

Paper-ID: VGI_196801



Die Prüfbasis Wien-Prater, Hauptallee für elektrooptische Entfernungmeßgeräte

Josef Mitter ¹

¹ *B. A. für Eich- u. Verm., 1080 Wien, Friedrich-Schmidtplatz 3*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **56** (1), S. 1–12

1968

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Mitter_VGI_196801,  
Title = {Die Pr{"u}fbasis Wien-Prater, Hauptallee f{"u}r elektrooptische  
Entfernungsme{\ss}ger{"a}te},  
Author = {Mitter, Josef},  
Journal = {{{"0}sterreichische Zeitschrift f{"u}r Vermessungswesen},  
Pages = {1--12},  
Number = {1},  
Year = {1968},  
Volume = {56}  
}
```



ÖSTERREICHISCHE ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

Herausgegeben vom
ÖSTERREICHISCHEN VEREIN FÜR VERMESSUNGSWESEN

Offizielles Organ

des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Gruppen f. Vermessungswesen),
der österreichischen Kommission für die Internationale Erdmessung und
der Österreichischen Gesellschaft für Photogrammetrie

REDAKTION:

emer. o. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. H. Rohrer,
o. Prof. Hofrat Dr. phil. Dr. techn. e. h. K. Ledersteger und
Hofrat Dipl.-Ing. Dr. techn. Josef Mitter

Nr. 1

Baden bei Wien, Ende Februar 1968

56. Jg.

Die Prüfbasis Wien — Prater, Hauptallee für elektrooptische Entfernungsmessgeräte

Von *Josef Mitter*, Wien

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

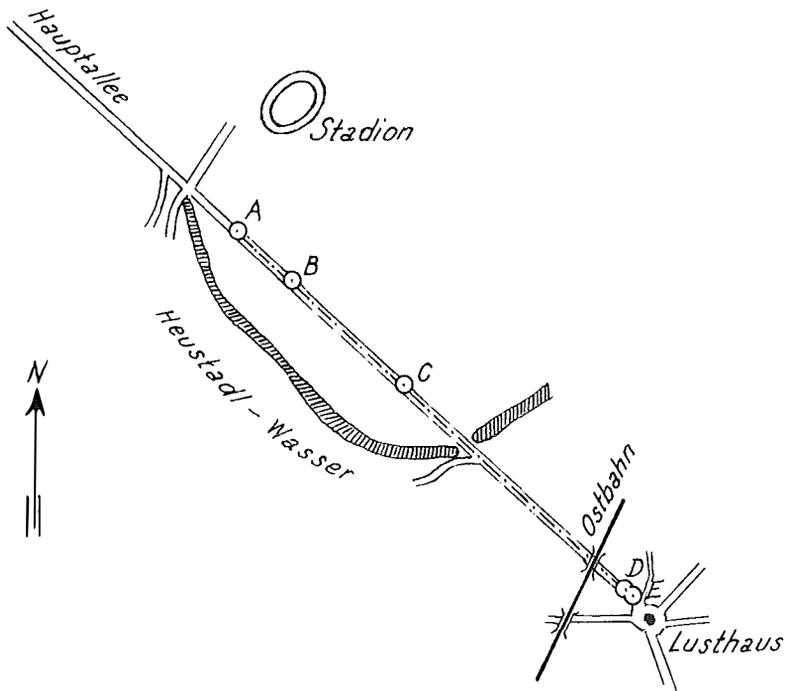
1. Einleitung

Im Herbst vorigen Jahres wurde vom Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in der südöstlichen Hälfte der Hauptallee im Wiener Prater, zwischen Stadion und Lusthaus, eine Prüfbasis und Teststrecke für die elektrooptischen Entfernungsmessgeräte des Bundesamtes (Geodimeter Typ 4 und 6) von rund 1776 m Länge errichtet. Sie ist durch zwei Zwischenpunkte so unterteilt, daß sechs Strecken von 264, 504, 768, 1008, 1512 und 1776 m zur Verfügung stehen (Abbildung 1, Punkte A, B, C und D). Eine kurze Anschlußstrecke am südöstlichen Endpunkt von 37,5 m dient der Bestimmung der Instrumentenkonstante und der Prüfung der Komparierung von Basislatten (Abbildung 1, Punkt E).

Der Grundgedanke bei der Errichtung der Prüfbasis war, leicht erreichbare und gut zugängliche Vergleichsstrecken zu besitzen, deren Maßstab bzw. Längen als absolut anzusehen sind. Regelmäßige Instrumentenvergleichen auf ihnen sollen die Stabilität ihres Maßstabes sichern und über die Notwendigkeit der Neueichung des Phasenschiebers entscheiden. Darüber hinaus soll die Basis theoretischen und praktischen Untersuchungen von elektronischen Kurzstreckenmessgeräten dienen, wie das Beispiel der Arbeit von *K. Peters*, *E. Korschineck* [1] bereits zeigt.

Die Teststrecke verläuft in ihrer gesamten Länge in der ehemaligen Reitallee nördlich der Fahrbahn der Hauptallee und besitzt durch den geschlossenen, hohen

Alleebaumbestand, sie liegt gantztägig im Schatten, ideale, laborähnliche (= homogene) meteorologische Bedingungen, d. h. daß das eventuell für die längeren Strecken bereits kritische Temperaturfeld, gantztägig praktisch konstant ist. Der Signalweg selbst verläuft über die gesamte Basisstrecke zum Boden parallel.



Österreichische Karte 1:25.000
Blatt 5911

Abb. 1

Die Messung der Basis erfolgte mit der Invardrahtausrüstung des Bundesamtes (Secretandrahte Nr. 528 und 529 bzw. auch 527, Spannböcke nach dem System Witram) gemeinsam durch die Abteilungen K 2 und K 3.

2. Die Stabilisierung

Die Festlegung der Punkte erfolgte mittels nach oben verjüngten, armierten Betonpfeilern von 0,90 m Länge mit halbkugelförmigen Eisenbolzen auf der Kopffläche. Das Zentrum wird durch ein Bohrloch von 1 mm Durchmesser in einem, in den Bolzen eingelassenen Messingzylinder markiert. Die Steine stehen auf Betonfundamenten und sind etwa 0,09 m unter die Gehwegoberfläche (Asphalt) versetzt. Ein gußeiserner Senkkasten mit abnehmbarem Deckel schützt die Punktmarkierung.

3. Die Invardrahtmessung

Obwohl Invardrahtmessungen im allgemeinen heute zu den geodätischen Routinearbeiten gehören, wenn Kurz- oder Hilfsbasen großer Genauigkeit verlangt

werden, sei über die Anlage und Durchführung dieser Messungen kurz berichtet, da einige sich bewährende Einrichtungen eingesetzt wurden und der Meßvorgang technische Beschränkungen verlangte.

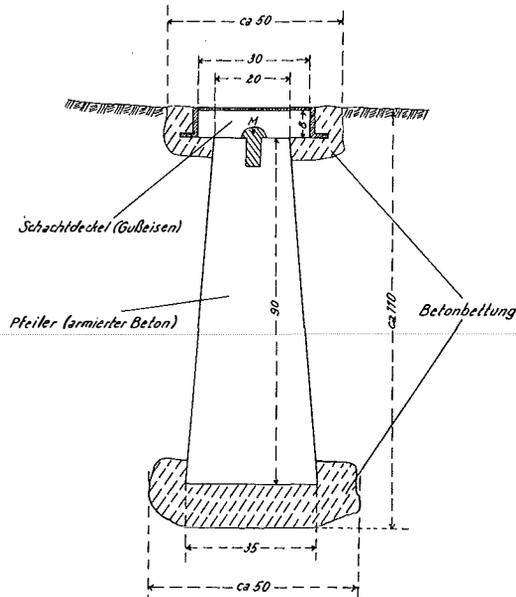


Abb. 2

Maße in cm

M: Eingelassener Messingzylinder, Länge 20 mm, \varnothing 8 mm, Bohrloch \varnothing 1mm

Als wichtigster Punkt scheint dabei die Ergänzung der Polygonausrüstung zum Wild-Theodolit T 2 durch ein Einsatzstück mit Jäderinzapfen in den Theodolitreifuß auf; die Drahtmessung mußte wegen der gegebenen Situation über Stative ausgeführt werden. Dieses Einsatzstück wurde nach den ersten Überlegungen von der Instrumentenwerkstätte des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in zwei Ausfertigungen angefertigt: eine, bei der der Jäderinzapfen starr und streng zentrisch mit seiner Unterlagsplatte verbunden ist, eine zweite, bei der der Jäderinzapfen mittels dreier horizontal wirkender Stellschrauben auf der Unterlagsplatte verschoben werden kann. Die zweite Form, die einer älteren Ausführung der Fa. Carpentier/Paris entspricht, sollte ein rascheres Einrichten der Meßmarken in die Basisflucht erlauben. Wie die Erfahrungen beim Alignement jedoch zeigten, ist die starre Ausführung im Gebrauch der anderen überlegen und das Einrichten der starren Zapfen in die Basisflucht durch alternierendes Verschieben und Nachhorizontieren der Theodolitreifüße rascher und sicherer möglich als mit dem verschiebbaren Typ. Zum Einrichten selbst wird der Dreifuß so verdreht, daß die geneigte Anlegefläche für die Drahtskalen zur Flucht parallel liegt bzw. der Indexstrich dazu senkrecht und eine konische, weiß lackierte Zielspitze aufsteckt (Abb. 3/1, 2).

Zum Alignieren wurde ein Theodolit T 2 mit Zieltafel aus der zugehörigen Polygonausrüstung benutzt. Die Zentrierung über der Bodenstabilisierung erfolgte

mittels der optischen Lote, die Restabweichungen in Richtung Basisflucht wurden durch Abloten („große Lotung“) mittels des seitlich unter 90° zur Basis abgesetzten Theodolits bestimmt. Da insgesamt nur 10 Jäderinzapfen zur Verfügung standen, mußte die Drahtmessung in Abschnitten zu je 9 Drahtlagen durchgeführt werden. Analog dazu verlief auch der Aligmentvorgang, wobei die Theodolitaufstellung innerhalb der beiden längeren Teilstrecken BC und CD so gewählt wurde, daß die

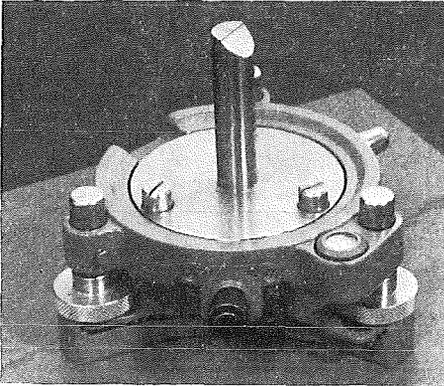


Abb. 3/1

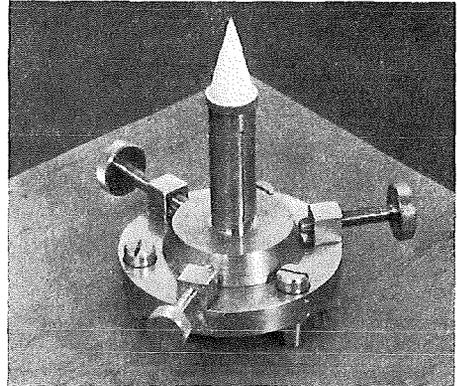


Abb. 3/2

Zielspitzen einwandfrei eingerichtet werden konnten (ca. 250 m). Durch das scharfe Einrichten entfiel (mit Ausnahme des Abschnittes AB) die Ausweich-(Aligments-) Korrektur (k_4).

Der Meßvorgang war, wie schon angedeutet, durch das Vorhandensein von nur 10 Jäderinmarken begrenzt. Die Teilstücke mit je 9 Drahtlagen wurden jeweils im Hin- und Rückgang mit zwei Drähten gemessen und die Zapfenhöhen gleichzeitig einnivelliert. Nur in der Teilstrecke CD (42 Drahtlagen) wurden die beiden südöstlichen Schlußabschnitte aus örtlichen Gründen (Überwindung eines Streusplittlagers) in 8 und 7 Lagen unterteilt.

Die Drahtmessungen fanden vom 8. bis 11. November 1966 bei bedecktem Himmel, kühlem, aber trockenem Wetter und fast völliger Windstille (nur am 9. November leichter Wind aus SO in Basisrichtung) statt. Die Drahttemperatur wurde über die hier als repräsentativ anzusehende Lufttemperatur mittels Schleudertemperaturmeter bestimmt.

4. Auswertung und Ergebnisse der Drahtmessungen

Für die Messung wurden die Invardrähte Nr. 528 und 529 bzw. auf dem Teilstück AB auch der Draht Nr. 527 (Fa. Secretan/Paris) des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen verwendet.

Die Drahtlängen sind durch die Drahtgleichungen aus den Komparierungen definiert. Von den verwendeten Drähten lagen nun einerseits unter verschiedenartigen Verhältnissen gewonnene Gleichungen aus Laborkomparierungen an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) in Braunschweig, Abt. I, andererseits aus

der Nachmessung der Interferenzbasis München vor. Beide Komparierungen waren im Anschluß an die Basismessung Heerbrugg (1959) erfolgt.

Die bezogenen Laborkomparierungen durch die PTB waren sowohl mit der festen Einrichtung der PTB als auch mit Benützung der wirksamen Elemente des österreichischen Spannzeuges (Spannbockrollen, Spannbänder und Gewichtsstücke) durchgeführt worden.

Sie ergaben im ersten Falle laut Prüfschein der PTB, GZl. 1492/60 I A/Y vom 31. März 1960 für $t_0 = + 20^{\circ} \text{C}$, für den Abstand der Nullstriche der beiden Drahtskalen, für den

Draht Nr. 527 24 m $- 201 \mu\text{m}$,

Draht Nr. 528 24 m $+ 361 \mu\text{m}$,

Draht Nr. 529 24 m $- 483 \mu\text{m}$.

Die Ausdehnungskoeffizienten waren laut Prüfschein der PTB, GZl. 24 296/58 I A/Y vom 15. Dezember 1958 $+ 0,11$, $+ 0,11$ und $+ 0,12 \mu\text{m}$ pro Grad C und Meter.

Die Komparierung mit den österreichischen Spannzeugelementen ergaben infolge der größeren wirksamen Spannmasse ($+ 80,2 \text{ g}$) folgende Längen ($t_0 = + 20^{\circ} \text{C}$):

Draht Nr. 528 24 m $+ 440 \mu\text{m}$,

Draht Nr. 529 24 m $- 410 \mu\text{m}$.

Draht Nr. 527 wurde nicht verglichen. Das Mittel aus der Verlängerung der Drähte Nr. 528 und 529 beträgt $+ 76 \mu\text{m}$ und kann mit großer Berechtigung für den vorliegenden Zweck zur Bestimmung der wirksamen Drahtlänge von Nr. 527 verwendet werden. Sie beträgt damit

24 m $- 125 \mu\text{m}$.

Die Genauigkeit der von der PTB ermittelten Werte beträgt dabei für die Längen $\pm 20 \mu\text{m}$, für die Ausdehnungskoeffizienten, die für den Bereich $+ 10$ bis $+ 30^{\circ} \text{C}$ bestimmt wurden, $\pm 0,05 \mu\text{m}/\text{grd m}$.

Aus den Drahtvergleichen auf der Interferenzbasis München (Länge 864,019 535 m $\pm 0,079 \text{ mm}$) [2] am 14. und 15. September 1959 ergaben sich laut Auswertung des Institutes für Angewandte Geodäsie (IfAG) in Frankfurt/M. für die mit den österreichischen Spannböcken ausgeführten Vergleichen der Drähte Nr. 528 und 529 für $t_0 = + 20^{\circ} \text{C}$ die Längen

Draht Nr. 528 24 m $+ 424 \mu\text{m}$,

Draht Nr. 529 24 m $- 422 \mu\text{m}$.

Draht Nr. 527 wurde mit Witramspannböcken des IfAG verwendet und ergab die Drahtlänge von

24 m $- 200 \mu\text{m}$.

Da laut Prüfschein PTB 1492/60 I A/Y der Einfluß der wirksamen Spannmasse der österreichischen Spannböcke um, im Mittel, $+ 44 \mu\text{m}$ größer ist als des Spannzeuges des IfAG, ergibt sich als vergleichsfähiger Wert für den Draht Nr. 527 auf der Interferenzstrecke

24 m – 156 μm .

Wie der Vergleich PTB (österreichisches Spannzeug) minus Interferenzbasis (österreichisches Spannzeug) – die entsprechenden Werte sind unterstrichen – zeigt, liegt eine kleine systematische Differenz vor, in der auch noch der Einfluß des Schwereunterschiedes (= Spannungsänderung) Braunschweig-München von $-3,966 \mu\text{m}/24 \text{ m}$ enthalten ist (Klammerwerte reduziert):

Draht Nr. 527: $+ 31 (27) \mu\text{m}$,
 Draht Nr. 528: $+ 16 (12) \mu\text{m}$,
 Draht Nr. 529: $+ 12 (8) \mu\text{m}$.

Die größere Abweichung beim Draht Nr. 527 ist wahrscheinlich durch die beiderseitige Extrapolation verursacht, die Werte der beiden anderen Drähte fallen aber in den Unsicherheitsbereich der PTB: $\pm 20 \mu\text{m}$. Diese Gegenüberstellung, die zugleich dem mit Invardrahtmessungen weniger vertrauten Geodäten einen Einblick in die Komparierungsprobleme gibt, zeigt, daß faktisch die Laborkomparierung bei Mitverwendung der feldmäßigen Spanneinrichtung mit der heute bevorzugten Drahtvergleiche auf Interferenzbasen, die den Meßvorgang inklusive Personal einschließt, an Genauigkeit *gleichgesetzt* werden kann. Ein Ergebnis, das nicht a priori zu erwarten ist.

Die vorliegenden Drahtkonstanten gelten wegen der bekannten Instabilität des Invarstahles theoretisch nur für den Zeitpunkt ihrer Bestimmung. Sie ändern sich ferner durch den Gebrauch der Drähte: Auf- und Abrollen, dauernder Dehnungseinfluß durch das Spannen, Erschütterungen beim Transport u. ä. Dem äußeren Einfluß der Änderung der wirksamen Spannmasse (= Spannungsänderung!) infolge Reibungszunahme, kann durch regelmäßige Kontrolle der Spannbockrollenreibung durch „Abwiegen“ und Reinigen bzw. Schmieren der Kugellager und durch Auswechseln geknickter Spannbänder begegnet werden. (Einer Spannungsänderung von 1 g entspricht eine Längenänderung von $1,1 \mu\text{m}/24 \text{ m}$. Normale „Reibungsempfindlichkeit“ beider Spannbocke plus -bänder rd. 30 bis 40 g.)

Für den vorgegebenen Zweck: Messung der Praterbasis zur Prüfung elektronischer Distanzmesser konnten die wohl schon sechs Jahre alten Drahtkonstanten als mit großer Wahrscheinlichkeit noch sicher genug angesehen werden. Die erste Durchrechnung erfolgte mit den von der PTB für das österreichische Spannzeug ermittelten Werten:

Draht Nr. 527: $L = 24 \text{ m} + [2,64 (t_m - 20^0 \text{ C}) - 129] \mu\text{m}$,
 Draht Nr. 528: $L = 24 \text{ m} + [2,64 (t_m - 20^0 \text{ C}) + 436] \mu\text{m}$,
 Draht Nr. 529: $L = 24 \text{ m} + [2,88 (t_m - 20^0 \text{ C}) - 414] \mu\text{m}$,

an denen noch der Einfluß der Schwere-differenz Braunschweig-Wien: $-4,310 \mu\text{m}/24 \text{ m}$ angebracht wurde. Diese Gleichungen ergeben die Sehnenlänge der vom Meßdraht eingenommenen Durchhanglinie für horizontale Sehnenlage. Um von der in Wirklichkeit meist vorliegenden Meßsituation: Sehnen der durch allgemeine Lage im Raum deformierten Durchhanglinien, die Drahtsehnen einer Teilstrecke bilden einen räumlichen Polygonzug, zur Projektion in eine Vertikalebene und auf einen

Tabelle 1

Auswertung mit den Drahtkonstanten der PTB

Strecke	Anzahl n der Drahtlag.	Datum	Draht Nr.	Hin-		Rück-	Differenz d der Spalten (5-6)	Mittel aus Hin- Rückmessg.	k_1	k_5	k_7	k_8	[k] Spalten (9 ... 12)	Schrägstreckes Spalten (8 + 13)
				messung										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
				m	m	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	m
AB	11	8. 11. 66	528	264,024 786	024 185	+0,601	264,024 486	-2,857	+0,500	+0,003	+0,216	-2,144	264, 022 342	
		9. 11. 66	529	264,029 452	028 629	+0,823	264,029 040	-5,013	-2,250	-0,008	+0,216	-7,055	264, 021 985	
		11. 11. 66	527	264,028 080	027 797	+0,283	264,027 938	-3,980	-2,300	-0,009	+0,216	-6,073	264, 021 865	
BC	21	9. 11. 66	528	503,827 204	826 760	+0,444	503,826 982	-1,320	+1,700	+0,041	-0,023	+0,398	264, 022 064	
		9. 11. 66	529	503,826 681	826 021	+0,660	503,826 351	-1,320	+1,700	+0,034	-0,023	+0,391	503, 826 742	
CD	42	10. 11. 66	528	1007,926 923	927 351	-0,428	1007,927 137	-5,009	+0,300	+0,024	-0,125	-4,810	503, 827 061	
		11. 11. 66	529	1007,933 787	934 162	-0,375	1007,933 974	-8,477	-0,900	+0,007	-0,125	-9,495	1007, 922 327	
													1007, 924 479	
												Mittel AB:	264, 022 064	
												Mittel BC:	503, 827 061	
												Mittel CD:	1007, 923 403	

gemeinsamen Horizont bzw. die Bezugsfläche zu kommen, ist, wie bekannt, die Anbringung von rund 11 Korrekturen (offiziell k_0 bis k_{10}) notwendig (siehe z. B. [3], [4]).

Von diesen Korrekturen sind

k_0 ... Drahtkonstante und

k_{10} ... Schwerkraft-Gewichtskorrektur für den Schwereunterschied Braunschweig-Wien

bereits in den Drahtgleichungen enthalten, von den übrigen waren nur

k_1 ... Höhenkorrektur wegen ungleicher Höhe der Jäderinzapfen,

k_5 ... Lotungskorrektur,

k_6 ... Temperaturkorrektur,

k_7 ... Skalenneigungskorrektur und

k_8 ... Reduktion auf den mittleren Messungshorizont ($= H_B$) und auf den Schrägabstand der Stabilisierungen

anzubringen. Die Teilstrecke AB war bei der Messung mit dem Draht Nr. 528 nicht aligniert, der Einfluß (k_4) jedoch gleich Null. Alle anderen Korrekturen waren einflußlos.

Das Ergebnis der Drahtmessungen und ihrer Auswertung zeigt die Tabelle 1.

Die Ergebnisse der zweiten Durchrechnung mit den Drahtkonstanten von der Münchener Interferenzbasis:

$$\text{Draht Nr. 527: } L = 24 \text{ m} + [2,64 (t_m - 20^\circ \text{ C}) - 156] \mu\text{m},$$

$$\text{Draht Nr. 528: } L = 24 \text{ m} + [2,64 (t_m - 20^\circ \text{ C}) + 424] \mu\text{m},$$

$$\text{Draht Nr. 529: } L = 24 \text{ m} + [2,88 (t_m - 20^\circ \text{ C}) - 422] \mu\text{m},$$

(wobei von der Anbringung des verschwindenden Einflusses des Schwereunterschiedes München-Wien: $-0,344 \mu\text{m}/24 \text{ m}$ abgesehen wurde) zeigt die Tabelle 2.

Tabelle 2

Ergebnisse bei Verwendung der Drahtkonstanten von der Interferenzbasis

Strecke (n)	Draht Nr.	$\Delta k^1)$	$\Delta s^2)$	s	s Mittel
		mm	mm	m	m
AB (11)	528	-0,012	-0,132	264, 022 210	264, 021 892
	529	-0,008	-0,088	264, 021 897	
	527	-0,027	-0,297	264, 021 568	
BC (21)	528	-0,012	-0,252	503, 827 128	503, 826 851
	529	-0,008	-0,168	503, 826 574	
CD (42)	528	-0,012	-0,504	1007, 921 823	1007, 922 983
	529	-0,008	-0,336	1007, 924 143	

1) $\Delta k_{24} = k$ (Interferenzbasis) - k (PTB), (k = Drahtkonstante)

2) $\Delta s = n \Delta k$

Die Ergebnisse aus den beiden Tabellen zeigen zwar den entsprechenden systematischen Unterschied, haben aber die gleiche Wahrscheinlichkeit. Sie wurden gemittelt und daraus die Schrägdistanzen der weiteren Streckenkombinationen AC , AD und BD mit Hilfe der nivellierten Höhen bzw. Höhenunterschiede der Stabilisierungen (siehe Tabelle 3) berechnet. (Bezugshorizont durch den in mittlerer Höhe gelegenen Punkt B.) Tabelle 4 zeigt die Zusammenstellung aller Schrägentfernungen.

Tabelle 3

Meereshöhen und Höhenunterschiede

Höhe über Adria	H
A 158,835 m	0,000 m
B 158,453 m	− 0,382 m
C 158,188 m	− 0,647 m
D 157,891 m	− 0,944 m

Tabelle 4

Schrägdistanzen

$AB \dots 264,022 \text{ 0 m}$	$AC \dots 767,848 \text{ 9 m}$
$BC \dots 503,827 \text{ 0 m}$	$AD \dots 1775,772 \text{ 1 m}$
$CD \dots 1007,923 \text{ 2 m}$	$BD \dots 1511,750 \text{ 2 m}$

5. Zur Genauigkeit der Drahtmessungen

Zur Genauigkeit der ausgewiesenen Distanzen sei eine kurze, teilweise stichprobenhafte Fehlerbetrachtung der Drahtmessungen angeschlossen.

Die Genauigkeit der Konstanten- und Ausdehnungskoeffizientenbestimmung durch die PTB wurde im Abschnitt 4 bereits mitgeteilt. Die Genauigkeit der Konstantenbestimmung auf der Interferenzbasis München kann als gleich groß wie in [5]: $\pm 43 \mu\text{m}$ angenommen werden. Sie ist damit nur halb so genau wie der von der PTB angegebene Wert, doch sprechen die Ergebnisse (Tabelle 5), analog zu der Schlußbemerkung in [5, Abschnitt 5.1 (S. 23)], für die Gleichwertigkeit bzw. gleiche Genauigkeit der beiden Arten der Konstantenbestimmung. Sie sprechen gleichzeitig auch, soweit sich dies aus den relativ kurzen Strecken schließen läßt, für die Konstanz der Konstanten seit der letzten offiziellen Bestimmung und der Einflußlosigkeit des jahrelangen aufgerollten Zustandes. Tabelle 5 zeigt den Vergleich der Gesamtstrecke nach PTB- und Interferenzbasiswerten:

Tabelle 5

Draht Nr.	PTB-	Interferenzbasiswerte
	m	m
528	1775,772 049	1775,771 161
529	773 206	772 614
mm	$\Delta_1 = -1,157$	$\Delta_2 = -1,453$

Die relative Genauigkeit M/s ergibt sich daraus, für die Doppelbeobachtung ist $M = \pm \Delta/2 = \pm 0,58$ bzw. $\pm 0,73$ mm, mit 1:3060 000 bzw. 1:2430 000, wobei in den Δ -Werten als wichtigster Nebeneinfluß die Unsicherheit von 6 Lotungen: je $\pm 0,1 \dots 0,2$ mm enthalten ist: $m_L = \pm 0,2 \sqrt[6]{6} \sim \pm 0,49$ mm. Nimmt man aber die Komparierungsunsicherheit der Konstanten als systematische Einflüsse an, so ergeben sie absolut genommen bei 74 Drahtlagen im Falle PTB 0,020.74 = 1,48 mm, im Falle Interferenzbasis 0,043.74 = 3,18 mm! Sieht man von der Unsicherheit in den Drahtkomparierungen als Teilursache für die Differenzen Δ ab, so ergibt sich der mittlere Fehler einer einzelnen Drahtlage m_0 daraus mit

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{\Delta^2_1 - 2m^2_L}{74}} = \pm 0,11 \text{ mm.}$$

Andrerseits ergibt sich der mittlere Fehler m_0 aus den einzelnen Teilabschnitten nach der Formel

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[d \ d]}{2 \ k \ n}},$$

($d \dots$ Differenz Hin-Rückmessung laut Tabelle 1, Spalte 7, $k \dots$ Anzahl der Drähte, $n \dots$ Anzahl der Drahtlagen) nach Tabelle 6. Der resultierende Mittelwert von $\pm 0,09$ mm ist in guter Übereinstimmung mit dem vorliegenden Wert von $\pm 0,11$ mm.

Tabelle 6

Strecke	Draht Nr.	n	d/mm	k, m_0
AB	528	11	+ 0,601	$k = 3$ $m_0 = \pm 0,13$ mm
	529		+ 0,823	
	527		+ 0,283	
BC	528	21	+ 0,444	$k = 2$ $m_0 = \pm 0,09$ mm
	529		+ 0,660	
CD	528	42	- 0,428	$k = 2$ $m_0 = \pm 0,04$ mm
	529		- 0,375	
AD	528	74	+ 0,617	$k = 2$ $m_0 = \pm 0,07$ mm
	529		+ 1,108	

Als letztes sei die Berechnung von m_0 aus der Strecke CD aus den Differenzen d der korrespondierenden Hin- und Rückmessungen aufgeführt. Sie ergibt für die Drähte

$$\begin{array}{ccc} \text{Nr. 528} & \text{und} & \text{Nr. 529} \\ m_0 = \pm 0,055 \text{ mm} & & m_0 = \pm 0,056 \text{ mm.} \end{array}$$

Der mittlere Fehler M der Basis und ihrer einzelnen Teilstrecken ergibt sich somit unter der Annahme von m_0 (Mittel) = $\pm 0,09$ mm für eine Drahtlage und $m_L = \pm 0,2 \sqrt[2]{2}$ pro Teilstück nach der Formel

$$M = \pm \frac{1}{\sqrt{k}} \sqrt{\frac{m_0^2 \cdot n}{2} + m_L^2}$$

für die Teilstücke und

$$M = \pm \frac{1}{\sqrt{k}} \sqrt{\frac{m_0^2 \cdot n}{2} + m_L^2 \cdot N}$$

($N \dots$ Anzahl der Teilstrecken)

für die Gesamtlänge der Basis, im einzelnen mit:

$$\begin{aligned} M_{AB} &= \pm 0,20 \text{ mm}, & M_{BC} &= \pm 0,29 \text{ mm} \\ M_{CD} &= \pm 0,35 \text{ mm}, & M_{AD} &= \pm 0,52 \text{ mm} \end{aligned}$$

Der Wert M_{AD} stimmt dabei, alle Fehlerrechnungen wurden mit den PTB-Werten angestellt, mit dem M -Wert aus der Tabelle 5: $M = \pm 0,58 \text{ mm}$ fast streng überein, so daß die abgeleiteten bzw. abgeschätzten Meßgenauigkeiten mit großer Wahrscheinlichkeit als reell zu betrachten sind.

6. Ergänzungen

Wie schon in der Einleitung erwähnt, wurde am Südostende der Basis in ihrer Flucht noch ein Punkt E eingerichtet, der zur Konstantenbestimmung für die Geodimeter Typ 4 und 6 und zur Prüfung der Komparierung von 2 m-Basislatten dient. Die Stabilisierung des Punktes E ist analog, der horizontale Abstand DE beträgt 37,521 4 m (Invarbandmessung).

Der Vollständigkeit halber sei noch mitgeteilt, daß die Abt. K 3 (Triangulierung), durch Ableitung von nahe gelegenen Triangulierungspunkten 5. Ordnung, die mittels Präzisionspolygonierung (Basislattenzüge) bestimmt wurden, die Gauß-Krüger-Koordinaten der Basispunkte berechnete [6] (Tabelle 7).

Tabelle 7

Koordinaten der Basispunkte

Punkt	Offizielle Punktnummer ¹⁾	y/m	x/m
A	649—59	+ 6 459,596	5 340 537,306
B	648—59	6 666,932	340 373,855
C	647—59	7 062,606	340 061,957
D		7 854,104	339 437,930
E	646—59	7 883,571	339 414,700

¹⁾ Punktnummer in der Österr. Karte 1: 50 000

(Die Höhe des Punktes E wurde trigonometrisch von D abgeleitet und beträgt 157,88 m.) Die Berechnung der Koordinaten erfolgte ohne zwangsweiser Berücksichtigung der gemessenen Strecken, abgestimmt auf die Ausgangspunkte.

Der vorstehende Bericht dient der Bekanntmachung der Einrichtung der Prüfbasis Wien-Prater, die allen Interessenten offen steht, und zugleich ein wesentlicher Beitrag des staatlichen Vermessungsdienstes zur Erreichung der Maßstabseinheitlichkeit bei geodätischen Messungen — zum gleichen Zweck wurden bereits vor einigen Jahren bei allen Vermessungsämtern Justier- und Komparierbasen für optische (Doppelbild-) Entfernungsmesser eingerichtet — und somit zur Erreichung der im zukünftigen Vermessungsgesetz vorausgesetzten gegebenen Grundlagen sein soll. Daneben sollte gezeigt werden, daß mit relativ einfachem, man könnte sagen improvisiertem, instrumentellem (und personellem) Aufwand eine der offiziellen Basismeßgenauigkeit gleiche erreicht werden kann. Auch die Aufzeigung der Probleme und der Problematik der Drahtkomparierungsverfahren erscheint von allgemeinem Interesse.

Literaturverzeichnis

[1] *Peters, K., Korschinek, E.*: Geodimeterrest auf der Praterbasis. ÖZfV, 55 (1967), Nr. 5, S. 133–140.

[2] *Kneissl, M.*: Normalstrecke, Basis und Basisvergrößerungsnetz München-Ebersberg. Bayer. Akad. d. Wiss., Math.-Naturwiss. Klasse, Abh., Neue Folge, Heft 97 (München 1959), S. 33.

[3] *Gigas, E.*: Handbuch für die Verwendung von Invardrähten bei Grundlinienmessungen. Reichsamt f. Landesaufnahme, Berlin 1934.

[4] *Jordan-Eggert-Kneissl*: Handbuch der Vermessungskunde. 10. Ausgabe, Bd. IV/I, Stuttgart 1958.

[5] *Kneissl, M., Sigl, R.*: Basis Ebersberger Forst-Invardrahtmessungen der I. Abteilung des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts 1958. Bayer. Akad. d. Wiss., Math.-Naturwiss. Klasse, Abh., Neue Folge, Heft 99 (München 1959), S. 23.

[6] *Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen*, Triangulierungsabteilung-Archiv: Operat N 326.

Erforderliche Rechengenauigkeit beim vermittelnden Ausgleich

Von *Kornelius Peters*, Wien

Auf Grund geläufiger Formeln über numerisches Rechnen und der Beziehungen zwischen Netzbild und Koordinatenfehler wird die beim vermittelnden Netzausgleich erforderliche Stellenanzahl der Normalgleichungskoeffizienten abgeleitet.

1. Einleitung. Begriffe aus dem numerischen Rechnen

Zu einer Zeit, in der die elektronische Datenverarbeitung für den Netzausgleich praktisch allein zuständig ist, erscheint ein Artikel über die dabei erforderliche Rechengenauigkeit auf den ersten Blick anachronistisch. Für den Geodäten, der seine Meßwerte zur Bearbeitung abgibt, bieten sich Speicherkapazität und die Arbeit des Programmierers jenseits von Gut und Böse. Doch wird es bei den meisten geodätischen Netzen etwa aus der Zivilpraxis möglich sein, sie auf einem Tischcomputer bearbeiten zu lassen, wenn die zentralen Anlagen überlastet oder weit vom Geschäftssitz entfernt, die Netze selbst von geringem Umfang sind. Und nun wird die Anzahl der verwendeten Stellen wegen der relativ kleinen Speicherzahl zum wichtigsten