ZEITSCHRIFT FÜR VERMESSUNGSWESEN.

Organ des Deutschen Geometervereins.

Herausgegeben von

Dr. W. Jordan, und C. Steppes,

Professor in Hannover Steuer-Rath in München.

1895. Heft 9. Band XXIV.

1. Mai.

Neue Kreistheilung auf Theodoliten.

Der Anregung auf S. 88 dieses Bandes entsprechend, möchten wir auf Grund unserer Erfahrungen bei Beschäftigung mit Theodoliten zu der Frage der Theilungsweise solcher Instrumente im Nachstehenden Einiges beitragen. Hierbei haben wir hauptsächlich Theodolite mit Nonienablesung im Auge, welche für die Zwecke der allgemeinen Landmessung wohl noch längere Zeit gebaut werden dürften, obgleich dieselben für Haupttriangulirungen durch solche mit Mikroskopablesung mit Recht mehr und mehr verdrängt worden sind.

Bei unseren Aufnahmen in den beiden letzten Jahrzehnten verwendeten wir neben Theodoliten mit alter Theilung 2 solche mit neuer Theilung. Das eine Instrument (von Gebrüder Zimmer in Stuttgart, 1876 gebaut) hat 175 mm Limbusdurchmesser, ist in $^1/_4{}^g = 25^c$ getheilt und lässt am Nonius unmittelbar 50^{cc} ablesen; es sind somit bei demselben 49 Limbustheile = 50 Noniustheile. Das andere Instrument (von L. Tesdorpf in Stuttgart, 1885 gebaut) hat ebenfalls 175 mm Limbusdurchmesser, ist aber in $^1/_5{}^g = 20^c$ getheilt und giebt am Nonius ebenfalls unmittelbar 50^{cc} Ablesung; hier sind somit 39 Limbustheile = 40 Noniustheile. Beim Gebrauch des ersten Theodolits zeigt es sich immer als misslich, dass die Ablesung am Nonius theils zu 0^c oder 50^c, theils aber zu 25^c oder 75^c zuzuzählen, dass also z. B. bei Nonienangabe $13^c\,50^{cc}$ je nachdem $63^c\,50^{cc}$ oder $88^c\,50^{cc}$ zu schreiben ist. Hierdurch schleichen sich leicht 5^c Fehler ein insbesondere dann, wenn der Beobachter im Laufe der Zeit mit Instrumenten verschiedener Theilung arbeitet und sich somit nicht ausschliesslich an eine solche Theilungsweise gewöhnt hat. Wenn ein 5^c Fehler auch bei wiederholter Beobachtung, wie sie bei Triangulirungen und Polygonisirungen stattfindet, leicht entdeckt wird, so kann derselbe in andern Fällen z. B. bei Benützung eines ähnlich getheilten Instruments als Tachymeter recht nachtheilig werden. Diese Fehlerquelle fällt bei dem zweiten Instrument mit Limbustheilung in $^1/_5{}^g$ weg und es sollte deshalb die $^1/_4{}^g$ Theilung unbedenklich fallen gelassen werden. Letzteres kann umsomehr geschehen, als bei gleichem

Limbusdurchmesser an der Genauigkeit der Ablesung (der Nonienangabe) selbst nichts verloren geht, vielmehr nur der Nonius bei der $^1/_5{}^g$ Theilung kürzer wird als bei der $^1/_4{}^g$ Theilung, was jedoch nicht unvortheilhaft ist. Nur die Herstellung der Theilung selbst erfordert etwas mehr Zeit, indem bei $^1/_4{}^g$ Theilung 1600 Striche bei $^1/_5{}^g$ aber 2000 Striche zu ziehen sind. Doch wird diese einmalige Mehrarbeit nicht sonderlich ins Gewicht fallen.

Wenn wir somit in vorstehender Beziehung mit der S. 88 ausgesprochenen Ansicht übereinstimmen, können wir uns mit dem dortigen weiteren Vorschlag des Festhaltens an der reinen Decimaltheilung, wonach die Nonienangabe nur 1^c oder 10^{cc} nicht aber auch 50^{cc} oder 20^{cc} betragen könnte, nicht ganz befreunden, wobei wir von nachstehenden Erwägungen ausgehen:

Die Genauigkeit, Sicherheit und Raschheit der Ablesung an einem Nonius hängt wesentlich von der linearen Grösse a der Nonienangabe α, d. h. von dem Unterschied eines Limbustheiles l und Nonientheiles n ab.

Dieser Werth beträgt: $a = l - n = \frac{\alpha}{\rho} r$, wo $2\ r$ der Limbusdurchmesser des Theodolites und ρ die Verwandlungsconstante von Winkel- in Bogenmaass ist. Diese Grösse a zeigt sich bei der Ablesung an den, dem genau übereinstimmenden Strich beiderseits nächsten Strichen unmittelbar als die Abweichung zwischen Limbus- und Noniusstrich.

Nun schwankt aber der Limbushalbmesser r im Allgemeinen nur zwischen 50 mm und 150 mm und demgemäss schwankt bei derselben Nonienangabe α auch der Werth a nur zwischen den Grenzen 1 und 3, während bei Festhalten der reinen Decimaltheilung der Werth a den Sprung von 1 auf 10 macht. Liegt somit der für die Ablesung günstigste Werth a^0 zwischen a und $10\ a$, so kann derselbe bei der reinen Decimaltheilung, selbst durch entsprechende Wahl von r, meist nicht gewonnen werden, umsoweniger als bei der letzteren verschiedene andere Umstände (Grösse und Verwendbarkeit des Instruments) von bestimmendem Einfluss sind. Durch entsprechende Wahl der zur Ablesung benutzten Lupen kann zwar die scheinbare Grösse av von a entsprechend geändert werden, doch schwankt auch die Vergrösserung v der Lupen im Allgemeinen nur zwischen 2 und 6, höchstens 8.

Der zur Ablesung günstigste Werthe a^0 bezw. $a^0\ v$ wird nicht leicht festzustellen sein; gleichwohl kann ohne weiteres gesagt werden, dass im Falle der Werthe a eine gewisse obere Grenze überschreitet, die Genauigkeit und Sicherheit der Ablesung beeinträchtigt wird, wenn derselbe dagegen unter eine gewisse Grenze fällt, dass dann die Sicherheit und Raschheit der Ablesung Noth leidet.

Um nun einigermaassen einen Ueberblick über die lineare Grösse (des Bogens) a zu erhalten, haben wir theils an der Hand vorliegender Instrumente, theils auf Grund von Beschreibungen ausgeführter Instrumente, theils auf Grund von Preisverzeichnissen mechanischer Werkstätten eine Zusammenstellung der Grössen a (gleichzeitig auch der Grössen l) von 79 Theodoliten verschiedener Grösse und Theilungen gefertigt. Aus dieser Zusammenstellung geben wir in der nachstehenden Tabelle die Minimal-, Maximal- und Durchschnitts-Werthe und zwar für 4 verschiedene Klassen (Grössen) der Theodolite. Hierbei sind die Werthe l in Einheiten von mm, die Werthe a in Einheiten von Mikromillimetern, $\mu = 0{,}001$ mm eingeführt.

Laufende Nr.	Vorzugsweise Art der Verwendung der betr. Theodolite	Durchmesser $2r$ des Limbus mm	Limbustheil l			Durchschnitt aus ... Werthen	Nonienangabe a			Durchschnitt aus ... Werthen
			kleinste mm	grösste mm	durchschnittliche mm		kleinste μ	grösste μ	durchschnittliche μ	
1.	zu Triangulirungen I. u. II. Ordnung.	201—350	0,20	0,35	0,28	9	1,7	6,5	3,9	19
2.	zu Triangulirungen III. u. IV. Ordnung.	141—200	0,22	0,70	0,36	13	2,8	11,8	6,4	37
3.	zu Polygonisirungen.	100—140	0,35	0,61	0,49	6	4,8	10,2	8,9	11
4.	zur Tachymetrie (Nonienablesung ohne Lupe).	100—140	0,44	0,87	0,63	3	14,5	28,5	17,8	12

Die kleinste lineare Nonienangabe $a = 1{,}7\ \mu$ hat von den in Betracht gezogenen Theodoliten das oben S. 88 erwähnte Ertel'sche Instrument von 220 mm Durchmesser und 10^{cc} Angabe; hieraus ergiebt sich, dass die Nonienangabe dieses Instruments aussergewöhnlich klein ist, worauf auch schon S. 88 aufmerksam gemacht wurde.

Untersuchen wir nun, wie gross die lineare Nonienangabe a bei verschiedenem Limbusdurchmesser und bei neuer Kreistheilung wird, einerseits unter Durchführung der reinen Decimaltheilung andererseits unter Zuhilfenahme einfacher Vielfache des Zehnersystems. Dies geschieht wohl am einfachsten an der Hand der nachfolgenden kleinen Tabelle, in welche gleichzeitig auch die lineare Grösse l der Limbustheile aufgenommen ist.

Nach der nachstehenden Tabelle halten wir die durch die eingeklammerten Zahlen ausgedrückte Eintheilungsweise für die im Allgemeinen zweckentsprechendste bei den verschiedenen Theodolitgrössen. Hierbei betrüge die Länge des Nonius bei lfd. Nr. $1: 24^g\ 50^c$, bei lfd. Nr. 2—5: $7^g\ 40^c$, bei lfd. Nr. 6—8: $19^g\ 40^c$; letztere Grössen werden wohl selten mehr für Nonientheodolite hergestellt werden.

Sollte auf die weitestmögliche Verwerthung des Decimalsystems Gewicht gelegt werden, so könnte wohl, trotz der unmittelbaren Angabe von 50^{cc} an den Nonien, statt letzteren Werthes mittels Schätzung 20^{cc} 40^{cc} 60^{cc} 80^{cc} abgelesen werden. Bisher haben wir bei den eingangs erwähnten Instrumenten $^1/_4{}^c = 25^{cc}$ mittels Schätzung eingeschaltet, werden nun aber — durch den Vorschlag S. 88 veranlasst — versuchen die vorstehende dem Decimalsystem mehr angepasste Ablesung mittels Schätzung durchzuführen.

Lfde. Nr.	Durchmesser $2r$ des Limbus	Limbustheil l in mm bei Kreiseintheilung in			Lineare Grösse a der Nonienangabe in μ bei Nonienangabe α			
		$^1/_2{}^g$	$^1/_5{}^g$	$^1/_{10}{}^g$	1^c	10^{cc}	50^{cc}	20^{cc}
1	100	0,39	0,16	0,08	7,8	0,8	3,9	1,6
2	120	0,47	0,19	0,09	9,4	0,9	4,7	1,9
3	140	0,55	0,22	0,11	11,0	1,1	5,5	2,2
4	160	0,63	0,25	0,13	12,6	1,3	6,3	2,5
5	180	0,71	0,28	0,14	14,1	1,4	7,1	2,8
6	200	0,79	0,31	0,16	15,7	1,6	7,9	3,1
7	220	0,86	0,34	0,17	17,3	1,7	8,6	3,4
8	240	0,94	0,38	0,19	18,9	1,9	9,4	3,8

Schliesslich können wir nicht umhin, zu bemerken, dass wir es für eine verdienstliche Arbeit halten würden, wenn durch eingehende wissenschaftliche Untersuchungen der günstigste Werth der Nonienangabe a sowie der mittlere Fehler der Nonienablesung bestimmt würde, wie dies ähnlich für die Schätzungsgenauigkeit an Maassstäben, insbesondere an Nivellirscalen durch die werthvollen Untersuchungen von Dr. Reinhertz *) geschehen ist. Die interessanten Untersuchungen Försters **) können wegen der Verschiedenartigkeit der Umstände nicht unmittelbar für den vorliegenden Fall benutzt werden. Zu solchen Arbeiten fehlt jedoch dem Praktiker neben Anderem insbesondere auch die erforderliche Musse.

Bisher ist uns nur eine sichere Angabe über die Genauigkeit der Ablesung an Nonien bekannt geworden, nämlich diejenige von Struve ***), welche zugleich wohl die äusserste erreichbare Grenze der Genauigkeit darstellen dürfte. Das von Struve zu seiner Gradmessung benützte Universalinstrument wurde 1822 von Reichenbach und Ertel gebaut; der $12^1/_2{}''$ haltende Limbus ist von $5'$ zu $5'$ getheilt und jeder der 4 Nonien giebt $4''$. Struve hatte sich geübt an jedem Nonius die einzelne Secunde abzulesen; seine eingehenden Untersuchungen ergaben als wahrscheinlichen Fehler x einer Ablesung an einem Nonius $x = \pm\, 0{,}74''$; hieraus berechnet sich als linearer Werth m_α des mittleren Fehlers einer Ablesung an einem Nonius $m_\alpha = \pm\, 0{,}91\,\mu$.

Stuttgart, 4. April 1895. *Steiff.*

---

*) Zeitschrift f. Verm. 1894 S. 593, 641, 665 und 1895 S, 6.
**) Zeitschrift f. Verm. 1880 „ 117.
***) Astronom. Nachrichten (1824) Nr. 47 und 48.

Ueber Nivellirlatten-Correction.

Auf einer ziemlich gleichmässig ansteigenden Wegestrecke von ungefähr 1 km Länge sollte der Höhenunterschied zwischen zwei gegebenen Höhenfestpunkten ermittelt werden. Das Nivellement hierzu wurde doppelt, einmal hin und einmal zurück, unter Benutzung eines Nivellirinstrumentes mit Fernrohr von 30facher Vergrösserung und Libelle von 11,3 Secunden Angabe ausgeführt. Die Zielweiten betrugen mit Ausnahme der zweiten und dritten Aufstellung gleichmässig 50 m. Die Ablesungen erfolgten für die 50 m Zielweiten ausschliesslich bei einspielender Libelle und für die beiden kürzeren Zielweiten von 20 bezw. 30 m ausserdem noch durch Libellenausschlag. Die verwendete Nivellirlatte war auf Vorder- und Rückseite, mit verschiedenen Nullpunktslagen, in ganze Centimeter getheilt und es betrug für den Tag der Messung die Lattenmeterdifferenz für Vorderseite + 0,5 mm, für Rückseite — 0,3 mm.

Das Messungsergebniss für das Doppelnivellement war folgendes:

Zielweiten der einzelnen Instrumentenstände.	Nivellement I bei Benutzung der		Nivellement II bei Benutzung der		Bemerkungen.
	Vorderseite der Latte	Rückseite der Latte	Vorderseite der Latte	Rückseite der Latte	
m	mm	mm	mm	mm	Die erforderliche Correction beträgt für die Vorderseite + 0,5 mm, Rückseite − 0,3 mm pro m Höhe demnach ist die Correction des Gesammtmittels $\frac{+0{,}5 - 0{,}3}{2} = +0{,}1$ mm
50	0194	0194	0137	0136	
20	0259	0259	0059	0059	
30	0704	0704	0420	0420	
50	0930	0931	0886	0886	
50	0798	0798	1384	1386	
50	0654	0654	0538	0538	
50	1151	1152	1208	1209	
50	1061	1061	1043	1043	
47	1372	1372	1448	1449	
	7123	7125	7123	7126	Gesammthöhe nach der Verbesserung $7124.25 + 7 \times 0{,}1 = 7124.95$
	Mittel 7124		Mittel 7124.5		
	Mittel aus I und II = 7124.25				

Wie ersichtlich, war das Ergebniss der directen Messung, ohne Lattenverbesserung, bei Benutzung der Vorderseite der Latte im Hin- und Hernivellement übereinstimmend 7,123 m; bei Benutzung der Rückseite ergab sich eine Differenz von 1 mm (7,125 zu 7,126 m). Das Mittel aus Nivellement I ist 7,124, aus Nivellement II = 7,124.5 und das Mittel aus I und II endlich 7,124.25 m.

Im Hinblick auf die bei der angewendeten Nivellirmethode durch das Abschätzen der Centimeterbruchtheile einerseits und andererseits durch die Abrundung der geschätzten Millimeterbruchtheile auf volle Millimeter nothwendig entstehenden Fehler eines jeden Instrumentenstandes dürfte die Frage naheliegen, ob gegenüber den erwähnten, nicht unerheblichen Nivellirfehlern, die im einzelnen Falle vielleicht erheblich kleineren Beträge der Lattenverbesserung noch in Betracht kommen und nicht etwa durch jene vollständig aufgehoben werden, während bei Anwendung der anderen Nivellirmethode der Einstellung des Fadens auf die Lattenscala und Ablesung der zugehörigen Libellenausschläge es keinem Zweifel unterliegen kann, dass für diese Nivellirmethode die Lattencorrection voll am Platze ist, weil für jede Ablesung Millimeterbruchtheile ermittelt und unverändert in Berechnung gezogen werden.

Aus den von mir in dieser Zeitschrift, 1894 Seite 573 und 577 bezw. 640, mitgetheilten Ergebnissen eines grösseren Nivellements geht hervor, dass der mittlere Gesammtfehler einer Beobachtung bei einer Zielweite von 30 m = ± 0,7 mm und der reine Lattenablesungsfehler = ± 0,9 mm betrug, entsprechend der aus eigenen Beobachtungen gezogenen Schlussfolgerung von Reinhertz (Z. f. V. 1894, Seite 605) wonach „der Gesammtfehler etwas kleiner, jedenfalls nicht grösser sei, als der reine Scalenablesungsfehler". Für die Zielweite von 50 m wurde (ebendort Seite 597) der Schätzungsfehler bei Ablesung der Centimetertheilung zu ± 0,7 mm und nach Kummer (ebendaselbst Seite 145) zu ± 0,9 mm ermittelt. Im Allgemeinen darf daher wohl angenommen werden, dass der mittlere Gesammtnivellirfehler für eine Ablesung bei 50 m Zielweite = ± 0,5 bis 0,7 mm betragen wird. Dem steht gegenüber die erforderliche Lattencorrection, welche im vorliegenden Falle für die durchschnittliche Theilstreckenhöhe von rund 0,8 m einmal + 0,4 mm das andere Mal — 0,2 mm beträgt.

Die Möglichkeit, dass im einzelnen Falle diese kleinen Beträge aus der Lattencorrection durch die grösseren Nivellirfehler aufgehoben werden, demnach also eine nachträgliche Reduction auf Normalmaass nicht erforderlich sei, ist einleuchtend; wie weit aber solche Schlussfolgerung für eine Reihe von Beobachtungen zulässig ist, möge nachstehend erörtert werden.

Aus der Theorie der Beobachtungsfehler ergiebt sich, dass die reinen, unvermeidlichen Nivellirfehler doppelte Vorzeichen haben, d. h. sowohl in positiver als negativer Gestalt auftreten und sich, wie auch die Erfahrung zeigt, grösstentheils gegenseitig aufheben. Daraus ist zu folgern, dass auch in Fällen der vorliegenden Art die unvermeidlichen Beobachtungsfehler durch Wiederholung der Messung und Mittelung der einzelnen Ergebnisse auf ein Minimum reducirt werden, während die einseitig wirkenden Lattenmeter-Abweichungen in vollem Umfange bestehen bleiben und daher auch nothwendig bei dem gemittelten Gesammtergebnisse in Anrechnung gebracht werden müssen.

Für den vorliegenden Fall hat die principielle Entscheidung für oder gegen die Anbringung einer Verbesserung keine praktische Bedeutung, da, wie bereits angegeben, die Vorderseite der Latte zu kurze, die Rückseite zu lange Höhenmaasse ergiebt und demnach auch bei Unterlassung der Verbesserung nur eine Abweichung von $\frac{+\,0{,}5-0{,}3}{2}$ $= +\,0{,}1$mm pro Meter Höhe, im Ganzen also rund $7 \times 0{,}1 = 0{,}7$ mm Abweichung zu befürchten steht. Im allgemeinen Interesse ist zu wünschen, dass die Frage der Lattencorrection unter allen Umständen auch von anderer zur Erörterung solcher Fragen*) competenterer Seite zum Gegenstande einer Besprechung gemacht werde, da dieses nicht ohne Bedeutung sein würde für die Nivellements 2. Ordnung, denn nur bei solchen dürfte die eingangs erwähnte Nivellirmethode zur Anwendung kommen und auch nur bei solchen die Lattenmeterberichtigung bei den bisher ausgeführten Nivellements dieser Art hier und da gänzlich unterblieben sein — ob aus Scheingründen der vorstehend erwähnten Art möge dahingestellt bleiben. Thatsächlich wird in Landmesserkreisen der Lattenberichtigung viel zu wenig Beachtung geschenkt und mancher nivellirende Praktiker glaubt im Hinblick auf seine, aus einer renommirten Werkstatt bezogene, exact getheilte Nivellirlatte und die vorzügliche Uebereinstimmung wiederholter Messungen eine von Zeit zu Zeit vorzunehmende Prüfung der Latte und Anrechnung der bei der Prüfung gewonnenen Ergebnisse auf die Messung selbst übergehen zu können. Bekanntlich ist aber der mittlere Fehler eines Nivellements unabhängig von dem ermittelten Höhenunterschiede und es ist sehr wohl möglich, dass ein zwischen zwei Punkten von bekanntem beträchtlichen Höhenunterschiede ausgeführtes Doppelnivellement nur einen ganz geringen mittleren Fehler ergiebt und doch das gewonnene Ergebniss keine befriedigende Uebereinstimmung mit dem bekannten Höhenunterschiede zeigt — hier wäre also die Lattencorrection am Platze.

Es sei mir schliesslich noch gestattet, im Anschluss an vorstehenden Artikel, unter Bezugnahme auf meine Schlussbemerkung auf Seite 578 Jahrgang 1894 dieser Zeitschrift, das eingangs erwähnte gemischte Nivellirverfahren einer Besprechung zu unterziehen. Als bekannt darf vorausgesetzt werden, dass bei einer Zielweite von 50 m und bei 30—40facher Vergrösserung die scheinbare Intervallgrösse einer in ganze Centimeter getheilten Latte eine sichere Schätzung der Centimeterbruchtheile zulässt, während andererseits bei kurzen Zielweiten das Intervall von 1 cm zu gross ist und erhebliche Schätzungsfehler verursacht. Ferner ergiebt sich aus der vorerwähnten Reinhertz'schen Untersuchung (Z. f. V. 1894, Seite 606) die mit meinen ebendort auf Seite 572 mitgetheilten Resultaten für die Zielweite von 30 m überein-

*) Die Frage scheint uns verhältnissmässig einfach zu sein. D. Red. *J.*

stimmende Folgerung: „dass die Genauigkeit beim III. Verfahren (Ablesen der Libelle und Einstellen der Scala) rund 3 mal so gross ist wie beim I. und II. Verfahren (I: Einstellen der Libelle und Ablesen der Scala; II: Ablesen der Libelle und Ablesen der Scala)“. Jenem III. Verfahren (von Cohen-Stuart, beim sogenannten holländischen Nivellement angewendet) kommt die von mir bei kurzen Zielweiten angewendete Methode (Ablesung der Libelle und Einstellen des einfachen Fadens auf die Randlinien der Centimeterfelder) am nächsten.*)

Da auch bei dem von mir angewendeten Verfahren, wie nachgewiesen, sich eine Genauigkeit von 3 : 1 gegenüber der gewöhnlichen Nivellirmethode bei einspielender Libelle ergeben hat, und der mittlere Fehler des einfachen Nivellements zu 1,84 mm, entsprechend einem mittleren Fehler von $\frac{1,84}{\sqrt{2}} = 1,30$ mm für das Doppelnivellement mit einseitiger Lattenablesung berechnet worden ist, so dürfte damit bewiesen sein, dass es möglich ist, auch mit einfachem Nivellirapparat, bei 30facher Vergrösserung und einer Libellenempfindlichkeit von 10 bis 12 Secunden vorzügliche Ergebnisse zu erzielen. Da nun aber für Nivellements II. Ordnung kein Bedürfniss vorliegen wird, auf Kosten der Einfachheit der Nivellirapparate und der Beschleunigung des Nivellirverfahrens die Genauigkeit zu weit zu treiben, so dürfte sich empfehlen, soweit die Steigungs- und Ortsverhältnisse es gestatten, im Allgemeinen die Ablesungen bei einspielender Libelle und Abschätzung der Centimeterbruchtheile bei etwa 50 m Normal-Zielweite beizubehalten, und nur ausnahmsweise bei kürzeren Zielweiten die Einstellung des Fadens und Ablesung der Libellenausschläge zur Anwendung zu bringen. Es ist dazu ein für alle Mal nur nöthig, die Libelle auf ihre Angabe zu prüfen oder prüfen zu lassen, und für diese eine handliche Tabelle zu entwerfen (letztere ist nicht unbedingt erforderlich, aber doch, wenn einmal vorhanden, sehr angenehm und bequem). Man wird auf diese Weise ohne wesentliche Mehrarbeit, ohne Vermehrung der Hülfskräfte und Messapparate, die Genauigkeit doch erheblich steigern können.

Hinsichtlich der Einstellung des Fadens auf die Randlinien bei kürzeren Zielweiten wäre noch zu bemerken, dass dieses Einstellen nicht ganz ohne Ueberlegung geschehen darf. Es ist jedenfalls darauf zu achten, dass die Libellenausschläge für Rück- und Vorblick thunlichst Correctionen mit gleichen Vorzeichen ergeben. Die Richtigkeit leuchtet sofort ein, wenn man bedenkt, dass der zu messende Höhenunterschied stets durch Subtraction aus Rück- und Vorblick erhalten wird; haben also die beiden aus den Libellenablesungen entstandenen

*) Beim holländischen Nivellement wurde nur der Mittelfaden für das eigentliche Nivellement benutzt und auf die Mitte eines 4 mm breiten weissen Lattenfeldes eingestellt, während die beiden anderen Fäden lediglich für die Distanzmessung dienten.

Correctionen gleiche Vorzeichen, so wird bei der Subtraction eine Grösse durch die andere eliminirt, während bei entgegengesetzten Vorzeichen beide Zahlen sich zu einer absoluten Summe vereinigen. Der eclatanteste Fall dieser Art ist der, wenn, sowohl beim Rückblick als auch beim Vorblick, der Faden bei einspielender Libelle genau die Mitte des betreffenden Centimeterfeldes trifft. Würde man in diesen beiden Fällen beim Rückblick etwa auf den unteren Rand des getroffenen Centimeterfeldes, und beim Vorblick auf den oberen Rand einstellen, so wäre der zu ermittelnde Höhenunterschied mehr oder weniger abhängig von der Genauigkeit der Libellenablesungen, dem Krümmungshalbmesser der Libelle und der ermittelten Zielweite, während bei gleichen Vorzeichen die beiderseitigen Correctionen sich gegenseitig gänzlich aufheben und der zu ermittelnde Höhenunterschied nur noch abhängig ist von der Genauigkeit der Einstellung des Fadens auf die Randlinie des Centimeterfeldes; — diese Einstellung ist aber, wie nachgewiesen, zum mindesten erheblich zuverlässiger zu bewirken, als die Ablesung der Centimeterbruchtheile bei kurzen Zielweiten. Mit Ausnahme dieses einen Falles wird man im Uebrigen ohne Rücksicht auf die entstehenden Vorzeichen stets so einstellen, dass bei möglichst geringer Neigung der Libellenachse die Libellenscala zur Ablesung gelangt — man erhält so stets die kleinsten Werthe für Rück- und Vorblick und berücksichtigt dabei insbesondere auch einen Umstand, der namentlich bei Verwendung von Libellen geringerer Empfindlichkeit nicht ohne Bedeutung ist. Nach der Röhrenmitte zu hat die Luftblase offenbar freieren Spielraum als nach den Enden; dann aber ist auch nicht ausgeschlossen, dass der Krümmungshalbmesser nach den Röhrenenden zu mehr oder weniger unregelmässig verläuft. Bei zu kurzen Zielweiten (etwa unter 10 m) wird man daher in manchen Fällen besser thun, bei einspielender Libelle an einem aufgelegten Millimetermaassstabe abzulesen.

In Bezug auf die Einrichtung der Nivellirlatte wäre zu bemerken, dass, wenn die Ablesungen bei einspielender Libelle am einfachen Horizontalfaden vorgenommen werden (was also im Allgemeinen bei Nivellements II. Ordnung der Fall sein wird), die Wendelatte gegenüber einer einseitig getheilten Latte mit dekadischen Ergänzungen wesentliche Vorzüge hat. Letztere verhindert zwar ebenfalls die groben Ablesungsfehler und gestattet ein bequemeres Rechnen, trägt aber nicht im Geringsten zur Verfeinerung des Nivellements bei; während die Wendelatte mit verschiedenen, aber zweckmässig gewählten Nullpunktslagen wohl geeignet ist, als Ersatz der bei Nivellements höherer Ordnung im Allgemeinen beim Ablesen noch mit zur Benützung kommenden, hier fehlenden, zwei Horizontalfäden zu dienen, da sie gestattet, die Ablesungen eines Instrumentenstandes in verschiedenen Lagen des Fadens innerhalb der beiden gegenüberstehenden Centimeterfelder vorzunehmen, und dadurch die unvermeidlichen Schätzungsfehler auf ein Minimum zu reduciren.

Zur Verfeinerung der Rechnungsergebnisse wird es endlich beitragen, wenn in den vielen Fällen, in denen es möglich ist halbe Millimeter abzulesen bezw. zu schätzen, die Abrundung auf volle Millimeter nicht im Felde vorgenommen wird, sondern der Bearbeitung im Bureau überlassen bleibt. Man hat es dann in der Hand, nach reiflicher Ueberlegung sich für diejenige Abrundung (auf- oder abwärts) zu entscheiden, welche die grössere Wahrscheinlichkeit für sich hat, und dazu dürfte im Allgemeinen bei einer Wendelatte mit verschiedenen Nullpunktslagen der für jede Lattenstelle bekannte bezw. durch Rechnung zu ermittelnde Unterschied der beiden Nullpunkte genügenden Anhalt gewähren.

M.-Gladbach, December 1894. *Behren.*

Bestimmung der Abstände bei Achsverlegungen;

von Ingenieur Puller in Köln.

Bei der Aufstellung der Bauentwürfe für Eisenbahnen, Strassen und Kanäle kommt man nicht selten in die Lage, die Mittellinie, nachdem dieselbe im Felde abgesteckt ist und die erforderlichen Querschnitte (Querprofile) genommen sind, aus irgend welchen unvorherzusehenden Gründen verlegen zu müssen. Eine solche Verlegung, welche meistens in geringer Entfernung von der abgesteckten Achse liegen wird, ist nun an der Hand der oben angegebenen Querschnitte durchzuarbeiten, um den endgültigen Entwurf feststellen zu können.

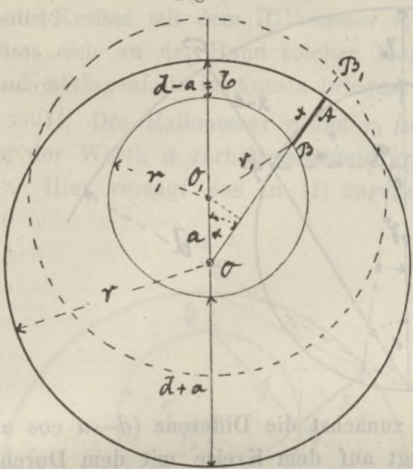
Zu diesem Zwecke ist es erforderlich, die Abstände der beiden Achsen in der Richtung der bereits aufgenommenen Querschnitte zu bestimmen. Weisen diese Achsen nur gerade Linien auf, so ist die Berechnung der gesuchten Grössen so einfach, dass es keiner Anleitung hierfür bedarf. Anders gestaltet sich diese Aufgabe, wenn die eine oder die andere, oder auch beide Achsen in Kreisbögen liegen, welche, wie es fast stets der Fall sein wird, verhältnissmässig grosse Halbmesser besitzen.

Die zur Ermittelung der verlangten Abstände meist im Maassstab 1 : 1000 vorliegenden Lagepläne zu benutzen, kann nicht empfohlen werden, da dies Maassstabverhältniss eine Genauigkeit von 0,10 m, welche mit Rücksicht auf den Maassstab 1 : 200 für die Querschnitte mindestens gefordert werden muss, nicht zulässt. Zur Erreichung dieses Zieles könnte man als nächstliegendes und schon angewandtes Mittel die Verlegung in einem grösseren Maassstabe, etwa 1 : 200 oder auch 1 : 100 zeichnen; doch ist dieses Verfahren immerhin umständlich und namentlich bei längeren Bögen mit grossen Halbmessern schwer durchführbar.

Auf Grund dieser Erwägungen hat Verfasser nachstehende Verfahren zur Bestimmung der verlangten Abstände entwickelt und mit Erfolg seit einer Reihe von Jahren angewandt; dieselben führen bei Erreichung genügender Schärfe rasch zum Ziele und schützen, was nicht zu übersehen ist, vor Fehlern, welche bei Berechnung der Abstände gar zu leicht unterlaufen können.

Nimmt man allgemein an, dass die beiden Achsen Kreisbögen mit den Halbmessern r und r_1 aufweisen und dass der Abstand der beiden Mittelpunkte O und O_1 (Fig. 1) gleich a ist, so erscheint es zweckmässig, die nachstehenden zwei Fälle zu unterscheiden.

Fig. 1.



I. Die Halbmesser r und r_1 weichen nicht sehr von einander ab, sodass die Differenz $d = r - r_1$ nicht wesentlich grösser als die gesuchten Abstände ausfällt; ferner soll auch die Grösse a klein sein. Bezeichnet nun in Fig. 1 die Linie OA die Lage irgend eines Querschnittes, welche den Kreis O_1 in dem Punkte B schneidet, so soll die Länge $AB = x$ bestimmt werden.

Nennt man noch den Winkel $O_1 OA$ α, so findet sich aus dem Dreieck $O_1 OB$, in welchem 2 Seiten OO_1 und $O_1 B$ sowie der anliegende Winkel α bekannt sind, die dritte Seite zu

$$OB = r - x = a \cos \alpha + \sqrt{r_1{}^2 - (a \sin \alpha)^2},$$

woraus folgt

$$x = r - a \cos \alpha - \sqrt{r_1{}^2 - (a \sin \alpha)^2} = d - a \cos \alpha + \left[r_1 - \sqrt{r_1{}^2 - (a \sin \alpha)^2}\right]. \tag{1}$$

Da nun obiger Voraussetzung gemäss a in Bezug auf r_1 klein ist, so trifft dieses in grösserem Maasse bei $a \sin \alpha$ zu; man darf daher setzen:

$$\sqrt{r_1{}^2 - (a \sin \alpha)^2} = r_1 - \frac{(a \sin \alpha)^2}{2 r_1}, \tag{2}$$

welche Gleichung annähernd einen Fehler $-\dfrac{(a \sin \alpha)^4}{8 r_1{}^3}$ liefert.

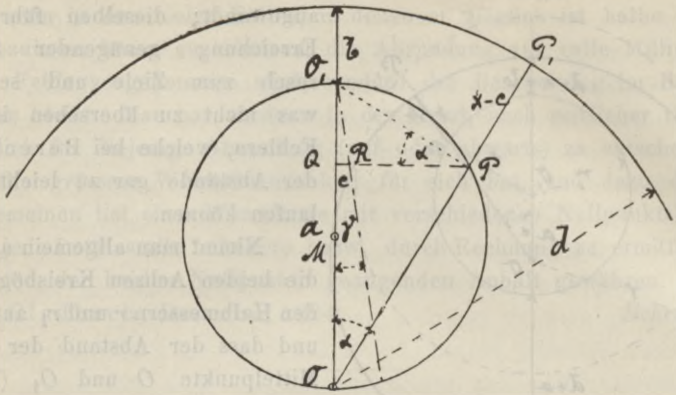
Vermöge der Gleichung (2) erhält man nun die Formel

$$x = d - a \cos \alpha + \frac{(a \sin \alpha)^2}{2 r_1} = d - a \cos \alpha + c, \tag{3}$$

welche sich zur graphischen Construction der Grösse α in besonderem Maasse eignet, da dieselbe von einfacher Gestalt ist und da nur die Werthe a, d und c vorkommen, welche wesentlich kleiner als die

Halbmesser sind, so dass die Zeichnung in einem grossen Maassstabe aufgetragen werden kann.

Fig. 2.



Nach der (Fig. 2) findet man zunächst die Differenz (d—a cos α) in der Linie PP_1; der Punkt P liegt auf dem Kreise mit dem Durchmesser a, während P_1 auf dem Kreise mit dem Mittelpunkte O und dem Halbmesser d seine Lage hat. Das nun noch zu berücksichtigende Glied $c = \frac{(a \sin \alpha)^2}{2r_1}$ kann entweder auf dem Wege der Rechnung oder durch Zeichnung gefunden werden. Fällt man zu diesem Zwecke ein Loth PQ auf OO_1, so erhält man, da $O_1P = a \sin \alpha$ ist $O_1Q = O_1P \sin \alpha = a \sin^2 \alpha$. Zieht man nun O_1R, dass sich verhält $QR : O_1Q = a : 2r_1$, so wird

$$QR = \frac{a}{2r_1} \cdot a \sin^2 \alpha = \frac{(a \sin \alpha)^2}{2\,r_1} = c. \tag{4}$$

Der Winkel $\gamma = OO_1R$ bestimmt sich also nach der Gleichung

$$tg\,\gamma = \frac{a}{2r_1}. \tag{5}$$

Das Maass $c = QR$ nach (4) ist zu dem oben gefundenen PP_1 hinzuzurechnen, da $x = PP_1 + c$ ist.

In der Fig. 1 war angenommen worden, dass die Differenz $d - a = b$ ist; wird aber b negativ, was für den punktirten Kreis zutrifft, so erhält man für x_1 den Abstand AB_1, der nach der Formel (3) ein negatives Vorzeichen besitzt. Wie leicht einzusehen ist, erleidet die Gültigkeit dieser Gleichung keinen Abbruch, wenn die Differenz d der Halbmesser negativ oder auch zu Null wird; für letzteren Fall entsteht die Formel

$$x = \frac{(a \sin \alpha)^2}{2\,r} - a \cos \alpha = c - a \cos \alpha. \tag{6}$$

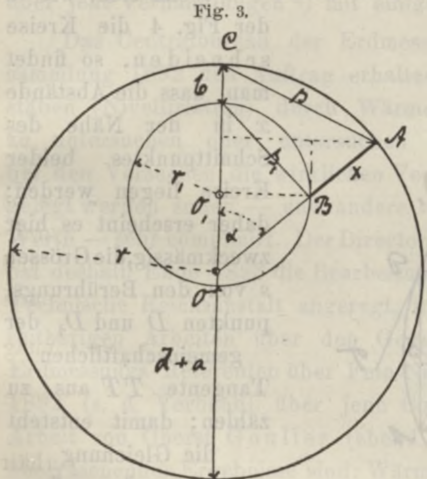
Bezüglich des Fehlers, welchen man nach der Gleichung (2) begeht, kann noch bemerkt werden, dass derselbe so lange ohne Bedeutung ist, so lange die Werthe c keine Abweichungen zeigen gegenüber den aus

„Curventabellen" für r_1 als Halbmesser und (a sin α) als Abscissen entnommenen Ordinaten, da der genaue Werth nach der Gleichung (1) $\left(r_1 - \sqrt{r_1{}^2 - (a \sin \alpha)^2}\right)$ nichts anderes darstellt, als die Ordinate eines Kreises mit dem Halbmesser r_1 für die Abscisse (a sin α). Auch lässt sich an der Hand solcher Tabellen der Fehler leicht feststellen und nöthigenfalls in Ansatz bringen.

II. Die Halbmesser r und r_1 zeigen grössere Unterschiede, auch ist der Werth a verhältnissmässig gross.

Hier versagt das in (I) angegebene Verfahren, da die in Fig. 2 angedeutete Construction nicht in einem grösseren Maassstabe gezeichnet werden kann.

Fig. 3.



Dann empfiehlt sich aus den Sehnen s und s_1 in den Figuren (3) und (4) die verlangten Abstände zu bestimmen.

Unter der Voraussetzung, dass sich die Kreise nicht schneiden, werden die Abstände x in der Nähe von C liegen oder mit anderen Worten, es werden die Winkel α (Fig. 3) und damit auch die Sehnen möglichst klein ausfallen. Die Formel für x lautet nun

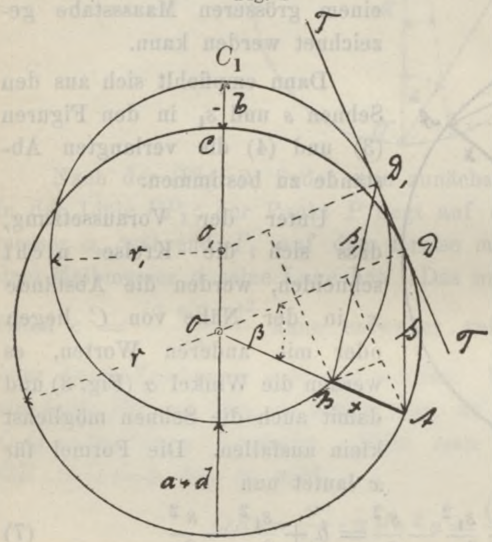
$$x \cos \alpha = d - a + \frac{s_1{}^2}{2_1 r} - \frac{s^2}{2r} = b + \frac{s_1{}^2}{2_1 r} - \frac{s^2}{2r} \qquad (7)$$

Die Bestimmung der Grössen $\frac{s^2}{2r}$ und $\frac{s_1{}^2}{2r_1}$ kann entweder auf dem Wege der Rechnung oder durch Abgreifen in einem Diagramm erfolgen, welches man erhält durch Auftragen der Ordinaten $\frac{s^2}{2r}$ für verschiedene Abscissen s; dadurch entstehen für die Halbmesser r Parabeln.

Die Sehnen selbst entnimmt man aus dem stets vorhandenen Lageplane im Maasstabe 1 : 1000, welches für vorliegende Zwecke meistens genügt. Denn nimmt man an, dass die Werthe s auf $^1/_2$m scharf zu bestimmen sind, so werden die Grössen $\frac{s^2}{2r}$, da $d\left(\frac{s^2}{2r}\right) = \frac{s}{r}\,ds$ ist, bis auf $\left(\frac{s}{2r}\right)$ Meter genau sein; dieser Bruch ist aber um so kleiner, je kleiner s und je grösser r ist. Setzt man z. B. $s = 100$ m und $r = 500$ m, so wird $\frac{s}{2r} = 0{,}10$ m; d. h. man erhält $\frac{s^2}{2r}$ bis auf die eingangs angegebene Grenze genau.

Nachdem man die abgebraische Summe $\left(b + \frac{s_1^{\,2}}{2r_1} - \frac{s^{\,2}}{2\,r}\right)$ gebildet hat, berechnet man entweder x nach der Gleichung 7, oder man erhält x als die Hypothenuse eines rechtwinkligen Dreiecks mit der Kathete $\left(b + \frac{s_1^{\,2}}{2r_1} - \frac{s^{\,2}}{2\,r}\right)$ und dem anliegenden Winkel α; letzteren findet man am einfachsten nach der Formel $\alpha = \frac{B}{r}$, wenn B die bekannte Bogenlänge bedeutet oder auch durch Zeichnung.

Fig. 4.



Wenn sich, wie in der Fig. 4 die Kreise schneiden, so findet man, dass die Abstände x in der Nähe des Schnittpunktes beider Kreise liegen werden; daher erscheint es hier zweckmässig, die Grössen s von den Berührungspunkten D und D_1 der gemeinschaftlichen Tangente TT aus zu zählen; damit entsteht die Gleichung

$$x \cos\beta = \frac{s_1^{\,2}}{2r_1} - \frac{s^{\,2}}{2\,r}, \quad (8)$$

welche in gleicher Weise wie die Formel (7) zu behandeln ist.

Bei grösseren Bögen kann es sich auch empfehlen, die Sehnen s bezw. s_1 theils von D und D_1, theils von C und C_1 zu rechnen, wodurch die Genauigkeit der Ermittelung von x nicht unbedeutend vergrössert werden kann.

Wie die Gleichungen (7) und (8) ohne Weiteres erkennen lassen, behalten dieselben ihre Gültigkeit und Anwendbarkeit, wenn der eine oder der andere Halbmesser unendlich gross ist, wenn also der betreffende Kreis in eine gerade Linie übergeht.

So erhält man z. B. für $r = \infty$ die Formeln

$$x = b + \frac{s_1^{\,2}}{2r_1} \text{ und } x = \frac{s_1^{\,2}}{2r_1} \text{ während für } r_1 = \infty$$

$$x \cos\alpha = b - \frac{s^{\,2}}{2\,r} \text{ und } x \cos\beta = -\frac{s^{\,2}}{2r} \text{ entsteht.}$$

Neues über Holz- und Metall-Latten für Fein-Nivellements.

Von den Verhandlungen der Permanenten Commission der Internationalen Erdmessung im letzten Jahre in Innsbruck bieten besonderes Interesse für die geodätische Praxis die Mittheilungen über Nivellirscalen aus Metall und Holz; und da dieser Gegenstand in dem in dieser Zeitschr. bereits erschienenen Bericht über die Innsbrucker Versammlung (d. Jahrg. Heft 1, S. 24 ff.) überhaupt nicht erwähnt ist, so mag gestattet sein, an der Hand der eben erschienenen Veröffentlichung über jene Verhandlungen *) mit einigen Worten darauf zurückzukommen.

Das Centralbureau der Erdmessung hatte auf der Brüsseler Versammlung 1892 den Auftrag erhalten, die Längenänderungen von Holzstäben (Nivellirlatten) durch Wärme- und Feuchtigkeits-Aenderungen zu untersuchen oder untersuchen zu lassen. Diese Frage ist, wenn bei den Versuchen die wirklichen Verhältnisse beim Nivelliren zu Grunde gelegt werden sollen — und andere Versuche haben für die Praxis wenig Werth — sehr complicirt. Der Director des Centralbureaus, Prof. Helmert, hat deshalb Ende 1893 die Bearbeitung der Frage durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt angeregt, indem er zugleich auf die wichtigsten seitherigen Arbeiten über den Gegenstand verwies: v. Kalmár's, des Erdmessungs-Referenten über Fein-Nivellirungen, Mittheilungen in Brüssel 1892 (s. d. Verhandl. über jene Conferenz, S. 100, 165 u. ff.); die Arbeit von Oberst Goulier (ebend. S. 664 ff. mitgetheilt; die z. Th. überraschenden Ergebnisse sind: Wärmeausdehnungscoefficient des Tannenholzes bei constanter Feuchtigkeit durchschnittlich 0,000009, statt der sonst angenommenen 0,000004; Veränderlichkeit dieser Zahl mit der relativen Feuchtigkeit in der Art, dass bei trockener Luft und bei mit Feuchtigkeit gesättigter Luft der Ausdehnungscoefficient auf 0,000005 sinken, bei mittlerer Feuchtigkeit bis auf 0,000012 steigen soll; Längenänderung bei constanter Temperatur nahe proportional der Feuchtigkeit, so lange die relative Feuchtigkeit nicht über eine gewisse ziemlich hoch liegende Grenze hinausgeht); die Ergebnisse Oertel's beim bayrischen Präcisions-Nivellement (Veröffentl. darüber, München 1893, S. 6); die Arbeit von Hildebrand (Ann. Phys. Chemie 1888, S. 361). Es ist dabei noch angegeben worden, dass die Untersuchung sich auf Nadelhölzer, besonders Tannen- und Fichtenholz, beschränken könnte, und dass ferner nur durch Oelfarbanstrich geschützte Stäbe in Betracht kämen.

Die Antwort des Präsidenten v. Helmholtz fiel aber leider ablehnend aus und zwar weil 1) die Gewinnung eines Resultats wegen der

---

*) Verhandlungen der vom 5. bis 12. September 1894 in Innsbruck abgehaltenen Conferenz der Permanenten Commission der Internationalen Erdmessung. Redigirt von A. Hirsch. Berlin, Reimer 1895.

unsicheren Bestimmung von Temperatur und Feuchtigkeit in einem so ungünstigen (in sich ungleichmässigen und von Stück zu Stück veränderlichen) Material wie Tannenholz zweifelhaft sei; 2) ein solches Resultat einer Verallgemeinerung kaum fähig sei, zur Verbesserung bereits erledigter Nivellements nichts mehr beitragen könne und auch zur Verwerthung bei jetzt oder künftig auszuführenden Nivellirungen nicht geeignet erschiene, zudem durch die „häufigen Vergleichungen der Längen der Holzlatten mit derjenigen eines Metallmaassstabes, durch welche die störenden Einflüsse von Temperatur und Feuchtigkeit mit jeder gewünschten Vollständigkeit eliminirt werden können", auch immer entbehrlich zu machen sei. Zum Schluss aber weist diese Antwort darauf hin, dass, nachdem die Technik Latten aus Aluminium, einem „für Herstellung von Nivellirlatten in mehr als einer Hinsicht vorzüglichen Material" ermöglicht habe, der Zeitpunkt nicht fern sein könne, an dem die hölzernen Latten überhaupt bei feinen Messungen durch metallene Latten ersetzt werden. Diese Ansicht, dass die vom Centralbureau der Erdmessung gewünschte Arbeit nicht mehr zeitgemäss sei, ist aber doch wohl sicher als mindestens verfrüht zu bezeichnen; und es ist glücklicherweise Aussicht dazu vorhanden, dass jene Arbeit nur etwas aufgeschoben worden ist.

Bekanntlich ist in Deutschland seit vielen Jahren Prof. Vogler ein Vorkämpfer metallener Latten für Fein-Nivellirung; er will dabei die Latte selbst als Metallthermometer benutzen. So ist denn auch seine Mittheilung an Helmert (Verh. Innsbruck, S. 176 ff.) von grossem Interesse. Metallene Nivellirscalen sind hiernach schon *) 1870 in München, etwas später in Holland versucht, aber wegen mancher Bedenken wieder aufgegeben worden: neben dem zu grossen Gewicht kam besonders die Möglichkeit recht ungleicher Erwärmung so langer Metallstäbe, die Umständlichkeit und Schwierigkeit der fortwährenden Temperaturmessungen in Betracht. Anderseits ist nicht zu verkennen, dass für Nivellirungen mit grossen Höhenunterschieden („Gebirgs-Nivellements") die grosse und z. Th. ungleichförmige, ja wohl z. Th. unstetige Veränderlichkeit von Holzstäben die Ergebnisse der Messung höchst unsicher machen. Vogler hat durch seine Versuche aus dem Jahre 1891 „die Hauptfrage, ob Holz ein guter Vermittler zwischen den einzelnen, in grösseren Pausen durch Metallstäbe bewirkten Feststellungen der Scalenlänge sei, für strenge Anforderungen nicht günstig beantwortet" erhalten. Wenn der

---

*) Man darf hier vielleicht anmerken, dass Nivellirscalen aus Metall auch schon früher für Grubennivellirung, zum Aufhängen an Punkten des Firsts eines Stollens oder einer Strecke, als sog. Hängelatten gebraucht worden sind. Dabei sind freilich meist nur ganz kurze Schiebelatten üblich und möglich und auch in anderer Beziehung sind die Verhältnisse für das Nivelliren in der Grube wesentlich andere als über Tag.

mittlere Nivellirfehler von ± 0,5 mm pro km, den er für möglich und erstrebenswerth hält, erreicht werden soll, so muss der Einfluss des Nivellirlattenfehlers auf jener Nivellementsstrecke innerhalb ± 0,2 mm, d. h. es muss selbst bei kleineren Steigungen die stetige Kenntniss des Lattenmeters innerhalb sehr weniger Hundertstel des Millimeters erhalten werden können. Wenn man, um dies zu erreichen, zu Metalllatten, aus Stahlblech etwa, zurückkehrt, so muss man zur Herstellung eines Metallthermometers ein Metall wählen und wählen können, das mit Stahl zusammen die Ausdehnung des letzteren innerhalb ± 0,01 mm pro Meter richtig angiebt. Ob sich hiezu Zink oder Aluminium oder Messing am besten eignet, bedarf zur Entscheidung noch vieler Versuche und Erfahrungen. Von Zink sind neuerdings sehr ungünstige thermische Nachwirkungen bekannt geworden und dasselbe gilt vom Aluminium, das überhaupt neben seinen ausgezeichneten Eigenschaften für viele technische Zwecke (vor allem seinem geringen Gewicht bei doch grosser Festigkeit) auch eine Reihe von Unzuträglichkeiten für viele Verwendungen zeigt und im ganzen noch recht wenig untersucht ist. Latten, die ganz aus Aluminiumblech herzustellen wären, wie sie Helmholtz in Aussicht gestellt hat, würden vielleicht vor Holzlatten kaum nennenswerthe Vorzüge besitzen; wenigstens scheinen bisherige Erfahrungen mit diesem Material dies anzudeuten.

Bei der mündlichen Verhandlung der Frage auf der Innsbrucker Conferenz (s. a. a. O., 4. Sitzung, S. 53—56) sind denn auch der Anwendung hölzerner Latten auch bei Fein-Nivellirung warme Vertheidiger erstanden. Lallemand, der verdienstvolle Leiter des französischen Nivellements sagte, er könne sich keine Rechenschaft geben von den Vortheilen, die für die Nivellements dadurch zu erwarten sein sollten, dass man die Compensations-Holzlatten (nach dem Modell des Obersten Goulier) durch Aluminium-Stäbe ersetzen wolle, die Nadelhölzer, besonders das Tannenholz (soll wohl Forchen- und Fichten-Kernholz heissen) erfüllen, von ihren ungünstigen hygrometrischen Eigenschaften abgesehen, die Anforderungen an das Material einer Nivellirlatte besser als alle Metalle, das Aluminium eingeschlossen; vor allem spricht eben, neben dem geringen Gewicht solcher Latten, ihr äusserst günstiges thermisches Verhalten für sie, wenn man auch auf den Kostenpunkt nicht viel Werth legen will. Und in Beziehung auf Beseitigung des leidigen Feuchtigkeitseinflusses sollen nach den französischen Erfahrungen gerade die Goulier'schen Compensationslatten Ausgezeichnetes leisten. Hirsch war der Ansicht, dass man „noch für lange Zeit“ Holzlatten metallenen Latten vorziehen werde, dass sich ferner durch Sorgfalt in der Herstellung der Holzlatten der Einfluss der Feuchtigkeit auf die Länge noch sehr herabdrücken lassen werde; man müsse besonders Verbesserungen in dieser Richtung anstreben. Helmert theilte hierzu noch mit, dass Siemens die Anwendung eines Paraffinbades im luftleeren

Raum für Holzlatten empfohlen habe. Vielfach werden ja auch die Latten vor dem mehrfachen Oelfarbenanstrich in heisses Oel getaucht. Die Erfahrungen, die in den Niederlanden mit Holzlatten gemacht worden sind, scheinen dafür zu sprechen, dass man die Länge von Holzscalen fast völlig genau feuchtigkeitsbeständig machen kann. Ohne das grosse Interesse, das die Fortsetzung der Versuche mit Metalllatten bietet, irgendwie leugnen zu wollen, ist doch auch zu betonen, dass wir in Beziehung auf die Erfahrungen über die Herstellung von hölzernen Nivellirscalen wenig über den Anfang hinaus gekommen sind; und es ist jedenfalls mit Freude zu begrüssen, dass die Finanz-Commission der Erdmessung zur Unterstützung von Versuchen über die besten Mittel, um den Einfluss der Feuchtigkeit auf die Nivellirlatten zu vermindern, den Betrag von 2000 Mk. ausgeworfen hat. Systematische Versuche 1) über die besten Holzsorten, 2) über die beste Art des Trocknens des Holzes, 3) über die beste Art der Imprägnirung und des Ueberzugs scheinen noch so gut wie ganz zu fehlen. Ist es bei 1) sicher, dass die oben genannten Nadelhölzer den Vorzug verdienen, dass insbesondere schwere tropische Holzarten, wie z. B. Mahagoni u. dgl., auszuschliessen sind? Welche Art von Schnitt und welche Art von Zusammensetzung des Lattenholzes ist vorzuziehen? Können nicht vielleicht sogar s. g. künstliche Hölzer wie z. B. das „Terracotta-Holz“ der Amerikaner und ähnliche Materialien in Betracht kommen? Ist bei 2) Lufttrocknen oder jahrelanges Ausflössen oder endlich Dämpfen zum Auslaugen des s. g. Holzschleims vorzuziehen? Dass bei 3) Imprägnirung mit Metallsalzen („Boucherisiren“ mit Kupfervitriol, „Burnettisiren“ mit Zinkchlorid), das den Hölzern für andere Zwecke werthvolle Eigenschaften verleiht, hier nicht in Betracht kommt, wird nicht zweifelhaft sein, denn das Imprägnirungsmittel muss ein in hygroskopischer Beziehung selbst völlig indifferenter Stoff sein; und die Doppelimprägnirung mit zwei Metallsalzen, z. B. Eisenvitriol und Schwefelbaryum, die eine unlösliche Verbindung im Holz eingehen sollen und durch die gleichsam eine „Metallisirung“ oder „Petrificirung“ des Holzes, wenigstens der oberflächlichen Schichten erreicht werden soll, hat sich ja allgemein nicht bewährt, und es wäre die Frage, ob man bei ihrer Anwendung das Holz nicht sonstiger werthvoller Eigenschaften berauben würde. Aber Verfahren wie die von Bethell (1838, Imprägniren mit Theeröl im Vacuum unter hohem Druck) u. A. wären einer systematischen Prüfung im Sinne der hier gestellten Aufgabe: die Längenänderung des Holzes möglichst unempfindlich gegen Feuchtigkeitsänderung der umgebenden Luft zu machen, wohl werth; heisses Oel und Paraffin sind schon oben als fernere Imprägnirungsstoffe genannt und zu demselben Zweck sind bereits Talg, Talg und Wachs, u. s. f. verwendet worden. Dem Bethell'schen Verfahren ist vielfach das Zeugniss grosser Feuchtigkeitsbeständigkeit der so behandelten Hölzer (nicht im Sinn der Dauerhaftigkeit, sondern in dem hier in Betracht kommenden des „Nichtarbeitens“ der Hölzer in feuchter Luft) gegeben werden. Aber bestimmte Urtheile über diese Imprägnirungsstoffe und auch über die Art und Anwendung der Ueberzugsstoffe (Oelfarbe u. s. f.) scheinen wegen des Fehlens zahlreicher und ausgedehnter systematischer Versuchsreihen kaum möglich zu sein.

Hammer.

Ueber Kreisbogenabsteckungen.

Bekanntlich hat man verschiedene Verfahren, die „Einzelpunkte" von Kreisbögen im Felde abzustecken, nachdem die Hauptpunkte derselben festgelegt sind. Die Zweckmässigkeit jeder dieser Verfahren richtet sich in erster Linie nach den gegebenen örtlichen Verhältnissen; so wird man bei der Absteckung einer Bahnachse wohl meist die Bestimmung der Einzelpunkte durch Abscissen und Ordinaten von der Tangente aus zur Anwendung bringen. Doch giebt es auch Fälle, in welchen sich die Absteckung der Einzelpunkte durch Peripheriewinkel als sehr vortheilhaft erweist. Wir haben hier die Wiederherstellung einer Bahnachse nach der Bauausführung, also auf dem fertigen Planum im Auge, welche Arbeit behufs nachfolgenden Verlegens des Oberbaues stets vorgenommen werden muss.

Unter Benutzung eines Theodolits und eines 20 m langen Messbandes ergiebt sich der Arbeitsvorgang in nachstehender Weise: Man stellt die berührenden Geraden und die Bogen-Anfangs- und Endpunkte her, nimmt auf einem dieser Punkte mit dem Theodolit Aufstellung und richtet in bekannter Weise die Endpunkte des Messbandes ein, nachdem man die den Sehnen von 20 m Länge zugehörigen Peripheriewinkel nach der Formel $\sin \alpha = \frac{10}{R}$ abgesetzt hat. Bei Bögen von grösserer Ausdehnung ist ein mehrmaliger Wechsel der Instrumentenstandpunkte geboten, namentlich, wenn die freie Durchsicht, wie bei den Bahneinschnitten, nicht vorhanden ist. Eine Probe für die richtige Absteckung bietet sich beim Anschluss an den Bogenendpunkt, für welchen bei der Sehnenlänge s_1 der gemessene Winkel mit demjenigen nach der Formel $\sin \alpha_1 = \frac{s_1}{2R}$ berechneten übereinstimmen muss; dann kann man auch noch die Bogenlänge einer Nachmessung unterwerfen.

Wie leicht zu erkennen, ist dieses Verfahren in allen praktischen Fällen ausführbar, namentlich bei grösseren Viaducten und besonders bei Tunneln wohl jeder anderen Methode überlegen und kann daher für die besprochenen Arbeiten empfohlen werden.

Köln im Januar 1895. *E. Puller,* Ingenieur.

Gesetze und Verordnungen.

Württemberg.

Auszug aus Staatsanzeiger für Württemberg von Sonnabend, 13. April 1895, Nr. 86.

Finanzdepartement.

Bekanntmachung des K. Steuercollegiums, Abth. f. dir. St., betreffend den Verkauf der Verfügungen über die Erhaltung und Fortführung der Flurkarten und Primärkataster.

Nachdem die neuen Bestimmungen über die Erhaltung und Fortführung der Flurkarten und Primärkataster in den Amtsblättern Nr. 1 u. 2 des Steuercollegiums von 1895 veröffentlicht worden sind, wird hiermit bekannt gegeben, dass diese Amtsblätter von dem Katasterbureau in Stuttgart, Schmalestrasse 7, zu folgenden Preisen bezogen werden können: 1) Das Amtsblatt Nr. 1, enthaltend die Ministerialverfügung vom 1. August 1894, die Dienstanweisung für Bezirksgeometer, die Anweisung für Katastergeometer und die Anweisung für die Felduntergänger, zum Preise von 1 Mk. 20 Pf. 2) Das Amtsblatt Nr. 2, enthaltend die Technische Anweisung, zum Preise von 2 Mk. 50 Pf.

Bücherschau.

Internationales meteorologisches Comité. Internationale meteorologische Tafeln, veröffentlicht gemäss einem Beschlusse des Congresses zu Rom im Jahre 1879. Ἀεὶ ὁ Θεὸς γεωμετρεῖ. Paris 1890. Gauthier-Villars et fils, Imprimerie-Libraires du bureau des longitudes, de l'école polytechnique, Quai des Grands-Augustins 55. Das Vorwort von E. Mascart in Paris und H. Wild in St. Petersburg.

Dieses in drei Sprachen, französisch, englisch, deutsch abgefasste Werk ist, wie der Titel sagt, aus der internationalen meteorologischen Vereinigung hervorgegangen, nach Beschlüssen der Versammlungen 1879 in Rom, 1880 in Bern, 1882 in Kopenhagen, 1885 in Paris.

Das Werk enthält alle in der Meteorologie gebräuchlichen Tabellen mit Ausnahme der Psychrometertabellen, da man über die Wahl der anzuwendenden Formel nicht einig werden konnte.

Capitel I. Maass-Einheiten S. C. 1.

Es wird angenommen als Grundbeziehungen:

$$1 \text{ Toise} = 1{,}9490366 \text{ Meter}$$

$$1 \text{ Yard} = 0{,}91438348 \text{ „}$$

wobei die Toise bei 13^0 R. das Meter bei 0^0 C. und das Yard bei 62^0 F. gilt. Man rechnet bekanntlich gewöhnlich eine Toise $= \frac{864}{443{,}296}$ m, d. h. 1 Toise $= 1{,}949036310$ m, was von dem vorigen etwas abweicht.

Aus den Grundbeziehungen ist abgeleitet

1 Pariser Fuss	=	1,3248394 m	=	1,0657653	engl. Fuss
1 „ Zoll	=	27,069953 mm	=	1,0657653	„ Zoll
1 „ Linie	=	2,255829 mm	=	0,0888138	„ „
1 engl. Meile	=	1760 Yards	=	1609,3149	m
1 Yard	=	3 Fuss	=	0,9143348	m
1 engl. Fuss	=	12 Zoll	=	0,30479449	m
1 „ Zoll			=	25,39954	m
1 Kilometer			=	0,6213824	engl. Meile
1 Meter			=	1,09363306	Yard
1 „			=	3,28089917	engl. Fuss
1 „			=	39,37079	„ Zoll
1 Millimeter			=	0,03937079	„ „

Hierzu Verwandlungstabellen S. 6—19.

Die Grundzahl 1,9490366, welche dem Verhältniss 864 : 443,295936 entspricht, ist nach Base du Système métrique III, S. 237 angenommen, abweichend von dem gewöhnlichen 864 : 443,296 — wollen die Meteorologen hier eine von allen andern metronomischen Gewohnheiten abweichende Zahl festlegen?

Aehnliche Verwandlungszahlen und Tabellen sind auch für Gewichte angegeben, welche uns Geodäten weniger interessiren, sowie Zeitverwandlungen.

Capitel II. Geodätische Maasse S. C. 11.

Erddimensionen nach Bessel abgerundet	$a = 6\,377\,397$ m
	$b = 6\,356\,079$ m
„ nach Clarke	$a' = 6\,378\,294$ m
(1866)	$a'' = 6\,376\,350$ m
	$b = 6\,356\,068$ m

Dieses stellt ein dreiachsiges Ellipsoid vor, dessen geodätisch physikalische Möglichkeit aber bekanntlich jetzt nicht mehr angenommen wird.

Ferner

Erddimensionen nach Clarke	$a = 6\,378\,253$ m $\pm$ 75 m
	$b = 6\,356\,521$ m $\pm$ 111 m
„ „ Faye	$a = 6\,378\,393$ m $\pm$ 79 m
(Annuaire du bur. d. long. 1889 S. 175)	$b = 6\,356\,549$ m $\pm$ 109 m
Erddimensionen nach Fischer	$a = 6\,378\,238$ m
(1868)	$b = 6\,356\,230$ m

Die Seemeile = 1 mittlere Meridian-Minute = 1852 m nach dem Annuaire du bureau des longitudes. In England und Amerika 1 Seemeile = 6080 Fuss = 1853,152 m, nach Bessel's Erddimensionen = 1852,95 m.

Die nöthigen geodätischen Formeln sind auf S. C. 13—C. 15 gegeben, es wird nicht mit $\frac{a^2-b^2}{a^2}$, sondern mit $\frac{a^2-b^2}{b^2}$ und mit der Constante $\frac{a^2}{b}$

gerechnet, wie auch Referent seit mehreren Jahren thut, nachdem er sich überzeugt hatte, dass die Formeln mit $\frac{a^2-b^2}{b^2}$ und mit $\frac{a^2}{b}$ in vielen Beziehungen vortheilhafter sind als die früher fast ausschliesslich gebrauchten Formeln mit $\frac{a^2-b^2}{a^2}$ und mit a. Indem gesetzt wird $\frac{a^2-b^2}{b^2}=K^2$ wird erhalten für die Breite λ:

Meridian-Krümmungshalbmesser $\rho=\frac{a^2}{b}\,(1+K^2\cos^2\lambda)^{-\frac{3}{2}}$

Parallelkreishalbmesser $r=\frac{a^2}{b}\,\cos\lambda\,(1+K^2\cos^2\lambda)^{-\frac{1}{2}}$

$$\text{Meridiangrad}=\frac{\pi}{180}\,\frac{a^2}{b}\left(1-\frac{3}{2}\,K^2\cos^2\lambda+\frac{3\cdot 5}{2\cdot 4}\,K^4\cos^4\lambda-\frac{3\cdot 5\cdot 7}{2\cdot 4\cdot 6}\,K^4\cos^6\lambda+\ldots\right)$$

$$\text{Parallelgrad}=\frac{\pi}{180}\,\frac{a^2}{b}\left(\cos\lambda-\frac{1}{2}\,K^2\cos^3\lambda+\frac{1\cdot 3}{2\cdot 4}\,K^4\cos^5\lambda-\frac{1\cdot 3\cdot 5}{2\cdot 4\cdot 6}\,K^6\cos^7\lambda+\ldots\right)$$

oder in anderer Form

$$\text{Meridiangrad}=A-B\cos 2\lambda+C\cos 4\lambda+\ldots$$

$$\text{wo}\quad A=\frac{\pi}{180}\,\frac{a^2}{b}\left(1-\frac{3}{2^2}\,K^2+\frac{3^2.5}{2^2.4^2}\,K^4+\ldots\right)$$

$$B=\frac{\pi}{180}\,\frac{a^2}{b}\left(\frac{3}{2^2}\,K^2-\frac{3.5}{4^2}\,K^4\right)$$

$$C=\frac{\pi}{180}\,\frac{a^2}{b}\left(\frac{3\cdot 5}{2^2.4^2}\,K^4+\ldots\right)$$

$$\text{und Parallelgrad}=A'\cos\lambda-B'\cos 3\lambda+C'\cos 5\lambda+\ldots$$

$$\text{wo}\quad A'=\frac{\pi}{180}\,\frac{a^2}{b}\left(1-\frac{1\cdot 3}{2\cdot 4}K^2+\frac{1\cdot 3\cdot 5}{2\cdot 4\cdot 8}\,K^4\ldots\right)$$

$$B'=\frac{\pi}{180}\,\frac{a^2}{b}\left(\frac{1}{2\cdot 4}\,K^2-\frac{1}{2}\,\frac{1\cdot 3\cdot 5}{2\cdot 4\cdot 9}\,K^4\ldots\right)$$

$$C'=\frac{\pi}{180}\,\frac{a^2}{b}\left(\frac{1}{2}\,\frac{3}{2\cdot 4\cdot 8}\,K^4\ldots\right)$$

Hierzu Tabellen S. 40—41 und zwar für die Meridian- und Parallelkreisgrade nach den abgerundeten Bessel'schen a und b. Damit stimmen nun die (auf 1 m abgerundeten) Grade von S. 40—41 in der letzten Stelle nicht mit den Tabellenangaben, die mit den wirklichen nicht abgerundeten Bessel'schen a und b berechnet sind. —

Die Seemeile ist nach der englischen officiellen Zahl angenommen

	1 Seemeile	=	1853,152 m
woraus	1 Kilometer	=	0,5396212 Seemeilen
	1 englische Meile	=	1609,3149 m
	1 Kilometer	=	0,6213824 engl. Meilen.

Aenderung der Schwere mit der geographischen Breite und mit der Höhe S. C. 12.

$$g(\lambda, h) = g_{45}(1 - 0{,}00259 \cos 2\lambda)\left(1 - \frac{5}{4}\frac{h}{R}\right)$$

Der Coefficient 0,00259 nach Broch, Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures B. I, S. A. 1 bis A. 10. Der zweite Factor gilt bekanntlich für Beobachtung auf einer Hochebene von unbegrenzter Ausdehnung in der constanten Höhe h über dem Meer. Mit dem Mittelwerthe $R = 6\,370\,000$ wird dieser letzte Factor $1 - 0{,}000\,000\,196\,h$. Für den Breitenfactor $(1 - 0{,}00\,259 \cos 2\lambda)$ ist eine Tabelle S. 38—39 mit Intervall von 10′ gegeben.

S. C. 16—C. 17 giebt die Berechnung des Sonnenbogens unter verschiedenen Breiten und in verschiedenen Jahreszeiten, unter Voraussetzung der Refraction 34′ für den Sonnenmittelpunkt im Horizont, mit Tafeln S. 42—53.

Capitel III Thermometer behandelt zunächst die Scalenverwandlungen von Celsius, Reaumur, Fahrenheit, mit Tabellen S. 58—74. Dann wird die Reduction der Lufttemperatur auf das Meeresniveau behandelt, als gleichförmig angenommen, z. B. soll in Frankreich die Temperaturabnahme nach oben betragen

im	Frühling	1^0	auf	180 m
„	Sommer	1^0	„	160 m
„	Herbst	1^0	„	180 m
„	Winter	1^0	„	200 m

Die Tabellen S. 76—77 geben diese Abnahme unter Voraussetzung, dass der Temperaturabnahme-Coefficient bekannt sei.

Capitel IV Barometer. Verwandlungen:

1 Pariser Linie	=	2,255829 mm	(log = 0.3533062)
1 „ „	=	0,0888138 engl. Zoll	(log = 8.9484804)
1 engl. Zoll	=	25,39954 mm	(log = 1.4048258)
1 mm	=	0,03937079 engl. Zoll	(log = 8.5951741)

Die erste dieser Zahlen ist die Reciproke von 0,443296, wie es nach dem bekannten Verhältniss 443,296 Par. Lin. = 1 m sein soll, auch der log stimmt damit in der 7. Stelle, während die oben angegebene Grundzahl 1,9490366 m für 1 Toise in der letzten Stelle damit nicht stimmt, wie wir bereits oben S. 245 bemerkt haben.

Die Ausdehnung des Quecksilbers bereitet in aller Strenge Schwierigkeiten, für die Tabellen S. 110—175 ist schlechthin angenommen der Ausdehnungscoefficient für 1° C (S. C. 27)

$$\mu = 0{,}000\,1818.$$

Ebenso wurde auch für Messing ein Mittelwerth angenommen (S. C. 28)

$$\lambda = 0{,}000\,0184.$$

Die Reduction für die Quecksilbersäule und für die Messingscale ist dann bei t^0 C. zur H Höhe zur Reduction auf 0^0 (S. C. 28):

$$C = \frac{(\mu - \lambda)}{1 + \mu\, t}\, t\, H = \frac{0{,}000\ 1634}{1 + 0{,}000\ 1818}\, t\, H,$$

wonach folgende Hauptwerthe berechnet sind:

$$\begin{array}{lr}
t = -40^0 \quad \frac{\mu - \lambda}{1 + \mu\, t} = 0{,}000 & 164597 \\
 & 301 \\
-30^0 \ldots\ldots\ldots\ldots & 164296 \\
 & 300 \\
-20^0 \ldots\ldots\ldots\ldots & 163996 \\
 & 298 \\
-10^0 \ldots\ldots\ldots\ldots & 163698 \\
 & 298 \\
\mp\ 0^0 \ldots\ldots\ldots\ldots & 163400 \\
 & 296 \\
+10^0 \ldots\ldots\ldots\ldots & 163104 \\
 & 296 \\
+20^0 \ldots\ldots\ldots\ldots & 162808 \\
 & 294 \\
+30^0 \ldots\ldots\ldots\ldots & 162514 \\
 & 294 \\
+40^0 \ldots\ldots\ldots\ldots & 162220
\end{array}$$

Hiernach berechnet man z. B.

für $t = -40^0$ und $H = 760$ mm $C = +5{,}0038$ (5,00 nach S. 112)

$t = +40$ und $H = 760$ mm $C = -4{,}9315$ (4,93 nach S. 145).

Die Schwere-Reduction des Quecksilberbarometers entspricht der schon oben angegebenen Schwereformel, nämlich $0{,}00259\, H \cos 2\lambda$ für den Barometerstand H und die geogr. Breite λ und $0{,}000\,000\,196\, H h$ für die Höhe h über dem Meere mit Reductionstafeln S. 176—181.

Barometrische Höhenmessung.

Auf S. C. 40 wird die Formel gegeben:

$$Z = K\,(1 + \varepsilon + \alpha\,\Theta)\left(\frac{1}{1-\beta}\right)(1+\gamma)\left(1 + \frac{Z + 2z}{B}\right) \log \frac{H_0}{H}$$

Es ist z die Höhe der unteren Station über dem Meere

$z + Z$ „ „ „ oberen „ „ „ „

Z der Höhenunterschied

$$K = 18400 = \frac{13595{,}8 \cdot 1{,}0003341}{1{,}29321 \cdot 1{,}000212}\ \frac{0{,}76}{0{,}4342945}$$

$$\varepsilon = 0{,}43429\, \frac{5}{4}\, \frac{K}{R},\ R = \text{Erdhalbmesser} = 6371104$$

$$\alpha\,\Theta = 0{,}00367 \times \text{mittlere Lufttemperatur}$$

$$\beta = 0{,}378\ (\text{Dunstdruck : Luftdruck})$$

$$\gamma = 0{,}00259 \cos 2\lambda,\ (\lambda = \text{geogr. Breite})$$

H_0 und H = unterer und oberer Barometerstand.

In K ist die Quecksilberdichte = 13,5958 als Abänderung von 13,59593 von Regnault und 13,5966 nach Marek (Seite C. 36); später auf Seite C. 56 ist 13,59593 gesetzt.

Das Glied ε bezieht sich auf Schwere-Reduction der beiden Quecksilbersäulen H_0 und H, mit der Annahme, dass beide auf unbegrenzter Hochebene in den Höhen z und $z + H$ und unter gleicher Breite beobachtet seien.

Am besten lässt man bekanntlich diese Reduction (welche z. B. für Aneroide und Siedethermometer nicht gilt) aus der Barometerformel ganz fort und bringt sie an den einzelnen Barometerbeobachtungen selbst an.

Nun werden Tafeln gegeben:

S. 228—229 $\log \left\{ K\,(1 + \varepsilon + \alpha\,\Theta) \right\}$ von $0{,}1^0$ zu $0{,}1^0$

S. 230—232 $\log \dfrac{1}{1-0{,}378\,\psi}$, für $\psi = \dfrac{\varphi}{\eta} = \dfrac{\text{Dunstdruck}}{\text{Luftdruck}}$

S. 233 $\log \gamma = \log\,(1 + 0{,}0025\,\varphi \cos 2\,\lambda)$

S. 233 $\log \left(1 + \dfrac{2\,z + Z}{6371104}\right)$

als Function von z und $\log Z$, während eine Tafel mit dem einen Argumente $\left(Z + \dfrac{Z}{2}\right)$ hier bequemer wäre.

Die Zahl 6371104 wird für den mittleren Erdradius angegeben ohne nähere Begründung. (Nach Bessel's a und b ist $\dfrac{a + a + b}{3} = 6370291$ auch sehr nahe übereinstimmend mit dem Halbmesser einer Kugel, welche gleiche Oberfläche oder gleichen Inhalt mit dem Ellipsoid hat.)

Diese Barometer-Höhenformel und die zugehörigen Tafeln können nun erstens angewendet werden zur Höhenberechnung zwischen 2 Stationen mit gegebenen meteorologischen Beobachtungen, zweitens aber zur Reduction eines Barometerstandes auf das Meeresniveau, und nach S. XIV des Vorwortes ist die allgemein anerkannte Nothwendigkeit gleichartige Tabellen zur Reduction des Barometers auf das Meeresniveau zu benutzen, gewissermaassen der Ausgangspunkt für die Veröffentlichung des ganzen Werkes gewesen.

Man kann zwar kurz sagen, diese Reduction besteht lediglich in einer Umkehrung der barometrischen Höhenformel, indem man nur die Höhe als bekannt und den unteren Barometerstand als unbekannt betrachtet. Aber dabei ist eine wunde Stelle in der Annahme der mittleren Lufttemperatur, welche man der hypothetischen Luftsäule von dem Beobachtungspunkt bis hinunter zum Meeresspiegel zutheilen soll. In dem Zahlenbeispiele S. C. 44 wird darüber nur gesagt: „Gesetzt, dass (diese mittlere Lufttemperatur) $\Theta = 5^0$ ist. . . .“

Man kann hierbei auch nochmals auf das Glied $\varepsilon = 0{,}43429\ \frac{5}{4}\ \frac{K}{R}$ in der Barometerformel zurückkommen, welches voraussetzt, dass beide Stationen auf unbegrenzten Hochebenen liegen, was bei der fraglichen Reduction jedenfalls nur bei der oberen Station zutrifft. Zugleich kann man aber hierbei nach schärferer Definition jener Reduction überhaupt fragen: soll man sich die Continente ganz wegdenken oder von jedem Punkte einen Schacht bis hierunter zum Meeresspiegel gegraben denken?

Nach diesem kommt ein zweites Verfahren für Barometer-Reduction, von A. Angot nach Annales du Bureau central météorologique, Jahrg. 1878, B. I, S. C. 13.

Unter Bezugnahme auf die schon oben S. 248 angegebene Höhenformel für Z haben wir zunächst mit $z = 0$, d. h. untere Station im Meeresspiegel:

$$Z = K(1 + \varepsilon + \alpha\,\Theta)\left(\frac{1}{1-\beta}\right)(1+\gamma)\left(1 + \frac{Z}{R}\right)\log\frac{H_0}{H}$$

$$Z = \left(K(1+\varepsilon) + \alpha K \Theta + \frac{K}{R} Z + \frac{K\alpha}{R}\Theta Z\right)\left(\frac{1}{1-\beta}\right)(+\gamma)\log\frac{H_0}{H}$$

$$Z = (18428{,}9 + 67{,}53\,\Theta + 0{,}003\,Z + 0{,}0000106\,\Theta\,Z)$$

$$\left(\frac{1}{1-\beta}\right)(1+\gamma)\log\frac{H_0}{H}$$

Nun wird gesetzt $m = \dfrac{Z}{18429 + 67{,}53\,\Theta + 0{,}003\,Z}$

Es ist also genähert:

$$\log\frac{H_0}{H} = m,\quad \frac{H_0}{H} = 10^{m}$$

$$\frac{H_0 - H}{H} = 10^{m} - 1 = M$$

$$C = H_0 - H = M \times H.$$

Die mit M bezeichnete Function ist in einer Tafel S. 182—193 dargestellt, welche 1000 M giebt als Function der Meereshöhe Z und der mittleren Lufttemperatur Θ. Man rechnet damit zuerst genähert und nachher genauer mit den Correctionen für Luftfeuchtigkeit und geographische Breite.

Capitel V Hygrometrie.

Spannkraft des Wasserdampfes (S. C. 56) mit Tabellen S. 242—247, welche abgeleitet wurden aus der Tabelle, die Dr. Broch nach den Beobachtungen von Regnault berechnet hat (Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, B. I, S. A. 19—39). Die Spannkräfte sind ausgedrückt in Millimetern einer Säule von Quecksilber mit dem specifischen Gewicht 13,59593 bei 0° Temperatur unter 45°

Breite in der Höhe Null über dem Meere. Folgendes ist ein Auszug aus dieser Spannungstafel S. 242—247

$t = -$ 30° C.	$S =$ 0,38 mm	$t = +$ 88	$S =$ 486,76 mm
— 20	0,94	+ 89	505,81
— 10	2,15	+ 90	525,47
0	4,57	+ 91	545,77
+ 10	9,14	+ 92	566,71
+ 20	17,36	+ 93	588,33
+ 30	31.51	+ 94	610,64
+ 40	54,87	+ 95	633,66
+ 50	91,98	+ 96	657,40
+ 60	148,88	+ 97	681,88
+ 70	233,31	+ 98	707,13
+ 80	354,87	+ 99	733,16
+ 90	525,47	+ 100	760,00
+ 100	760,00	+ 101	787,67

Es ist auch umgekehrt für die höheren Grade die Siedetemperatur des Wassers für Drücke von 550 mm bis 580 mm in einer Tafel (nach Broch, Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures B. I, S. A. 43—48.) S. 257—261 gegeben, wovon dieses im Auszug:

$S =$ 550 mm	$t =$ 91,20 °C.	$S =$ 680 mm	$t =$ 96,92 °C.
560	91,68	690	97,33
570	92,15	700	97,72
580	92,62	710	98,11
590	93,08	720	98,50
600	93,53	730	98,88
610	93,97	740	99,26
620	94,41	750	99,63
630	94,84	760	100,00
640	95,27	770	100,36
650	95,69	780	100,73
660	96,11	790	101,08
670	96,52	800	101,44

Nebenbei sei bemerkt, dass auch die Tabellen in des Ref. Handb. d. Verm. 4. Aufl. II. Band, 1893, S. [26] u. [27] aus den citirten Normalwerthen entnommen sind.

Endlich haben wir noch auf S. 264—265 Tabellen für das Gewicht des in einem Cubikmeter gesättigter Luft enthaltenen Wasserdampfes von — 30° C. bis + 40° C., entsprechend der Formel

$$p = \frac{a\,\delta}{760}\,\frac{F}{1 + \alpha\,t}$$

a das Gewicht eines Cubikmeters trockener reiner Luft bei 0^0 und 760 mm Normaldruck $a = 1{,}29321 : 1{,}0003341 = 1{,}29278$, wie schon in der barometrischen Höhenformel

$\delta = 0{,}6221$ die Dichte des Wasserdampfes

$F =$ die maximale Spannkraft des Wasserdampfes bei der Temperatur t

$\alpha =$ Ausdehnungs-Coefficient $= 0{,}00367$,

$$\text{folglich } p = 1{,}05821 \frac{F}{1 + 0{,}00367\, t}$$

Zum Schluss folgen noch Cap. VI über Wind und Cap. VII über Magnetismus und Elektricität. *J.*

Vereinsangelegenheiten.

Ordnung

für die

19. Hauptversammlung des Deutschen Geometer-Vereins.

Die 19. Hauptversammlung des Deutschen Geometer-Vereins wird in der Zeit vom 6. bis 9. Juni in

Bonn

nach folgender Ordnung abgehalten werden.

Donnerstag, den 6. Juni.

Vorm. 10 Uhr: Sitzung der Vorstandschaft in einem Gesellschaftszimmer der Lese- und Erholungsgesellschaft.

Nachm. 4 Uhr: Sitzung der Vorstandschaft und der Abgesandten der Zweigvereine ebendaselbst.

Abends 8 Uhr: Versammlung und Begrüssung der Theilnehmer im grossen Saale der Lese- und Erholungsgesellschaft.

Freitag, den 7. Juni.

Vorm. 9 Uhr: Hauptberathung der Vereinsangelegenheiten im grossen Saale der Lese- und Erholungsgesellschaft.

1) Bericht der Vorstandschaft.
2) Bericht der Rechnungsprüfungscommission und Beschlussfassung über Entlastung der Vorstandschaft.
3) Wahl einer Rechnungsprüfungscommission für die Zeit bis zur nächsten Hauptversammlung.
4) Berathung des Vereinshaushaltes für 1895 und 1896.
5) Vortrag des Herrn Professors Koll über die Einrichtungen für den geodätischen Unterricht an der Landwirthschaftlichen Akademie Poppelsdorf.

6) Neuwahl der Vorstandschaft.

7) Vorschläge für Ort und Zeit der nächsten Hauptversammlung.

8) Vortrag des Herrn Stadtgeometers Walraff über das preussische Landmesser-Reglement und die Einführung einer dreijährigen auf die Landmesserprüfung folgenden praktischen Ausbildung im Staats- oder Communaldienst als Vorbedingung für die Zulassung zur Privatpraxis.

Mittags 12 Uhr: Gemeinschaftliche Besichtigung der Ausstellung und der geodätischen Sammlung der Landwirthschaftlichen Akademie Poppelsdorf in den 3 Zeichensälen der Akademie.

Nachm. $3^1/_2$ Uhr: Fahrt mit Extrazug der Staatsbahn nach Godesberg.

Nachm. 4 Uhr: Festessen im Saale des Kurparks in Godesberg.

Abends 7 Uhr: Concert und Feuerwerk in Rüngsdorf am Rhein.

Sonnabend, den 8. Juni.

Vorm. 9 Uhr: Im grossen Saale der Lesegesellschaft:

1) Vortrag des Herrn Professor Dr. Jordan über die deutschen Coordinaten-Systeme.

2) Vortrag des Herrn Professor Dr. Reinhertz über die Messung der Bonner Basis mit Messlatten und Messband.

3) Vortrag des Herrn Kataster-Controleurs Maske über die Einrichtung und Ausführung von Neumessungen.

Mittags 12 Uhr: Besichtigung der Sehenswürdigkeiten von Bonn.

Nachm. 4 Uhr: Fahrt nach Mehlem, Spaziergang auf den Rodderberg (zum alten Vulkan), Thurm und Pavillon in Rolandseck.

Abends 8 Uhr: Festcommers der Theilnehmer und der Studirenden der Geodäsie an der Landwirthschaftlichen Akademie Poppelsdorf in der Beethovenhalle oder im Drei-Kaisersaal in Bonn.

Sonntag, den 9. Juni.

Vorm. 9 Uhr: Festfahrt auf dem Rhein von Bonn bis Andernach und zurück nach Remagen.

Nachm. $1^1/_2$ Uhr: Mittagsessen im Hotel Fürstenberg in Remagen.

Nachm. $4^1/_2$ Uhr: Weiterfahrt nach Königswinter, Auffahrt nach dem Drachenfels oder dem Petersberg.

Rückfahrt nach Bonn Abends 10 Uhr.

(Die Abänderung einzelner Zeitangaben bleibt vorbehalten bis zur Feststellung der Sommerfahrpläne.)

Während der Hauptversammlung wird eine Ausstellung geodätischer und kulturtechnischer Instrumente, Karten, Pläne und Bücher stattfinden. Wir laden hiermit ganz ergebenst zur Beschickung der Ausstellung ein.

Besonders wäre es erwünscht, wenn die einfachen Vervielfältigungsapparate für Zeichnungen und Schriftstücke, die für den eignen Gebrauch des Landmessers geeignet und in neuerer Zeit so vielfach ausgebildet sind, möglichst vollzählig ausgestellt werden. Wir bitten daher die Mitglieder des Vereins, eigne bewährte Apparate dieser Art auszustellen oder die ihnen bekannten Geschäfte, die solche Apparate liefern, zur Ausstellung einzuladen.

Wir bitten die auszustellenden Gegenstände bis zum 10. Mai d. J. bei dem Ausstellungscommissar Herrn Mechaniker Wolz, Bonn, Beethovenstrasse 32 anmelden und dabei angeben zu wollen, wie viel Tischfläche, Wandfläche u. s. w. für die Ausstellung beansprucht wird und welchen Werth die Gegenstände ungefähr haben.

Die auszustellenden Gegenstände müssen hier spätestens am 31. Mai d. J. bei dem genannten Ausstellungscommissar eingehen. Dieselben werden mit dem vom Aussteller angegebenen Werthe gegen Feuersgefahr versichert. Für sachverständige Behandlung beim Ein- und Auspacken bürgt der Name des Ausstellungscommissars.

Die Ausstellung findet in Verbindung mit der Ausstellung der reichhaltigen geodätischen Sammlung der Landwirthschaftlichen Akademie Poppelsdorf in den drei grossen Zeichensälen der Akademie statt.

Die Vorstandschaft des Deutschen Geometer-Vereins.
L. Winckel.

Personalnachrichten.

Königreich Preussen. Finanzministerium. Die Kataster-Secretaire Grasshoff in Hildesheim und Voye in Magdeburg sowie die Kataster-Controleure Blocksdorff in Köslin, Buth in Berlin, Dworek in Guben, Gitzen in Fulda, Kloth in Osnabrück, Knape in Wolmirstedt, Magnino in Iserlohn, Otto in Siegen, Otto in Gelnhausen, Preussler in Falkenberg O.-S., Prölss in Köln, Reich in Kottbus, Robrecht in Soest, Scholz in Swinemünde, Seeling in Bocholt, Skorczewski in Brilon, Stangen in Oppeln, Willems in Meppen und Zindler in Duderstadt sind zu Steuer-Inspectoren ernannt worden.

Die Kataster-Secretaire Borchard in Stade und Tschersich in Posen, sowie die Kataster-Controleure Brandrup in Gross-Wartenberg, Clausen in Bremervörde, Coenen in Schleiden, Dickob in Linz, Fischer in Trarbach, Fortun in Reichenbach, Herrmann in Brieg, Henss in Usingen, Henssen in Gemünd, Holl in Kirchberg, Imgart in Buxtehude, Kahm in Selters, Langs in Runkel, Loebell in Goldap, Friedrich Müller in Briesen, Paersch in Fraustadt, Pitz in Marienberg, Roth in Montabaur, Bernhard Scherer in Sinzig, Nicolaus Scherer in Ahrweiler, Schütz in Hochheim, Schultze in Idstein, Strocka in Münsterberg, Vaniеck in Nassau und Zartmann in Mayen sind zu Steuer-Inspectoren ernannt worden.

Der Kataster-Secretair Gramsch in Erfurt sowie die Kataster-Controleure Baenitz in Merseburg, Borchardt in Bromberg, Büchel in Nordhausen, von Bülow in Eckernförde, Cloeren in Beurig, Daecke in Delitzsch, Freisem in Saarlouis, Hintze in Marienburg, Hoosmann in Allenstein, Jacobs in Toftlund, Kraaz in Schleusingen, Lüdtke in Bartenstein, Maetzke in Löwenberg, Massmann in Oldenburg (Holstein), Meysen in Wittenberg, Jakob Müller in Wesel, Neubert in Langensalza, Paulsen in Soldau, Schlüter in Harburg, Tietze in Sonderburg, Trapmann in Sangerhausen, Trede in Hettstedt, Trenzen in Prüm, Volkening in Herford, Vollmer in Brakel und Wüsteney in Lübbecke sind zu Steuer-Inspectoren ernannt worden.

Der frühere Docent für Kulturtechnik an der Berliner Landwirthschaftlichen Hochschule, Meliorations-Bauinspector Gerhardt — bei seinen ehemaligen Hörern gewiss noch im bestem Andenken bekannt — ist nach einer zweijährigen Thätigkeit im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, der Königlichen Regierung zu Königsberg als technischer Beirath überwiesen und zum Regierungs- und Baurath ernannt worden. *Dr.*

Königreich Bayern. S. K. H. der Prinzregent geruhten, den Bezirksgeometer I. Cl. Gustav Schaaff in Landau (Pfalz) in den erbetenen Ruhestand auf die Dauer eines Jahres zu versetzen und den Bezirksgeometer II. Cl. A. Reissinger in Zweibrücken zum Bezirksgeometer I. Cl. zu ernennen.

Herzogthum Anhalt. Seine Hoheit der Herzog von Anhalt hat dem Professor Dr. Jordan an der Königlichen technischen Hochschule zu Hannover die Ritterinsignien I. Classe des herzoglichen Hausordens Albrechts des Bären verliehen.

Neue Schriften über Vermessungswesen.*)

Des Königl. Sächsischen Kammer-Raths W. E. A. v. Schlieben vollständiges Hand- und Lehrbuch der gesammten Landmesskunst mit besonderer Berücksichtigung der pr. Verm.-Vorschriften: Kat.-Anw. VIII und IX vom 25. Oct. 1881. Ein Nachschlagebuch für Landmesser, Geometer, Kulturtechniker, Ingenieure, Offiziere, Forstbeamte, Landwirthe und Diejenigen, welche aus Beruf oder Neigung für praktische Flurvermessung sich interessiren. Allgemein verständlich dargestellt und zum Selbstunterricht vollständig neu bearbeitet und herausgegeben von W. Caville, Trigonometer, Mitglied des deutschen Geometer-Vereins, corresp. Mitglied der topogr.-geodätischen Commission zu Moskau. 9. vollständig umgearbeitete Auflage. Halberstadt und Leipzig. Ernst'sche Verlags-Buchhandlung. Heft 1 bis 3.

Manuali Hoepli. Ing. Giovanni Pozzi, Regolo Calcolatore e sue applicazioni nelle operationi topographiche, con 182 incisioni e una tavola. Ulrico Hoepli, editore-librario della real casa, Milano.

Praktische Hilfstabellen, für logarithmische und andere Zahlenrechnungen von Joseph Hrabak, K. K. Oberbergrath und Professor. Dritte, abgekürzte Ausgabe. Leipzig 1895. Druck und Verlag von B. G. Teubner. 3 Mark.

Zajicek, Fr., Prof. Vorlagen für das Situationszeichnen für land- und forstwirthschaftl. Lehranstalten u. s. w. Wien, Pest, Leipzig. A. Hartlebens Verlag.

Wolf, R., Taschenbuch für Mathematik, Physik, Geodäsie und Astronomie. 6., neu durchgearbeitete u. etwas verkürzte Auflage, vollendet durch A. Wolfer. (In 4—5 Lieferungen.) Zürich 1895. 8. m. Tafeln u. Holzschnitten. — Liefg. 1. Jede Liefg. 1,20 Mk.

Gore, J. H., Geodesy. London 1895. 8. with figures. cloth. 5,30 Mk.

*) Zu den Angaben auf Seite 223—224 über neue Schriften sind zwei Berichtigungen zu machen:

1) Kempert's Literatur-Nachweis gab nur die 11 Nummern auf Seite 223, das übrige bis Seite 224 ist aus anderen Quellen erhalten.

2) Auf S. 224 unten soll stehen Lehrbuch der niederen Geodäsie statt modernen Geodäsie.

Inhalt.

Verlag von Konrad Wittwer Stuttgart — Druck von Gebrüder Jänecke in Hannover.