Salzach gelegen. Zwischen diesen vier Punkten wurden nun gemeinsam mit dem österreichischen und dem bayrischen Sachbearbeiter der Staatsgrenzvermessung Polygonzüge erkundet, deren Punktausteilung den Bedürfnissen der Auftraggeber trotz dem über weite Strecken unwegsamen und bis an die Flußufer bewaldeten oder mit Weidengebüsch bestandenen Gelände dadurch weitgehend angepaßt werden konnte, daß die Punkte abwechselnd auf das bayrische und das österreichische Ufer verteilt wurden. Die Polygonpunkte und auch die Ausgangspunkte wurden von den Arbeitspartien der Staatsgrenzvermessung mit Standsignalen der bei der Triangulierungsabteilung üblichen Type signalisiert und je nach der Örtlichkeit zentrisch oder exzentrisch vermarktet. Exzentrische Vermarktungen wurden mit den Signalen in der üblichen Art örtlich verbunden. Auch bei der Kirche Asten, die ja durch ihren Knauf schon signalisiert war, wurde auf dem für die Geodimetermessung abgeleiteten Bodenpunkt eine Pyramide errichtet, wodurch sich bei der Berechnung der Züge Zentrierungen erübrigten. Die Messung der Brechungswinkel und Zenithdistanzen und die Messung kurzer Polygonseiten bis etwa 1 km Länge wurden während des Tages durchgeführt, die anschließenden ersten Nachtstunden waren der Messung der längeren Polygonseiten vorbehalten. Die Brechungswinkel wurden mit einem Wild-Theodolit T 2 im allgemeinen in vier Sätzen gemessen. Standpunkte waren die sorgfältig ermittelten Lotpunkte der Standsignale. Auf die Anwendung der Zwangszentrierungseinrichtung wurde angesichts der verhältnismäßig großen Seitenlängen verzichtet. Sie hätten allerdings die Signalisierung der Punkte mit Standsignalen erspart, doch wäre diese Ersparnis durch den Umstand zunichte gemacht worden, daß außer dem Standpunkt jeweils zwei Zielpunkte mit Stativen zu besetzen gewesen wären, was einen erhöhten Personalaufwand erfordert und außerdem sehr viel Zeit gekostet hätte, weil der Verkehr zwischen der österreichischen und der bayrischen Seite des Arbeitsgebietes nur über zwei Brücken (bei Burghausen und bei Tittmoning) möglich war. Von der Verwendung von Wasserfahrzeugen, an welche ursprünglich gedacht war, wurde aus verschiedenen Gründen, nicht zuletzt wegen des abnorm hohen Wasserstandes der an sich schon reißenden Salzach, abgesehen. Überhaupt wäre die Messung mit Zwangszentrierung durch die Unmöglichkeit entwertet worden, die Brechungswinkel eines Zuges an einem Tage vollständig durchzumessen, und jeweils zwei Stative über Nacht im Gelände stehen zu lassen, erschien zu gewagt. Weiters hätten wegen der großen Sichtlängen besonders große Zieltafeln angefertigt werden müssen. Die Hinnahme all dieser Erschwernisse hätte, wenn überhaupt, nur eine unwesentliche Genauigkeitssteigerung gebracht: Bei einer Seitenlänge von 1 km entspricht einer Ablotegenauigkeit von 3 mm (und die kann bei sorgfältiger Arbeit leicht eingehalten werden) ein Fehler in der Richtungsmessung von etwa $2''$, der sich innerhalb der aus anderen Gründen nicht überbietbaren Meßgenauigkeit hält. Die Zenithdistanzen wurden satzweise zweimal gemessen.

Die Einteilung der Seitenmessung wurde schon bei der Erkundung festgelegt. Da mit dem Geodimeter nur jeder zweite Polygonpunkt zu begehen war, wurden die

Geodimeterstandpunkte nach Maßgabe der Zugänglichkeit und, bei kürzeren Polygonseiten, für welche Tageslichtmessungen beabsichtigt waren, auch im Hinblick auf die zu erwartenden Beleuchtungsverhältnisse ausgewählt. Da die Winkelmessungen erfahrungsgemäß schneller vor sich gehen und damit auch früher zu Ende sind, mußte aus Gründen einer sparsamen Ausnützung der Arbeitszeit getrachtet werden, möglichst viele Seitenmessungen in die Tagesstunden zu verlegen. Bei der Durchführung solcher Tageslichtmessungen zeigte es sich des öfteren, daß die vorherige Beurteilung von Strecken in bezug auf ihre Meßbarkeit bei Tage sehr schwierig ist und viel Erfahrung verlangt. Insbesondere das spiegelnde Wasser des Flusses verteilter auch bei bedecktem Himmel die Streckenmessung, aber auch der feine Dunst über dem Fluß, der die Theodolitmessungen in keiner Weise beeinträchtigte, reichte im Verein mit dem störenden Sonnenlicht mitunter schon hin, um Messungen über 600 m unmöglich oder doch so schwierig und ungenau zu machen, daß sie bei günstigerem Licht wiederholt werden mußten. Die Meßzeit konnte in solchen Fällen auf 30 Minuten ansteigen und die Streuungen der Messungen in den drei Frequenzen erreichten Werte bis 10 cm. (Allerdings zeigte es sich meistens, daß die Unterschiede zwischen diesen als unsicher angesehenen Messungen und den Nachmessungen erstaunlich gering waren.) Jedenfalls wirkten sich solche Pannen auf den Gesamtfortschritt ungünstig aus, weil mitunter stundenlang zugewartet werden mußte, bis sich die Beleuchtungsverhältnisse gebessert hatten oder bis die Sonne untergegangen war, insbesondere dann, wenn sich das Geodimeter auf einem nicht leicht begeharen Punkt des einen Ufers befand und der Reflektor am anderen Ufer aufgestellt war, beide weitab von der nächstgelegenen Brücke. Mit zunehmender Erfahrung gelang es jedoch immer besser, die Licht- und die atmosphärischen Verhältnisse richtig zu beurteilen und gegebenenfalls das Tagesprogramm rechtzeitig von Geodimeter- auf Theodolitmessungen umzustellen.

Die Messungen bei Nacht, die im allgemeinen keinerlei Schwierigkeiten bereiten, waren bei der vorliegenden Arbeit öfters durch die Flußnebel behindert. Diese Nebel brauchten keineswegs dicht zu sein, sie setzten die Empfindlichkeit der Nullindikatoranzeige und damit auch die Meßgenauigkeit auch dann schon wesentlich herab, wenn das vom Reflektor zurückkommende Licht mit freiem Auge noch sichtbar war. Die Strecken wurden, wie übrigens auch bei den anderen bisher mit dem Geodimeter durchgeführten Arbeiten, ohne Rücksicht auf ihre Länge zweimal gemessen. Dabei hat sich gezeigt, daß die Unterschiede zwischen zwei Messungen den Betrag von 2 cm nur ausnahmsweise überschritten, was bedeutet, daß man sich angesichts der verlangten Genauigkeit auch mit einer Messung hätte begnügen können. Trotzdem ist beabsichtigt, bei Geodimeterarbeiten, welche die Verdichtung des Feldes trigonometrischer Punkte zum Ziel haben, die Strecken auch künftighin zweimal zu messen, einerseits, weil die reine Meßzeit gegenüber der Zeit, die bei diesen weiträumigen Arbeiten für die Besetzung der Geodimeter- und Reflektorstationen aufgewendet werden muß, nicht ins Gewicht fällt, andererseits, weil dadurch gewisse mit der rechnerischen Auswertung der Meßdaten zusammenhängende, allerdings sehr selten auftretende Fehlermöglichkeiten ausgeschaltet werden. Als Beispiel für die Dauer der Geodimetermessungen, für die Streuungen zwischen den Messungen in den drei Frequenzen F_1 , F_2 und F_3 und für die Differenzen zwischen den zwei Messungen der

einzelnen Strecken sind die Daten eines der Polygonzüge in der Tabelle 1 zusammengestellt. An diesen Messungen fehlen außer den Instrument- und Reflektorkonstanten noch die einem Nomogramm zu entnehmenden Zusatzwerte, die den Einfluß von Temperatur und Luftdruck auf die Lichtgeschwindigkeit und damit auf den Maßstab des Gerätes berücksichtigen. Des weiteren mußten sie, da sie ja Schrägstrecken sind,

Tabelle 1

Erste Messung			Zweite Messung		Gesamtmittel
Strecke von nach	Datum Beginn Ende der Messung	F ₁ F ₂ F ₃ Mittel (m)	Beginn Ende der Messung	F ₁ F ₂ F ₃ Mittel (m)	
48 681 km 3,0	1. 8. 1962 10 ^h 02 10 ^h 15	596,55 ,56 ,54 <u>596,550</u>	10 ^h 17 10 ^h 34	596,57 ,56 ,54 <u>596,557</u>	596,554
km 3,0 Lanecker	2. 8. 1962 20 ^h 15 20 ^h 24	1 633,94 ,93 ,94 <u>1 633,937</u>	20 ^h 24 20 ^h 33	1 633,94 ,96 ,93 <u>1 633,943</u>	1 633,940
Lanecker Oberfeld	25. 7. 1962 20 ^h 31 20 ^h 41	1 426,67 ,69 ,68 <u>1 426,680</u>	20 ^h 41 20 ^h 50	1 426,68 ,68 ,70 <u>1 426,687</u>	1 426,684
Oberfeld km 7,0	31. 7. 1962 15 ^h 33 15 ^h 51	651,88 ,90 ,88 <u>651,887</u>	15 ^h 55 16 ^h 12	651,89 ,91 ,88 <u>651,893</u>	651,890
km 7,0 48 678	24. 7. 1962 16 ^h 23 16 ^h 42	442,58 ,55 ,57 <u>442,567</u>	16 ^h 43 17 ^h 00	442,57 ,56 ,58 <u>442,570</u>	442,568
48 678 km 8,4	31. 7. 1962 18 ^h 00 18 ^h 10	997,53 ,53 ,54 <u>997,533</u>	18 ^h 11 18 ^h 23	997,51 ,53 ,52 <u>997,520</u>	997,526
km 8,4 Duttendorf	23. 7. 1962 21 ^h 25 21 ^h 33	1 580,04 ,08 ,05 <u>1 580,057</u>	21 ^h 34 21 ^h 42	1 580,06 ,07 ,03 <u>1 580,053</u>	1 580,055
Duttendorf Oberkriebach	20. 7. 1962 20 ^h 56 21 ^h 07	2018,98 ,96 ,96 <u>2018,967</u>	21 ^h 08 21 ^h 17	2018,96 ,94 ,96 <u>2018,953</u>	2018,960

mit Hilfe der gemessenen Zenithdistanzen auf den Horizont reduziert werden, und schließlich waren für die rechnerische Weiterverwendung noch die Reduktionen bezüglich Meereshöhe und Projektionsverzerrung anzubringen.

Zum Transport der Geodimeterausrüstung und einer Wild T 2 Winkelmeßausrüstung mit Basislatte und Zwangszentrierungseinrichtung (letztere zur Durchführung örtlicher Einmessungen) wurde ein VW-Kombiwagen verwendet. Der Meßtrupp bestand aus einem Beobachter, einem Fahrer, der auch Protokollführer und Betreuer der Stromquellen war, einem Meßgehilfen, welcher die Reflektorstationen zu besetzen hatte, und einem Handlanger, dessen Aufgabe außer der Leistung von Trägerdiensten hauptsächlich im Ausputzen von Sicht- und sonstigen Hindernissen im mit Büschen bewachsenen Ufergelände war. Der Handlanger wurde übrigens nur bei der hier beschriebenen Arbeit verwendet; die übrigen bisher von uns durchgeführten Geodimeterarbeiten wurden von Beobachter, Fahrer und Reflektormann bestritten, zwei kleinere Arbeiten im offenen Gelände mit guten Zufahrtsmöglichkeiten von den beiden Erstgenannten allein.

Über die bei der geschilderten Arbeit erreichten Ergebnisse sollen einige Zusammenstellungen Aufschluß geben. Die Abbildung 4 ist eine Lageskizze der Polygonzüge. Die ungewöhnliche Form des Zugsverlaufes in der Gegend Asten-St. Radegund wurde durch die Geländeform und den Bewuchs erzwungen: Von dem Ausgangspunkt Kirche Asten mit einer Meereshöhe von 517 m war es nur auf dem Umweg über St. Radegund möglich, an die dort 365 m hoch gelegene Salzach heranzukommen. Eine ähnliche Situation ergab sich beim Punkt Strebl.

Insgesamt wurden 29 Festpunkte geschaffen. Dazu waren Winkelmessungen auf 33 Punkten notwendig, auf der Mehrzahl von ihnen auch (allerdings meistens einfache) örtliche Einmessungen. Mit dem Geodimeter waren 33 Polygonseiten zu messen. Der gesamte Zeitaufwand für Erkundung, Theodolit- und Geodimetermessungen betrug 24 Arbeitstage. Die Kosten dieser Arbeiten (Arbeiterlöhne, Außendienstgebühren der beteiligten Beamten, Betriebskosten des Fahrzeuges) beliefen sich auf etwa S 16000,—. Für die Signalisierung und Vermarkung der Punkte wurden ca. S 11000,— ausgegeben. Somit ergibt sich ein Gesamtaufwand von S 27000,—. Die triangulatorische Durchführung der Arbeit hätte, wie schon erwähnt, ca. 130000,— S gekostet, wozu allerdings zu bemerken ist, daß dabei zwangsläufig noch weitere Festpunkte mitbestimmt worden wären, von denen jedoch die meisten wegen ihrer für Kleinvermessungen ungünstigen Lage nur geringen Wert gehabt hätten.

Die Berechnung der Züge wurde in folgender Anordnung durchgeführt:

Zug 1: Von 48 681 über Duttendorf nach Oberkriebach

Zug 2: Von Oberkriebach über Strebl, km 15,4, nach Kirche Asten

Zug 3: Geschlossenes Polygon von Oberkriebach über Duttendorf, km 14,5, Strebl nach Oberkriebach

Zug 4: Von Kirche Asten nach 47904.

Die Züge wurden vorerst nach dem üblichen Näherungsverfahren gerechnet: Gleichmäßige Aufteilung des Winkelabschlußfehlers, erstmalige Durchrechnung mit anschließender Aufteilung der Koordinatenwidersprüche proportional den Seitenlängen, Orientierungsverbesserung mit Hilfe der Fernrichtungen, die allerdings nur auf wenigen Polygonpunkten vorhanden waren, und abermalige Durchrechnung.

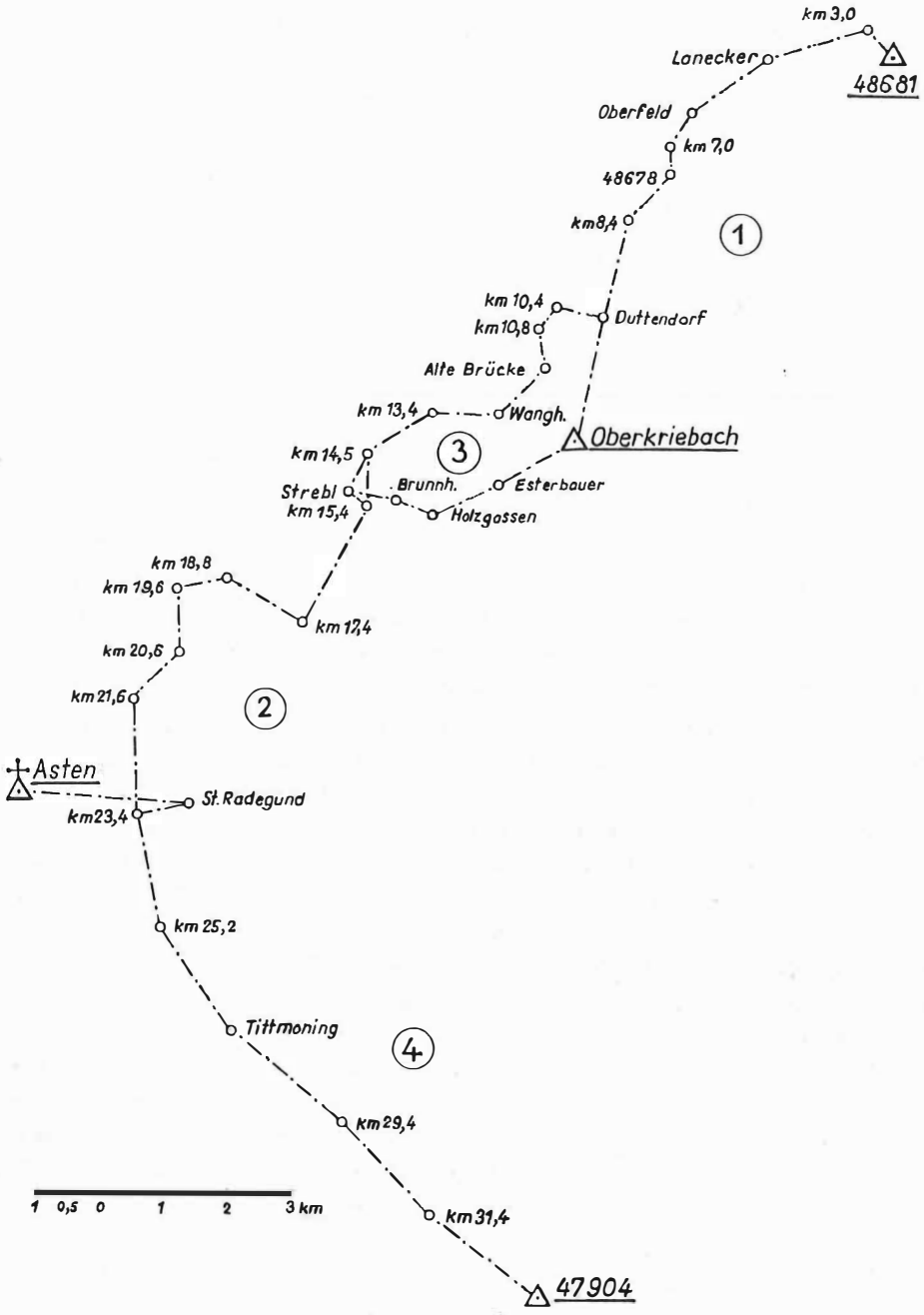


Abb. 4

In der Tabelle 2 sind die Ergebnisse zusammengestellt.

Tabelle 2

Zug Nr.	n	[s] Meter	$\frac{[s]}{L}$	f_{β}'	L-L'	q Meter	f
1	9	9344,01	1,2	22 ^{cc}	+0,23	+0,02	
2	13	15526,24	1,5	30 ^{cc}			0,12
3	12	11312,07	—	16 ^{cc}			0,06
4	8	13615,36	1,2	14 ^{cc}	-0,02	+0,09	

In dieser Tabelle bedeuten:

- n die Anzahl der Standpunkte,
[s] die Summe der Polygonseiten,
[s]/L die Ausbiegung des Zuges, wobei L die aus Koordinaten gerechnete Strecke zwischen Anfangs- und Endpunkt des Zuges ist,
 f_{β} den Winkelabschlußfehler,
L-L' den Längsfehler bei gestrecktem Zug,
q den Querfehler bei gestrecktem Zug,
f den linearen Abschlußfehler bei ausgebogenem oder geschlossenem Zug.

Die Züge werden nach dem Verfahren von Maly (ÖZfV 1963, Heft 1 und 2) auch streng ausgeglichen. Die linearen Lageunterschiede zwischen Näherungsberechnung und strenger Ausgleichung betragen bei 22 der 29 Neupunkte weniger als 4 cm; in einem Falle wurde der Höchstwert von 6 cm erreicht.

Außer der hier geschilderten Arbeit im Salzachbogen wurden im Jahre 1962 auf die gleiche Art Punktverdichtungen unterschiedlichen Ausmaßes in triangulär schwer zu bearbeitenden Gebieten durchgeführt, deren Ergebnisse ebenfalls durchwegs zufriedenstellend ausfielen. In Niederösterreich (Ybbstal) ein Polygonzug von Göstling über Groß-Hollenstein nach Weyer: Anzahl der Neupunkte $n = 23$, Gesamtlänge [s] = 32 km. In Niederösterreich (Pielachtal) zwischen Rabenstein und Schwarzenbach zwei Polygonzüge: $n = 13$, [s] = 17 km. In Oberösterreich im Anschluß an die Salzacharbeit zwei kleinere Arbeiten im Innviertel: $n = 8$, [s] = 15 km. In sechs verschiedenen Gegenden Tirols kleine Arbeiten mit insgesamt $n = 9$, und [s] = 16 km.

Das Geodimeter wurde auch dazu verwendet, die Punktlagegenauigkeit triangulär schwach bestimmter Punkte, wie sie mitunter am Rande von Kleintriangulierungsnetzen in Waldgebieten vorkommen, durch Messung einzelner Netzseiten zu verbessern. Für den rechnerischen Einbau dieser zusätzlichen Bestimmungsstücke in die Netzausgleichung wurde das übliche Ausgleichsverfahren entsprechend abgeändert.

In der Feldarbeitszeit des Jahres 1963 wird das Geodimeter vornehmlich mit Aufgaben gleicher Art wie 1962 befaßt sein. Außerdem ist beabsichtigt, mit seiner Hilfe in geeigneten Gebieten auch die Bestimmung von Punkten 6. Ordnung (Einschaltpunkte) zu vereinfachen. An die Einführung der Methode der Festpunktbestimmung durch Streckenmessung allein (Trilateration), zu welcher das Geodimeter eine Handhabe bieten würde, ist bei der Triangulierungsabteilung derzeit nicht ge-

dacht, weil man sich davon keine Arbeitseinsparung erwartet. Wegen der Notwendigkeit, die vom Geodimeter gemessenen Schrägstrecken auf den Horizont zu reduzieren, und weil überhaupt die Festpunkte auch höhenmäßig zu bestimmen sind, müssen sie auch mit einem Winkelmeßinstrument begangen werden, wobei dann die Horizontalwinkel gleich mitgemessen werden können und die Arbeit mit dem gegenüber dem Theodoliten doch viel schwerer beweglichen Geodimeter erspart bleibt. Außerdem bietet der Theodolit den Vorteil, daß mit ihm Richtungen auch noch unter atmosphärischen Bedingungen gemessen werden können, welche Geodimetermessungen, die, wie schon eingangs erwähnt, in bezug auf die Klarheit der Atmosphäre und auf Lichtverhältnisse viel empfindlicher sind, längst nicht mehr zulassen, ganz zu schweigen von der Notwendigkeit, die Messung längerer Strecken in die Nachtstunden zu verlegen.

Die Herstellerfirma ist bemüht, die Schwierigkeiten bei Tageslichtmessungen herabzusetzen. Sie hat im Jahre 1962 versuchsweise die als Lichtquelle dienende Glühlampe durch eine Quecksilberdampflampe mit vielfach höherer Lichtausbeute ersetzt, die den Meßbereich bei Tage wesentlich erweitern soll. (Siehe *J. Mitter*: Das Geodimeter NASM-4B mit Quecksilberhöchstdrucklampe, AVN, 70 [1963], Heft 3, S. 104—106.)

Abschließend ist zu sagen, daß das Geodimeter im ersten Jahre seiner Verwendung im Dienste der Verdichtung des österreichischen Festpunktfeldes bedeutende Einsparungen erbracht hat. Bei der Planung der Triangulierungsarbeiten des Jahres 1963 spielt es schon eine wichtige Rolle als Element der Rationalisierung.

Literatur zum Arbeitsprinzip:

AGA, Svenska AB Gasaccumulator, Stockholm-Lindingö, vertreten durch Fa. Dr. Wilhelm Artaker, Wien 3, Reisnerstraße 6: Betriebsanweisung für das Geodimeter NASM-4B.

Kondraschkow, A. W.: Elektro-optische Entfernungsmessung, VEB-Verlag für Bauwesen, Berlin 1961.

Literatur über Arbeitserfahrungen:

Sonderhefte „Elektronische Entfernungsmessung I und II“ der AVN, 69 (1962), Hefte 5 und 6.

Diagramm für die Zulässigkeit spitzer Winkel beim Rückwärtseinschneiden

Von *Walter Smetana*, Wien

Zusammenfassung

Die vorliegenden Untersuchungen sind für Kleinsttriangulierungsnetze (durchschnittliche Seitenlänge von 0,5 bis 1 km) gedacht.

Die Zulässigkeit eines spitzen Winkels beim Rückwärtseinschneiden im Bereich von 1 bis 10 Grad neuer Teilung kann an einem Diagramm abgelesen werden, das die schrankenmäßig abgegrenzten Festpunkträume für Lagegenauigkeit von 1 bis 1,5 cm kennzeichnet.

Abstract

The investigation at hand concerns smallest triangulation networks (average side length from 0,5 to 1,0 km).

The permissibility of an acute angle in resecting, ranging from 1 to 10 grades, can be read from a diagram characterizing the limited regions of fixpoints for an accuracy of position of 1,0 to 1,5 cm.