

BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

ABHANDLUNGEN · NEUE FOLGE, HEFT 97

MAX KNEISSL

Normalstrecke, Basis und Basisvergrößerungsnetz
München-Ebersberg
Anlage und Vermessungsergebnisse 1958

Mit 21 Figuren im Text und auf acht Tafeln
sowie einem Beiheft „Anlagen“

Vorgelegt am 10. Juli 1959

MÜNCHEN 1959

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KOMMISSION BEI DER C. H. BECK'SCHEN VERLAGSBUCHHANDLUNG MÜNCHEN

Druck der C. H. Beck'schen Buchdruckerei Nördlingen
Printed in Germany

INHALTSÜBERSICHT

1. Allgemeines	5
a) Die Orientierung im Ausgangspunkt des RETRIG	5
b) Die Sicherung des Maßstabes	5
c) Eichung lichtelektrischer und elektronischer Entfernungsmesser	7
2. Astronomisch-geodätische Beobachtungen und Laplacesche Widersprüche im Zentralsystem München	8
1. Beobachtungsergebnisse	8
2. Berechnung vorläufiger Laplacescher Widersprüche	8
3. Erkundung, Anlage und Ausbau der Normalstrecke	14
A. Vorarbeiten	14
B. Die Erkundung und Anlage der Normalstrecke	16
4. Die Interferenzmessungen 1958 auf der Normalstrecke 1958	24
5. Kurzbericht über „Anlage und Ausbau der Basis Ebersberger Forst bei München 1957/58“	34
1. Gründe für die Wahl des Ebersberger Forstes	34
2. Vorbereitungen und Anlage der Basis	35
3. Ausbau der Basis	36
6. Die Basismessung 1958	37
7. Das Basisvergrößerungsnetz	43
8. Tellurometermessungen 1958 im Basisvergrößerungsnetz München	51
1. Vorbemerkung	51
2. Die Messungen der I. Abteilung des DGFI	51
3. Die Messungen der II. Abteilung des DGFI	54
9. Tellurometermessungen auf der „Basis München“	58
10. Die Geodimetermessungen im Basisnetz München	60
11. Schlußbetrachtungen	65
Literaturhinweise	75

1. ALLGEMEINES

Der Neuaufbau eines einheitlichen europäischen Hauptdreiecksnetzes (Réseau de la triangulation européenne – RETRIG) macht die Wahl eines Ausgangs- oder Nullpunktes für die Koordinierung notwendig und erfordert sorgfältige Überlegungen zur Erreichung einer möglichst zwangsfreien Ausbreitung und Lagerung des Dreiecksnetzes auf der Rechen- und Abbildungsfläche. Weiter sind besondere Maßnahmen für die Sicherung der Orientierung und eines einheitlichen Maßstabes erforderlich.

Als Null- und Ausgangspunkt für die Koordinierung des RETRIG wird der nördliche Münchener Frauenturm zur Wahl gestellt, der seit 1801 als Nullpunkt der alten bayerischen Haupttriangulation dient und 1935 als besonders markanter Punkt auch in das deutsche Hauptdreiecksnetz einbezogen wurde. Im übrigen gehörte dieser Punkt der von César François Cassini de Thury um 1765 angelegten Parallelkreiskette Straßburg–München–Wien, sowie der um 1910 neu beobachteten und Neuberechneten „Südbayerischen Dreiecks-kette“ an. Seine Standfestigkeit und Unveränderlichkeit wurde mehrfach untersucht und darüber berichtet ([1] bis [4]).

a) Die Orientierung im Ausgangspunkt des RETRIG

Der nördliche Frauenturm in München wurde in den letzten 10 Jahren systematisch zu einem besonders sorgfältig beobachteten Kontrollpunkt des deutschen und europäischen Hauptdreiecksnetzes ausgebaut. Hierzu wurden auf dem Frauenturm und auf den Randpunkten Schweitenkirchen, Mittbach, Wendelstein, Hohenpeißenberg und Staufersberg des von ihm ausgehenden Zentralsystems mehrjährig astronomisch-geodätische Breiten-, Längen- und Azimutbestimmungen durchgeführt und auf den Zentralpunkt München, nördlicher Frauenturm umgerechnet.

Die Ergebnisse hierzu werden nachfolgend tabellarisch zusammengestellt und die gegenseitige Lage der Beobachtungs- und Anschlußpunkte an Hand einer Netzübersicht erläutert. Die Beobachtungen verteilen sich auf mehrere Jahre und wurden unter Leitung des Berichterstatters von verschiedenen Beobachtern nach sorgfältig ausgearbeitetem Plan systematisch und mit großer Sorgfalt durchgeführt. Dabei wurden die Messungen so angelegt, daß sie neben den inneren Beobachtungsfehlern auch eine gute Abschätzung der äußeren Genauigkeit zulassen.

b) Die Sicherung des Maßstabes

Nach Abschluß der astronomisch-geodätischen Messungen wurde in Anlehnung an die von der Internationalen Assoziation für Geodäsie ausgearbeiteten Empfehlungen versucht, die Vorarbeiten zur Sicherung eines einheitlichen Maßstabs möglichst schnell und in einem Zug durchzuführen. Die Internationale Assoziation für Geodäsie beschloß, im europäischen Raum zunächst drei Normalstrecken in Nummela (Finnland), Loenermark (Holland) und bei München anzulegen. Weitere Strecken in Belgrad und Salon (Südfrankreich)

sollen folgen. Diese Normalstrecken sollen etwa 500 m bis 1000 m lang sein und einheitlich nach der von Prof. Dr. VÄISÄLÄ entwickelten Interferenzmethode und mit dem von ihm gebauten Komparator ausgemessen werden. Die Messung und Anlage der Normalstrecke in Nummela (864 m) ist beschrieben in [5]. Die holländische Normalstrecke (576 m) konnte 1957 angelegt und 1958 gemessen werden [6]. Vergleiche hierzu auch [7].

Die sogenannte Münchener Normalstrecke ist 864 m lang und liegt im Ebersberger Forst. Ihre Anlage und die Messungsergebnisse 1958 mit dem Väisälä-Komparator werden weiter unten beschrieben. Eine eingehende Beschreibung der Interferenzmessungen in München findet sich in [8]. An der Einrichtung des Interferenzkomparators und an den Messungen selbst beteiligten sich die finnischen Professoren Dr. VÄISÄLÄ, Dr. HONKASALO sowie die Herren Dr. EICHHORN und Dipl.-Ing. HILLEBRAND vom Geodätischen Institut der Technischen Hochschule München. Die Normalstrecke wurde vom Geodätischen Institut der Technischen Hochschule in Zusammenarbeit mit dem Deutschen Geodätischen Forschungsinstitut angelegt. Sie umfaßt Eichstrecken für die Vergleichung von Invardrähten und Invarbändern. Sie steht den Landesvermessungsbehörden der europäischen Länder zur Eichung ihrer Basismeßgeräte zur Verfügung.

Zugleich dient diese Anlage der Untersuchung sehr genauer Längenmessungen, wie sie bei großen Bauvorhaben notwendig sind, der Untersuchung der Längenmessung auf Eisenbahnschienen mit Invarbandapparaten, sowie zur Messung von Feinbewegungen der Erdkruste unter dem Einfluß verschiedenartiger atmosphärischer Bedingungen und der Erdgezeiten.

Die Einrichtung der Anlage wurde ermöglicht durch eine großzügige Unterstützung zahlreicher Baufirmen und Papierfabriken in München, Augsburg, Ettingen und Mindelheim und durch den Bayerischen Bauindustrieverband, sowie durch die an den Forschungsvorhaben interessierten deutschen Bundes- und Landesbehörden, insbesondere auch durch die Vermessungsdienststelle der Deutschen Bundesbahn. Die Vermessungsgeräte wurden durch das Deutsche Geodätische Forschungsinstitut, durch die Bayerische Akademie der Wissenschaften und durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft zur Verfügung gestellt.

Es darf an dieser Stelle allen Förderern und Spendern unser ergebener Dank ausgesprochen werden.

Mit der Münchener Normalstrecke ist eine Basis oder Grundlinie von rund 8,2 km Länge verbunden. Sie liefert in der üblichen Weise über das Basisvergrößerungsnetz Basis-Nord, Basis-Süd, München (nördlicher Frauenturm), Parsdorf, Aufkirchen, Schweitenkirchen die etwa 40 km lange Hauptdreiecksseite München-Schweitenkirchen und damit einen wichtigen Ausgangswert für den Netzmaßstab. Die Basis selbst wurde im Herbst 1958 vom Deutschen Geodätischen Forschungsinstitut unter internationaler Beteiligung mehrfach ausgemessen. Die Bebauung der Basisendpunkte und des Basisvergrößerungsnetzes führte das Bayerische Landesvermessungsamt durch, das auch die Winkelbeobachtungen im Basisvergrößerungsnetz besorgte. Über die Ergebnisse der Basismessung berichten wir weiter unten. Die Einzelergebnisse werden publiziert in [9] und [10]. Die Erkundung des Basisvergrößerungsnetzes wurde sehr sorgfältig durchgeführt. Die endgültige Auswahl erfolgte auf Grund der vorgerechneten Übertragungsgewichte und Übertragungsfehler. Den Beobachtungsplan berechnete Prof. Dr. H. WOLF [11]. Auch hierzu (Beobachtungsplan, Ergebnisse der Winkelmessungen und Ausgleichung des Basisvergrößerungsnetzes) darf weiter unten noch ein kurzer Überblick gegeben werden.

Mit dem neuen Vergrößerungsnetz ist auch noch der Punkt Deutenhausen verbunden, so daß auch noch ein unmittelbarer Zusammenhang mit dem Basisvergrößerungsnetz München-Schweitenkirchen besteht, das 1920/21 von Prof. Dr. G. CLAUS ([12] und [13])

angelegt und beobachtet wurde. Damit ist eine unmittelbare Verbindung und ein direkter Vergleich der Basis Dachau-Schleißheim, die ebenfalls 1920/21 gemessen wurde, mit unserer neuen Basis möglich.

In diesem Zusammenhang darf erwähnt werden, daß die Untersuchung älterer deutscher Grundlinien und der daraus abgeleiteten Vergrößerungsseiten ergeben hat, daß diese kaum noch nachgemessen und für Vergleiche herangezogen werden können (vgl. hierzu weiter unten Ziff. 3 S. 14). Mit Rücksicht hierauf wurde in einer Arbeitssitzung des DGFI über Basismessungen, die im Januar 1958 im Geodätischen Institut der TH München stattfand, folgender Vorschlag angenommen [14]:

- „1. Grundsätzlich sollen in der Bundesrepublik nur drei Basislinien angelegt werden.
2. Die lichtelektrischen und elektronischen Entfernungsmesser sollen auf den Basisvergrößerungsnetzen geeicht werden.
3. Es sollen dann in möglichst systematischer Anordnung Tellurometer- und Geodimetermessungen auf Hauptdreiecksseiten durchgeführt und so der Maßstab im deutschen Hauptdreiecksnetz überprüft und richtiggestellt werden.
4. Zur Verteilung und Anordnung der in 3. angeregten Messungen werden Vorschläge der Landesvermessungsämter erbeten.“

Auf Grund verschiedener Rundfragen und weiterer einschlägiger Untersuchungen kam man zu dem Schluß, eine Grundlinie im Raum um München, eine im Raum um Kassel und eine dritte etwa in der Lüneburger Heide anzulegen. Schließlich soll mit der Münchener Basis noch eine weitere Basis im Raum von Bregenz, die Basis Heerbrugg in der Schweiz, verbunden werden [15]. Damit waren die von der Zentralleitung des DGFI ausgearbeiteten Vorschläge allgemein anerkannt worden. Nachdem noch für die Arbeiten im Basisvergrößerungsnetz München zwischen der 1. und 2. Abteilung des DGFI eine klare Arbeits- und Kostenaufteilung in dem Sinne gefunden werden konnte, daß die I. Abteilung den Ausbau der Normalstrecke, die II. Abteilung den Ausbau der Basis übernehmen sollte, und auch das Bayerische Landesvermessungsamt durch Übernahme der Signalhochbauten und der Winkelmessungen im Basisvergrößerungsnetz weitgehende Unterstützung zugesagt hatte, konnten die Arbeiten in München tatkräftig in Angriff genommen werden.

c) Eichung lichtelektrischer und elektronischer Entfernungsmesser

Durch sorgfältigste Messung der neuen Münchener Grundlinie und Eichung der dabei verwendeten Invardrähte, sowie durch eine sehr genaue trigonometrische Ausmessung des Basisvergrößerungsnetzes wurde ein Test- oder Eichnetz für die Untersuchung und Prüfung moderner lichtelektrischer und elektronischer Entfernungsmessgeräte geschaffen. So konnten noch im Herbst 1958 die Basis selbst und alle Seiten des Basisvergrößerungsnetzes zweimal unabhängig und von verschiedenen Beobachtungstrupps mit zwei Tellurometern ausgemessen werden. Diese Beobachtungen geben einen guten Einblick in die Genauigkeit der Tellurometermessungen in nahezu ebenem, meist bewaldetem Gelände. Andererseits zeigten sie die Brauchbarkeit des Basisvergrößerungsnetzes zur Eichung (Freiluftlaboratorium) von lichtelektrischen und elektronischen Entfernungsmessern. Wir werden weiter unten einen Auszug der Beobachtungsergebnisse mitteilen und über ihre Ausgleichung (Ausgleichung von Streckennetzen) berichten. Eine sehr eingehende Zusammenstellung und Beschreibung der Beobachtungsverfahren enthalten die Veröffentlichungen [16] und [17]. Diese Messungen wurden noch durch Geodimetermessungen ergänzt.

Abschließend darf noch auf folgendes hingewiesen werden: Alle Messungen wurden in wenigen Monaten nach genau vorgegebenem Plan durchgeführt und abgesehen von einigen unvermeidlichen witterungsbedingten Ausfällen planmäßig abgeschlossen. Die Berechnungen und Reduktionen wurden soweit als möglich schon während der Feldarbeiten, im übrigen im unmittelbaren Anschluß an die Feldarbeiten abgeschlossen. Dabei wurde größter Wert darauf gelegt, daß alle Doppelbeobachtungen vollständig unabhängig durchgeführt wurden. Sämtliche Ergebnisse, Originalakten oder zumindest Durchschriften der Feldbeobachtungen mußten schon während der Feldmessung an die Zentralleitung des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts abgegeben werden, in deren Händen die Gesamtleitung, der Entwurf und die Fortsetzung des Gesamtprojektes liegt. Im übrigen wurden die Vermessungen – nachdem die allgemeinen Beobachtungs- und Berechnungspläne in mehreren Arbeitssitzungen abgeklärt werden konnten – von den beteiligten Stellen, DGFI – I. Abteilung, II. Abteilung, Bayerische Kommission für die Internationale Erdmessung, Geodätisches Institut der Technischen Hochschule München, Bayerisches Landesvermessungsamt, vollständig selbständig durchgeführt.

2. ASTRONOMISCH-GEODÄTISCHE BEOBACHTUNGEN UND LAPLACESCHE WIDERSPRÜCHE IM ZENTRALSYSTEM MÜNCHEN¹

1. BEOBACHTUNGSERGEBNISSE

Entsprechend den Empfehlungen der Internationalen Assoziation für Geodäsie wurde seit 1951 durch die Deutsche Geodätische Kommission bzw. die Bayerische Erdmessungskommission in Süddeutschland, insbesondere aber im Zentralsystem München eine Reihe von Azimut-, Längen- und Breitenbestimmungen ausgeführt (Fig. 1). Über die Beobachtungen ist schon früher ausführlich berichtet worden [18] bis [25], im folgenden werden deshalb lediglich die Ergebnisse zusammengestellt und für eine Berechnung vorläufiger Laplacescher Widersprüche benützt. Dabei ist zu beachten, daß die Azimute und Breiten teilweise noch wegen Polschwankung, wegen Höhenlage des Zielpunktes und wegen des Überganges auf die geodätische Linie zu verbessern sind. Die Azimute, Längen und Breiten sind in Tabelle 1–3 zu finden.

2. BERECHNUNG VORLÄUFIGER LAPLACESCHER WIDERSPRÜCHE

Die Laplaceschen Widersprüche werden auf zwei verschiedene Arten gerechnet, und zwar zunächst in den einzelnen Punkten und dann noch im Zentralpunkt München durch

¹ Dieser Bericht wurde bearbeitet von meinem Mitarbeiter Dr. R. SIGL, DGFI, I. Abteilung, München.

Zusammenfassung aller Beobachtungen, um für München einen repräsentativen Laplace-schen Widerspruch zu erhalten; die Widersprüche sind als vorläufig anzusehen, weil für die Ableitung der Längen der Laplacepunkte von der alten Länge der Münchener Stern-warte ausgegangen werden muß¹ und, wie schon erwähnt, die Azimute und Breiten teil-weise noch zu verbessern sind.

Eine neue Längenbestimmung für den Referenzpunkt München wurde 1957 durch An-schluß an Genf vorgenommen [26]; die endgültigen Resultate liegen aber noch nicht vor.

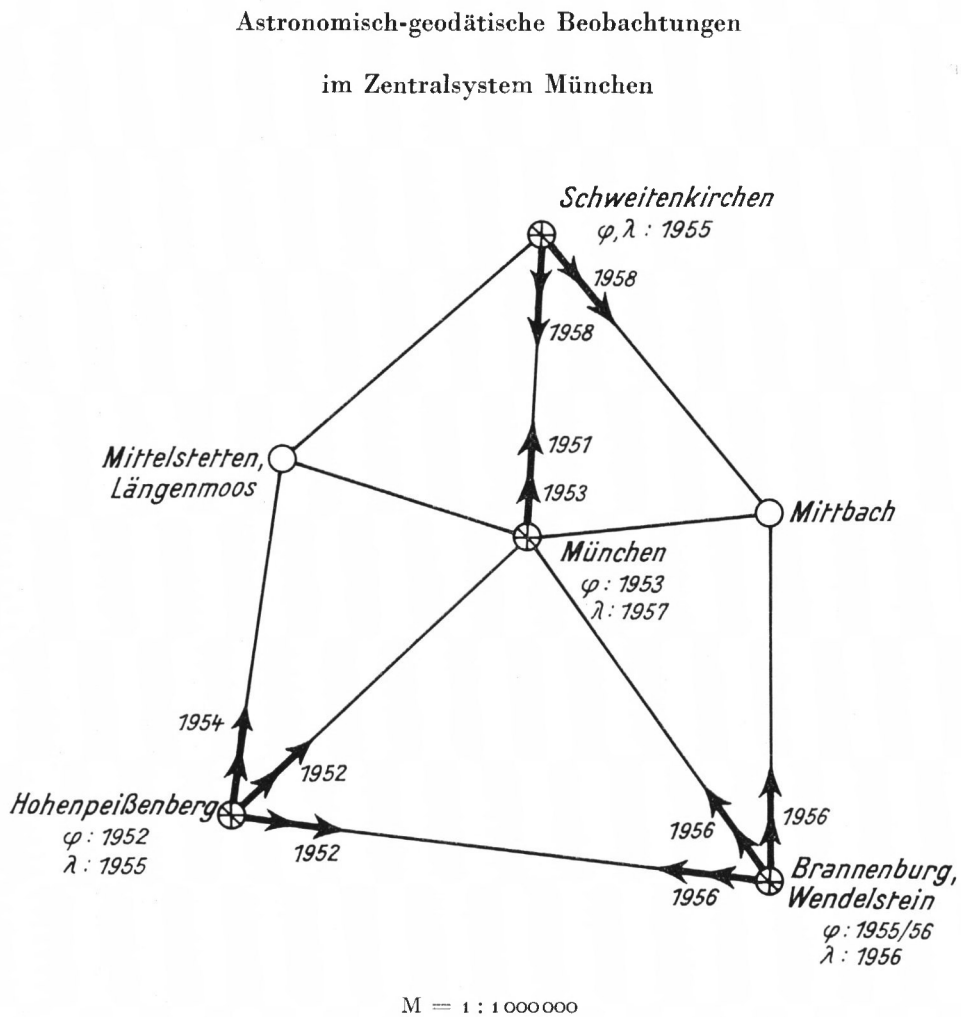


Fig. 1

¹ Vgl. auch [24].

² München Ak. Abh. math.-nat. 1959 (Kneißl)

Tabelle 1

a) Azimutmessungen		beobachtetes Azimut α	m. F. $\pm m_\alpha$	Beobachter	Beob.- Jahr
von	nach				
1. Hohenpeißenberg, Wetterwarte, Bolzen Ost	München, nördl. Frauenturm, alte Helmstange	48° 05' 56,91"	0,27"	F. MÜHLIG [22]	1952
2. Hohenpeißenberg, Wetterwarte, Bolzen Ost	München, nördl. Frauenturm, alte Helmstange	48° 05' 57,21"	0,07"	W. STROHMEIER [20]	1952
3. Hohenpeißenberg, Wetterwarte, Bolzen Ost	Wendelstein, Brannenburg, F. I. O.	97° 52' 40,47"	0,14"	W. STROHMEIER [20]	1952
4. Hohenpeißenberg, Wetterwarte, Bolzen Ost	Wendelstein, Brannenburg, F. I. O.	97° 52' 39,75"	0,16"	F. MÜHLIG [22]	1952
5. Hohenpeißenberg, Wetterwarte, Bolzen Ost	Mittelstetten, Längenmoos, F. I. O.	9° 31' 40,40"	0,10"	R. SIGL [23]	1954
6. München, nördl. Frauenturm, alte Helmstange	Schweitenkirchen, F. I. O.	3° 30' 18,33"	0,18"	W. STROHMEIER, E. MESSERSCHMIDT, R. SIGL [21]	1953
7. Wendelstein, Brannenburg, F. I. O.	Hohenpeißenberg, Wetterwarte, Bolzen Ost	278° 37' 13,10"	0,12"	G. WERMANN [25]	1956
8. Wendelstein, Brannenburg, F. I. O.	Hohenpeißenberg, Wetterwarte, Bolzen Ost	278° 37' 13,46"	0,28"	W. STROHMEIER [19]	1951
9. Wendelstein, Brannenburg, F. I. O.	Mittbach, Turmpfeiler 1939	1° 27' 27,63"	0,50"	W. STROHMEIER [19]	1951
10. Wendelstein, Brannenburg, F. I. O.	Mittbach, Turmpfeiler 1939	1° 27' 27,51"	0,14"	G. WERMANN [25]	1956
11. Wendelstein, Brannenburg, F. I. O.	München, nördl. Frauenturm, alte Helmstange	326° 00' 55,65"	0,16"	G. WERMANN [25]	1956
12. Schweitenkirchen, F. I. O.	München, nördl. Frauenturm, alte Helmstange	183° 34' 48,83"	0,15"	R. SIGL [27]	1958
13. Schweitenkirchen, F. I. O.	Mittbach, Turmpfeiler 1939	140° 22' 59,22"	0,19"	R. SIGL [27]	1958

b) Längenbeobachtungen

Die folgenden Längen der drei Feldstationen Hohenpeißenberg, Wendelstein und Schweitenkirchen sind Längendifferenzen, bezogen auf den „Referenzpunkt München“ (Pfeiler N. O. auf der Techn. Hochschule München)

Tabelle 2

Station	endgültiger Längen- unterschied	m. F. $\pm m_{\Delta\lambda}$	Beobachter	Beob.- Jahr
1. Hohenpeißenberg, Wetterwarte, B. O.	— 33' 35,94"	0,13"	R. SIGL [24]	1955
2. Schweitenkirchen, F. I. O.	+ 2' 17,45"	0,13"	R. SIGL [24]	1955
3. Wendelstein, Brannenburg, F.I.O.	+ 26' 33,89"	0,18"	R. SIGL [24]	1955

c) Breitenbeobachtungen

Tabelle 3

Station	beob. geogr. Breite φ	m. F. $\pm m_{\varphi}$	Beobachter	Beob.- Jahr
1. Hohenpeißenberg, Wetterwarte, Bolzen Ost	47° 48' 11,19"	0,14"	E. MESSERSCHMIDT [22]	1952
2. München, nördl. Frauenturm, alte Helmstange	48° 08' 19,50"	0,23"	{ W. STROHMEIER E. MESSERSCHMIDT R. SIGL [21]	1953
3. Schweitenkirchen, F. I. O.	48° 30' 20,77"	0,10"	R. SIGL	1955
4. Wendelstein, Brannenburg, F.I.O.	47° 42' 27,09"	0,13"	G. WERMANN [25]	1955/56

Für die Ableitung der LAPLACESchen Widersprüche in den Randpunkten war es zunächst notwendig, die in Hohenpeißenberg, Wendelstein und Schweitenkirchen nach mehreren Zielpunkten gemessenen Azimute zusammenzufassen; mit Hilfe der Winkelmessungen des Bayerischen Landesvermessungsamtes [28] ergeben sich folgende Werte:

Hohenpeißenberg, Wetterwarte nach München, nördl. Frauenturm

$$\alpha = 48^{\circ} 05' 57,79'' \pm 0,32''$$

Wendelstein, Brannenburg nach München, nördl. Frauenturm

$$\alpha = 326^{\circ} 00' 55,72'' \pm 0,21''$$

Schweitenkirchen, F. I. O. nach München, nördl. Frauenturm

$$\alpha = 183^{\circ} 34' 49,02'' \pm 0,19''.$$

Des weiteren sind noch die geographischen Längen der Feldstationen abzuleiten. Im System der (telegraphisch bestimmten) Länge der Sternwarte gilt für den Referenzpunkt München, T. H., NO-Pfeiler, $\lambda = 11^\circ 34' 13,535''$; mit den in Tabelle 2 eingetragenen Werten ergeben sich damit für die LAPLACE-Punkte folgende Längen:

Tabelle 4

Hohenpeißenberg, Wetterwarte B. O.	$\lambda = 11^\circ 00' 37,59''$
Schweitenkirchen, F. I. O.	$\lambda = 11^\circ 36' 30,99''$
München, nördl. Frauenturm, alte Helmstange	$\lambda = 11^\circ 34' 29,60''$ [29]
Wendelstein, Brannenburg	$\lambda = 12^\circ 00' 47,43''$

Mit den vorstehenden Angaben ist nunmehr die in Tabelle 5 ausgeführte Berechnung LAPLACEScher Widersprüche

$$w = (\alpha - A) - (\lambda - L) \sin \varphi$$

möglich; die geodätischen Werte für Azimut A , Länge L und Breite B sind einer Veröffentlichung des Bayerischen Landesvermessungsamts entnommen [30].

Tabelle 5

	München	Hohenpeißenberg	Wendelstein	Schweitenkirchen
Astron. Länge λ . . .	$11^\circ 34' 29,60''$	$11^\circ 00' 37,59''$	$12^\circ 00' 47,43''$	$11^\circ 36' 30,99''$
Geod. Länge L . . .	$27,73''$	$38,17''$	$48,91''$	$31,51''$
$\lambda - L$	+ $1,87''$	— $0,58''$	— $1,48''$	— $0,52''$
$\eta = (\lambda - L) \cos \varphi$. .	+ $1,25''$	— $0,39''$	— $0,99''$	— $0,34''$
Astron. Breite φ . . .	$48^\circ 08' 19,50''$	$47^\circ 48' 11,19''$	$47^\circ 42' 27,09''$	$48^\circ 30' 20,77''$
Geod. Breite B . . .	$22,53''$	$08,58''$	$15,57''$	$26,66''$
$\xi = \varphi - B$	— $3,03''$	+ $2,61''$	+ $11,52''$	— $5,89''$
Astron. Azimut α . .	$3^\circ 33' 18,33''$	$48^\circ 05' 57,79''$	$326^\circ 00' 55,72''$	$183^\circ 34' 49,02''$
Geod. Azimut A . . .	$16,17''$	$56,83''$	$54,74''$	$40,63''$
$\alpha - A$	+ $2,16''$	+ $0,96''$	+ $0,98''$	+ $0,39''$
$(\lambda - L) \sin \varphi$. . .	+ $1,39''$	— $0,43''$	— $1,09''$	— $0,39''$
w	+ $0,77''$	+ $1,39''$	+ $2,07''$	+ $0,78''$

Die vorläufigen LAPLACESchen Widersprüche betragen im Durchschnitt $\pm 1,3''$ und nehmen von West nach Ost zu; letzteres läßt auf eine geringfügige Deformation des Netzes schließen.

Für die Ableitung eines repräsentativen Widerspruchs im Zentralpunkt München werden nachstehend alle im Zentralsystem München vorliegenden Azimute auf die Seite München – Schweitenkirchen übertragen, wozu die Übertragungswinkel wiederum aus der Triangulation I. O. des Bayer. Landesvermessungsamtes entnommen sind. Die Übertragungen – es sind dazu jeweils die genäherten LAPLACESchen Azimute $\bar{A} = \alpha - (\lambda - L) \sin \varphi$ benützt – sind in Tabelle 6 vorgetragen. Als mittleres LAPLACESches Azimut ergibt sich dabei:

$$\bar{A}_{\text{München-Schweitenkirchen}} = 3^\circ 33' 17,85'' \pm 0,52'';$$

zu beachten ist, daß der angegebene m. F. nicht als Genauigkeit der Azimutmessungen zu werten ist, sondern als Genauigkeitsangabe für die Netzorientierung. Die Tabelle 6 zeigt noch: Während Azimut und Gegenazimut gut übereinstimmen, liegen die von Hohenpeißenberg bzw. Wendelstein her übertragenen Azimute höher, was mit großer Wahrscheinlichkeit auf Unsicherheiten der Triangulation I. O. – vergleiche die LAPLACESchen Widersprüche in den Randpunkten – zurückzuführen ist.

Der Vergleich mit dem geodätischen Azimut A für München – Schweitenkirchen gibt schließlich folgenden „repräsentativen LAPLACESchen Widerspruch“:

$$\bar{A}_{\text{München-Schweitenkirchen}}: \quad 3^\circ 33' 17,85''$$

$$A_{\text{München-Schweitenkirchen}}: \quad 3^\circ 33' 16,17''$$

$$\text{LAPLACEScher-Widerspruch } w: + 1,68''$$

Der Wert $+ 1,68''$ weicht nur wenig von dem für die Randstationen gebildeten Durchschnittswert $+ 1,3''$ ab; im ganzen kann damit die Orientierung des Bayer. Hauptdreiecksnetzes in diesem Bereich als befriedigend bezeichnet werden.

Tabelle 6

Bezeichnung	Wendelstein-München	Hohenpeißenberg-München	München-Schweitenkirchen	Schweitenkirchen-München
α (Mittelwert)	$326^\circ 00' 55,72''$	$48^\circ 05' 87,79''$	$3^\circ 33' 18,33''$	$183^\circ 34' 49,02''$
$-(\lambda - L) \sin \varphi$. . .	$+ 0,43''$	$+ 1,09''$	$- 1,39''$	$+ 0,39''$
$\bar{A}_{1..2}$	$326^\circ 00' 56,15''$	$48^\circ 05' 58,88''$	$3^\circ 33' 16,94''$	$183^\circ 34' 49,41''$
$\pm (180^\circ + A)$	$- 180^\circ 19' 33,62''$	$+ 180^\circ 25' 07,59''$	—	$- 180^\circ 01' 32,46''$
$\bar{A}_{2..1}$	$145^\circ 41' 22,53''$	$228^\circ 31' 06,47''$	—	$3^\circ 33' 16,95''$
Übertragungswinkel .	$- 142^\circ 08' 03,60''$	$+ 125^\circ 02' 12,13''$	—	—
$\bar{A}_{\text{Mü.-Schw.}}$	$3^\circ 33' 18,93''$	$3^\circ 33' 18,60''$	$3^\circ 33' 16,94''$	$3^\circ 33' 16,95''$

$$\text{Mittelwert: } \bar{A}_{\text{München-Schweitenkirchen}} = 3^\circ 33' 17,85''$$

3. ERKUNDUNG, ANLAGE UND AUSBAU DER NORMALSTRECKE

A. VORARBEITEN

Vor Anlage der neuen Münchener Basis wurden die alten deutschen Grundlinien auf die Möglichkeit einer Neumessung überprüft und hierzu eine Rundfrage an die deutschen Landesvermessungsämter gerichtet und von diesen folgende Feststellungen getroffen:

a) Grundlinie Göttingen

(Auszug aus dem Schreiben des Niedersächsischen Landesvermessungsamtes vom 10. 4. 1956 – Az. Trig. 2110 B). „Die Basisfestlegungen Nord und Süd sind unversehrt erhalten. Die Zwischenfestlegungen *A* und *B* sind nicht aufgesucht worden; da an ihren Standorten keine Erdbewegungen erkennbar sind, dürften sie gleichfalls unzerstört sein. Die Grundlinie ist frei bis auf einen Kilometer an der Festlegung Nord. Etwa 50 m parallel zu diesem überbauten Abschnitt der Grundlinie verläuft ein Fahrweg mit Gehsteig, der sich für die Messung mit Invardrähten eignen würde.

Für eine Wiederholung müßte die Grundlinie zweifach geknickt werden: erster Knickpunkt etwa in Zwischenfestlegung *B* mit Brechungswinkel ca. 179° und zweiter Knickpunkt etwa 80 m südlich der Basisfestlegung Nord mit Brechungswinkel ca. $150''$.

b) Grundlinie Meppen

(Auszug aus dem Schreiben des Niedersächsischen Landesvermessungsamtes vom 10. 4. 1956 – Az. Trig. 2110 B). „Die Basisfestlegungen Ost und West sind unverändert erhalten. Zwischenfestlegungen existieren nicht. Die Grundlinie verläuft überwiegend über Ackerland. Nur der westliche Abschnitt ist auf ca. 2 km Länge vor zwei Jahren aufgeforstet worden. Die Nachmessung ist jedoch auf einer 8 m breiten Schneise möglich, wozu die Grundlinie u. U. leicht geknickt werden muß.

Da die Endpunkte dieser Grundlinie ca. 10 m über dem durchschnittlichen Niveau liegen, eignet sie sich gut für die Messung mit dem Bergstrand-Geodimeter. Auch die erste Vergrößerung Hengstberg–Berßen ist frei und läßt sich ohne großen Aufwand für die Geodimetermessung herrichten. Weil ferner die Hauptdreiecksseite Windberg–Hesepe für das Niederländische Verbindungsnetz bebaut wird, ergibt sich hier die Möglichkeit, sowohl die Grundlinie wie die abgeleiteten Seiten mit dem Geodimeter zu beobachten.“

c) Grundlinie Bonn

(Auszug aus dem Schreiben des Landesvermessungsamtes Nordrhein-Westfalen vom 16. 4. 1956 – Az. II Nr. 2008.)

„Die Grundlinie Bonn ist überbaut Eine Nachmessung ist nicht mehr möglich.“

d) Grundlinie Braak

(Auszug aus dem Schreiben des Landesvermessungsamtes Schleswig-Holstein vom 7. August 1956 – Gesch.-Nr. 1135).

„Unter Bezugnahme auf dieses Schreiben vom 20. 4. 1956 – 1135 – hat das Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein die Vermarkung der Endpunkte der Basis Braak aufgesucht und dabei festgestellt, daß beide Endmarken der Basis zusammen mit den Sicherungsmarken örtlich unversehrt vorhanden sind.“

„Basis Nord liegt am westlichen Rande einer Wohnsiedlung. Die Basisstrecke schneidet das Wohnsiedlungsgebiet, das durch Gärten mit reichlichem Baumbestand besetzt ist. Es kann nicht angegeben werden, ob die Basisstrecke in diesem Teil direkt meßbar ist. Dies müßte noch durch sorgfältige Messungen (Absetzen der Richtung) eingehend geprüft werden.“

Hierzu wurde vom Institut für Angewandte Geodäsie (II. Abteilung des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts) nachfolgendes festgestellt (Bericht von K. GERKE und H. WOLF vom 26. 2. 58):

„Im Hinblick auf die bekannten widrigen Umstände bei der Messung der Basis Braak und bei der Eichung des Stangenapparates bzw. der Fragwürdigkeit der benutzten Eichlängen würde jedoch die Neumessung der Basis Braak nur den Sinn haben, den Maßstab des deutschen Netzes in der Gegend von Hamburg sicherzustellen, sie würde jedoch nicht dazu dienen können, aus den Differenzen „neu minus alt“ Rückschlüsse auf systematische Fehler zu ziehen. Für eine Nachmessung scheidet demnach auf jeden Fall die Grundlinie Bonn und in bedingtem Sinne auch die Grundlinie Braak aus. Dagegen wäre eine Nachmessung der Grundlinie Göttingen und Meppen mit Drähten oder Bändern durchaus möglich. Die Eignung der Basis Meppen für eine Messung mit elektro-optischen Entfernungsmessern ist besonders hervorgehoben worden.“

Bei dieser Gelegenheit haben GERKE und WOLF auch die Brauchbarkeit der alten Basisvergrößerungsnetze untersucht und hierzu folgendes festgestellt:

„Hier wäre zunächst festzustellen, welches die moderne Anschauung hinsichtlich der Ausgestaltung von Vergrößerungsnetzen ist. Man könnte sie etwa folgendermaßen umreißen:

- a) Rhombennetz mit gleichem Teil-Vergrößerungsverhältnis in den einzelnen Vergrößerungsstufen,
- b) SCHREIBERSche Verteilung mit zusätzlicher Berücksichtigung von nicht zufällig variierenden Fehleranteilen, was zur Mitmessung der Hauptdiagonalen und evtl. zur Mitnahme von Stationsbedingungen führt. Auch ist durch Überlagerung der SCHREIBERSchen Gewichtsverteilung mit einer konstanten Verteilung eine weniger kontrastreiche Gewichtsverteilung zu erzielen, entsprechend den nach 1920 veröffentlichten Theorien von Ivar JUNG und BURRAU.

Die älteren, vor 1920 gemessenen deutschen Vergrößerungsnetze sind noch nach Maßgabe des SCHREIBERSchen Satzes von der günstigsten Gewichtsverteilung beobachtet worden. Das Vergrößerungsnetz der Basis Braak ist hingegen gänzlich als Teil des Hauptnetzes gemessen worden, wie es in der Vor-SCHREIBERSchen Zeit üblich war.

Unter Berücksichtigung der Forderungen a und b könnte u. U. eine Nachmessung der Vergrößerungsnetze von Meppen und Göttingen in Erwägung gezogen werden, sofern man die Einwände von JUNG und BURRAU als maßgeblich ansieht.“

Leider ließen sich die frühere Normalstrecke München–Feldmoching, die 1920/21 angelegt wurde, und auch die Basis Dachau–Schleißheim nicht mehr verwenden. Der Erkundungsbericht des DGFI vom 17. 11. 1955 besagt hierzu folgendes:

„a) Normalstrecke München–Feldmoching

Der südlichste Teil dieser Strecke (ca. 620 m) mit den Punkten: südlichster Endpunkt und den Zwischenpunkten I und II ist vollkommen unversehrt. Man findet sogar noch die in 24 m Abstand liegenden Betonsockel, in denen die alten Basis-Pfähle standen. Dagegen ist der nördliche Teil der Strecke für die heutige Messung unbrauchbar, weil diese einmal durch stark belegte Barackenunterkünfte führt und zum anderen der Zwischenpunkt III und der nördliche Endpunkt, die in dieses Gebiet fallen, durch Straßenumbauten wenigstens oberirdisch zerstört sind und jetzt auf die Straße selbst oder sehr nahe an deren Rand fallen. Es ist auch nicht zu erwarten, daß das Barackenlager in absehbarer Zeit aufgelöst wird. Da sich auch von München her die Siedlungen immer mehr nach Norden ausweiten und auf der westlichen Straßenbreite schon fast den südlichen Endpunkt der Vergleichsstrecke erreicht haben, ist zu befürchten, daß in nächster Zeit auch der südliche Teil dieser Strecke überbaut wird. Eine Wiederherstellung und Wiederverwendung dieser Strecke lohnt sich nicht mehr.

b) Basis Oberschleißheim–Dachau, entlang der Verbindungsstraße beider Orte.

Die Basis scheint bis auf den westlichen Endpunkt erhalten zu sein. Dieser westliche Endpunkt ist durch Straßenverbreiterung verlorengegangen und fällt jetzt mitten ins Straßenplanum. Der Verkehr ist auf dem schmalen, durchs Moor führenden Straßendamm ziemlich stark. Beim Vorbeifahren von Lastkraftwagen ist ein Schwingen des Straßendamms deutlich zu spüren.

Auf der alten Basis entlang der Straße ist wegen des Verkehrs eine saubere Messung nicht mehr möglich. Außerdem spricht das seinerzeit erstattete geologische Gutachten gegen die Einrichtung einer Vergleichsstrecke auf diesem durchs Moor führenden Straßendamm.“

B. DIE ERKUNDUNG UND ANLAGE DER NORMALSTRECKE IM EBERSBERGER FORST

Die ersten Vorarbeiten zur Anlage der neuen Münchener Normalstrecke gehen auf das Jahr 1955 zurück. Bei der Erkundung wurde folgendes Gebiet abgefahren: Perlacher Forst, Grünwalder Forst, Forstenrieder Park und Ebersberger Forst. Weiter wurde auch das Gebiet zwischen Milbertshofen, Oberschleißheim und Dachau eingehend untersucht. Dabei wurde ein Gelände gesucht, das in gleicher Weise die Anlage der Normalstrecke und in unmittelbarer Nachbarschaft auch die Anlage einer Basis von 8 bis 10 km Länge gestatten sollte. Gleichzeitig mit der Festlegung der Basis sollte auch das Basisvergrößerungsnetz erkundet werden, wobei nach Vorschlag des Berichterstatters überdies ein unmittelbarer Anschluß an die alte bayerische Grundlinie München–Aufkirchen (1801) und an die Grundlinie Dachau–Schleißheim (1920/21) bzw. an die Vergrößerungsseite München–Schweitenkirchen erzielt werden sollte.

Schließlich wurde nach eingehenden Beratungen mit den örtlichen Forstämtern im Ebersberger Forst eine beinahe vorbildliche Stelle für die Anlage der Normalstrecke im Ebersberger Forst gefunden und in unmittelbarer Nähe auch eine 8,2 km lange Basis er-

kundet, die allerdings mehrfach gebrochen ist, und bei der verschiedene ungünstige Steigungen durch kostspielige Kunstbauten überbrückt werden mußten.

Im einzelnen zeigt die Kartenbeilage (Anlage 1) die Lage der Normalstrecke, der Basis und den Verlauf des Basisnivellements und seinen Anschluß an das Landeshöhen-netz. In Anlage 2 bringen wir die Brechungswinkel der Basis und in Anlage 3 den Ver-lauf und den Aufbau der Normalstrecke, während wir auf die Anlage des Basisvergröße-rungsnetzes erst weiter unten eingehen wollen.

Nach Einholung der erforderlichen geologischen Gutachten (Anlage 4a, 4b und 4c) und Abschluß eines Gestattungsvertrags (Anlage 5) konnte endlich im Jahre 1957 an den Ausbau der Normalstrecke gegangen werden. Für den Ausbau der Interferenzstrecke wurden für die verschiedenen Pfeilertypen von der II. Abteilung des DGFI Konstruktions-zeichnungen angefertigt, nach denen die Pfeiler im wesentlichen angefertigt wurden. Wir bringen in den Anlagen 6 bis 9 die Zeichnungen für den Fernrohrpfeiler, die Pfeiler 0 bis 1, die übrigen Pfeiler und die etwas schwereren Pfeiler 432 m und 600 m. Die vom früheren Reichsamt für Landesaufnahme entwickelte DITTRICHsche Festlegung zeigen wir in An-lage 10 und 11. Die Beobachtungshütten sind genau den finnischen Hütten nachgebildet und von allen Seiten aufklappbar. Dabei sind die eigentlichen Komparatorhütten, die an beiden Enden der Interferenzmeßstrecke über den Pfeilern 0 bis 6 m und dem Fernrohrpfei-ler stehen, und bewegliche Baracken für die Einzelpfeiler zu unterscheiden. Die Ausmaße der Hütten betragen $12,50 \times 2,60$ bzw. $2,50 \times 2,50$ m. Die Hütten wurden auf Beton-pfeiler aufgestellt und durch Scharniere und Schrauben verfestigt, so daß ihre Versetzung möglich ist. Die Fußböden haben keine Berührung mit den Pfeilern. Wir bringen auch hierzu die Konstruktionszeichnungen (Anlage 12 und 13). Schließlich werden noch die Pläne für den Ausbau der Lotungsschächte für die unterirdischen Festlegungen gebracht (Anlage 14) sowie die Einmeßskizzen für die Aufstellung des VÄISÄLÄkomparators mit Spiegeln auf den Betontischen und Pfeilern (Anlagen 15 und 16). Nach eingehenden Über-legungen und Beratungen mit den finnischen Kollegen wurde für die Normalstrecke fol-gende Anordnung getroffen:

- a) Interferenzmeßstrecke, mit 2mal 432 m Länge, Meßanordnung von beiden Enden her und folgender Pfeileranordnung:

N-0 m-1 m-6 m-24 m-72 m-216 m-432 m

432 m-216 m-72 m-24 m-6 m-1 m-0 m-S

oder

N, 0 m, 1 m, 6 m, 24 m, 72 m, 216 m, 432 m, 648 m, 792 m, 840 m, 858 m, 863 m, 864 m, S.

Die mit N bzw. S bezeichneten Pfeiler tragen die Lichtquelle und das Beobachtungs-fernrohr.

Um auch 50-m-Invarbänder eichen zu können, werden von Norden beginnend noch fol-gende Pfeiler eingeschaltet:

0 m, 1 m, 5 m, 25 m, 50 m, 100 m, 300 m und 600 m.

Weiter wurde dafür gesorgt, daß diese Strecke später noch auf 1200 m vergrößert werden kann.

b) Invardrahtstrecke und Invarbandstrecke:

Parallel zur Interferenzmeßstrecke wurde in Abständen von 2,5 m bzw. 1,5 m westlich bzw. östlich dieser Strecke eine 864-m-Invardrahtstrecke und eine 600 m lange Invarbandstrecke angelegt. Die Invardrahtstrecke ist in 24-m-Intervalle eingeteilt, die Zwischenpunkte wurden durch etwa 2 m lange Eisenbetonpfähle markiert, die etwa 1,30 m tief im gewachsenen Boden einbetoniert wurden. Die Invarbandstrecke besteht aus einer regelrecht auf einem Schotterbett und Holzschwellen verlegten, zu Längen von je 100 m verschweißten, durchgehenden Eisenbahnschiene.

Die Endpunkte (0 m und 864 m) und der Mittelpunkt der Invardrahtstrecke (432 m) sind durch zentrisch eingebaute unterirdische Festlegungen versichert. Die Invarbandstrecke ist ebenfalls bei 0 m, 300 m und 600 m durch etwa 1,5 m exzentrisch liegende unterirdische Festlegungen vermarktet. Im übrigen darf hier auf den folgenden Bericht der II. Abteilung des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts Bezug genommen werden:

„Der Vermessungs- und Bautrupps der II. Abteilung DGFI, bestehend aus einem Observator (Dipl.-Ing.), einem Hilfsobservator (Ing. für Vermessungstechnik), zwei Bauarbeitern und einem Kraftfahrer mit 5-to-Lastwagen (GMC), war vom 10. August bis zum 3. Oktober 1957 im Ebersberger Forst eingesetzt. Die Geräte für den Bautrupps wurden von der II. Abteilung DGFI, die Vermessungsinstrumente und -geräte wurden vom Geodätischen Institut der TH München zur Verfügung gestellt.

Vom DGFI Zentralleitung war der Auftrag erteilt worden:

- a) Die Normalstrecke mit ihren parallel verlaufenden Meßstrecken für Invardrähte, für Interferenzmessung und für Invarbänder abzustecken und die notwendigen Betonpfeiler zu bauen,
- b) die Unterlagen für die Anlage einer neuen Basis auf dem Hohenlindner Grenzgeräums durch Lage- und Höhenaufnahme zu schaffen.

Für die Entscheidung, ob im schwierigen Südteil des Hohenlindner Grenzgeräums eine Invardrahtmessung überhaupt ausgeführt werden kann, wurden am 10. und 11. 8. 57 dort etwa 800 m tachymetrisch aufgenommen und danach ein Längsprofil gezeichnet.

Am 12. 8. begannen dann die Arbeiten an der Normalstrecke:

1. Geländeaufnahme des erkundeten Teiles des Echter-Geräums und Anfertigung eines Lageplans 1:1000
2. Festlegung von örtlichen Höhenbezugspunkten
3. Höhenmessungen entlang der Invardraht-, der Interferenz- und der Invarbandstrecke und Zeichnung der Längsprofile 1:1000/100
4. Freimachen des Geräums von Bäumen und Sträuchern
5. Antransport und Vorbereitung von Pfählen als Vermarkungsmaterial.

Nach 1. und 3. wurde die günstigste Lage der Pfeiler in bezug auf die Geräums, Schneisen und das Gelände-Profil ausgesucht. Sodann wurde die Invardrahtstrecke nach dreifacher Streckenmessung stationiert, die Pfeiler und Betonpfähle wurden abgesteckt und durch seitliche Pfähle gesichert. Von diesen Zwischenpunkten der Invardrahtstrecke wurden dann die Interferenzstrecke und die Invarbandstrecke abgesetzt. Diese Arbeiten dauerten bei sehr regnerischem und kühlem Wetter etwa bis zum 24. 8. 1957.

In den ersten Septembertagen waren die gespendeten Baumaterialien verfügbar und die Baufirma Dr. BRANNEKÄMPER, München, mit dem Ausbau der Normalstrecke beauftragt, der in der Zeit vom 26. 8. bis zum 2. 10. 57 durchgeführt werden konnte.

Die Bauarbeiten wurden auf der Invardrahtstrecke mit dem Setzen der Betonpfähle auf den 24-m-Zwischenpunkten begonnen. Die etwa 1,2 bis 1,5 m tiefen Löcher wurden mit einem Erdbohrer, Durchmesser 10 cm, gebohrt. In diese Löcher wurde ein Verband von vier 8-mm-Rundeisen, der noch 0,7 m über die Erdoberfläche herausragte, eingesetzt und dann die Betonmischung – Z 325, Schnellbinder – eingefüllt. Über die Erdoberfläche wurde ein fertig bezogenes Betonrohr mit Innendurchmesser 10 cm aufgesetzt und im selben Arbeitsgang mit ausgegossen. Der bei 72 m vom Südende des Normalkilometers in einer Senke zuerst in dieser Weise gebaute Betonpfahl hatte zu den Nachbarpfählen einen Höhenunterschied von 1 m; er wurde nachträglich höher gebaut und verstärkt. Die Höhenunterschiede zwischen den Oberkanten benachbarter Betonpfähle betragen im Durchschnitt 2 bis 3 dm. Sodann wurde mit dem Bau der Pfeiler auf der Interferenzstrecke begonnen. Die Reihenfolge mußte sich nach der vorbereiteten Schalung richten. Abweichend von den gefertigten Bauzeichnungen mußte der Pfeiler 300 m wegen seiner großen Bauhöhe (2,5 m) in gleicher Weise wie die Pfeiler 432 m und 600 m gebaut werden, für die wegen ihrer Höhe die Form einer abgestumpften Pyramide gewählt wurde. Alle Pfeiler erhielten Baustahleinlagen. Der Höhenunterschied auf der gesamten Interferenzstrecke zwischen Pfeiler 0–1 Nord und 0–1 Süd beträgt 4 m. Während ursprünglich die Höhenbolzen nur in größeren Abständen vorgesehen waren, wurde auf Weisung von Prof. Dr. KNEISSL an jedem Pfeiler ein Höhenbolzen nachträglich angebracht.

Der Bau der 600-m-Invarbandstrecke wurde nach mehreren Planungen so beschlossen, daß möglichst die gleichen Verhältnisse wie bei Eisenbahnstrecken vorliegen, nämlich eine Schiene auf Schwellenstücken verschraubt, die in Schotter eingebettet sind. Die Bandstrecke wurde im Abstand von 2,5 m von der Interferenzstrecke abgesteckt und alle 50 m durch einen Pfahl bezeichnet. Der Ausbau erfolgte, nach dem späteren Beschluß, im Abstand 1,5 m von der Interferenzstrecke.

Im Anschluß an diese Arbeiten wurden auf der Invarbandstrecke die 3 DITTRICHschen Festlegungen und die darüber liegenden pyramidenförmigen Pfeiler für die JÄDERINZapfen bei 0,432 und 864 m betoniert. Auch diese Pfeiler erhielten Baustahleinlagen und stellten wohl die schwierigste Bauarbeit dar. Die DITTRICHschen Festlegungen wurden in dem anstehenden sehr groben Kies nicht, wie vorgesehen, 3 bis 4 m lang ausgeführt, sondern nur reichlich 2 m. Mit dem Erdbohrer, Durchmesser 30 cm, hätten tiefere Löcher nicht gebohrt werden können. Für das Einsetzen der JÄDERINZapfen wurde die Invardrahtstrecke mit dem Theodolit Wild T 2 durchgefluchtet und jeder Zapfen bei Zielweiten von etwa 120 m in 2 Fernrohrlagen eingewiesen. Die Marken in den unterirdischen Festlegungen wurden nach Herabloten vom oberirdischen JÄDERINZapfen eingesetzt. Leider brachten die ersten Nächte nach diesen Arbeiten – Anfang Oktober – bereits Temperaturen von -3°C . Frostschäden sind nicht eingetreten.

Die Invarbandstrecke wurde dann mit drei 2,50 m seitlich eingebrachten DITTRICHschen Festlegungen – Durchmesser 30 cm und etwa 1,4 m lang – bei 0,300 und 600 m versichert.

Inzwischen war die Brennweite für das Kollimatorobjektiv des finnischen Interferenzkomparators zu 3000 mm mitgeteilt worden, so daß die beiden Fernrohrpfeiler am Nord- und Südende der Interferenzstrecke am 2. 10. 57 noch gebaut werden konnten. Die Pfeiler wurden so bemessen, daß die Lichtquelle gut montiert werden kann.

Während der Bauarbeiten am Normalkilometer wurden auch die Vermessungsarbeiten auf dem Hohenlindner Grenz-Geräumbt durchgeführt. Dabei wurde ein freier Polygonzug

mit 70 Standpunkten gemessen, dessen Brechungswinkel in 3 Sätzen und dessen Strecken mit der 2-m-Basislatte doppelt bestimmt wurden. Das Längs-Nivellement wurde mit dem Zeiss Ni 2 ausgeführt. Von den Polygonpunkten wurde die Situation mit dem Wild T 2 aufgemessen. Darüber hinaus wurden Tachymeteraufnahmen vom Forsthaus Hubertus und von dem Gelände nördlich des Waldes bei Neu-Pullach mit dem Dahlta gemacht.

Für die gesamte Schneise wurde ein Tachymeterplan im Maßstab 1 : 1 000 mit zugehörigem Längsprofil 1 : 1000/1 : 100 von Prof. Dr. KNEISSL angeordnet. Um die Koordinaten der Polygonpunkte für die Absteckung der Basisteilstrecken leichter benutzen zu können, wurden sie auf die Hauptschneisenrichtung transformiert.

Abschließend muß bemerkt werden, daß die Vermessungs- und Bauarbeiten durch das schlechte Wetter außerordentlich erschwert wurden, von 53 Tagen waren nur 9 Tage ohne Regen. Trotzdem konnten die wesentlichsten Betonarbeiten vor Einbruch der Frostperiode am 3. 10. 57 abgeschlossen werden.“

Nachdem sich die Pfeiler während des Winters 1957/58 setzen konnten, wurde der endgültige Ausbau unter Leitung des Berichtstatters durchgeführt.

Beim Bau der Interferenzpfeiler wurden zunächst die obersten 10–15 cm nicht betoniert und diese erst im Frühjahr 1957/58 aufgebracht, um etwaige Setzungen der Pfeiler während des Winters 1957/58 korrigieren zu können. Dabei mußte gefordert werden, daß die Pfeileroberfläche mit einer Genauigkeit von ± 1 mm der Höhe nach festgelegt und die Unterlagsbolzen mit derselben Genauigkeit in Lage (Entfernung vom o-Pfeiler) und Höhe eingebracht wurden. Für die Berechnung der Sollhöhen war zu beachten, daß die Lichtstrahlen, abgesehen von der Refraktion, geradlinig verlaufen. Alle Spiegelmittelpunkte und damit auch die Mittelpunkte der Pfeileroberflächen müssen daher auf einer horizontalen oder geneigten Geraden liegen. Wird diese Gerade in der Natur durch ein Nivellement festgelegt, so ist hierbei die Erdkrümmung abzuziehen. Für den Fall, daß man die Höhen H_A und H_E des Anfangs- und Endpunktes der Interferenzstrecke festhält, die Gerade also durch diese beiden Punkte verläuft, ist die mittels Nivellement in die Natur zu übertragende Höhe H_{P_i} eines Zwischenpunktes P_i nach [31]:

$$H_{P_i} = H_A + h_i - d_i$$

$$H_{P_i} = H_A + \frac{h}{s} \cdot s_i - \frac{(s - s_i) \cdot s_i}{2(R + H_m)}.$$

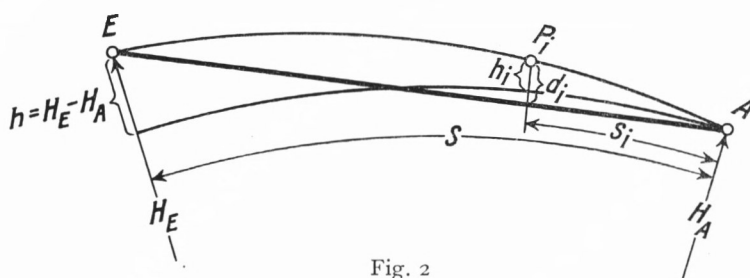


Fig. 2

Führt man in den Ausdruck für d_i noch s und s_i in km ein, so erhält man d_i in mm aus: $d_i = 78,5 \cdot s_i (s - s_i)$. Für die Münchener Interferenzstrecke sind diese Korrekturen z. B.

Interferenzpfeiler		$-d_i$
0 m	864 m	0 mm
6	858	— 0,4
24	840	— 1,6
72	792	— 4,5
216	648	— 11,0
432	432	— 14,6

Wir zeigen nun in den Figuren 3 ff. die Gesamteinrichtung der Normalstrecke, einzelne Pfeiler, die Beobachtungs- und Schutzhütten und die unterirdischen Festlegungen, die wohl keiner weiteren Erläuterungen bedürfen. Anschließend bringen wir für spätere Untersuchungen, Messungen und Berechnungen in den Tabellen 7–13 folgende Ergebnisse:

7. Die Meereshöhen der Höhenbolzen auf der Interferenzstrecke
8. Die Meereshöhen der Oberflächen der Interferenzpfeiler
und die zugehörigen Geländehöhen
9. Höhen über N. N. der JÄDERINZapfen der Münchener Normalstrecke
10. Höhen über N. N. der Invarbandschiene
11. Höhen über N. N. der unterirdischen Festlegungen für die Invardrahtstrecke
12. Höhenreduktion für die Invardrahtstrecke
13. Alignementskorrekturen für die Invardrahtstrecke

Tabelle 7

Meereshöhen der Höhenbolzen auf der Interferenzstrecke
Messungen Herbst 1958

Drahtpfeiler 0	548,9719 m über N. N.
Tisch	548,9749 m
Pfeiler 6	548,7097 m
Pfeiler 25	548,9136 m
Pfeiler 50	548,9491 m
Pfeiler 72	549,2279 m
Pfeiler 100	549,3134 m
Pfeiler 216	549,4294 m
Pfeiler 300	548,9262 m
Pfeiler 432	549,8360 m
Drahtpfeiler	549,8151 m
Pfeiler 600	551,1145 m
Pfeiler 648	551,1511 m
Pfeiler 792	551,9240 m
Pfeiler 840	552,8185 m
Pfeiler 858	552,8854 m
Tisch 864	553,0133 m
Drahtpfeiler 864	553,0294 m

Tabelle 8

Meereshöhen der Oberflächen der Interferenzpfeiler und zugehörige Geländehöhen
Messungen Herbst 1958

	Pfeileroberfläche	Geländehöhe
Tisch 0	549,678 m über N. N.	548,3 m über N. N.
Pfeiler 5	549,701 m	548,3 m
6	549,706 m	548,3 m
24	549,789 m	548,4 m
25	549,794 m	548,4 m
50	549,909 m	548,5 m
72	550,011 m	548,7 m
100	550,141 m	548,7 m
216	550,673 m	549,1 m
300	551,060 m	548,6 m
432	551,663 m	549,6 m
600	552,455 m	550,9 m
648	552,674 m	551,0 m
792	553,343 m	551,6 m
840	553,565 m	552,3 m
858	553,650 m	552,4 m
Tisch 864	553,678 m	552,4 m

Tabelle 9

Höhen über N. N. der JÄDERINZapfen der Münchener Normalstrecke
Messungen Herbst 1958

Pfeiler	H. über N.N. m	Pfeiler	H. über N.N. m
0	549,333	19	550,517
1	549,317	20	550,883
2	549,313	21	551,029
3	549,689	22	551,198
4	549,717	23	551,422
5	549,575	24	551,376
6	549,781	25	551,597
7	549,660	26	551,645
8	549,532	27	551,614
9	549,800	28	551,752
10	549,768	29	552,000
11	549,355	30	552,294
12	549,219	31	552,540
13	549,443	32	552,971
14	549,633	33	552,904
15	549,814	34	553,186
16	550,024	35	553,162
17	550,041	36	553,393
18	550,221	Mittel	550,776

Tabelle 10

Höhen über N. N. d. Invarbandschiene
Messungen Herbst 1958

Entfernung	H. über N.N. m
0	548,77
50	548,91
100	549,02
216	549,04
240	549,01
300	548,81
400	549,41
500	550,36
600	550,97

Tabelle 11

Höhen über N. N. der unterirdischen
Festlegungen für die Invardrahtstrecke
Messungen Herbst 1958

UF₀ , Spitze Messing-Bolzen 547,370 m
UF₄₃₂, Spitze Messing-Bolzen 548,248 m
UF₈₆₄, Spitze Messing-Bolzen 551,490 m

Tabelle 12

Höhenreduktion für die Invardrahtstrecke.
Herbst 1958

Intervall:	Reduktion $-\frac{h^2}{2s} \left(\frac{1}{2s} - \frac{2}{c^2} \right) - \frac{h^4}{s^3}$
1	4 μ
2	0 μ
3	2936 μ
4	16 μ
5	426 μ
6	882 μ
7	309 μ
8	341 μ
9	1498 μ
10	22 μ
11	3549 μ
12	391 μ
13	1043 μ
14	754 μ
15	687 μ
16	912 μ
17	6 μ
18	677 μ
19	1825 μ
20	2785 μ
21	444 μ
22	598 μ
23	1065 μ
24	48 μ
25	1016 μ
26	48 μ
27	20 μ
28	398 μ
29	1277 μ
30	1801 μ
31	1260 μ
32	3868 μ
33	92 μ
34	1651 μ
35	12 μ
36	1119 μ

$$\Sigma = -33780 \mu$$

berechnet aus dem Mittel des
2. Frankfurter und des Mün-
chener Nivellements

Tabelle 13
Alignements-Korrektion für die Invardrahtstrecke. Herbst 1958

Pfeiler Nr.	d mm	Δs μ	Pfeiler Nr.	d mm	Δs μ
0	— 7	— 1	18	— 1	—
1	— 5	— 1	19	+ 1	—
2	+ 12	— 3	20	— 1	—
3	0	—	21	+ 2	—
4	— 2	—	22	— 3	—
5	— 6	— 1	23	0	—
6	+ 6	— 1	24	0	—
7	0	—	25	+ 2	—
8	0	—	26	— 1	—
9	— 3	—	27	+ 1	—
10	+ 1	—	28	0	—
11	0	—	29	— 3	—
12	+ 1	—	30	+ 2	—
13	+ 2	—	31	— 1	—
14	0	—	32	0	—
15	— 1	—	33	0	—
16	+ 3	—	34	+ 1	—
17	— 1	—	35	— 1	—
18	0	— 7	36	— 2	0

$$\Sigma \Delta s = -0,007 \text{ mm}$$

d = Abweichung von der Flucht

$d > 0$ Bolzen östliche Flucht

$d < 0$ Bolzen westliche Flucht

Δs = Alignementskorrektur

Beobachtet und berechnet am 18. 12. 1958.

4. DIE INTERFERENZMESSUNGEN 1958 AUF DER NORMALSTRECKE 1958

Die Einrichtung des Interferenzkomparators auf der Münchener Normalstrecke im Ebersberger Forst erfolgte Ende Mai 1958 durch die finnischen Professoren Dr. VÄISÄLÄ und Dr. HONKASALO. Die Messungen auf der Nordhälfte (0 m–432 m) führten meine Mitarbeiter Dr.-Ing. G. EICHHORN und Dipl.-Ing. H. HILLEBRAND in der Zeit vom 30. 6. bis 3. 7. 1958 durch. Die Messungen auf der Südhälfte (432–864 m) erfolgten durch Dr. HONKASALO und Dr. EICHHORN im Spätherbst (6. 10. bis 9. 10. 1958). Alle Einzelheiten hierzu sind veröffentlicht in [8] und [31]. Es soll daher nur eine Zusammenstellung der Schlußergebnisse einschließlich aller Reduktionen gebracht werden. Hierzu darf noch folgendes

bemerkt werden: Die meßgerechte Aufstellung des Interferenzkomparators ist dann beendet, wenn Lichtquelle (Lampe) und Kollimatorlinse das richtige Abstandsverhältnis besitzen, die einzelnen Spiegel untereinander möglichst genau parallel und in solchen Entfernungen stehen, daß im Fernrohr die Interferenzerscheinung im weißen Licht beobachtet werden kann. Dazu muß die jeweilige Lampenlage in der Querrichtung und die Stellung der Kompensatoren bei Beobachtung der Interferenzen im weißen Licht notiert werden. Die Stellung der einzelnen Spiegel auf den Pfeilern wird durch eine Mikrometerschraube in Verbindung mit einer empfindlichen Libelle gegenüber einer einbetonierten Zentrierstange festgelegt und kann jederzeit kontrolliert werden. Zur Erfassung des Temperaturgradienten werden eine Reihe von Normalthermometern (mit $\frac{1}{10}^{\circ}\text{C}$ Teilung) entlang der Meßstrecke möglichst nahe am Lichtstrahlverlauf aufgehängt. Sichtbehinderungen sind zu vermeiden. Zur Abschattung der direkten Sonneneinstrahlung auf das Glas der Thermometer ist jedes Thermometer mit einem Sonnenschirm abzudecken.

Zur Messung selbst werden mindestens 3 Beobachter benötigt. Der Hauptbeobachter sucht mit Hilfe des Beobachtungsfernrohrs die Interferenzen auf, notiert Uhrzeit und Stand der Kompensatoren. Die beiden anderen Beobachter führen die Ablesungen der über die Meßstrecke verteilten Thermometer auf $\frac{1}{100}^{\circ}\text{C}$ genau aus. Dabei beginnt der eine Beobachter die Ablesungen beim Nullspiegel, der andere am Endspiegel der jeweils zu messenden Distanz. Die Thermometer werden von jedem Beobachter während der Interferenzmessung in einem Hin- und Rückgang abgelesen und aufgeschrieben. Es ist empfehlenswert, die Interferenzen so lange unter wechselseitiger Verwendung von Blenden und Kompensatorstellung aufzusuchen, bis beide Thermometerableser auf ihre Ausgangspunkte zurückgekehrt sind. Normalerweise werden die Interferenzen in zwei oder mehreren Vierergruppen beobachtet, d. h. man sucht die Interferenzen bei Blende „oben“ und bei Blende „unten“ jeweils in den beiden Symmetrielagen der Kompensatorstellung auf. Bei günstigen Meßbedingungen beginnt man mit dem Aufsuchen der Interferenzen auf der größten Distanz, in unserem Fall mit der Interferenzerscheinung über (0–216–432) m. Dann nähert man sich über die Distanzen 0.72.216 m, (0–24–72) m und (0–6–24) m dem ersten Intervall 0.1.6 m, bei dem auch das (0–1)-m-Intervall mit Hilfe des Quarzstabes ausgemessen werden muß. Im Anschluß hieran erfolgt die Rückmessung, wenn möglich, bis zu den Strecken (0–216–432) m. Nachdem sich ein Fehler in der Ausmessung der Interferenzen bei (0–1–6) m und (0–6–24) m auf die Gesamtentfernung wegen der Vervielfachungen besonders stark auswirkt, werden zweckmäßig diese beiden Interferenzen von einem zweiten Beobachter unabhängig beobachtet, bevor die Rückmessung über (0–24–72) m, (0–72–216) m nach (0–216–432) m erfolgt. Während bei der Messung von 432 m bis 6 m die Spiegel auf den Pfeilern stehen bleiben, müssen sie bei der Rückmessung von 6 m bis 432 m teilweise entfernt werden. Dabei ist vor jedem Absetzen der Spiegel die genaue Spiegellage gegenüber der Zentrierstange zu bestimmen (Zentrierablesung). Bei günstigen Wetterverhältnissen und bei rascher Beobachtung werden Spiegel und Pfeiler zwischen Hin- und Rückmessung keine Feinbewegungen ausführen. Die Lichter der einzelnen Spiegel im Gesichtsfeld des Fernrohrs bleiben zusammen und die Interferenzen können beobachtet werden. Bedingen äußere Einflüsse jedoch ein Nachstellen eines Spiegels zwischen Hin- und Rückmessung, so müssen vor und nach dem Verstellen die Zentrierablesungen ausgeführt werden.

Jede Interferenzmessung für die Strecke (0– i) m umfaßt dabei folgende Messungen und Aufschreibungen:

- a) Beobachtung der Interferenzerscheinung, Uhrzeit, Blendenstellung, Kompensatorablesungen (Einzel- und Mittelwerte),

b) Ausmessung des (0-1)-m-Intervalls mit Hilfe des Quarzmeters (in 2 Lagen und mit sorgfältiger Temperatur-Bestimmung), Messung der Dicke des Luftkissens zwischen Quarzmeter und 1-m-Spiegel (Bogenablesung und Abzählung der NEWTONschen Ringe),

c) Berechnung der Refraktionseinflüsse.

Die Auswertung der Interferenzmessung wird mit der Bestimmung des Abstandes der beiden Spiegel 0 und 1 m begonnen, hierauf die Berechnung der Interferenzstrecke 0-1-6 m usw. angeschlossen. Nachdem an jedem Abend die Interferenzen (0-1-6) m und (0-6-24) m von zwei Beobachtern unabhängig bestimmt werden, bildet man am besten aus allen Werten für die Entfernung (0-24) m einen Mittelwert und hält diesen als Ausgangswert für die weiteren Berechnungen bei. Man wird dabei die Hin- und Rückmessung eines Tages als Einheit auffassen und die beiden Meßergebnisse für Hin- und Rückmessung für eine bestimmte Entfernung mitteln, bevor man die nächste Entfernung berechnet. Nach dieser Annahme sind die Berechnungen der Interferenzmessung auf dem Münchener Normalkilometer zusammengefaßt worden. So ergaben sich z. B. für einen einzigen Abend (6. 10. 58) für das (0-24)-m-Intervall der Südhälfte (864-432) m folgende Einzelwerte und das Mittel:

Messung	Entfernung	v	vv
1. (24-0) HONK.	24 m + 1025,268 μ	+ 0,06 p	0,00 μ^2
2. (0-24) HONK.	24 m + 1026,788 μ	- 1,46 μ	2,13 μ^2
3. (24-0) EICHH.	24 m + 1025,852 μ	- 0,52 μ	0,27 μ^2
4. (0-24) EICHH.	24 m + 1023,422 μ	+ 1,91 μ	3,65 μ^2
<u>(0-24)_M Mittel:</u>			6,05 μ^2

Bei den Einzelwerten sind bereits die Kompensatorablesungen und die Refraktionseinflüsse berücksichtigt.

In den Tabellen 14 und 15 bringen wir die so gefundenen Ergebnisse der Interferenzmessung sowie die Zentrierbeträge. Im einzelnen bedeuten hierin:

(0. i) = Meßstrecke 0.m - Spiegel - Endspiegel in Entfernung i

J = Ergebnis der Interferenzmessung

Z_0 = Zentrierablesung am 0.m-Spiegel

Z_i = Zentrierablesung am i .m-Spiegel

$\Delta Z = Z_i - Z_0$ = Differenz der Zentrierablesungen

$J - \Delta Z$ = Abstand der Zentrierstangen für den 0.m- und i .m-Spiegel der Einzelmessungen für die Strecke (0. i) m

Tabelle 14
Zusammenstellung der Ergebnisse der reinen Interferenzmessung
auf der Nordhälfte des Münchener Normalkilometers

Tag		(0.6)	(0.24)	(0.72)	(0.216)	(0.432)
Beobachter: EICHBORN						
30. 6.	J	+ 255	+ 957	+ 2669	+ 8206 ¹	+ 16536 ¹
	Z_o	32711	32711	32711	32711	32711
	Z_i	34400	33629	42102	28196	20360
	$\Delta Z = Z_i - Z_o$	1689	+ 918	+ 9391	— 4515	— 12351
	$J - \Delta Z$	— 1434	+ 39	— 6722	+ 12721	+ 28887
	v	+ 7	+ 13	— 14	+ 44	+ 81
	vv	49	169	196	1936	6561
Beobachter: EICHBORN						
1. 7.	J	+ 260	+ 959	2745	8308	16789
	Z_o	32711	32711	32711	32711	32711
	Z_i	34398	33604	42126	28165	20352
	ΔZ	+ 1687	+ 893	+ 9415	— 4546	— 12359
	$J - \Delta Z$	— 1427	+ 66	— 6670	+ 12854	+ 29148
	v	0	— 14	+ 38	— 89	— 180
	vv	0	196	1444	7921	32400
Beobachter: EICHBORN						
2. 7.	J	273	968	2700	8264	16658
	Z_o	32666	32666	32666	32666	32666
	Z_i	34358	33581	42070	28152	20331
	ΔZ	+ 1692	+ 915	+ 9404	— 4514	— 12335
	$J - \Delta Z$	— 1419	+ 53	— 6704	+ 12778	+ 28993
	v	— 8	— 1	+ 4	— 13	— 25
	vv	64	1	16	169	625
Beobachter: HILLEBRAND						
3. 7.	J	265	946	2628	8205	16492 ¹
	Z_o	32710	32710	32710	32710	32710
	Z_i	34402	33608	42074	28208	20360
	ΔZ	+ 1692	+ 898	+ 9364	— 4502	— 12350
	$J - \Delta Z$	— 1427	+ 48	— 6736	+ 12707	+ 28842
	v	0	+ 4	— 28	+ 58	+ 126
	vv	0	16	784	3364	15876
	Mittel	— 1427	+ 52	— 6708	+ 12765	+ 28968
	m	$\pm 3,1$	$\pm 5,6$	$\pm 14,5$	$\pm 33,4$	$\pm 68,0$
	$[vv]$	113	382	2500	13390	55462

Mit Ausnahme der Werte vv besitzen alle Zahlen die Dimension μ .

¹ Diese Werte konnten nur einmal gemessen werden. Alle anderen entstanden aus der Mittelbildung von Hin- und Rückmessung.

Tabelle 15
Zusammenstellung der Ergebnisse der Interferenzmessung
auf der Südhälfte des Münchner Normalkilometers

Tag		(0.6)	(0.24)	(0.72)	(0.216)	(0.432)	
Beobachter: 1. HONKASALO; 2. EICHHORN							
6. 10.	J	+ 264	+ 1025	+ 3121	+ 9361	+ 18542	+ 18542
	Z_o	36292	36292	36292	36292	36292	— 20
	Z_i	31493	28761	37503	22248	— 31603	+ 9
	$\Delta Z = Z_i - Z_o$	— 4799	— 7531	+ 1211	— 14044		+ 29
	$J - \Delta Z$	+ 5063	+ 8556	+ 1910	+ 23405		+ 18513
	v	+ 15	+ 22,5	+ 7	+ 34		+ 24
	vv	225	506	49	1156		576
Beobachter: 1. HONKASALO; 2. EICHHORN							
7. 10.	J	+ 263	+ 1015	+ 3125	+ 9368	+ 18539	+ 18539
	Z_o	36307	36307	36307	36307	36307	— 5
	Z_i	31488	28735	37519	22226	— 31579	+ 33
	ΔZ	— 4819	— 7572	+ 1212	— 14081		+ 38
	$J - \Delta Z$	+ 5082	+ 8587	+ 1913	+ 23449		+ 18501
	v	— 4	— 8,5	+ 4	— 10		+ 36
	vv	16	72	16	100		1296
Beobachter: 1. EICHHORN; 2. HONKASALO							
8. 10.	J	+ 258	+ 1032	+ 3120	+ 9399	+ 18611	+ 18611
	Z_o	36300	36300	36300	36300	36300	— 12
	Z_i	31476	28758	37504	22237	— 31590	+ 22
	ΔZ	— 4824	— 7542	+ 1204	— 14063		+ 34
	$J - \Delta Z$	+ 5082	+ 8574	+ 1916	+ 23462		+ 18577
	v	— 4	+ 4,5	+ 1	— 23		— 40
	vv	16	20	1	529		1600
Beobachter: 1. HONKASALO; 2. EICHHORN							
9. 10.	J	+ 267	+ 1043	+ 3140	+ 9372	+ 18551	+ 18551
	Z_o	36312	36312	36312	36312	36312	0
	Z_i	31494	28758	37523	22243	— 31616	— 4
	ΔZ	— 4818	— 7554	+ 1211	— 14069		— 4
	$J - \Delta Z$	+ 5085	+ 8597	+ 1929	+ 23441		+ 18555
	v	— 7	— 18,5	— 12	— 2		— 18
	vv	49	342	144	4		324
Einf. Mittel		+ 5078	+ 8578,5	+ 1917	+ 23439		+ 18537
$\underline{m}$		$\pm 5,1$	$\pm 8,9$	$\pm 4,2$	$\pm 12,2$		$\pm 17,8$
$[vv]$		306	941	210	1789		3796

Von (0.6) bis (0.216) beziehen sich die Werte $J - \Delta Z$ auf die Abstände der Zentrierstangen, bei (0.432) auf die Zentrierablesungen, bei 0:36312 bzw. bei 432:31612.

Alle Zahlenangaben mit Ausnahme der Werte für vv haben die Dimension μ .

In Tabelle 14 und 15 sind die Mittelwerte und ihre Unsicherheiten nach dem einfachen arithmetischen Mittel, d. h. gleichgewichtig bestimmt. Den vorliegenden Beobachtungen entspricht diese Annahme völlig. Im allgemeinen empfiehlt es sich aber, bei der Berechnung der Gesamtentfernung Gewichte für die einzelnen Meßtage einzuführen.

Bei der Gewichtssetzung werden hauptsächlich zwei Gesichtspunkte berücksichtigt. Zum einen besitzt ein Meßtag dann ein höheres Gewicht, wenn die Messungen vollständig hin und zurück ausgeführt werden, zum anderen, wenn die Temperatur während der eigentlichen Interferenzmessung möglichst konstant geblieben ist. Für die Berechnung des Gewichtes gilt deshalb die Annahme $p = \frac{n}{[\Delta t]}$, wobei n die Anzahl der gemessenen Interferenzstrecken und $[\Delta t]$ die Summe der maximalen Temperaturabweichungen je Interferenzstrecke bezeichnet. Nach dieser Gewichtsannahme wird dann das allgemeine arithmetische Mittel berechnet. (Tab. 16^{ab} und 17^{ab}).

Für die weiteren Betrachtungen wollen wir die allgemeinen arithmetischen Mittel festhalten.

Tabelle 16a

Berechnung der Gewichte für (0,432)

	30.6.	1.7.	2.7.	3.7.
(0,6)	1,44	0,08	0,48	0,67
(0,24)	1,57	0,34	0,41	1,07
(0,72)	0,52	0,37	0,73	0,89
(0,216)	0,79	0,40	0,90	0,98
(0,432)	0,96	1,67	1,07	0,53
$[\Delta t]$	5,28	2,86	3,59	4,14
n	8	10	10	9
$p = \frac{n}{[\Delta t]}$	1,52	3,50	2,79	2,17

Tabelle 16b

Allgemeines arithmetisches Mittel für (0,432)

Nr.	l	Δl	p	$p \cdot \Delta l$	v	pv	pvv
1	28887	— 13	1,52	— 19,76	+ 111	+ 168,7	18728
2	29148	+ 248	3,50	+ 868,00	— 150	— 525,0	78750
3	28993	+ 93	2,79	+ 259,47	+ 5	+ 14,0	70
4	28842	— 58	2,17	— 125,86	+ 156	+ 338,5	52809
			9,98	+ 981,85		— 3,8	150357

$$l_0 = 28900 + 98,4$$

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{150 \cdot 357}{3}} = \pm 224 \mu$$

$$(0,432) = 28998 \mu$$

$$m_x = \frac{m_0}{\sqrt{[p]}} = \pm 71,0 \mu$$

$$(0,432) = 432 \text{ m} + 28998 \mu \pm 71,0 \mu$$

Tabelle 17a
Berechnung der Gewichte für (864-432) m

	6.10.	7.10.	8.10.	9.10.
(0,6)	0,72	0,50	0,35	0,43
(0,24)	1,67	0,67	0,73	1,22
(0,72)	1,98	0,59	0,52	1,13
(0,216)	2,09	0,47	0,39	1,15
(0,432)	1,32	0,52	0,48	1,53
$[\Delta l]$	7,78	2,75	2,47	5,46
n	9	10	10	9
$p = \frac{n}{[\Delta l]}$	1,16	3,64	4,05	1,65

n = Anzahl der gemessenen Interferenzintervalle

Tabelle 17b
Allgemeines arithmetisches Mittel für (864-432) m

Nr	l	Δl	p	$p \cdot \Delta l$	v	pv	pvv
1	+ 18 513	+ 13	1,16	+ 15,1	+ 27	+ 31,3	845
2	18 501	+ 1	3,64	+ 3,6	+ 39	+ 142,0	5538
3	18 577	+ 77	4,05	+ 311,8	— 37	— 149,8	5543
4	18 555	+ 55	1,65	+ 90,8	— 15	— 24,8	372
	<u>18 540</u>		10,50	+ 421,3		— 1,3	12298

$$m_o = \pm \sqrt{\frac{12 \cdot 298}{3}} = \pm 64,0 \mu \quad m_x = \pm \frac{64,0}{\sqrt{10,50}} = \pm 19,8 \mu$$

Damit erhalten wir für die Münchener Normalstrecke aus den Interferenzmessungen 1958 folgende Zwischenergebnisse:

$$\begin{aligned} \text{Nordhälfte (0-432) m : } L' &= 432 \, 028998 \mu \pm 71 \mu, \\ \text{Südhälfte (432-864) m : } L'' &= 432 \, 018540 \mu \pm 20 \mu. \end{aligned}$$

Hierzu kommen noch die in den Tabellen 18 und 19 angegebenen Korrekturen.

Tabelle 18
Abstand Spiegelmitte Om und Spiegelmitte 432 m

1. Ergebnis der Interferenzmessung	432028998 $\mu \pm 71 \mu$
2. Hälfte der Spiegeldicke des o-m-Spiegels	+ 10012
Hälfte der Spiegeldicke des 432-m-Spiegels	+ 10023
3. Korrektur wegen der Dicke des Spiegelbelages bei Spiegel o und 1	— 30
4. Korrektur wegen des Luftdruckunterschiedes längs des Lichtweges	+ 13
Abstand Spiegelmitte o-Spiegelmitte 432	432049016 $\mu \pm 71 \mu$

Tabelle 19

Abstand Spiegelmitte 432 m und Spiegelmitte 864 m

1. Ergebnisse der reinen Interferenzmessung	+ 432018 540 $\mu \pm 20 \mu$
2. Hälfte der Spiegeldicke des 864-m-Spiegels	+ 10012
Hälfte der Spiegeldicke des 432-m-Spiegels	+ 10023
3. Korrektur wegen der Dicke des Spiegelbelags am 0-m- und 1-m-Spiegel . .	— 30
4. Korrektur wegen des Luftdruckunterschiedes längs des Lichtwegs	— 14

Abstand: Spiegelmitte 864 – Spiegelmitte 432 432038 531 $\mu \pm 20 \mu$

Die auf die Spiegelmitten bezogenen Entfernungen müssen nun auf die 2,5 m seitlich von der Interferenzstrecke eingebrachten unterirdischen Festlegungen und später zur Drahteichung von den unterirdischen Festlegungen auf die darüber liegenden JÄDERIN-zapfen übertragen werden. Diese Übertragung erfolgt trigonometrisch bzw. durch Lotung und soll hier unter Bezug auf [8] nicht weiter behandelt werden. Die Übertragungsmessungen sind besonders sorgfältig durchzuführen, um die bei der Interferenzmessung erhaltene große Genauigkeit für die Drahteichung ausnutzen zu können. Die Länge der Meßstrecke hängt von der Länge des Ausgangs-Quarzmeters ab. Da die absoluten Längenverbesserungen hierfür etwa zwischen 0 und 50 μ liegen, soll die Vergleichsstrecke Messungen zwischen 864,000 m und 864,043 m zulassen. Mit Rücksicht hierauf wurden auf der Münchener Normalstrecke in die Betonklötze für die unterirdische Vermarkung jeweils 2 Bolzen eingelassen und diese wie folgt mit 1,2,3 (Messingbolzen) und A, B, C (Stahlbolzen) bezeichnet:

UF bei 0 m A 1 o o → ← 38,3 mm	UF bei 432 m 2 B o o → ← 29,1 mm	UF bei 864 m 3 C o o → ← 45,2 mm
--	--	--

Unter Berücksichtigung dieser Bezeichnungen erhalten wir die Ergebnisse in Tabelle 20 und 21:

Tabelle 20a

Abstand der unterirdischen Festlegungen UF 1 – UF 2

1. Abstand der Spiegelmitten	432049016 $\mu \pm 71 \mu$
2. Übertragungskorrektur	— 80017 $\mu \pm 24 \mu$
3. Neigungskorrektur	— 4579 $\mu \pm 5 \mu$
4. Höhenkorrektur	— 238 μ

Abstand UF 1–UF 2 431964182 $\mu \pm 75 \mu$

– Dieser Abstand bezieht sich auf die Meereshöhe des Punktes UF 1 –

Tabelle 20b

Abstand der unterirdischen Festlegungen UF A – UF B

1. Abstand der Spiegelmitten	432049016 $\mu \pm 71 \mu$
2. Übertragungskorrektur	— 12564 $\mu \pm 29 \mu$
3. Neigungskorrektur	— 4579 $\mu \pm 5 \mu$
4. Höhenkorrektur	— 238 μ
Abstand UF A – UF B	432031635 $\mu \pm 77 \mu$

– Dieser Abstand der unterirdischen Festlegungen bezieht sich auf die Höhe der UF A –

Tabelle 20c

Abstand der unterirdischen Festlegungen UF A – UF 2

1. Abstand der Spiegelmitten	432049016 $\mu \pm 71 \mu$
2. Übertragungskorrektur	— 41687 $\mu \pm 23 \mu$
3. Neigungskorrektur	— 4579 $\mu \pm 5 \mu$
4. Höhenkorrektur	— 238 μ
Abstand UFA – UF 2	432002512 $\mu \pm 74 \mu$

– Dieser Abstand der unterirdischen Festlegungen bezieht sich auf die Höhe der UF A –

Tabelle 21a

Abstand der unterirdischen Festlegungen UF 2–UF 3

1. Abstand der Spiegelmitten	432038531 $\mu \pm 20 \mu$
2. Übertragungskorrektur	— 16889 $\mu \pm 17 \mu$
3. Neigungskorrektur	— 4710 $\mu \pm 5 \mu$
4. Höhenkorrektur	— 94 μ
5. Korrektur wegen Nichtparallelität	— 0 μ
Abstand UF 2 – UF 3	432016838 $\mu \pm 27 \mu$

– Dieser Abstand gilt in der Meereshöhe des Punktes UF 3 –

Tabelle 21b

Abstand der unterirdischen Festlegungen UF B–UF C

1. Abstand der Spiegelmitten	432038531 $\mu \pm 20 \mu$
2. Übertragungskorrektur	— 813 $\mu \pm 39 \mu$
3. Neigungskorrektur	— 4710 $\mu \pm 5 \mu$
4. Höhenkorrektur	— 94 μ
5. Korrektur wegen Nichtparallelität	— 1 μ
Abstand UF B–UF C	432032913 $\mu \pm 44 \mu$

– Dieser Abstand gilt in der Meereshöhe des Punktes UF C –

BERECHNUNG DER GESAMTLÄNGE DES MÜNCHENER NORMALKILOMETERS
UND DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Es liegen nunmehr die Ergebnisse für die beiden Teilstrecken vor. Bei der Zusammenfassung ist lediglich darauf zu achten, daß die Länge der Nordhälfte auf die Höhe der UF 1 = UF A bezogen ist, während die Länge der Südhälfte in der Höhe der UF 3 = UF C gilt. Für die endgültige Zusammenstellung muß deshalb die Länge der Südhälfte auf die Höhe der UF 1 = UF A reduziert werden. Die UF 3 bzw. UF C liegt ca. 4,13 m über der UF 1 bzw. der UF A. Die Reduktion wird infolgedessen

$$\frac{432 \cdot 4,13}{6,377} = 280 \mu.$$

Der Abstand UF 1 — UF 3 in Höhe der UF 1 wird nunmehr:

1. UF 1 — UF 2	431 964 182 $\mu \pm 75 \mu$
2. UF 2 — UF 3	432 016 838 $\mu \pm 27 \mu$
3. Höhenreduktion	— 280 μ
Abstand UF 1 — UF 3	863 980 740 $\mu \pm 80 \mu$

Der Abstand UF A — UF C in Höhe der UF A errechnet sich zu:

1. UF A — UF B	432 031 635 $\mu \pm 77 \mu$
2. UF B — UF C	432 032 913 $\mu \pm 44 \mu$
3. Höhenreduktion	— 280 μ
Abstand UF A — UF C	864 064 268 $\mu \pm 89 \mu$

Der Abstand UF A — UF 3 in Höhe der UF A errechnet sich zu:

1. UF A — UF 2	432 002 512 $\mu \pm 74 \mu$
2. UF 2 — UF 3	432 016 838 $\mu \pm 27 \mu$
3. Höhenreduktion	— 280 μ
Abstand UF A — UF 3	864 019 070 $\mu \pm 79 \mu$

Dieser Abstand wurde zur Eichung der Invardrähte auf dem Normalkilometer benötigt, wobei nur noch die Reduktion auf den Horizont der Drahtmessung angebracht werden muß mit + 465 μ . Damit ergibt sich die Länge des Normalkilometers im Drahtmessungshorizont zwischen UF A und UF 3 zu

$$\underline{864019535 \mu \pm 79 \mu}.$$

Zum Abschluß soll noch die auf dem Münchener Normalkilometer erreichte Genauigkeit mit bereits vorliegenden Interferenzmeßergebnissen verglichen werden. Interferenzmessungen im freien Gelände über größere Entfernungen wurden vor allem von den Professoren HONKASALO und KUKKAMÄKI durchgeführt. Beide haben gemeinsam auf der Nummela-Vergleichsbasis in Finnland 1948, auf der Eichbasis von Buenos Aires 1953 und auf der Loenermark-Basis in Holland 1957 die Vergleichsstrecken mit Hilfe von Lichtinterferenzen ausgemessen. Bei diesen Messungen ergaben sich die Abstände der unterirdischen Festlegungen mit folgenden Fehlern:

1. Nummela-Basis: 432 m mit $\pm 0,03$ mm und 864 m mit $\pm 0,05$ mm. – Diese Unsicherheiten entsprechen einer Genauigkeit von 1 : 14 000 000 bzw. 1 : 17 000 000 –.
2. Eichstrecke von Buenos Aires: 240 m mit $\pm 39 \mu$ und 480 m mit $\pm 54 \mu$.
– Damit ergibt sich eine Genauigkeit von 1 : 6 000 000 bzw. 1 : 9 000 000 –.
3. Loenermark-Basis: 288 m mit $\pm 27 \mu$ und 576 m mit $\pm 49 \mu$.
– Dies entspricht 1 : 11 000 000 und 1 : 12 000 000 –.

Die Genauigkeitsverhältnisse für den Münchener Normalkilometer besitzen die gleiche Größenordnung. Hier konnte die Nordhälfte mit einer Genauigkeit von 1 : 6 000 000, die Südhälfte mit einer Genauigkeit von 1 : 16 000 000 ausgemessen werden. Für die zusammengesetzte Entfernung von 864 m gilt ein Genauigkeitsverhältnis von 1 : 10 000 000. Die erforderliche Genauigkeit für die Eichung von Invardrähten ist damit eindeutig gewährleistet.

5. KURZBERICHT ÜBER „ANLAGE UND AUSBAU DER BASIS EBERSBERGER FORST BEI MÜNCHEN 1957/58“¹

1. GRÜNDE FÜR DIE WAHL DES EBERSBERGER FORSTES

Im Rahmen der Forschungsarbeiten des Deutschen Geodätischen Forschungsinstitutes war bereits im Jahre 1956 die Messung einer neuen geodätischen Grundlinie vorgesehen worden. Für deren Lage bei München war von entscheidender Bedeutung, daß in diesem weiteren Raum ein modernes Hauptdreiecksnetz I. O. hoher Beobachtungsgenauigkeit vorhanden war und die Sicherung des Netzmaßstabes durch eine neue Basis wünschenswert und notwendig erschien. Für den Ebersberger Forst östlich von München sprachen die guten geologischen Bedingungen, die erleichterten Anlage- und Baubedingungen im Staatsforst, die durch den geringen Verkehr zu erwartenden guten Meßbedingungen sowie die durch die ausgebauten Forststraßen und -wege gegebenen guten Transportbedingungen für das Baumaterial und dessen nahe Beschaffungsmöglichkeit. Die Auswahl des Hohenlindener Grenzgeräumtes wurde begünstigt durch die im Norden und Süden vorhandenen Geländehöhen, die eine leichte und wirtschaftliche Bebauung der Endpunkte für die trigonometrischen Messungen im Vergrößerungsnetz ermöglichten. Darüber hinaus ergab sich der wesentliche Vorteil, daß diese Basis in einer Entfernung von nur 800 m von dem vorgesehenen Normalkilometer lag, so daß zwischen den Messungen kein weiter und

¹ Dieser Bericht wurde von Prof. Dr. K. GERKE, IfAG (II. Abt. des DGFI), zur Verfügung gestellt.

die Meßdrähte gefährdender Transport durchgeführt zu werden brauchte. Außerdem gestattete das in Aussicht genommene Vergrößerungsnetz die Maßstabsübertragung mit gutem Gewicht von der neuen Basis auf die Dreiecksseite I. O. von München, Frauenkirche nach Schweitenkirchen, die bereits von der früheren Basis bei München-Dachau abgeleitet war.

Aus diesen Gründen wurden die mit Zustimmung des Herrn Bundesministers des Innern und, über das Deutsche Geodätische Forschungsinstitut, der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in den Arbeitsplan des Institutes für Angewandte Geodäsie – II. Abt. DGFI – aufgenommenen vorbereitenden Arbeiten vom Direktor der Zentralleitung des DGFI, Professor Dr. Dr. KNEISSL, angeordnet und im August 1957 begonnen.

2. VORBEREITUNGEN UND ANLAGE DER BASIS

Die örtlichen Arbeiten begannen im August 1957 mit einer Lage- und Höhenaufnahme des Hohenlindener Grenzgeräumtes. Die Lageaufnahme erfolgte tachymetrisch von den Polygonpunkten eines nicht angeschlossenen Zuges, dessen Strecken mit der 2-m-Basislatte bestimmt waren; sie beschränkte sich auf den Wegeverlauf, die Kreuzungen, die Hindernisse, wie das Forsthaus Hubertus und die Wildgatter, und die Hochwaldgrenzen. Die Höhenaufnahme wurde als geometrisches Nivellement doppelt ausgeführt und erst später an Festpunkte des Bayerischen Landesnivellements angeschlossen.

Nach diesen Aufnahmen wurden gezeichnet:

- ein Lageplan 1 : 1000 für das Geräumt und die nördliche Verlängerung bis Neupullach,
- ein Längsprofil 1 : 10000/1 : 100 für das Geräumt zur Ermittlung der erforderlichen Bauten und ihrer Höhen,
- ein Lageplan 1 : 500 für das Forsthaus Hubertus und nähere Umgebung,
- ein Lageplan mit unterschiedlichem Maßstab in Längs- und Querrichtung, 1 : 10000/1 : 100 zur Ermittlung der Linienführung.

Nach diesen Unterlagen ergab sich, daß der Endpunkt Nord zweckmäßiger nicht auf die Anhöhe von Neupullach, 330 m nördlich der Waldgrenze, sondern auf die Anhöhe im Walde zu legen war. Die Verkürzung der Basis betrug nur 600 m und der geringe Höhenunterschied von 2,5 m erforderte nahezu gleiche Bauhöhe des Signals, es wurde aber für die Drahtmessung die große Schwierigkeit des Überquerens der Bundesstraße 12 vermieden. Der Endpunkt Süd wurde dagegen auf der großen Anhöhe belassen, da die kleinere Anhöhe bei einer Verkürzung der Basis um 1200 m wegen des Höhenunterschiedes von über 50 m für die Bebauung ausschied. Die starke Steigung am Endpunkt Süd konnte allerdings nicht mit der festgesetzten Maximal-Steigung von 2 m pro Drahtlage bewältigt werden. Aus diesem Grunde wurde eine abgeknickte Hilfsbasis und ein Hilfsdreieck vorgesehen. Da die Basis nicht als Gerade geführt und gemessen werden konnte, wurden 4 Varianten zur Auswahl gestellt, mit ein bis vier Brechpunkten.

Über den auszubauenden Verlauf wurde in einer gemeinsamen Begehung am 15. 4. 1958, unter Berücksichtigung der geodätischen und auch der forstlichen Gesichtspunkte, von Vertretern der Bayer. Forstverwaltung, des Bayer. LVA und des DGFI entschieden. Es wurde ein Vertragsentwurf besprochen, der dann die Grundlage des späteren Benutzungsvertrages zwischen der Forstverwaltung und dem IfAG bildete.

Die ausgewählte Lage der Basis und ihrer Abschnitte bedingte dennoch im Südteil den Bau von höheren Trägern der JÄDERIN-Zapfen und von Podesten für die Messung, da die Steigungen teilweise größer waren als 2 m pro Drahtlage.

Im April 1958 erfolgte dann die Absteckung der Abschnitte vom Polygonzug aus. Dabei wurde beachtet, daß keiner der 24-m-Punkte auf kreuzende öffentliche Straßen und möglichst wenige dieser Punkte auf Forstwege oder Schneisen zu liegen kamen und daß das Forsthaus zügig umgangen wurde. Die Brechpunkte wurden bei der Stationierung der Abschnitte mit vollen Drahtlängen abgesteckt.

3. AUSBAU DER BASIS

Die Bauarbeiten wurden am 23. Juni 1958 begonnen. Es sind dann bis zum Beginn der Basismessung am 7. September 1958 ausgeführt worden:

- an Betonarbeiten: 10 unterirdische Festlegungen; in der Art der DITTRICHschen Festlegung, 2 m lang, Oberfläche ca. 1,20 m unter Erdoberfläche, Loch mit Erdborher $\varnothing$ 30 cm, innen Baustahlgeflecht
5 Straßenpunkte; Betonwürfel ca. $30 \times 30 \times 30$ cm,
- an Holzarbeiten: 332 eingerammte Holzpfähle; $\varnothing$ 15 cm, meist Länge 2 m, 0,7 m über Erdboden (s. Figur 12 und 13), davon im Südteil 25 längere Pfähle, Länge bis 5,0 m mit Stützen (s. Figur 15),
10 kleine Vierböcke zur Aufnahme des JÄDERIN-Zapfens, davon 8 mit Tischplatte für die Beobachtung der Brechungswinkel, auf den Stationen: Endpunkt Nord, 93, 195, 226, 238, 295, 316, 340, Endpunkt Hilfsbasis = 345 und Endpunkt Süd,
2 größere Vierböcke mit Tischplatte zur Beobachtung der Brechungswinkel auf den Stationen 295 und 316, Beobachtungshöhe 3 m (siehe Figur 14),
25 Podeste verschiedener Höhe bis max. 4,35 m, für die Beobachter und Spannbockträger bei der Drahtmessung, mit Geländer und Leiter, Plattformgröße 2×6 m (s. Figur 13 und 15),
7 Mirengerüste mit den Zielzeichen für das Alignment,
2 Drahtkäfige zum Aufhängen der Drähte an den Tagesabschnitten, bei 93 und 295,
Aufstellung von 2 Holzbaracken zur Aufbewahrung des Handwerkszeuges und von Material bei 93 und 295,
- an Erdarbeiten: 10 $\times$ 2 Ablotungsgräben bei den unterirdischen Festlegungen, 50 cm breit, etwa 6 m lang.

Die Beschreibung der Beton- und Holzbauten soll in der vorgesehenen Veröffentlichung mit Werkzeichnungen erfolgen.

Zu den Vorbereitungsarbeiten gehörten auch die Ausholungen, die von dem zuständigen Revierförster angesetzt wurden, sowie das Ausästen von Bäumen für die hohen Sichten, wenngleich diese Arbeiten durch die Planung bereits möglichst gering gehalten waren.

Kurz vor der Messung wurden dann etwa noch vorhandene kleine Hindernisse in der Meßstrecke – wie Wurzeln, Zweige, Gras und Unebenheiten – beseitigt, um einen glatten und gefahrlos zu begehenden Pfad für die Beobachter beim Tragen der Drähte zu schaffen.

Die Basis war nun für folgende Tagesabschnitte ausgebaut:

1. von Endpunkt Nord bis Pfahl 93 = 93 Drahtlagen
2. von Pfahl 93 bis Pfahl 195 = 102 Drahtlagen
3. von Pfahl 195 bis Pfahl 295 = 100 Drahtlagen
4. von Pfahl 295 bis Pfahl 345 = 50 Drahtlagen

Der 4. Abschnitt war wegen der schwierigen Messung über die Podeste absichtlich kürzer gehalten als die übrigen Tagesabschnitte.

Für die Arbeiten wurde an Personal eingesetzt:

- a) für die Vermessungs- und Absteckungsarbeiten:
 - ein Dipl.-Ing.,
 - ein Ing. für Vermessungstechnik,
 - ein Kraftfahrer, zugl. als Meßgehilfe,
- b) für die Bauarbeiten:
 - ein Vermessungsamtmann für die gesamte Leitung,
 - ein Bautruppführer für die Bauarbeiten,
 - vier Hilfskräfte für die Bauarbeiten,
 - ein Kraftfahrer mit Lastwagen bzw. VW-Kombi.

Die Hochbauten auf den Endpunkten Nord und Süd wurden vom Bayerischen Landesvermessungsamt gebaut (s. Fig. 16).

6. DIE BASISMESSUNG 1958

Die Invardrahtmessung wurde zunächst unter Leitung des IfAG (II. Abt. des DGFI) in der Zeit v. 10. 9. – 20. 9. 1958 von vier Frankfurter Meßtrupps und einem Münchener Trupp mit je zwei Drähten, also mit insgesamt 10 Drähten hin und zurück, durchgeführt.

Im Anschluß hieran wurde unter Leitung der I. Abt. des DGFI v. 27. 9. bis 3. 10. 58 mit anderem Gerät, Drähten und je einem Meßtrupp der I. Abt. des DGFI, des Geodätischen Instituts der Technischen Hochschule München, des Österreichischen Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen und eines gemischten Meßtrupps der Eidgenössischen Landestopographie und des Geodätischen Instituts der ETH Zürich die Basis mit insgesamt 8 Drähten ein zweites Mal vollständig ausgemessen.

Die verwendeten Invardrähte wurden unmittelbar vor und nach der Basismessung zum Teil beim Internationalen Büro für Maße und Gewichte in Paris, zum Teil bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig, darüber hinaus aber auch auf der Normalstrecke in Ebersberg geeicht. Weiter wurden für alle Drähte die Ausdehnungskoeffizienten neu bestimmt. Durch die systematische Anordnung der Eichungen und die

große Zahl der verwendeten Drähte ist es in Deutschland erstmals möglich, sowohl gut fundierte Aussagen über die Übereinstimmung von Laboratoriumseichungen unter sich und der Eichung auf Vergleichsstrecken zu machen als auch die Genauigkeit von Basismessung und triogonometrischer Übertragung gegenüber der elektronischen Entfernungsmessung sicher abzuschätzen.

Über die Einzelheiten unterrichten die Veröffentlichungen [9] und [10]. Es sollen daher nur die Schlußergebnisse zusammengestellt werden. Im einzelnen enthalten:

Tab. 22 – die Meßergebnisse aller 10 Drähte der II. Abteilung des DGFI, abgeleitet mit den Werten der Laboreichung.

Tab. 23 – die Meßergebnisse aller 10 Drähte der II. Abteilung des DGFI, Eichung auf Grund des Drahtvergleiches vor und nach der Messung auf der Normalstrecke.

Tab. 24 – die Meßergebnisse aller 8 Drähte der I. Abteilung des DGFI, abgeleitet mit den Werten der Laboreichung.

Tab. 25 – die Meßergebnisse aller 8 Drähte der I. Abteilung des DGFI.

Hieraus erhalten wir folgende Schlußergebnisse:

ENTFERNUNG DER BASISENDPUNKTE

I. Abteilung des DGFI (München)

Im Messungshorizont ($h = 549,78$ m):

aus Laboratoriumseichwerten	8 232 546,89 mm $\pm$ 2,1 mm
aus Drahtvergleich auf der Normalstrecke	8 232 558,25 mm $\pm$ 2,4 mm

Mittel	8 232 552,57 mm
Reduktion auf den Meereshorizont	-710,40 mm

Länge der Basis im Meereshorizont	<u>8 231 842,17 mm</u>
---	------------------------

II. Abteilung des DGFI (IfAG)

Im Messungshorizont

aus Laboratoriumseichwerten	8 232 561,80 mm $\pm$ 3,2 mm
aus Drahtvergleich auf der Normalstrecke	8 232 556,40 mm $\pm$ 1,1 mm

Mittel	8 232 559,10 mm
Reduktion auf den Meereshorizont	-710,40 mm

Länge der Basis im Meereshorizont	<u>8 231 848,70 mm</u>
---	------------------------

Differenz zwischen der Messung der I. und II. Abteilung .	-6,53 mm
---	----------

Allgemeines Mittel aus Münchener und

Frankfurter Messung ¹	<u>8 231 845,44 mm $\pm$ 3,3 mm</u>
--	--

¹ Auf Grund der Erstberechnung ergab sich hierfür 8231845,6 mm. Die folgende Berechnung des Basis-Vergrößerungsnetzes stützt sich auf den Wert der Erstberechnung.

Tabelle 22. Aufstellung der Meßergebnisse für die Basis Ebersberger Forst bei München in mittl. Messungshöhe 549,250 m ü. N. N. mit Drahtkonstanten der amtlichen Eichinstitute (B. I. P. M. Paris, P. T. B. Braunschweig) 2. Abt. DGFI

(Unterschiedliche Schwerewerte zwischen den Eichinstituten und den Abschnitten der Basis sind berücksichtigt.)
 S (vor) = Länge mit Drahtkonst. vor der Messung, S (nach) = Länge mit Drahtkonst. nach der Messung

Draht Nr. Eich- institut	Draht- konstante (mm)	Abschnitt 0-93: S (vor) S (nach)	Abschnitt 93-195: S (vor) S (nach)	Abschnitt 195-226: S (vor) S (nach)	Abschnitt 226-238: S (vor) S (nach)	Abschnitt 238-295: S (vor) S (nach)	Abschnitt 295-316: S (vor) S (nach)	Abschnitt 316-340: S (vor) S (nach)	Abschnitt 340-Süd: S (vor) S (nach)	Basilänge 0-Süd: S (vor) S (nach)	mittl. Fehler aus Eichinst.: $m = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}$ $\mu = \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$ $n = 10$
		Mittel (mm) 2232 m + mm	Mittel (mm) 2448 m + mm	Mittel (mm) 744 m + mm	Mittel (mm) 288 m + mm	Mittel (mm) 1367 m + mm	Mittel (mm) 503 m + mm	Mittel (mm) 574 m + mm	Mittel (mm) 74 m + mm	Mittel (mm) 8230 m + mm	
A 27	— 7,620	215,945	367,851	139,089	013,834	616,744	232,936	032,340	932,021	2550,760	
B. I. P. M.	— 7,600	217,805	369,891	139,709	014,074	617,884	233,356	032,820	932,083	2557,622	
	— 7,610	216,875	368,871	139,399	013,954	617,314	233,146	032,580	932,052	2554,191	+ 7,613 mm
301	+ 13,530	215,549	366,212	139,461	013,768	616,844	232,712	032,110	931,960	2548,616	
B. I. P. M.	+ 13,550	217,409	368,252	140,081	014,008	617,984	233,132	032,590	932,023	2555,479	
	+ 13,540	216,479	367,232	139,771	013,888	617,414	232,922	032,350	931,991 ₅	2552,047 ₅	+ 9,756 mm
302	+ 10,410	215,477	366,728	139,275	013,640	616,951	232,813	031,954	932,083	2548,921	
B. I. P. M.	+ 10,440	218,267	369,788	140,205	014,000	618,661	233,443	032,674	932,176	2559,214	
	+ 10,425	216,872	368,258	139,740	013,820	617,806	233,128	032,314	932,129 ₅	2554,067 ₅	+ 7,736 mm
84536	+ 21,714	215,379	367,815	140,478	014,628	618,881	233,799	032,857	932,126	2555,963	
P. T. B.	+ 21,736	217,425	370,059	141,160	014,892	620,135	234,261	033,385	932,195	2563,512	
	+ 21,725	216,402	368,937	140,819	014,760	619,508	234,030	033,121	932,160 ₅	2559,737 ₅	+ 2,066 mm
36	— 3,184	217,624	368,161	139,294	013,924	617,017	233,276	033,018	932,064	2554,378	
P. T. B.	— 3,152	220,600	371,425	140,286	014,308	618,841	233,948	033,786	932,164	2565,358	
	— 3,168	219,112	369,793	139,790	014,116	617,929	233,612	033,402	932,114	2559,868	+ 1,936 mm
37	— 12,213	221,315	371,583	140,919	014,778	620,447	234,276	034,075	932,311	2569,704	
P. T. B.	— 12,197	222,803	373,215	141,415	014,970	621,359	234,612	034,459	932,361	2575,194	
	— 12,205	222,059	372,399	141,167	014,874	620,903	234,444	034,267	932,336	2572,449	— 10,645 mm
38	— 5,078	221,113	373,410	140,097	014,006	618,766	233,773	032,672	932,213	2566,050	
P. T. B.	— 5,054	223,345	375,858	140,841	014,294	620,134	234,277	033,248	932,288	2574,285	
	— 5,066	222,229	374,634	140,469	014,150	619,450	234,025	032,960	932,250 ₅	2570,167 ₅	— 8,364 mm
381	+ 6,446	224,180	377,660	142,950	015,268	623,223	235,441	034,695	932,436	2585,853	
P. T. B.	+ 6,432	222,878	376,232	142,516	015,100	622,425	235,147	034,359	932,392	2581,049	
	+ 6,439	223,529	376,946	142,733	015,184	622,824	235,294	034,527	932,414	2583,451	— 21,647 mm
382	— 4,159	219,331	370,777	140,321	014,232	618,047	233,286	032,593	932,103	2560,690	
P. T. B.	— 4,216	214,030	364,963	138,554	013,548	621,296	232,089	031,225	931,925	2547,630	
	— 4,187 ₅	216,680 ₅	367,870	139,437 ₅	013,890	619,671 ₅	232,687 ₅	031,909	932,014	2554,160	+ 7,644 mm
383	+ 11,156	217,382	370,351	139,980	014,119	617,856	232,993	032,356	932,010	2557,047	
P. T. B.	+ 11,161	217,847	370,861	140,135	014,179	618,141	233,098	032,476	932,025	2558,762	
	+ 11,158 ₅	217,614 ₅	370,606	140,057 ₅	014,149	617,998 ₅	233,045 ₅	032,416	932,017 ₅	2557,904 ₅	+ 3,900 mm
S (vor)		218,330	370,055	140,186	014,220	618,478	233,530	032,867	932,133	2559,798	[v] = — 0,005
S (nach)		219,241	371,054	140,490	014,337	619,686	233,736	033,102	932,163	2563,810	[vv] = 946,50532
Mittel (mm)		218,785 ₅	370,554 ₅	140,338	014,278 ₅	619,082	233,633	032,984 ₅	932,148	2561,804	$m = \pm 10,255$ mm $\mu = \pm 3,243$ mm

Tabelle 23. Aufstellung der Meßergebnisse für die Basis Ebersberger Forst bei München mit Normalstrecken-Drahtvergleich
in mittl. Messungshöhe 549,250 m ü. N. N. 2. Abt. DGFI

(Unterschiedliche Schwerewerte zwischen der Normalstrecke und den Abschnitten der Basis sind nicht berücksichtigt.)
S (vor) = Entfernung mit Drahtvergleich vor der Messung; S (nach) = Entfernung mit Drahtvergleich nach der Messung

Invar- Draht Nr.	Draht- konstante (mm)	Abschnitt 0-93: S (vor) S (nach) Mittel (mm) 2232 m + mm	Abschnitt 93-195: S (vor) S (nach) Mittel (mm) 2448 m + mm	Abschnitt 195-226: S (vor) S (nach) Mittel (mm) 744 m + mm	Abschnitt 226-238: S (vor) S (nach) Mittel (mm) 288 m + mm	Abschnitt 238-295: S (vor) S (nach) Mittel (mm) 1367 m + mm	Abschnitt 295-316: S (vor) S (nach) Mittel (mm) 503 m + mm	Abschnitt 316-340: S (vor) S (nach) Mittel (mm) 574 m + mm	Abschnitt 340-Süd: S (vor) S (nach) Mittel (mm) 74 m + mm	Basislänge 0-Süd: S (vor) S (nach) Mittel (mm) 8230 m + mm	mittl. Fehler aus Normalstrecke $m = \sqrt{\frac{[vv]}{n-1}}$ $\mu = \sqrt{\frac{[vv]}{n(n-1)}}$ n = 10
A 27	— 7,540	218,879	371,072	140,069	014,213	618,547	233,601	033,100	932,120	2561,601	— 1,078 mm
	— 7,564	216,647	368,624	139,324	013,925	617,179	233,097	032,524	932,045	2553,365	
	— 7,552	217,763	369,848	139,690 ₅	014,069	617,863	233,349	032,812	932,082 ₅	2557,483	
301	+ 13,596	217,181	368,005	140,007	013,979	617,849	233,083	032,534	932,016	2554,654	— 4,940 mm
	+ 13,635	220,808	371,983	141,216	014,447	620,072	233,902	033,470	932,138	2568,036	
	+ 13,615 ₅	218,994 ₅	369,994	140,611 ₅	014,213	618,960 ₅	233,492 ₅	033,002	932,077	2561,345	
302	+ 10,482	217,668	369,133	140,007	013,923	618,298	233,310	032,522	932,157	2557,018	— 3,529 mm
	+ 10,499	219,248	370,867	140,534	014,127	619,267	233,667	032,930	932,210	2562,850	
	+ 10,490 ₅	218,458	370,000	140,270 ₅	014,025	618,782 ₅	233,488 ₅	032,726	932,183 ₅	2559,934	
84536	+ 21,748	214,252	366,584	140,105	014,484	618,196	233,547	032,570	932,090	2551,828	+ 2,003 mm
	+ 21,763	215,648	368,114	140,570	014,664	619,051	233,862	032,930	932,136	2556,975	
	+ 21,755 ₅	214,950	367,349	140,337 ₅	014,574	618,623 ₅	233,704 ₅	032,750	932,113	2554,401 ₅	
36	— 3,140	217,428	367,950	139,231	013,900	616,902	233,234	032,971	932,058	2553,674	+ 4,619 mm
	— 3,151	216,404	366,828	138,890	013,768	616,275	233,003	032,707	932,023	2549,898	
	— 3,145 ₅	216,916	367,389	139,060 ₅	013,834	616,588 ₅	233,118 ₅	032,839	932,040 ₅	2551,786	
37	— 12,209	217,399	367,292	139,616	014,274	618,052	233,394	033,068	932,180	2555,275	+ 2,675 mm
	— 12,218	216,561	366,374	139,337	014,166	617,539	233,204	032,852	932,152	2552,185	
	— 12,213 ₅	216,980	366,833	139,476 ₅	014,220	617,795 ₅	233,299	032,960	932,166	2553,730	
38	— 5,068	217,756	369,731	138,980	013,574	616,713	233,017	031,809	932,100	2553,680	— 3,623 mm
	— 5,031	221,196	373,505	140,127	014,018	618,822	233,794	032,697	932,216	2566,375	
	— 5,049 ₅	219,476	371,618	139,553 ₅	013,796	617,767 ₅	233,405 ₅	032,253	932,158	2560,027 ₅	
381	+ 6,384	214,126	366,637	139,601	013,972	617,066	233,173	032,104	932,099	2548,778	+ 4,882 mm
	+ 6,400	215,614	368,269	140,097	014,164	617,978	233,509	032,488	932,149	2554,268	
	+ 6,392	214,870	367,453	139,849	014,068	617,522	233,341	032,296	932,124	2551,523	
382	+ 4,201	216,903	368,118	139,514	013,920	617,819	232,740	031,970	932,022	2553,006	+ 1,169 mm
	+ 4,214	218,113	369,444	139,917	014,076	618,559	233,013	032,282	932,063	2557,467	
	+ 4,207 ₅	217,508	368,781	139,715 ₅	013,998	618,189	232,876 ₅	032,126	932,042 ₅	2555,236 ₅	
383	+ 11,203	217,466	370,446	140,010	014,131	617,912	233,014	032,381	932,013	2557,373	— 2,168 mm
	+ 11,210	218,116	371,160	140,227	014,215	618,311	233,161	032,549	932,034	2559,773	
	+ 11,206 ₅	217,791	370,803	140,118 ₅	014,173	618,111 ₅	233,087 ₅	032,465	932,023 ₅	2558,573	
	S (vor)	216,906	368,497	139,714	014,037	617,735	233,211	032,503	932,086	2554,689	[v] = + 0,010
	S (nach)	217,836	369,517	140,024	014,157	618,305	233,421	032,743	932,117	2558,119	[vv] = 113,54916
	Mittel (mm)	217,371	369,007	139,869	014,097	618,020	233,316	032,623	932,102	2556,405	m = ± 3,552 mm
											(4) μ = ± 1,123 mm

Tabelle 24. Ergebnisse der Drahtmessung der I. Abteilung

Draht	Eich- institut	Eich- wert vor nach	Material	Abschnitt								Summe Nord-Süd vor nach Mittel 8234 m mm	Strek- kungs- reduktion mm	Schwere- reduktion mm	Basis im Messungs- horizont vor nach Mittel 8234 m mm	<i>v</i> mm	
				0-93	93-195	195-226	226-238	238-295	295-316	316-340	340-Süd						
				vor nach Mittel	vor nach Mittel	vor nach Mittel	vor nach Mittel	vor nach Mittel	vor nach Mittel	vor nach Mittel	vor nach Mittel						
				2232 m mm	2448 m mm	744 m mm	288 m mm	1368 m mm	504 m mm	576 m mm	74 m mm						
				+	+	+	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	
Laboratoriumseichung																	
98	BIPM BIPM	— 0,21	Invar	— 277,357 —	— 367,671 —	— 140,638 —	— 033,107 —	— 362,834 —	— 759,026 —	— 1686,392 —	— 968,937 —	— 1020,542 —	421,969	0,551	— 1443,062 —	(1) + 10,051	
99	BIPM BIPM	— 0,72	Invar	— 276,407 —	— 361,264 —	— 139,730 —	— 033,013 —	— 362,478 —	— 759,887 —	— 1687,868 —	— 968,674 —	— 1031,145 —	421,969	0,551	— 1453,665 —	(1) — 0,552	
509	PTB PTB	+ 0,405 + 0,420	Indilatans	274,963 276,358 275,660	362,710 364,240 363,475	139,107 139,572 139,340	032,644 032,824 032,734	364,536 363,681 364,109	759,636 759,321 759,479	1687,192 1686,832 1687,012	968,641 968,688 968,665	1033,299 1028,152 1030,726	421,969 421,969 421,969	1,351 1,351 1,351	1456,619 1451,472 1454,046	(2) — 0,933	
510	PTB PTB	+ 0,468 + 0,501	Indilatans	272,166 275,235 273,700	363,104 366,470 364,787	138,585 139,608 139,097	032,839 033,235 033,037	364,544 362,663 363,604	759,327 758,634 758,981	1687,722 1686,930 1687,326	968,687 968,790 968,738	1036,212 1024,889 1030,552	421,969 421,969 421,969	1,351 1,351 1,351	1459,532 1448,209 1453,872	(2) — 0,759	
511	PTB PTB	+ 0,566 + 0,540	Indilatans	274,232 — —	364,633 — —	139,970 — —	032,750 — —	364,357 — —	— 760,204 —	— 1690,160 —	— 968,456 —	— — 1034,680	421,969	1,351	— — 1458,000	(1) — 4,887	
526	BIPM PTB	+ 0,674 + 0,709	Invar	270,500 273,709 272,104	361,288 364,807 363,048	139,052 140,121 139,586	032,209 032,623 032,416	365,977 364,010 364,994	760,352 759,627 759,990	1689,130 1688,302 1688,716	968,652 968,760 968,706	1043,758 1031,919 1037,840	421,969 421,969 421,969	0,551 1,351 0,951	1466,278 1455,239 1460,758	(2) — 7,645	
527	BIPM PTB	— 0,287 — 0,182	Invar	273,235 282,954 278,094	360,984 371,643 366,314	138,704 141,943 140,324	032,500 033,754 033,127	365,886 359,929 362,908	759,960 757,765 758,862	1688,709 1686,201 1687,455	968,529 968,856 968,692	1040,603 1004,745 1022,674	421,969 421,969 421,969	0,551 1,351 0,951	1463,123 1428,065 1445,594	(2) + 7,519	
529	(BIPM) PTB	(— 0,496) — 0,494	Invar	— 274,874 —	— 362,204 —	— 139,829 —	— 032,986 —	— 363,161 —	— 758,891 —	— 1687,468 —	— 968,863 —	— 1030,764 —	421,969	1,351	— 1454,084 —	(1) — 0,971	
														Mittel	1453,113	$[pv] = - 0,005$ $[pvv] = 359,01$ $m_0 = \pm 7,1$ mm $\mu = \pm 2,1$ mm	

Tabelle 25. Ergebnisse der Drahtmessung der I. Abteilung

Eichung aus Normalstrecke

98	— 0,209	277,459	367,783	140,672	033,120	362,771	759,003	1686,366	968,941	1020,165	421,969	1442,134	(2)
	— 0,213	277,059	367,345	140,539	033,069	363,016	759,093	1686,469	968,927	1021,639	421,969	1443,608	
		277,259	367,564	140,606	033,094	362,894	759,048	1686,418	968,934	1020,903	421,969	1442,871	— 1,124
99	— 0,658	282,210	367,629	141,664	033,762	358,921	758,577	1686,370	968,869	1009,734	421,969	1431,703	
	— 0,716	276,770	361,662	139,851	033,060	362,256	759,805	1687,774	968,686	1029,806	421,969	1451,775	(2)
		279,490	364,646	140,758	033,411	360,588	759,191	1687,072	968,778	1019,768	421,969	1441,739	+ 0,011
509	+ 0,391	273,707	361,333	138,689	032,482	365,306	759,920	1687,516	968,599	1037,932	421,969	1459,901	
	+ 0,427	277,046	364,995	139,802	032,913	363,260	759,166	1686,654	968,711	1025,613	421,969	1447,582	(2)
		275,376	363,164	139,246	032,698	364,283	759,543	1687,085	968,655	1031,772	421,969	1453,742	— 11,993
510	+ 0,505	275,634	366,909	139,742	033,287	362,418	758,544	1686,827	968,803	1023,414	421,969	1445,383	
	+ 0,556	280,415	372,151	141,335	033,903	359,489	757,465	1685,593	968,964	1005,779	421,969	1427,748	(2)
		278,024	369,530	140,538	033,595	360,954	758,004	1686,210	968,884	1014,597	421,969	1436,566	+ 5,182
511	+ 0,581	275,654	366,194	140,445	032,934	363,485	—	—	—	—	—	—	
	+ 0,585	—	—	—	—	—	759,253	1689,073	968,597	—	—	—	(1)
		—	—	—	—	—	—	—	—	1027,987	421,969	1449,956	— 8,208
526	+ 0,734	276,080	367,408	140,912	032,929	362,557	759,092	1687,690	968,840	1023,170	421,969	1445,139	
	+ 0,772	279,633	371,304	142,096	033,387	360,380	758,290	1686,773	968,959	1010,064	421,969	1432,033	(2)
		277,856	369,356	141,504	033,158	361,468	758,691	1687,232	968,900	1016,617	421,969	1438,586	+ 3,162
527	— 0,224	279,075	367,390	140,651	033,254	362,306	758,641	1687,202	968,725	1019,054	421,969	1441,023	
	— 0,176	283,539	372,286	142,139	033,830	359,570	757,633	1686,050	968,875	1002,584	421,969	1424,553	(2)
		281,307	369,838	141,295	033,542	360,938	758,137	1686,626	968,800	1010,819	421,969	1432,788	+ 8,960
529	— 0,460	278,128	365,774	140,915	033,406	361,167	758,157	1686,628	968,972	1018,757	421,969	1440,726	
	— 0,466	277,524	365,111	140,713	033,328	361,537	758,293	1686,784	968,952	1020,986	421,969	1442,955	(2)
		277,826	365,442	140,814	033,367	361,352	758,225	1686,706	968,962	1019,872	421,969	1441,840	— 0,093
Mittel												1441,748	$[pv] = + 0,002$ $[pvv] = 591,85$ $m_0 = \pm 9,2 \text{ mm}$ $\mu = \pm 2,4 \text{ mm}$

7. DAS BASISVERGRÖßERUNGSNETZ

a) Die Bestimmung der Beobachtungsgewichte.

Die Erkundung und Bebauung des Basisvergrößerungsnetzes übernahm das Bayerische Landesvermessungsamt. Dabei gelang es sowohl die altbayerische Grundlinie (1801) München – Aufkirchen als auch die CLAUSSsche Grundlinie (1920/21) Dachau – Schleiß-

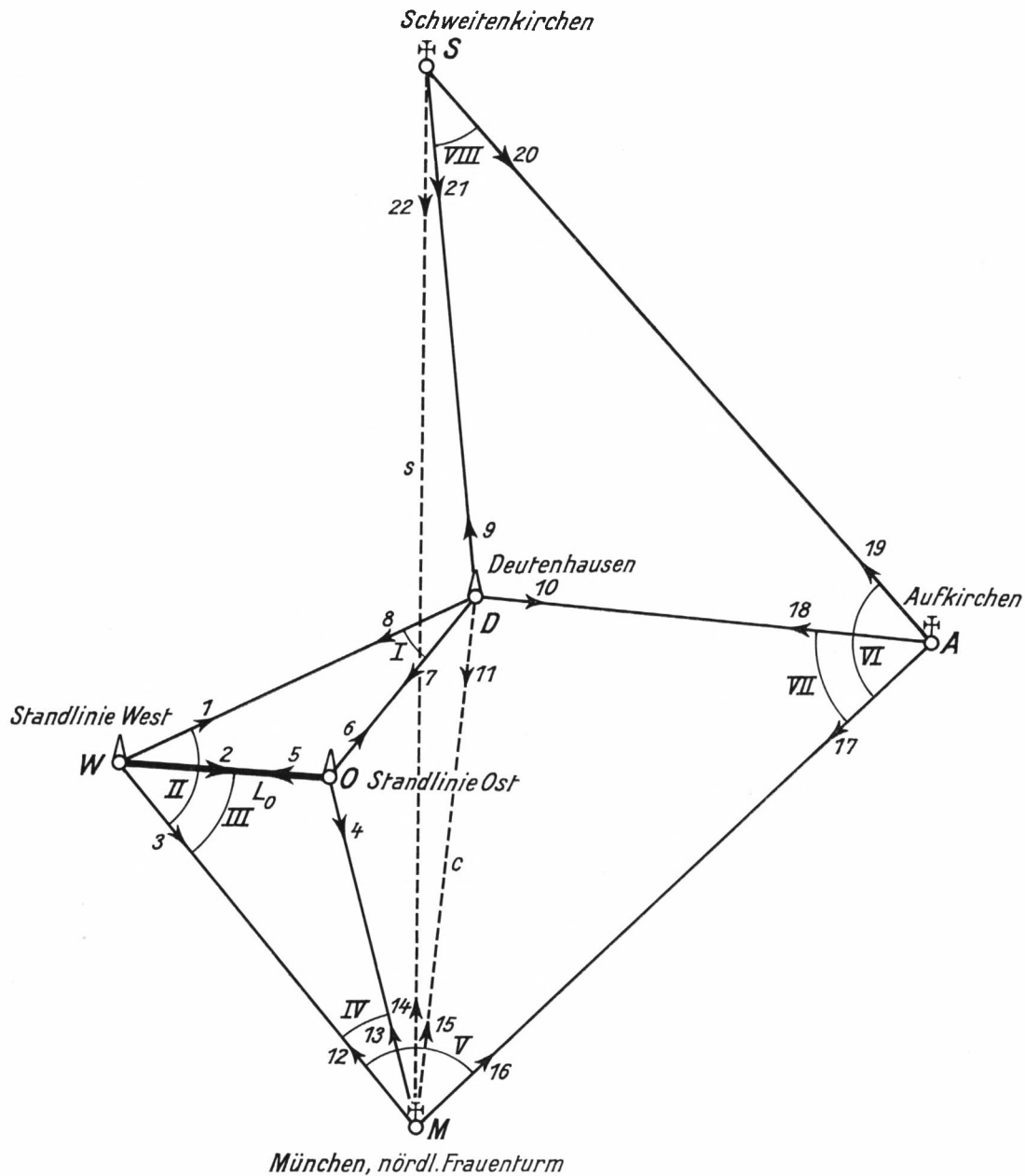


Fig. 17. Basisvergrößerungsnetz 1920/21, Vergrößerungsseite München-Schweitenkirchen

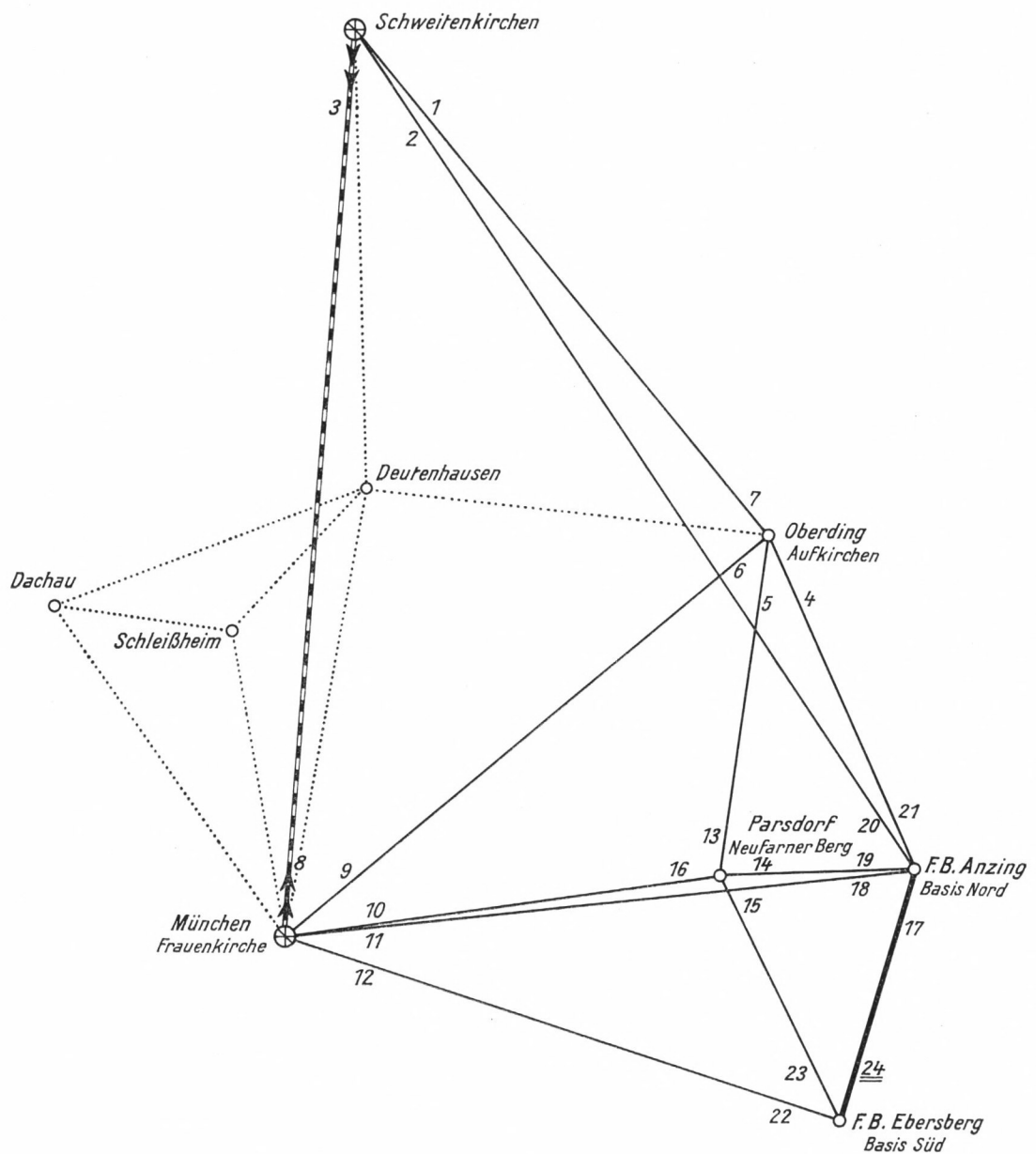


Fig. 18. Basisvergrößerungsnetz 1958, Vergrößerungsseite München-Schweitenkirchen

heim (Fig. 17) in unmittelbare Beziehung mit der neuen Grundlinie Ebersberg – Anzing (1958) zu bringen.

Das Basisvergrößerungsnetz München – Ebersberg (Fig. 18) umfaßt 7 Dreiecksbedingungen, 1 Zentral- und 2 Diagonalsystembedingungen. Die Ausgleichung erfolgte nach Dreieckswinkeln unter Berücksichtigung der von WOLF angegebenen Schreiberschen Gewichte. Trotz der komplizierten Form des Basisvergrößerungsnetzes und seiner Abweichung von den üblichen Formen ergab die Berechnung der Übertragungsfehler und Gewichte, wie weiter unten gezeigt wird, sehr befriedigende Ergebnisse.

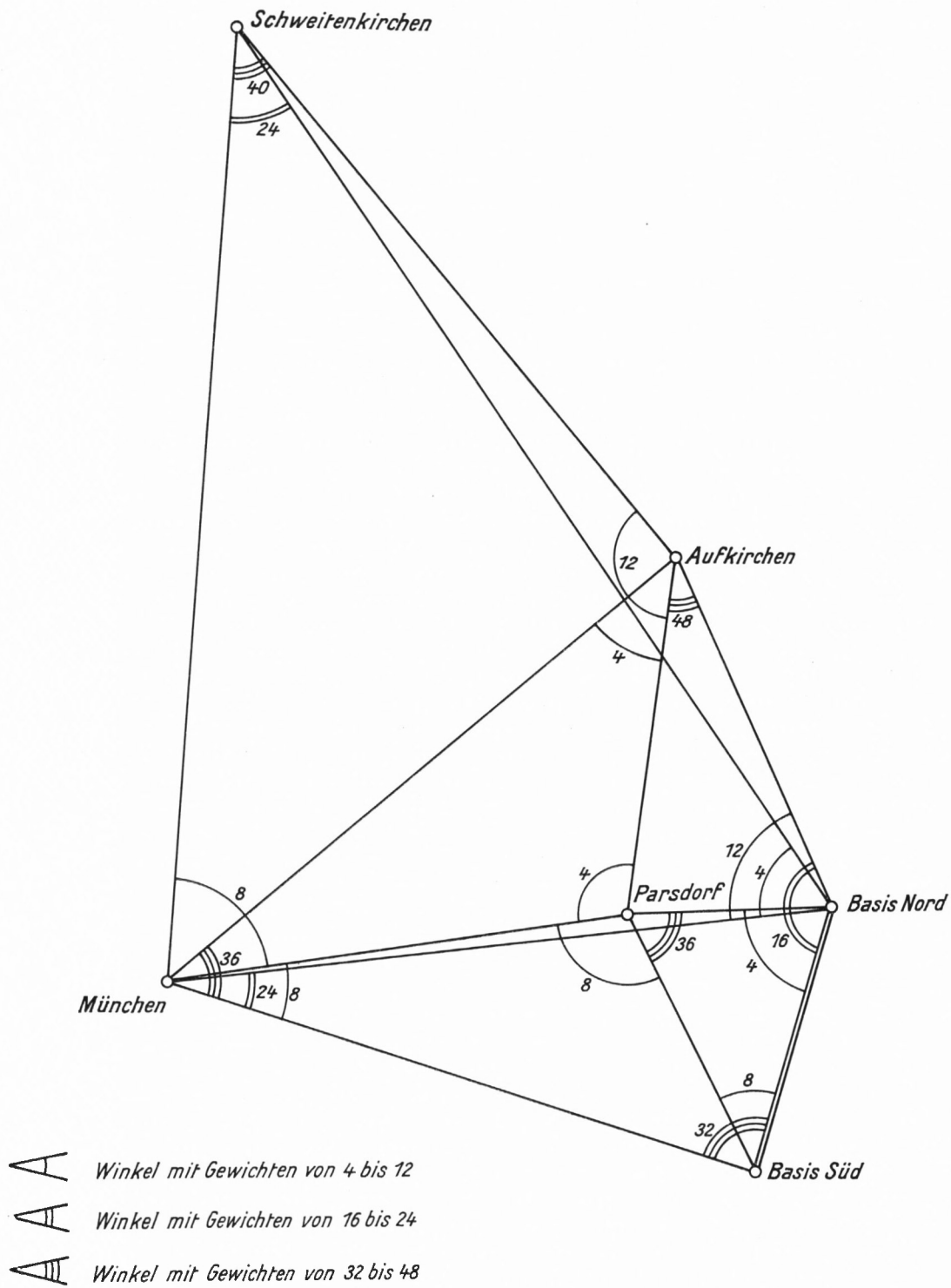


Fig. 19. Wiederholungszahlen für die Winkelbeobachtung im Basisvergrößerungsnetz

Tabelle 26. Gewichtsbestimmung nach dem SCHREIBERSchen Satz

a) Richtungsgewichte

Richtungs-Nr.	Gewicht	Richtungs-Nr.	Gewicht
1)	2)	3)	4)
1	6,793	13	0,022
2	4,332	14	6,664
3	11,125	15	7,130
4	8,628	16	0,444
5	10,115	17	2,598
6	0,028	18	1,397
7	1,515	19	0,014
8	0,482	20	0,088
9	6,432	21	3,922
10	1,474	22	5,276
11	3,682	23	0,728
12	11,106	24	6,003

Summe: 100,00

b) Winkelgewichte

Winkel	theoretisches Gewicht	Zahl d. zu messenden Sätze		Zuschlag nach I. JUNG	endgültige Satzzahl
		abgestimmt	abgerundet		
1)	2)	3)	4)	5)	6)
1-3	6,79	35,0	36	4	40
2-3	4,33	22,3	20	4	24
4-5	8,63	44,3	44	4	48
5-6			0	4	4
5-7	1,52	7,8	8	4	12
8-10	0,48	2,5	4	4	8
9-12	6,43	33,1	32	4	36
10-12	0,99	5,0	4	4	8
11-12	3,68	19,1	20	4	24
14-15	6,66	34,4	32	4	36
15-16	0,45	2,3	4	4	8
16-13			0	4	4
17-19			0	4	4
17-21	2,60	13,4	12	4	16
18-20			0	4	4
18-21	1,40	6,7	8	4	12
22-24	5,28	27,2	28	4	32
23-24	0,73	3,8	4	4	8
Summe:		256,9	256	72	328

Die Bestimmung der Winkelgewichte erfolgt nach dem Schreiberschen Satz. Da das Vergrößerungsnetz München 1958 von den üblichen Einfach- und Doppelrhombenformen abweicht, wählte H. WOLF [11] für die Bestimmung der Winkelgewichte ein von W. JORDAN empfohlenes Iterationsverfahren. Auf diese Weise fand WOLF für die zu messenden Winkel die in Tabelle 26b (Spalte 2) zusammengestellten theoretischen Gewichte. Im gesamten Netz wären nach der Methode der Winkelmessung in allen Kombinationen insgesamt 220 Sätze zu messen, die man im Basisnetz auf das $1\frac{1}{2}$ -fache, also auf 330

Sätze erhöht. Davon wählte WOLF 72 Sätze für eine gleichmäßige Verteilung entsprechend dem Vorschlag von IVAR JUNG [32]. Für die Schreibersche Verteilung verblieben damit 258 Sätze oder die in Tab. 26b, Spalte 3 angegebenen Wiederholungszahlen (Sätze). Diese erhielten nun nach dem Vorschlag von IVAR JUNG konstante Zuschläge (Tab. 26b, Spalte 5). Auf diese Weise ergaben sich schließlich die für die Beobachtung verbindlichen Satz-zahlen (Tab. 26b, Spalte 6), die für eine übersichtliche Darstellung noch in Fig. 19 einge-tragen sind. Die großen Gewichtszahlen der die Vergrößerung bestimmenden parallak-tischen Winkel sind sehr plausibel. In Tabelle 26b, Spalte 1 bzw. 4 befinden sich mehrere Winkel, die bei Anwendung des Schreiberschen Satzes das Gewicht Null erhalten würden.

b) Die Netzausgleichung

1. Netzaufbau. Das Netz umfaßt folgende Punkte:

München, nördlicher Frauenturm – Alte Helmstange,
Schweitenkirchen, Festlegung I. Ordnung,
Parsdorf, Festlegung II. Ordnung,
Aufkirchen, Platte III. Ordnung mit Leuchtbolzen unter dem Gerüst 1958,
Basisendpunkt Nord,
Basisendpunkt Süd,

also insgesamt sechs Stationen mit zwölf hin- und zurückbeobachteten Seiten.

Tabelle 27. Zusammenstellung der Beobachtungen

Station: Schweitenkirchen, Festl. I. O.			μ_w	Anzahl der Sätze
Winkel 1-3	=	$43^{\circ} 15' 25,48''$	= $\pm 0,07''$	40
Winkel 2-3	=	$36^{\circ} 53' 22,73''$	= $0,08''$	24
Station: Aufkirchen, Platte mit Leuchtbolzen				
Winkel 4-5	=	$30^{\circ} 13' 17,48''$	= $0,07''$	48
Winkel 5-6	=	$41^{\circ} 31' 22,87''$	= $0,21''$	4
Winkel 5-7	=	$132^{\circ} 49' 12,96''$	= $0,11''$	12
Station: Basis Nord				
Winkel 17-19	=	$73^{\circ} 19' 09,19''$	= $0,30''$	4
Winkel 17-21	=	$144^{\circ} 27' 19,87''$	= $0,12''$	16
Winkel 18-20	=	$61^{\circ} 06' 07,84''$	= $0,22''$	4
Winkel 18-21	=	$71^{\circ} 41' 34,91''$	= $0,12''$	12
Station: Basis Süd				
Winkel 22-24	=	$90^{\circ} 11' 58,14''$	= $0,10''$	32
Winkel 23-24	=	$56^{\circ} 58' 09,29''$	= $0,13''$	8
Station: Parsdorf, Neufarner Berg, Festl. II. O.				
Winkel 14-15	=	$49^{\circ} 42' 41,87''$	= $0,07''$	36
Winkel 15-16	=	$129^{\circ} 28' 02,88''$	= $0,13''$	8
Winkel 16-13	=	$102^{\circ} 10' 43,40''$	= $0,20''$	4
Station: München, Frauenkirche, Ostpfeiler				
Winkel 8-10	=	$81^{\circ} 44' 40,66''$	= $0,16''$	8
Winkel 9-12	=	$53^{\circ} 36' 02,36''$	= $0,08''$	36
Winkel 10-12	=	$17^{\circ} 18' 08,21''$	= $0,15''$	8
Winkel 11-12	=	$17^{\circ} 02' 16,89''$	= $0,10''$	24

Tabelle 28. Zusammenstellung der unbestimmten

$kj \backslash w$	1 f_{1j}	2 f_{2j}	3 f_{3j}	4 f_{4j}	5 f_{5j}
1	— 1,025 278 87	— 0,204 745 54	+ 0,138 161 58	+ 0,087 034 32	— 0,695 146 79
2		— 0,830 113 38	— 0,160 115 86	— 0,141 164 52	+ 0,530 053 50
3			— 0,854 339 55	— 0,235 444 28	+ 0,267 483 04
4				— 1,070 108 68	+ 0,138 857 70
5					— 1,779 529 23
6					
7					
8					
9					
10					
w_j	+ 0,002	— 0,383	— 0,445	+ 0,169	— 0,461

2. Beobachtungsergebnisse (Tab. 27). Die Winkel wurden 1958–59 vom Bayerischen Landesvermessungsamt, München, nach dem von Prof. Dr. Wolf aufgestellten Plan beobachtet. Auf den Stationen: Schweitenkirchen, Aufkirchen, Parsdorf, Basis Nord und Basis Süd wurden die Winkel mit einem Wild T 4, auf der Frauenkirche, München, wegen der schmalen Fensteröffnungen mit einem Wild T 3 gemessen.

Auf der Frauenkirche München, nördl. Kuppelturm, wurden alle Messungen auf den Ostpfeiler bezogen. Die notwendigen Zentrierelemente für die Zentrierung auf „Alte Helmstange“ wurde entnommen aus: „Das Bayer. Landesvermessungswerk, Heft 6, Teil IIa“.

3. Bedingte Ausgleichung des Netzes nach Winkeln unter Berücksichtigung der Beobachtungsgewichte.

Die Ausgleichung des Netzes erfolgt rein geometrisch und zwangsfrei.

Es ergaben sich 7 Dreiecksbedingungen (Δ : Nr. 1–7) und 3 Seitenbedingungen ($\odot$: Nr. 8, $\times$: Nr. 9 und 10), insgesamt also 10 Bedingungen.

Um kleinere Zahlen zu erhalten, wurden die Gewichte mit $p = \frac{\text{Anzahl der Sätze}}{4}$ angesetzt.

Wie üblich wurden für das Netz unbestimmte Korrelatenkoeffizienten, daraus durch Einsetzen der Widersprüche die bestimmten Korrelaten, und weiter die Verbesserungen v der Winkel berechnet. Die unbestimmten Korrelatenkoeffizienten wurden durch Einsetzen in die Normalgleichungen verprobt.

Tabelle 28 gibt eine Zusammenstellung der unbestimmten Korrelatenkoeffizienten.

4. Gewichtsübertragung Basis Ebersberg–Dreiecksseite München/Schweitenkirchen. Für die Übertragungsgleichung wurde erhalten:

$$[AA] = 0,280. \quad \text{Daraus folgt } p_s = \frac{1}{[AA]} = + 3,573.$$

Die Gewichtseinheit ist ein beobachteter Winkel.

Korrelaten (Winkelausgleichung)

6 f_{6j}	7 f_{7j}	8 f_{8j}	9 f_{9j}	10 f_{10j}	[f]
+ 0,363 218 40	— 0,340 849 40	— 0,014 786 91	+ 0,000 744 81	— 0,014 282 75	— 1,705 931 15
+ 0,101 581 60	+ 0,345 859 78	+ 0,014 193 15	— 0,001 472 54	+ 0,011 404 08	— 0,425 519 73
+ 0,084 127 76	+ 0,292 332 20	+ 0,002 719 30	+ 0,000 446 67	— 0,007 807 97	— 0,472 437 11
+ 0,112 246 52	+ 0,288 401 28	— 0,190 785 27	— 0,004 991 65	+ 0,002 729 04	— 1,013 225 54
+ 0,320 968 42	— 0,963 854 98	— 0,085 565 76	+ 0,001 228 25	— 0,029 898 48	— 2,295 404 33
— 0,858 489 73	— 0,129 905 39	— 0,009 050 68	+ 0,001 368 18	+ 0,057 068 13	— 0,047 866 79
	— 1,890 783 34	+ 0,024 882 27	+ 0,002 944 37	+ 0,026 663 66	— 2,344 309 55
		— 0,163 298 58	— 0,002 258 40	+ 0,002 961 11	— 0,420 989 77
			— 0,000 069 51	+ 0,000 066 84	— 0,001 992 98
				— 0,019 061 73	+ 0,029 841 93
— 0,339	— 0,570	+ 3,429	— 145,997	+ 4,014	

5. Fehlerrechnung. Aus der Ausgleichung ergab sich weiter:

$$[-wk] = [p_{vv}] = 2,0913.$$

Daraus folgt der mittlere Fehler der Gewichtseinheit

$$m_0 = \pm \sqrt{\frac{[p_{vv}]}{r}} = \pm 0,46''.$$

Tabelle 29. Zusammenstellung der ausgeglichenen sphäroidischen Winkel

Standpunkt	Richtungs- differenz	beobachtete Winkel	ausgeglichene Winkel	Verbesserung
München, nördl. Frauen- turm A HS	8-10	81° 44' 25,00"	81° 44' 25,151"	+ 0,151"
	9-12	53° 35' 25,82"	53° 35' 25,854"	+ 0,034"
	10-12	17° 17' 50,43"	17° 17' 50,932"	+ 0,502"
	11-12	17° 02' 03,85"	17° 02' 03,983"	+ 0,133"
Schweitenkirchen Festl. I. O.	1-3	43° 15' 55,25"	43° 15' 55,183"	— 0,067"
	2-3	36° 53' 52,50"	36° 53' 52,699"	+ 0,199"
Aufkirchen Platte III. O. unter Gerüst 58	4-5	30° 13' 17,48"	30° 13' 17,475"	— 0,005"
	5-6	41° 31' 55,74"	41° 31' 56,362"	+ 0,622"
	5-7	132° 49' 12,96"	132° 49' 13,027"	+ 0,067"
Basis Nord Endpunkt	17-19	73° 19' 09,19"	73° 19' 08,893"	— 0,297"
	17-21	144° 27' 19,87"	144° 27' 20,155"	+ 0,285"
	18-20	61° 05' 58,47"	61° 05' 58,089"	— 0,381"
	18-21	71° 41' 25,54"	71° 41' 25,483"	— 0,057"
Basis Süd Endpunkt	22-24	90° 12' 01,81"	90° 12' 01,905"	+ 0,095"
	23-24	56° 58' 09,29"	56° 58' 09,440"	+ 0,150"
Parsdorf Festl. II. O.	14-15	49° 42' 41,87"	49° 42' 41,847"	— 0,023"
	15-16	129° 28' 16,99"	129° 28' 16,988"	— 0,002"
	16-13	102° 10' 29,29"	102° 10' 29,519"	+ 0,229"

Für die Seite München – Schweitenkirchen folgt daraus der mittlere relative Längenübertragungsfehler

$$m_{S_0} = \pm \frac{m_0''}{\rho''} \sqrt{[AA]} = \pm 1,2 \text{ mm/km}$$

und der mittlere absolute Längenübertragungsfehler

$$m_S = m_{S_0} \cdot S = \pm 48 \text{ mm.}$$

Die Seitenberechnung erfolgte ausgehend von der Länge der Basis Ebersberg mit 8231,8456 m, die Koordinierung im Anschluß an den TP I.O. München, nördl. Frauenturm, Alte Helmstange und an das Azimut München – Schweitenkirchen, TP.

In Tabelle 29 sind die beobachteten und ausgeglichenen Winkel, in Tabelle 30 die trigonometrisch bestimmten Längen der Seiten des Vergrößerungsnetzes und in Tabelle 31 die zugehörigen GAUSS-KRÜGER-Koordinaten (3° Streifen, BESSEL-Ellipsoid) zusammengestellt.

Tabelle 30. Zusammenstellung der sich ergebenden Seiten,
wobei Basis Ebersberg 8231,846 m

von	Seite nach	sphäroid. Länge, bei Ausgleichung nach Winkeln
München	– Schweitenkirchen	40974,215 m
	Aufkirchen	28089,810
	Parsdorf	19053,239
	Basis Süd	26838,502
	Basis Nord	28100,081
Aufkirchen	– Schweitenkirchen	29205,720
	Parsdorf	17009,315
	Basis Nord	17622,702
Basis Nord	– Parsdorf	9047,466
	Schweitenkirchen	46348,054
Basis Süd	– Parsdorf	10337,497
	Basis Nord	8231,846

Tabelle 31. Zusammenstellung der Koordinaten

Punkt	Koordinaten bei Ausgleichung nach un- gleichgewichtigen Winkeln
1	2
	(m)
Schweitenkirchen	$y = 44\ 71\ 094,104$ $x = 53\ 74\ 373,640$
Aufkirchen	$y = 44\ 89\ 628,88$ $x = 53\ 51\ 802,841$
Basis Nord	$y = 44\ 96\ 354,323$ $x = 53\ 35\ 513,889$
Basis Süd	$y = 44\ 94\ 487,208$ $x = 53\ 27\ 496,583$
Parsdorf	$y = 44\ 87\ 324,418$ $x = 53\ 34\ 950,340$
München	$y = 44\ 68\ 326,910$ $x = 53\ 33\ 492,510$

8. TELLUROMETERMESSUNGEN 1958 IM BASISVERGRÖßERUNGSNETZ MÜNCHEN

– Ausgeführt von der I. und II. Abt. des DGFI –

1. Vorbemerkung

Über die von der I. und II. Abteilung des DGFI völlig unabhängig voneinander ausgeführten Tellurometermessungen wird an anderer Stelle ([16] und [17]) ausführlich berichtet. Im folgenden wird deshalb lediglich eine kurze Zusammenstellung der vergleichbaren Resultate gegeben; im einzelnen werden für beide Abteilungen und Tellurometer die gemessenen (zentrierten) Seitenlängen, die notwendigen Reduktionen und die daraus abgeleiteten sphäroidischen und nach GAUSS-KRÜGER verebneten Seitenlängen aufgeführt und einander gegenübergestellt. Von den Resultaten der in beiden Fällen mehrfach ausgeführten Ausgleichungen genügt es, lediglich die Verbesserungen und die ausgeglichenen (ebenen) Seitenlängen aufzuführen und die Ergebnisse der gleichgewichtig durchgeführten Ausgleichungen zu vergleichen.

2. Die Messungen der I. Abteilung des DGFI

Entsprechend der Aufgabenstellung – Festlegung des Netzes durch reine Streckenmessung und Untersuchung der dabei erreichbaren Genauigkeit für die Seitenlängen und Punktlagen – sind sämtliche Seiten des in Fig. 20 dargestellten Netzes gemessen worden. Die auf die Punktzentren überführten und nach dem bekannten Ausdruck

$$S = D_{gem.} - \frac{(\Delta H)^2}{2D} - D \frac{H_m}{R} + \frac{D^3}{24R^2}$$

reduzierten Seitenlängen S , sowie die nach GAUSS-KRÜGER verebneten Seitenlängen s sind in Tabelle 32 enthalten. Die Ausgleichung des Streckennetzes nach vermittelnden Beobachtungen ist zweimal, zunächst ohne und dann mit dem Punkt Deutenhausen ausgeführt worden:

Ausgl. I: gemessene (ebene) Seiten Netzform des Vergrößerungsnetzes, ohne Punkt Deutenhausen,

Ausgl. II: gemessene (ebene) Seiten Gesamtnetz einschließlich des TP II. O. Deutenhausen.

Die aus der Ausgleichung folgenden Verbesserungen – entsprechend den Genauigkeitsuntersuchungen sind alle Seiten gleichgewichtig angesetzt worden – und die verbesserten Seitenlängen sowie der mittlere Gewichtseinheitsfehler sind in Tabelle 33 zusammengestellt.

Messungen der I. Abt. des DGFI

Tabelle 32. Zusammenstellung der sphäroidischen Entfernungen

Spalte 1: Seite, von – nach,

Spalte 2: gemessene Entfernungen

Spalte 3, 4, 5: Reduktionen K_1 , K_2 , K_3

Spalte 6: Zentrierungsbeträge

Spalte 7: Sphäroidische Entfernungen

Seite		gemessene Entfernung	Reduktion			Zen- trierung	Sphäroid. Entfernung
von	nach		K_1	K_2	K_3		
1	2	3	4	5	6	7	
m	m	m	m	m	m	m	m
München–Deutenhausen	20052,668	— 0,111	— 1,783	+ 0,008	+ 5,956	20056,783	
München–Schweitenkirchen	40972,539	— 0,006	— 3,784	+ 0,071	+ 5,955	40974,775	
München–Aufkirchen	28088,753	— 0,087	— 2,486	+ 0,023	+ 3,893	28090,096	
München–Parsdorf	19049,377	— 0,021	— 1,746	+ 0,007	+ 5,788	19053,405	
München–Basis Nord	28097,092	— 0,019	— 2,566	+ 0,023	+ 5,794	28100,324	
München–Basis Süd	26835,390	— 0,039	— 2,613	+ 0,020	+ 5,914	26838,674	
Deutenhausen–Schweitenkirchen	20920,052	— 0,046	— 1,822	+ 0,009	+ 0,006	20918,199	
Deutenhausen–Aufkirchen	20005,350	± 0,000	— 1,664	+ 0,008	—	20003,694	
Schweitenkirchen–Aufkirchen	29208,571	— 0,038	— 2,534	+ 0,026	+ 0,009	29206,034	
Schweitenkirchen–Basis Nord	46352,580	— 0,001	— 4,159	+ 0,103	+ 0,009	46348,532	
Aufkirchen–Parsdorf	17011,061	— 0,051	— 1,470	+ 0,005	—	17009,545	
Aufkirchen–Basis Nord	17624,609	— 0,040	— 1,517	+ 0,006	—	17623,058	
Parsdorf–Basis Nord	9048,460	— 0,001	— 0,806	+ 0,001	—	9047,654	
Parsdorf–Basis Süd	10338,814	— 0,258	— 0,985	+ 0,001	—	10337,572	
Basis Nord–Basis Süd	8233,068	— 0,361	— 0,783	+ 0,001	—	8231,925	

Tabelle 33: Zusammenstellung der Ausgleichungsergebnisse

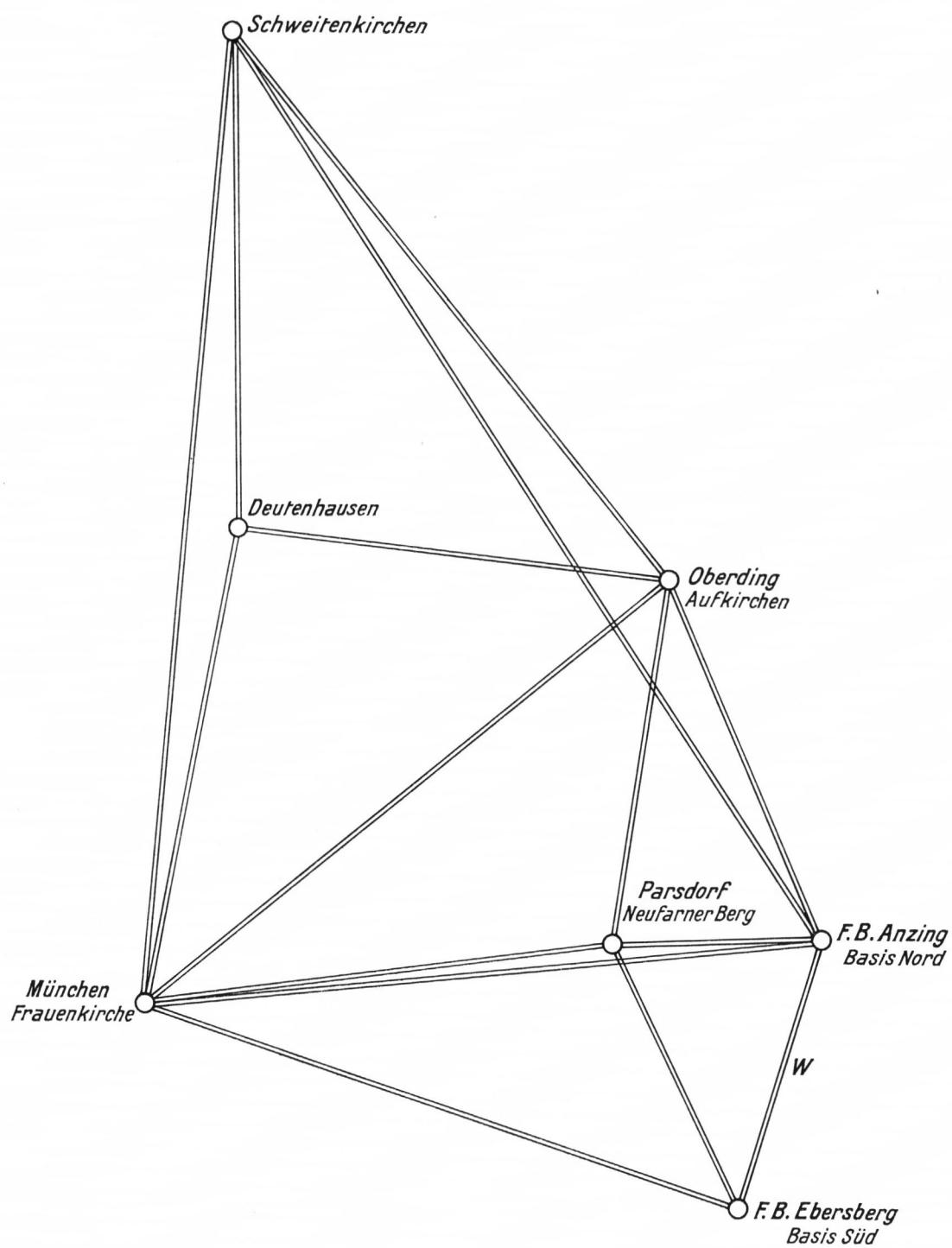
Spalte 2: in die Ausgleichung eingeführte, verebnete Seitenflächenlängen

Spalte 3: Ausgleichungsverbesserungen (Ausgleichung II)

Spalte 4: Ausgegliche (ebene) Seitenlängen (Ausgleichung II)

Seite		ebene Seitenlängen	Ausgleichungs- verbesserungen	ausgegliche ebene Seitenlängen
von	nach			
1	2	3	4	
m	m	m	m	m
München–Deutenhausen	20056,975	— 0,054	20056,92	
München–Schweitenkirchen	40975,237	+ 0,042	40975,28	
München–Aufkirchen	28090,262	+ 0,012	28090,27	
München–Parsdorf	19053,527	— 0,038	19053,49	
München–Basis Nord	28100,454	+ 0,029	28100,48	
München–Basis Süd	26838,807	— 0,008	26838,80	
Deutenhausen–Schweitenkirchen	20918,424	— 0,005	20918,37	
Deutenhausen–Aufkirchen	20003,804	+ 0,001	20003,80	
Schweitenkirchen–Aufkirchen	29206,183	— 0,058	29206,12	
Schweitenkirchen–Basis Nord	46348,713	+ 0,074	46348,79	
Aufkirchen–Parsdorf	17009,573	— 0,002	17009,57	
Aufkirchen–Basis Nord	17623,069	— 0,090	17623,00	
Parsdorf–Basis Nord	9047,662	— 0,044	9047,62	
Parsdorf–Basis Süd	10337,583	+ 0,010	10337,59	
Basis Nord–Basis Süd	8231,927	— 0,008	8231,92	

$$m_o = \pm 0,081 \text{ m}$$



*Sämtliche Linien sind mit
dem Tellurometer gemessen!*

Fig. 20. Tellurometermessungen 1958 der I. Abt. des DGFI

3. Die Messungen der II. Abteilung des DGFI

Anstelle der Einschaltungen des Punktes Deutenhausen sind hier zwei zusätzliche Diagonalen gemessen worden (Fig. 21). Die Zusammenstellung der zentrierten und reduzierten Seitenlängen ist in Tabelle 34 aufgeführt; dabei ist zu beachten, daß für den Übergang auf die geodätische Linie entsprechend einem Vorschlag von C. A. Hart [33] anstatt $\frac{D^3}{24 R^2}$ eine Korrektur $\frac{7}{16} \cdot \frac{D^3}{24 R^2}$ benützt wurde.

Die Ausgleichung nach bedingten Beobachtungen ist unter Verwendung verschiedener Gewichtsansätze ausgeführt worden:

$$\text{Ausgl. 1: } p_1 = 1$$

$$\text{Ausgl. 2: } p_2 = 10/s$$

$$\text{Ausgl. 3: } p_3 = 100/s^2 \quad s = \text{Seitenlänge in km}$$

$$\text{Ausgl. 4: } p_4 = \frac{100}{56 + 0,20 \cdot s^2}$$

Die Ergebnisse der verschiedenen Ausgleichungen sind in Tabelle 35 zusammengestellt.

Messungen der II. Abt. des DGFI

Tabelle 34: Zusammenstellung der reduzierten (sphäroidischen) Entfernungen

$$\text{Korrektur wegen Höhenunterschied } Z_1 - Z_2: \quad k_1 = - \frac{\Delta H^2}{2 S}$$

$$\text{Korrektur wegen Reduktion auf N. N.:} \quad k_2 = - \frac{H_m}{R} \cdot S$$

$$\text{Korrektur wegen Reduktion auf d. geodät. Linie: } k_3 = + \frac{7}{16} \cdot \frac{S^3}{24 R^2}$$

Netzseite		zentrierte Entfernung von Z nach Z	k_1	k_2	k_3	reduzierte (sphäroidi- sche) Entf.
von	nach	S'' (m)	(m)	(m)	(m)	S' (m)
München-Schweitenkirchen		40978,444	— 0,006	— 3,787	+ 0,029	40974,680
München-Aufkirchen		28092,808	— 0,089	— 2,491	+ 0,010	28090,238
München-Parsdorf		19055,194	— 0,022	— 1,752	+ 0,004	19053,424
München-Basis Nord		28102,865	— 0,017	— 2,579	+ 0,010	28100,279
München-Basis Süd		26841,296	— 0,039	— 2,626	+ 0,009	26838,640
Schweitenkirchen-Aufkirchen		29208,467	— 0,039	— 2,538	+ 0,011	29205,901
Schweitenkirchen-Parsdorf		42637,420	0	— 3,843	+ 0,034	42633,611
Schweitenkirchen-Basis Nord		46352,470	— 0,001	— 4,170	+ 0,045	46348,344
Aufkirchen-Parsdorf		17011,070	— 0,051	— 1,470	+ 0,002	17009,551
Aufkirchen-Basis Nord		17624,528	— 0,044	— 1,520	+ 0,003	17622,967
Aufkirchen-Basis Süd		24789,740	— 0,274	— 2,288	+ 0,007	24787,185
Parsdorf-Basis Nord		9048,322	0	— 0,810	0	9047,512
Parsdorf-Basis Süd		10338,734	— 0,272	— 0,988	+ 0,001	10337,475
Basis Nord-Basis Süd		8232,955	— 0,361	— 0,785	0	8231,809

Basisvergrößerungsnetz München

Maßstab 1 : 250000

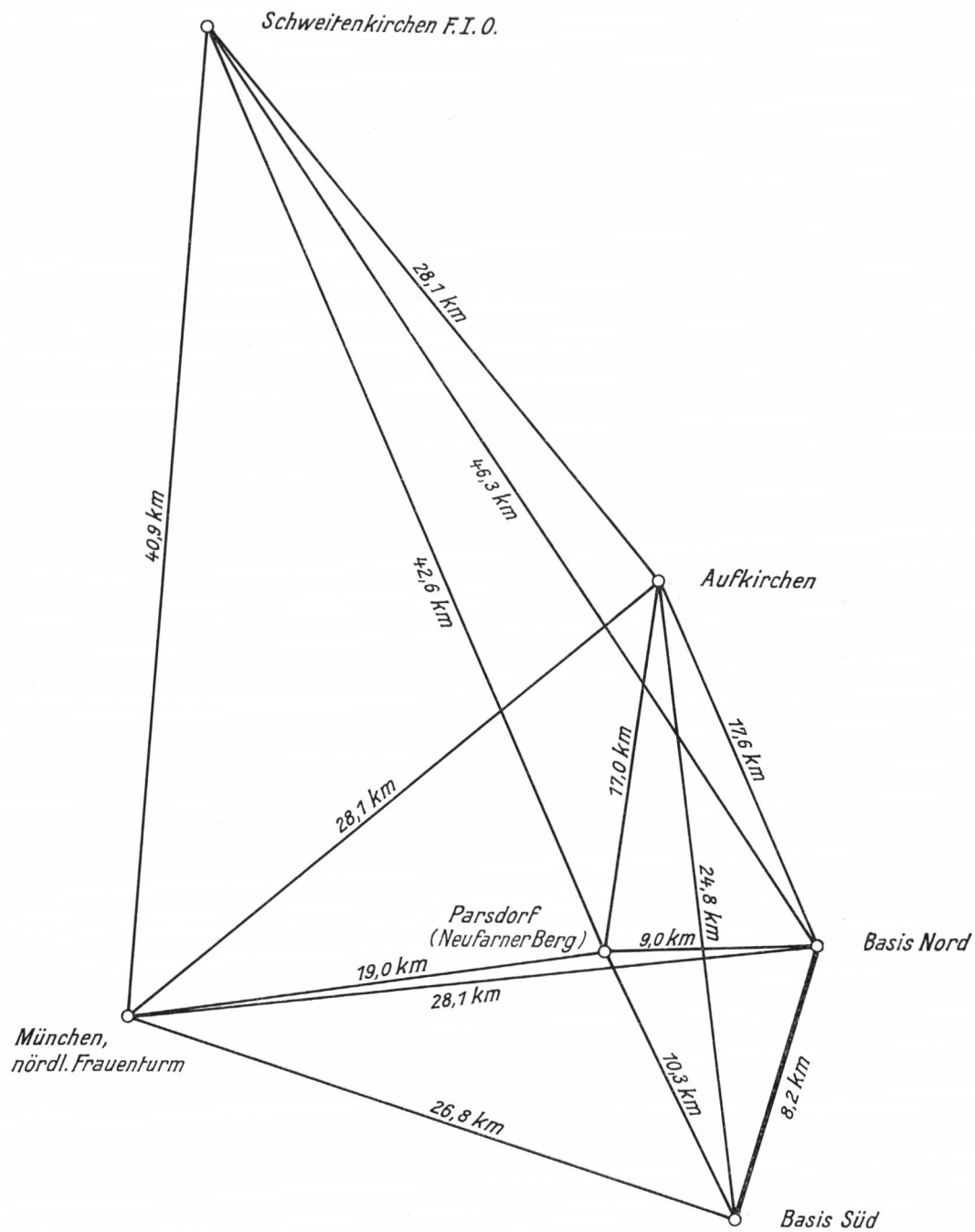


Fig. 21. Tellurometermessungen 1958 der II. Abt. des DGFI

Tabelle 35: Zusammenstellung der Ergebnisse der Netzausgleichungen nach bedingten Beobachtungen mit den Gewichtsansätzen:

$$p_1 = 1; p_2 = \frac{10}{s}; p_3 = \frac{100}{s^2}; p_4 = \frac{100}{56 + 0,20 \cdot s^2} \text{ (nach RAMSAYER)}$$

$$(s \text{ in km})$$

Netzseite		in die Ausgleichung eingeführte vereb- nete Entfernung	Verbesserung aus der Ausgleichung				verebnete Entfernung nach der Ausgleichung $s_i = s'_i + v_i$			
von	nach		v_1	v_2	v_3	v_4	s_1	s_2	s_3	s_4
		$s' \text{ (m)}$	(m)	(m)	(m)	(m)				
München-Schweitenkirchen		40 975,142	— 0,007	— 0,010	— 0,014	— 0,012	,135	,132	,128	,130
München-Aufkirchen		28 090,404	+ 0,007	+ 0,004	— 0,001	+ 0,002	,411	,408	,403	,406
München-Parsdorf		19 053,546	— 0,008	— 0,005	— 0,002	— 0,004	,538	,541	,544	,542
München-Basis Nord		28 100,409	+ 0,011	+ 0,021	+ 0,028	+ 0,022	,420	,430	,437	,431
München-Basis Süd		26 838,773	— 0,009	— 0,015	— 0,020	— 0,016	,764	,758	,753	,757
Schweitenkirchen-Aufkirchen		29 206,050	— 0,035	— 0,033	— 0,028	— 0,029	,015	,017	,022	,021
Schweitenkirchen-Parsdorf		42 633,849	+ 0,002	+ 0,006	+ 0,012	+ 0,009	,851	,855	,861	,858
Schweitenkirchen-Basis Nord		46 348,525	+ 0,038	+ 0,054	+ 0,070	+ 0,062	,563	,579	,595	,587
Aufkirchen-Parsdorf		17 009,579	+ 0,005	+ 0,004	+ 0,003	+ 0,003	,584	,583	,582	,582
Aufkirchen-Basis Nord		17 622,978	— 0,043	— 0,030	— 0,020	— 0,025	,935	,948	,958	,953
Aufkirchen-Basis Süd		24 787,205	+ 0,004	+ 0,009	+ 0,014	+ 0,011	,209	,214	,219	,216
Parsdorf-Basis Nord		9 047,520	— 0,014	— 0,005	— 0,002	— 0,005	,506	,515	,518	,515
Parsdorf-Basis Süd		10 337,486	+ 0,008	+ 0,005	+ 0,002	+ 0,005	,494	,491	,488	,491
Basis Nord-Basis Süd		8 231,811	— 0,008	— 0,005	— 0,002	— 0,006	,803	,806	,809	,805
		$m_0 = \sqrt{\frac{[pvv]}{r}}$	$\pm 3,2 \text{ cm}$	$\pm 2,0 \text{ cm}$	$\pm 1,2 \text{ cm}$	$\pm 2,2 \text{ cm}$	—	—	—	

Tabelle 36. Vergleich der Tellurometermessungen. Vergleich der gemessenen Seiten

Netzseite		Sphäroidische Entfernung I. Abteilung (Beobachtet)	Sphäroidische Entfernung II. Abteilung (Beobachtet)	Differenz der Spalten 2-3
Spalte 1		Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
von	nach	m	m	cm
				d
München-Deutenhausen		20056,783	—	—
München-Schweitenkirchen		40974,775	40974,680	+ 9,5
München-Aufkirchen		28090,096	28090,238	— 14,2
München-Parsdorf		19053,405	19053,424	— 1,9
München-Basis Nord		28100,324	28100,279	+ 4,5
München-Basis Süd		26838,674	26838,640	+ 3,4
Deutenhausen-Schweitenkirchen		20918,199	—	—
Deutenhausen-Aufkirchen		20003,694	—	—
Schweitenkirchen-Aufkirchen		29206,034	29205,901	+ 13,3
Schweitenkirchen-Parsdorf		—	42633,611	—
Schweitenkirchen-Basis Nord		46348,532	46348,344	+ 18,8
Aufkirchen-Parsdorf		17009,545	17009,551	— 0,6
Aufkirchen-Basis Nord		17623,058	17622,967	+ 9,1
Aufkirchen-Basis Süd		—	24787,185	—
Parsdorf-Basis Nord		9047,654	9047,512	+ 14,2
Parsdorf-Basis Süd		10337,572	10337,475	+ 9,7
Basis Nord-Basis Süd		8231,925	8231,809	+ 11,6

$$\sqrt{\frac{[dd]}{n}} = \sqrt{\frac{1371,10}{12}} = \pm 10,7 \text{ cm}$$

Tabelle 37. Vergleich der ausgeglichenen Netze

Netzseite		Ausgleichung II der I. Abteilung Gleichgewichtig (mit TP Deuten- hausen) Fig. 20	Ausgleichung I der II. Abteilung Gleichgewichtig Fig. 21	Differenzen der Spalten 2-3
Spalte 1		Spalte 2	Spalte 3	Spalte 4
von	nach	m	m	cm
				d
München-Deutenhausen		20056,92	—	—
München-Schweitenkirchen		40975,28	40975,14	+ 14
München-Aufkirchen		28090,27	28090,40	— 13
München-Parsdorf		19053,49	19053,54	— 5
München-Basis Nord		28100,48	28100,42	+ 6
München-Basis Süd		26838,80	26838,76	+ 4
Deutenhausen-Schweitenkirchen		20918,37	—	—
Deutenhausen-Aufkirchen		20003,80	—	—
Schweitenkirchen-Aufkirchen		29206,12	29206,01	+ 11
Schweitenkirchen-Parsdorf		—	42633,85	—
Schweitenkirchen-Basis Nord		46348,79	46348,56	+ 23
Aufkirchen-Parsdorf		17009,57	17009,58	— 1
Aufkirchen-Basis Nord		17623,00	17622,94	+ 6
Aufkirchen-Basis Süd		—	24787,21	—
Parsdorf-Basis Nord		9047,62	9047,51	+ 11
Parsdorf-Basis Süd		10337,59	10337,49	+ 10
Basis Nord-Basis Süd		8231,92	8231,80	+ 12

$$\sqrt{\frac{[dd]}{n}} = \sqrt{\frac{1494}{12}} = \pm 11,2 \text{ cm}$$

9. TELLUROMETERMESSUNGEN AUF DER „BASIS MÜNCHEN“

I. ABTEILUNG

Zur Erfassung etwaiger instrumenteller Änderungen am Tellurometer der I. Abteilung ist die Basis am Anfang, in der Mitte und zu Ende der Tellurometerbeobachtungen im Vergrößerungsnetz abgeleitet worden; des weiteren wurde versucht, den Einfluß der Wetterverhältnisse und etwaige vom Gelände abhängige Unterschiede zwischen Hin- und Rückmessung festzustellen. Insgesamt liegen 15 an drei verschiedenen Tagen ausgeführte Einzelmessungen vor, die in der Tabelle 38 zusammengestellt werden.

Tabelle 38

Tag	Uhrzeit	Schräg- entfernung D'	Reduktion K	Sphäroidische Seitenlänge S
1	2 h m	3	4 m	5 m
20. 8. 58	12,00	8233,071	— 1,143	8231,928
	13,00	8233,089	— 1,143	8231,946
	13,30	8233,087	— 1,143	8231,944
	14,00	8233,081	— 1,143	8231,938
	14,35	8233,184	— 1,143	8232,041
13. 9. 58	9,30	8233,068	— 1,143	8231,925
	10,00	8233,061	— 1,143	8231,918
	10,30	8233,085	— 1,143	8231,942
	11,00	8233,051	— 1,143	8231,908
19. 9. 58	9,45	8233,077	— 1,143	8231,934
	10,00	8233,038	— 1,143	8231,895
	10,30	8233,022	— 1,143	8231,877
	14,00	8233,057	— 1,143	8231,914
	15,00	8233,009	— 1,143	8231,866
	15,15	8233,006	— 1,143	8231,863

Sowohl die wiederholten Messungen eines Tages, als auch die an verschiedenen Tagen, in verschiedenen Richtungen und teilweise unter stark unterschiedlichen atmosphärischen Verhältnissen ausgeführten Messungen stimmen gut überein. Es ergeben sich folgende Mittelwerte:

Tag	Schrägentfernung	Sphäroid. Seitenlänge	Meßrichtung
20. 8. 58	$D' = 8233,102 \text{ m}$	$S = 8231,959 \text{ m}$	→
13. 9. 58	$D' = 8233,066 \text{ m}$	$S = 8231,923 \text{ m}$	←
19. 9. 58	$D' = 8233,035 \text{ m}$	$S = 8231,892 \text{ m}$	↔

Gesamtmittel $S = 8231,925 \text{ m}$

Diese Mittelwerte liegen alle innerhalb von 7 Zentimetern zusammen; daher ist der Mittelwert vom 20. 8. 58 vermutlich die letzte Messung (8233,184 m) verfälscht. Da eine Ursache für die Abweichung nicht bekannt ist, wurde der Wert für die weitere Rechnung mit verwendet.

Aus den wiederholten Beobachtungen ergeben sich die mittleren Fehler:

$$m_s = \text{m.F. der einmal gemessenen Seite} \pm 3,2 \text{ cm}$$

$$\mu_s = \text{m.F. des arithmetischen Mittels} \pm 0,8 \text{ cm.}$$

Schließlich sei noch die durch die Ausgleichung bestimmte Seitenlänge der Basis angegeben:

$$S \text{ beobachtet:} \quad 8231,925 \text{ m (arithm. Mittel)}$$

$$\text{Verbesserung:} \quad 0,008 \text{ m (Ausgl. II)}$$

$$\underline{S \text{ ausgeglichen:} \quad 8231,92 \text{ m}}$$

Gegenüber dem Ergebnis der Drahtmessung (8231,85 m) ergibt sich damit eine Differenz von 0,07 m.

II. ABTEILUNG

Auch bei den Tellurometermessungen der II. Abteilung ist die Seite „Basis Süd – Basis Nord“ mehrfach abgeleitet worden; für die reduzierte, auf die Punktzentren bezogene sphäroidische Seitenlänge ergaben sich dabei folgende Werte:

Tabelle 39

Tag	Sphäroid. Seitenlänge S [m]	Wetterverhältnisse	Temp. °C
24. 8. 58	8231,74	$\frac{2}{10}$ bedeckt, windig	16,3
24. 8. 58	8231,75	$\frac{2}{10}$ bedeckt, windig	16,3
24. 8. 58	8231,81	$\frac{8}{10}$ bedeckt, windig	17,6
24. 8. 58	8231,82	$\frac{8}{10}$ bedeckt, windig	18,2
24. 8. 58	8231,82	$\frac{9}{10}$ bedeckt, windig	17,4
6. 10. 58	8231,87	$\frac{8}{10}$ bedeckt, dunstig	12,5
10. 10. 58	8231,82	sonnig	15,9
10. 10. 58	8231,84	sonnig	17,1
2. 2. 59	(8231,87)	starker Ostwind ¹	— 3,1

Daraus ergibt sich folgender Mittelwert:

$$S_{\text{beob.}} = 8231,81 \text{ m} \pm 1,6 \text{ cm.}$$

¹ Mit dem umgebauten Instrument (Arktisausrüstung) gemessen, für die Mittelung und Ausgleichung nicht benutzt!

Schließlich sei noch die durch die Ausgleichung bestimmte Seitenlänge der Basis mitgeteilt:

$S_{\text{beob.}}$	8231,81 m (arithm. Mittel)
Verbesserung	0,01 m (Ausgleichung 1, gleichgewichtig)
$S_{\text{ausgegl.}}$	8231,80 m

Bildet man einen Gesamtmittelwert (I. + II. Abt.), so ergibt sich für die Länge der Basis

$$S = 8231,86 \text{ m,}$$

gegenüber dem Ergebnis der Drahtmessung (8231,85 m) also eine Differenz von 0,01 m.

10. DIE GEODIMETERMESSUNGEN IM BASISNETZ MÜNCHEN¹

Auf Einladung des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts wurden vom Österreichischen Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen mehrere Seiten des Basisentwicklungsnetzes München mit dem Geodimeter von E. BERGSTRAND, Type NASM-2 A der Firma AGA, Stockholm, gemessen. Die Messungen erfolgten in der Zeit vom 9. bis 18. April 59 und wurden von Dipl.-Ing. J. MITTER unter Mitwirkung von Dr. E. SENFTL ausgeführt.

In diesem Zeitraum konnten folgende fünf Seiten gemessen werden:

1. Anzing, Basis Nord – Ebersberg, Basis Süd,
2. Anzing, Basis Nord – Parsdorf, Neufarner Berg,
3. Anzing, Basis Nord – Oberding, Aufkirchen,
4. Parsdorf, Neufarner Berg – Ebersberg, Basis Süd und
5. Parsdorf, Neufarner Berg – Oberding, Aufkirchen.

Sie sind mit ihren Längen von 8,2 bis 17,6 km die kürzesten Seiten des Entwicklungsnetzes und bilden über der Seite Basis Nord – Neufarner Berg zwei geschlossene Dreiecke. Dieser Netzteil wurde ausgewählt, um auch im Falle starken Dunstes und damit großer Absorption in dem zur Verfügung stehenden Zeitraum sicher Messungen ausführen zu können. Alle fünf Seiten konnten von zwei Standpunkten aus: Basis Nord und Neufarner Berg beobachtet werden. Dieser Punkt war von Wichtigkeit, da sich die Hinaufschaffung und Aufstellung des Meßgerätes auf den Hochständen des Basisnetzes als sehr kompliziert erwies. Auf den Beobachtungstischen mußte jeweils eine Tischplatte von 1,10 m Durchmesser mit vier Abstützungen an den Beobachtungspfeilern angebracht werden. Während die Plattform des vierseitigen Hochstandes Basis Nord sich als geräumig genug erwies,

¹ Wir bringen zunächst den Bericht des Beobachters, Herrn Oberrat Dipl.-Ing. J. MITTER, und stellen dann die Ergebnisse der Geodimetermessungen den Ergebnissen der Tellurometermessungen gegenüber.

mußte die Plattform des dreiseitigen Hochstandes Neufarner Berg an einer Seite um 0,5 m erweitert werden, um die Gerätekisten unterbringen und öffnen zu können.

Das Meßgelände ist leichtwelliges Flachland, zwischen 480 und 610 m über NN, der Südteil wird vom geschlossenen Waldgebiet des Ebersberger Forstes eingenommen. Die Sichtlinien und damit auch das Geodimeterlichtbündel verliefen entsprechend den Tischhöhen der Hochstände im Durchschnitt zwischen 20 und 50 m über dem Boden und ungefähr parallel zum allgemeinen Profil.

Das Wetter begünstigte die Messungen, da speziell im Anfang (10. bis 12. April) die nach Durchzug einer Störung (9. April) herrschende Westlage sehr gute Sichtverhältnisse (visuelle Sichtweite ca 70 bis 80 km) mit sich brachte. Nur in der Nacht vom 14. zum 15. April war wegen des Dunstes selbst auf 10 km: Neufarner Berg-Basis S. keine Beobachtung möglich. Der zunehmende Dunst ab 12. April machte aber eine Erhöhung der Lampenspannung von 3,4 auf 4,0 bis 4,2 V notwendig.

Der Beobachtungsvorgang, der ebenso wie das Prinzip des Gerätes bekannt ist und in der Ausmessung, besser Interpolation der Phasendifferenz von Fern-Spiegelbeobachtungen mittels des invarianten Lichtleiters besteht, wurde bei drei Seiten nach dem Schema

$$S_0 - L'_1 - S_1 - L'_2 - S_2 - L''_1 - S_3 - L''_2 - S_4 - L'''_1$$

$$S \quad . \quad . \quad . \quad \text{Fern-Spiegelbeobachtungen}$$

$$L_1 \quad . \quad . \quad . \quad \text{Lichtleiterlesung} \leq S$$

$$L_2 \quad . \quad . \quad . \quad \text{Lichtleiterlesung} \geq S$$

$$|L_1 - L_2| = 0,10 \text{ m}$$

angeordnet. Bei den restlichen zwei Seiten wurde, um die Anzahl der Lichtleiterlesungen zu vermehren und an sich vollkommen unabhängige Beobachtungseinheiten zu erhalten, folgendes endgültige Beobachtungsschema angewandt:

$$S_1 - L'_1 - L'_2, \quad S_2 - L''_2 - L''_1, \quad S_3 - L'''_3 - L'''_2, \quad S_4 - L''''_4 - L''''_1.$$

Es sei hier vermerkt, daß sich bei der Auswertung der Messungen kein erkennbarer Unterschied aus der Beobachtungsanordnung zeigte. Jede Seite wurde mit allen drei Frequenzen gemessen, die Übereinstimmung der Frequenzmittel war sehr gut.

Die Messung von Lufttemperatur und Luftdruck erfolgte auf den beiden Stationen alle Viertelstunde, die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit mittels Psychrometer nur auf der Geodimeterstation und einmal pro Nacht. Der Verlauf der Temperaturkurven der beiden Stationen zeigte teilweise eine weitgehende Identität, was der bekannten Tatsache, daß die isothermen Flächen sich dem Bodenprofil anschmiegen, entspricht.

Als Reflektor wurden einheitlich bei allen Seiten 17 Prismen, angeordnet auf einer speziellen Pfeileraufstellplatte, benützt.

Die Auswertung der Messungen erfolgte einzeln, wobei die zum Zeitpunkt der Spiegelmessung gehörenden meteorologischen Daten aus den Temperatur- und Druckdiagrammen interpoliert wurden. Zur Berechnung der Korrekturen gegen die Näherungswerte in der Normalatmosphäre wurden die Inet-Nomogramme: International Elektrotest A/S, Kopenhagen, verwendet. Für die Lichtgeschwindigkeit im Vakuum wurde der von der Generalversammlung der IUGG in Toronto 1957 vorgeschlagene Wert von

$$c = 299\,792,5 \pm 0,4 \text{ km/s}$$

benützt.

Die Bestimmung der Gerätekonstante wurde vor und nach den Messungen im Geodätischen Institut der Technischen Hochschule München vorgenommen. Sie ergab:

$$\begin{aligned} 9. \text{ April} & \dots \dots \dots k = 1,172 \ 7 \pm 0,004 \ 4 \text{ m} \\ 17. \text{ April} & \dots \dots \dots k = 1,156 \ 3 \pm 0,003 \ 9 \text{ m} \\ \text{Angenommenes Mittel:} & \quad k = 1,164 \ 5 \text{ m} \end{aligned}$$

Mit der ersten Bestimmung wurde auch eine Ermittlung der Länge der Lichtleitereinheit verbunden. Sie ergab

$$l = 0,801 \ 2 \pm 0,000 \ 8 \text{ m.}$$

Da aber nicht der volle Bereich des Lichtleiters – 11 Einheiten – in den Bestimmungsvorgang einbezogen wurde, wurde der aus der Laborbestimmung in Wien stammende Wert

$$l = 0,801 \ 8 \pm 0,001 \ 6 \text{ m}$$

beibehalten.

Die Reduktion der gemessenen Schrägdistanzen $\bar{D}$ auf den Meeresspiegel bzw. NN erfolgte mit Hilfe der Gleichungen (1) und (2)

$$S = \sqrt{\frac{\bar{D}^2 - (h_1 - h_2)^2}{\left(1 + \frac{h_1}{R}\right) \left(1 + \frac{h_2}{R}\right)}}, \quad (1)$$

$$D = S + \frac{S^3}{24 R^2} = S + \Delta_1. \quad (2)$$

Für R wurde der mittlere Krümmungsradius für die Mittelbreite des Arbeitsgebietes $\varphi = 48^\circ 12'$

$$R = 6 \ 379 \ 742 \text{ m}$$

benützt.

Die Reduktion auf die Sehne der Refraktionskurve wurde wegen Geringfügigkeit vernachlässigt. Sie beträgt für die hier auftretende Maximalentfernung von rd. 17.6 km nach Gleichung (3)

$$\Delta_2 = - \frac{\bar{D}^3 k^2}{24 R^2} \quad (3)$$

für $k = 0.13$ ca. 8.10^{-5} m. Ebenso wurde die Reduktion auf die geodätische Linie vernachlässigt.

Der mittlere Fehler der gemessenen Geodimeterdistanzen m_D setzt sich wie folgt zusammen:

$$m_D = \pm \sqrt{m_B^2 + m_k^2 + m_f^2 + m_A^2 + m_s^2} \quad (4)$$

m_B	. . . mittlerer Fehler aller auf der Station beobachteten Reststücke ($< \frac{\lambda}{4}$)
m_k	 mittlerer Fehler der Gerätekonstante
m_f	 mittlerer Frequenzfehler
m_A	 mittlerer Fehler in der Bestimmung der Korrektur für die herrschende Lichtgeschwindigkeit = Unsicherheit in der Erfassung der atmosphärischen Einflüsse
m_z	 mittlerer Fehler in der Ermittlung der Exzentrizitäten von Gerät und Reflektor.

Diese Werte können, abgesehen von m_B , im einzelnen folgendermaßen abgeschätzt werden:

$$m_k \sim \pm 0.01 \text{ m (Unabhängig vom mittleren Fehler bei der direkten Bestimmung wegen des Ganges der Konstanten).}$$

$$m_f \sim \pm 2 \cdot 10^{-7} \text{ D}$$

$$m_A \sim \pm 2 \cdot 10^{-6} \text{ D}$$

$$m_z \sim \pm 0,003 \sqrt{4} \text{ (je 2 Fehler aus der Auflotung und aus der Aufstellung der Geräte).}$$

Die bei den einzelnen Strecken angegebenen mittleren Fehler wurden mit diesen Werten berechnet.

Es folgt nun die Zusammenstellung der Meßergebnisse für die einzelnen Seiten.

1. Anzing, Basis Nord-Ebersberg, Basis Süd

$$h_1 = 567,3 \text{ m, } h_2 = 644,4 \text{ m}$$

$$\text{Schrägdistanz } 8\,233,537\,2 \text{ m}$$

$$\text{Gesamtexzentrizität . . . } -0,516\,1 \text{ m}$$

$$D \text{ . . . } 8\,233,021\,1 \text{ m}$$

$$S \text{ . } 8\,231,878\,3 \text{ m}$$

$$A_1 \text{ . . } +0,000\,6 \text{ m}$$

$$D \text{ . . . } 8\,231,878\,9 \text{ m}$$

Aus $n = 15$ Beobachtungen (Nacht vom 10./11. April) ergab sich $m_B = \pm 0,005\,8 \text{ m}$ und damit nach Gleichung (4)

$$\underline{m_D = \pm 0,021\,1 \text{ m}}$$

2. Anzing, Basis Nord – Parsdorf, Neufarner Berg

$$h_1 = 567,3 \text{ m}, h_2 = 571,4 \text{ m}$$

Schrägdistanz 9048,797 4 m

Gesamtexzentrizität — 0,468 2 m

$\bar{D}$ 9048,329 2 m

S 9047,520 9 m

A_1 + 0,000 8 m

D 9047,521 7 m

Aus $n = 23$ Beobachtungen (Nacht vom 11./12. April, stärkerer instrumenteller Gang, daher erhöhte Beobachtungszahl in Frequenz l ergab sich $m_B = \pm 0,002 \text{ m}$. Daraus

$$\underline{m_D = \pm 0,021 \text{ 8 m}}$$

3. Anzing, Basis Nord – Oberding, Aufkirchen

$$h_1 = 567,3 \text{ m}, h_2 = 529,9 \text{ m}$$

Schrägdistanz 17624,921 5 m

Gesamtexzentrizität — 0,397 8 m

$\bar{D}$... 17624,523 7 m

S 17622,968 6 m

A_1 ... + 0,005 6 m

D ... 17622,974 2 m

Aus $n = 15$ Beobachtungen (Nacht vom 13./14. April) ergab sich $m_B = \pm 0,003 \text{ 1 m}$. Daraus

$$\underline{m_D = \pm 0,037 \text{ 4 m}}$$

4. Parsdorf, Neufarner Berg – Ebersberg, Basis Süd

$$h_1 = 571,4 \text{ m}, h_2 = 644,4 \text{ m}$$

Schrägdistanz 10339,237 7 m

Gesamtexzentrizität — 0,455 2 m

$\bar{D}$... 10338,782 5 m

S 10337,539 4 m

A_1 ... + ,001 1 m

D ... 10337,540 5 m

Aus $n = 12$ Beobachtungen (Nacht vom 15. April) ergab sich $m_B = \pm 0,005\ 3\text{ m}$ und damit

$$\underline{m_D = \pm 0,024\ 4\text{ m}}$$

5. Parsdorf, Neufarner Berg–Oberding, Aufkirchen

$$h_1 = 571,4\text{ m}, \quad h_2 = 529,9\text{ m}$$

Schrägdistanz 17 011,595 3 m

Gesamtexzentrizität —0,498 2 m

$\bar{D}$ 17 011,097 1 m

S 17 009,578 4 m

A_1 +0,005 0 m

D 17 009,583 4 m

Aus $n = 12$ Beobachtungen (Nacht vom 16./17. April) ergab sich $m_B = \pm 0,0102\text{ m}$ und damit

$$\underline{m_D = \pm 0,0375\text{ m.}}$$

Zu der letzten Strecke ist zu bemerken, daß bei ihrer Messung nur auf der Geodimeterstation die Temperatur bestimmt wurde, da das Thermometer auf der Reflektorstation versagte. Weiter ist zu bemerken, daß diese Visur etwa in halber Entfernung sehr knapp über die Wipfel eines schmalen Waldstreifens streicht. Im Laufe der Beobachtung mußte mehrfach das Gerät der Seite nach neu eingerichtet werden, was Seitenrefraktionseinfluß vermuten läßt.

11. SCHLUSSBETRACHTUNGEN

a) Astronomisch-geodätische Messungen

Die astronomisch-geodätischen Messungen der Laplacehauptgruppe München gestatten eine einwandfreie Lagerung und Orientierung des Basisnetzes München–Ebersberg–Schweitenkirchen und eine eingehende Diskussion und Untersuchung der Genauigkeit astronomisch-geodätischer Messungen.

b) Ausmessung der Normalstrecke Ebersberg mit Lichtinterferenzen

Mit Hilfe des VÄISÄLÄ-Komparators konnten die beiden Endpunkte (JÄDERIN-Zapfen) der Invardrahtnormalstrecke zu

$$864019,535\text{ mm}$$

mit einer Genauigkeit von $\pm 0,08\text{ mm}$, d. i. $1:10000000$ bestimmt werden. Dabei ist zu beachten, daß die Gesamtstrecke nur in 2 Teilstrecken von je 432 m Länge ausgemessen werden konnte.

Die Ergebnisse der Interferenzmessung lassen hoffen, daß es in den nächsten Jahren gelingt, auf der Münchener Normalstrecke auch unmittelbar die Gesamtentfernung von 864 m mit dem VÄISÄLÄ-Komparator zu messen.

c) Ausmessung der Normalstrecke Ebersberg mit Invardrähten

Die Normalstrecke diente als Feldkomparator zur Eichung der Invardrähte, die bei der Basismessung in Ebersberg verwendet wurden, wobei mit Drähten vor und nach jeder Basismessung auf der Normalstrecke gemessen wurde. Da überdies sämtliche Drähte vor und nach diesen Messungen beim Internationalen Büro für Maße und Gewichte in Paris bzw. bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig geeicht wurden, ist es umgekehrt mit Hilfe der Laboreichwerte der Drähte möglich, die Soll-Länge der Normalstrecke und daraus die systematischen Fehler der Laboreichung zu bestimmen.

Wir haben daher in Tab. 40 für alle Drahtmessungen die Länge der Normalstrecke unter Benutzung der Laboreichwerte der Drähte berechnet und hieraus aus

14 Drähten der II. Abt. des DGFI einen Mittelwert von 864 019,914 mm
und aus

8 Drähten der I. Abt. des DGFI einen Mittelwert von 864 018,294 mm

gefunden.

Tabelle 40. Zusammenstellung der Ergebnisse auf der Normalstrecke
(Längenangaben im mittleren Messungshorizont + 550,760 m ü. N. N.)

a) Invardrahtmessung der II. Abt. DGFI:

Draht Nr.	Länge der Invardrahtstrecke nach Laboreichungen (PTB und BIPM) (+ Skalenneigung)			Anzahl der Messungen ≡ Gewicht
	vor der Messung	nach der Messung	Gesamtmittel	
	[mm]	[mm]	[mm]	
A 27	8640 18,954	8640 19,674	8640 19,314	3
301	8640 18,173	8640 18,893	8640 18,533	3
302	8640 18,424	8640 19,504	8640 18,964	3
381	8640 22,402	8640 21,898	8640 22,150	3
382	8640 19,309	8640 21,360	8640 20,335	3
36	8640 19,478	8640 20,629	8640 20,053	3
37	8640 21,143	8640 21,719	8640 21,431	3
38	8640 20,234	8640 21,097	8640 20,666	3
383	8640 19,354	8640 19,534	8640 19,444	2
84 536	8640 19,830	8640 20,622	8640 20,226	3
393	8640 18,488	8640 19,244	8640 18,866	3
303	8640 18,343	8640 17,983	8640 18,163	1
392	8640 18,582	8640 17,898	8640 18,240	1
391	8640 19,177	8640 21,013	8640 20,095	1

einfaches Mittel (Paris) [Draht Nr. A 27, 301, 302, 303].	8640 18,744 mm
gewogenes Mittel (Paris)	8640 18,860 mm
einfaches Mittel (Braunschweig)	8640 20,151 mm
gewogenes Mittel (Braunschweig)	8640 20,336 mm
einfaches Gesamtmittel aus 14 Drähten	8640 19,749 mm
gewogenes Gesamtmittel aus 14 Drähten	<u>8640 19,914 mm</u>

Zu Tabelle 40

a) Invardrahtmessungen der I. Abteilung des DGFI:

1	2		3	4
Draht	Länge der Invardrahtstrecke aus Laboratoriumseichwerten			Bemerkungen
	vor	nach		
	der Basismessung			
	864 m	864 m		
	+	+		
	mm	mm		
98	—	19,579	}	Eichung „vor“ liegt 5 Jahre zurück und zeigt starke Abweichung vom Wert „nach“
99	—	19,324		
509	19,895	19,144		—
510	18,067	17,405		—
511	18,859	17,778	}	vor = Messung vor Knick mit Laboreichwert v. d. Basismessung
				nach = Mittel d. Messung nach Knick mit Labor- eichwert nach der Basismessung
526	17,304	17,117		—
527	17,201	19,182		—
529	16,886	18,382	}	vor = Messung vor Knick und Basismessung mit Eichwert vor Basismessung
				nach = Messung nach Knick und nach Basis- messung mit Eichwert nach Basismessung
Mittel	18,294		Schwerekorrektur ist berücksichtigt; Länge gilt im Horizont der Drahtmessung	

Länge der Normalstrecke aus Drahtmessung
im Horizont der Drahtmessung

864018,294 mm

Diese Werte weichen vom entsprechenden Wert der Messung mit dem VÄISÄLÄ-Komparator (864019,535 mm) lediglich um + 0,379 mm bzw. — 1,241 mm, d. i. somit 1 : 2160000 bzw. 1 : 710000 ab. Damit ist also die Drahtmessung lediglich um eine Zehnerpotenz weniger genau als die Lichtinterferenzmessung.

Dieses überraschende Ergebnis beruht einerseits auf der Unsicherheit der Refraktionsbestimmung bei der Lichtinterferenzmessung über größere Entfernungen in freiem Gelände, andererseits auf der Unsicherheit der Übertragungsmessungen von den Spiegeln des VÄISÄLÄ-Komparators auf die unterirdischen Festlegungen.

Auf Grund der guten Übereinstimmung der Lichtinterferenzmessung und Invardrahtmessung oder der Feld- und Laboreichung der Drähte wurden die Ergebnisse der Basismessung unter Berücksichtigung der mittleren Eichwerte sowohl der Feld- als auch der Laboreichung durchgerechnet und schließlich die daraus folgenden Ergebnisse einfach gemittelt. Für die spätere Ausgleichung des europäischen Hauptdreiecksnetzes sollten dagegen nur die Eichwerte, die durch Messungen auf der Normalstrecke gefunden wurden, verwendet werden.

d) Verhalten der Invardrähte

Die mehrmaligen Eichungen der Invar- und Indilatans-Drähte in den Eichinstituten und auf der Normalstrecke geben einen interessanten Einblick in das Verhalten der Drähte während der Messung. Wir haben hierzu alle Einzelwerte in den Tabellen 41 a und 41 b zusammengestellt. Diese bestätigen weitgehend die bisherigen Erfahrungen.

Tabelle 41a

Verhalten der Invar-Drähte des IfAG Frankfurt/M. von Aug. bis Okt. 1958

Zeit der Eichung: Bezugstemperatur: Spanngewicht Unsicherheit		Aug. 1958 15° C 10 kg ± 20 µ	August 1958 Normal-km		Okt. 1958 15° C 10 kg ± 20 µ	6-3	5-4
1	2	3	4	5	6	7	8
Draht	Eichinst.	µ	µ	µ	µ	µ	µ
A 27	B. I. P. M.	— 7620	— 7554	— 7578	— 7600	+ 20	— 24
301	B. I. P. M.	+ 13530	+ 13581	+ 13621	+ 13550	+ 20	+ 40
302	B. I. P. M.	+ 10410	+ 10467	+ 10485	+ 10440	+ 30	+ 17
84536	P. T. B. ¹	+ 21714	+ 21733	+ 21748	+ 21736	+ 22	+ 15
36	P. T. B.	— 3184	— 3154	— 3165	— 3152	+ 32	— 11
37	P. T. B.	— 12213	— 12223	— 12232	— 12197	+ 16	— 9
38	P. T. B.	— 5078	— 5082	— 5045	— 5054	+ 24	+ 37
381	P. T. B.	+ 6446	+ 6370	— 6386	+ 6432	— 14	+ 16
382	P. T. B.	— 4159	+ 4186	+ 4200	— 4216	— 57	+ 14
383	P. T. B.	+ 11156	+ 11189	+ 11196	+ 11161	+ 5	+ 7

Tabelle 41b

Verhalten der Indilatans-Drähte der I. Abteilung des D. G. F. I. von 1955 bis 1958

Eichung Ort Bezugs- temperatur Spanngew. Unsicher- heit	2 20. 8. 55 Berlin 20° C 10 kg ± 40 µ	Drahtver- gleich Aug. 1958 Übungs- messung Normal- strecke	3 Aug. 1958 P. T. B. Braunschw. 20° C 10009,3 g ± 20 µ	4	5 Drahtvergl. August 1958 Normalstrecke	6 Okt. 1958 P. T. B. Braunschweig 20° C 10009,3 g ± 20 µ	Eich- institut 6)-3)	Draht- vergleich 5)-4)
Draht	1 µ	2 µ	3 µ	4 µ	5 µ	6 µ	7 µ	8 µ
509	+ 1160	+ 522	+ 405	+ 389	+ 425	+ 420	+ 15	+ 36
510	+ 730	+ 556	+ 468	+ 503	+ 555	+ 501	+ 33	+ 52
511	+ 800	+ 622	+ 566	+ 579	+ 583	+ 540	— 26	+ 4
			Nov. Dez. 1957 Paris			Dez. 1958 P. T. B. Braun- schweig		
526			+ 674	+ 732	+ 771	+ 709	+ 35	+ 39
527			— 287	— 226	— 177	— 182	+ 105	+ 49
529			— 496	— 461	— 468	— 494	— 2	— 7

¹ Für die in Braunschweig geeichten Drähte betrug das Spanngewicht 10009,3 g; obige Werte sind auf 10 kg umgerechnet.

² Eichung der „jungfräulichen“ Drähte vor dem Feldgebrauch.

³ Laboreichung (P. T. B.) nach Streckenmeßkurs und starker Inanspruchnahme bei Übungsmessung vor der Basismessung.

^{4,5} Eichung durch Drahtvergleich auf der Normalstrecke, vor und nach der Basismessung.

⁶ Laboreichung (P. T. B.) nach der Basismessung.

Bei ³ bzw. ⁶ Korrektur von — 6 µ auf 10 kg ist angebracht.

e) Diskussion der Basismessung

Die Genauigkeit der Basismessung liegt bei der Messung mit 10 Drähten durch das IfAG bei $\pm 1,06$ mm auf 8,2 km bei Eichung der Drähte auf Normalstrecke bzw. $\pm 3,38$ mm/8,2 km bei Eichung der Drähte bei der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt und beim Internationalen Büro für Maße und Gewichte. Die Eichunsicherheit ist offenbar größer als die Unsicherheit, die von den zufälligen Messungsfehlern herrührt. Die entsprechenden mittleren Fehler bei der Zweitmessung der I. Abteilung des DGFI mit 8 Drähten und internationaler Besetzung sind $\pm 2,4$ mm bzw. 2,1 mm, wobei die Drähte einheitlich in Braunschweig geeicht wurden. Hier geben die Eichwerte aus Feld- und Laboreichung gleichwertige Ergebnisse.

Im einzelnen ergaben sich für die Basis folgende Mittelwerte:

I. Abteilung, DGFI (Mittel aus 8 Drähten), Laboreichung:	8 231 836,49 mm
I. Abteilung, DGFI (Mittel aus 8 Drähten), Feldeichung:	<u>8 231 847,87 mm</u>
Mittel:	<u>8 231 842,17 mm</u>
II. Abt. DGFI (Mittel aus 10 Drähten), Laboreichung:	8 231 851,40 mm
II. Abt. DGFI (Mittel aus 10 Drähten), Feldeichung:	<u>8 231 846,01 mm</u>
Mittel:	<u>8 231 848,70 mm</u>
Differenz (Mittel der I. Abt. – Mittel der II. Abt.):	– 6,53 mm
Gesamtmittel:	<u>8 231 845,44 mm</u>
	$\pm 3,3$ mm

Hiernach gibt die Laboreichung der I. Abt. einen etwas zu kleinen Wert. Trotzdem weichen die Gesamtergebnisse der I. und II. Abt. nur 6,5 mm voneinander ab, so daß dem Gesamtmittel von

$$8\,231\,845,44 \text{ mm}$$

lediglich eine Unsicherheit von $\pm 3,3$ mm zukommt. Die Genauigkeit unserer Basismessung liegt also bei rund $1:3\,000\,000$ und damit nur um ein Geringes unter der Genauigkeit der Messung der Normalstrecke.

Als wesentlichstes Ergebnis ist dabei die gute Übereinstimmung der auf die Feldeichungen (Normalstrecke) bezogenen Ergebnisse der beiden Abteilungen, die mit

$$\begin{array}{c} 8\,231\,847,85 \text{ mm} \\ \text{bzw. } 8\,231\,846,01 \text{ mm} \\ \hline \end{array}$$

nur um $- 1,84$ mm differieren
und einen Mittelwert von

$$8\,231\,846,93 \text{ mm} \pm 0,9 \text{ mm}$$

ergeben.

f) Die Ausgleichung des Basisvergrößerungsnetzes München – Ebersberg-Schweitenkirchen.

Die Beobachtung und Ausgleichung des Basisvergrößerungsnetzes ergab für die Gewichtseinheit (viermal gemessener Winkel) einen mittleren Fehler

$$m_0 = \pm 0,46''$$

und für die Seite München – Schweitenkirchen mit 40974,215 m Länge einen mittleren relativen bzw. absoluten Längenübertragungsfehler

$$\begin{aligned} m_{S_0} &= \pm 1,2 \text{ mm/km} \\ \text{bzw. } m_S &= \pm 48 \text{ mm} \end{aligned}$$

Als nur von der Netzform abhängige „Netzleistung“ lieferten die Normalgleichungen für die Übertragung der Länge der Basis auf die Seite Schweitenkirchen

$$Q = \frac{10^6}{p''} \sqrt{\frac{1}{P_S}} = 4,848 \sqrt{0,3093} = 2,69.$$

Das Übertragungsnetz selbst kann daher und trotz seiner Abweichung von der üblichen Rautenform als gut bezeichnet werden.

Für die Übertragung der Länge von der Basis auf die Seite München – Aufkirchen (ca 28 km) lauten die entsprechenden Werte

$$\begin{aligned} Q &= 4,848 \cdot \sqrt{0,2474} = 2,46 \\ m &= \pm 1,1 \left[\frac{\text{mm}}{\text{km}} \right] \\ m &= \pm 29 \text{ mm} \end{aligned}$$

Zu diesem Fehler kommt noch der von der Unsicherheit der Basismessung herrührende Seitenfehler

$$m_S = m_B \sqrt{\frac{P_B}{P_S}}$$

Setzt man für die mittlere Unsicherheit der Basis $m_B = \pm 5 \text{ mm}$, und für das Gewicht der Basismessung $P_B = 1$, dann wird für die Seite München – Schweitenkirchen

$$m_S = \pm 5 \cdot \sqrt{\frac{1}{0,3093}} = \pm 9,0 \text{ mm}$$

und für die Seite München – Aufkirchen

$$m_S = \pm 5 \cdot \sqrt{\frac{1}{0,2474}} = \pm 10 \text{ mm}.$$

Insgesamt ergeben sich dann folgende Gesamtfehler der Dreiecksseiten:

München-Schweitenkirchen:	München-Aufkirchen:
$m_g = \pm \sqrt{48^2 + 9^2} = \pm 50 \text{ mm}$	$m_g = \pm \sqrt{29^2 + 10^2} = \pm 31 \text{ mm}$

g) Die Genauigkeit der Tellurometer- und Geodimetermessungen

Die Einzelwerte der Tellurometermessungen streuen um etwa ± 7 cm. Bei der Ausgleichung des von der I. Abt. gemessenen Netzes (Tab. 33) ergab sich ebenfalls eine mittlere Unsicherheit von ± 8 cm pro Seite, und zwar ziemlich unabhängig von der Länge der Seiten. Bei der gleichgewichtigen Ausgleichung des von der II. Abt. beobachteten Netzes (Tab. 37) liegt der entsprechende mittlere Fehler bei ± 3 cm. Die kleineren Fehler der folgenden Ausgleichungen durch Variierung der Gewichte sind nicht repräsentativ, weil zu wenig überschüssige Messungen vorliegen.

Der Vergleich der Beobachtungswerte bzw. der ausgeglichenen Werte für entsprechende Seiten beider Abteilungen (Tab. 36 und 37) gibt mittlere Differenzen von etwa ± 10 cm bzw. ± 11 cm und Maximaldifferenzen von 18,8 cm bzw. 23 cm.

Der Vergleich der Tellurometer- und Geodimetermessungen (Tab. 42) zeigt völlig einseitige Vorzeichenverteilung der Differenzen 5 – 4 bzw. 6 – 4, die auf Maßstabsfehler schließen läßt; die gemessenen Seiten der I. Abt. sind gegenüber den Geodimetermessungen im allgemeinen etwas zu groß, die der II. Abteilung etwas zu klein. Betrachtet man die Geodimetermessungen als fehlerfrei und zum Beispiel die Differenzen 5 – 4 als wahre Fehler der Tellurometermessung, so ergibt sich der mittlere Fehler einer „Tellurometerseite“ der I. Abt. zu $m_s = \pm 0,076$ m. Für die Tellurometermessungen der II. Abteilung ergibt sich auf dieselbe Weise $m_s = \pm 0,045$ m. Diese Werte stimmen völlig überein mit den bei der Ausgleichung bestimmten mittleren Fehlern der Tellurometermessungen.

Tabelle 42

Seite		Geodimetermessung			Tellurometermessg.		Differenzen	
von	nach	Schräge Entferng. $\overline{D}$ [m]	Reduktion [m]	Sphäroid. Länge.	I. Abt. S [m]	II. Abt. S [m]	5-4 $\overline{d}$ [m]	6-4 $\overline{d}$ [m]
1	2	3	4	5	6	7	8	
Aufkirchen-Parsdorf. . .	17 019,097	— 1,514	17 009,583	009,545	009,551	— 0,038	— 0,032	
Aufkirchen-Basis Nord . .	17 624,524	— 1,550	17 622,974	623,058	622,967	+ 0,084	— 0,007	
Parsdorf-Basis Nord. . .	9 048,329	— 0,807	9 047,522	047,654	047,512	+ 0,132	— 0,010	
Parsdorf-Basis Süd . . .	10 338,782	— 1,242	10 337,540	337,572	337,475	+ 0,032	— 0,065	
Basis Nord-Basis Süd . .	8 233,021	— 1,142	8 231,879	231,925	231,809	+ 0,046	— 0,070	

$$\begin{aligned}
 \sqrt{\frac{[dd]}{n}} &= \sqrt{\frac{[dd]}{n}} = \\
 &= \sqrt{\frac{0,02906}{5}} = \sqrt{\frac{0,01030}{5}} = \\
 &= \pm 0,076 \text{ m} = \pm 0,045 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Zum Vergleich der Tellurometer- und Geodimetermessungen mit dem Basisvergrößerungsnetz wurden zunächst die aus den Ausgleichungen der verschiedenen Netze (Trig. Netz, Tellurometernetz I. Abt., Tellurometernetz II. Abt., Geodimeternetz) folgenden Winkel, Seiten und Koordinaten einander gegenübergestellt (Tab. 43, 44 und 45); für das Basisvergrößerungsnetz wurden dabei die aus der Winkelausgleichung nach Gewichten folgenden Ergebnisse benützt. Bei den Geodimetermessungen war nur ein Winkel- und Seitenvergleich möglich, weil das Geodimeternetz den Koordinatennullpunkt nicht enthält.

Die Differenzen in den Tabellen 43 bis 45 wurden in allen Fällen gegen die aus dem Basisvergrößerungsnetz erhaltenen Werte gebildet.

Die aus den Tellurometernetzen berechneten sphäroidischen Winkel des Basisvergrößerungsnetzes (Tab. 43) weichen im Durchschnitt nur um

$$\begin{array}{ll} \pm 1,20'' & \text{(I. Abt.)} \\ \text{bzw. } \pm 1,34'' & \text{(II. Abt.)} \end{array}$$

von den unmittelbar gemessenen Winkeln ab. Die Maximalabweichungen liegen bei $2,6''$. Die aus dem Geodimernetz berechneten Winkel weichen im Durchschnitt nur um $\pm 0,55''$ von den trigonometrisch bestimmten Winkeln ab. Die Maximalabweichung ist hier nur $1,1''$.

Der Seitenvergleich (Tab. 44) zeigt, daß alle mit dem Tellurometer und Geodimeter gemessenen Seiten zu groß sind. Auch die in Tabelle 45 ausgewiesenen Koordinatendifferenzen sind alle negativ. Dies weist auf einen Maßstabsfehler der Tellurometer- und Geodimetermessungen hin. Um diesen zu bestimmen, wurden die beiden Tellurometernetze und das Geodimernetz nach dem Verfahren von Helmert an das Basisvergrößerungsnetz angefeldert (Tab. 46).

Dabei ergaben sich folgende Maßstabsverbesserungen μ (die Beträge für Parallelverschiebung und Drehung sind hier ohne Interesse):

a) bei den Tellurometermessungen:

$$\begin{array}{ll} \text{I. Abt.} & \mu = -0,112 \text{ m pro } 10 \text{ km } \pm 0,013 \text{ m,} \\ \text{II. Abt.} & \mu = -0,076 \text{ m pro } 10 \text{ km } \pm 0,017 \text{ m,} \end{array}$$

bei den Geodimetermessungen

$$\mu = -0,107 \text{ m pro } 10 \text{ km } \pm 0,019 \text{ m.}$$

Schließlich werden noch die mittleren Koordinatenklaffungen (Punktfehler) angegeben. Sie betragen:

bei den Tellurometermessungen:

$$\begin{array}{lll} \text{I. Abt.} & \text{vor der Anfelderung} & \pm 0,089 \text{ m,} \\ & \text{nach der Anfelderung} & \pm 0,036 \text{ m,} \\ \text{II. Abt.} & \text{vor der Anfelderung} & \pm 0,113 \text{ m,} \\ & \text{nach der Anfelderung} & \pm 0,046 \text{ m,} \end{array}$$

bei den Geodimetermessungen:

$$\begin{array}{ll} & \text{vor der Anfelderung} \quad \pm 0,052 \text{ m,} \\ & \text{nach der Anfelderung} \quad \pm 0,026 \text{ m.} \end{array}$$

Die Einzelergebnisse der HELMERT-Transformationen sind in Tab. 46 zusammengestellt, wobei die GAUSS-KRÜGER-Koordinaten des Basisvergrößerungsnetzes als unveränderlich und fehlerfrei betrachtet werden.

Weist man den Tellurometer- und Geodimetermessungen eine Maßstabsverbesserung von rund $\pm 1 \text{ cm pro km zu}$, so stimmen die Koordinaten der Tellurometernetze und des Geodimeternetzes auf rund

$$\pm 5 \text{ cm bzw. } \pm 3 \text{ cm}$$

mit dem trigonometrisch bestimmten Basisvergrößerungsnetz überein.

Dieses Ergebnis überrascht hinsichtlich seiner Genauigkeit. Es zeigt aber auch, daß die Tellurometer und Geodimeter für die jeweils vorliegenden Verhältnisse besonders geeicht werden müssen. Eichung im Gelände ist notwendig. Es sollten dazu schon wegen des Aufwands nur 2 oder 3 Testseiten benutzt werden, die von einer Station aus gemessen werden können. Andererseits zeigt ein vorläufiger Vergleich unseres neuen Basisvergrößerungsnetzes mit dem Bayerischen Hauptdreiecksnetz oder der alten Basismessung 1920/21, daß unsere trigonometrischen Netze und die alten Grundlinien ebenfalls Maßstabsfehler in derselben Größenordnung aufweisen wie genaue lichtelektrische und elektronische Entfernungsmessungen.

Hierzu soll nachfolgend und abschließend nur die Länge der Dreiecksseite München-Schweitenkirchen nach den vorliegenden verschiedenen Bestimmungen ausgewiesen werden (Tab. 47), im übrigen aber die Frage der Unsicherheit der alten bayerischen Grundlinien und des neuen bayerischen Hauptdreiecksnetzes einer besonderen Betrachtung überlassen werden.

Tabelle 43. Winkelvergleich

Station	Winkel	Sphäroidischer Winkel						aus Geodimetermessg.	
		aus Basis- vergrößerungsnetz (Winkelausglchg.)	aus Tellurometermessungen		Frankfurt Ausgl. I	Verbesserg. 3-6	Ausgeglt. Beobach- tungen	Verbesse- rung 3-8	
			München Ausgl. II	Verbesserg. 3-4					
1	2	3	4	5 <i>d</i>	6	7 <i>d</i>	8	9 <i>d</i>	
Schweitenkirchen	1-3	43° 15' 55,183"	54,41"	+ 0,77"	55,99"	— 0,81"			
	2-3	36° 53' 52,699"	52,31"	+ 0,39"	52,63"	+ 0,07"			
Aufkirchen . . .	4-5	30° 13' 17,475"	17,51"	— 0,03"	16,39"	+ 1,09"	16,42"	+ 1,06"	
	5-6	41° 31' 56,362"	55,50"	+ 0,86"	54,82"	+ 1,54"			
München	5-7	132° 49' 13,027"	14,28"	— 1,25"	12,00"	+ 1,03"			
	8-10	81° 44' 25,151"	24,21"	+ 0,94"	23,28"	+ 1,87"			
	9-12	53° 35' 25,854"	26,66"	— 0,81"	25,18"	+ 0,67"			
	10-12	17° 17' 50,932"	51,34"	— 0,41"	50,80"	+ 0,13"			
Parsdorf	11-12	17° 02' 03,983"	03,95"	+ 0,03"	03,17"	+ 0,81"			
	14-15	49° 42' 41,847"	41,60"	+ 0,25"	40,76"	+ 1,09"	41,66"	+ 0,17"	
	15-16	129° 28' 16,988"	15,88"	+ 1,11"	15,95"	+ 1,04"			
	16-13	102° 10' 29,519"	29,98"	— 0,46"	31,61"	— 2,09"			
Basis Nord . . .	17-19	73° 19' 08,893"	07,29"	+ 1,60"	08,59"	+ 0,30"	08,60"	+ 0,29"	
	17-21	144° 27' 20,155"	17,63"	+ 2,53"	20,87"	— 0,71"	20,39"	— 0,23"	
	18-20	61° 05' 58,089"	58,96"	— 0,87"	59,32"	— 1,23"			
Basis Süd . . .	18-21	71° 41' 25,483"	25,46"	+ 0,02"	27,97"	— 2,49"			
	22-24	90° 12' 01,905"	04,45"	— 2,55"	04,50"	— 2,60"			
	23-24	56° 58' 09,440"	11,28"	— 1,84"	10,85"	— 1,41"	09,93"	— 0,49"	
			$\sqrt{\frac{[dd]}{n}} =$		$\sqrt{\frac{[dd]}{n}} =$		$\sqrt{\frac{[dd]}{n}} =$		
			$\sqrt{\frac{25,8692}{18}} = \pm 1,20$		$\sqrt{\frac{33,5934}{18}} = \pm 1,34$		$\sqrt{\frac{1,5296}{5}} = \pm 0,55''$		

Tabelle 44. Seitenvergleich

Sphäroidische Seite		Sphäroidische Seite							
		aus Basis- vergr. Netz (Winkelaus- gleichung)	aus Tellurometermessung (ausgeglich.) München		Frankfurt		aus Geodimeter- messung (ausgeglichen)		
			Ausgl. II	Diff. 2-3	Ausgl. I	Diff. 2-5		Diff. 2-7	
von	nach								
1)		2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	
		m	m	m	m	m	m	m	
				<i>d</i>		<i>d</i>		<i>d</i>	
München-Schweitenkirchen .		40974,215	974,816	— 0,601	974,673	— 0,458			
München-Aufkirchen		28089,810	090,117	— 0,307	090,245	— 0,435			
München-Parsdorf		19053,239	053,366	— 0,127	053,416	— 0,177			
München-Basis Süd		26838,502	838,661	— 0,159	838,631	— 0,129			
München-Basis Nord		28100,081	100,354	— 0,273	100,290	— 0,209			
Aufkirchen-Schweitenkirchen		29205,720	205,971	— 0,251	205,866	— 0,146			
Aufkirchen-Parsdorf		17009,315	009,552	— 0,237	009,556	— 0,241	009,583	— 0,268	
Aufkirchen-Basis Nord		17622,702	622,990	— 0,288	622,924	— 0,222	622,974	— 0,272	
Basis Nord-Parsdorf		9047,466	047,607	— 0,141	047,498	— 0,032	047,522	— 0,056	
Basis Nord-Schweitenkirchen		46348,054	348,605	— 0,551	348,382	— 0,328			
Basis Süd-Parsdorf		10337,497	337,577	— 0,080	337,483	+ 0,014	337,540	— 0,043	
Basis Süd-Basis Nord		8231,846	231,920	— 0,074	231,801	+ 0,045	231,879	— 0,033	

Tabelle 45. Koordinatenvergleich (GAUSS-KRÜGER-Koordinaten)

Punkt	aus Basis- vergrößerungsnetz	aus Tellurometermessungen (Netzausgleich)			
		München		Frankfurt	
		Rechtswert Hochwert	Diff. 2-3	Rechtswert Hochwert	Diff. 2-5
1)		2)	3)	4)	5)
		m	m	cm	m
				<i>d</i>	<i>d</i>
München		44 68 326,91	326,91		326,91
		53 33 492,51	492,51		492,51
Schweitenkirchen		44 71 094,104	094,14	— 4	094,14
		53 74 373,640	374,24	— 60	374,10
Aufkirchen		44 89 628,988	629,10	— 11	629,20
		53 51 802,841	803,18	— 34	803,26
Parsdorf		44 87 324,418	324,54	— 12	324,58
		53 34 950,340	950,44	— 10	950,53
Basis Nord		44 96 354,323	354,59	— 27	354,52
		53 35 513,889	513,98	— 9	514,06
Basis Süd		44 94 487,208	487,38	— 17	487,39
		53 27 496,583	496,62	— 4	496,81

Tabelle 47.

München, Hauptdreiecksseite nördl. Frauenturm, a. Helmstange – Schweitenkirchen, F. I. O.

Sphäroidische Seitenlänge	
[m] int.	
Bayer. Hauptdreiecksnetz	40974,554
Basisvergrößerung 1920 (CLAUSS) $\equiv$ RETRIG 1957, ZEN . .	40974,767
Basisvergrößerung 1958 München-Ebersberg	40974,215
Tellurometer	
I. Abteilung (Ausgl. II)	40974,775
II. Abteilung (gleichgewichtige Ausgleichung)	40974,680

Tabelle 46. Helmert-Transformation. GAUSS-KRÜGER-Koordinaten

Punkt	Aus Basis- vergrößerungsnetz	Aus Tellurometer- messungen München I. Abteilung		Aus Tellurometer- messungen Frankfurt II. Abteilung		Aus Geodimeter- messungen	
	Rechtswert Hochwert m	nach HELMERT- Einpassung m	Rest- klaffung m	nach HELMERT- Transform. m	Rest- klaffung m	nach HELMERT- Transform. m	Rest- klaffung m
München	44 68 326,910 53 33 492,510	326,979 492,412	— 0,069 + 0,098	326,889 492,360	+ 0,021 + 0,150		
Schweitenkirchen . .	44 71 094,100 53 74 373,640	094,156 373,685	— 0,056 — 0,045	094,154 373,634	— 0,054 + 0,006		
Aufkirchen	44 89 628,990 53 51 802,840	628,920 802,888	+ 0,070 — 0,048	629,041 802,940	— 0,051 — 0,100	628,987 802,870	+ 0,003 — 0,030
Basis Nord	44 96 354,320 53 35 513,890	354,343 513,874	— 0,023 + 0,016	354,288 513,856	+ 0,032 + 0,034	354,304 513,858	+ 0,016 + 0,032
Basis Süd	44 94 487,210 53 27 496,580	487,158 496,603	+ 0,052 — 0,023	487,161 496,669	+ 0,049 — 0,089	487,199 496,613	+ 0,011 — 0,033
Parsdorf	44 87 324,420 53 34 950,340	324,395 950,337	+ 0,025 + 0,003	324,416 950,342	+ 0,004 — 0,002	324,451 950,309	— 0,031 + 0,031

LITERATURHINWEISE

- [1] SCHMIDT, M.: „Senkungserscheinungen an der Frauenkirche in München und Lageänderungen von Hauptdreieckspunkten in Südbayern.“ SitzBer. B. A. d. W. 1916, S. 329–354.
- [2] KNEISSL, M.: „Untersuchungen von Senkungserscheinungen an der Frauenkirche in München.“ SitzBer. B. A. d. W. 1952, S. 233–246.
- [3] KNEISSL, M.: „Die Lage des Nullpunktes des alten bayerischen Landesvermessungssystems.“ SitzBer. B. A. d. W. 1953, S. 233–247.
- [4] KNEISSL, M.: „150 Jahre Winkelmessungen I. O. auf den Münchener Frauentürmen.“ SitzBer. B. A. d. W. 1954, S. 127–134.
- [5] HONKASALO, T.: „Measuring of the 864 m – long Nummela Standard base line with the Väisälä light interference comparator and some investigations into invar wires.“ Veröffentl. des Finnischen Geod. Instituts, Nr. 37, 1950, 88 Druckseiten.
- [6] Hierzu liegen vorerst nur kurze briefliche Mitteilungen vor.
- [7] KUKKAMÄKI, T. J. und HONKASALO, T.: „Base de Comparacion Buenos Aires Internacional standard para Medidas Lineales.“ Publ. Tecnica Nr. 26 der Direccion General del Instituto Geografico Militar, Buenos Aires 1955. In deutscher Übersetzung: „Die Eichstrecke in Buenos Aires“, erschienen im Wissenschaftlichen Übersetzungsdienst Heft Nr. 15 (1957) des DGFI, München.
- [8] KNEISSL, M. und EICHHORN, G.: „Ergebnisse der Interferenzmessungen 1958 mit dem VÄISÄLÄ-Komparator auf der Münchener Normalstrecke.“ Abhandl. der Bayer. Akademie der Wissenschaften, Neue Folge, Heft Nr. 98.
- [9] GERKE, K.: „Basis Ebersberger Forst, Invardrahtmessungen 1958 der II. Abt. des DGFI.“ Veröff. der DGK, Reihe B, Heft Nr. 56, Teil 2.
- [10] KNEISSL, M. u. SIGL, R.: „Basis Ebersberger Forst, Invardrahtmessungen 1958 der I. Abt. des DGFI.“ Abhandl. der B. Akademie der Wissensch., Neue Folge Nr. 99.
- [11] WOLF, H.: „Basisvergrößerungsnetz München 1958, Beobachtungsplan.“ Veröffentl. der DGK, Reihe B, Heft Nr. 57/Teil 1.

- [12] CLAUS, G.: „Die Längenbestimmung einer neuen Grundlinie für das Bayerische Landesdreiecksnetz im Jahre 1920/21.“ SitzBer. d. B. A. d. W. 1930, S. 1–32.
- [13] KNEISSL, M.: „Überprüfung des Maßstabes und der Orientierung des neuen bayerischen Hauptdreiecksnetzes.“ SitzBer. d. B. A. d. W. 1954, S. 103–125.
- [14] Niederschrift zur Arbeitssitzung des DGFI am 31. 1. 1958.
- [15] Verschiedene Niederschriften zur internat. Basismessung Heerbrugg/Schweiz.
- [16] KNEISSL, M. u. SIGL, R.: „Tellurometermessungen 1958 (der I. Abt. des DGFI) im Basisvergrößerungsnetz München.“ Abh. d. B. A. d. W. Neue Folge, Nr. 100.
- [17] GERKE, K.: „Tellurometermessungen 1958 (des IfAG) im Basisvergrößerungsnetz München.“ Veröff. d. DGK, Reihe B, Heft Nr. 57/Teil 2.
- [18] Vgl. hierzu den von W. GROSSMANN der XI. Generalversammlung der IUGG vorgelegten Bericht über die in den Jahren 1954–1957 ausgeführten Arbeiten, III. Teil, Astronomische Ortsbestimmungen, bearbeitet von R. SIGL, München, Veröffentlichung der DGK, München 1957, und die dort angegebenen Schriften.
- [19] STROHMEIER, W.: „Drei astronomisch bestimmte Azimute in Bayern, 1950–1951.“ Veröff. d. Bayer. Erdm.Komm., Heft 16, München 1952.
- [20] STROHMEIER, W.: „Das Azimut von Hohenpeißenberg nach dem Wendelstein und nach München.“ Veröff. d. Bayer. Erdm.Komm., Heft 17, München 1953.
- [21] SIGL, R.: „Azimut- und Breitenbestimmungen auf dem Nordturm der Münchener Frauenkirche.“ Veröff. d. Bayer. Erdm. Komm., Heft 19, München 1953.
- [22] SIGL, R.: „Astronomisch-geodätische Messungen im Jahre 1952 auf dem Hohenpeißenberg.“ Veröff. d. DGK, Reihe B, Heft Nr. 9, München 1953.
- [23] SIGL, R.: „Astronomisch-geodätische Beobachtungen I. Ordnung 1954.“ Veröff. d. DGK, Reihe B, Heft Nr. 24, München 1956.
- [24] Sigl, R.: „Astronomisch-geodätische Arbeiten 1955.“ Veröff. d. DGK, Reihe B, Heft Nr. 40, München 1958.
- [25] WERMANN, G.: „Azimut- und Breitenbeobachtungen 1955/56.“ Veröff. d. DGK, Reihe B, Heft Nr. 38, München 1957.
- [26] ENGI, P. und SIGL, R.: „Beobachtung der Längendifferenz Genf-München“ (in Vorbereitung).
- [27] SIGL, R.: „Azimutmessungen Schweitenkirchen 1958“ (in Vorbereitung).
- [28] Das Bayerische Landesvermessungswerk, Heft 4, Teil I, Beobachtungsauszüge und Beobachtungswidersprüche, München 1953.
- [29] Der Längenunterschied zwischen dem Referenzpunkt und Frauenkirche ist aus SOLDNER-Koordinaten gerechnet worden.
- [30] Das Bayerische Landesvermessungswerk, Heft 6, Teil IIa, München 1956.
- [31] HILLEBRAND, H.: „Kritische Betrachtung zur Messung von Normalstrecken mit dem VÄISÄLÄ-Interferenzkomparator.“ Dissertation München 1959 (in Vorbereitung).
- [32] JUNG, I.: „Über die günstigste Gewichtsverteilung in Basisnetzen.“ Upsala 1924.
- [33] HART, C. A.: „Some Aspects of the influence on geodesy of accurate range measurements by Radio methods with Special reference to radar technique.“ Bull. géod. 1948, S. 307–352.



Fig. 3. Drahtkorb für Pfeilerbau



Fig. 4. Interferenzpfeiler 432 im Bau



Fig. 5. Verschalung für Dittrichsche Festlegung



Fig. 6. Pfeiler o-4, 5, 6 (Nord) im Bau



Fig. 7. Interferenzstrecke (von Nord nach Süd)



Fig. 8. Interferenz- und Drahtstrecke (Nord)

TAFEL IV



Fig. 9. Pfeiler o-1, 6 (Süd) im Bau



Fig. 10. Interferenzpfeiler 600 im Bau



Fig. 11. Interferenzpfeiler o-1, 6, 24 (Süd)
Verschalung für Dittrichsche Festlegung



Fig. 12. Normaler 24-m-Pfahl mit Jäderinzapfen
 $\varnothing$ 15 cm, 0,7 m über Erdboden, 2 m ges. Länge



Fig. 13. Längerer 24-m-Pfahl mit Jäderinzapfen
 und Podest in geringer Höhe



Fig. 14. Kleiner Vierbock mit Jäderinzapfen, 0,7 m über Erdboden,
und größerer Vierbock mit Platte für die Messung der
Brechungswinkel – 3 m über Erdboden – und Mire
für Alignement

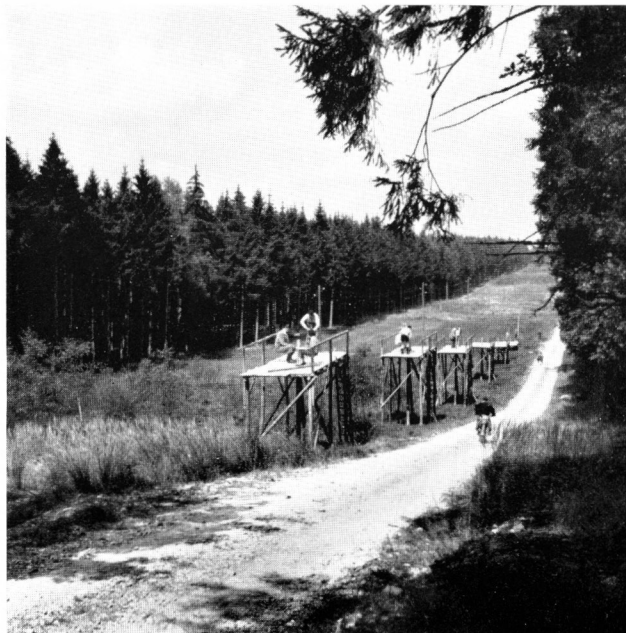


Fig. 15. Lange, abgestützte 24-m-Pfähle mit Jäderinzapfen
und hohen Podesten mit Geländer und Leiter

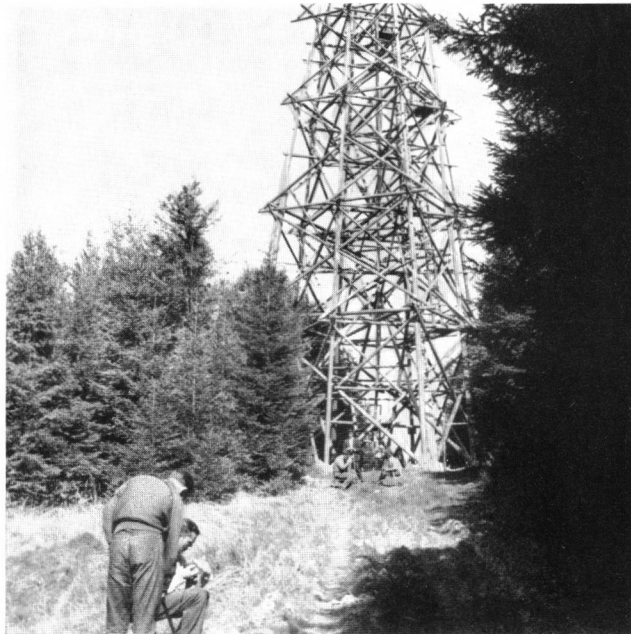
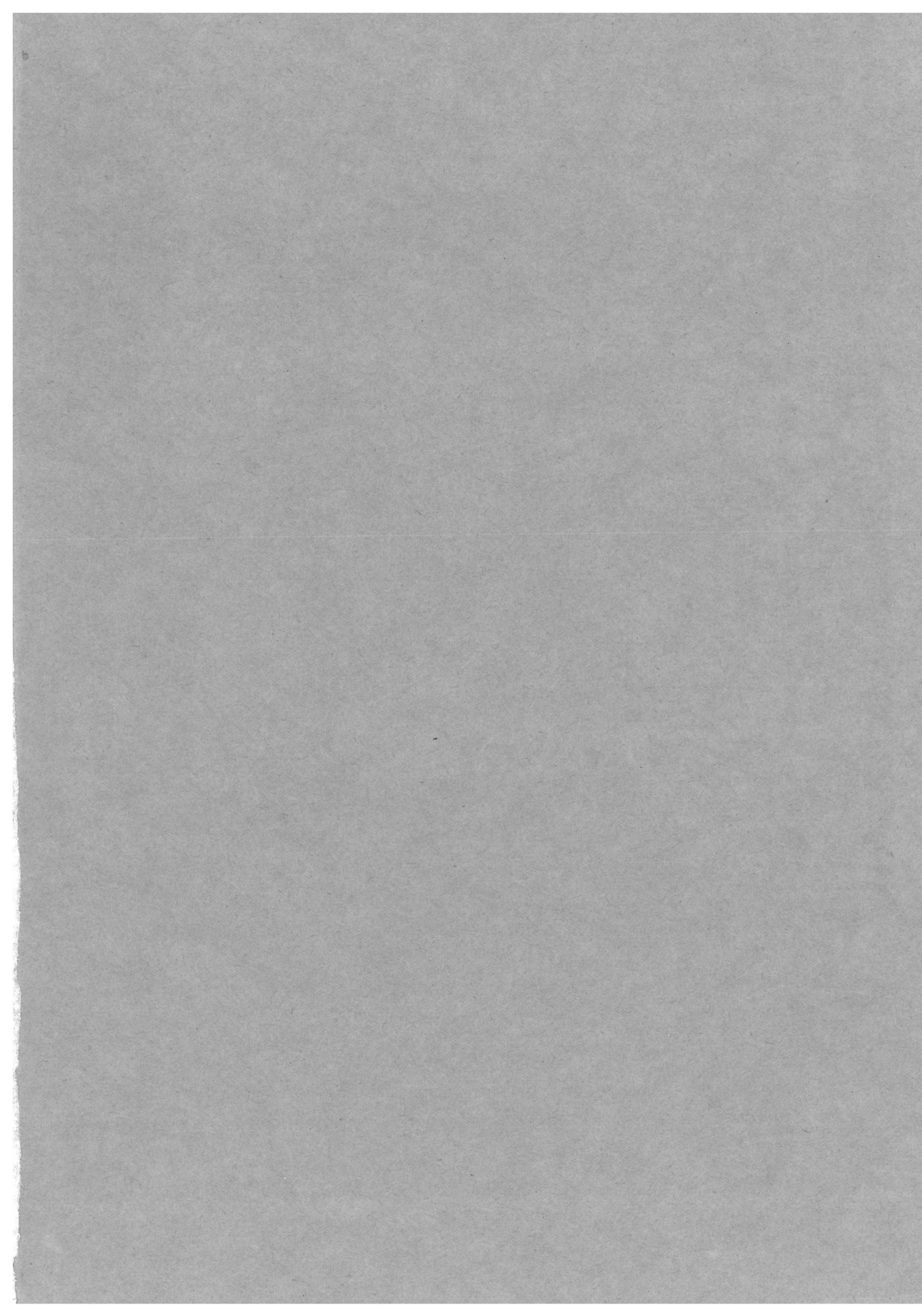
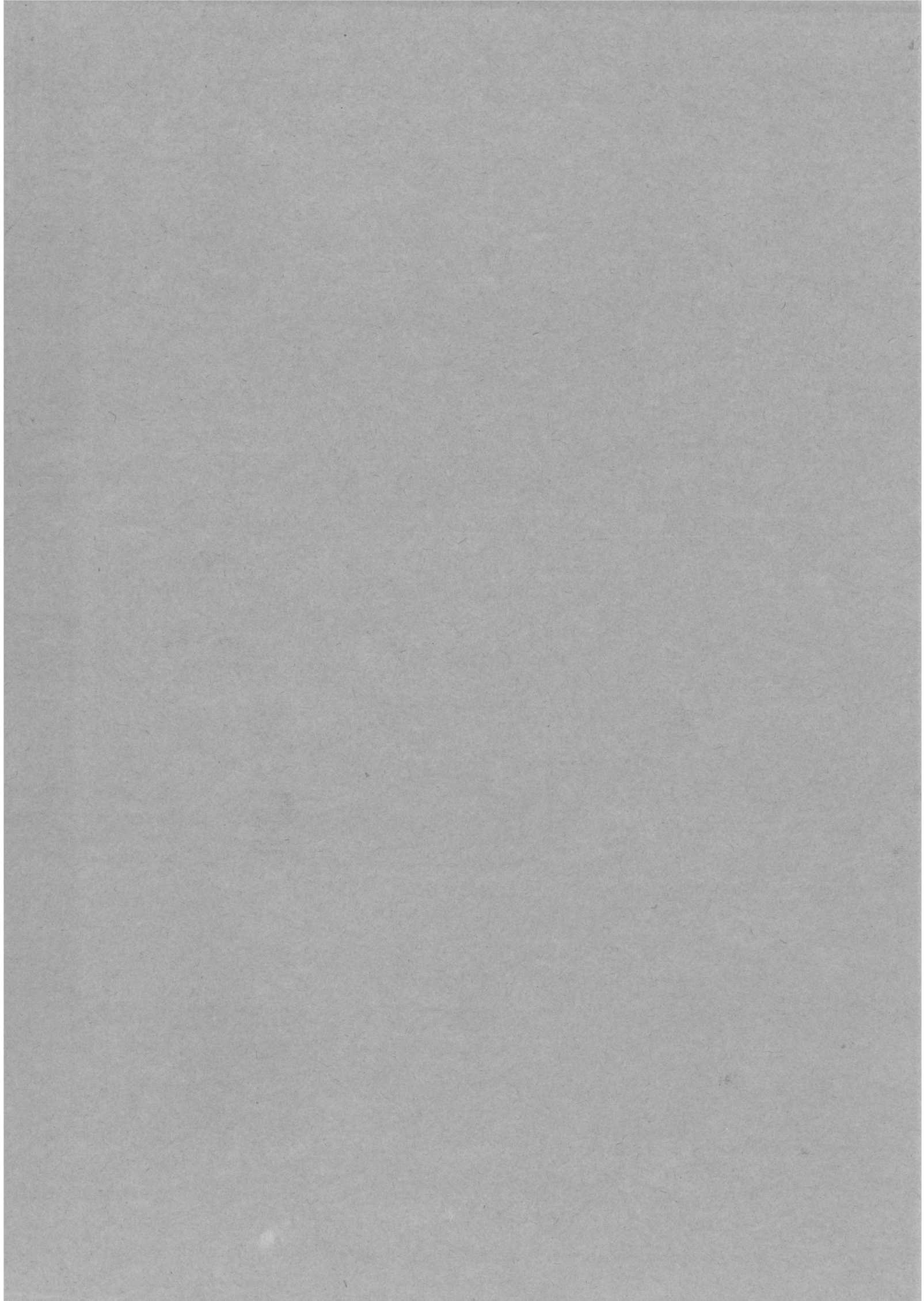


Fig. 16. Trigonometrischer Hochbau auf Basisendpunkt
Nord gebaut vom Bayer. Landesvermessungsamt





Beiheft „Anlagen“ zu

MAX KNEISSEL:

Normalstrecke, Basis und Basisvergrößerungsnetz

München-Ebersberg

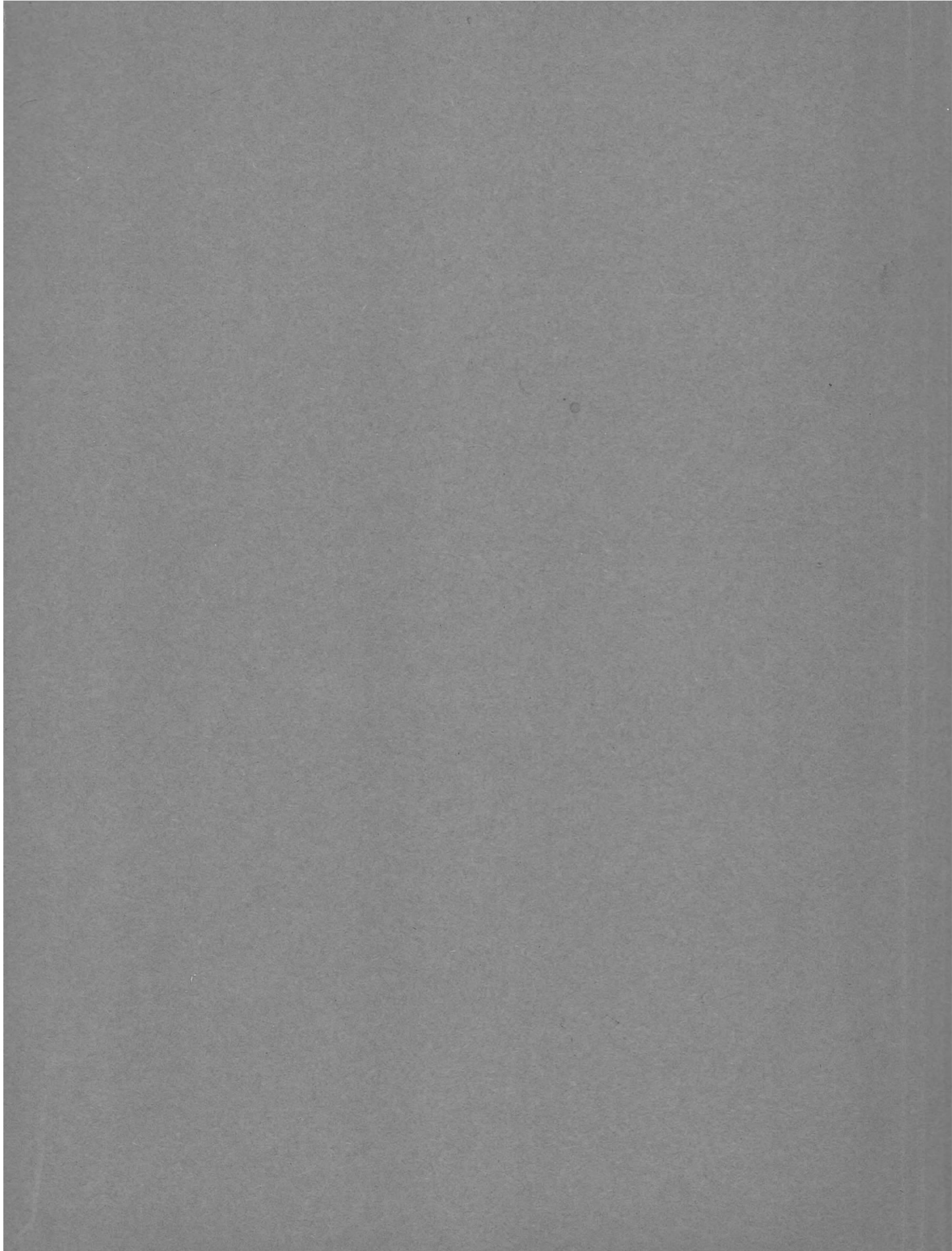
Anlage und Vermessungsergebnisse 1958

Abhandlungen

der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, math.-nat. Klasse,

Neue Folge Heft 97

München 1959



MAX KNEISSL

Normalstrecke, Basis und Basisvergrößerungsnetz

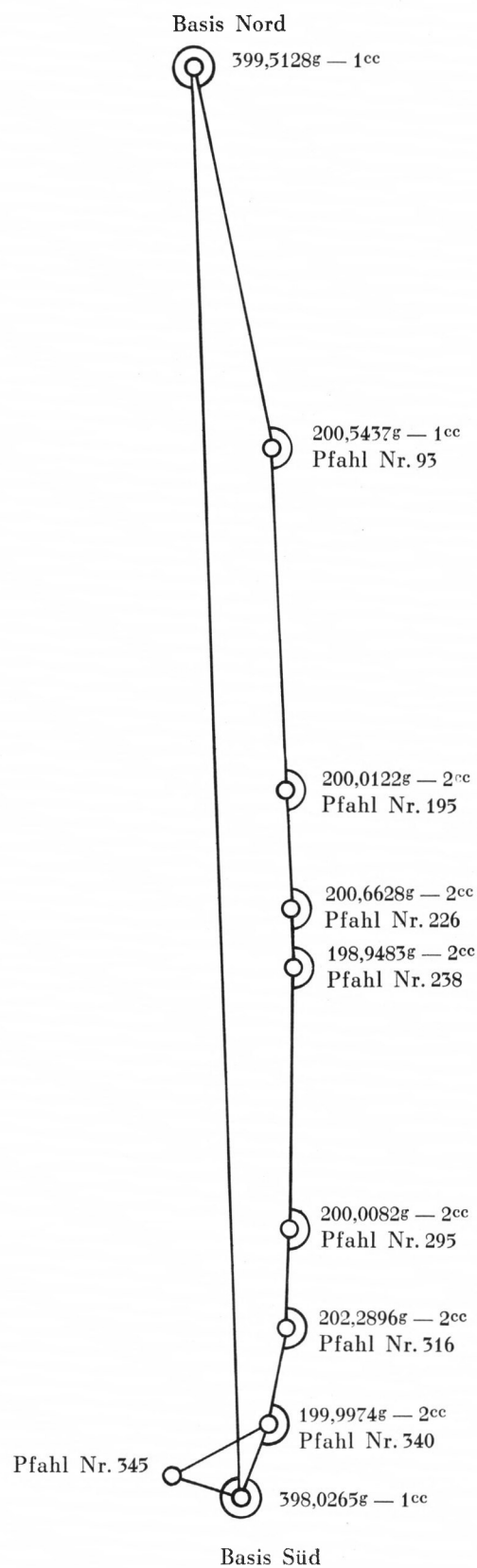
München-Ebersberg

Anlage und Vermessungsergebnis 1958

Mit einem Beiheft „Anlagen“

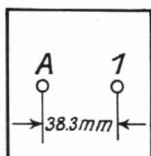
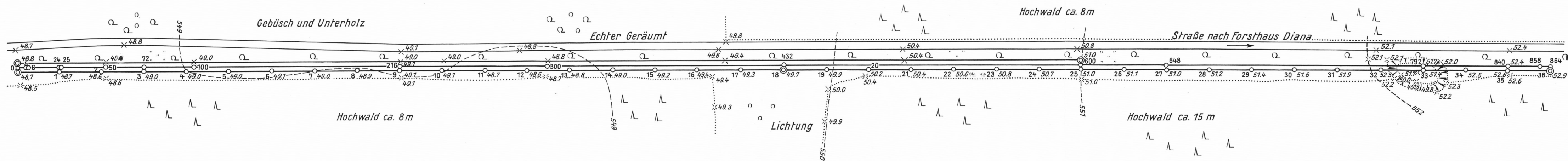


Skizze von der Basis bei München und der 1958 gemessenen Brechungswinkel

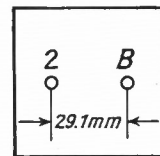


Münchner Normalstrecke

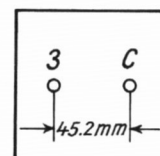
Lageskizze



UF bei 0



UF bei 432

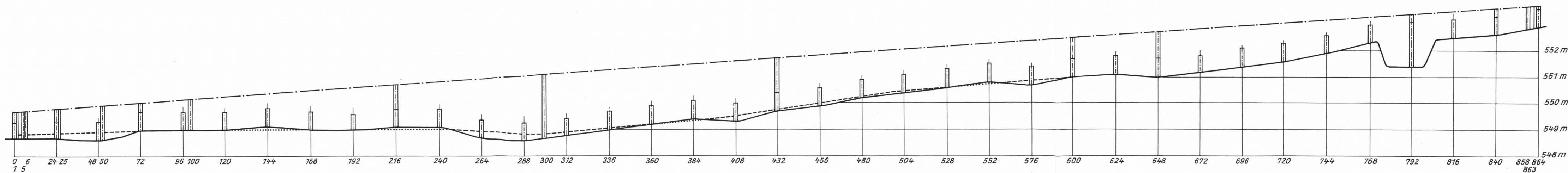


UF bei 864

Allen Höhenangaben (Geländehöhen)
sind 500 m hinzuzufügen.

Höhenprofil

..... Interferenzstrecke, ----- Bandstrecke, ——— Gelände



den 7. 1. 1957

An den

Direktor des Bayerischen

Geologischen Landesamts

Herrn Reg. Dir. Dr. Nathan

München 22

Prinzregentenstr. 28

Betr.: Geologisches Gutachten für den europäischen Normalkilometer im Ebersberger Forst

Sehr geehrter Herr Direktor!

Das Deutsche Geodätische Forschungsinstitut beabsichtigt im Hohenlindener Grenzgeräumbt die Errichtung eines europäischen Normalkilometers, der zur Sicherung eines einheitlichen Maßstabes der Haupttriangulationen der europäischen Länder dienen soll, sowie die Anlage einer Grundlinie von rund 8 km Länge. Die Erkundung erfolgt im Einvernehmen mit dem Bayerischen Landesvermessungsamt. Bevor die erforderlichen Verhandlungen mit dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten um Genehmigung der Anlage der Basis eingeleitet werden, bitte ich um Erstellung eines geologischen Gutachtens.

Der Normalkilometer soll nördlich der Gaststätte St. Hubertus angelegt werden. Für seine Anlage müssen im Abstand von etwa 0 m, 1 m, 6 m, 24 m, 72 m, 216 m, 432 m, 216 m, 72 m, 24 m, 6 m, 1 m, 0 m feste Betonpfeiler und Betontische bis zu einer Tiefe von etwa 2 m eingebracht und so fundiert werden, daß ihre Höhe sich möglichst einige Jahre innerhalb eines Millimeters erhalten läßt. Ferner müssen für die Basisstrecke alle 24 m Holzpfeiler oder Betonpfeiler rund 1,8 m tief in den Boden gerammt werden.

Das geologische Gutachten soll nun darüber Aufschluß geben, ob in dem genannten Gebiet (siehe beiliegendes Blatt „Hohenlinden 694“ der topographischen Karte von Bayern 1 : 25 000) eine sichere Lage der Betonpfeiler zu erwarten ist. Insbesondere soll das Gutachten auch Aufschluß geben über die Grundwasserverhältnisse, damit die Pfeiler trocken fundiert werden können.

Die Anlage des Münchener Normalkilometers erfolgt auf Grund eines Beschlusses der Internationalen Assoziation für Geodäsie. Nach diesem Beschluß werden einheitliche Meßstrecken in Numela (bei Helsinki), Loenermark (Holland), Salon (Südfrankreich) und Belgrad (Jugoslawien) eingerichtet.

Erforderlichenfalls könnte unter Beiziehung eines Observators des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts eine gemeinsame Ortsbesichtigung durchgeführt werden.

Das Bayerische Landesvermessungsamt hat Abschrift dieses Schreibens erhalten.

Mit dem Ausdruck vorzüglicher Hochachtung verbleibe ich

Ihr sehr ergebener

gez. M. Kneißl

BAYERISCHES
GEOLOGISCHES LANDESAMT

München 22, 17. 1. 1957

4 a — 66

An das
Deutsche Geodätische Forschungsinstitut
München 2
Arcisstr. 21

Betr.: Geologisches Gutachten für den europäischen Normalkilometer im Ebersberger Forst

Bezug: Dort. Schreiben vom 7. 1. 1957

Beil.: 1 Doppelblatt 1 : 25 000 (zurück).

Die beiden geologischen Fragen werden wie folgt beantwortet:

1. Für die geplante, in der beigelegten Karte rot gezeichnete Basis-Strecke im Gebiet des Ebersberger Forstes ist eine sichere Gründung der Betonpfeiler durchaus zu erwarten. Der Untergrund besteht aus letzteiszeitlichen Schottern, die eine genügende Setzung erfahren haben; die Standfestigkeit wird zudem durch ein gutes Mischungsverhältnis von fein- und grobkörnigen Sanden und Kiesen, wie es sich immer in Endmoränennähe findet, erhöht. Die Verwitterungsdecke beträgt nur 0,50—1,10 m, bereitet also für Beton-Gründungen keine Schwierigkeiten.
2. Die Grundwasser-Verhältnisse sind hier im einzelnen nicht bekannt, doch kann aus dem Vergleich mit ähnlich gelagerten Beispielen des übrigen Alpenvorlandes als sicher angenommen werden, daß der Grundwasserspiegel überall unter — 10 m (ab Geländeoberfläche) liegt, — dabei im südlichen Teil der Basis-Strecke tiefer als im nördlichen. Die Pfeiler werden also in trockenen Untergrund fundiert werden können.

gez. Nathan
(Dr. Nathan)
Direktor

Dozent Dr. I. Schaefer
Gräfelfing bei München
Maria-Eich-Straße 120

8. 12. 1955

Geologisches Gutachten

für das Deutsche Geodätische Forschungsinstitut
zur Anlage einer 1 km langen Basisvergleichsstrecke in der Nähe Münchens

Bei einer geologischen Beurteilung der in der Umgebung Münchens zur Aufnahme einer Basisvergleichsstrecke in Betracht kommenden Gebiete sind folgende geodätischerseits vorgetragenen Belange zu berücksichtigen:

1. Länge der Basisvergleichsstrecke: 1 km,
2. Länge: a) in möglichst horizontalem Gelände,
b) nach Möglichkeit in breiter Waldschneise oder Waldlichtung,
c) in genügender Entfernung von stärkeren Verkehrslinien (Eisenbahn, Hauptstraßen),
3. Richtung: wegen der vorherrschenden Winde Süd—Nord-Richtung bevorzugt,
4. Untergrund: a) in sich fest, Vermeidung von Lockergestein,
b) im größeren Rahmen möglichst innerhalb einer tektonisch stabilen Zone liegend,
c) geologisch möglichst gleichartig,
5. Gründungstiefe: Endpunkte und ein Zwischenpunkt: 3—4 m, übrige Zwischenpunkte: 1 m.

Nach diesen Erfordernissen scheidet der ganze Raum nördlich, nordwestlich und nordöstlich von München aus. Schon der hohe Grundwasserstand und die an der Oberfläche anstehenden sehr jungen Gesteinsschichten und Böden raten davon ab.

Im Raum südlich von München liegt hingegen eine breite Zone, in der sich genügend Streckenabschnitte finden, die den gestellten Bedingungen genügen. Um einen günstigen Abschnitt zu ermitteln, seien sie hier aufgezählt und charakterisiert:

Im Westen der Kreuzlinger Forst; östlich der Würm
der Forstenrieder Park; östlich der Isar
der Perlacher und Grünwalder Forst; dann
die Wälder südlich Ottobrunn; daneben
der Höhenkirchener Forst; und schließlich im Osten
der Ebersberger Forst.

Der größte Teil dieser Waldgebiete liegt auf jungpleistozänem Untergrund, also Gesteinsschichten, die in der letzten Eiszeit zur Bildung kamen. In der Hauptsache handelt es sich dabei um mehr oder weniger sandreiche Grobkiese, deren Mächtigkeit — von N nach S zunehmend — zwischen 16 und 30 m schwankt. Den tieferen Untergrund, auf dem diese letzteiszeitlichen Kiesdecken lagern, bilden Schichten des (obermiozänen und unterpliozänen) Tertiärs, — zumeist in feinsandiger oder sandig-mergeliger bis mergeliger Ausbildung.

Für die Auswahl der Basisstrecke ist aber zu beachten, daß von Süden her in diese aus letzteiszeitlichen Kiesdecken aufgebauten großen Waldgebiete Geländestreifen hereinragen, die von Moränenablagerungen der vorletzten (oder „Riss“-) Eiszeit gebildet werden. Sie sind im Gelände jedoch nicht überall ohne weiteres zu erkennen, da der ursprünglich bestehende (morphologische) Unterschied in der Ausbildung des Reliefs in der geologischen Vergangenheit allmählich verschwunden ist. Der geologische Unterschied ist aber geblieben: Die mittelpleistozänen Moränen heben sich grundlegend von den jungpleistozänen Schottern ab: Jene sind älter und Bildungen der eiszeitlichen Gletscher, diese sind jünger und Ablagerungen der Gletscher-Schmelzwässer. *Die nur im großen ganzen einheitlichen, im einzelnen aber sehr wechselnden Moränengebiete sollten bei der Wahl eines Platzes für die Basisvergleichsstrecke gemieden werden.*

Entsprechend wäre auch nicht zu empfehlen, die Meßstrecke von einem vorletzt-eiszeitlichen Schotterfeld auf ein letzteiszeitliches verlaufen zu lassen. Jedoch ist diese Gefahr deswegen nicht so groß, weil jene größtenteils unter Kultur genommen sind, also ackerbaulich genutzt werden, während größere Wälder, die für die Meßstrecke bevorzugt werden, in der Umgebung Münchens sich vor allem auf letzteiszeitlichem Untergrund finden.

Geologischerseits ist noch im Auge zu behalten, daß die Meßstrecke sich in einem genügenden Abstand von Tal- und Terrassenrändern befindet. Vor allem, wo sie unterschritten werden, kann es zu Massenbewegungen kommen, die sich noch in einem größeren Abstand an der Oberfläche bemerkbar machen können.

Zur *Tektonik* ist folgendes zu sagen: Ob die große Münchener Schotterebene in der Tat ein Senkungsgebiet darstellt, wie es bis heute noch die herrschende Lehrmeinung ist, kann hier unberücksichtigt bleiben. Die Meßstrecke von 1 km Länge ist gegenüber diesen großräumigen geologischen Senkungsgebieten zu klein, als daß sich auf ihr selbst tektonische Verstellungen würden bemerkbar machen können. Allerdings sollte vielleicht eine Lage an den Rändern der Münchener Schotterebene, deren charakteristische Dreiecksform durch die Orte: Fürstenfeldbruck—Holzkirchen—Moosburg festgehalten wird, gemieden werden. Falls es sich bei der Münchener Ebene wirklich um ein Senkungsgebiet handelte, lägen hier, sozusagen an den Scharnieren der tektonischen Scholle, die labilsten Geländestreifen.

Die Wahl der Himmelsrichtung der Meßstrecke braucht in den genannten Gebieten (im Gegensatz zu den weiter südlich gelegenen) geologischerseits keine bestimmte Festlegung. Nach den jüngsten geophysikalischen Ermittlungen klingen die alpinen (O—W streichenden) Bewegungslinien weiter südlich aus, und in der Münchener Ebene durchkreuzen sich gewiß *eine ganze Zahl* verschiedenartiger und verschieden gerichteter tektonischer Linien. *Gegen die — geodätischerseits vorgeschlagene — Wahl einer Süd—Nord-Richtung bestehen von der Geologie her keine Bedenken.*

Hiernach, sowie nach Beurteilung aller anderen noch in Betracht kommenden Faktoren, erscheinen für die Wahl einer Meßstrecke in der Umgebung Münchens folgende Räume am geeignetsten:

1. Im Forstenrieder Park, mittlerer Teil, siehe Positionsblatt 713 (Baierbrunn), der Waldstreifen zwischen der Olympiastraße und der von Neuried nach Gauting, — aber nur bis zu einer Linie vom „Denkstein“ bei Punkt 594 (Römersäule) an der Olympiastraße nach Straßenkilometerstein 15 an der Gautinger Straße.

In Vorschlag wäre etwa das Elisen-Geräumb (SW—NO-Richtung) oder das nächst östlich, parallel laufende Geräumb zu bringen oder das diese kreuzende Preysing- und Ludwigskeräumb, sowie das dazwischen und die nördlich parallel laufenden Geräumb (diese alle in SO—NW-Richtung).

Die in NO-Richtung ziehenden Schneisen haben eine Neigung von 8‰, laufen aber mit der geologischen Struktur: die in NW-Richtung ziehenden queren etwas die Schichten, besitzen dafür aber nur die Hälfte des Neigungsbetrages (3—4‰).

2. Im Forstenrieder Park, östlicher Teil, siehe Positionsblatt 713 (Baierbrunn), das Karolinen-Geräumb und das nächst östlich parallel laufende (SW—NO) bzw. die senkrecht dazu (SO—NW) ziehenden Geräumb (bei Punkt 578.3, 400 m und 850 m südwestlich parallel dazu).
3. Im Perlacher Forst, mittlerer Teil, siehe Positionsblatt 714 (Grünwald), Mitter-Geräumb (SO—NW) oder Wörnbrunner bzw. Perlach-Geräumb (SW—NO), — und zwar möglichst in der Mitte zwischen Eisenbahn und Hauptstraße (nach Unterhaching) einerseits und Harlachinger Wohngebiet und Unterhachinger Ackerflur andererseits.

4. Im Höhenkirchner Forst, nordwestlicher Teil, siehe Positionsblatt 715 (Hohenbrunn), Lust-Geräunt, etwa zwischen den Punkten 561.2 und 566.0 oder das Grasbrunner Geräunt von Punkt 561.2 nach SW über Punkt 562.5 hinaus oder das Pfaffen-Geräunt, rechts und links von Punkt 566.0.
5. Im großen Ebersberger Forst käme mit Ausnahme eines Randstreifens: nordöstlich Wolfesing — östlich Purfing — östlich Frotzhofen — südlich Obelfing der ganze nordwestliche Sektor in Betracht, siehe Positionsblatt 694 (Anzing), etwa:

Das Frotzhofener-, Edelöfter-, Hirsch- und Purfinger Hauptgeräunt (OSO—WNW-Richtung), und zwar möglichst die Abschnitte, wo auf dem Positionsblatt der Geräunt-Name erscheint, — oder das sie hier senkrecht kreuzende Berger-, Oberasbacher- und Unterasbacher-Geräunt (in SSW—NNO-Richtung).

Die engere Wahl unter den hier aufgeführten, näher umgrenzten Räumen zur Aufnahme der Basis-Vergleichsstrecke kann nach geodätischen Belangen oder technischen Rücksichten (incl. An- und Abfahrtsmöglichkeiten, Breite der Waldschneisen etc.) getroffen werden. Die geologischen, tektonischen und bodenkundlichen Unterschiede sind zwischen den oben ausgeschiedenen Räumen nur gering.

Wollte man den, wie gesagt, noch nicht erwiesenen tektonischen Rahmen der Münchener Ebene außer Acht lassen, *könnte man sogar ohne weiteres die genannten Strecken im Ebersberger Forst (in der obigen Rangordnung) an die erste Stelle setzen.*

Zur Gründungstiefe ist zu sagen, daß die ausgeschiedenen Strecken so gewählt wurden, daß bei allen möglichst gleichmäßige und günstige Verhältnisse herrschen und besonders innerhalb jeder einzelnen Strecke keine größeren Abweichungen erfolgen.

Die Bodendecke (Humus) und die Verwitterungsrinde (meist rotbrauner kiesiger Lehm oder gelblichbrauner lehmiger Kies) haben im allgemeinen eine Mächtigkeit von zusammen 60—100 cm und nur gelegentlich eine solche bis 120 cm. Darunter liegt das unzersetzte, unveränderte und darum auch frostsichere Grundgestein, das, wie gesagt, zumeist aus mehr oder weniger sandigen Grobkiesen besteht, die einen guten Baugrund darstellen.

gez. Dr. Schaefer

Vertrag

über die Anlage eines europäischen Normalkilometers im Ebersberger Forst

Zwischen dem Freistaat Bayern — Forstverwaltung — vertreten durch den Amtsvorstand des Forstamts Eglharting, Oberforstmeister Seidl und der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayer. Akademie der Wissenschaften in München 2, Arcisstr. 21, vertreten durch den ordl. Professor Herrn Dr. M. Kneißl wird vorbehaltlich der Genehmigung durch die Oberforstdirektion München in München folgender Vertrag abgeschlossen:

I.

Der Freistaat Bayern — Forstverwaltung — gestattet der Deutschen Geodätischen Kommission bei der Bayer. Akademie der Wissenschaften in München auf dem zum Forstamt Eglharting gehörenden Echtergeräumb zwischen dem Purfinger Hauptgeräumb und dem Jodelgeräumb eine Interferenz-Normalstrecke von insgesamt 864 m Länge einzurichten, zu unterhalten und darauf die vorgesehenen Messungen durchzuführen. Diese Interferenzstrecke kann später gegebenenfalls auf insgesamt 1200 m Länge ausgedehnt werden.

II.

Die Interferenzstrecke besteht aus drei parallelen Meßbahnen, nämlich aus

1. der eigentlichen Interferenzstrecke, die durch stark fundierte Betonpfeiler gebildet wird, deren Abstände aus der eine Beilage dieses Vertrages bildenden Lageskizze zu entnehmen sind. Die Endpunkte der Interferenzstrecke dürfen mit festen Hütten überbaut werden;
2. einer Invardrahtstrecke, die in Abständen von jeweils 24 m durch Betonpfeiler von etwa 12×12 cm Querschnitt dargestellt wird. Die Pfeiler werden etwa 1.70 m in den Boden gerammt und ragen etwa 0.70 m über den Erdboden heraus;
3. einer Invarbandstrecke, bestehend aus einer bodengleich verlegten Eisenbahnschiene von 600 m Länge für Invarbandmessungen. End- und Zwischenpunkte der Invarbandstrecke werden unterirdisch vermarktet.

III.

Gegenwärtiger Vertrag gilt zunächst für die Dauer von 10 Jahren gerechnet vom Zeitpunkt des Beginns der Bauarbeiten an. Bei Bedarf kann er auf Antrag verlängert werden.

Das Vertragsverhältnis kann innerhalb der Vertragsdauer von beiden Seiten unter Einhaltung einer halbjährigen Frist zum Ende eines Vertragsjahres gekündigt werden.

Die Staatsforstverwaltung wird von ihrem Kündigungsrecht nur Gebrauch machen:

1. Wenn die Nutzungsberechtigte einer Vertragsbestimmung trotz Abmahnung zuwiderhandelt,
2. oder wenn sich über die in Ziffer XI vereinbarte Neuregelung der jährlichen Entschädigung keine Einigung herbeiführen läßt,
3. oder wenn eine zwingende forstwirtschaftliche Notwendigkeit vorliegt.

In keinem Falle der Kündigung des Vertrages hat die Vertragspartnerin eine Entschädigung zu beanspruchen.

IV.

Die Messungen auf der Interferenzstrecke werden vom Deutschen Geodätischen Forschungsinstitut oder jeweils unter dessen Leitung von Angehörigen der Landesvermessungsämter, gegebenenfalls auch von anderen europäischen Vermessungsdienststellen und wissenschaftlichen Instituten durchgeführt.

Das Forstamt Eglharting ist jeweils von Beginn und Ende einer Messung rechtzeitig zu verständigen.

V.

Die Deutsche Geodätische Kommission verpflichtet sich für sich und ihre Beauftragten beim Bau der Interferenzstrecke z. B. beim Einbetten der Betonpfeiler etwa anfallenden entbehrlichen Erdaushub nach Anordnung des Forstamtes zu beseitigen und für alle Schäden, die durch Materialanfuhr an den Zufahrtswegen entstehen sollten, aufzukommen.

VI.

Bei der Anlage der Interferenzstrecke ist nach Möglichkeit darauf zu achten, daß Betonpfeiler nicht unmittelbar an die Einmündung von Ostwest-Geräumten und -Zwischengeräumten in das Echtergeräumt zu stehen kommen, damit nicht das Holzausrücken und die Holzabfuhr behindert wird.

Die Eisenbahnschienen der Invarbandstrecke müssen bodengleich so verlegt werden, daß ein Darüberschleifen von Stammholz ohne Gefährdung der Schienen möglich ist.

VII.

Grund und Boden, auf dem die Interferenzstrecke angelegt wird, bleiben im Eigentum der Staatsforstverwaltung. Dieser steht das Recht der uneingeschränkten Benutzung der Fläche zu. Das Forstamt wird bei Benützung der Fläche auf die Anlagen der Interferenzstrecke nach Möglichkeit Rücksicht nehmen.

VIII.

- a) Die Deutsche Geodätische Kommission haftet nach Maßgabe der gesetzlichen Haftungsbestimmungen für alle Schäden, die dem Freistaat Bayern — Forstverwaltung — durch die Errichtung, den Bestand und die Beseitigung der Anlagen der Interferenzstrecke entstehen sollten.

Sie haftet auch für alle Schadenersatzansprüche, die dritte Personen im Zusammenhang mit der Errichtung, dem Bestand oder der Benützung der Interferenzstrecke nach Maßgabe der gesetzlichen Haftungsbestimmungen gegen den Freistaat Bayern — Forstverwaltung — mit Erfolg geltend machen sollten.

Sie haftet auch für alle Prozeßkosten, die dem Freistaat Bayern — Forstverwaltung — in dem vorstehend erwähnten Zusammenhang erwachsen sollten.

Zur Deckung allenfallsiger Haftungsansprüche verpflichtet sich die Deutsche Geodätische Kommission eine entsprechende Haftpflichtversicherung abzuschließen und dem Forstamt auf Verlangen Einsicht in die Versicherungsurkunde zu gewähren.

- b) Dafür, daß die Anlage etwa durch den Forst- und Jagdbetrieb oder durch dritte Personen oder durch Naturereignisse beschädigt wird, leistet die Staatsforstverwaltung keinen Ersatz, außer es läge grobe Fahrlässigkeit oder Vorsatz von Forstbediensteten vor.

IX.

Die bei der Errichtung und Unterhaltung der Interferenzstrecke beschäftigten Arbeiter haben den Anordnungen der Forstbeamten hinsichtlich des Forst- und Jagdschutzes Folge zu leisten. Forst- und Jagdfrevler müssen auf Verlangen des Forstamts von der Arbeit innerhalb des Staatswaldes ausgeschlossen werden.

X.

Nach Beendigung des Vertragsverhältnisses hat die Deutsche Geodätische Kommission die Anlagen der Interferenzstrecke innerhalb einer angemessenen, vom Forstamt bestimmten Frist zu entfernen und den ursprünglichen Zustand wieder herzustellen. Weigert sie sich, so ist das Forstamt berechtigt, die Arbeiten auf Kosten der Deutschen Geodätischen Kommission ausführen zu lassen.

XI.

Für die in Ziffer I erteilte Genehmigung hat die Deutsche Geodätische Kommission bis 15. September jeden Jahres, erstmals am 15. 9. 1957 für die Benützung forsteigenen Bodens an das Forstamt Ebersberg (Postscheckkonto München 1657) eine laufende jährliche Entschädigung zu bezahlen. Diese beträgt je m Interferenzstrecke einschließlich der Aufstellung der Betonpfeiler 0,10 DM und je qm der von den beiden festen Hütten beanspruchten Fläche ebenfalls 0,10 DM. Der genaue Betrag der jährlichen Entschädigung wird nach Beendigung der Bauarbeiten vom Forstamt ermittelt und der Deutschen Geodätischen Kommission mitgeteilt werden. Für die Zeit vom Beginn der Bauarbeiten bis zum Ende des laufenden Forstwirtschaftsjahres wird eine anteilmäßige Entschädigung berechnet werden.

Die Überprüfung der jährlichen Entschädigung von 3 zu 3 Jahren auf Grund billigen Ermessens bleibt vorbehalten.

XII.

Hält die Deutsche Geodätische Kommission die Zahlungsfristen nicht ein, so ist die Forstverwaltung berechtigt vom Verfallstage an Verzugszinsen in der Höhe des Hundertsatzes für nicht rechtzeitig bezahlte Holzgelder zu fordern.

XIII.

Nachträgliche Änderungen und Ergänzungen des Vertrages bedürfen zu ihrer Rechtswirksamkeit der Schriftform; dies gilt auch im Falle der Kündigung bzw. beim Widerruf des Vertrages.

Ergänzung zu VIII a): Die Versicherungssumme hat hinsichtlich Personenschäden im Einzelfall auf 100 000 DM und bei Sachschäden auf 20 000 DM im Einzelfall zu lauten.

XIV.

Soweit vorstehend nicht anders vereinbart ist, gelten die einschlägigen Bestimmungen des BGB.

XV.

Für alle aus diesem Vertrag entstehenden Streitigkeiten wird als Gerichtsstand München vereinbart.

Zur Anerkennung unterzeichnen:

Eglharting, den 19. Juni 1957
Forstamt:

gez. Seidl, Ofm.

München, den 21. Juni 1957

gez. Max Kneißl
o. Prof.

Dienstsiegel:

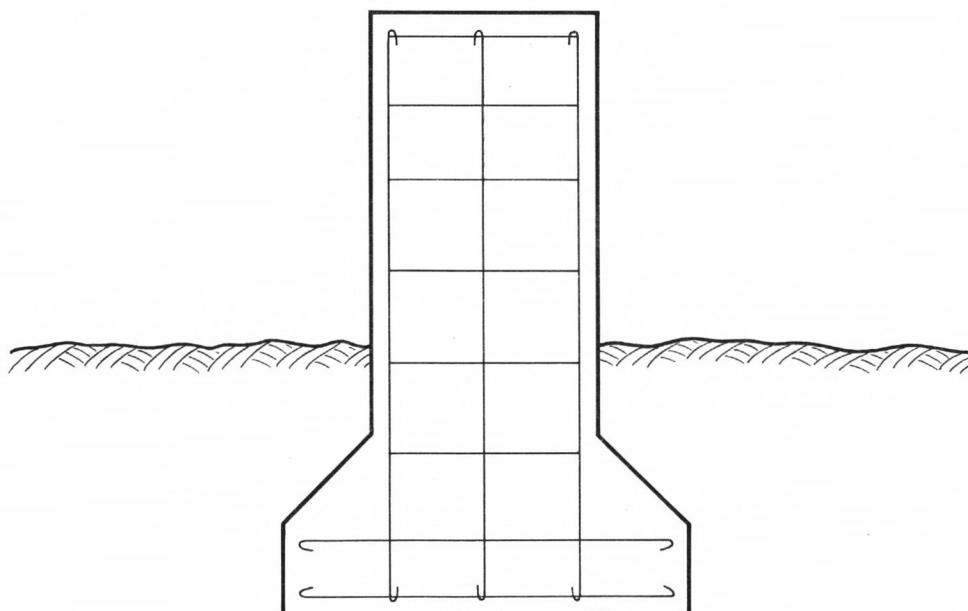
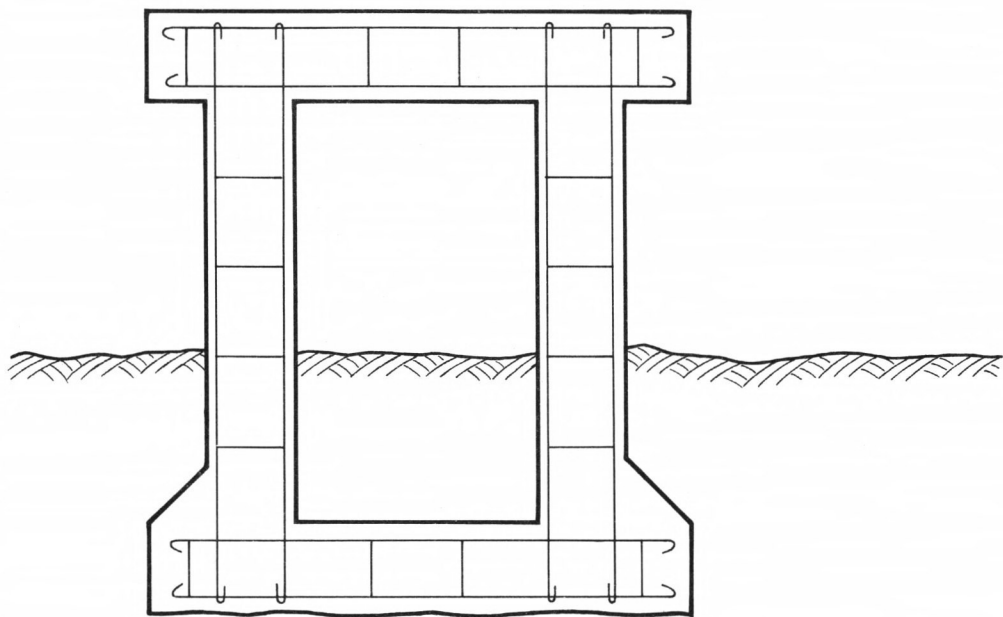
Deutsche Geodätische Kommission e.V.

Geschäftsstelle:

Geodätisches Institut der
Technischen Hochschule München
München 2, Arcisstraße 21

Interferenzstrecke
Fernrohrpfeiler
(Kollimatorpfeiler)

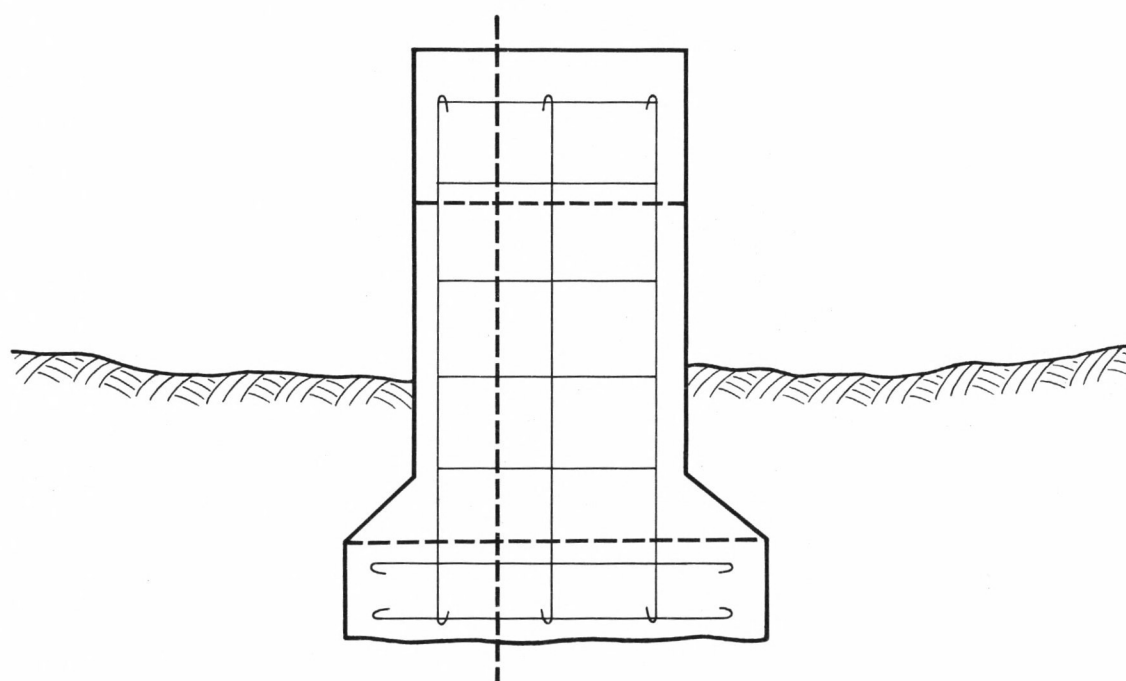
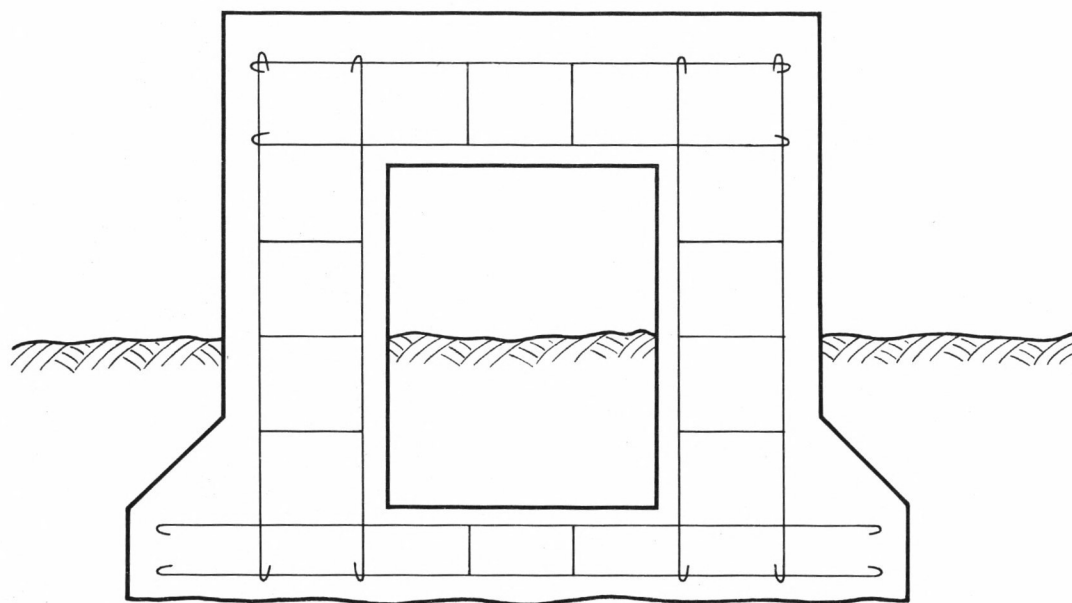
1:25



Interferenzstrecke

Pfeiler "0-1"

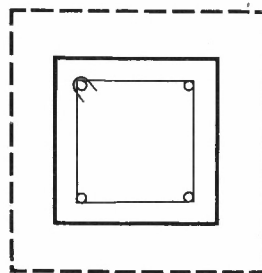
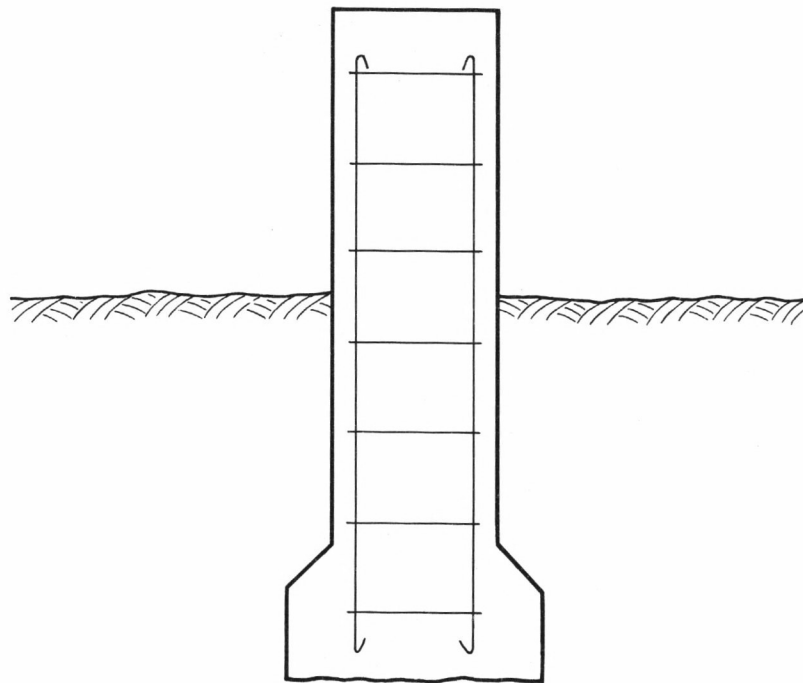
1:25



Interferenzstrecke

*Pfeiler: 5, 6, 24, 25, 50, 72, 100, 216, 300, 648,
792, 840, 858 m*

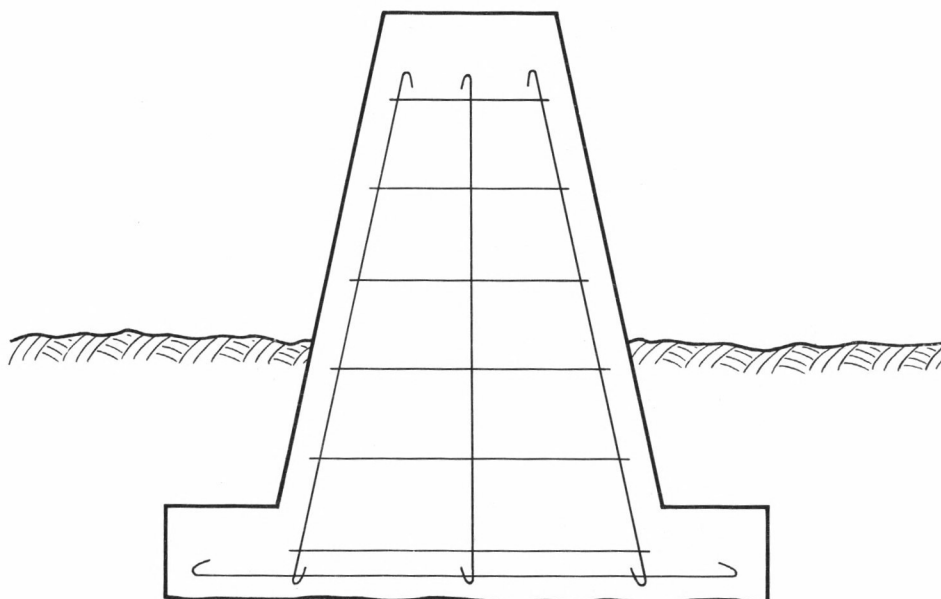
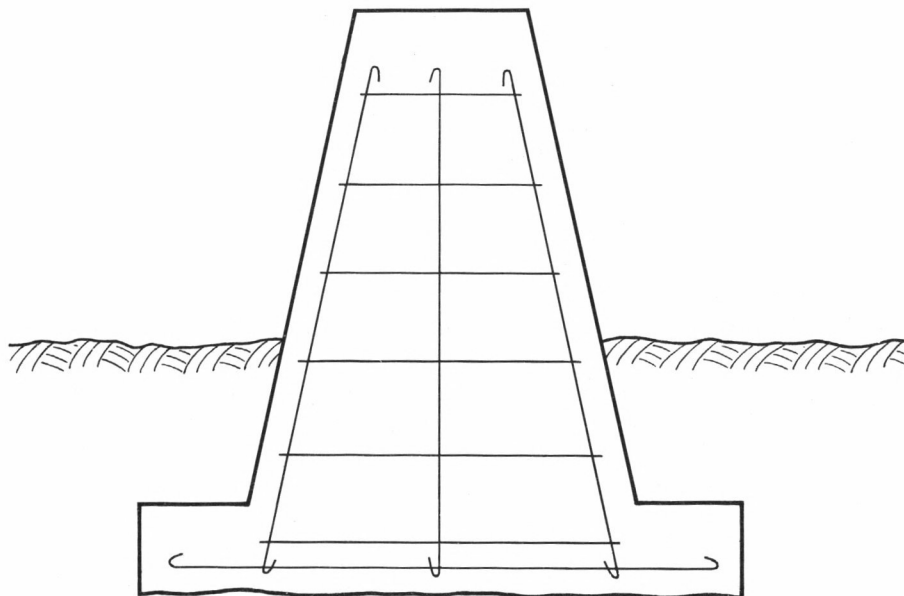
1: 25



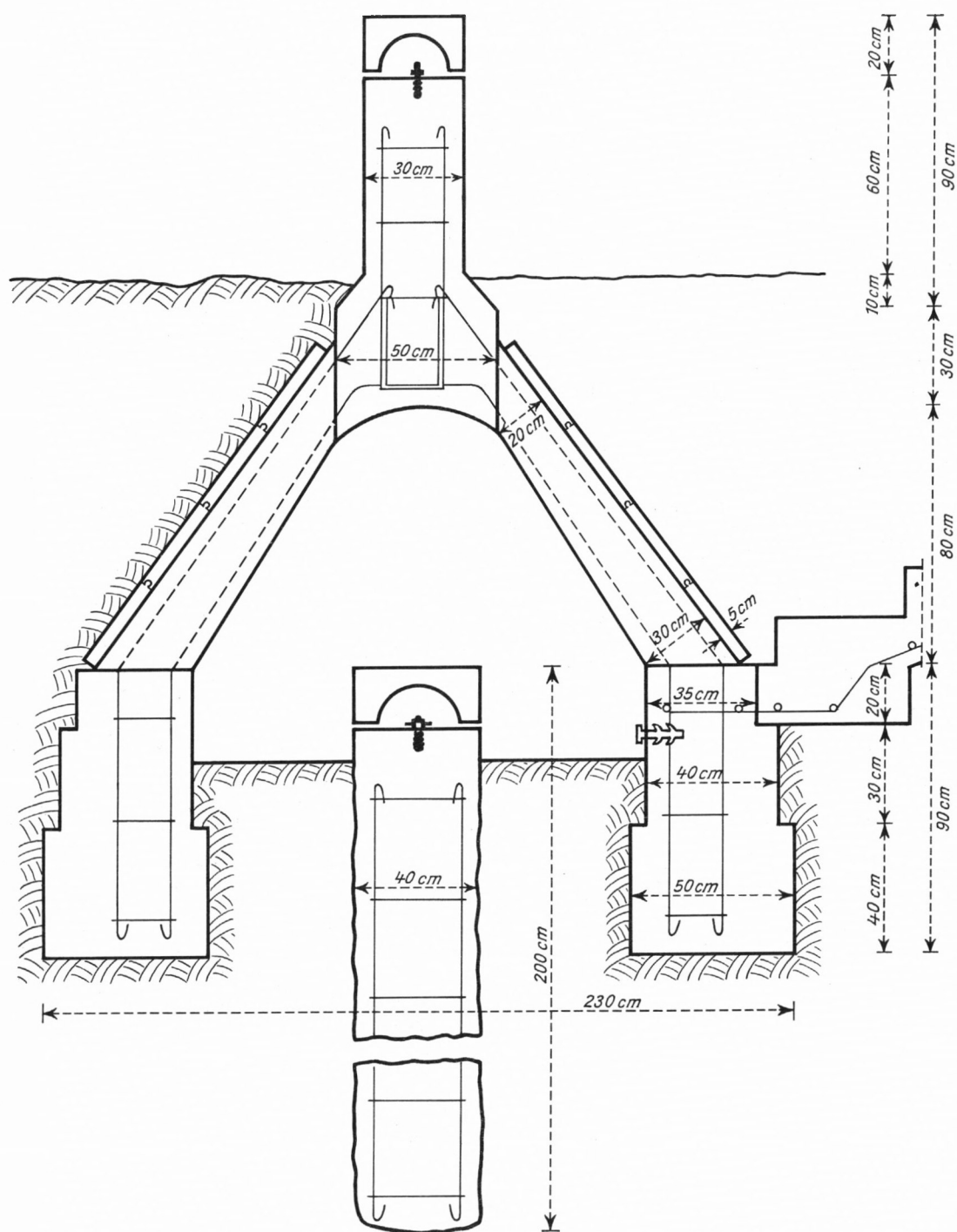
Interferenzstrecke

Pfeiler: 432,600 m

1:25



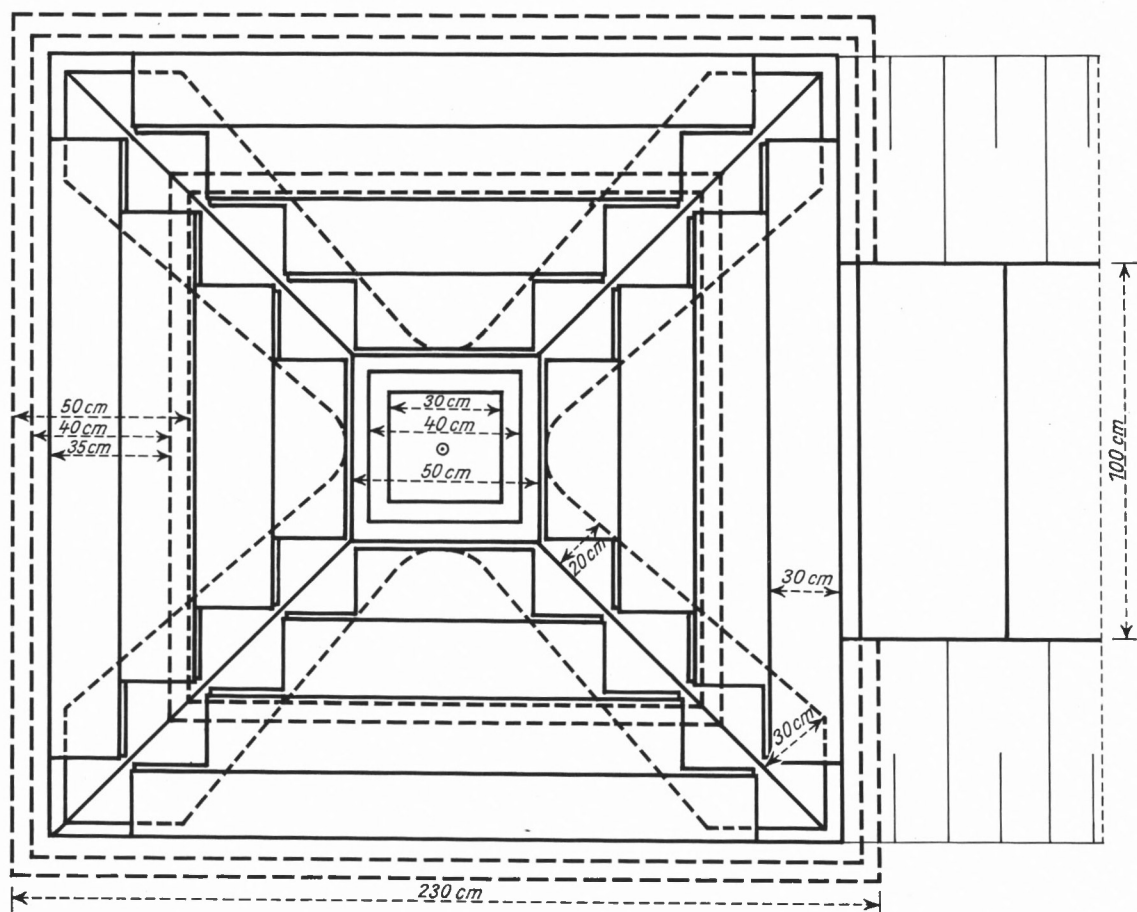
*Festlegung 0,432,864m
der Invardrahtstrecke
mit Dittrich'scher Festlegung und
ständiger oberirdischer Vermarkung*



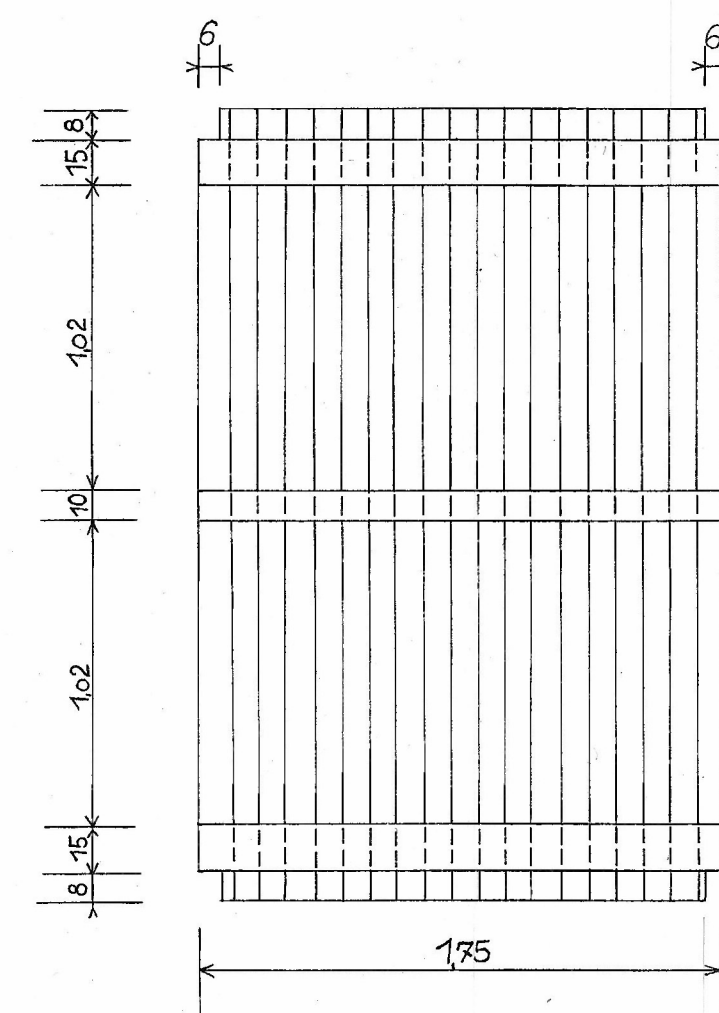
1:20

*Festlegung 0,432,864m
der Invardrahtstrecke*

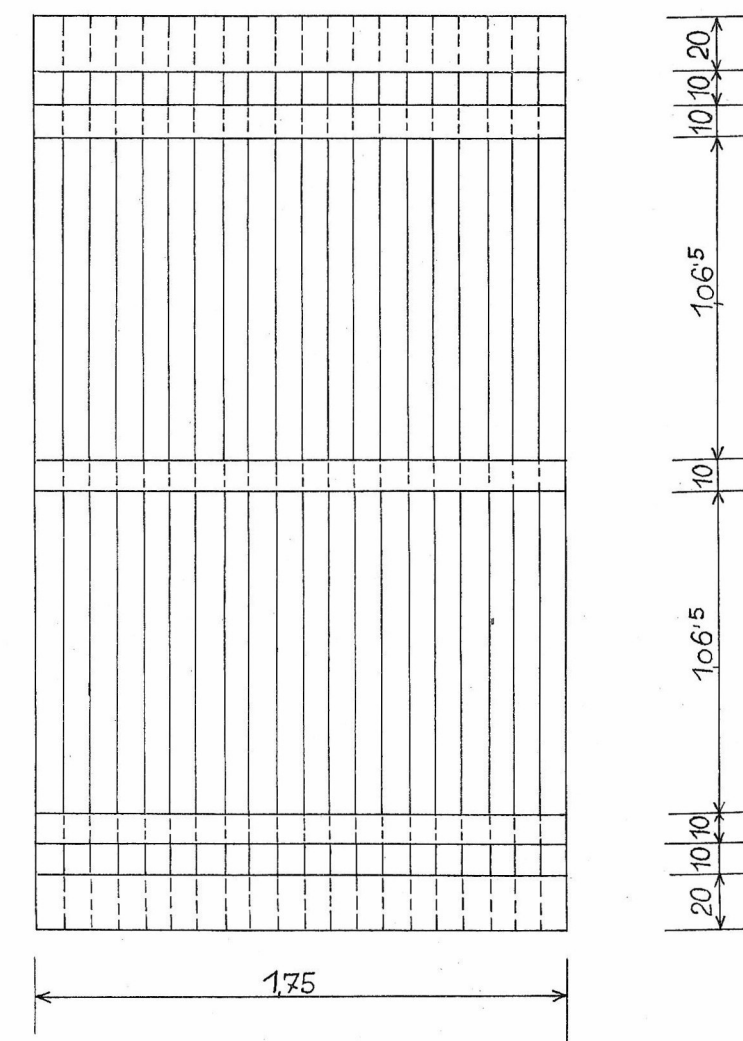
1:20



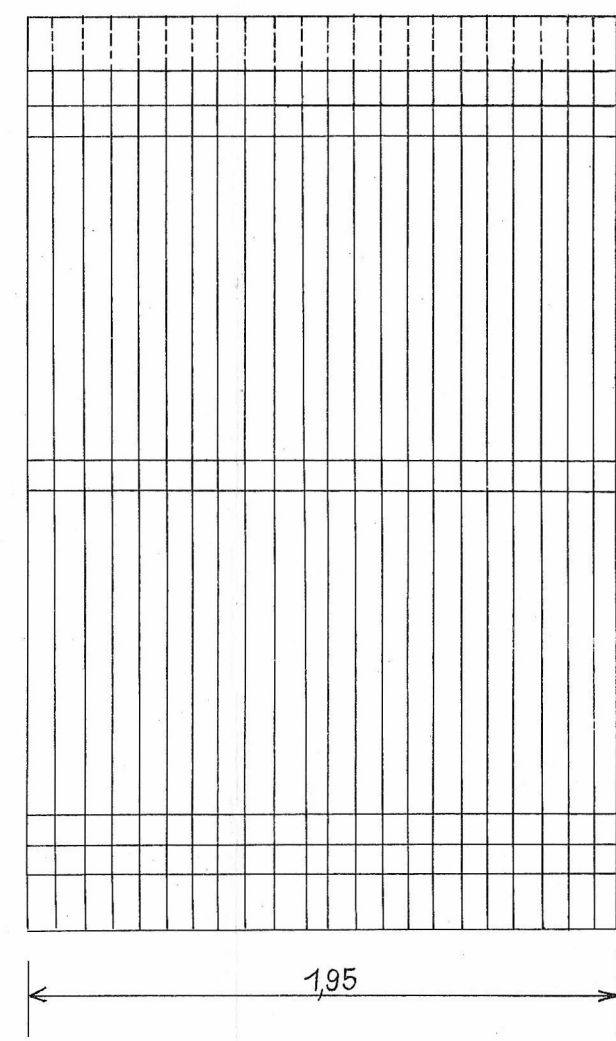
Pos 1 7x
Zwischendecke



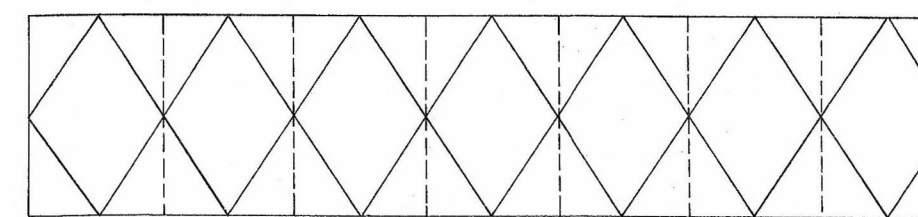
Pos 2 5x
Dachplatte (Mittelfelder)



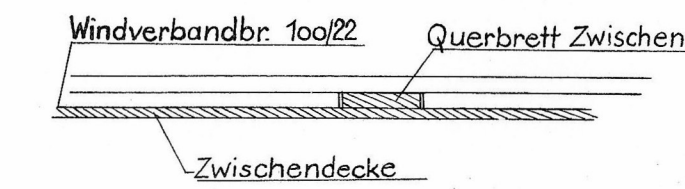
Pos 3 2x
Dachplatte (Randfelder)



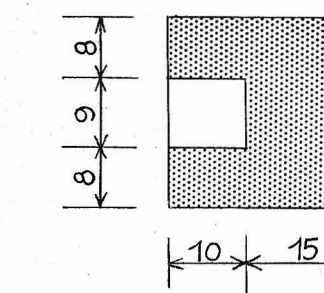
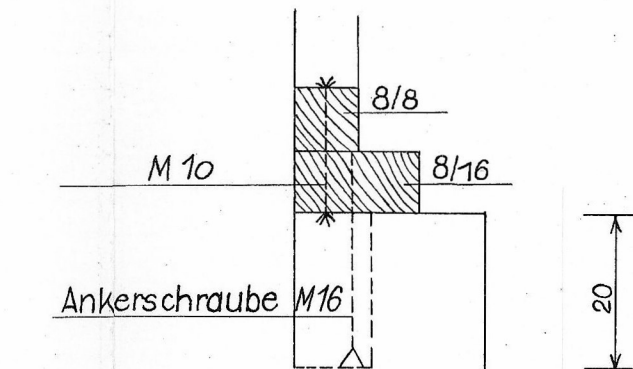
System des Windverbandes M=1:100
(auf Zwischendecke aufnageln)



Detail Windverband M=1:1o

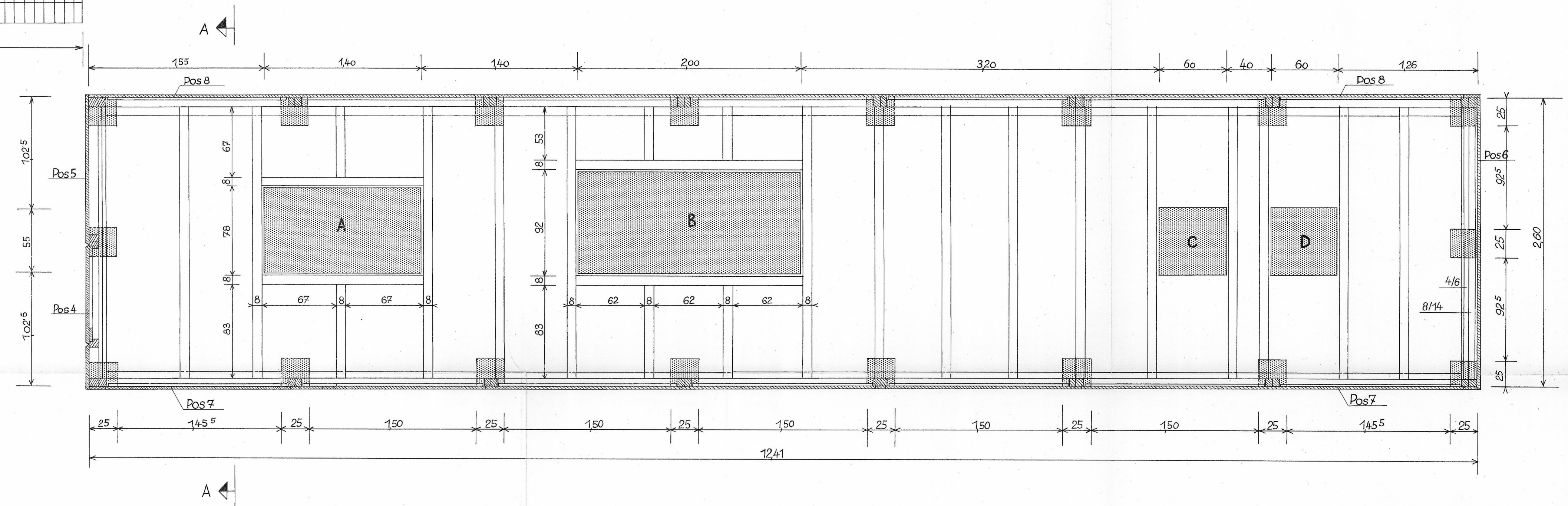


Detail Verankerung im Fundament M=1:10

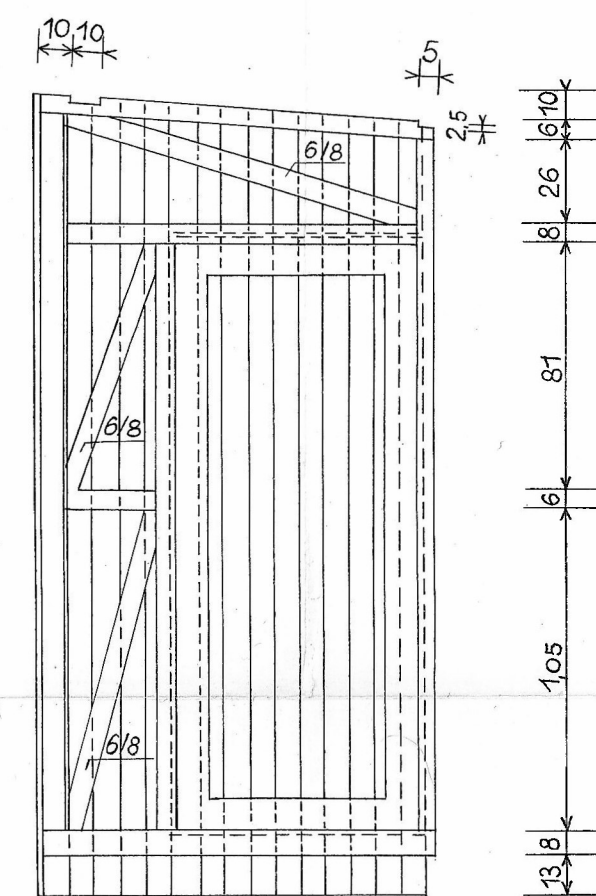


Baracke für Teleskop und Spiegel 2 Stck

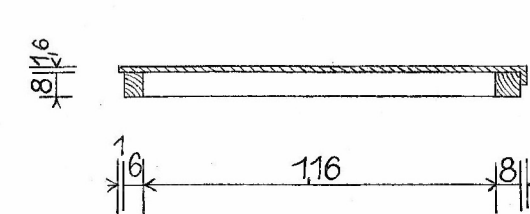
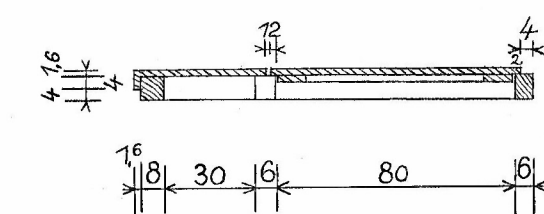
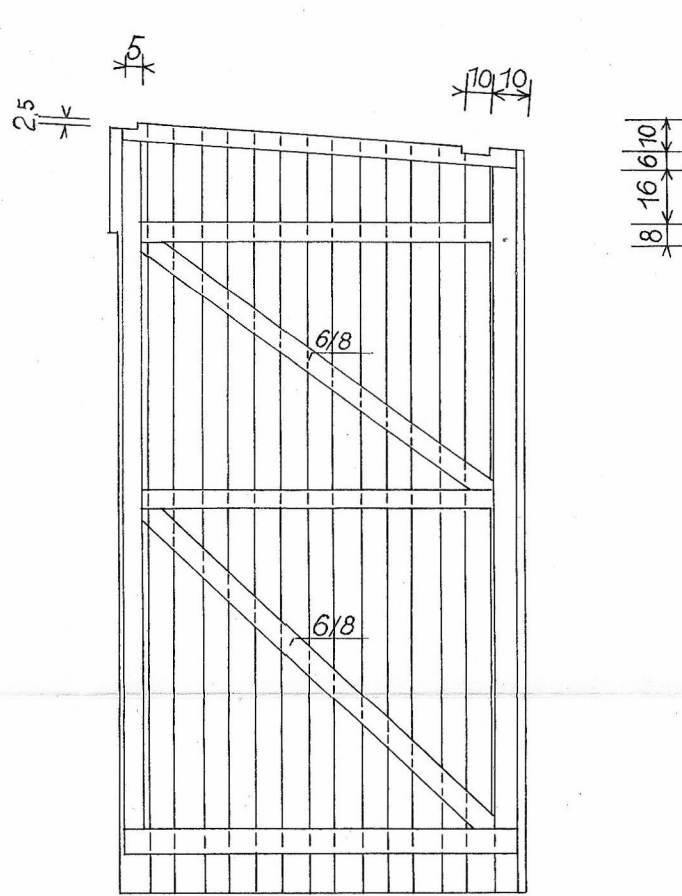
Grundriss (Fussboden Lagerhölzer)



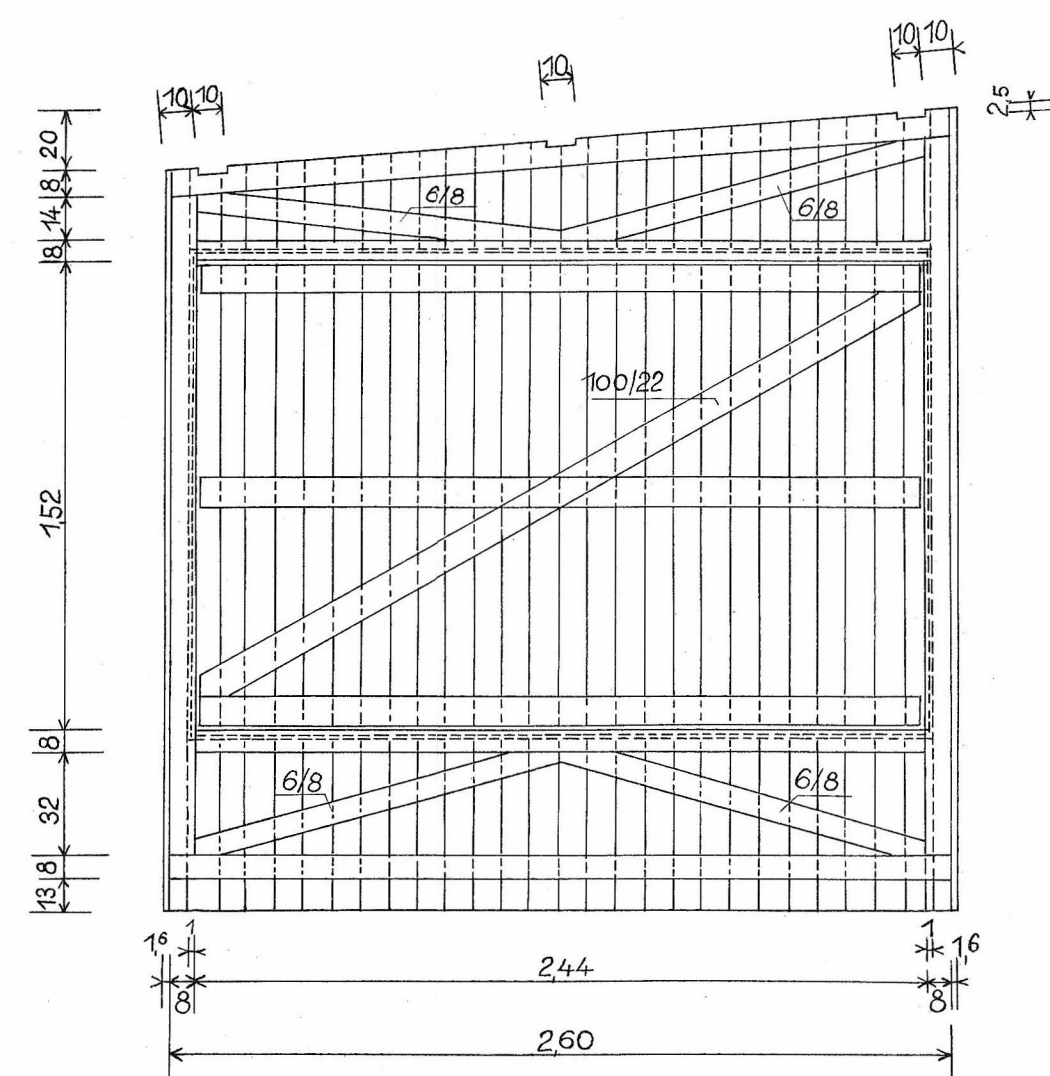
Pos 4 1x



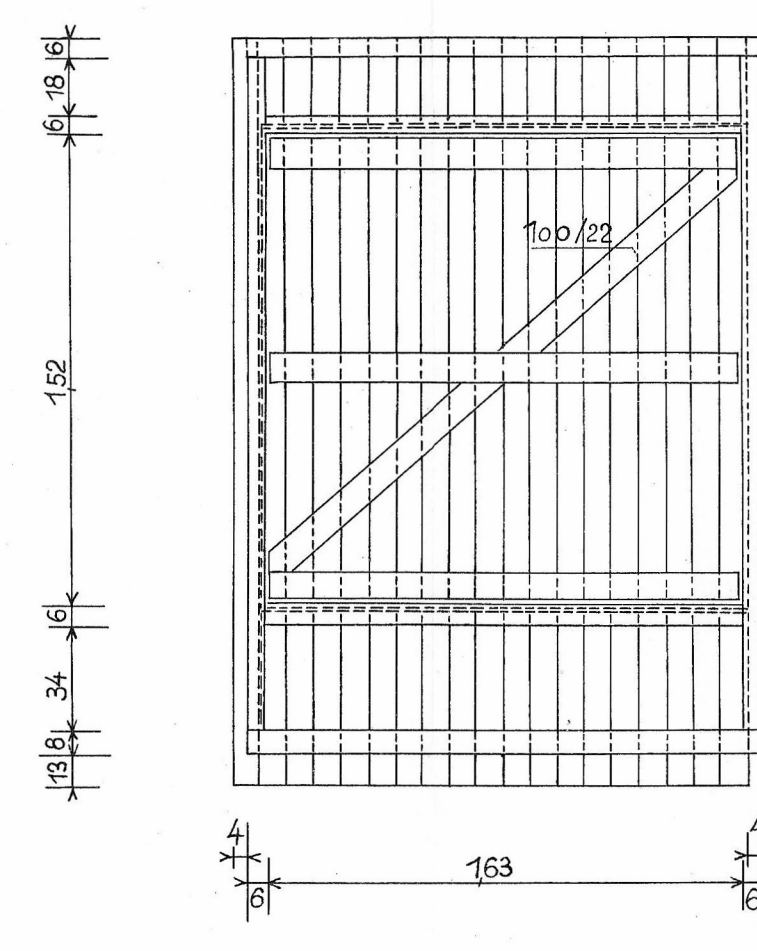
Pos 5 1x



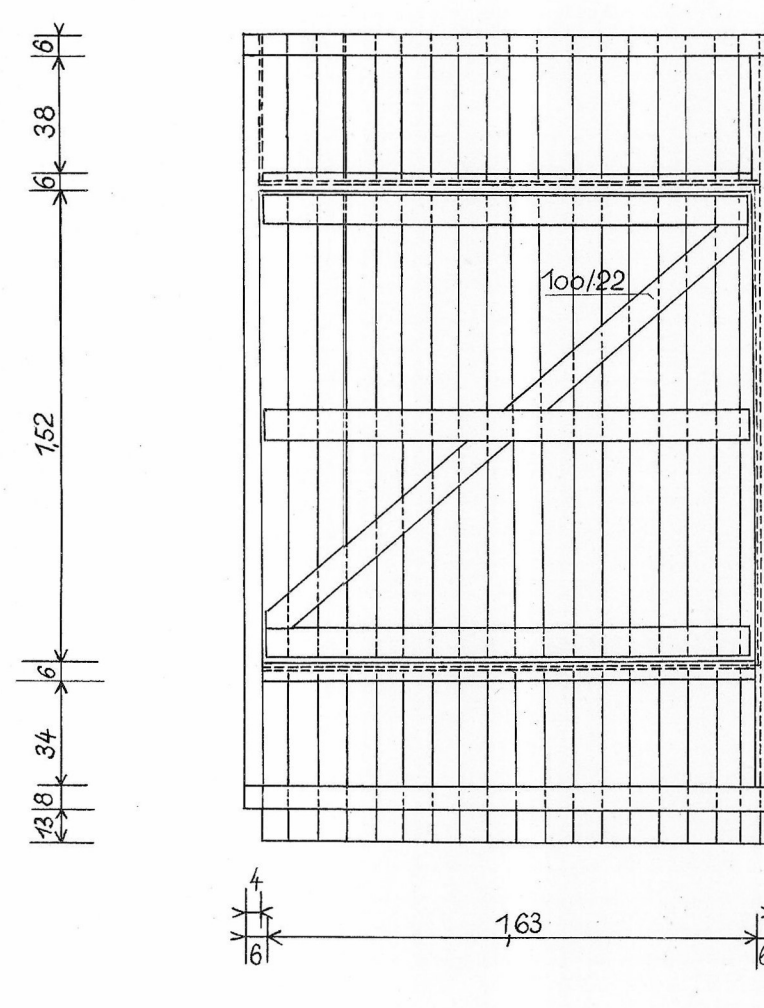
Pos 6 1x



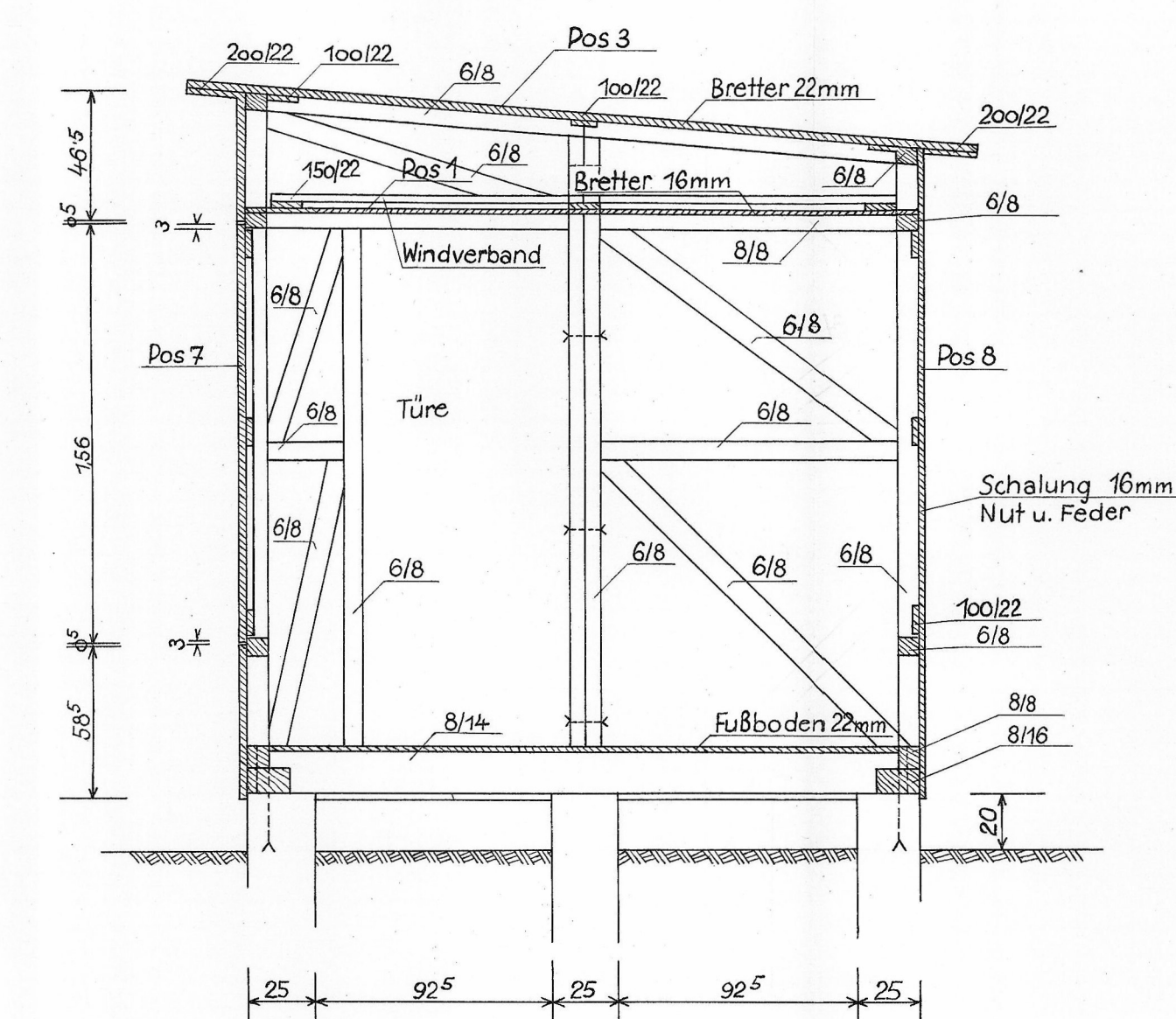
Pos 8 7x



Pos 7 7x



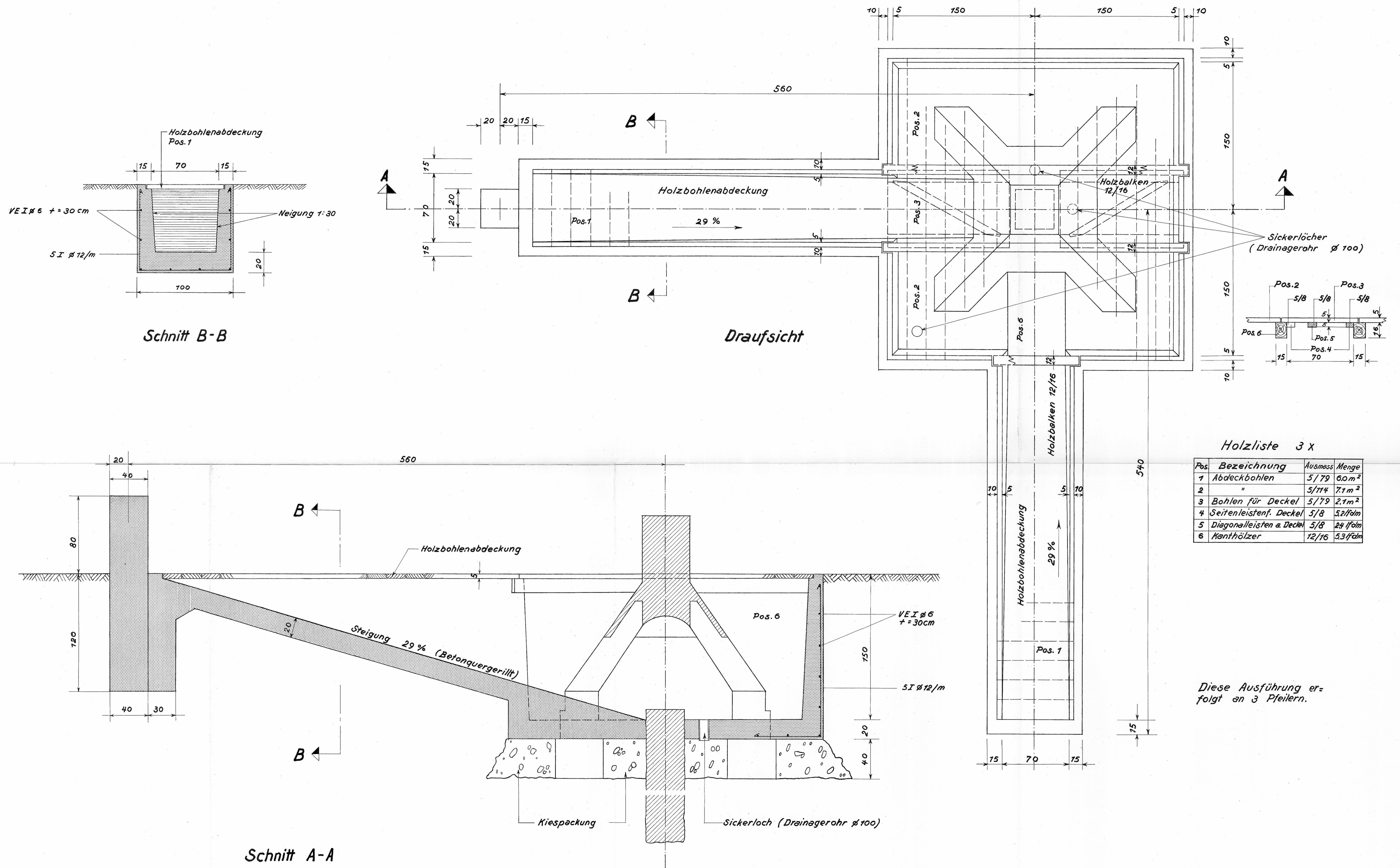
Schnitt A-A



Bemerkung:

Die Stückzahlen der einzelnen Positionen gelten nur für eine Baracke.
Die zweite Baracke ist spiegelsymmetrisch zur Giebelseite herzustellen.
Die Wandtöfeln sind mit Schrauben M10 zu verbinden.
Fundament Centfällt bei der zweiten Baracke.

Änderungen	3			
	2			
	1			
	Datum	Name	Betrifft:	
Maisböcke 1:25	Entwerfer Ko Fertigstellungs- periode	73.1.58		Gesetzgeber Ko
Plan Nr. 542/1				
Bauherr: Geodät. Institut. der TH. München				
Baubojekte: Normaldilatometer				
Bauteile: Baracke für Teleskop und Spiegel				
BÜRO FÜR		INGENIEURBAU		
DIPL. ING. PAUL		GOLLWITZER VBI		
LEHRBAUFÖRTRAGTER AN DER TECHN. HOCHSCHULE MÜNCHEN				
INDUSTRIEBAU, WASSERKRAFTANLAGEN, BRÜCKENBAU, STATIK				



Holzliste 3 x

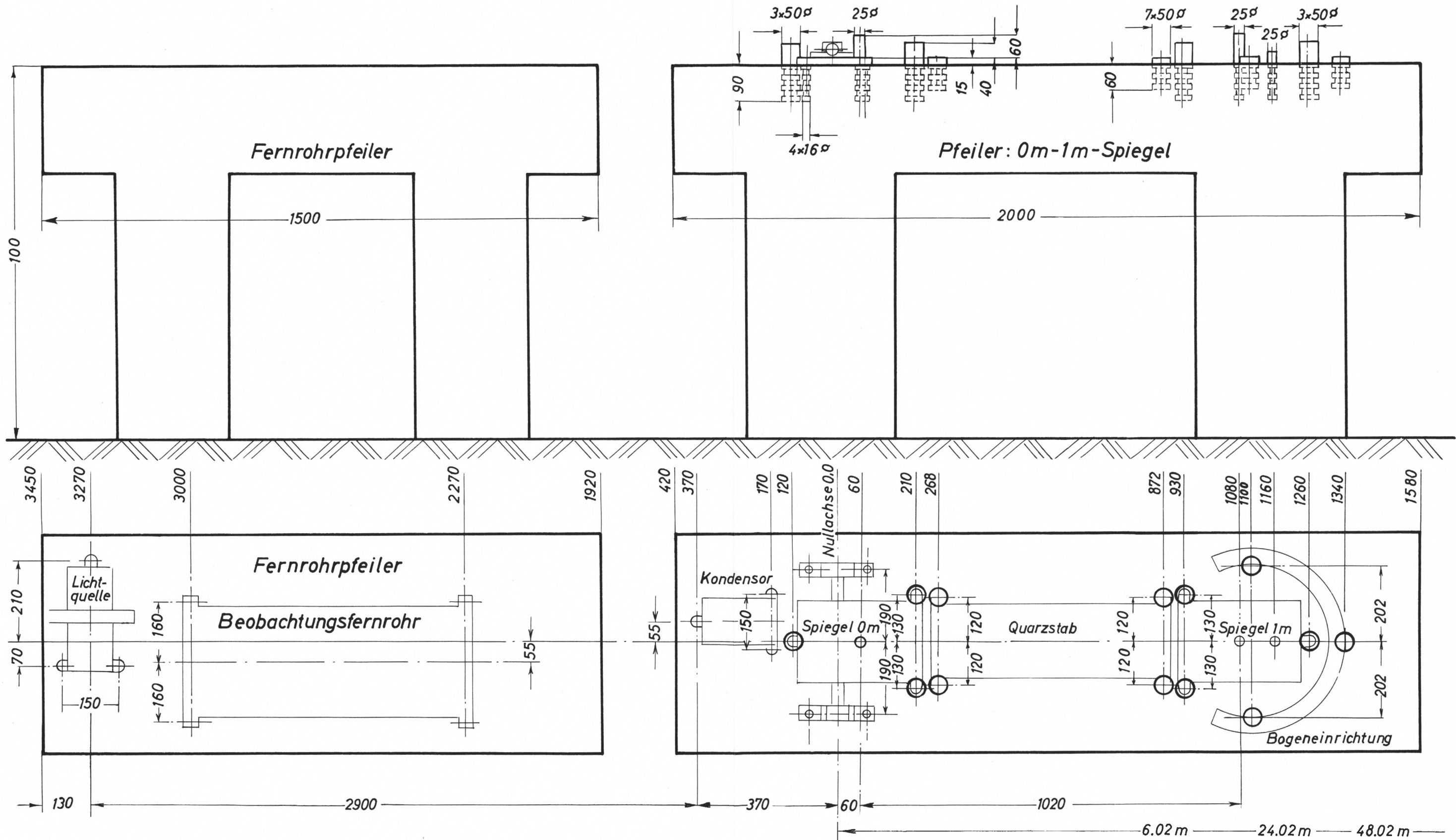
Pos.	Bezeichnung	Ausmass	Menge
1	Abdeckbohlen	5/79	6.0 m ²
2	"	5/114	7.1 m ²
3	Bohlen für Deckel	5/79	2.1 m ²
4	Seitenleistenf. Deckel	5/8	5.2 lfdm
5	Diagonalleisten a. Deckel	5/8	24 lfdm
6	Kantenhölzer	12/16	5.3 lfdm

Diese Ausführung erfolgt an 3 Pfeilern.

bestehend neu

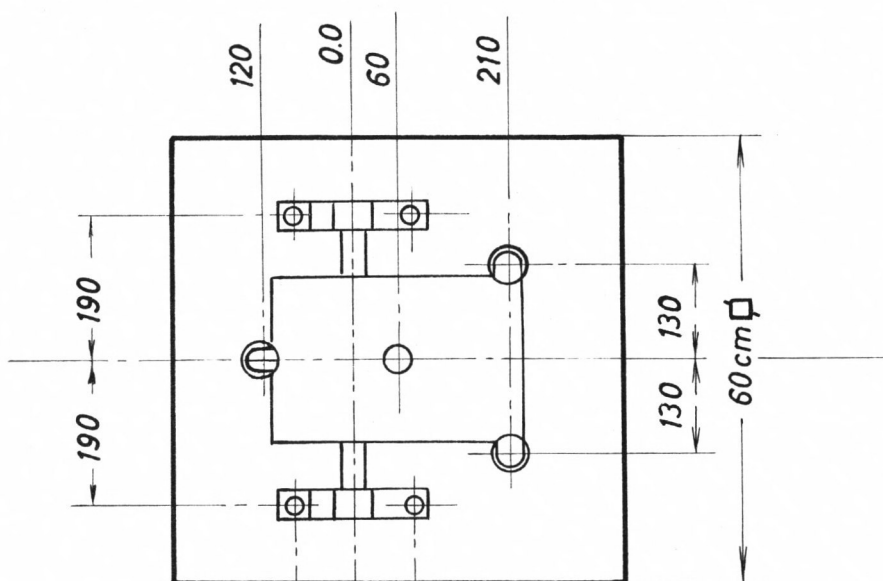
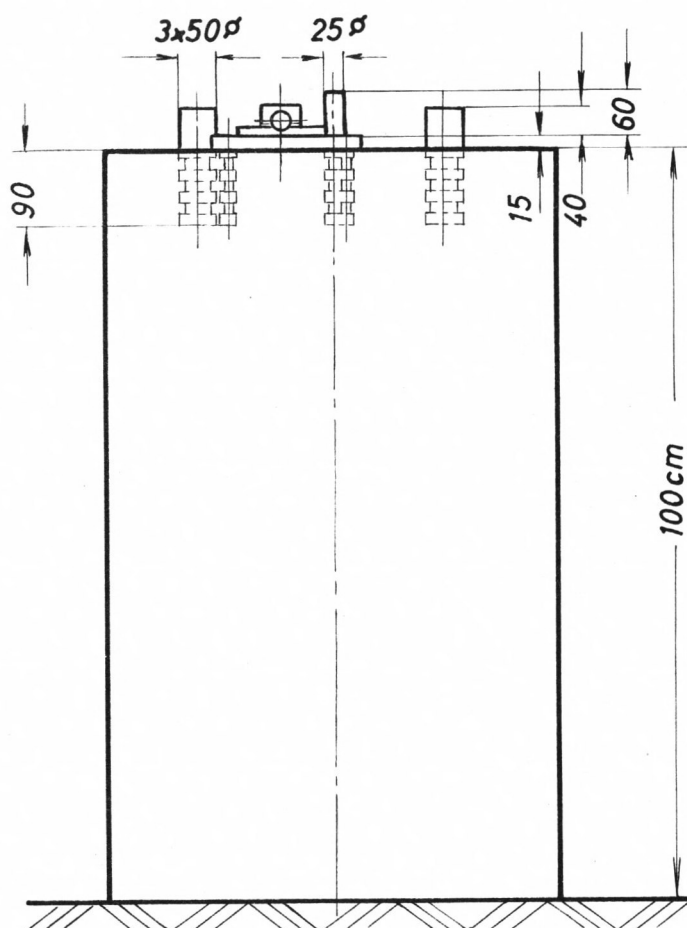
Änderungen	3		
	2		
	1		
	Datum	Name	Betrifft:
Maßstabe	Entworfen	Gerechnet	Gezeichnet <i>WB</i>
	Fertiggestellt: <i>11.8.58</i>	Plan Nr. <i>542/4</i>	
<i>1:20</i>			
Bauherr:	<i>Geodät. Institut der T.H. München</i>		
Bauobjekt:	<i>Normalkilometer</i>		
	<i>Schächte zu den Pfeilern</i>		
Bauteil:	<i>2. Fassung</i>		
BÜRO FÜR		INGENIEURBAU	
DIPL. ING. PAUL		GOLLWITZER VBI	
LEHRBEAUFTRAGTER AN DER TECHN. HOCHSCHULE MÜNCHEN			
INDUSTRIEBAU WASSERKRAFTANLAGEN BRÜCKENBAU. STATIK			

Einmeßskizze für Fernrohrpfeiler und Pfeiler „0-1“ Auflager-und Befestigungsbolzen



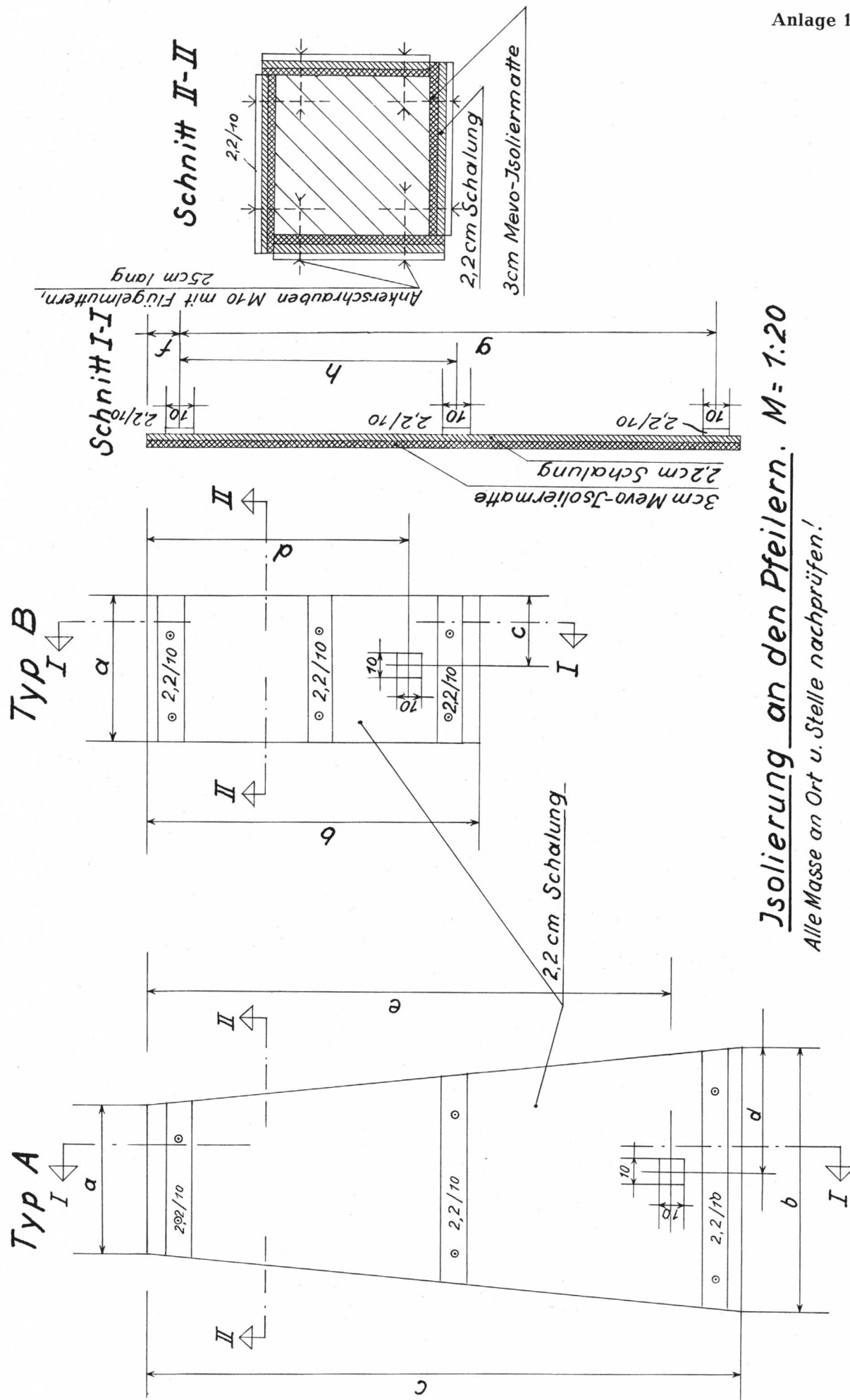
Maßstab 1 : 10

Einmeßskizze für Zwischenpfeiler (Spiegelträger)



6.02 m	Pfeiler III
24.02 m	Pfeiler IV
48.02 m	Pfeiler V

Maßstab 1:10



Isolierung an den Pfeilern. $M = 1:20$
Alle Masse an Ort u. Stelle nachprüfen!

München, den 1. Dez. 1959 Hi