

ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN

herausgegeben vom

Deutschen Verein für Vermessungswesen (D.V.W.) E.V.

Schriftleiter: Professor Dr. Dr.-Ing. E. h. O. Eggert, Berlin-Dahlem,
Ehrenbergstraße 21

Heft 12.

1938

15. Juni

Band LXVII

Der Abdruck von Original-Artikeln ohne vorher eingeholte Erlaubnis der Schriftleitung ist untersagt

Der Temperatureinfluß beim Boßhardt-Zeiß-Reduktionstachymeter.

Von Vermessungskommissär Dr. Ing. Karl Ulbrich, Wien.

I. Einleitung

Ueber den Temperatureinfluß beim Boßhardt-Zeiß Reduktionstachymeter, welches im nachfolgenden immer kurz Redta genannt wird, sind bis jetzt einige widersprechende Berichte veröffentlicht worden. R. Boßhardt gab in seinem Buche „Optische Distanzmessung und Polarkoordinatenmethode“ (1930) auf Seite 49 an, daß sich die Wirkungen der Temperatur auf Instrument und Latte gegenseitig aufheben. Diese Behauptung trifft, wie aus der folgenden Abhandlung hervorgeht, vorerst nur in ungefähr der Hälfte der vorhandenen Instrumente und dabei leider nur dem Sinne nach, zumeist aber nicht auch der Größe der Abweichungen nach, zu. G. Jüttner gab in seiner Dissertation „Ueber die bei optischen Distanzmessungen mittels Boßhardt-Zeiß auftretenden Fehler, unter besonderer Berücksichtigung der Refraktion“ (1928) an, daß nur ein geringer Temperatureinfluß auf die Glaskeile besteht. Es wird darin aber auch noch angegeben, daß dieser geringe Einfluß durch die an der Latte auftretenden Aenderungen kompensiert wird, womit also die gleiche nicht immer zutreffende Ansicht wie bei R. Boßhardt vertreten wird. In den Allg. Vermessungsnachrichten (1932) kam Walther in der Abhandlung „Untersuchungen über den Einfluß von Temperatur und Luftfeuchtigkeit bei Messungen mit dem Boßhardt-Zeiß Reduktionsstachymeter“ zu dem Ergebnis, daß, wenn ein Einfluß der Temperatur besteht, dieser weit unter der Ablesegenauigkeit liege. Allerdings steht dieser Behauptung dessen eigene Abb. 3 auf Seite 51 entgegen, der man entnimmt, daß einer Temperatursteigerung von $+ 6.2^{\circ}$ auf $+ 19.2^{\circ}$ bei 10 m Distanz eine Vergrößerung der Entfernung um 1.3 mm entspricht. Dies entspricht also bei 100 m Distanz und 10° Temperaturanstieg 10 mm Distanzvergrößerung ($\Delta s = + 10 \text{ mm} \mid 100 \text{ m} \mid + 10^{\circ}$), ein Betrag, den man wohl nicht immer unbedenklich vernachlässigen kann. Dieses Instrument hat also ungefähr die gleiche Temperaturempfindlichkeit wie das später beschriebene Instrument Nr. 26.068 (Δs

= + 11 mm | 100 m | + 10⁰). In schroffem Gegensatz zu diesen Untersuchungen stehen die Ergebnisse, die von P. Cremer-A. Berroth in den Allg. Vermessungsnachrichten (1932) in der Abhandlung „Der Temperatureinfluß beim Boßhardt-Zeiß'schen Reduktionstachymeter“ veröffentlicht wurden. Es zeigte sich bei dem untersuchten Instrument 18.630 ein sehr bedeutender Temperatureinfluß. Derselbe betrug bei 100 m Distanz und 10⁰ Temperaturerhöhung 72 mm Verkleinerung der Distanz ($\Delta s = -72 \text{ mm} \mid 100 \text{ m} \mid +10^0$) also ein Betrag, der auch bei größeren technischen Vermessungen keineswegs mehr vernachlässigt werden könnte. Im Rahmen einer größeren Untersuchung von A. Berroth „Der Temperatureinfluß bei einigen Doppelbild-Entfernungsmessern aus verschiedenen Werkstätten“ in der gleichen Zeitschrift (1933), wurde für dasselbe Redta 18.630 ebenfalls ein Temperaturgang von - 70 mm pro 100 m und 10⁰ Temperaturerhöhung gefunden ($\Delta s = -70 \text{ mm} \mid 100 \text{ m} \mid +10^0$), was also eine volle Bestätigung der vorherigen Arbeit darstellte. Die Distanzlatte wirkte in diesem Falle nicht kompensierend, sondern noch um - 11 mm verstärkend auf den Fehler ein. In der D. Zeitschrift für Vermessungswesen wurde von Tschebotareff (1936) in der Arbeit „Untersuchung der Doppelbild-Distanzmesser“ das Redta 22.689 vorgeführt, wobei kein besonderer Temperatureinfluß auf die optische Distanzmessung festgestellt werden konnte. Ferner ging aus der Arbeit von K. Herrmann „Polygonzugmessungen mit dem Boßhardt-Zeiß Tachymeter“, D. Zeitschrift für Vermessungswesen (1935) hervor, daß noch unerklärbare systematische Fehler vorhanden sind.

Die Auswertung der im österreichischen Bundesvermessungsamte im Zuge der jährlichen Feldarbeiten mit den Redta's gemessenen Polygonzüge durch den Verf. ergab lineare Abschlußfehler, die unbedingt der Aufklärung bedurften. Die bisherigen Messungswidersprüche konnten nämlich in Unkenntnis der tatsächlichen Verhältnisse durch Temperatureinfluß vorerst nicht restlos erklärt werden, da auch Widersprüche auftraten, die entgegengesetzte Temperatureinflüsse vermuten ließen. Also bei steigender Temperatur nicht nur für eine Distanzverkleinerung sondern auch für eine Distanzvergrößerung sprachen, was den Untersuchungsergebnissen von A. Berroth entgegengesetzt gewesen wäre. Ein derart gegensinniges Verhalten des Redta gegenüber Temperaturänderungen wurde deshalb vorerst für unwahrscheinlich gehalten.

Wegen der widersprechenden Resultate und des zu geringen Umfanges der bisher vorliegenden Temperaturuntersuchungen wurden deshalb auf Anregung des Verfassers mit Zustimmung des Hofrates Demmer vom Verf. umfassende Versuchsmessungen mit dem Redta angestellt.

Vorerst wurden im Frühjahr 1934 für diese Untersuchung 7 Redta-Instrumente herangezogen. Die Untersuchungsmethode und die Ergebnisse werden im nachstehenden angeführt.

II. Untersuchungsvorgang

Um die Untersuchungsergebnisse für die Vermessungspraxis möglichst brauchbar zu machen, wurden die Versuchsmessungen unter den gleichen

Verhältnissen, wie sie die Praxis ergibt, durchgeführt. Sämtliche Messungen wurden im Freien auf einer eigens hiezu geschaffenen Versuchsbasis durchgeführt. Diese Basis hat ungefähr Nord-Südrichtung. Sie ist unterteilt und durch mehrere einbetonierte Messingbolzen stabilisiert, die eine kleine trichterförmige Bohrung haben, so daß für den Fuß der Distanzlatte eine Art Zwangszentrierung erhalten wurde, wodurch eine fehlerhafte unsichere Lattenaufstellung vermieden werden konnte. Die Basis wurde im Laufe der vier Monate dauernden ersten Versuchsmessungen mit je zwei 5 m-Lattenpaaren zehnmal gemessen, wobei sich für die im nachfolgenden stets verwendete Strecke als Sollwert 110.180 ± 0.005 m, mithin also eine Genauigkeit von $\pm \frac{1}{22.000}$ ergeben hat. Die zwei 5 m-Lattenpaare wurden zur Komparierung abwechselnd mit vier geeichten Normalmeterpaaren (Prüfmeterstäben) verglichen, so daß die Versuchsbasis auf das internationale Meter abgestimmt ist. Hier wäre noch zu bemerken, daß eine solch genaue Messung der Basis hätte unterbleiben können, da diese für die Bestimmung der Distanz-Differenzen bei verschiedenen Temperaturen hätte optisch genügend genau gemessen werden können. Die genauere Längenbestimmung bot aber den Vorteil, auch die absoluten Konstanten bestimmen zu können, was für die Distanzjustierung der Redta für die Praxis sehr angenehm ist. Die Versuchsbasis liegt beinahe vollkommen eben in der Wiener Rathausparkanlage und ist vom nächsten Gebäude ungefähr 20 m entfernt, so daß keinerlei störende Seitenrefraktion zu gewärtigen war. Während der ganzen Versuchsmessungen wurde die gleiche Boßhardt-Zeiß Querlatte Nr. 2205 verwendet, deren Dosenlibelle und Diopter vor Beginn der Versuchsmessungen peinlich genau justiert wurde. Diese Original-Zeiß-Distanzlatte wurde stets im nördlichen Basisendpunkte aufgestellt, so daß sie während der Beobachtungszeit (9—12 Uhr vormittags) stets gleichmäßig gut abgelesen werden konnte. Die zu untersuchenden Instrumente wurden immer am südlichen Ende der Versuchsbasis aufgestellt, so daß stets mit der Sonne im Rücken gemessen werden konnte und die Distanzlatte immer gleichmäßig gut beleuchtet war. Die Instrumente wurden natürlich stets mit einem großen Instrumentenschirm beschattet. Es waren also die Beobachtungsumstände derart angelegt worden, daß möglichst gleichartige und gleichmäßige Umstände während der längeren Versuchsperiode zu gewärtigen waren, um die Versuche nicht durch neue, rechnerisch nicht zu erfassende Umstände zu beeinflussen. Die Messungen wurden von Februar bis Mai 1934 an 16 Vormittagen durchgeführt, so daß der natürliche jahreszeitliche Wechsel der Temperatur günstig ausgenützt werden konnte, und in den Beobachtungstemperaturen Spannungen bis zu 37° erzielt werden konnten. Die sieben Versuchsinstrumente wurden absichtlich in einem ungeheizten Raume aufbewahrt und stets 1—2 Stunden vor Beginn der Messung bei der Basis aufgestellt, um deren Temperatur möglichst vollständig der herrschenden Außentemperatur anzugleichen. Dadurch konnten voraussichtlich die unvermeidlichen Glaspannungen in den Glaskeilen und im optischen System auf ein Minimum herabgedrückt werden. Die Temperatur der Luft wurde an einem Schleuder-

thermometer und an einem großen in Zehntelgrad geteilten, direkt neben dem Instrument befestigten zweiten Thermometer abgelesen und die Ergebnisse satzweise gemittelt. Um auch die persönlichen Fehlerquellen nach Möglichkeit zu eliminieren, wurden die Messungen vom Verfasser und von einem zweiten ebenfalls jahrelang geübten Beobachter durchgeführt und diese Messungen gemittelt. Bezüglich der persönlichen Gleichung der beiden Beobachter konnte durch Auszählung und Auswertung aller Meßresultate festgestellt werden, daß (zufällig) gegenseitig kein besonderer konstanter Unterschied zu bemerken war, so daß die Mittelung der Beobachtungen unbedenklich war. Jeder Beobachter machte pro Instrument bei der Distanzablesung einen Satz von sechs Koinzidenzen, worauf sofort anschließend der zweite Beobachter ebenfalls die Distanzablesung mittels sechs Koinzidenzen durchführte. Die in Tabelle 1 angeführten Beobachtungsergebnisse D stellen so nach jedesmal einen Mittelwert aus 12 Beobachtungen dar. Diese Messungsergebnisse können daher wohl den Anspruch erheben, als qualitativ hochwertige und zuverlässige Mittel bezeichnet zu werden. Die Additionskonstante aller Instrumente wurde, um die Ergebnisse nicht zu verfälschen mit gleicher Sorgfalt an weiteren zwei Tagen auf der 10 m Basisstrecke peinlich genau bestimmt und in allen folgenden Beobachtungsergebnissen entsprechend berücksichtigt, so daß diese von dem Einflüssen der Additionskonstante praktisch bereits befreit sind. Vor dem Beginn der Versuchsmessungen wurden bei allen sieben Instrumenten die Justierungsvorsatzkeile auf die Stellung 0.0 verdreht, so daß die Messungen auch unter den gleichen instrumentellen Bedingungen stattfanden.

Von den 46 im Bundesvermessungsamte vorhandenen Redtas wurden, wie schon oben erwähnt, vorerst nur 7 Instrumente für die Versuchsmessungen so ausgewählt, daß alle vier bis jetzt herausgekommenen Redta-Typen vertreten waren. Von der ältesten Type (1) wurde das einzig vorhandene Redta 18.609 verwendet. Von der nächsten Type (2), mit der 1 cm-Teilung, wurden von den vorhandenen 13 Instrumenten die Redta 22.688 und 22.724 gewählt. Von der zeitlich nächsten Type (3), die sich von der vorhergehenden scheinbar nur durch die 2 cm-Trommel unterscheidet, wurden von den vorhandenen 23 Instrumenten die Redta 26.068 und 26.160 gewählt. Von der neuesten Redtatype (4), von denen im Amte 9 Stück vorhanden sind, wurden die Redta 36.702 und 36.704 für die Versuchsmessung ausgewählt. Die Auswahl innerhalb der einzelnen Redtatypen erfolgte zufallsweise und war dadurch bedingt, daß die im Instrumentenmagazin am handlichsten stehenden Instrumente genommen wurden. Im Laufe der Untersuchung hat sich aber gezeigt, daß dabei durch einen angenehmen Zufall sowohl 3 Redtas mit fallender als auch 4 Redtas mit steigender Tendenz gewählt worden waren.

III. Untersuchungsergebnisse.

In Tabelle 1 sind neben den Beobachtungstemperaturen die erhaltenen Entfernungen angeführt, die, wie schon oben erwähnt, immer das Mittel aus 12 Koinzidenzen darstellen. Das Instrument 26.160, welches vom Ver-

fasser während der Feldarbeiten seit einigen Jahren ständig benützt wurde, ist, um es genauer kennen zu lernen, an einigen der 16 Beobachtungstage zweimal untersucht worden, wobei aber dazwischen mindestens 2 Stunden Zeitintervall eingehalten wurde. Diese umfangreichere Untersuchung erfolgte deshalb, da für dieses Instrument zweijährige Polygonzugmessungen vorlagen, so daß man in der Lage war, die Temperaturkoeffizienten aus den Versuchsmessungen und aus den Abschlußfehlern der Polygonzüge zu errechnen und zu vergleichen. Dieser Vergleich, der für diese Versuchsmessungen durchaus bestätigend ausfiel, wird im V. Abschnitt behandelt. In der Tabelle 1, in der die Extremwerte unterstrichen sind, ersieht man, daß bei den 3 Instrumenten mit fallender Tendenz bei einer Distanz von 110 m und einer Temperatursteigerung von rund 35° eine maximale Distanzverkleinerung und zwar beim Redta 36.704 von 243 mm, beim Redta 22.688 von 196 mm und beim Redta 18.609 von 132 mm eintritt. Bei den Redtas mit steigender Tendenz hat das Redta 26.068 eine maximale Distanzvergrößerung bis zu 100 mm, das Redta 26.160 bis zu 117 mm, das Redta 22.724 bis zu 80 mm und das Redta 36.702 eine Distanzvergrößerung bis zu 80 mm, ebenfalls bei ungefähr 110 m Distanz und 35° Temperatursteigerung, aufzuweisen. Es waren also ganz bedeutende und bis zum damaligen Zeitpunkte noch unbekannte Distanzfehler zu verzeichnen.

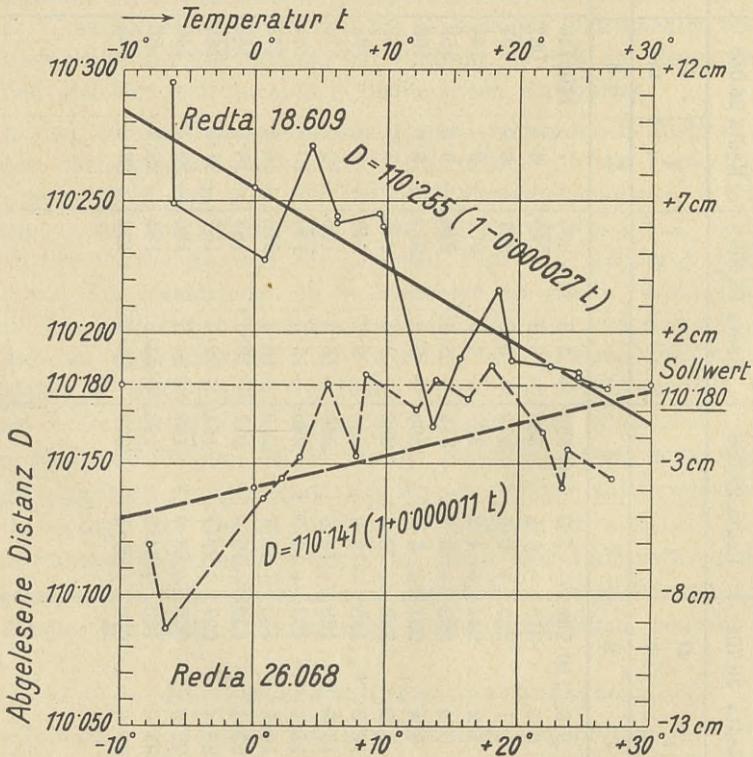


Abb. 1.

Die Beobachtungsergebnisse der Tabelle 1 sind in den Abbildungen 1—4 als gebrochene Linienzüge dargestellt. Man ersieht aus diesen Abbildungen, daß zur Ausgleichung dieser gebrochenen Linienzüge im allgemeinen Ausgleichsgerade von der Form $D = D_0 + \beta t$, bzw. von der entsprechenden Form $D = D_0 (1 + \alpha t)$ verwendet werden können, wenn auch nicht behauptet wird, daß der Temperatureinfluß streng linear wirkt. Aber besonders das Verhalten der Instrumente 18.609 (Abb. 1.), 22.688 (Abb. 2.) und sehr deutlich 36.704 (Abb. 3.) machen ein lineares Temperaturgesetz sehr wahrscheinlich. Daß die Temperatur vor allem maßgebend ist, geht aus den Brechungsformeln in der später angeführten Arbeit von W. Schneider hervor, die ergeben, daß die Luftfeuchtigkeit und der Luftdruck infolge der Kleinheit dieser Glieder nur von untergeordnetem Einflusse sind. Diese Ausgleichsgeraden wurden in allen Fällen auf Grund der in der Tabelle 1 angeführten Beobachtungsergebnisse, nach vermittelnden Beobachtungen mit den entsprechenden Kontrollen ermittelt und deren Gleichungen in Tabelle 2 übersichtlich dargestellt. Man ersieht aus der Spalte 2, daß die Nullabstände D_0 auf 5—9 mm sicher sind und daß die Temperaturkoeffizienten β für 10° Temperaturdifferenz bei 110 m Distanz auf ungefähr 3—6 mm genau sind. Die für die praktische Verwendung günstigere zweite Form der Ausgleichsgeraden ist in Spalte 3 ausgewiesen. Die Vorzeichen von α und β lassen als wichtiges Ergebnis erkennen, daß die ersten 3 Instrumente eine fallende Tendenz aufweisen, was wohl mit den Untersuchungen von A. Berroth übereinstimmt, vor allem aber auch auf Grund der Gleichungen der 4 letzten Instrumente, die bis zu diesem Zeitpunkte unbekanntes Tatsache, daß es auch Redta mit steigender Tendenz gibt. Sehr hübsch sieht man diese Temperaturverhältnisse in den Abbildungen. In Abbildung 1 sind Redta 18.609 (fallend, $\Delta s = -27 \text{ mm} \mid 100 \text{ m} \mid +10^\circ$) und 26.068 (steigend, $\Delta s = +11 \text{ mm} \mid 100 \text{ m} \mid +10^\circ$) dargestellt. In Abbildung 2 sind Redta 22.688 (stark fallend,

Tabelle 2.
Ausgleichsergebnisse.

Instrumenten Nr.	Ausgleichsgerade 1. Form $D = D_0 + \beta t$	Ausgleichsgerade 2. Form $D = D_0 (1 + \alpha t)$	[v v]	Anmerkung
1	2	3	4	5
36.704	$D = 110 \cdot 259 \pm 0 \cdot 006 - (0 \cdot 0064 \pm 0 \cdot 0004) t$	$D = 110 \cdot 259 (1 - 0 \cdot 000 058 t)$	0·0041	Fallende Tendenz
22.688	$D = 110 \cdot 325 \pm 0 \cdot 009 - (0 \cdot 0052 \pm 0 \cdot 0006) t$	$D = 110 \cdot 325 (1 - 0 \cdot 000 047 t)$	0·0082	
18.609	$D = 110 \cdot 255 \pm 0 \cdot 008 - (0 \cdot 0030 \pm 0 \cdot 0005) t$	$D = 110 \cdot 255 (1 - 0 \cdot 000 027 t)$	0·0065	
26.068	$D = 110 \cdot 141 \pm 0 \cdot 009 + (0 \cdot 0012 \pm 0 \cdot 0006) t$	$D = 110 \cdot 141 (1 + 0 \cdot 000 011 t)$	0·0080	Steigende Tendenz
26.160	$D = 110 \cdot 116 \pm 0 \cdot 008 + (0 \cdot 0013 \pm 0 \cdot 0005) t$	$D = 110 \cdot 116 (1 + 0 \cdot 000 012 t)$	0·0100	
22.724	$D = 110 \cdot 121 \pm 0 \cdot 005 + (0 \cdot 0016 \pm 0 \cdot 0003) t$	$D = 110 \cdot 121 (1 + 0 \cdot 000 015 t)$	0·0023	
36.702	$D = 110 \cdot 117 \pm 0 \cdot 006 + (0 \cdot 0017 \pm 0 \cdot 0004) t$	$D = 110 \cdot 117 (1 + 0 \cdot 000 015 t)$	0·0041	

$\Delta s = -47 \text{ mm} | 100 \text{ m} | + 10^\circ$) und 22.724 (steigend, $\Delta s = +15 \text{ mm} | 100 \text{ m} | + 10^\circ$) dargestellt; also 2 Instrumente der gleichen Type (2), die entgegengesetztes Verhalten zeigen. Das gleiche im verstärktem Maße zeigt Abbildung 3, die die neueste Redtatype enthält und zwar Redta 36.704 (stark fallend, $\Delta s = -58 \text{ mm} | 100 \text{ m} | + 10^\circ$) und 36.702 (steigend, $\Delta s = +15 \text{ mm} | 100 \text{ m} | + 10^\circ$). Man sieht daraus, daß es bei der neuesten Type (4) vorerst am wenigsten gelungen war, den Temperatureinfluß befriedigend zu eliminieren. In Abbildung 4 sind die Verhältnisse des Redta 26.160 (steigend, $\Delta s = +12 \text{ mm} | 100 \text{ m} | + 10^\circ$) dargestellt. Aus allen diesen Abbildungen geht hervor, daß die Abweichungen der gleichfalls eingezeichneten Ausgleichsgeraden gegenüber den zugrunde liegenden Messungsergebnissen nur wenige Differenzen ergeben, die sich nicht aus dem für die vorliegende Distanz von 110 m zu gewärtigenden mittleren Distanzfehler von $\pm 3 \text{ cm}$ erklären lassen.

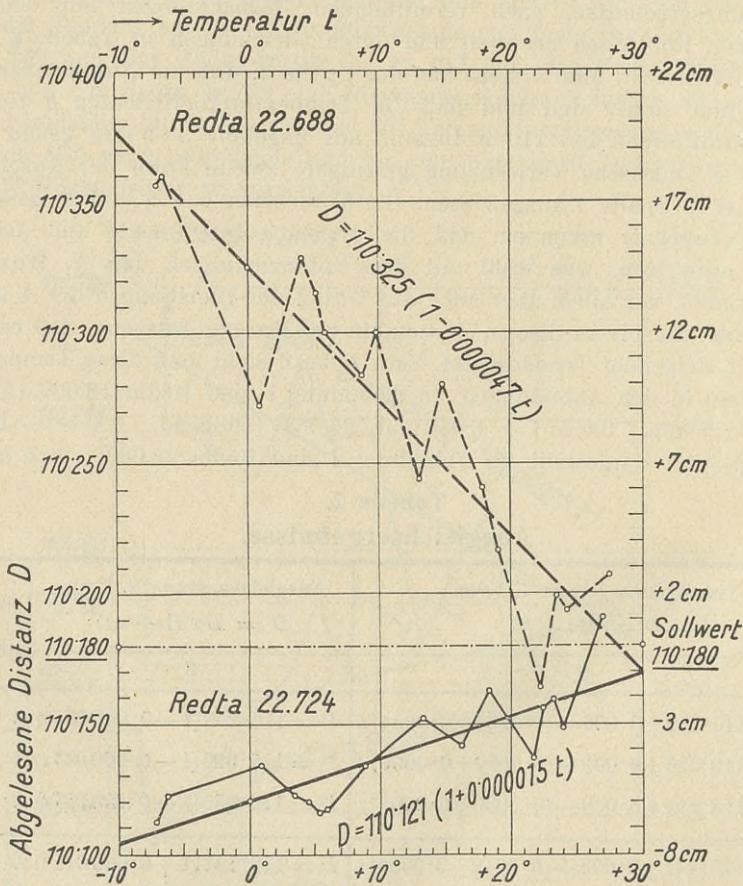


Abb. 2.

Da bei allen Instrumenten der Justierungsvorsatzkeil auf 0.0 stand, wäre eigentlich zu erwarten, daß der Längensollwert 110.180 m der Versuchsbasis bei allen Instrumenten bei der gleichen Temperatur aufscheinen werde.

Die Tabelle 3 zeigt aber, daß die Justierungstemperaturen, bei denen die einzelnen Instrumente den Längensollwert von 110.180 m ergeben würden, zwischen $+12^{\circ}$ und $+47^{\circ}$ schwanken. Die gleichmäßige Erreichung der Längensollwerte kann nunmehr durch die ausgezeichnete Konstruktion des verdrehbaren Justierungsvorsatzkeiles innerhalb gewisser Grenzen doch erreicht werden. Diese Justierungsmöglichkeit, mit der man in der Lage ist, die Multiplikationskonstante innerhalb kleiner Grenzen zu ändern, ist gewiß ein außerordentlich großer Vorteil des Redta. Das Instrument 22.688 dürfte aber voraussichtlich bei einer Temperatur von -10° auch mit dem Vorsatzkeil innerhalb von dessen Teilung nicht mehr justierbar sein, da die Verdrehung um die -10 Teilstriche die Distanz kaum um die, wie die Abb. 2 zeigt, erforderlichen 20 cm verkleinern wird. Der Wert des Redta 18.630 wurde der früher angeführten Abhandlung von A. Berroth entnommen, so daß in dieser Tabelle 3 acht Vergleichsinstrumente vorhanden sind.

Um nunmehr sämtliche acht Instrumente in gleicher Weise beurteilen zu können, wurde angenommen, daß durch entsprechende Verdrehung der Vorsatzkeile bei allen Instrumenten der Längensollwert bei $+20^{\circ}$ erreicht

Tabelle 3.
Justierungstemperaturen.

Instru- menten Nr.	Gibt den Längensollwert bei folgender Temperatur	Anmerkung
1	2	3
18.630	$+14^{\circ}$	Bei allen Instrumenten stand der Justierungs- vorsatzkeil auf 0·0
36.704	$+12^{\circ}$	
22.688	$+28^{\circ}$	
18.609	$+25^{\circ}$	
26.068	$+32^{\circ}$	
26.160	$+47^{\circ}$	
22.724	$+36^{\circ}$	
36.702	$+38^{\circ}$	

sei. Man folgt damit den deutschen Normblättern DIN 102 und DIN 524, in denen bestimmt wird, daß als Bezugs- und Beschreibungstemperatur $+20^{\circ}$ C gelten soll. Auf diese Temperatur müssen sich laut Normung nunmehr auch die Sollwerte der Meßgeräte beziehen und die deutschen Meßbehörden beglaubigen bei $+20^{\circ}$ C. Ferner wurde die für die Praxis wichtige Reichweite des Redta von 150 m Distanz als Vergleichsgrundlage gewählt. Die Distanzformeln wurden deshalb entsprechend auf $+20^{\circ}$ C und 150 m Distanz umgerechnet und in Tabelle 4 ausgewiesen. Dieselben Werte wurden in Abbildung 5 graphisch dargestellt, woraus man entnimmt, daß ganz erhebliche und über Erwarten große Unterschiede zwischen den einzelnen In-

strumenten bestehen. Man sieht auch, daß die Instrumentengruppe mit fallender Tendenz in sich größere Abweichungen aufweist, als jene mit steigender Tendenz, deren Instrumente unter einander ein annähernd gleichartigeres Verhalten in bezug auf den Temperatureinfluß zeigen.

Die Versuchsmessungen wurden auf der Versuchsbasis in gleicher Weise auch bei ungefähr 57 m und 79 m Distanz durchgeführt und zwar bei zwei in den Abständen 57.313 m und 78.579 m einbetonierten Zwischenbolzen. Dieselben haben dazu gedient, um sowohl die Ergebnisse der Hauptmessung bei 110 m Distanz zu sichern und zu kontrollieren, als auch um einen eventuellen Distanzeinfluß zu bestimmen. Es wurden in sämtlichen Fällen ausnahmslos die analogen steigenden, bzw. fallenden Temperaturtendenzen festgestellt. Alle in der vorliegenden Arbeit angegebenen Temperatureinflüsse können sonach als dreifach bestätigte Werte gelten. Um die vorliegende Arbeit nicht zu sehr zu belasten, wurden die Ergebnisse dieser zwei bestätigenden Parallelmessungen bloß auszugsweise in Tabelle 8 ausgewiesen, um vor allen einen Ueberblick über die voraussichtliche Genauigkeit der abgeleiteten Temperaturkoeffizienten zu geben. Man ersieht daraus, daß die voneinander ganz unabhängig ermittelten Temperaturkoeffizienten untereinander sehr gut übereinstimmen, so daß die Mittel bis auf 2–3 mm | 100 m | + 10⁰ sicher sind.

Tabelle 4.
Justierung aller Redta auf 20°.

Instrumenten Nr.	Temperaturgleichung	Abgelesene Distanzen bei					Anmerkung
		– 10°	0°	+ 10°	+ 20°	+ 30°	
1	2	3	4	5	6	7	8
18.630	$D = 150 \cdot 210 (1 - 0 \cdot 000 070 t)$	150·315	150·210	150·105	150.000	149·895	Fallende Tendenz
36.704	$D = 150 \cdot 174 (1 - 0 \cdot 000 058 t)$	261	174	087		913	
22.688	$D = 150 \cdot 141 (1 - 0 \cdot 000 047 t)$	212	141	071		929	
18.609	$D = 150 \cdot 081 (1 - 0 \cdot 000 027 t)$	122	081	041		959	
26.068	$D = 149 \cdot 967 (1 + 0 \cdot 000 011 t)$	149·951	149·967	149·984	150.000	150·016	Steigende Tendenz
26.160	$D = 149 \cdot 964 (1 + 0 \cdot 000 012 t)$	946	964	982		018	
22.724	$D = 149 \cdot 955 (1 + 0 \cdot 000 014 t)$	933	955	978		022	
36.702	$D = 149 \cdot 955 (1 + 0 \cdot 000 015 t)$	933	955	978		022	

IV. Einfluß der Distanzlatten.

Diesbezüglich hatten sowohl Boßhardt als auch Jüttner angegeben, daß sich die durch die Temperaturschwankungen am Instrument und an der Latte auftretenden Fehler entgegenwirken. Berroth gab für das Redta 18.630 aber an, daß sich die beiden Fehlereinflüsse sogar addieren, weil die Temperatureinflüsse in diesem Falle gleichsinnig sind.

Die für die vorliegenden Untersuchungen verwendete Latte Nr. 2205 wurde in bezug auf die Gleichmäßigkeit und Genauigkeit ihrer Teilung mit einem großen, mittels Normalmeterstäben genau komparierten Koordinatographen der Firma Coradi untersucht. Es wurden sämtliche Teilstriche überprüft, wobei sich gegenüber den Sollwerten außerordentlich kleine Abweichungen von maximal 2—3 Hundertstelmmillimetern ergeben haben. Aus diesem Grunde sind sonach keine Distanzfehler zu erwarten, die bei beliebiger Distanz mehr als 3—4 mm überschreiten. Dieser unregelmäßige Fehlereinfluß ist für die Praxis sicherlich bedeutungslos. Diese sonach außerordentlich sorgfältige Teilung ist auf einem Stahlband aufgetragen, dessen Temperaturkoeffizient in der wissenschaftlichen Eichabteilung des Bundesamtes exakt bestimmt wurde, wobei sich laut amtlichen Prüfungsschein ein Ausdehnungskoeffizient von $-11.1 \cdot 10^{-6}$ ergeben hat. Dieses Stahlband ist, wie bei allen Redtalenten, auf der hölzernen Distanzquerlatte derart befestigt, daß es den Temperaturschwankungen spannungsfrei folgen kann.

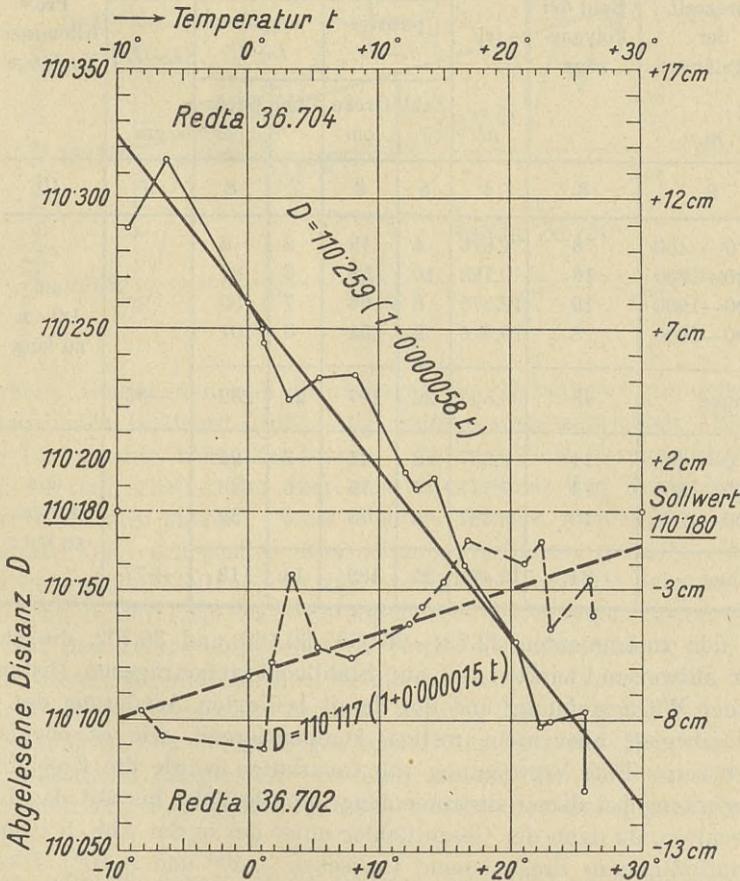


Abb. 3.

Bei den Instrumenten 18.609, 18.630, 22.688 und 36.704, also bei den Instrumenten mit fallender Tendenz, wirkte die Lattenausdehnung noch in zusätzlicher Weise fehlerhaft, wie es deutlich in Abbildung 5 und in Tabelle 8 Spalte 5 und 6 zu ersehen ist. Aber selbst wenn die Lattenteilung auf Invar aufgetragen wäre, würden die 4 Instrumente ihre fallende Tendenz beibehalten, allerdings in dem etwas verringertem Ausmaße der 6. Spalte oben. Es kommt dann eben nur der geringere Einfluß in Frage, der über der strichlierten Latteneinflußlinie in der Abb. 5 liegt (zwischen -10^0 und $+20^0$). Bei diesem Instrumententyp wirkt die Wärmedehnung der Distanzlatten also stets verschlechternd und bestenfalls bei Verwendung von Invar weniger verschlechternd auf die Meßresultate ein. Eine Kompensation durch Verwendung von Invar ist bei den vorliegenden 4 Instrumenten nicht möglich.

Tabelle 5.
Temperaturgang des Redta 26.160 bei Polygonzugmessungen.

Gemeinde	Intervall der Zugslängen m	Zahl der Polygonzüge	[s] m	Längsfehler $L-L'$					Pro Kilometer Zuglänge	Durchschnittstemperatur
				positive $L-L'$		negative $L-L'$		[$L-L'$] cm		
				Zahl	Größe cm	Zahl	Größe cm			
				5	6	7	8			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Rauchwart 1932	0— 400	6	1.876	4	19	2	8	-35	um 1·0 cm zu lang	$+20^0$
	400— 800	16	9.128	10	58	6	27			
	800—1200	13	12.375	6	66	7	90			
	1200—1600	8	10.216	2	54	6	107			
	Summe	43	33.595	22	197	21	232			
Wolffau 1933	0— 400	11	2.857	8	41	3	22	+77	um 4·0 cm zu kurz	$+17^5$
	400— 800	13	7.247	7	75	6	38			
	800—1200	10	9.387	5	73	5	52			
	Summe	34	19.491	20	189	14	112			

Bei den Instrumenten 22.724, 26.068, 26.160 und 36.702, die steigende Tendenz aufweisen, wirkten die auf Stahlband aufgetragenen Distanzlatten infolge der Wärmedehnung und der damit bedingten Aenderung der Lattenteilung teilweise, aber nicht restlos, kompensierend, wie es ebenfalls die Tabelle 8 zeigt. Eine Verwendung von Invarlatten würde die Ergebnisse der Distanzmessung bei dieser Instrumentengruppe beinahe bis auf das Doppelte verschlechtern, da dann der Gesamtfehler unter der in der Abb. 5 strichlierten Latteneinflußlinie in Frage kommt (zwischen -10^0 und $+20^0$). Dieser vergrößerte Einfluß ist in der 6. Spalte unten ausgewiesen.

Auf alle Fälle ist ersichtlich, daß die Distanzmessungen mit dem Redta bisheriger Konstruktion ohne Berücksichtigung der Temperatur bei allen 7 Instrumenten Werte ergeben, die unbedingt rechnerischer oder instrumenteller Verbesserungen bedürfen.

V. Vergleich der Untersuchungsergebnisse mit den linearen Abschlußfehlern in Polygonzügen.

Bei der Neuvermessung der Gemeinde Rauchwart im Jahre 1932 und der Gemeinde Wolfau im Jahre 1933 wurde in beiden Jahren vom Verfasser das Redta 26.160 verwendet. Es erscheint bemerkenswert, daß vom Verfasser in

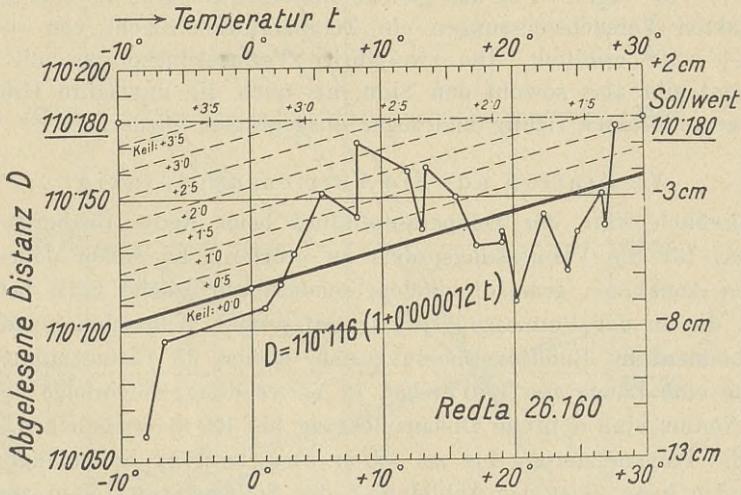


Abb. 4.

der Arbeit „Genauigkeit und Erfahrungen bei Messungen mit dem Reduktionstachymeter Boßhardt-Zeiß“, Allg. Vermessungsnachrichten (1934), von diesem Instrumente behauptet wurde, „daß wohl ein Temperaturgang vorhanden zu sein scheine, der aber wesentlich hinter den Koeffizienten von A. Berroth zurückbleibt“. Diese richtige Angabe wurde damals noch in Unkenntnis der vorliegenden Beobachtungsergebnisse gemacht. In beiden Jahren konnte die Stellung des Justierungskeiles auf 0.0 belassen werden, so daß man in der Lage war, die Ergebnisse der Polygonzugmessungen in bezug auf den Temperatureinfluß zu vergleichen. Die Summe der Messungen für diesen gegenständlichen Vergleich wurde in der Tabelle 5 in den Spalten 1—9 ausgewiesen. Es bedeutet darin L den Längensollwert zwischen den Endpunkten des Polygonzuges und L' den aus der Messung mit dem Redta erhaltenen Längenwert (Istwert), so daß die Differenz $L - L'$ den Längenanteil des sogenannten linearen Abschlußfehlers eines Polygonzuges darstellt.

Man entnimmt dieser Tabelle, daß im Jahre 1932 ein Kilometer Polygonzug im Mittel um 1.0 cm zu lang und im Jahre 1933 ein Kilometer Polygon-

zug im Mittel um 4.0 cm zu kurz gemessen wurde. Dieser bemerkenswerte Unterschied, der im ersten Augenblick an sich wohl etwas zu gering erscheint, um einen richtigen Schluß daraus ziehen zu können, läßt sich aber sehr schön durch den Temperatureinfluß wie folgt erklären. Der Sommer 1932 war ein sehr heißer Sommer, dessen Durchschnittstemperatur während der Messungsperiode $+20.0^{\circ}$ betrug. Der Sommer 1933 war sehr stark verregnet, so daß während der Messungsperiode die bedeutend geringere Durchschnittstemperatur von $+17.5^{\circ}$ konstatiert wurde. Einer Temperatursteigerung von $+2.5^{\circ}$ ist also eine Distanzvergrößerung von 5.0 cm pro Kilometer zugeordnet, woraus sich also ein Temperaturkoeffizient von $+20 \text{ mm} | 100 \text{ m} | +10^{\circ}$ ergibt. Für das gleiche Instrument wurde in Tabelle 8 aus den exakten Versuchsmessungen ein Temperaturkoeffizient von $+15 \text{ mm} | 100 \text{ m} | +10^{\circ}$ ermittelt. Die zweijährige Vermessungspraxis mit diesem Instrument gibt also sowohl den Sinn, als auch die ungefähre Größe des Temperatureinflusses richtig und sogar ausgeprägter wieder.

VI. Einfluß auf die Vermessungspraxis

Schließlich wäre der Temperatureinfluß beim Redta (bisheriger Konstruktion) für die Vermessungspraxis zu erörtern. Es sollen dabei keine extremen Annahmen gemacht werden, sondern nur solche Fälle betrachtet werden, die in der Vermessungspraxis mit großer Wahrscheinlichkeit auftreten können. Im Bundesvermessungsamt stehen 92 Distanzlatten, deren Querlatte eine Länge von 1.70 m hat, in Verwendung, die infolge des 2 dm langen Nonius eine optische Distanzmessung bis 150 m ermöglichen. Da dadurch die Polygonisierung bis zu 150 m ungeteilter Seitenlänge getrieben werden kann, liegt der Abbildung 5 der Sollwert von 150 m zugrunde. Gleichzeitig wurde, wie schon früher erwähnt, in dieser Abbildung die Annahme gemacht, daß die Justierung für alle Instrumente bei $+20^{\circ}$ gemacht sei. Dieser Fall ist in der Praxis tatsächlich leicht möglich, da bei Inangriffnahme größerer Vermessungsarbeiten immer in den ersten Tagen, also unter ungefähr gleichen Verhältnissen, die Instrumente justiert und abgestimmt werden. Unter der in der Praxis durchaus möglichen Annahme, daß am darauf folgenden Morgen bei $+10^{\circ}$ eine Polygonseite von 150 m Länge mit den beiden Instrumenten 36.702 (23 mm steigende Tendenz) und 36.704 (87 mm fallende Tendenz) gemessen wird, ergibt sich zwischen diesen beiden Instrumenten die für die Praxis sehr bedeutende Differenz von 110 mm. Wenn man die beiden Instrumente 36.702 und 18.630 kombiniert, ergibt sich für diese eine Polygonseite sogar eine Differenz von 128 mm. Das sind also Messungsdifferenzen, die auch bei minder wichtigeren Vermessungen durchaus nicht gestattet sind. Diese Einflüsse könnten bei der Verknotung von Polygonzügen, deren verschiedene Aeste von den verschiedenen Beobachtern mit verschiedenen Instrumenten und was wichtig ist, auch bei verschiedenen Temperaturen gemessen werden, bis in die Meter anwachsen, wenn Justierungs- und Beobachtungstemperatur um bloß 10° voneinander verschieden sind.

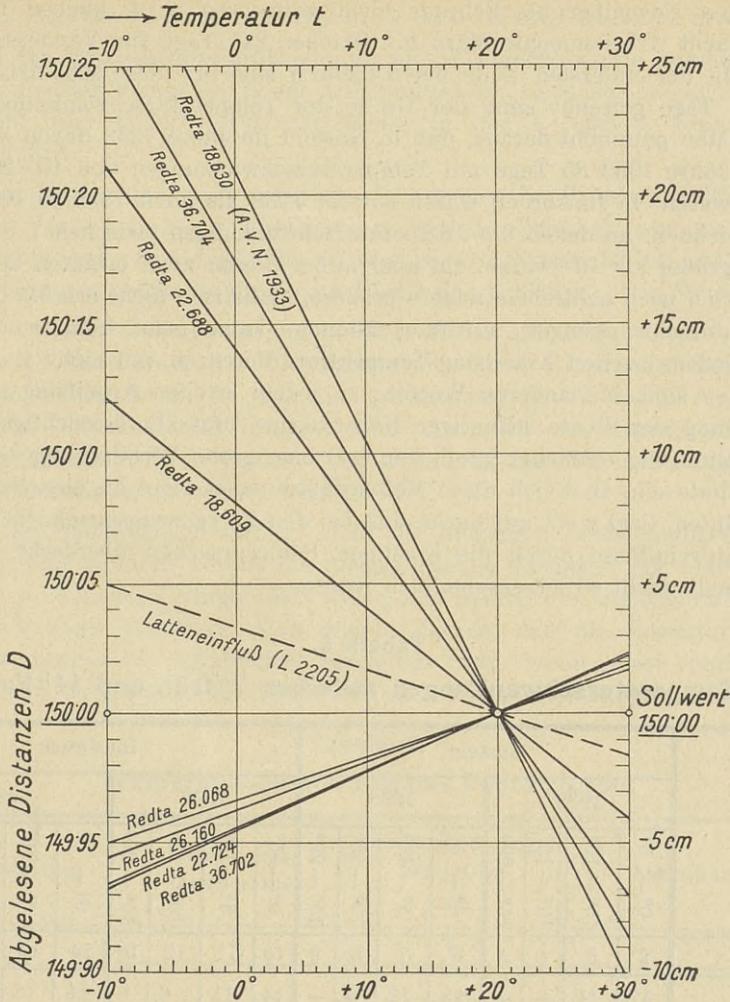


Abb. 5.

Um die einigemale ausgesprochene Meinung, daß ein solcher Temperaturunterschied relativ selten sei, zu widerlegen, wird in Tabelle 6 statistisches Material der Oesterreichischen Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik über Temperaturschwankungen zwischen 7 Uhr früh und 2 Uhr nachmittags für die bekannten meteorologischen Stationen Bad-Gastein und Innsbruck vorgeführt, wobei bemerkt werden soll, daß in Bad-Gastein tatsächlich eine mehrjährige Neuvermessung mit Redta-Instrumenten durchgeführt wurde. Da in Oesterreich im allgemeinen die Neuvermessungsarbeiten ungefähr zwischen 6 und 12 Uhr vormittags und 1–6 Uhr nachmittags durchgeführt werden, eignen sich die meteorologischen Ablesezeiten 7 Uhr und 14 Uhr sehr gut zur Beurteilung. Unter der Annahme, daß in den Win-

termonaten November bis Februar nicht vermessen wird, bleiben für die übrigen acht Arbeitsmonate März bis Oktober 245 Tage für Vermessungsarbeiten. In der untersten Zeile der Tabelle 6 sind für diese acht Arbeitsmonate die Tage getrennt nach der Größe der Temperaturschwankungen aufaddiert. Man entnimmt daraus, daß in Gastein im Jahre 1932 davon 86 Tage und im Jahre 1933 85 Tage mit Temperaturschwankungen von 10—20° vorhanden waren. In Innsbruck waren sowohl 1932 als auch 1933 je 105 Tage zu verzeichnen, an denen die Temperaturschwankungen zwischen 7 Uhr und 14 Uhr größer als 10° waren. Da aber außer diesen zwei erfaßten täglichen Zeitpunkten noch zahlreiche andere größere, statistisch nicht erfaßte tägliche Temperaturschwankungen auftreten können, kann man wohl annehmen, daß an jedem zweiten Arbeitstag Temperaturdifferenzen von mehr als 10° zu gewärtigen sind. Mit anderen Worten; an jedem zweiten Arbeitstag tritt bei Verwendung der Redta bisheriger Konstruktion ohne Berücksichtigung der Temperatur (wie es bisher geschehen ist) eine grobe Verfälschung einzelner Meßresultate ein. Daß sich diese Meßverfälschungen nicht an einzelnen Stellen anhäufen, liegt wohl nur darin, daß bei den Polygonzugsausgleichen diese Temperatureinflüsse durch die sonstigen Fehlerursachen überdeckt wurden und deshalb nicht so augenscheinlich waren.

Tabelle 6.

Zahl der Temperaturschwankungen zwischen 7^h früh und 14^h Nachmittag.

Monate	Gastein								Innsbruck								
	1932				1933				1932				1933				
	0°—5°	5°—10°	10°—15°	15°—20°	0°—5°	5°—10°	10°—15°	15°—20°	0°—5°	5°—10°	10°—15°	15°—20°	0°—5°	5°—10°	10°—15°	15°—20°	∧
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Jänner	17	14	—	—	18	12	1	—	14	11	6	—	16	8	6	1	—
Februar	9	13	7	—	14	11	3	—	6	9	14	—	15	10	3	—	—
März	11	10	7	3	8	6	12	5	7	11	9	4	5	9	11	5	1
April	11	8	10	1	13	9	7	1	12	6	12	—	8	11	8	3	—
Mai	10	11	6	4	11	12	7	1	5	13	11	2	11	13	5	2	—
Juni	11	5	9	5	11	15	3	1	4	13	11	2	8	12	9	1	—
Juli	5	15	9	2	7	11	8	5	7	13	10	1	6	8	17	—	—
August	5	11	10	5	5	11	14	1	3	8	15	5	5	9	17	—	—
September	6	14	9	1	12	6	12	—	4	12	14	—	6	9	12	3	—
Oktober	13	13	5	—	12	11	8	—	9	13	6	3	9	11	11	—	—
November	16	13	1	—	23	4	3	—	1	10	9	—	22	6	2	—	—
Dezember	21	8	2	—	27	4	—	—	9	16	6	—	19	12	—	—	—
Jährlich	135	135	75	21	161	112	78	14	91	135	123	17	130	118	101	15	1
März—Oktober	72	87	65	21	79	81	71	14	51	89	88	17	58	82	90	14	1

VII. Optische Distanzmessung in beiden Fernrohrlagen

Um den Temperatureinfluß eliminieren zu können, wurde nunmehr über Empfehlung der Firma Zeiß ein Allheilmittel der Geodäsie nämlich die Beobachtung und optische Distanzmessung in der 1. und 2. Fernrohrlage durchgeführt.

Diese Beobachtungen wurden ein Jahr später im Frühjahr 1935 in der gleichen Versuchsordnung durchgeführt, wobei allerdings nur mehr fünf Instrumente und zwar die Redta 22.724, 26.068, 26.160, 36.702, und 36.704 zur Verfügung standen, da die Redta 18.609 und 22.688 nicht in Wien waren.

Die optische Distanzmessung in Lage II ist allerdings etwas umständlich, da die Bezifferung der Distanzlatte nur durch Kippen des Fernrohres abgelesen werden kann, da jetzt die Lattenhälfte, die die Bezifferung trägt, durch das Noniushalbbild verdeckt wird. Auch die cm-Trommel muß entgegengesetzt umbeziffert werden, oder es müßte die Trommellesung zumindest gegensinnig umgerechnet werden.

Infolge Raummangel wurden nicht die einzelnen Beobachtungen dieser Versuchsreihe sondern bereits die ausgeglichenen Elemente der Temperaturgeraden in Tabelle 9 vorgeführt, wobei alle Werte aus Beobachtungen auf der 110 m-Basis stammen. Man ersieht daraus, daß die Erwartung einer Distanzkomensation tatsächlich berechtigt war, wenn diese auch nicht vollkommen aufgetreten ist. Die Mittel der Distanzgleichungen von beiden

Tabelle 7.
Temperatur-Justierung des Redta 26.160.

Keilstellung	Justierungstemperatur	Distanzänderung bei 110 m mm	Anmerkung
1	2	3	4
+ 10·0	—	+ 100	Mittel aus 3 Beobachtungs-serien
+ 5·0	— 24·5°		
+ 4·5	— 17·4°	+ 97	
+ 4·0	— 10·2°		
+ 3·5	— 3·0°		
+ 3·0	+ 4·2°		
+ 2·5	+ 11·4°		
+ 2·0	+ 18·6°		
+ 1·5	+ 25·8°		
+ 1·0	+ 33·0°		
+ 0·5	+ 40·2°	— 94	
0	+ 47·4°		
— 5·0	—	— 118	
— 10·0	—		

Fernrohrlagen beseitigen den Temperatureinfluß bis auf geringe verbliebene Reste. Die Distanzmessung in der II. Fernrohrlage ergibt bei den Instrumenten 22.724, 26.068, 26.160 und 36.702 mit ursprünglich steigender Tendenz, nunmehr eine fallende Tendenz und das Instrument 36.704, mit ursprünglich fallender, nunmehr eine steigende Tendenz. Allerdings ist auch ersichtlich, daß die Größe dieser entgegengesetzten Einflüsse verschieden ist, sodaß keine vollständige Kompensation auftritt.

Die Mittelwerte aus den Distanzmessungen in Fernrohrlage I und II wurden ebenfalls in Tabelle 9 in Spalte 4 ausgewiesen und man ersieht daraus, daß sich bei Verwendung dieses Mittels die Redta 22.724, 26.160 und 36.704 bedeutend kompensiert haben, während bei Redta 26.068 und 36.702 diese Kompensation zu stark war, so daß dieselben wieder die ungefähr gleiche Temperaturempfindlichkeit, nur mit gewechselter Tendenz besitzen. In diesen beiden Fällen ist also eine Umkehrung des Temperatureinflusses aufgetreten.

Tabelle 8.
Schlußergebnis mit Latteneinfluß.

Instrument Nr.	Distanzänderung in mm pro 100 m u. 10° Temperatursteigerung					An- merkung
	auf der 110 m Basis	auf der 79 m Basis	auf der 57 m Basis	Mittel		
				mit	ohne	
				Latteneinfluß		
1	2	3	4	5	6	7
18.630	—	—	—	— 70	— 59	Fallende Tendenz
36.704	— 58	— 54	— 52	— 55	— 44	
22.688	— 47	— 43	— 43	— 44	— 33	
18.609	— 27	— 21	— 28	— 25	— 14	
26.068	+ 11	+ 14	+ 10	+ 11	+ 22	Steigende Tendenz
26.160	+ 12	+ 17	+ 14	+ 15	+ 26	
22.724	+ 15	+ 18	+ 20	+ 18	+ 29	
36.702	+ 15	+ 20	+ 17	+ 17	+ 28	

Für die Verwendung in der laufenden Praxis sind allerdings bei Messung in beiden Fernrohrlagen nunmehr alle obigen Instrumente wohl genügend genau kompensiert, da man schließlich unter den Ausdehnungskoeffizienten von Stahl (+12 mm | 100 m | +10°) wohl nicht hinunter zu gehen braucht, da bei Stahlbandmessungen schließlich dieser Faktor, wenn es nicht ausgesprochene Feinmessungen sind, doch ebenfalls vernachlässigt wird. Die Messung in beiden Fernrohrlagen scheint also tatsächlich das Uebel der Temperaturempfindlichkeit praktisch zu beseitigen. In der Praxis wäre es also nur nötig, am Anfang und am Ende einer Messungsreihe eine Distanz, wobei es nicht einmal die gleiche Distanz sein braucht, in beiden Fernrohrlagen zu messen. Aus dem Distanzmittel kann dann die Korrektur

berechnet werden und an die übrigen, nur in einer Fernrohrlage gemachten Messungen rechnerisch angebracht werden. Allerdings scheint die späterhin angeführte Methode der Temperaturablesung mit entsprechender Keilverdrehung einfacher zu sein, wenn man ein genau geeichtes Instrument hat. Die Kompensation durch Messung in beiden Fernrohrlagen spricht aber, wie W. Schneider in seiner Arbeit anführt, dafür, daß die Mutmaßung von Berroth, daß der Sitz der Temperaturempfindlichkeit in den Drehkeilen liegt, nicht möglich ist, die Ursache vielmehr wo anders gelegen ist.

VIII. Schlußbemerkungen

Da es auf Grund der Untersuchung der ersten sieben Instrumente feststand, daß starke unregelmäßige Temperatureinflüsse bestehen, wurde nun an die Untersuchung der übrigen 39 Instrumente gegangen, die im Frühjahr 1935 auf den 3 Basisstrecken in gleicher Weise, wie oben beschrieben, durchgeführt wurde. Die bereits gemittelten Ergebnisse für alle 46 Instrumente sind übersichtlich in Tabelle 10 vorgeführt. Man sieht, daß 20 Instrumente mit fallender und 26 Instrumente mit steigender Tendenz vorhanden sind. Ferner ersieht man auch die wichtige Tatsache, daß die Temperaturkoeffizienten von 19 Instrumenten so klein sind, daß sie praktisch als unempfindlich bezeichnet werden können, so daß nur ungefähr nur jedes zweite Instrument nachträglich kompensiert werden müßte. Die Temperaturempfindlichkeit erstreckt sich aber, wie man außerdem sieht, nicht nur auf eine einzelne, sondern leider auf alle bisher herausgebrachten Typen.

Zur Unschädlichmachung des Temperatureinflusses auf die Distanzmessung mit dem Redta bestehen nunmehr zwei verschiedene Möglichkeiten:

1. Rechnerische Berücksichtigung.
2. Konstruktion eines temperaturunempfindlichen Instrumentes.

Tabelle 9.
Distanzmessung in beiden Fernrohrlagen.

Instru- men- ten Nr.	I. Fernrohrlage		II. Fernrohrlage		Mittel	An- mer- kung
	$D_I = Do^I (1 + a_I t)$	Tendenz	$D_{II} = Do^{II} (1 + a_{II} t)$	Tendenz		
1	2	3	4	5	6	7
36.704	$D = 110.259 (1 - 0.000058 t)$	Fallend	$D = 110.205 (1 + 0.000038 t)$	Steigend	$D = 110.232 (1 - 0.000010 t)$	Fallend
26.068	$D = 110.141 (1 + 0.000011 t)$	Steigend	$D = 110.317 (1 - 0.000040 t)$	Fallend	$D = 110.229 (1 - 0.000014 t)$	Fallend
26.160	$D = 110.116 (1 + 0.000012 t)$	"	$D = 110.307 (1 - 0.000017 t)$	"	$D = 110.212 (1 - 0.000002 t)$	Kompensiert
22.724	$D = 110.121 (1 + 0.000015 t)$	"	$D = 110.270 (1 - 0.000009 t)$	"	$D = 110.195 (1 + 0.000003 t)$	"
36.702	$D = 110.117 (1 + 0.000015 t)$	"	$D = 110.330 (1 - 0.000044 t)$	"	$D = 110.223 (1 - 0.000014 t)$	Fallend

ad 1) Bei der rechnerischen Kompensation des Temperatureinflusses müßten vorerst an den Instrumententrägern Thermometer aufmontiert werden, die allerdings sehr kompendiös sein könnten, da die Temperaturbestimmung auf 1—2 Grade genau genügt. Ferner müßten alle Justierungskeilkonstanten bestimmt werden, so daß man in der Lage wäre, für jedes Instrument und jede Temperatur die zugehörige Justierungskeilstellung anzugeben. Man müßte also für jedes Instrument eine handliche Kompensationstemperaturtabelle ausarbeiten. Eventuell könnte sogar der Justierungskeil direkt nach Temperaturgraden beziffert werden. Bemerkt sei aber noch, daß außer der Justierung bezüglich der persönlichen Gleichung, dann noch die Berücksichtigung der Projektionsvergrößerung δL und der Höhenverkürzung δH unabhängig davon mit dem Justierungskeil durgeführt werden muß. Da infolgedessen die richtige Stellung des Justierungskeiles nur sehr kompliziert festzustellen ist, wäre es vielleicht angezeigt, den Justierungskeil mit seiner Merkteilung zusammen drehbar zu gestalten und außerhalb eine feste unbewegliche Skala anzubringen, die nach Temperaturgraden beziffert ist. In diesem Falle wäre die Feldarbeit auch mit temperaturempfindlichen Redtas alter Konstruktion verhältnismäßig sehr bequem. In Abbildung 4 sind für das Instrument 26.160 die zugehörigen Justierungskeilstellungen eingezeichnet und in Tabelle 7 numerisch ausgewiesen, bei denen dieses Instrument bei den verschiedenen Temperaturen den Längensollwert zeigt. Die Wirkung dieses Justierungsvorsatzkeiles ist trotz der scheinbar serienmäßigen Herstellung bei jedem Instrument verschieden und innerhalb der Teilung (von +10 über 0 zu -10) ebenfalls nicht gleichmäßig. Dies letztere kommt in Tabelle 7 in der 3. Spalte gut zum Ausdruck, wo die gleich starken Verdrehungen 0 bis -5 und -5 bis -10 einen Wirkungsunterschied in der Distanzablesung (bei 110 m) von 24 mm ergibt. Dies ist darin begründet, daß für die letzte Abstimmung des Instrumentes im Werke, nach einer Mitteilung der Firma Zeiß, der Korrektionskeil natürlich ein klein wenig verdreht wird und dann die Teilung nicht mehr ganz symmetrisch zum Hauptschnitte des Keiles liegt. Dadurch ist man aber leider gezwungen jedes Instrument sehr genau individuell zu überprüfen. Allerdings war die Teilung des Korrektionskeiles von der Firma Zeiß bloß als Merk- und nicht als Meßteilung gedacht. Für temperaturempfindliche Instrumente muß diese Teilung aber schließlich doch als Meßteilung dienen.

Falls man aber bei konstanter Stellung des Justierungsvorsatzkeiles arbeiten will, was allerdings vermutlich langwierig ist, ist man gezwungen, die entsprechenden Temperaturkorrekturen der Distanzen rechnerisch an die gemessenen Werte anzubringen. In den österreichischen Feldmustern für Polygonzüge (Muster 44) sind unter den Stellen, an denen die Distanzen eingetragen werden, ohnedies bereits Zeilen für die Anbringung von Verbesserungen vorhanden, die ursprünglich allerdings für andere Längenkorrekturen gedacht waren, so daß das österreichische Muster ohne Aenderung auch für temperaturempfindliche Instrumente brauchbar ist.

Tabelle 10.
Temperaturkoeffizienten von 46 Redta.

Distanzeinfluß in mm pro 100 m und 10° Temperaturanstieg							
Fallende Tendenz				Steigende Tendenz			
Redta Nr.	Type	mm	Anmerkung	Redta Nr.	Type	mm	Anmerkng
1	2	3	4	5	6	7	8
26.132	3	- 68	Wurden nach- träglich tempe- raturunempfind- lich gemacht	22.750	2	+ 4	Praktisch unempfindlich
<u>36.704</u>	4	- 55		26.117	3	+ 5	
<u>22.688</u>	2	- 44		22.746	2	+ 6	
<u>26.073</u>	3	- 38		36.754	4	+ 7	
<u>18.609</u>	1	- 25		22.721	2	+ 8	
<u>22.723</u>	2	- 25		26.110	3	+ 10	
26.115	3	- 24		<u>26.068</u>	3	+ 11	
22.686	2	- 21		<u>26.157</u>	3	+ 13	
36.755	4	- 19		26.134	3	+ 15	
26.074	3	- 11		<u>26.160</u>	3	+ 15	
26.116	3	- 10	26.119	3	+ 17	Praktisch unempfindlich	
26.145	3	- 10	26.137	3	+ 17		
36.729	4	- 9	<u>36.702</u>	4	+ 17		
22.713	2	- 8	26.146	3	+ 18		
36.670	4	- 7	<u>22.724</u>	2	+ 18		
22.719	2	- 6	22.722	2	+ 21		
26.149	3	- 5	22.685	2	+ 22		
22.714	2	- 4	36.791	4	+ 23		
26.118	3	- 4	26.150	3	+ 26		
26.136	3	- 4	36.786	4	+ 27		
			26.158	3	+ 30	Wurden nach- träglich tempe- raturunempfind- lich gemacht	
			22.725	2	+ 35		
			26.135	3	+ 35		
			26.147	3	+ 35		
			26.075	3	+ 37		
			36.703	3	+ 64		
20 Instrumente				26 Instrumente			

Um den Temperatureinfluß bei der Distanzmessung zumindest für geschlossene Vermessungsgebiete einheitlicher zu gestalten, wenn man schon nicht in der Lage ist, denselben zu vernachlässigen, wäre es angezeigt, in solchen Fällen Instrumente mit gleicher Tendenz zu verwenden. Also in einer Gemeinde z. B. die Instrumente 36.702, 22.724 und 26.160. Dadurch wird zumindest erreicht, daß die geringeren Temperaturschwankungen, die

voraussichtlich ja doch vernachlässigt werden, sich nicht in dem Ausmaße auswirken, daß sie die Güte der Vermessungen gefährden, da dadurch krasse einseitig systematische Fehleranhäufungen vermutlich vermieden werden.

Auch die im VII. Abschnitt näher besprochene optische Distanzmessung in beiden Fernrohrlagen gehört hier angeführt.

ad 2) Die rechnerische Berücksichtigung des Temperatureinflusses stellt zweifelsohne eine bedeutende Vermehrung und Belastung der Vermessungsarbeit dar und es wäre wohl wünschenswert, daß es gelingen möge, von der Temperatur unabhängige Redtas zu erzeugen. Da die Möglichkeit hiezu vorhanden ist, sieht man deutlich aus Tabelle 10, wonach es doch gelingen müßte, durch ausschließliche Verwendung der Konstruktionsprinzipien der unempfindlichen Instrumente, also durch Konstruktion eines neutralen Instrumentes, die Temperaturschwierigkeiten zu umgehen.

Die Prüfungsergebnisse bezüglich der ersten sieben Redtas wurden seinerzeit der Firma Zeiß bekannt gegeben, die nunmehr darauf fußend und auf Grund der Arbeiten von Berroth eigene systematische Untersuchungen einleitete. Auf Grund derselben ist es nunmehr, wie es aus der Arbeit von W. Schneider „Der Temperatureinfluß beim Boßhardt-Zeiß Reduktions-tachymeter (Redta)“ Z. f. Instrumentenkunde (1936), ersichtlich ist, der Firma Zeiß tatsächlich gelungen, temperaturunempfindliche Instrumente zu erzeugen. Die näheren Details können in dieser Arbeit nachgelesen werden. Alle in Zukunft erzeugten Instrumente werden in dieser Beziehung einwandfrei sein. Begrüßenswerter Weise ist es aber auch gelungen, bei den Redtas älterer Konstruktion, soweit sie temperaturempfindlich sind, die Temperaturempfindlichkeit durch Auswechseln des empfindlichen Teiles nachträglich zu beseitigen. Vier solcher Instrumente des österreichischen Vermessungsamtes und zwar diejenigen mit den Nummern 26.132, 36.704 und 26.075, 36.703 wurden von der Firma Zeiß im Frühjahr 1936 bereits auf diese Weise umgebaut, was sich bestens bewährt hat, da diese vier Instrumente nunmehr tatsächlich praktisch gegen Temperatureinflüsse unempfindlich geworden sind. Besonders erfreulich ist die Tatsache, daß, wie sich aus Tabelle 10 ergibt, sonach sowohl 2 Instrumente mit fallender, als auch 2 Instrumente mit steigender Tendenz nachträglich temperaturunempfindlich gemacht werden konnten, so daß der Firma Zeiß diese Umänderung einwandfrei und tatsächlich für jeden vorkommenden Fall gelungen ist. Auf Grund der günstigen Erfahrungen mit den obigen 4 unempfindlich gemachten Instrumenten, wurden vom Bundesamte die restlichen, empfindlichen Instrumente zur nachträglichen Verbesserung der Firma übergeben, so daß nunmehr in Wien nur mehr temperaturunempfindliche Redtas in Verwendung stehen.

Mit der Veröffentlichung dieser Arbeit wurde absichtlich bis zur Beendigung dieser Umkonstruktion durch die Firma Zeiß zugewartet, da dieselbe naturgemäß einige Zeit beansprucht hat und das Ergebnis derselben doch erst abgewartet werden wollte, um einen sowohl für den Benützer als auch Erzeuger positiven Abschluß dieser Arbeit verzeichnen zu können.

Wien, am 17. II. 1936.

Einfache Tafeln zur Umwandlung alter Winkelteilung in neue Winkelteilung.

Von Vermessungsrat Gelbke in Luckau N.-L.

Der Runderlaß des Reichs- und Preußischen Ministers des Innern vom 18. 10. 1937 betr. Einheitliches Winkelmaß im Vermessungsdienst (VI A 7370/6818) macht in der Folgezeit zahlreiche Umrechnungen von alter Winkelteilung in neue Winkelteilung erforderlich. Für die Umrechnung stehen bereits einige Tafeln zur Verfügung, z. B. im Kalender für Landmessungswesen und Kulturtechnik 1938 (Verlag Konrad Wittwer, Stuttgart), im Deutschen Landmesser-Kalender 1938 (Verlag H. Wichmann, Berlin) und die kürzlich von der Katasterverwaltung herausgegebenen Tafeln.

Die Tafeln in den Kalendern haben zwar den Vorteil, daß sie auf einer Seite untergebracht sind, machen dafür aber kleine Hilfsrechnungen auf besonderem Blatt erforderlich (siehe die Beispiele unten auf den genannten Tafeln). Für die Ablesung bequemer ist die von der Katasterverwaltung herausgegebene Tafel 1 zur Umrechnung von alter Winkelteilung in neue Winkelteilung. Allerdings mußte diese Annehmlichkeit dadurch teuer erkauft werden, daß 71 Seiten benötigt wurden, wobei zahlreiche Wiederholungen ganzer Zahlenreihen notwendig waren. Endlich sei auf eine neue Tafel von Sust hingewiesen, die im Verlag Konrad Wittwer in Stuttgart soeben erschienen ist.

Es lag der Gedanke nahe, eine Tafel zu entwerfen, die die Vorteile der beiden genannten Tafeln vereint und die Nachteile ausschaltet. Folgende Voraussetzungen sollen also erfüllt sein:

1. Nebenrechnungen auf besonderem Blatt sollen nicht erforderlich sein,
2. die Tafel soll auf einer Seite untergebracht sein,
3. Wiederholungen von Zahlenreihen sollen nach Möglichkeit vermieden werden.

Unter diesem Gesichtspunkt wurde die dargestellte Tafel entworfen, deren Vorzüge gegenüber den vorgenannten Tafeln man schon nach Durchrechnung einiger Beispiele feststellen kann.

Zur Erläuterung der Anwendung dient nachstehende

Beschreibung und Gebrauchsanweisung:

Die Tafel setzt sich aus drei Einzelfafeln zusammen. Tafel 1 und Tafel 2 gehören eng zusammen und bewirken die Umwandlung der Grade und Minuten alter Teilung in neue Teilung. Tafel 3 dient zur Umwandlung der Sekunden a. T. in n. T.

Tafel 1 enthält links die durch 9 teilbaren Grade a. T. und rechts unterhalb die Verbesserungen, die anzubringen sind, um auf die Grade n. T. zu kommen, z. B.: $216^{\circ} = 216^{\circ} + 24^{\circ} = 240^{\circ}$.

Für die zwischen den durch 9 teilbaren Zahlen liegenden Gradwerte wird zunächst aus Tafel 1 rechts neben dem jeweiligen Zwischenraum das Korrektionsglied für die Grade entnommen. Dann bildet man den Unterschied

Umwandlung alter Winkelteilung in neue Winkelteilung.

Tafel 2

Tafel 3

Tafel 1

°	+
0	0
9	1
18	2
27	3
36	4
45	5
54	6
63	7
72	8
81	9
90	10
99	11
108	12
117	13
126	14
135	15
144	16
153	17
162	18
171	19
180	20
189	21
198	22
207	23
216	24
225	25
234	26
243	27
252	28
261	29
270	30
279	31
288	32
297	33
306	34
315	35
324	36
333	37
342	38
351	39
360	40

0°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	c	cc
0	54	48	42	36	30	24	18	12	6	00 00
1	55	49	43	37	31	25	19	13	7	01 85
2	56	50	44	38	32	26	20	14	8	03 70
3	57	51	45	39	33	27	21	15	9	05 56
4	58	52	46	40	34	28	22	16	10	07 41
5	59	53	47	41	35	29	23	17	11	09 26
6	0	54	48	42	36	30	24	18	12	11 11
7	1	55	49	43	37	31	25	19	13	12 96
8	2	56	50	44	38	32	26	20	14	14 81
9	3	57	51	45	39	33	27	21	15	16 67
10	4	58	52	46	40	34	28	22	16	18 52
11	5	59	53	47	41	35	29	23	17	20 37
12	6	0	54	48	42	36	30	24	18	22 22
13	7	1	55	49	43	37	31	25	19	24 07
14	8	2	56	50	44	38	32	26	20	25 93
15	9	3	57	51	45	39	33	27	21	27 78
16	10	4	58	52	46	40	34	28	22	29 63
17	11	5	59	53	47	41	35	29	23	31 48
18	12	6	0	54	48	42	36	30	24	33 33
19	13	7	1	55	49	43	37	31	25	35 19
20	14	8	2	56	50	44	38	32	26	37 04
21	15	9	3	57	51	45	39	33	27	38 89
22	16	10	4	58	52	46	40	34	28	40 74
23	17	11	5	59	53	47	41	35	29	42 59
24	18	12	6	0	54	48	42	36	30	44 44
25	19	13	7	1	55	49	43	37	31	46 30
26	20	14	8	2	56	50	44	38	32	48 15
27	21	15	9	3	57	51	45	39	33	50 00
28	22	16	10	4	58	52	46	40	34	51 85
29	23	17	11	5	59	53	47	41	35	53 70
30	24	18	12	6	0	54	48	42	36	55 56
31	25	19	13	7	1	55	49	43	37	57 41
32	26	20	14	8	2	56	50	44	38	59 26
33	27	21	15	9	3	57	51	45	39	61 11
34	28	22	16	10	4	58	52	46	40	62 96
35	29	23	17	11	5	59	53	47	41	64 81
36	30	24	18	12	6	0	54	48	42	66 67
37	31	25	19	13	7	1	55	49	43	68 52
38	32	26	20	14	8	2	56	50	44	70 37
39	33	27	21	15	9	3	57	51	45	72 22
40	34	28	22	16	10	4	58	52	46	74 07
41	35	29	23	17	11	5	59	53	47	75 93
42	36	30	24	18	12	6	0	54	48	77 78
43	37	31	25	19	13	7	1	55	49	79 63
44	38	32	26	20	14	8	2	56	50	81 48
45	39	33	27	21	15	9	3	57	51	83 33
46	40	34	28	22	16	10	4	58	52	85 19
47	41	35	29	23	17	11	5	59	53	87 04
48	42	36	30	24	18	12	6	0	54	88 89
49	43	37	31	25	19	13	7	1	55	90 74
50	44	38	32	26	20	14	8	2	56	92 59
51	45	39	33	27	21	15	9	3	57	94 44
52	46	40	34	28	22	16	10	4	58	96 30
53	47	41	36	29	23	17	11	5	59	98 15

"	c	cc
0	1	0
1	2	3
2	3	6
3	4	9
4	5	12
5	6	15
6	7	19
7	8	22
8	9	25
9	10	28
10	11	31
11	12	34
12	13	37
13	14	40
14	15	43
15	16	46
16	17	49
17	18	52
18	19	56
19	20	59
20	21	62
21	22	65
22	23	68
23	24	71
24	25	74
25	26	77
26	27	80
27	28	83
28	29	86
29	30	90
30	31	93
31	32	96
32	33	99
33	34	1 02
34	35	1 05
35	36	1 08
36	37	1 11
37	38	1 14
38	39	1 17
39	40	1 20
40	41	1 23
41	42	1 27
42	43	1 30
43	44	1 33
44	45	1 36
45	46	1 39
46	47	1 42
47	48	1 45
48	49	1 48
49	50	1 51
50	51	1 54
51	52	1 57
52	53	1 60
53	54	1 64
54	55	1 67
55	56	1 70
56	57	1 73
57	58	1 76
58	59	1 79
59	60	1 82

zwischen der gegebenen Gradzahl a. T. und der nächst niederen in Tafel 1 links angegebenen Gradzahl (der Unterschied ist also eine der Zahlen von 0 bis 8) und geht mit diesem Unterschied als einem Argument sowie der gegebenen Minutenzahl als zweitem Argument in die Tafel 2 ein, wo man ganz rechts die Minuten und Sekunden n. T. ablesen kann. Liegt das Argument der gegebenen Minuten rechts oder oberhalb der Treppenlinie, so ist zu der nach Tafel 1 ermittelten Gradzahl n. T. ein weiterer Grad zu addieren. Bei den ersten Umwandlungen mit der vorliegenden Tafel wird man es zunächst als lästig empfinden, daß man bei der Umwandlung nach Tafel 1 nicht sofort weiß, ob nicht gemäß Tafel 2 noch ein weiterer Grad zu addieren ist. Indes schon nach weniger Uebung ist man mit der Tafel so vertraut, daß man bei der Umwandlung in Tafel 1 mit kurzem Seitenblick nach Tafel 2 feststellt, ob ein weiterer Grad zu addieren ist oder nicht.

Tafel 3 dient zur Umwandlung der gegebenen Sekunden a. T. in n. T. Die Sekunden müssen genau wie bei der von der Katasterverwaltung herausgegebenen Tafel zu den umgewandelten Graden und Minuten addiert werden. Diese kleine, ohne weiteres im Kopf auszuführende Addition ist hier dadurch erleichtert, daß Tafel 3 und die Ablesestelle von Tafel 2 direkt nebeneinander liegen.

Einige Beispiele zeigen anschaulicher den einfachen Gang der Umwandlung. Hierbei sind lediglich zur Erläuterung Zwischenwerte angegeben, die man bei der praktischen Umwandlung nicht niederschreiben braucht.

1. $46^{\circ} 12'$ sei umzuwandeln in n. T. 46 liegt in Tafel 1 zwischen 45 und 54. Rechts daneben steht die Zahl 5; demnach $46^{\circ} + 5^{\circ} = 51^{\circ}$. Mit den Argumenten 1° ($46^{\circ} - 45^{\circ}$) und $12'$ gehe man in Tafel 2 ein, wo man ganz rechts abliest $33^{\circ} 33^{\text{cc}}$.

Mithin Lösung: $51^{\circ} 33^{\circ} 33^{\text{cc}}$.

2. $275^{\circ} 31'$ sei umzuwandeln n. T. Tafel 1: $275 + 30 = 305^{\circ}$
Tafel 2: Argumente: 5° ($275 - 270$) und $31'$. $31'$ in diesem Fall rechts oberhalb der Treppenlinie, mithin $+1^{\circ}$. Hinzu Ablesung in Tafel 2 ganz rechts ergibt als Lösung: $306^{\circ} 12^{\circ} 96^{\text{cc}}$.

3. $350^{\circ} 05' 33''$ sei umzuwandeln in n. T.

Tafel 1: $350 + 38 = 388^{\circ}$

Tafel 2: Argumente 8° ($350 - 342$) und $05'$: $98^{\circ} 15^{\text{cc}}$

Tafel 3: $1^{\circ} 02^{\text{cc}}$

Lösung: $388^{\circ} 99^{\circ} 17^{\text{cc}}$.

4. $204^{\circ} 59' 10''$ sei umzuwandeln in n. T.:

Tafel 1: $204 + 22 = 226$, zugleich mit kurzem Seitenblick nach Tafel 2: $+1^{\circ}$. Tafel 2 ganz rechts: $75^{\circ} 93^{\text{cc}}$

Tafel 3: 31^{cc}

Lösung: $227^{\circ} 76^{\circ} 24^{\text{cc}}$

Die eingangs erwähnte Voraussetzung, Wiederholungen von Zahlenreihen möglichst zu vermeiden, ist bei der vorliegenden Tafel insofern nicht ganz erfüllt, als in der Tafel 2 die Zahlenreihe 0 bis 59 9 mal erscheint. Auch diese Wiederholung läßt sich durch einfache Linienkonstruktion vermei-

den[:], wenn man beachtet, daß die gleichen Zahlen der Tafel 2 auf einer Geraden liegen (z. B. die Zahlen 0 im Knie der Treppenlinie. Auch eine solche Tafel, bei der also die Zahlen 0 bis 59 in Tafel 2 nur einmal erscheinen, wurde entworfen. Die Tafel ist aber zum Abdruck im Format dieser Zeitschrift nicht geeignet, da die Linien zu dicht laufen würden. Zweckmäßig würde man auch die Linien in verschiedenen Farben darstellen, um die Uebersichtlichkeit zu erhöhen.

Eine weitere Lösung, die Zahlenreihe 0 bis 59 in Tafel 2 nur einmal erscheinen zu lassen, und dabei die Größe der Tafel auf etwa $\frac{1}{3}$ herabzusetzen, besteht darin, daß man die Zahlenreihe 0 bis 59 der Tafel 2 unter „00“ verschiebbar neben der Zahlenreihe unter „e“ (Tafel 2 ganz rechts) anbringt und die verschiedenen Stellungen des Schiebers durch geeignete Marken kenntlich macht. Die ganze Umwandlungstafel läßt sich dann auf einen verhältnismäßig schmalen Rechenschieber unterbringen, wenn man etwa folgende Einteilung wählt: Oberer fester Teil des Stabes: Tafel 1, Schieber: Zahlenreihe 0 bis 59 (wie in Tafel 2 unter „00“), unterer fester Teil des Stabes: Zahlenreihe 000 bis 98 15 wie in Tafel 2 ganz rechts, Rückseite des Stabes: Tafel 3.

Die Zahlen wären entgegen der sonst üblichen Beschriftungsart der Rechenschieber quer zu schreiben. Die Präzision der sonstigen Rechenschieber ist nicht erforderlich.

Einheitliche Nullpunktshöhe der Pegel im deutschen Tidegebiet der Nordsee und an der deutschen Ostseeküste.

Von Regierungsrat Dr.-Ing. Gronwald, Berlin.

Zwei gemeinsame Erlasse des Reichs- und des Preußischen Verkehrsministers und des Reichs- und Preußischen Ministers für Ernährung und Landwirtschaft sind für die Vereinheitlichung des Pegelwesens und damit für eine Vereinfachung der Auswertung und Beurteilung der Wasserstände im Nord- und Ostseeküstengebiet von ausschlaggebender Bedeutung. Der Erlaß vom 5. April 1935 — W 4 T 2. 320/34 RVM. — VI 3931 RMfEuL. — ordnet an, daß alle der Wasserstandsbeobachtung dienenden Pegel im deutschen Tidegebiet der Nordsee, die im Eigentum der Reichswasserstraßenverwaltung und der Länder stehen, mit ihrem Nullpunkt einheitlich und einmalig auf N.N. — 5,000 m im neuen System des Reichsamts für Landesaufnahme umzulegen sind. Als Zeitpunkt, von dem an die Wasserstandsangaben im deutschen Tidegebiet nach der neuen Höhenlage der Pegelnullpunkte gelten sollen, ist der 1. November 1935, der Beginn eines neuen Abflußjahrfünfts (1936—1940), bestimmt.

Nach dem zweiten Erlaß vom 22. März 1938 — W 4 T 2. 112 RuPrVM. — VI/4. 35055 RuPrMfEuL. — sind alle Pegel an der Ostseeküste, in den Haffen und an den Wasserläufen innerhalb des Rückstaugebiets dieser Gewässer,

die im Eigentum der Reichswasserstraßenverwaltung und der Länder stehen, sofern sie dauernden Zwecken dienen, mit ihrem Nullpunkt alsbald ebenfalls einheitlich auf N.N. — 5,000 m im System des Reichsamts für Landesaufnahme umzulegen. Die Umlegung wird mit dem Beginn des Abflußjahres 1938, also am 1. November 1937 wirksam.

Schiffahrtspegel, die beispielsweise im Nordseegebiet auf Kartennull (mittlerem Springniedrigwasser) liegen, und sonstige Pegel, die nur eine vorübergehende Aufgabe zu erfüllen haben, werden von diesen Regelungen nicht betroffen. Weitere Ausnahmen bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung des zuständigen Ministers, die aber nur beim Vorliegen wichtiger Gründe zu erwarten ist.

Wie lagen nun bisher die Pegelnullpunkte in diesen Gebieten, welche Erwägungen führten zu dem gewählten Pegelhorizont und welche Vorteile treten durch die Neuregelungen ein?

Nach der im laufenden Jahrgang dieser Zeitschrift auf Seite 342 besprochenen Pegelvorschrift vom 14. September 1935, deren Grundsätze den jahrzehntelangen Erfahrungen entsprechen, ist die Höhenlage des Pegelnullpunktes so zu wählen, daß Ablesungen unter Null nicht vorkommen und dreistellige Wasserstandszahlen nur ausnahmsweise auftreten. Für die Beurteilung der Höhenlage eines Pegels sind nur die bei der Einmessung des Pegels festgelegten Sollhöhenunterschiede gegen die Pegelfestpunkte, nicht aber die Beziehungen zu N.N. zu benutzen. Ein bestimmter Pegelhorizont ist nicht vorgesehen, und so finden wir unter den im Reichsverkehrsblatt von 1936 Nr. 12 und 17 bekanntgegebenen etwa 190 für die Umlegung in Frage kommenden Pegeln des Tidegebiets Nullpunktslagen von — 10,000 m bis + 8,862 m zu N.N. Selbst in den einzelnen Beobachtungsgebieten waren die Höhenlagen nicht einheitlich, sondern, wie wir einem Aufsatz von Reg.- u. Baurat Dr.-Ing. Lange, in den Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie 1936, Heft 1, Seite 31—33 entnehmen, gab es beispielsweise für die an der Westküste von Schleswig-Holstein liegenden 20 Pegel 15 verschiedene Höhenlagen und im ganzen Tidegebiet für 176 Pegel 77 verschiedene Höhenlagen.

Dabei ist noch zu bemerken, daß das Tidegebiet der Nordsee sich nicht nur auf die Küste selbst beschränkt, sondern sich auf die Flüsse erstreckt, soweit die Tide auf deren Wasserführung Einfluß hat und der Rückstau reicht. Das ist bei der Ems etwa bis Papenburg, bei der Weser bis Bremen und bei der Elbe bis etwa 35 km oberhalb Harburg der Fall.

Eine gewisse Einheitlichkeit in der Höhenlage der Pegel war in den Ländern Hamburg und Bremen zu erkennen, da die Hamburger Pegel fast durchweg auf Hamburger Null = — 3,538 m zu N.N. im alten System der Landesaufnahme, die Bremer Pegel auf Bremer Null = + 2,284 m zu N.N. im alten System lagen. Eine Reihe von Pegeln an der Elbe lag mit ihrem Nullpunkt auf — 10,000 m zu N.N., und in Oldenburg hatte man N.N. ± 0,000 m als Pegelnullpunkt gewählt.

Die Höhenlage der Nullpunkte der Ostseepiegel schwankt zwischen N.N. — 2,475 m (Pillau) und N.N. — 0,277 m (Kiel), und unter den im Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands für das Abflußjahr 1935 veröffentlichten Pegeln befinden sich nicht zwei, deren Höhenlage sich deckt, so daß eine unmittelbare Vergleichsmöglichkeit der Beobachtungen nicht besteht.

Für die Pegel des Geodätischen Instituts in Arkona, Warnemünde, Wismar, Travemünde und Marienleuchte ist zwar ein einheitlicher Bezugshorizont angegeben, jedoch nicht im System der Landesaufnahme, sondern in einem Sondersystem des Geodätischen Instituts.

Der Rückstau reicht bei den in die Ostsee mündenden Flüssen verschieden weit und zwar schätzungsweise bei der Trave bis etwa Lübeck, bei der Oder bis etwa Stettin, und beim Pregel bis etwa Tapiaw. Die Gesamtzahl der umzuliegenden Pegel im Ostseeküstengebiet läßt sich noch nicht angeben.

Für die Tidepegel der Nordsee, deren Umlegung ja zuerst erfolgte, waren folgende Erwägungen gegen und für die Umlegung und über die zu wählende Lage und den Zeitpunkt der Umlegung maßgebend: Gegen die Umlegung der Pegel, die bei den meisten um ein un rundes Maß erfolgen mußte, sprach einmal der Umstand, daß die Wasserstandsbeobachtungen nach der Umlegung der Pegel, von denen manche schon seit 80 Jahren beobachtet wurden, nicht ohne weiteres mit denen vor der Umlegung verglichen werden können. Hier muß demnach eine einmalige Umrechnung mindestens der Wasserstandshauptzahlen (im Tidegebiet: Tideniedrig- und Tidehochwasser mit den niedrigsten, mittleren und höchsten Werten für Monate, Halbjahre, Jahre und mehrere Jahre zusammen, sowie die äußersten bekannten Wasserstände; außerhalb des Tidegebiets: den niedrigsten, mittleren und höchsten Wasserstand der Monate, Halbjahre und Jahre, mehrjährige Mittel und die äußersten bekannten Wasserstände) der früheren Zeit vorgenommen werden.

Des weiteren wurden als Gründe gegen die Umlegung angeführt, daß sich die an die alte Höhenlage gewöhnte Bevölkerung nur schwer an die neuen Wasserhöhen anpassen wird, daß ferner Siele und Schleusen nach den Wasserständen an den Pegeln betrieben werden, daß Ausbaupläne und Peilungspläne auf die alten Pegelhöhen bezogen sind und endlich, daß es nicht möglich sein werde, die einheitliche Höhenlage für alle Pegel auf die Dauer in absoluter Übereinstimmung zu halten, da mit regionalen Bewegungen der Erdoberfläche zu rechnen ist und auch die Wiederholung von Feinnivellements andere Höhen zu N.N. für die Pegelfestpunkte, wenn auch nur mit geringen Abweichungen, ergeben kann. Hier soll späteren häufigeren Umlegungen der Pegel die im Erlasse erwähnte „Einmaligkeit“ der Umlegung vorbeugen.

Den geschilderten Nachteilen stehen aber folgende erheblich überwiegender Vorteile gegenüber: Durch die Umlegung auf einen einheitlichen Pegelhorizont wird die Möglichkeit geschaffen, die gleichzeitige Wasserstandsbewegung im ganzen deutschen Tidegebiet ohne Umrechnung miteinander

vergleichen zu können, und damit laufend eine Vereinfachung und Erleichterung der Wasserstandsbeobachtungen erreicht. Bisher mußte allein die Deutsche Seewarte jährlich je rund 160 000 Tideniedrig- und Tidehochwasserhöhen umrechnen.

Wie der neue gemeinsame Pegelhorizont zu N.N. zu wählen war, bedurfte ebenfalls eingehender Erwägungen. Seekartennull mußte ausscheiden, weil es als mittlerer Springniedrigwasserstand einen Durchschnittswert von zeitlich begrenzter Dauer darstellt (im Durchschnitt etwa 15 cm unter N.N.). Die Wahl von N.N. $\pm 0,000$ m hätte den Vorteil gehabt, daß von den fraglichen Pegeln bereits 31 mit ihren Nullpunkten auf dieser Höhe lagen, und vor allem die Wasserstände ohne weiteres mit den auf N.N. bezogenen Höhenzahlen auf dem Lande vergleichbar gewesen wären. Die abwechselnd positiven und negativen Werte der Wasserstandszahlen hätten aber das Auftreten von Fehlern und Irrtümern begünstigt. Diese Nachteile werden bei einem Horizont von N.N. $- 5,000$ m vermieden. Es werden selbst im ungünstigsten Falle, und das trifft bei Wilhelmshaven zu, wo der niedrigste Tideniedrigwasserstand auf N.N. $- 4,41$ m liegt, nur positive Wasserstandszahlen erhalten. Ferner ist die Zahl $5,000$ m bei einem Vergleich mit den Höhen zu N.N. auf dem Lande leicht zu berücksichtigen.

Bei der Wahl des Zeitpunktes für die Umlegung der Nordseepegel war es einmal nötig, daß die zur Erforschung der Senkung der Nordseeküste vom Reichsamt für Landesaufnahme und von der Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements ausgeführten Feineinwägungen zum Abschluß gebracht waren; denn damit waren zuverlässige Höhenangaben für die Pegel zu N.N. durchweg im neuen System der Landesaufnahme vorhanden. Das war im wesentlichen im Frühjahr 1934 der Fall. Zum anderen war es zweckmäßig, als Umlegungszeitpunkt den Beginn eines nächsten neuen Abflußjahrfünfts, also den 1. November 1935, festzusetzen.

Gegen die Umlegung der Ostseepegel sprachen im allgemeinen dieselben Gründe wie bei den Tidepegeln.

Die Neuerrichtung von Pegeln an der Ostseeküste und in den Haffen hat hier den Anlaß zur Prüfung der Umlegungsfrage gegeben. Auch an der Ostsee waren die Vorteile einer Vergleichsmöglichkeit der gleichzeitigen Wasserstandswerte ohne Umrechnung, die sich aus einem einheitlichen Pegelhorizont ergeben, ein weiterer Anlaß.

Erschwert wurde jedoch der Entschluß zur Einführung eines einheitlichen Ostseepegelhorizonts dadurch, daß für das Küstengebiet westlich Travemünde (wie auch für das Nordseegebiet) das neue System des Reichsamts für Landesaufnahme maßgebend ist und für das Gebiet östlich Travemünde das alte System. Es läßt sich zur Zeit noch nicht übersehen, wann für das Küstengebiet Travemünde—Reichsgrenzen gegen Polen und Litauen das neue System eingeführt wird; für das Teilgebiet Travemünde—Dievenowmündung wird dies frühestens im Jahre 1942 der Fall sein, für den anderen Teil noch später. Wollte man also die Schaffung eines einheitlichen Ostseepegelhorizontes von dem Zeitpunkt der Einführung des neuen Systems der

Landesaufnahme für die ganze deutsche Ostseeküste abhängig machen, so würde das eine erhebliche Verzögerung bedeuten, die umso weniger zu verantworten wäre, als angenommen werden kann, daß die Höhenwerte der einzelnen Pegel beim Systemwechsel im ungünstigsten Falle nur um wenige Zentimeter geändert werden (westlich Travemünde beträgt die Differenz neues — altes System $+5$ bis $+9$ cm). Eine baldige Umlegung bringt aber die Vorteile eher zur Geltung, und das ist schon im Hinblick auf das mit dem Abflußjahr 1937 herauszugebende Reichsjahrbuch für die Gewässerkunde zweckmäßig, das nunmehr in dem ersten Jahrgang bereits die Werte auf den neuen Horizont beziehen wird.

Eine Umlegung auf das Mittelwasser der Ostsee, das dem Seekartennull entspricht, und mit N.N. $\pm 0,00$ m gleichbedeutend ist, hätte die gleichen Nachteile wie bei der Nordsee gebracht. Um in Zukunft nur positive Wasserstandszahlen zu erhalten, wäre es an sich ausreichend gewesen, als Ostseepegelhorizont N.N. $-3,000$ m vorzuschreiben. Die Vorteile eines einheitlichen Horizonts aller deutschen Küstenpegel sind jedoch im ganzen gesehen größer als kleine gebietliche Erschwernisse, die sich z. B. an ostpreußischen Wasserläufen durch vierstellige Wasserstandszahlen ergeben werden.

Das Geodätische Institut ist gebeten worden, seine Pegel ebenfalls auf N.N. $-5,000$ m zum gleichen Zeitpunkt umzulegen.

Eine Übersicht über die wichtigsten Nordsee- und Ostseepegel ist auf dem Blatt Nr. 20, Westerland, der Karte des Deutschen Reiches 1:100 000 enthalten, das entsprechend den neuen Bestimmungen sich in Umbearbeitung befindet.

Zeitsignale.

Das Oberkommando der Kriegsmarine gibt wie im Vorjahre den Teil „Zeitsignale“ des soeben erschienenen „Nautischen Funkdienstes 1938“ (in Vertriebe bei E. S. Mittler & Sohn, Berlin, Kochstr. 68/71) als Sonderdruck zum Preise von RM. 1.— heraus. Das 47 Seiten umfassende Heft bringt zunächst:

1. Einheitszeit auf See durch Anwendung von Zeitzonen,
2. Liste der Länder, die eine Einheitszeit eingeführt haben,
3. Die gebräuchlichsten Arten der Zeitsignale und zwei Tafeln zur Reduktion der Koinzidenzsignale auf mittlere Zeit und auf Sternzeit.

Dann folgt unter Berücksichtigung sämtlicher inzwischen eingetretenen Änderungen die Beschreibung von 71 verschiedenen Zeitsignalen der ganzen Welt. — Die am Schluß des Heftes gegebene Zusammenstellung aller Funkzeitzeichen nach MGZ (Weltzeit), die bei dem Aufsuchen von Zeitsignalen von besonderem Nutzen sein kann, ist beibehalten worden. Das Heft ist ferner mit einem Verzeichnis aller darin aufgeführten Sendestationen versehen. — Mit dieser jährlich neu erscheinenden amtlichen Zusammenstellung aller Funkzeitsignale wird dem Bedürfnis der an Zeitzeichen besonders interessierten Kreise Rechnung getragen.

Bücherschau.

Die mathematischen Vor- und Fachkenntnisse des Vermessungstechnikers. Von Hermann Kerszus, Stadtvermessungsinspektor, Stettin. Neueste Auflage Stettin 1937. 256 S. mit 133 Figuren. Preis RM. 5.50.

Geodätisches Rechnen. Anleitung zur Anwendung von Theorie und Praxis. Von Hermann Kerszus, Stadtvermessungsinspektor, Stettin. Neueste Auflage Stettin 1937. 144 S. nebst einer Beilage mit 79 Figuren. Preis RM. 3.—. Bestelladresse beider Bücher: Hermann Kerszus, Stettin.

Die erste Schrift soll dem Anfänger das mathematische Rüstzeug vermitteln, das der Vermessungstechniker zur Lösung der an ihn in der Praxis herantretenden Aufgaben braucht. Sie gliedert sich in fünf Kapitel: Aus der Arithmetik und Algebra. Aus der Planimetrie. Aus der Trigonometrie. Aus der Goniometrie. Aus der Stereometrie. Im ersten Kapitel vermißt man eine Erklärung der Logarithmen und eine Einführung in die Rechnung mit Logarithmen, obwohl Verfasser die Beispiele meist logarithmisch durchrechnet. Die Rechnungen im rechtwinkligen Koordinatensystem werden trotz ihrer Bedeutung für das Vermessungswesen in dieser Schrift nur ganz kurz gestreift. — Die zweite Schrift gibt zahlreiche Beispiele für Grundstücksteilungen, Schnittpunktberechnungen, Kleinpunktberechnungen, Polygonzugsberechnungen, Flächenberechnungen usw. Soweit hierfür amtliche Vordrucke vorgesehen sind, wird der Rechengang in ihnen erklärt. Der auf Selbstunterricht angewiesene Vermessungstechniker wird beide Bücher mit Vorteil benutzen.

Lehmann.

Wehrgeologie. Von Dr. Kurd v. Bülow, Professor an der Universität Rostock. Unter Mitarbeit von Major a. D. Dr. W. Kranz, Württemberg, Landesgeologie und Major Dipl.-Ing. E. Sonne, Inspekt. der Wehrbefestigungen. VIII, 170 Seiten mit 164 Abbildungen und 6 farbigen Karten. In Halbleinen RM. 6.80. Verlag von Quelle & Meyer in Leipzig.

Schon im Kriege wurde vom Chef des Kriegs-Vermessungswesens eine „Kriegsgeologie“ herausgegeben, die den Stäben eine Anleitung zu der dringend notwendig gewordenen Berücksichtigung geologischer Verhältnisse für militärische Zwecke geben sollte. Damals wurden von anonymen Bearbeitern Standfestigkeit und Wasserführung des Bodens sowie in der Hauptsache der Stellungsbau, Minierkrieg und die Wasserversorgung behandelt. In dieser „Wehrgeologie“ sind diese Kapitel nicht bloß erweitert, sondern auch sorgfältiger durchgearbeitet worden, als es damals geschehen konnte. Abhandlungen über Straßen- und Bahnbau, Kampfwagenabwehr sowie Schalleitung im Boden beim Abhören und anderes mehr sind dazu gekommen. Das Buch, das keine geologischen Kenntnisse voraussetzt, kann allen wehrtechnisch interessierten Fachgenossen angelegentlich empfohlen werden.

Lange.

Mitteilungen der Geschäftsstelle.

Dem Katasteramt Oberhausen (Rhld.) ist im Leistungskampf der deutschen Betriebe 1937/38 (als einzigem Betrieb im Kreis Oberhausen und als einziger Hoheitsbehörde im Gau Essen) das Gaudiplom für hervorragende Leistungen verliehen worden.

Bereinsnachrichten.

Gaugruppe Rhein.-Westf. Industriebezirk. Die diesjährige Gautagung findet am Sonntag, den 3. Juli 1938 in Essen statt. Vormittags sind zwei Vorträge vorgesehen und nach gemeinsamem Mittagessen soll nachmittags die Reichsgartenschau in Essen besichtigt werden. Tagungsort und genaue Tagesordnung wird den Mitgliedern mit der Einladung rechtzeitig bekannt gegeben. — Die Berufskameraden werden gebeten, sich den 3. Juli für die Gautagung frei zu halten.

Gaugruppe Bayern. In den Monaten Januar, Februar und März veranstaltete die Gaugruppe Bayern einen Fortbildungskurs für die Berufskameraden zur Vertiefung und Erweiterung der fachwissenschaftlichen und fachtechnischen Kenntnisse. In fünf sehr gut besuchten Vorträgen wurde durch Lichtbilder unterstützt das Thema: Plan — Karte — Vervielfältigung behandelt. Professor Dr. Ing. Koppmair sprach in zwei Vorträgen über „Die technischen Grundlagen der Vereinheitlichung des

Deutschen Vermessungswesens und ihre Auswirkung auf Dreiecksnetze und Kartenwerke". Nach den mathematischen Definitionen der Grundelemente und deren Entwicklung, die ein Landesvermessungswerk bestimmen (Referenzkörper, astronomische Orientierung, Maßstabsbestimmung, Projektionsart) zeigte der Vortragende die Mannigfaltigkeit und Zerrißtheit dieser Unterlagen in den einzelnen Ländern auf und behandelte die Grundlagen des neuen deutschen Einheitsystems (Referenzellipsoid, konforme Abbildung nach Gauß-Krüger, Meridianstreifen). Auf Grund dieser eingehenden und klaren Darlegungen war dann leicht verständlich, welche Änderungen an den Dreiecksnetzen und Kartenwerken der Länder vorzunehmen sind, was neu zu schaffen ist und welche Wege zu dem großen deutschen Einheitswerk führen. Im dritten Vortrag behandelte O.R.Kat Kaczynski am Landesvermessungsamt in fesselnder Weise die Vielfältigkeit der bayerischen Katasterpläne und gab von den einzelnen Arbeitsvorgängen (Lithographie, Druckerei, Photographie) ein anschauliches Bild, das zugleich erkennen ließ, wie die von Anfang an vorgesehene Vielfältigkeit der bayerischen Katasterpläne in ihrer Weiterentwicklung und Vereinfachung stets den Errungenschaften von Technik und Chemie gefolgt ist. O.R.Kat Keszch am Landesvermessungsamt sprach im vierten Vortrag über: „Überblick über die deutschen Kartenwerke, ihre Herstellung und Vielfältigkeit“. Er entwickelte das umfangreiche Gebiet der topographischen Karten in der kurzen zur Verfügung stehenden Zeit in allgemein verständlicher Weise und stellte das Wesentliche des Kartenmaterials, der Arbeitsmethode und der Arbeitsfolge heraus. Reiches Plan- und Kartenmaterial unterstützte die beiden Vorträge. Den letzten Vortrag hielt Dr. Wagner, Referent für Vorgesichtsforschung am Landesamt für Denkmalpflege in München über: „Der Vermessungsbeamte und die Vorgesichtsforschung“. Er wies allgemein auf die Wichtigkeit der Vorgesichtsforschung als Grundlage unserer neuen Geschichtslehre hin und betonte, daß auch der Vermessungsfachmann in der Lage ist, zur Bereicherung der Ergebnisse der Vorgesichtsforschung beizutragen, wenn er bei seinen Arbeiten im Gelände besondere Merkmale am Boden, auffallende Bodenhebungen, Geländeanschnitte und kleine Bodenfunde beachtet. Daher ist engste Zusammenarbeit zwischen den Dienststellen für Vorgesichtsforschung und den Vermessungsfachleuten sehr erwünscht. Nur mühevoll Kleinarbeit läßt hier Erkenntnisse erringen, die zur Aufklärung und gerechten Beleuchtung der germanischen Frühgeschichte beitragen und damit dem Volks- und Rassegedanken dienen. — In seinen jeweiligen Schlußworten wies der Vorsitzende der Gaugruppe Reg.Obervermessungsrat Schneider immer wieder darauf hin, daß jede Einzel- und Sonderfähigkeit, wie sie auch die Vorträge behandelten, auf das Endziel, die Schaffung des Reichsvermessungs- und Reichskartenwerks abgestellt werden muß, daß dieses Werk aber erst durch seine Verbindung mit dem Volksgeschehen seine große Bedeutung erhält und deshalb auch in das Gesamtaufbauwerk einzuordnen ist, dessen Geschlossenheit niemals aus dem Auge gelassen werden darf.

— Personalsnachrichten.

Deutsche Reichsbahn. Ernannt: Zum Reichsbahnrat die Oberlandmesser Geithe, Vorst. d. Verm.Amts Essen, Sielsdorf, Vorst. d. Verm.Amts Köln (Reichsautobahnen), Güngerich, Vorst. d. Verm.Amts Halle (Reichsautobahnen), Lassetzki, Vorst. d. Verm.Amts Hannover (Reichsautobahnen), Niederquell, Vorst. d. Verm.Amts Berlin (Reichsautobahnen), Ruthardt, Vorst. d. Verm.Amts Essen (Reichsautobahnen), Streble, Vorst. d. Verm.Amts Hamburg (Reichsautobahnen), Zimmermann, Vorst. d. Verm.Amts Stettin (Reichsautobahnen).

Inhalt:

Wissenschaftliche Mitteilungen: Der Temperatureinfluß beim Boßhardt-Zeiß-Reduktions-tachymeter, von Ulbrich. — Einfache Tafeln zur Umwandlung alter Winkelteilung in neue Winkelteilung, von Gelbke. — Einheitliche Nullpunktshöhe der Pegel im deutschen Tidegebiet der Nordsee und an der deutschen Ostseeküste, von Gronwald. — **Zeitsignale.**

— **Bücherschau. — Mitteilungen der Geschäftsstelle.**