



Státní zeměměřický a kartografický ústav  
Knihovna  
9175

3. Jahrgang

Heft 2

# MITTEILUNGEN

des Chefs des  
Kriegs-Karten- und Vermessungswesens

Februar 1944

## I N H A L T:

Obltn. Dr. Ing. habil. M. Kneißl: Die Winkelmessung I. O.  
in Frankreich, Beobachtungsmethoden und Instrumente . . S. 49

Herausgegeben vom  
Oberkommando des Heeres, Generalstab des Heeres  
Chef des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens  
Berlin



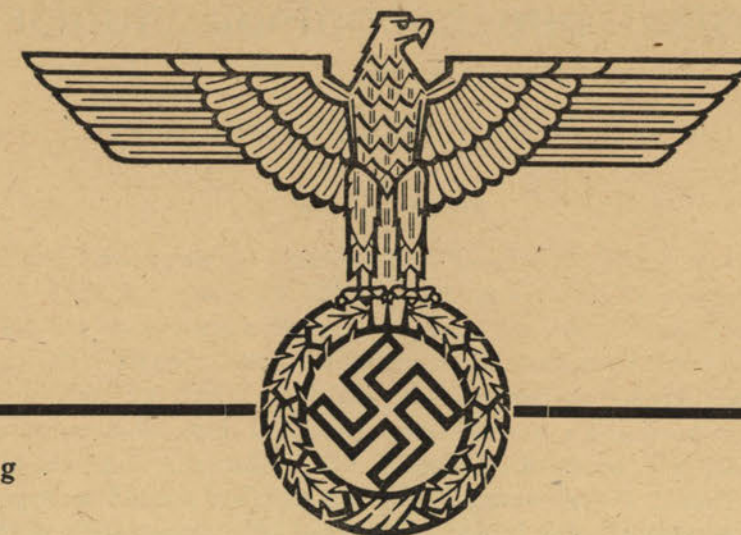
1425

GAZK

1719

Die Mitteilungen des Chefs des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens erscheinen in zwangloser Folge in jährlich etwa sechs Heften. Sie werden vom Chef des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens übersandt, eine Veröffentlichung im Buchhandel erfolgt vorläufig nicht. Abdruck nur mit Genehmigung des Kr.Kart.Verm.Chefs.

Beiträge sind zu richten an OKH./GenStdH./Kr.Kart.Verm.Chef, Berlin W 35, Lützowstraße 60



3. Jahrgang

Heft 2

# MITTEILUNGEN

des Chefs des  
Kriegs-Karten- und Vermessungswesens

Februar 1944

## INHALT:

Obltn. Dr. Ing. habil. M. Kneißl: Die Winkelmessung I. O.  
in Frankreich, Beobachtungsmethoden und Instrumente . . S. 49

Herausgegeben vom  
Oberkommando des Heeres, Generalstab des Heeres  
Chef des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens  
Berlin



# Die Winkelmessung I. O. in Frankreich Beobachtungsmethoden und Instrumente

mit 24 Bildbeilagen

Von Oberleutnant Dr. Ing. habil. M. Kneißl

## Einleitung

Das Sekretariat der Association de Géodésie de l'Union Géodésique et Géophysique Internationale hat sich am 1. 5. 1936 mit einem 25 Einzelfragen umfassenden Fragebogen an die leitenden geodätischen Dienststellen der europäischen Staaten gewandt um die Unterlagen für eine Gesamtausgleichung der europäischen Dreiecksnetze festzustellen. Die auf Grund dieser Rundfrage eingegangenen Antworten wurden in Heft 53 (Jan./Febr./März 1937) des Bulletin Géodésique, dem Organ der Association de Géodésie veröffentlicht. Prof. Dr. Samel, Bonn, hat unter Bezug auf diese Veröffentlichung in Heft 7/1938, S. 116/118 der Allgemeinen Vermessungsnachrichten über den gegenwärtigen Stand der Landesvermessungen in Europa berichtet und das Ergebnis der 25 Einzelfragen in einer sehr beachtenswerten Übersicht zusammengestellt. Unter Ziffer 4 und 5 des Fragebogens waren Angaben über die bei der Winkelmessung I. O. verwendeten Instrumente und die Beobachtungsverfahren erbeten.

Die Antworten zu 4 und 5 zeigen, daß die Geodäten einer Reihe der europäischen Staaten die deutsche Methode der Winkelmessung in allen Kombinationen und teilweise auch deutsche Instrumente übernommen haben. Die französischen Ingenieur-Offiziere hingegen haben vollständig unabhängig und mit der der französischen Geodäsie eigenen Tradition in ruhiger und zielsicherer Arbeit eigene Theodolite I. O. entwickelt und verschiedene Beobachtungsmethoden theoretisch und praktisch erprobt. Diese Entwicklung scheint heute im wesentlichen abgeschlossen zu sein und hat bei den neuesten französischen Winkelmessungen I. O. der bei uns seit Jahrzehnten für Hauptnetztriangulationen abgelehnten „Repetitions winkelmessung“ — wie schon hier festgestellt werden darf — einen vollen Erfolg gebracht. Im folgenden sollen die französischen Beobachtungsmethoden für die Winkelmessung I. O. erläutert, die neuere Entwicklung der französischen Instrumente kurz aufgezeigt und das Ergebnis einer Vergleichsmessung mitgeteilt werden. Bei dieser Vergleichsmessung handelt es sich um die Beobachtung des französischen Punktes La Ferlanderie im Parallel von Rochefort, die im Oktober 1942 im Auftrage des Chefs des Kriegskarten- und Vermessungswesens unter Leitung des Verfassers durch Beobachter des französischen „Institut Géographique National“ mit dem neuesten französischen Instrument und durch deutsche Beobachter mit dem deutschen Askania-27-cm-Theodolit mit photographischer Registrierung und dem Wild-Theodolit T 3 durchgeführt wurde.

## I. Beobachtungsmethoden

### a) Allgemeines

Bis zur Mitte des neunzehnten Jahrhunderts wurden alle Winkelmessungen in Frankreich<sup>1)</sup> nach der Repetitionsmethode<sup>2)</sup> durchgeführt; insbesondere haben sie Delambre, Méchain, Biot, Arago zur Messung des alten Meridians von Frankreich und die Ingenieurgeographen für ihre Triangulationen verwendet. Hierbei wurden für die Triangulation I. O. Repetitionskreise von Borda und für die Folgetriangulationen Theodolite von Gambey benutzt. Lehrmäßig wurde sie noch 1853 von Oberst Peytier,

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu die Ausführungen „Sur la méthode de répétition“ von Jules Baillaud in „Sur les erreurs de graduation des cercles employés dans les opérations géodésiques et sur les méthodes qui permettent d'en diminuer l'influence“ Bulletin Géodésique No. 42, April/Mai/Juni 1934, S. 37—68.

<sup>2)</sup> Die Repetitions winkelmessung wurde um 1750 durch Tobias Mayer in Göttingen erfunden und in Frankreich kurze Zeit darauf durch Borda bei den nach ihm benannten Repetitionskreisen in die Praxis eingeführt. Die ersten Repetitions-theodolite wurden in Deutschland durch Reichenbach und Ertel in München gebaut und unter anderem von W. Struwe um 1820 und C. F. Gauß 1821—1825 verwendet. Vgl. hierzu auch F. R. Helmert „Die Ausgleichsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate“, 3. Auflage, Verlag und Druck B. G. Teubner, Leipzig-Berlin 1924, S. 502—506 und M. Näbauer „Grundzüge der Geodäsie“, Handbuch der angewandten Mathematik von H. E. Timerding, Verlag und Druck B. G. Teubner, Leipzig-Berlin 1925, S. 292 und die dort angegebenen Fußnoten.





Chef de la 1<sup>re</sup> Section du Dépôt de la Guerre, in seinen „Notes sur les opérations géodésiques“ vertreten. Ihre letzte größere Anwendung hat sie wohl 1861—1862 bei der Verbindungstriangulation von Frankreich und England gefunden. Bei dieser Verbindungstriangulation war man gezwungen, sehr abgenutzte Repetitionskreise zu verwenden, so daß die französischen Beobachter nur durch wirkliche Gewaltstouren und durch Wunder an Scharfsinn „par de véritables tours de force et des miracles d'ingéniosité“ Ergebnisse erzielen konnten, die den Ergebnissen der mit besseren Instrumenten ausgerüsteten Engländer entsprachen. An diese Verbindungstriangulation hatte französischerseits der damalige Hauptmann François Perrier teilgenommen und die Mängel der Repetitionskreise und ihre Anwendung richtig erkannt. Er zögerte daher nicht bei der Bearbeitung des algerischen Teils des Meridians von Frankreich, vor allem bei der spanisch-algerischen Verbindungstriangulation über das Mittelmeer die Repetitionskreise und damit auch die Repetitionsmethode vollständig zu verwerfen und die Beobachtung mit den nach seinen Angaben von Brunner gebauten Azimutalkreisen durchzuführen, die sich durch äußerste Einfachheit in der Konstruktion auszeichneten. An Stelle der Repetitionswinkelmessung führte Perrier die mehrfach wiederholte Richtungs- und Winkelbeobachtung — zusammengefaßt als Reiterationmethode<sup>3)</sup> bezeichnet — in die französische geodätische Praxis ein. Die Einführung der Reiteration an Stelle der Repetition fällt also mit der Einführung eines neuen Instrumententyps zusammen, der sich besonders durch die Verwendung von Mikrometern für die Ablesung und durch die Benutzung des Okularmikrometers für die Zieleinstellung auszeichnete und bis heute in Frankreich glänzend bewährt hat. Mit der Einführung der Reiterationmethode durch F. Perrier im Jahre 1867 wurde die Repetitionswinkelmessung in Frankreich aufgegeben und etwa bis 1938 bei Hauptnetztriangulationen nicht mehr verwendet.

Bei der neuen französischen Triangulation (Nouvelle Triangulation), deren Anfang etwa auf das Jahr 1870 zurückgeht und die z. Z. noch nicht abgeschlossen ist, wurden und werden noch heute mit Rücksicht auf die vorhandenen Instrumente und je nach den Umständen (Beobachtung auf Bodenpfeilern oder Hochbauten) verschiedene Beobachtungsverfahren verwendet. Auf den Stationen, die keine Pfeilerdrehung erwarten ließen — also auf Bodenpfeilern, niedrigen Beobachtungstürmen — wurde bis 1899 ausschließlich nach der Methode der Richtungsbeobachtung gemessen. Bei hohen Beobachtungsgerüsten wurde schon sehr bald auch bei der Beobachtung des neuen Meridians die Winkelmessung mit fester Bezugsrichtung durch Reiteration eingeführt und bis 1899 vielfach und dann später, etwa von 1927—1938, ausschließlich verwendet. In der Zwischenzeit (1899—1927) wurde nach dem Schreiberschen Verfahren der Winkelmessung in allen Kombinationen beobachtet. Die Ergebnisse dieser drei verschiedenen Beobachtungsverfahren sind absolut gleichwertig<sup>4)</sup>. Insbesondere stehen nach französischem Urteil die Beobachtungsergebnisse bei den Richtungsbeobachtungen im Neuen Meridian in keiner Weise den Beobachtungsergebnissen bei der Winkelmessung in allen Kombinationen nach.

Die Vorteile der Repetitionswinkelmessung in Bezug auf die Tilgung der Ablese- und Teilungsfehler und in Bezug auf die Zeiteinsparung durch Wegfall der Zwischenablesungen haben die französischen Geodäten veranlaßt, die Repetitionswinkelmessung in den letzten Jahren von neuem aufzugreifen und wieder anzuwenden. Dabei haben die guten Erfahrungen mit der Winkelmessung mit fester Bezugsrichtung die Rückkehr zur Repetitionswinkelmessung wesentlich erleichtert.

Seit 1867 wird bei allen französischen Winkelbeobachtungen I. O. grundsätzlich mit Okularmikrometer<sup>5)</sup> gemessen, die Neigung der Kippachse durch ein Achsennivellement festgestellt und der Einfluß

<sup>3)</sup> Hier darf darauf hingewiesen werden, daß unter der französischen „Méthode de réitération“ lediglich die wiederholte Winkel- oder Richtungsmessung in verschiedenen Kreisstellungen verstanden wird, bei der wie üblich eine Verstellung des Kreises um  $\frac{400''}{m \cdot n}$  erfolgt und wobei  $m$  gleich der Zahl der Ablesungsmikroskope und  $n$  gleich der Zahl der Beobachtungsreihen ist.

Mit dem deutschen Begriff Reiteration für ein besonderes Winkelmeßverfahren, das 1841—1848 bei der Gradmessung in Südafrika zur Anwendung gelangte und von Helmert (vgl. Fußnote 2, S. 506—508) beschrieben ist, hat der französische Begriff nichts zu tun.

<sup>4)</sup> Vgl. hierzu Mémorial du Service Géographique de l'Armée, Tome III, Premier Fascicule, 1929, S. 318—321.

<sup>5)</sup> Die Zieleinstellung mit dem beweglichen Faden des Okularmikrometers (pointés au fil mobile) sind sicherer als die Zieleinstellung mit der Alhidadenfeinstellschraube. Zudem kann der Beobachter in sehr kurzer Zeit eine ganze Reihe von Einstellungen durchführen und dadurch den Zielfehler erheblich herabsetzen. Dies gilt besonders für die Beobachtung nach Lichtzielen, die sehr selten vollständig zur Ruhe kommen.

des Zielachsenfehlers und des Kippachsenfehlers rechnerisch berücksichtigt<sup>6)</sup>. Mit Rücksicht hierauf wird in der französischen Geodäsie unter einer Beobachtungsreihe (une série) lediglich ein Hin- oder Rückgang, also nach unserem Sprachgebrauch ein Halbsatz in einer bestimmten Fernrohrlage verstanden. Die Fernrohrlage — bei uns gewöhnlich mit I und II oder mit Höhenkreis rechts oder links beziffert — wird in der französischen Praxis entsprechend der Lage der Trommel des Okularmikrometers mit „Tambour à droite“ (T. d.) und „Tambour à gauche“ (T. g.) bezeichnet. Die rechnerische Berücksichtigung des Zielachsen- und Kippachsenfehlers hat wohl auch dazu geführt, daß die bei der Winkelmessung I. O. verwendeten Instrumente in Anlehnung an den astronomischen Sprachgebrauch als Azimutalkreise bezeichnet werden, während man die bei uns übliche Bezeichnung „Theodolit“ in Frankreich nur für einfachere Instrumente verwendet, mit denen die Beobachtungen wie üblich nach der Tilgungs- oder Kompensationsmessung durchgeführt werden.

Vor der Darstellung der verschiedenen Beobachtungsmethoden darf noch ein allgemeiner Überblick über das Beobachtungsverfahren mit Azimutalkreisen gegeben werden.

Die Azimutalkreise werden vor der Beobachtung wie jeder Theodolit berichtigt (réglage du cercle azimutal). Es wird also zunächst die Steh- oder Alhidadenachse des Instruments (l'axe de l'instrument) mit Hilfe der Kippachsenlibelle und der Dreifußschrauben lotrecht und die Libellenachse parallel zur Kippachse (l'axe de rotation de la lunette) gestellt. Nach der Konstruktion muß die Kippachse nach der Lotrechtstellung der Stehachse senkrecht zur Stehachse und parallel zur Ebene des Teilkreises sein, die die Stehachse senkrecht durchsetzt.

Nach der Lotrechtstellung der Stehachse wird die Trommelablesung  $V_0$  des Okularmikrometers bestimmt, für die die Ebene der Ziellinie — die Ziellinie wird durch das optische Zentrum des Objektivs und das bewegliche Fadenkreuz gebildet — senkrecht zur Kippachse steht oder für die mit anderen Worten der Zielachsenfehler oder die „ligne de collimation“ Null ist. Hierzu wird ein gut sichtbares Ziel i. d. R., das weiter unten näher zu erläuternde Bezugsziel eingestellt, die Alhidade festgeklemmt und dann eine Reihe von Feineinstellungen — i. a. werden 10 Einstellungen genügen — mit dem Okularmikrometer durchgeführt und das Mittel  $V_1$  dieser Ablesungen gebildet. Hierauf wird das Fernrohr umgelegt<sup>7)</sup> und dasselbe Ziel von neuem gleich oft mit dem Okularmikrometer eingestellt. Wird das Mittel dieser Einstellungen mit  $V_2$  bezeichnet, so ergibt sich  $V_0$  aus

$$V_0 = \frac{1}{2} (V_1 + V_2) \quad \text{was für eine große Weisheit !!!}$$

Die Lage von  $V_0$  kann sehr genau bestimmt werden. Im allgemeinen ändert sich  $V_0$  während der Dauer einer Station sehr wenig, so daß es genügt,  $V_0$  vor und nach den Beobachtungen zu bestimmen und den endgültigen Berechnungen das Mittel aus diesen Beobachtungen zugrunde zu legen. Im übrigen wird ein kleiner Fehler in der Bestimmung von  $V_0$  durch die Beobachtungsmethode in den Beobachtungsmitteln getilgt. Vor der Bestimmung von  $V_0$  ist die horizontale und vertikale Lage der Fäden des Okularmikrometers zu überprüfen. Bei der Beobachtung selbst wird man bei der Grobeinstellung mittels der Alhidadenklemme das Fadenkreuz stets auf  $V_0$  einstellen, so daß das Mittel der Feineinstellungen mit dem Okularmikrometer sehr wenig von  $V_0$  abweichen wird.

Nach der Bestimmung von  $V_0$  ist der Run der Ablesemikroskope (Tare des microscopes) zu bestimmen. Die Brennweite der Mikroskopobjektive und ihr Abstand von der Teilung und die Ganghöhe der Meßschrauben werden so gewählt, daß durch eine oder mehrere ganze Schraubenumdrehungen der Ablesefaden von einem Teilstrichbild bis zum nächsten verschoben wird, d. h. also, daß eine einfache Beziehung zwischen den Trommelteilen, die den Schraubenumdrehungen entsprechen, und der Entfernung von zwei aufeinanderfolgenden Teilstrichen des Teilkreises besteht. Diese Beziehung ist aber nicht konstant und ändert sich insbesondere mit jeder Änderung des Abstandes des Objektivs vom Teilkreis. Bei den französischen Azimutalkreisen werden die Mikrometerschrauben so gewählt, daß dem Abstand  $D = 10''$  zweier Teilstriche 2,5 Trommelumdrehungen  $t$  entsprechen oder daß  $2D = 5t$  ist. Damit entsprechen einer Trommelumdrehung  $4''$  und einer Hundertstel-

<sup>6)</sup> Mit Rücksicht auf die rechnerische Berücksichtigung des Kippachsenfehlers müssen auch auf jeder Station I. O. die Höhenwinkel nach sämtlichen Zielpunkten gemessen werden. Die Höhenwinkelmessung geht i. d. R. der Horizontalwinkelmessung voraus und wird mit einem besonderen Theodolit (z. Z. i. a. mit Wild T 3) durchgeführt.

<sup>7)</sup> Beim Umlegen findet eine Drehung um die Längsachse des Fernrohres statt, wobei Objektiv und Okular ihre Lage beibehalten, die Achszapfen aber ihre Lage vertauschen.



umdrehung  $4^{\circ}$ . Die Abweichung der wirklichen Trommelangaben vom Abstand zweier Teilstriche wird in Frankreich mit Tara — bei uns mit Run — bezeichnet. Mißt man mit einem der Mikroskope den Zwischenraum  $2D$ , so wird man statt

$$2D = 5t + X \text{ erhalten, wobei } X \leq 0 \text{ sein wird.}$$

*Darüber braucht man doch nicht 2 Seiten dieses Heftes vollzuschreiben!*  
X heißt dann die Tara oder der Run für 5 Umdrehungen des benutzten Mikroskops. Wird X positiv, also  $> 0$ , so muß eine negative Korrektur an die Trommelablesung angebracht werden. Wird X negativ, also  $< 0$ , so wird die Korrektur positiv.

Die Runbestimmung ist stets etwas unsicher. Eine genaue Methode zu ihrer Verbesserung erhält man, wenn man für jede beobachtete Richtung den der Ablesemarke benachbarten linken und rechten Teilstrich einstellt und so jeweils unabhängig den Run bestimmt. Die Ablesung auf dem rechten Teilstrich gibt dann den Rest in Minuten, der mit dem Run oder der Tara für  $1^{\circ}$  zu multiplizieren ist; die Einstellung auf den linken Strich ermöglicht die Bestimmung der Tara für  $1^{\circ}$ . Mit Rücksicht auf die Kleinheit des Runs und die Unsicherheit seiner Bestimmung genügt es i. d. R. einen mittleren Run aus gleichmäßig über den ganzen Kreis angeordneten Bestimmungen von Teilstrichintervallen zu berechnen und diesen der Reduktion aller Ablesungen einer Station zu Grunde zu legen.

Die Tara wird jeweils für  $1^{\circ}$  angegeben. Erhält man z. B. für ein Mikroskop für zwei aufeinanderfolgende Teilstriche des Limbus die Trommelablesungen

$$0,124t \text{ und } 2,630t,$$

so entsprechen  $10^{\circ}$  2,506 Trommelumdrehungen. Damit wird die Korrektur für  $10^{\circ}$  gleich

$$-0,006t \cdot 4^{\circ} = -2,4^{\circ}$$

$$\text{oder } -0,24^{\circ} \text{ für } 1^{\circ}.$$

Da bei den Beobachtungen die Ablesungen aller Mikroskope zusammengekommen werden, wird i. d. R. auch die Tara für sämtliche Mikroskope gemeinsam bestimmt. Hier darf noch darauf hingewiesen werden, daß die älteren Azimutalkreise durchweg mit 4 Ablesmikroskopen ausgestattet und die Trommeln der Mikroskope so eingerichtet sind, daß der Abstand zweier Trommelteilstriche  $4^{\circ}$  beträgt. Bei der Beobachtung werden nun die Ablesungen der 4 Mikroskope untereinander geschrieben und addiert. Da nun die Einzelergebnisse mit Rücksicht auf die Trommelangabe mit 4 multipliziert, die Summe der 4 Ablesungen aber mit 4 dividiert werden mußte, ergibt die einfache Summe sofort die ermittelte Ablesung in Sekunden. Für die Bestimmung der Tara dient bei einem Theodolit mit 4 Mikroskopen folgendes Beispiel:

#### Tare des Microscopes

Date: 2. X. 1942  
Heure: 16<sup>h</sup>  
Index: 20<sup>G</sup>

Date: \_\_\_\_\_  
Heure: \_\_\_\_\_  
Index: \_\_\_\_\_

#### Mikroskop

T	T	T	T
0,124	2,630	I . . . .	. . . .
127	636	II . . . .	. . . .
115	622	III . . . .	. . . .
120	630	IV . . . .	. . . .
0,486	10,518	. . . .	. . . .
	- 0,486	. . . .	. . . .
	10,032	. . . .	. . . .

Damit ergibt sich unter Berücksichtigung der Trommeleinteilung ( $0,01t = 4^{\circ}$ ) sofort die durchschnittliche Tara für  $1^{\circ}$  zu  $-0,32^{\circ}$ .

Diesen allgemeinen Berichtigungen geht die Bestimmung der Instrumentalkonstanten voraus. Hierher gehören die Bestimmung:

- des Libellentheilwerts oder der Libellenangabe der Kippachsenlibelle, d. i. der Winkel in Sekunden, den 2 nach benachbarten Teilstrichen der Libelle führende Halbmesser des Libellenkörpers miteinander einschließen (la valeur angulaire d'une division du niveau),

- des Winkelwerts K für die Ganghöhe der Meßschraube des Okularmikrometers.

Bei den Libellen der Azimutalkreise liegen die Libellentheilwerte bei etwa  $20-30^{\circ}$ . Die Bestimmung des Libellentheilwerts erfolgt in bekannter Weise. Für den Azimutalkreis Nr. 1 von Brunner — der weiter unten noch beschrieben wird — wurde ein Teilwert von  $\alpha = 19,4^{\circ}$  festgestellt. Die Libellentheilstriche werden i. d. R. durchlaufend von 0 bis  $2M$  beziffert, wobei 0 an der Seite mit der Regulierschraube liegt (la vis de réglage). Die Ablesung des rechten und linken Blasenrandes wird bei der Regulierschraube rechts (tête de vis à droite) mit D und G und nach dem Umsetzen der Libelle (tête de vis à gauche) mit D' und G' bezeichnet — in den neueren Formblättern werden die beiden Libellenablesungen in einer Lage einfach untereinander geschrieben und mit VD bzw. VG bei vis à droite und vis à gauche bezeichnet.

Mit diesen Bezeichnungen erhält man aus den Libellenablesungen vor und nach dem Umsetzen den Neigungsfehler der Kippachse (Kippachsenfehler) i aus

$$i^{\circ} = \frac{\alpha^{\circ}}{4} [(D - D') - (G - G')]$$

und den Neigungsfehler der Libelle

$$\alpha^{\circ} = \left\{ M - \frac{1}{4} [(D + D') + (G + G')] \right\} \alpha^{\circ},$$

wobei  $\alpha$  die Libellenangabe bedeutet und die Differenzen  $(D - D')$  und  $(G - G')$  stets positiv genommen werden.

Zur Bestimmung des Winkelwerts K der Ganghöhe der Meßschraube des Okularmikrometers mißt man mit Hilfe des Teilkreises einen kleinen Winkel zwischen zwei weit entfernten und gut einstellbaren Zielpunkten und mißt dann denselben Winkel nochmals mit der Meßschraube des Okularmikrometers. Dabei wird man die Messungen so anordnen, daß man mit verschiedenen Teilen der Meßschraube mißt, wobei selbstverständlich die mittleren Schraubengänge um  $V_0$  stark bevorzugt werden, weil ja bei der eigentlichen Beobachtung an dieser Stelle die Meßschraube am meisten benutzt wird.

Bezeichnet man hierbei mit  $A^{\circ}$  den mit dem Teilkreis gemessenen Winkel und mit N die Zahl der Trommelumdrehungen, so erhält man für eine Schraubenumdrehung oder für die Ganghöhe

$$\frac{A^{\circ}}{N}$$

Daraus ergibt sich für den Abstand zweier Teilstriche der Trommel oder für die Trommelangabe, die mit K bezeichnet wird,

$$K = \frac{A^{\circ}}{100 N}$$

wenn die Trommel in 100 Teile unterteilt ist. Der Wert K ist ziemlich konstant und schwankte z. B. für den Azimutalkreis Nr. 1 nur zwischen  $5,25^{\circ}$  und  $5,29^{\circ}$ .

K kann auch mit Hilfe nur eines Zielpunkts bestimmt werden. Hierzu wählt man ein gut einstellbares Ziel im Horizont ( $\alpha = 100^{\circ}$ ) und stellt dasselbe bei einer Trommelstellung nahe bei  $V_0$  mittels der Alhidade bei Kreisstellung  $0^{\circ}$  ein. Nach Ablesung des Kreises (Index und Mikroskope) und 10maliger Zieleinstellung mittels des Okularmikrometers wird die Alhidade so weit gedreht, daß die Nullmarke des Mikroskops auf den nächstgelegenen linken Teilstrich des Limbus zu liegen kommt. Dann werden die Mikroskope abgelesen und die Ablesungen zusammengefaßt und mit  $M_g$  bezeichnet. Hierauf wird das Ziel wiederum mit dem Okularmikrometer 10mal eingestellt und das Mittel  $V_g$  der zugehörigen Trommelablesungen gebildet. Anschließend wird die Alhidade zurückgedreht bis die Nullmarke des Mikroskops über den nächsten rechts von  $0^{\circ}$  gelegenen Teilstrich steht. Die zugehörigen Mikroskopablesungen und die Ablesungen des Okularmikrometers seien dann  $M_d$  und  $V_d$ . Bildet man die Differenzen der beiden Einstellungen gegenüber der Einstellung bei  $0^{\circ}$ , so erhält man K aus

$$K = \frac{M - M_g}{V - V_g} \quad \text{bzw.} \quad K = \frac{M - M_d}{V - V_d},$$

wenn M und V die Mikroskop- und Okularmikrometerablesung bei  $0^{\circ}$  bezeichnen. Zur Kontrolle wird die ganze Bestimmung i. d. R. auch noch bei anderen Kreisstellungen — etwa bei  $50^{\circ}$  und bei  $25^{\circ}$  und  $75^{\circ}$  — wiederholt.



$K$  muß immer dann bestimmt werden, wenn ein Eingriff in das Okularmikrometer erfolgte oder das Objektiv des Fernrohrs abgeschraubt wurde.

Nachfolgend darf ein vollständiges Beispiel für die Bestimmung von  $K$  unter Verwendung des französischen Beobachtungsvordrucks mitgeteilt werden.

a) Beobachtung:

Instrument:

Cercle azimutal  
de 32 cm Huetz  
à 4 microscopes  
No. 6  
Lunette No. 5

Mesure de  $K$

Date	Série n°	Niveau
Heure	T	VD P VG P
Origine		...
On vise		...
Index = 0.0		41 = .....
Pointés auf fil mobile	Microscopes	
T	G links D rechts	
... 139	0,035	0,010
... 139	...	... 60
... 138	... 64	... 10
... 135	... 30	... 55
... 142	... 70	... 135
... 142	G = 0,199	
... 145	D = 0,135	
... 146	G + D = 0,334	G - D = ...
... 148	L <sub>m</sub> = 1/2(G + D) = 167	c <sub>t</sub> = ...
... 132	CV <sub>0</sub> = ...	c <sub>i</sub> = ...
T	L <sub>m</sub> + CV <sub>0</sub> = ...	c <sub>t</sub> + c <sub>i</sub> = ...
... 1406	c <sub>t</sub> + c <sub>i</sub> = ...	
Direction	Observations	
Réf.	Circ. atm.	
Direction ramenée à 0		

Dieselben Beobachtungen werden bei Index 399,9<sup>G</sup> und 0,1<sup>G</sup> durchgeführt und die ganze Bestimmung von  $K$  bei 49,9<sup>G</sup>, 50,0<sup>G</sup> und 50,1<sup>G</sup> wiederholt.

b) Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse und Berechnung von  $K$ .

Index + $L_m$	Pointés au fil mobile	Berechnung von $K$
$M_g = 399,9^G + 0,0023.75^G$	$V_g = 2,4330$	$K_1' = \frac{M - M_g}{V - V_g} = 0,058_2$
$M = 0,0 + 0,0016.7$	$V = 0,1406$	
$M_d = 0,1 + 0,0019.7$	$V_d = 1,8826$	$K_2' = \frac{M - M_d}{V - V_d} = 0,057_6$
$M_g = 49,9^G + 0,0031.45^G$	$V_g = 2,3732$	$K_3' = 0,0579$
$M = 50,0 + 0,0062.75$	$V = 0,1526$	$K_4' = 0,0583$
$M_d = 50,1 + 0,0105.6$	$V_d = 1,9403$	
	Mittel:	$K' = 0,0580^G$

Dabei ist  $K'$  ausgedrückt in Graden für eine ganze Trommelumdrehung. Für 0,01 Trommelteile wird damit  $K$  in Sekunden

$$K = 5,80^{\text{cc}}.$$

*Trommelwert*

Die unmittelbaren Beobachtungsergebnisse müssen vor ihrer weiteren Verwendung noch rechnerisch vom Einfluß

- des Kippachsenfehlers,
- des Zielachsenfehlers und
- des Runs oder der Tara der Mikroskope befreit werden.

Bezeichnet  $i$  den Kippachsenfehler während der Beobachtung und  $z$  die Zenitdistanz einer bestimmten Richtung, so ergibt sich der Einfluß  $x$  des Kippachsenfehlers auf die beobachtete Richtung in bekannter Weise aus

$$\text{tg } x = \sin i \text{ ctg } z$$

oder da  $x$  und  $i$  sehr kleine Winkel sind aus

$$x^{\text{cc}} = i^{\text{cc}} \text{ ctg } z$$

Dabei ist zu beachten, daß  $i$  positiv genommen wird, wenn der rechte Drehzapfen höher liegt als der linke und  $i$  nach Größe und Vorzeichen nach der oben angegebenen Formel berechnet wird.

Den Einfluß  $y$  des Zielachsenfehlers erhält man aus

$$\sin y = \sin K \frac{(V - V_0)}{\sin z},$$

wobei  $K$  den Teilwert der Mikrometerschraube

$V_0$  die Trommelablesung für den Zielachsenfehler Null und

$V$  das Mittel der Trommelablesung für die tatsächliche Zieleinstellung ist.

Mit Rücksicht auf die kleinen Winkel  $K$  und  $y$  wird damit

$$y^{\text{cc}} = \frac{K^{\text{cc}} (V - V_0)}{\sin z}$$

Da  $z$  bei geodätischen Messungen stets nahezu 100<sup>G</sup> ist, kann man  $y$  ohne wesentlichen Genauigkeitsverlust aus

$$y^{\text{cc}} = \pm K^{\text{cc}} (V - V_0) \begin{cases} + \text{ bei Trommel rechts} \\ - \text{ bei Trommel links} \end{cases}$$

berechnen, wobei die angegebene Vorzeichenregel für die französischen Azimutalkreise gilt. Mit Rücksicht darauf, daß  $(V - V_0)$  immer sehr klein bleibt und auch  $K$  ziemlich beständig ist, wird  $y$  für den praktischen Gebrauch in einer kleinen Tabelle vorgerechnet.

Die Verbesserung  $C$  für die Mikroskopablesung ergibt sich durch eine einfache Multiplikation des Ableserests mit dem Run für 1<sup>c</sup> und wird i. d. R. ebenfalls einer in einfachster Weise aufzustellenden Hilfstafel entnommen.

Mit diesen Verbesserungen ergibt sich die Gesamtablesung aus

$$L + i^{\text{cc}} \text{ ctg } z \pm K^{\text{cc}} (V - V_0) + C \begin{cases} + \text{ Tambour oculaire à droite,} \\ - \text{ Tambour oculaire à gauche,} \end{cases}$$

wobei  $L$  (lecture) die Kreis- und Mikroskopablesung umfaßt.

In den z. Z. gebrauchten Vordrucken wird die Kreisablesung mit Index = ..., <sup>G</sup>,

die Mikroskopablesung mit  $L_m$  (lecture des microscopes),

die Zielachsenverbesserung (correction  $V_0$ ) mit  $C V_0$ ,

die Verbesserung wegen der Neigung der Kippachse mit  $c_t$

und die Runkorrektur mit  $c_i$  bezeichnet.

Damit ergibt sich für die endgültige Richtungsbeobachtung

$$\text{Direction} = J + L_m + C V_0 + c_t + c_i$$

Nach diesen allgemeinen Vorbemerkungen darf auf die verschiedenen Beobachtungsverfahren näher eingegangen werden.



NUMÉROS DES SÉRIES.	DATES.	HEURES DE JOUR.	ORIGINES.	POSITIONS DU TAMBOUR.	SENS.	POINTS VISÉS.	LECTURES				SOMME des MICRO- SCOPIES.	POINTES AU FIL NOIR.	INCL.	CORRECTIONS			SOMME des CORREC- TIONS.	LECTURES CORRIGÉES.	DIRECTIONS HAUTEURS à O.	OBSERVATIONS.		
							MICROSCOPES.								du MICRO- SCOPE.							
							INSTR.	1.	2.	3.	4.		SCALES.	SCALES.	SCALES.	SCALES.	SCALES.	SCALES.				
1	Juillet 9 à 6 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> .	0	Direct.	D		La Gaste.....	0°00'	1,3140	1,3280	1,3085	1,3215	528,70	6	7,0192	-0,2	+0,08	0,00	+0,28	+6,72	0°00'00"	Miroirs ordinaires.	
						Cambajou.....	29,50	1,7878	1,8115	1,7860	1,8270	721,20	6	7,0047	-0,1	+0,08	0,00	-0,05	-0,91	29,5153,37		
						Puy Saint-Georges.	40,40	0,9650	0,9760	0,9615	0,9830	388,85	6	7,0016	-0,2	+0,07	0,02	-0,28	-2,51	40,4386,54		
						Montredon.....	79,40	1,2210	1,2460	1,2360	1,2550	492,50	6	7,0167	-0,4	+0,17	0,00	+0,37	+5,34	79,4501,04		
						Pic Nore.....	147,10	0,2950	0,2920	0,2860	0,2860	119,20	6	7,0166	-0,4	+0,08	0,00	+0,32	+5,36	147,0524,56		
						Saint-Pons.....	186,50	0,2730	0,2350	0,2450	0,2410	129,70	6	7,0119	-0,15	+0,08	0,00	+0,12	+4,46	186,5134,16	186,5599,26	
						La Gaste.....	0,00	1,2225	1,2580	1,2380	1,2580	521,65	4	7,0024	0,00	0,00	0,00	-0,58	-0,58	0,0534,07	-0,55	
						La Gaste.....	50,10	1,2950	1,2730	1,2915	1,2935	774,60	4	7,0091	+0,50	-0,08	0,00	-1,37	-1,41	50,1773,19	0,0000,00	
						Saint-Pons.....	256,60	0,8800	0,9350	0,9640	0,9435	573,95	6	7,0057	-0,18	+0,08	0,00	+0,00	+2,01	256,6375,89	186,4602,80	
						Pic Nore.....	197,20	0,8950	0,8450	0,8335	0,8315	350,40	6	7,0057	0,0	0,00	0,00	+0,00	+2,00	197,2352,40	147,0579,21	
2	Juillet 9 à 6 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup> .	50	Inverse.	G		Montredon.....	129,50	1,2850	1,2400	1,2340	1,2800	740,50	6	7,0024	0,0	0,00	0,00	+0,16	+1,16	129,5742,46	79,3969,27	Tous les miroirs inverses.
						Puy Saint-Georges.	96,50	1,2800	1,2715	1,2820	1,2600	629,45	6	7,0111	+0,50	-0,10	0,00	-4,00	-4,10	96,5635,55	40,3862,16	
						Cambajou.....	79,60	2,4160	2,2380	2,4010	2,4100	956,50	6	7,0001	+0,50	-0,08	0,00	+0,37	+5,39	79,6959,79	29,5186,60	
						La Gaste.....	50,10	1,2110	1,2510	1,2120	1,2880	767,50	6	6,9950	0,0	0,00	-0,00	+0,05	+0,05	50,1773,55	+0,16	

b) Richtungsbeobachtungen (Tours d' horizon)

Bei der Richtungsbeobachtung werden alle von der Beobachtungsstation auslaufenden Richtungen der Reihe nach angezielt und auf eine gemeinsame Ausgangs- oder Bezugsrichtung (direction de référence) bezogen. Als Bezugsrichtung wird dabei die Richtung nach einem der zu beobachtenden Signale genommen, das die besten Sichtbarkeitsbedingungen bietet oder aber auch vielfach ein besonderes Hilfssignal (Mire) in etwa 6—8 km Entfernung verwendet, das eine einwandfreie Signaleinstellung ermöglicht und Phasenfehler nach Möglichkeit ausschließt. Eine vollständige Beobachtungsreihe (une série) umfaßt die einmalige Messung aller Ziele in einer Fernrohrlage. Hierbei wird die Bezugsrichtung zweimal zu Beginn und am Schluß der Reihe unabhängig eingestellt und abgelesen. Die Differenz der beiden Ablesungen für die Bezugsrichtung darf die zu erwartenden Einstell- und Ablesefehler nicht wesentlich überschreiten. Sie gibt zugleich ein gutes Maß für die Beurteilung des Verlaufs der Pfeilerdrehung. Ist die Differenz so klein, daß sie aus Einstell- oder Ablesefehlern oder aus einer geringfügigen Pfeilerdrehung erklärt werden kann, so wird für die Reduktion der übrigen Richtungen i. d. R. einfach das Mittel der beiden Ablesungen eingeführt. Bei größeren Differenzen muß die Beobachtungsreihe wiederholt werden.

Bei der Winkelmessung I. O. werden 20 Reihen, bei der II. und III. O. 10 bzw. 4 Reihen beobachtet, wobei

- zur Tilgung einer gleichmäßigen Pfeilerdrehung die Zieleinstellung in einer Reihe im Uhrzeigersinn und in der nächsten Reihe im Gegenuhrzeigersinn (le sens direct ou le sens inverse) erfolgt;
- zur Tilgung der Kreisteilungsfehler der Teilkreis wie üblich, jeweils um  $\frac{400^G}{m \cdot n}$  verstellt wird;

$m$  = Anzahl der Ablesemikroskope

$n$  = Anzahl der Reihen;

- zur Tilgung eines nicht scharf erfaßten Zielachsenfehlers die Reihen abwechselnd in Fernrohrlage T. d. und T. g. beobachtet werden, und
- die Einstellfehler durch Verwendung des Okularmikrometers besonders klein gehalten und im übrigen Zielachsenfehler und Kippachsenfehler rechnerisch berücksichtigt werden.

Außerdem soll zur Vermeidung von Phasenfehlern die Beobachtung gleichzeitig über Morgen- und Abendstunden und zur Ausschaltung der Refraktionseinflüsse über mehrere Tage verteilt werden. Mit Rücksicht auf die Art der Winkelmessung haben die französischen Geodäten die Pfeilerdrehung weitgehend untersucht und zu ihrer unmittelbaren Bestimmung in neuester Zeit ein besonderes Instrument entwickelt.

Da es fast auf allen Stationen schlecht beleuchtete oder besonders schwer einstellbare Ziele gibt, können sehr oft nur unvollständige Reihen beobachtet werden. Die in den einzelnen Reihen fehlenden Richtungen werden bei der französischen Beobachtungsmethode in einfachster Weise in besonderen Ergänzungsreihen im unmittelbaren Anschluß an die Bezugsrichtung nachgeholt und in die endgültige Standtafel (wiederum mit tours d' horizon bezeichnet) eingeführt.

Zur besseren Ausschaltung der Fehlereinflüsse durch Pfeilerdrehung (les erreurs de torsion) wurde in späteren Jahren auch in sogenannten Doppelreihen (séries doubles) beobachtet. Hierbei wird in derselben Kreislage ohne Durchschlagen oder Umlegen des Fernrohrs ein Hin- und Rückgang — also nach unserem Sprachgebrauch ein ganzer Satz — gemessen, wobei die einzelnen Sätze gleichmäßig auf beide Fernrohrlagen verteilt werden. Bei Beobachtung nach Doppelreihen wurden die Wiederholungszahlen entsprechend vermindert, also in der I. O. auf 10 Doppelreihen beschränkt.

Die endgültigen Beobachtungsergebnisse werden wie üblich nach Reduktion der einzelnen Richtungsbeobachtungen in den verschiedenen Reihen auf die Bezugsrichtung durch einfache Mittelung der Einzelergebnisse erhalten.

Als Beispiel für die Richtungsbeobachtung wird ein Beobachtungsauszug und die endgültige Standtafel für die Station Montalet des Neuen Meridians von Frankreich mitgeteilt, wobei sich mit Rücksicht auf die oben stehenden allgemeinen Erklärungen eine Übersetzung der Kopfleisten erübrigt. Das Beispiel, das auch in verschiedenen französischen Lehrbüchern angegeben wird, ist der amtlichen Veröffentlichung „Mémorial du Dépôt Général de la Guerre, Tome XII, Publié par le colonel Perrier, Nouvelle Méridienne de France, 1<sup>re</sup> partie, Paris, Imprimerie Nationale, 1885“, S. 36, 37 und 69 entnommen. Kleinere Druckfehler des Originals wurden dabei nicht berichtigt.

0,07  
0,03  
0,01



## OBSERVATIONS.

## STATION DE MONTALET.

Instrument :  
CERCLE AZIMUTAL N° 1.Observateur :  
M. PERRIER.

Au centre. — Observations de jour.

NUMÉROS DES SÉRIES.	DATES.	HEURES.	POSITION DU TAMBOUR oculaire.	ORIGINES.	LA GASTE.	CAMBATJOU.	S-GEORGES.	MONTREDON.	PIC NORE.	SAINT-PONS.
					Miroirsolaire.	Miroirsolaire.	Miroirsolaire.	Miroirsolaire.	Miroir solaire.	Miroir solaire.
1	1873.									
2	Juillet 9.	3 <sup>h</sup> . 0 <sup>m</sup>	D	0 <sup>c</sup>	0°0000'00	29°5185'37	40°3851'42	79°3966'12	147°0589'64	186°4599'24
3	—	3.35	D	25	—	91,86	55,59	65,92	76,31	596,03
4	—	4. 0	G	50	—	86,60	62,15	69,27	79,21	602,80
5	—	4.32	G	75	—	75,93	53,34	56,67	77,98	597,10
6	—	5. 0	G	10	—	80,45	54,88	61,56	82,95	599,58
7	—	5.16	G	35	—	95,16	56,37	64,54	89,20	602,53
8	—	5.40	G	60	—	82,73	55,52	57,19	72,11	600,09
9	—	6.20	D	85	—	76,83	50,93	65,87	75,49	598,91
10	10.	5.45	D	15	—	93,01	60,17	63,78	85,21	608,50
11	—	6.25	D	30	—	82,94	60,06	63,26	83,36	597,11
12	—	7. 8	G	55	—	86,47	58,67	67,50	82,11	604,40
13	—	7.40	G	80	—	79,65	54,03	63,02	83,08	605,89
14	—	8.10	G	15	—	79,81	52,80	66,88	84,14	610,24
15	—	8.35	G	40	—	88,56	63,63	66,37	82,18	609,57
16	—	2.20	D	65	—	84,69	53,78	52,65	77,52	594,77
17	—	2.40	D	90	—	87,40	53,78	63,51	79,04	599,03
18	—	3.20	D	20	—	87,84	60,62	66,83	86,46	601,94
19	—	3.40	D	45	—	88,84	53,69	61,00	80,79	592,84
20	—	4. 0	G	70	—	87,94	52,03	55,11	75,64	595,81
21	—	4.30	G	95	—	83,04	55,28	57,75	79,74	602,86
22	—	4.55	G	7	—	80,18	58,46	66,22	77,88	594,68
23	—	5.15	D	32	—	87,98	59,73	62,29	84,76	593,24
24	—	5.35	D	57	—	91,01	55,39	63,22	83,16	605,12
25	—	5.55	D	82	—	90,25	55,19	59,70	79,50	609,91

Directions moyennes :	LA GASTE.....	0°0000'000
	CAMBATJOU.....	29.5185,606
	SAINT-GEORGES.....	40.3856,146
	MONTREDON.....	79.3962,800
	PIC NORE.....	147.0381,144
	SAINT-PONS.....	186.4600,925

## c) Winkelmessung mit fester Bezugsrichtung durch Reiteration

Die eigentliche Winkelmessung (méthode par mesure directe des angles) wurde in Frankreich schon frühzeitig in der Weise eingeführt, daß bei hohen Signalbauten mit Rücksicht auf die Pfeilerdrehung die Richtungsbeobachtung in Doppelreihen oder ganzen Sätzen (couples) auf jeweils 2 Ziele, nämlich auf die Bezugsrichtung und eine Netzrichtung beschränkt wurde. Da diese Methode somit gewissermaßen

zwischen der Richtungsbeobachtung und der eigentlichen Winkelmessung liegt, wird sie manchmal als kombinierte Methode (méthode combinée) bezeichnet. In neuerer Zeit wird diese Methode, bei der jede Netzrichtung jeweils für sich und ohne Verbindung mit den übrigen Netzrichtungen mit der Bezugsrichtung verbunden wird, als Winkelmessung mit fester Bezugsrichtung (observations dites sur référence) bezeichnet. Wird die Bezugsrichtung mit R (référence) und werden die einzelnen Netzrichtungen mit 1, 2, 3, 4...i beziffert, so sind bei der Winkelmessung I. O. die Winkel

$$R. 1, R. 2, R. 3, R. 4 \dots R. i$$

zu messen. Diese Winkel können nun durch mehrfach wiederholte Winkelmessung (Reiteration) oder auch durch Repetitions winkelmessung beobachtet werden. Zunächst wird hier nur auf die Reiteration näher eingegangen und die Repetitions winkelmessung weiter unten beschrieben.

Bei der Reiteration muß bei 4 Ablesemikroskopen nach jedem Satz der Teilkreis um  $\frac{400^G}{10 \cdot 4} = 10^G$  verstellt werden, so daß sich für die Bezugsrichtung die Ablesung 0°, 10°, 20° usw. ergeben.

Für die Bezugsrichtung wird hier in der Regel eine besondere Mire in 6—8 km Entfernung gewählt und nur ausnahmsweise eine Netzrichtung als Bezugsrichtung verwendet. Diese Methode hat den großen Vorteil, daß jedes Signal unabhängig und ohne Verbindung mit den übrigen behandelt werden kann, so daß also für die eigentliche Messung neben der Mire jeweils nur 1 Zielpunkt sichtbar sein muß. Die Ausschaltung der Pfeilerdrehung ist wegen der Kürze einer Beobachtungsreihe verhältnismäßig sicher. Weiterhin kann man, wenn ein Zielpunkt sehr schlecht sichtbar ist oder bei sehr langen Dreiecksseiten durch eine entsprechende Vermehrung der Sätze in einfachster Weise und ohne große Überlegung praktisch gleichgewichtige Beobachtungen erzielen. Die theoretisch noch ungelöste Frage der Proportionalität der Beobachtungsgewichte zur Länge der Ziellinie wird praktisch dadurch gelöst, daß man beim Vorliegen besonderer Umstände es dem Geschick des Beobachters überläßt, durch eine entsprechende Erhöhung der Wiederholungszahlen einen einfachen und gerechten Ausgleich zu schaffen.

Die Winkelmessung mit fester Bezugsrichtung wird auch heute noch vielfach in Frankreich verwendet. In den nachstehenden Beispielen, die französischen Originalaufschreibungen entnommen sind, wird zunächst die Art der Aufschreibung bei der Winkelmessung und dann die Zusammenstellung und Berechnung der Beobachtungsergebnisse gezeigt. Bei der Beobachtung eines Winkels  $A.B$  wird zunächst die Trommel des Okularmikrometers auf  $V_0$  gestellt, die Bezugsrichtung  $A$  durch Drehung der Alhidade anvisiert und nach dem Anziehen der Klemmschraube (pince) der Alhidade, mit der Feinstellschraube (vis de rappel de l'alidade) eingestellt. Hierauf wird der Teilkreis in die Ausgangslage gedreht und festgeklemt. Nach Überprüfung der Zieleinstellung wird die Libelle abgelesen und die Ablesung (Niveau) in das Beobachtungsprotokoll unter  $VD$  eingetragen. Hierauf wird die Libelle umgesetzt und die Ablesungen bei  $VG$  durchgeführt. Anschließend werden mittels der Zeigervorrichtung (Index) die Grade und Zehnerminuten der Kreisstellung und die 4 Mikroskope nach Einstellung der Teilstriche links und rechts von der Ablesemarke abgelesen und die Ablesungen unter Index und Microscopes  $G$  und  $D$  in das Protokoll eingetragen sowie  $G + D$ ,  $G - D$  und  $L_m = \frac{1}{2} (G + D)$  gebildet. Der Wert  $G - D$  dient für die Berechnung der Runkorrektion  $c_i$ . Nun erst erfolgt die scharfe Einstellung des Zielpunktes mit Hilfe des Okularmikrometers durch 10malige „Pointés au fil mobile“ (die mittlere Zeit dieser Einstellung wird aufgeschrieben) und die Berechnung der Zielachsenverbesserung  $CV_0$ . Die Index- und Mikroskopablesung plus  $CV_0$  gibt die „lecture brute“, die noch um  $c_i$  und  $c_i$  verbessert werden muß. Nach der 10maligen Pointierung stellt der Beobachter die Trommel des Okularmikrometers auf  $V_0$ , löst die Alhidade und stellt nun den Zielpunkt  $B$  mittels der Alhidade ein. Dann folgen die Zieleinstellung mit dem Okularmikrometer (die mittlere Zeit wird wiederum notiert), die Mikroskopablesung und zum Schluß das Kippachsennivellement. Damit ist der erste Halbsatz ( $\frac{1}{2}$  Couple aller) beendet und die ganze Messung muß anschließend in umgekehrter Reihenfolge von  $B$  nach  $A$  ( $\frac{1}{2}$  Couple retour) wiederholt werden. Das Zeitintervall, während dem eine Pfeilerdrehung sich auswirken kann, liegt zwischen den beiden mittleren Zeitpunkten der Feineinstellung mit dem Okularmikrometer. Da dieses Zeitintervall durch die Beobachtungsanordnung sehr kurz gehalten wird (Maximalzeit etwa 3<sup>min</sup>), ist der Einfluß der Pfeilerdrehung auf das Beobachtungsergebnis sehr gering. Die weitere Anordnung der Kreis- und Fernrohrlagen ist aus dem Beispiel unmittelbar zu ersehen.



Imp. N° 2-08 quarter 1.6N 194

Notice

— 61 —



# d) Winkelmessungen in allen Kombinationen

Die Schwierigkeiten, die bei den Richtungsbeobachtungen im Hauptnetz durch die Beobachtung unvollständiger Reihen und Richtungssätze entstehen und die Homogenität der Richtungssätze mitunter erheblich stören, gaben bei den etwa um 1899 in Angriff genommenen Hauptnetzbeobachtungen zur Wiederherstellung des französischen Katasters Anlaß zur Einführung des Schreiberschen Verfahrens der Winkelmessung in allen Kombinationen.

Diese Methode ist so bekannt und wurde in Frankreich ohne wesentliche Abänderung übernommen, daß sich hier eine besondere Darstellung der Methode erübrigt. Die Beobachtung erfolgt wie bei uns in ganzen Sätzen (Hin- und Rückgang), wobei die Gesamtheit der 4 Zielungen mit „un couple“ bezeichnet wird. Im einzelnen wurde für Beobachtungen I. O. entsprechend der Gewichtssetzung für die Richtungsbeobachtungen ein mittleres Gewicht von 20 festgesetzt. Hiernach ergibt sich folgendes Schema für die Zahl der zu messenden Winkel und Sätze:

Zahl der Richtungen einer Station	Zahl der zu messenden Winkel	Zahl der Sätze für einen Winkel	Gesamtzahl der Sätze (couples)	Gewicht
2	1	10	10	20
3	3	7	21	21
4	6	5	30	20
5	10	4	40	20
6	15	4	60	24
7	21	3	63	21
8	28	3	84	24
9	36	2	72	18
10	45	2	90	20

Für die Kreisverstellung und die Anordnung der Fernrohrlagen wurde die Schreibersche Anordnung im wesentlichen übernommen und lediglich entsprechend der Gewichtssetzung abgeändert. Im übrigen wurden auch bei der Winkelmessung in allen Kombinationen für die Zieleinstellung das Okularmikrometer verwendet und bei jedem Satz ein zweimaliges Kippachsen-Nivellement durchgeführt. Die Stationsausgleichung zur Ermittlung der endgültigen Beobachtungsergebnisse wird in bekannter Weise durch Herleitung des allgemeinen Mittels durchgeführt, wobei der beobachtete Winkel das Gewicht 2 und der zusammengesetzte Winkel das Gewicht 1 erhält.

Die Winkelmessung in allen Kombinationen wurden 1923—1924 bei der Neubeobachtung im nördlichen Teil des Neuen Meridians von Frankreich und bis 1927 bei den übrigen Triangulationen I. O. in Frankreich, dann auch ab 1925 in Äquatorialafrika, sowie bei der Beobachtung der Ketten I. O. in Marokko und Syrien angewandt.

Die Wiedergabe eines Beispiels für die Winkelmessung in allen Kombinationen erübrigt sich.

## e) Winkelmessung mit fester Bezugsrichtung durch Repetition

Die Repetitions winkelmessung wurde in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts neben dem Verfahren der Richtungsbeobachtung für die Winkelmessung I. O. vielfach verwendet. In der Folge wurde sie aber mit Rücksicht auf die dem Verfahren anhaftenden systematischen Fehler bei Haupttriangulationen wieder verlassen. In neuester Zeit wurde sie aber gerade für Winkelmessungen I. O. in Frankreich durch die systematische Entwicklung neuer Instrumente — wie schon oben gesagt — mit bestem Erfolg von neuem verwendet. Hierzu wurden etwa ab 1935 durch die französischen Ingenieuroffiziere Schmerber, Tardi und Caillol im Service des Ateliers et Matériels verschiedene Untersuchungen und Studien durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen, die die Überlegenheit der Repetitions winkelmessung über die Reiteration zeigten, wurden in einer Note vom 20. September 1937 „Note de M. M. Ch. Schmerber, P. Tardi et P. Caillol sur une Méthode de Mesure des Angles, par „répétitions fractionnées“ à l'aide d'un instrument réitérateur“<sup>8)</sup> zusammengefaßt und der Akademie des Sciences de

<sup>8)</sup> Diese Note wurde veröffentlicht im „Bulletin géodésique“, Heft Nr. 56, Okt.-Nov.-Dez. 1937, S. 290—295.

Observations dites sur référence: Réiteration

STATION				LAFREVÈRE				ANGLE				PAMERS				Observateur <i>X. D. L. L. C.</i> CERCLE N° <i>5. 2. 1165 - 4 minutes 45</i>			
Origine - Tambour		Reference		Signal		Reference		Signal		Reference		Signal		Reference		Signal			
		<i>Royakum</i>		<i>Royakum</i>		<i>Royakum</i>		<i>Royakum</i>		<i>Royakum</i>		<i>Royakum</i>		<i>Royakum</i>		<i>Royakum</i>			
Carr et Heure		3. 1. 1901 - 22 <sup>h</sup> 30		3. 1. 1901 - 22 <sup>h</sup> 30		3. 1. 1901 - 23 <sup>h</sup> 00		3. 1. 1901 - 23 <sup>h</sup> 00		3. 1. 1901 - 23 <sup>h</sup> 15		3. 1. 1901 - 23 <sup>h</sup> 30		3. 1. 1901 - 23 <sup>h</sup> 45		3. 1. 1901 - 23 <sup>h</sup> 45			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	170,80	151,50	14,85	1,15	28,75	2,70	8,40	132,35	8,70	175,80	1,15	0	0	0	0	0			
Cv	-0,85	-5,20	-2,33	-8,45	-5,20	-7,15	-3,24	-5,15	-6,54	-3,48	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,12	-0,18	+0,05	-0,00	-0,03	+0,05	+0,04	-0,01	+0,04	-0,08	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	169,71	148,26	17,71	191,14	19,56	195,18	13,58	190,06	4,84	189,78	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	21,15	193,15	24,20	194,85	18,20	194,45	7,35	176,15	0	0	0	0	0	0			
Cv	-3,20	-5,11	-3,57	-2,19	-4,72	+0,10	-4,32	-4,58	-2,81	-3,53	0	0	0	0	0	0			
Tare	-0,15	-0,18	+0,04	-0,02	+0,03	-0,02	+0,11	-0,01	+0,01	-0,10	0	0	0	0	0	0			
Inclinaison	+0,31	+0,20	+0,09	+0,20	+0,05	+0,25	+0,19	+0,20	+0,27	+0,20	0	0	0	0	0	0			
Index	10,0	209,9	30,0	229,9	50,0	249,9	70,0	269,9	90,0	289,9	0	0	0	0	0	0			
Micros	172,75	153,35	2																



Paris vorgelegt. Schmerber, Tardi und Caillol begründen dabei eine neue Methode der Winkelmessung, die *Répétitions fractionnées*. Bei dieser Methode wird die grundsätzliche Anordnung der Winkelmessung mit fester Bezugsrichtung beibehalten. Die Messung der Einzelwinkel erfolgt von links nach rechts und von rechts nach links, also in ganzen Sätzen. Nach jedem Satz wird dabei der Kreis so verstellt, daß die für den rechten Zielpunkt verwendeten Teilstriche des Limbus beim nächsten Satz für den linken Zielpunkt verwendet werden. Das Verfahren besteht also darin, den zu messenden Winkel wie bei der Repetitions winkelmessung mehrfach auf dem Kreis aneinanderzulegen.<sup>9)</sup> Schmerber, Tardi und Caillol stützen sich bei ihren Untersuchungen auf die sehr bemerkenswerten Ausführungen von Jules Baillaud „Sur les erreurs de graduation des cercles employés dans les opérations géodésiques, et sur les méthodes qui permettent d'en diminuer l'influence“ im Bulletin géodésique, Heft Nr. 42, April-Mai-Juni 1934, S. 37—68.

Baillaud (Astronome titulaire de l'observatoire de Paris) weist in der Einleitung seiner Arbeit darauf hin, daß die Geodäten, obwohl sie bei der Triangulation I. O. eine Reihe von wesentlich geringeren Fehlern berücksichtigen, die Teilkreisfehler zu wenig beachten. Dabei zeigt Baillaud, daß gerade die Teilkreisfehler einen wesentlichen Anteil der mittleren Fehler der Winkelmessung ausmachen. Um einen Überblick über die zahlenmäßige Größe der Teilkreisfehler bei Theodoliten I. O. zu bekommen, hat Baillaud für die Azimutalkreise Nr. 1, 2 und 3 diese Fehler nachträglich aus den Beobachtungsergebnissen für den Neuen Meridian von Frankreich berechnet. Dieses Material ist für eine solche Untersuchung sehr geeignet, weil seinerzeit mit jeweils 4 Mikroskopen beobachtet wurde. Faßt man hierbei jeweils die Ergebnisse von zwei gegenüberliegenden Mikroskopen zusammen, so erhält man jeweils zwei verschiedene Winkelwerte, die vom Einfluß des Exzentrizitätsfehlers befreit sind und deren Unterschiede nur von Kreisteilungsfehlern herrühren können. Zur Vereinfachung der Rechenarbeit hat Baillaud für jeden der drei verwendeten Azimutalkreise nur jeweils 100 willkürlich ausgewählte Winkelmessungen untersucht. Dabei fand Baillaud für die Azimutalkreise Nr. 1, 2 und 3 mittlere Kreisteilungsfehler von 8,4<sup>cc</sup>, 6,6<sup>cc</sup> und 5,3<sup>cc</sup>. Diese mittleren Fehler geben die Größenordnung der bei einer einfachen Winkelmessung (ohne Reiteration oder Repetition) zu erwartenden Fehler. Bei den Kreisteilungsfehlern unterscheidet man, wie bekannt, zufällige und periodische, wobei die letzteren nach bestimmten Intervallen nach demselben Gesetz wiederkehren und daher als Funktion der Ablesung betrachtet werden können. Der Einfluß der zufälligen Kreisteilungsfehler nimmt entsprechend der Zahl der Ablesemikroskope und der Wiederholungszahlen (Reiterationen) ab, wobei die Reiterationen auf die verbleibenden Fehler des Kreises denselben Einfluß ausüben, wie die Ablesung mit verschiedenen Mikroskopen. Ebenso nehmen auch die periodischen Kreisteilungsfehler ab, wenn die Ablesestellen systematisch über den ganzen Kreis verteilt werden. Stellt man die Kreisteilungsfehler wie üblich durch die Fouriersche Reihe dar, so sieht man, daß durch die Verwendung von zwei oder vier Mikroskopen eine ganze Reihe von Gliedern verschwindet und damit auch der Einfluß der periodischen Kreisteilungsfehler erheblich vermindert wird. Sind daher einmal die Exzentrizitätsfehler durch Ablesungen an diametral gegenüberliegenden Mikroskopen ausgeschaltet, so konvergiert die Fouriersche Reihe sehr langsam, d. h. wenn man die Kreisteilungsfehler durch mehrfach wiederholte Winkelmessung bei systematischer Kreisverstellung tilgen will, muß man eine sehr hohe Wiederholungszahl wählen. Baillaud belegt diese theoretischen Erkenntnisse in sehr anschaulicher Weise durch Untersuchungsmaterial von 4 astronomischen Meridiankreisen. Bei der Beobachtung des neuen Meridians wurden ursprünglich jeweils 20 Reihen beobachtet. Dies entspricht, weil jeder Azimutalkreis mit 4 Ablesemikroskopen ausgestattet ist, 80 Ablesungen. Der mittlere Fehler der stationsausgeglichenen Richtungen liegt bei etwa  $\pm 1,2^{\text{cc}}$ <sup>10)</sup>. Dabei entfallen nach den Schätzungen Baillauds etwa 0,5<sup>cc</sup> auf den Einfluß der Kreisteilungsfehler. Baillaud weist dabei darauf hin, daß man — wenn man von den Einflüssen von Instrumentalfehlern, die früher den Repetitionstheodoliten anhafteten, absieht — die Kreisteilungsfehler ohne weiteres durch etwa 12fache Repetition im selben Umfang hätte tilgen können. Damit kommt Baillaud zu dem Schluß, daß

<sup>9)</sup> Die *Répétitions fractionnées* entsprechen nach der Beobachtungsanordnung genau der Methode, die nach unserem deutschen Sprachgebrauch als Reiteration bezeichnet wird. Vgl. hierzu Helmert „Die Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate, 3. Aufl., Verl. u. Druck B. G. Teubner, Leipzig-Berlin 1924, S. 506—507.

<sup>10)</sup> Vgl. hierzu *Mémorial du Service Géographique de l'Armée*, Bd. III, 1. Teil, S. 195 und 321.

1. die ausschließliche und langjährige Verwendung der Reiterationmethode lediglich auf die seinerzeitige Einführung des Okularmikrometers und der Mikromettermikroskope, also auf die Entwicklung neuer Instrumente zurückzuführen sei;
2. gerade durch die Einführung des Okularmikrometers und der Mikromettermikroskope aber eine Reihe von Instrumentalfehlern, die ursprünglich den Repetitionstheodoliten anhafteten, ausgeschaltet werden und daß damit die Repetitions winkelmessung infolge ihrer theoretischen Überlegenheit in bezug auf die Tilgung der Kreisteilungsfehler unbedingt der Reiteration vorgezogen werden muß.

Durch die Einführung des Okularmikrometers sind Feineinstellungen mit der Alhidadenfeinstellschraube nicht mehr notwendig, die Alhidadenklemme dient also nur noch zur Feststellung des Kreises, während die Feineinstellung mit Hilfe des Okularmikrometers erfolgt. Damit kann also der Kreis für die Repetition durch eine besondere Schraube vollständig blockiert werden, so daß ein Mitschleppen des Kreises oder eine Deformation durch einseitiges Klemmen nicht mehr auftreten kann. Gleichzeitig werden Zielfehler, die früher bei der Repetition vollständig in das Endergebnis eingegangen sind, durch die Verwendung des Okularmikrometers weitgehend getilgt. Hiernach können bei der Repetitions winkelmessung auch keine anderen instrumentellen Fehler auftreten, wie bei der einfachen Winkelmessung. Baillaud hat durch seine Ausführungen die Wiedereinführung der Repetitions winkelmessung in Frankreich weitgehend gefördert.

Zum besseren Verständnis für die theoretische Überlegenheit der Repetitions winkelmessung hinsichtlich der Tilgung der Kreisteilungsfehler gegenüber der anderen Beobachtungsmethoden, darf hier noch kurz auf die Fehlerbetrachtung von Helmert für die Repetitions winkelmessung hingewiesen werden.

Die Repetitions winkelmessung ergibt entsprechend der  $n$ -ausgeführten Repetitionen zunächst das  $n$ -fache des gesuchten Winkels. Dabei ergibt sich nach Helmert (vgl. Quellenangabe in Fußnote<sup>2)</sup>) das mittlere Fehlerquadrat des  $n$ -fachen Winkels bei  $m$ -Ablesestellen — wenn von einer etwaigen Pfeilerdrehung abgesehen wird — zu

$$2n \mu_v^2 + \frac{2\mu_a^2}{m} + 2\mu_t^2$$

und damit für den einfachen Winkel zu

$$2 \frac{\mu_v^2}{n} + 2 \frac{\mu_a^2}{m \cdot n^2} + 2 \frac{\mu_t^2}{n^2},$$

wobei mit  $\mu_v$  der mittlere Zielfehler, mit  $\mu_a$  der mittlere Ablesefehler und mit  $\mu_t$  der mittlere Teilungsfehlereinfluß bei einem Mikroskop bzw. einer Richtung bezeichnet werden. Daraus sieht man, daß der Einfluß von  $\mu_a^2$  und  $\mu_t^2$  — also der Einfluß des mittleren quadratischen Ablese- und Teilungsfehlereinflusses — bei wachsendem  $n$  mit  $n^2$  abnimmt. Bei ständig wachsendem  $n$  konvergiert der ganze Fehlereinfluß gegen Null.

### Répétitions fractionnées

Bei den „*répétitions fractionnées*“ werden  $n$  unabhängige Sätze des Winkels  $AB$  beobachtet, wobei die Zieleinstellung jeweils durch 10malige Einstellung mit Hilfe des Okularmikrometers erfolgt und die Mikroskope abgelesen werden. Dabei bemüht man sich bei der Messung des Satzes  $p$  für das Ziel  $A$  dieselbe Kreisablesung (Index plus Mikroskopablesung) zu erhalten, die man beim Satz  $(p-1)$  für das Ziel  $B$  erhalten hatte. Es wird also der Kreis nach jedem Satz — wie schon oben gesagt — möglichst genau um den Betrag des zu messenden Winkels verstellt. Mittelt man die Ergebnisse der  $n$ -Sätze, so werden die systematischen Teilkreisfehler der Zwischenteilstriche und die Fehler der Mikroskopablesungen für die Zwischenteilstriche eliminiert. Bei dieser Methode ist man während der Beobachtung eines jeden Satzes vollständig unabhängig, so daß man bei unsicheren und schlechten Sichtverhältnissen die Beobachtung unterbrechen und bei Besserung der Verhältnisse fortsetzen kann, ja daß man selbst eine Beobachtungsreihe über mehrere Tage ausdehnen kann. Da man bei dieser Methode in vollständigen Sätzen im Hin- und Rückgang mißt, wird innerhalb der einzelnen Sätze der Einfluß der Pfeilerdrehung weitgehend getilgt. Gegenüber der einfachen Repetition (*répétition proprement dite* oder *répétition intégrale*) hat das Verfahren den Nachteil, daß sehr viele Mikroskopablesungen gemacht werden müssen und damit ein gewisser Zeitverlust eintritt. Ein besonderer Vorteil ergibt sich aber dadurch, daß für die *répétitions fractionnées* jedes Reiterationsinstrument verwendet werden kann.



Bei den répétitions fractionnées hat der Beobachter nach jedem Satz das Mittel der aufeinanderfolgenden Sätze zu bilden. Für  $p$  aufeinanderfolgende Sätze erhält man so den wahrscheinlichsten Wert des Winkels  $AB$  aus

$$AB = \frac{[p]}{p}$$

Durch die Mittelbildung nach jedem einzelnen Satz erhält man nach Maßgabe der Beobachtung Werte, die mit dem Anwachsen der Wiederholungszahl der Sätze immer mehr und mehr gegen einen Wert hinneigen, der anzunehmen ist, wenn  $p$  einen vorher festgesetzten Wert  $n$  erreicht. Diese fortlaufende Mittelbildung gibt dem Beobachter die Möglichkeit den Zeitpunkt zu überprüfen, von dem ab weitere Wiederholungsmessungen das Endergebnis nur noch unwesentlich verändern. Diese Überprüfung wird durch eine graphische Darstellung der Beobachtungsergebnisse noch besonders veranschaulicht. Fällt dabei die  $n^{\text{te}}$  und letzte Repetition zufällig auf einen Teilstrich, der einen ausnehmend großen Teilungsfehler aufweist, so wird der Beobachter durch eine auffallende Änderung des Wertes  $\frac{[p]}{p}$  darauf aufmerksam gemacht. Er kann dann die Beobachtung bei der  $(n-1)^{\text{ten}}$  Repetition abbrechen, wenn die Folge der Werte  $\frac{[p]}{p}$  genügend regelmäßig ist, oder eine  $(n+1)^{\text{te}}$  Repetition anschließen und damit den Einfluß des Teilungsfehlers bei der  $n^{\text{ten}}$  Repetition eliminieren. Die répétitions fractionnées werden z. Z. in Frankreich bei Beobachtungen auf hohen Pfeilerbauten, die eine große Pfeilerdrehung erwarten lassen, vielfach verwendet. Dabei werden ähnlich wie bei der eigentlichen Repetition in der Regel für jeden zu beobachtenden Winkel 4 Beobachtungsreihen mit den Kreisausgängen  $0^\circ$ ,  $100^\circ$ ,  $50^\circ$  und  $150^\circ$ , mit jeweils etwa 6 Repetitionen beobachtet. Die Beobachtungsreihen bei  $0^\circ$  und  $100^\circ$  erfolgen dabei in Fernrohrlage T. d. und bei  $50^\circ$  und  $150^\circ$  in Fernrohrlage T. g. Wegen der übrigen Einzelheiten der répétitions fractionnées, insbesondere wegen der Art der Aufschreibung, Berechnung und graphischen Darstellung der Beobachtungsergebnisse darf auf die nachfolgenden Beispiele hingewiesen werden.

Date: 15 Juni 1941	Niveau	VD	VG
Heure: 22 <sup>h</sup> 4	Série n° 5 bis	12 <sup>P</sup> ,4	15 <sup>P</sup> ,4
Origine: T D		42,1	45,0
On vise: Référence		54,5	60,4
			54,5
Index = 14 <sup>G</sup> ,3		41 = +	5,9
Pointés au fil mobile	Microscopes		
T 1,119	G	D	
1,124	0,950	950	
1,126	0,857	838	
1,123	0,970	937	
1,125	0,884	865	
1,119	G = 3,661	3590	
1,126	D = 3590		
1,122	G+D = 7251	G-D = ± 71	
1,120			
1,120			
5,1224	Lm = 362,55	c <sub>t</sub> = ± 0,83	
+ 0,95	CVo = ± 1,14	c <sub>i</sub> = ± 0,29	
19	Lm+CVo = . . . .	c <sub>t</sub> c <sub>i</sub> = ± 0,54	
+ 114	c <sub>t</sub> c <sub>i</sub> = . . . .		
Direction 14 <sup>G</sup> ,33 64,23	Observations		
Réf. . . . .	Circ. atm.		
Direction ramené à 0 . . . . .			

Date: 15 Juni	Niveau	VD	VG
Heure: . . . .	Série n° 5 bis	13 <sup>P</sup> ,1	15 <sup>P</sup> ,2
Origine: T D		42,9	45,0
On vise: PEYROLE		56,0	60,2
			56,0
Index = 384 <sup>G</sup> ,1		41 = +	4,2
Pointés au fil mobile	Microscopes		
T 1,117	G	D	
1,112	1,807	801	
1,108	1,728	703	
1,109	1,783	768	
1,112	1,733	734	
1,112	G = 7,051	7006	
1,111	D = 7006		
1,118	G+D = 14057	G-D = ± 45	
1,122			
1,113			
5,1134	Lm = 702,85	c <sub>t</sub> = ± 0,21	
	CVo = . . 3,15	c <sub>i</sub> = ± 0,13	
	Lm+CVo = 699,70	c <sub>t</sub> c <sub>i</sub> = ± 0,34	
	c <sub>t</sub> c <sub>i</sub> = . . 0,34		
Direction 384 <sup>G</sup> ,16 99,36	Observations		
Réf. 14,33 60,73	Circ. atm.		
Direction ramené à 0 369,83 38,63			

Date: 15 Juni	Niveau	VD	VG
Heure: . . . .	Série n° 5 bis	13 <sup>P</sup> ,1	15 <sup>P</sup> ,0
Origine: T		43,0	44,8
On vise: PEYROLE		56,1	59,8
			56,1
Index = 384 <sup>G</sup> ,1		41 = +	3,7
Pointés au fil mobile	Microscopes		
T 1,125	G	D	
1,115	1,799	791	
1,118	1,722	693	
1,122	1,782	757	
1,122	1,722	716	
1,119	G = 7,025	6957	
1,126	D = 6957		
1,117	G+D = 13982	G-D = ± 68	
1,126			
1,117			
5,12075	Lm = 699,10	c <sub>t</sub> = ± 1,40	
+ 0,33	CVo = ± 0,33	c <sub>i</sub> = ± 0,12	
	Lm+CVo = 699,43	c <sub>t</sub> c <sub>i</sub> = ± 1,28	
	c <sub>t</sub> c <sub>i</sub> = ± 1,28		
Direction 384 <sup>G</sup> ,17 00,71	Observations		
Réf. 14,33 64,23	Circ. atm.		
Direction ramené à 0 369,83 36,48			

Date: 15 Juni	Niveau	VD	VG
Heure: . . . .	Série n° 5 bis	13 <sup>P</sup> ,0	16 <sup>P</sup> ,0
Origine: T D		42,9	45,4
On vise: Référence		55,9	61,4
			55,9
Index = 14 <sup>G</sup> ,3		41 = . .	5,5
Pointés au fil mobile	Microscopes		
T 1,118	G	D	
1,118	0,946	952	
1,126	0,846	832	
1,119	0,958	932	
1,122	0,877	868	
1,127	G = 3,627	3584	
1,123	D = 3584		
1,121	G+D = 7211	G-D = ± 43	
1,122			
1,117			
5,12135	Lm = 360,55	c <sub>t</sub> = ± 0,18	
0,48	CVo = . . 0,62	c <sub>i</sub> = ± 0,26	
14	Lm+CVo = 361,17	c <sub>t</sub> c <sub>i</sub> = ± 0,44	
0,62	c <sub>t</sub> c <sub>i</sub> = . . 0,44		
Direction 14 <sup>G</sup> ,33 60,73	Observations		
Réf. . . . .	Circ. atm.		
Direction ramené à 0 . . . . .			



# Répétitions fractionnées

STATION				PUYLAURENS				ANGLE				PEYROLE				Observateur: M. Lavallois I.G.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
CERCLE N° 6 de Huetz de 32 à 4 microscopes																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Origine - Tambour				Référence				Signal				Référence				Signal																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Référence				Signal				Référence				Signal				Référence				Signal																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Projecteur				Projecteur				Projecteur				Projecteur				Projecteur				Projecteur																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
Date et Heure				14 Juin 1941 - 23° 18'				14 Juin 1941 - 23° 52'				15 Juin 1941 - 0° 30'				15 Juin 1941 - 1° 17'				15 Juin 1941 - 12° 44'				15 Juin 1941 - 22° 30'																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
Index				135° 0				104° 8				104° 8				74° 6				74° 6				44° 5				44° 5				14° 3				14° 3				384° 1				384° 1				354° 0				0				0				0				0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Micros				176° 15				304° 30				331° 35				661° 35				660° 10				33° 25				24° 30				362° 05				362° 55				689° 10				731° 75				59° 35				0				0				0				0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Cv.				3.24				1.28				2.48				6.53				0.38				4.96				0.48				2.81				1.14				0.33				0.23				6.37				0				0				0				0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Tare				0.04				0.30				0.43				0.86				0.53				0.01				0.05				0.38				1.40				0.07				0.06				0				0				0				0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
Inclinaison				0.28				0.16				0.24				0.17				0.23				0.15				0.20				0.14				0.23				0.12				0.24				0.14				0				0				0				0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
Décentr. (Pt. visé Station)				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0				0			

Calcul vérifié le 19 par l'Ingénieur Géographe

Imp. N° 2-08<sup>qualité</sup> I.G.N. 1941

MOYENNE GÉNÉRALE : 369° 8336.297

# Répétitions fractionnées

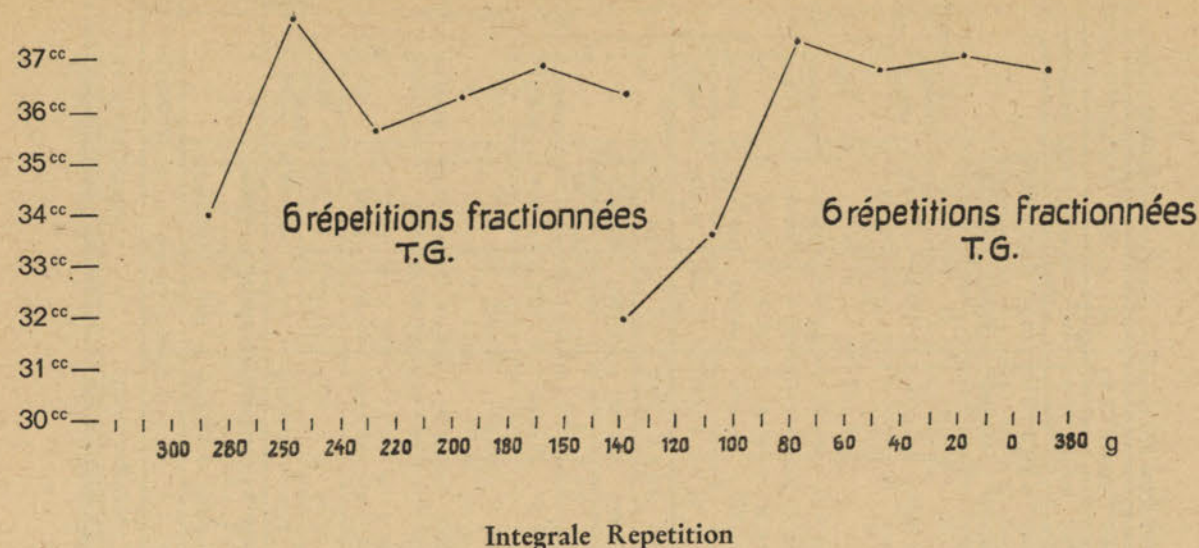
STATION				PUYLAURENS				ANGLE				PEYROLE				Observateur: M. Sivallois I.G.			
CERCLE N° 6 de Huetz de 32 <sup>mm</sup> à 4 microscopes																			
Origine - Tambour				République Française															
		Reference	Signal	Reference	Signal	Reference	Signal	Reference	Signal	Reference	Signal	Reference	Signal	Reference	Signal	Reference	Signal		
		Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur	Projecteur		
Date et Heure		13 Juin 1941 - 23° 30'		13 Juin 1941 - 22° 5'		13 Juin 1941 - 22° 30'		13 Juin 1941 - 23° 10'		14 Juin 1941 - 21° 15'		14 Juin 1941 - 21° 37'							
1/2 Couple Aller	Index	285° 0	254° 8	254° 8	224° 6	224° 6	134° 4	134° 5	164° 3	164° 3	134° 1	134° 1	104° 0	0	0	0	0		
	Micros	108° 00	233° 65	277° 60	623° 40	626° 35	957° 70	149° 20	285° 85	337° 15	666° 15	707° 65	31° 70						
	Cv.	3.86	3.34	4.34	1.38	1.86	1.00	1.05	2.01	3.35	5.39	6.43	4.11						
	Tare	0.24	0.07	0.00	1.50	1.07	0.77	0.20	0.60	0.37	0.33	0.35	0.01						
	Inclinaison	0.10	0.04	0.16	0.01	0.13	0.08	0.16	0.06	0.32	0.13	0.35	0.16						
	Décentr. (Pt visé Station)																		
		103.80	237.10	281.78	623.53	623.83	957.39	147.73	284.32	333.25	671.68	701.16	35.66						
		369.8333.30	369.8341.75	369.8333.56	369.8336.53	369.8338.43	369.8334.50												
1/2 Couple Retour	Index	285° 0	254° 8	254° 8	224° 6	224° 6	134° 4	134° 5	164° 3	164° 3	134° 1	134° 1	104° 0	0	0	0	0		
	Micros	297° 10	234° 45	273° 00	625° 00	630° 65	958° 30	147° 30	286° 30	331° 70	669° 65	703° 60	34° 50						
	Cv.	6.15	2.00	4.34	2.67	0.38	0.48	1.43	2.76	0.66	2.33	0.43	0.10						
	Tare	0.41	0.44	0.00	1.25	0.31	0.00	0.33	0.63	0.53	0.07	0.84	0.02						
	Inclinaison	0.15	0.06	0.14	0.01	0.13	0.07	0.14	0.08	0.34	0.20	0.36	0.17						
	Décentr. (Pt visé Station)																		
		102.63	236.83	283.20	623.53	630.33	958.71	145.35	284.75	332.55	671.71	703.55	34.45						
		369.8334.14	369.8340.33	369.8328.32	369.8330.80	369.8333.16	369.8330.90												
Couple		369° 8333.72	369° 8341° 07	369° 8330° 94	369° 8337° 63	369° 8338° 73	369° 8332° 70												
Moyennes succées		369.8333.72	369.8337.39	369.8335.24	369.8335.85	369.8336.44	369.8335.82												

Calcul vérifié le 19 par l'Ingénieur Géographe

Imp. N° 2-08<sup>qualité</sup> I.G.N. 1941

MOYENNE GÉNÉRALE : 369° 8335.820





Gleichzeitig mit der Einführung der répétitions fractionnées verfolgte die Section de Géodésie und der Service des Instruments des Service de l'Armée die Entwicklung eines neuen Repetitions-theodoliten um die reine Repetitionswinkelmessung für Beobachtung auf Bodenpfeilern oder niedrigen Beobachtungsgerüsten, die keine Pfeilerdrehung erwarten ließen, zur Anwendung zu bringen. Der Service des Instruments hat daher 1938 einen besonderen Repetitionsuntersatz für einen Reiterateur-azimutalkreis (support répétiteur de cercle azimutal réitérateur) konstruieren lassen. Damit wurden auch 1938 und 1939 ausgezeichnete Beobachtungsergebnisse erzielt. Aber leider ist der Reiterateur-azimutalkreis für den dieser Repetitionsuntersatz konstruiert war, während des Krieges verloren gegangen.

1939 wurden von der Firma Chasselon vier Repetitionsazimutalkreise einer neuen Type konstruiert und inzwischen im Gelände erprobt. Diese Instrumente werden weiter unten näher beschrieben. Um mit diesen Instrumenten die Integrale Repetition auch auf Gerüsten mittlerer Höhe verwenden zu können, bei denen die Pfeilerdrehung beachtet werden muß, hat der Service des Instruments 1941 ein besonderes Instrument für die Messung der Pfeilerdrehung konstruieren lassen. Dieses Instrument besteht im wesentlichen aus einem Fernrohr mit Okularmikrometer, das in einem massiven Rahmengestell, auf besonderen Achszapfen ruht. Dieses Rahmengestell wird auf den Beobachtungspfeiler aufgesetzt und dient so als Beobachtungstisch für den Azimutalkreis. Die Einzelheiten dieses Instruments werden ebenfalls weiter unten näher beschrieben. Vor der Beobachtung wird das Fernrohr des Torsionsinstruments auf den Referenzpunkt eingestellt und festgeklemmt. Während der Dauer einer Beobachtungsreihe wird dann gleichzeitig mit den Okularmikrometereinstellungen bei der Beobachtung mit dem Azimutalkreis, durch einen zweiten Beobachter mit dem Okularmikrometer des Torsionsfernrohres die Pfeilerdrehung gemessen und durch einen zweiten Aufschreiber in einem besonderen Protokoll festgehalten. Die Einzelheiten der Winkelmessung nach der Methode der Integralen Repetition unter Verwendung des Torsionsgeräts werden in dem anschließenden Bericht über die Vergleichsmessung bei La Ferlanderie an Hand der Beobachtungsprotokolle eingehend erläutert.

Nach dem gegenwärtigen Stand sind vom Institut Géographique National für die Triangulation II. O., soweit es sich um Beobachtungen auf Bodenpfeilern oder nicht allzu hohen standfesten Signalen handelt, Richtungsbeobachtungen vorgeschrieben. In allen übrigen Fällen, insbesondere bei der Triangulation I. O. ist grundsätzlich die Winkelmessung mit fester Bezugsrichtung angeordnet, wobei als Bezugsziel in der Regel eine besondere Mire gewählt wird. Bei Beobachtungen auf Bodenpfeilern, bei denen keine Pfeilerdrehung zu erwarten ist, wird die Integrale Repetition verwendet, wobei bei der I. O. jeweils 2 Beobachtungsreihen in den beiden Fernrohrlagen mit je 6 Repetitionen durchgeführt werden.

Bei mäßig hohen Pfeilerbauten, die eine schwache und regelmäßige Pfeilerdrehung erwarten lassen, wird das Torsionsinstrument und damit auch die Integrale Repetition verwendet. In allen anderen Fällen kommt die répétitions fractionnées zur Anwendung, wodurch der Einfluß der Pfeilerdrehung weitgehend ausgeschaltet wird.

## II. Ergebnisse der Vergleichsmessung auf La Ferlanderie

Der Chef des Kriegs-Karten- und Vermessungswesens hat zur Untersuchung der französischen Methoden der Winkelmessung I. O. und zum Vergleich der französischen und deutschen Theodolite eine Vergleichsmessung angeordnet. Diese Vergleichsmessung wurde im Oktober 1942 auf dem Punkt La Ferlanderie bei Saintes im Parallel von Rochefort durchgeführt. Die Beobachtungen fanden dabei auf einem deutschen Stahlurm mit 21,20 m Beobachtungshöhe statt. Dabei waren 6 Richtungen mit einer durchschnittlichen Seitenlänge von 28 km zu beobachten. Es wurde druchwegs nach Lichtzielen beobachtet. Sämtliche Richtungen wurden dreimal vollständig unabhängig von 3 verschiedenen Beobachtern mit 3 verschiedenen Instrumenten gemessen. Für diese Messung wurde durch die deutsche Heeresvermessung der neue Askania-27-cm-Theodolit des Reichsamts für Landesaufnahme mit photographischer Registrierung der Beobachtungsergebnisse<sup>11)</sup> und der Wild-Präzisions-Theodolit T 3,<sup>12)</sup> vom französischen Institut Géographique National der neueste französische Repetitionstheodolit und das Torsionsgerät eingesetzt. Als Beobachter waren von deutscher Seite eingesetzt Leutnant Gigas und Wachtmeister Dr. Ledersteger, und von französischer Seite der Ingenieurgeograph M. Jardou. Gigas und Ledersteger führten ihre Beobachtungen nach der Schreiberschen Methode der Winkelmessung in allen Kombinationen wie üblich mit dem Gewicht 24 durch. Jardou beobachtete nach dem Repetitionsverfahren. Die Ergebnisse der Vergleichsmessung werden nachstehend im einzelnen mitgeteilt. Da die Anordnung und Durchführung der Winkelmessung bei Gigas und Ledersteger genau den Vorschriften des Reichsamtes für Landesaufnahme entsprach, genügt es hierfür lediglich die Schlußergebnisse mitzuteilen. Zur Beurteilung der Streuung der einzelnen Sätze und um die mittlere Unsicherheit der Beobachtung aufzuzeigen, werden dabei noch die Ergebnisse der einzelnen Halbsätze und die Stationsausgleichungen aufgeführt. Hingegen soll bei der Mitteilung der französischen Beobachtungsergebnisse eine genaue Darstellung des Beobachtungsverfahrens und der Protokollführung gegeben werden. Anschließend sollen noch die Beobachtungsergebnisse einander gegenübergestellt und zusammenfassend beurteilt werden.

Die Beobachtung auf La Ferlanderie wurde am 20. 10. 1942 durch Gigas mit dem Askania-Theodolit begonnen. Gigas konnte seine Beobachtungen bereits am 21. 10. 1942 abschließen. Dabei wurden am 20. 10. 42 von 18<sup>h19</sup> bis 22<sup>h25</sup> 47 Sätze und am 21. 10. 42 von 18<sup>h17</sup> bis 19<sup>h27</sup> 15 Sätze beobachtet. Beobachtet wurde am ersten Tage nach guten Lichtern. Am zweiten Tag wurden die Lichter sehr schlecht. Die Beobachtungen wurden aber trotzdem abgeschlossen um die Station für die nachfolgenden Messungen des Instituts Géographique National frei zu machen. Nachfolgend werden die Ergebnisse der Gigasschen Messung mitgeteilt, wobei mit Rücksicht auf die Neugradteilung der beiden anderen Theodolite, die Angabe der ursprünglich in Altgraden gemessenen Winkel in Neugraden erfolgt.

<sup>11)</sup> Über die Winkelmessung I. O. mit dem Askania-27-cm-Theodolit mit photographischer Registrierung hat Gigas in den Nachrichten aus dem Reichsvermessungsdienst Heft 4/1943, S. 185—192, ausführlich berichtet.

<sup>12)</sup> Über die Beobachtung mit dem Wild-Theodolit T 3 wurde in Heft 1/1944 dieser Mitteilungen berichtet.



# Station La Ferlanderie, Beobachter Lt. Gigas

- Burie = 0,00 00<sub>0</sub> + A
- Chadenac = 67,50 64<sub>7</sub> + B
- Epargnes = 132,94 56<sub>8</sub> + C
- Marennes = 224,16 54<sub>8</sub> + D
- Moragne = 285,40 37<sub>0</sub> + E
- Les Souverts = 331,91 20<sub>8</sub> + F

Nr.	1942	Kreis	F. L.	Winkel	Nr.	1942	Kreis	F. L.	Winkel
1	20. Oktober	0 <sup>g</sup>	I	1.2	67,5 <sup>cc</sup>	51		150 <sup>g</sup>	II 3.5 45 <sup>c</sup> 75,9 <sup>cc</sup>
2					52				77,4
3		10	I	1.3	57,4	53		160	II 1.3 59,2
4					54				55,9
5		50	I	1.2	63,5	55		160	II 4.5 23 85,4
6					56				87,3
7		20	I	1.4	51,9	57		120	II 1.4 59,2
8					58				58,0
9		30	I	1.5	39,2	59		120	II 2.3 43 98,4
10					60				96,0
11		70	I	1.4	57,1	61		140	II 1.6 19,4
12					62				20,6
13		80	I	1.5	40,4	63		190	II 1.6 16,3
14					64				17,0
15		60	I	1.3	60,4	65		160	II 2.6 40 57,4
16					66				58,6
17		20	I	2.3	43 <sup>c</sup> 97,9	67		110	II 61,4
18					68				59,5
19		30	I	2.4	65 90,4	69		130	II 3.6 96 63,9
20					70				96 63,5
21		40	I	2.5	89 72,2	71		180	II 60,8
22					72				62,0
23		70	I	2.3	43 92,3	73		170	II 5.6 50 85,8
24					74				88,2
25		80	I	2.4	65 93,8	75		120	II 78,1
26					76				85,2
27		90	I	2.5	89 67,3	77		100	II 4.6 74 61,8
28					78				57,4
29		90	I	3.4	22 03,1	79		150	II 64,2
30					80				61,4
31		40	I		21 99,1	81		40	I 1.6 24,6
32					82				19,1
33		0	I	3.5	45 77,1	83		10	I 2.6 40 58,6
34					84				56,2
35		10	I	4.5	23 82,1	85		60	I 2.6 40 64,2
36					86				59,5
37		60	I		86,1	87		70	I 5.6 50 79,7
38					88				83,0
39		50	I	3.5	45 80,2	89		150	II 3.5 45 81,2
40					90				45 77,1
41		100	II	1.2	64,2	91		140	II 3.4 22 01,2
42					92				21 98,8
43		100	II	3.5	45 76,9	93		190	II 90,8
44					94				91,0
45		110	II	1.3	51,9	95	21. Oktober	130	II 1.5 37,3
46					96				41,3
47		110	II	4.5	23 82,1	97		130	II 2.4 65 98,8
48					98				66 00,0
49		150	II	1.2	60,8	99		130	II 2.5 89 76,9
50					100				76,5

Nr.	1942	Kreis	F. L.	Winkel	Nr.	1942	Kreis	F. L.	Winkel
101	21. Oktober	140 <sup>g</sup>	II	61,1 <sup>cc</sup>	112	21. Oktober			62,7 <sup>cc</sup>
102				76,5	113		50 <sup>g</sup>	I	70,3
103		180	II	1.5 25,3	114				70,3
104				1.5 38,2	115		80	I	3.6 96 67,9
105		180	II	2.4 65 <sup>c</sup> 96,5	116				68,2
106				92,5	117		30	I	61,4
107		170	II	2.3 44 00,9	118				63,9
108				43 98,1	119		20	I	5.6 50 76,9
109		170	II	1.4 58,6	120				80,9
110				51,9	121		90	I	1.6 19,1
111		0	I	4.6 74 64,8	122				19,4

## Normalgleichungen

$$\begin{aligned}
 24 A &= + 4,30^{cc} & A &= + 0,179^{cc} \\
 24 B &= - 59,71 & B &= - 2,488 \\
 24 C &= + 24,36 & C &= + 1,015 \\
 24 D &= + 29,78 & D &= + 1,241 \\
 24 E &= - 0,14 & E &= - 0,006 \\
 24 F &= + 1,42 & F &= + 0,059
 \end{aligned}$$

## Ergebnis

- Burie = 0,00 00.000
- Chadenac = 67,50 62.033
- Epargnes = 132,94 57.636
- Marennes = 224,16 55.362
- Moragne = 285,40 36.815
- Les Souverts = 331,91 20.180

## Fehlerrechnung

$$\begin{aligned}
 m_v^2 &= 11,56 & m_v &= \pm 3,40^{cc} \\
 m_u^2 &= 10,30 & m_u &= \pm 3,21 \\
 m_e^2 &= 9,92 & m_e &= \pm 3,15 \\
 \mu^2 &= 8,24 & \mu &= \pm 2,87 \\
 \tau^2 &= 5,81 & \tau &= \pm 2,41
 \end{aligned}$$

Nach Abschluß der Messung durch Gigas folgte die französische Messung und zum Schluß die Messung durch Ledersteger. Da Ledersteger ebenfalls nach der Schreiberschen Methode gemessen hat, werden zunächst die Ergebnisse der Lederstegerschen Messung mitgeteilt. Ledersteger hat in der Zeit vom 28. mit 30. Oktober 1942 insgesamt 72 Sätze beobachtet. Soweit gegenüber dem Schreiberschen Schema Doppelbeobachtungen einzelner Sätze durchgeführt wurden, wurden die Ergebnisse der Doppelsätze einfach gemittelt und das Mittel der Sätze in die Stationsausgleichung eingeführt.



Station: La Ferlanderie, Beobachter Wachtmeister Dr. Ledersteger

In Z, B ist: 1. Burie : 0.00  
 2. Chadenac : 67.50  
 3. Epargnes : 132.94  
 4. Marennes : 224.16  
 5. Moragne : 285.40  
 6. Les Souvertes : 331.91  
 Ziel = Licht.

Nr.	Datum	Kreisstand	F. L.	Winkel	Nr.	Datum	Kreisstand	F. L.	Winkel
1	28. Oktober	G 20.00		14 = 52.5	49	29. Oktober	G 130.00		36 = 65.0
2				52.5	50				63.5
3		120.00		14 = 53.5	51		50.00		46 = 68.0
4				56.5	52				67.0
5		10.00		13 = 57.5	53		150.00		46 = 65.5
6				58.5	54				65.5
7		110.00		13 = 56.0	55		60.00		45 = 86.0
8				57.5	56				87.0
9		30.00		15 = 40.5	57		160.00		45 = 82.5
10				40.5	58				81.0
11		130.00		15 = 35.0	59		70.00		14 = 53.5
12				34.0	60				56.5
13		0.00		12 = 61.5	61		170.00		14 = 57.0
14				62.0	62				56.0
15		0.00		35 = 80.0	63		90.00		34 = 96.0
16				82.5	64				98.5
17		100.00		12 = 60.0	65		190.00		34 = 98.0
18				61.5	66				97.5
19		100.00		35 = 75.5	67		50.00		35 = 84.0
20				78.0	68				84.5
21		20.00		23 = 93.0	69		150.00		35 = 77.5
22				96.5	70				77.0
23		120.00		23 = 96.0	71		60.00		13 = 59.0
24				95.0	72				59.5
25		30.00		24 = 90.0	73		160.00		13 = 58.0
26	28. Oktober			92.0	74				58.5
27	29. Oktober	20.00		56 = 82.0	75		70.00		56 = 81.0
28				83.5	76				82.5
29		120.00		56 = 80.5	77		170.00		56 = 82.5
30				83.0	78				85.0
31		0.00		46 = 69.5	79		130.00		24 = 94.0
32				68.0	80				93.5
33		100.00		46 = 65.5	81		10.00		26 = 58.5
34				66.5	82				61.0
35		10.00		45 = 84.5	83		110.00		26 = 58.5
36				86.5	84				58.0
37		110.00		45 = 85.0	85		80.00		24 = 93.5
38				83.5	86				91.0
39		40.00		16 = 23.0	87		180.00		24 = 93.0
40				23.5	88				93.0
41		140.00		16 = 20.5	89		40.00		25 = 74.0
42				19.5	90				77.5
43		140.00		34 = 96.5	91		50.00		12 = 62.5
44				95.0	92				64.5
45		40.00		34 = 95.0	93		150.00		12 = 62.5
46				96.5	94				63.0
47		30.00		36 = 65.0	95		90.00		16 = 21.5
48				64.5	96				21.5

Satzweise Beobachtung mit Wild 7304 in beiden Fernrohrlagen

Nr.	Datum	Kreisstand	F. L.	Winkel	Nr.	Datum	Kreisstand	F. L.	Winkel
97	29. Oktober	G 190.00		16 = 21.0	95a	30. Oktober	G 90.00		16 = 19.0
98				21.5	96a				19.5
99		60.00		26 = 58.0	97a		190.00		16 = 19.0
100				60.5	98a				22.0
101		160.00		26 = 61.5	51a		50.00		46 = 67.0
102				61.5	52a				68.0
103		70.00		23 = 94.0	53a		150.00		46 = 66.5
104				94.5	54a				66.0
105		170.00		23 = 100.0	99a		60.00		26 = 59.0
106				96.5	100a				60.5
107		80.00		36 = 60.5	101a		160.00		26 = 62.0
108				62.0	102a				58.5
109		180.00		36 = 63.0	107a		80.00		36 = 65.0
110				63.5	108a				63.0
111		180.00		15 = 37.0	109a		180.00		36 = 65.0
112				39.0	110a				64.5
113		80.00		15 = 38.5	75a		70.00		56 = 81.0
114				38.5	76a				81.0
115		90.00		25 = 78.0	77a		170.00		56 = 84.5
116				77.5	78a				84.0
117		140.00		25 = 74.0	115a		90.00		25 = 75.0
118				76.5	116a				76.0
119		190.00		25 = 77.0	119a		190.00		25 = 76.0
120	29. Oktober			75.5	120a				76.0

Winkelausgleich:

12 = 62.19					
13 = 58.06	23 = 95.69				
14 = 54.75	24 = 92.50	34 = 96.63			
15 = 37.88	25 = 76.08	35 = 79.88	45 = 84.50		
16 = 20.96	26 = 59.79	36 = 63.71	46 = 66.92	56 = 82.54	
12	23	34	45	56	16
62.19	95.69	96.63	84.50	82.54	20.96
62.19	95.69	96.63	84.50	82.54	20.96
62.37	95.87	96.69	83.13	83.08	21.98
62.25	95.87	96.81	83.58	83.71	21.77
61.80	96.20	95.38	83.25	83.83	21.67
61.17	96.08	96.79	84.38	82.42	20.42
61.99 <sub>5</sub>	95.90 <sub>0</sub>	96.48 <sub>8</sub>	83.89 <sub>0</sub>	83.02 <sub>0</sub>	21.29 <sub>3</sub>

Endwerte:

In Z, B ist:  
 1. Burie : 0.00 00.00<sub>0</sub>  
 2. Chadenac : 67.50 61.99<sub>5</sub>  
 3. Epargnes : 132.94 57.89<sub>5</sub>  
 4. Marennes : 224.16 54.38<sub>3</sub>  
 5. Moragne : 285.40 38.27<sub>3</sub>  
 6. Les Souvertes : 331.91 21.29<sub>3</sub>  
 bezogen auf die Lichter.

Höhenwinkel: J = 0

1. Burie Sicht: — 0.04 87  
 2. Chadenac Sicht: — 0.06 00  
 3. Epargnes Sicht: — 0.14 66  
 4. Marennes Sicht: — 0.21 74  
 5. Moragne Sicht: — 0.16 11  
 6. Les Souvertes Sicht: — 0.06 91.

Jardou begann die Beobachtungen am 21. 10. 42 und konnte sie am 28. 10. 42 abschließen. Dabei muß darauf hingewiesen werden, daß die Beobachtungen durch eine Schlechtwetterperiode sehr erschwert wurden und bei günstigem Wetter in etwa 4 Tagen hätten abgeschlossen werden können.



Jardou wählte den nächstgelegenen Netzkpunkt Burie als Mire oder Bezugspunkt und beobachtete die Winkel

Burie — Chadenac	Burie — Moragne
Burie — Epargnes	Burie — Les Souverts
Burie — Marennes	

nach der Repetitionsmethode in 4 Serien mit 6 Repetitionen in den Kreisstellungen 0,0° (T. d.), 50,0° (T. d.), 100,0° (T. g.) und 150,0° (T. g.). Gleichzeitig mit der eigentlichen Winkelmessung wurde mit Hilfe des Torsionsgerätes die Pfeilerdrehung gemessen und rechnerisch im Beobachtungsergebnis berücksichtigt. Das Torsionsgerät wurde dabei auf dem Beobachtungstisch aufgesetzt und festgelegt und der Repetitionskreis auf dem Torsionsgerät befestigt. Für das Torsionsfernrohr wird ein besonderer Beobachter benötigt, der so tief sitzt, daß der Hauptbeobachter stehend ungestört die eigentliche Winkelmessung durchführen kann. Für die Torsionsmessung wird ebenfalls ein Lichtziel i. d. R. aus den zu messenden Richtungen ausgewählt. Neben den zwei Beobachtern müssen auf der Station noch zwei Aufschreiber zur Verfügung stehen, die die Ergebnisse der Winkel- und Torsionsmessung in 2 verschiedene Beobachtungsbücher eintragen. Weitere Hilfskräfte werden nicht benötigt. Für die Beleuchtung des Instruments und die Abblendung der Lichter usw. sorgt der Beobachter selbst.

Die Beobachtung geht nun in der Weise vor sich, daß der Hauptbeobachter den zu messenden Winkel den Aufschreibern angibt, das Torsionsfernrohr auf das Hilfsziel grob einstellt und festklemmt und bei Kreisstellung 0,0° und Tambour droite das Bezugsziel anrichtet. Anschließend folgt das Kippachsennivellement (V. d. und V. G.), die Zeigerablesung und die Ablesung der beiden Mikroskope, wobei alle 3 Fadenpaare eingestellt und abgelesen werden, und zwar in der Weise, daß der Hauptbeobachter Mikroskop A und Hilfsbeobachter, dem die Torsionsmessung obliegt, Mikroskop B abliest. Die Ablesung erfolgt dabei durch die beiden Beobachter gleichzeitig und die Angabe der Ablesergebnisse im Wechsel nach genauem Reglement (Mikroskop A linker Faden, Mikroskop B linker Faden, Mikroskop A Mittelfaden, Mikroskop B Mittelfaden, Mikroskop A rechter Faden, Mikroskop B rechter Faden). Dann erst beginnt wiederum gleichzeitig die Feineinstellung des Bezugspunktes für die Winkelmessung mit dem Okularmikrometer des Hauptfernrohrs und des Bezugspunktes für die Torsionsmessung mit dem Okularmikrometer des Torsionsfernrohrs, wobei die 10 Einstellungen je zu zweien im Wechsel den Aufschreibern angegeben werden. Es gibt zunächst der Hauptbeobachter die ersten beiden Ablesungen an, dann folgen die ersten beiden Ablesungen für das Torsionsfernrohr, dann wieder 2 Ablesungen für das Hauptfernrohr, dann erfolgen 2 Ablesungen für das Torsionsfernrohr usw. Diese Ablesungen erfolgen ebenso wie die Mikroskopablesungen zügig und nach einem ganz bestimmten Rhythmus. Damit sind die Ablesungen für die Bezugsrichtung abgeschlossen und es erfolgen die Einstellung des zu messenden Hauptnetzpunktes und die Zieleinstellungen und Ablesungen mit dem Okularmikrometer. Hierauf wird das Fernrohr mittels der Repetition auf die Bezugsrichtung zurückgeführt und lediglich die 10malige Zieleinstellung mittels des Okularmikrometers durchgeführt, dann wiederum die Hauptnetzrichtung eingestellt usw., wobei immer nur die Zieleinstellung mit dem Okularmikrometer durchgeführt und aufgeschrieben wird. Gleichzeitig wird fortlaufend die Torsion gemessen. Nach der 6fachen Repetition wird dann nach der letzten Okularmikrometereinstellung für die zu messende Hauptnetzrichtung das Kippachsennivellement und endlich die Mikroskopablesung durchgeführt. Die Art der Aufschreibung und die Reduktion der Beobachtungsergebnisse ist aus dem nachstehenden Beispiel zu ersehen. Für die Messung der Torsion kann dabei  $V_0$  immer gleich 100,0 gewählt werden. Der Betrag der Pfeilerdrehung wird dann gesondert an die beiden Beobachtungsergebnisse für die Bezugsrichtung und für die Hauptnetzrichtung angebracht. Im übrigen werden auch alle Reduktionen unmittelbar im Beobachtungsformular berechnet.

Die Beobachtungsergebnisse werden dann noch während der Feldarbeit überprüft und in einer besonderen Punktbeschreibung festgelegt. Sie besteht im wesentlichen aus

- einer Skizze mit den Netzrichtungen (Schéma de la station),
- den zentrierten endgültigen Richtungen (Tableau des directions),
- einer kurzen Beschreibung der Beobachtung, Angaben über die Dauer der Beobachtung sowie über die Beobachtungsmethode, über den Signalbau, die Instrumentalkonstanten, über die atmosphärischen Verhältnisse und sonstigen Hinweisen,
- einer Zusammenstellung der Höhenwinkel (Tableau résumé des distances zénithales observées 1<sup>er</sup> Ordre),

- den Beobachtungsergebnissen für die Einzelwinkel,
- einer Punktbeschreibung mit einer kleinen Meßtischaufnahme und Angaben über die Art der Vermarkung, (Anmessungsskizze in der bei uns üblichen Weise mit Maßzahlen werden nicht gefertigt.)
- einer Skizze mit einer graphischen Berechnung der Standpunkt- und Zielpunktzentrierungen,
- einem Berechnungsbogen für die Berechnung der Neigungsverbesserung.

Die Art dieser Unterlagen und alle Einzelheiten der Aufschreibung und Auswertung sind aus den nachstehenden Originalblättern für den Punkt La Ferlanderie zu ersehen. Hierbei werden für ein eingehendes Studium der französischen Beobachtungsmethode die vollständigen Beobachtungsergebnisse mitgeteilt.

### - Observation -

Station: La Ferlanderie		Niveau		Microscopes			
Date: 24.10.42	VD	VG	Index = 100,0	Index = 300,0			
Heure: 18 <sup>h</sup> 00	P	P	G	D	G	D	
Reference: Burie	6,4	6,2	T	129	178	T	
Origine: 100,0 T. G.	28,3	28,0		119	164		
Observations				109	186		
Cir. atm.	34,7	34,2					
		34,7					
	4 i = -0,5			357	468		
					825		
			G+D =	G-D =	G+D =	G-D =	

N <sup>os</sup> des Points	1	3	5	7	9	11	13	15
T	448	460	442	447	458	458		
	46	59	43	42	55	53		
	48	58	38	40	54	58		
	46	57	37	47	50	53		
	44	61	35	41	50	50		
	46	56	41	47	52	51		
	42	60	38	48	58	52		
	43	61	34	50	53	50		
	48	59	34	50	51	52		
	42	53	34	43	54	52		
V <sub>m</sub>	445,3	458,4	437,6	445,5	453,5	452,9		
V <sub>0</sub>	450	450	450	450	450	450		
V <sub>m</sub> -V <sub>0</sub>	-4,7	+8,4	-12,4	-4,5	+3,5	+2,9		
CV <sub>0</sub> +	1,43		3,78	1,27	1		6,58	} +2,08
CV <sub>0</sub> -		2,56			1,06	0,88	4,50	

L <sub>m</sub> = 137,50	Direction de la référence: 100,0 152,42
CV <sub>0</sub> + 2,08	
c <sub>t</sub> = -0,42	
c <sub>i</sub> = 0,00	
c <sub>T</sub> = +12,96	
L = 152,42	



Station: La Ferlanderie.		Niveau		Microscopes			
Date: 24. 10. 42.		VD	VG	Index = 212 <sup>g</sup> , 4		Index = 12 <sup>g</sup> , 4	
Heure:		P	P	G	D	G	D
Signal: Moragne		4, 7	8, 8	T	T	T	T
Origine: 100 <sup>g</sup> , 0 T 4		25, 1	30, 3		404	362	
Observations					392	340	
Cir. atm.		29, 8	39, 1		384	320	
			29, 8				
		4 i = + 9, 3			1180	1022	
				G+D=	G-D=	G+D=	G-D=
						2262	367,00

N <sup>os</sup> des Pointes	2	4	6	8	10	12	14	16
	T 458	T 458	T 438	T 448	T 439	T 442	T	T
	53	55	32	53	45	46		
	52	52	33	53	40	43		
	58	57	38	54	41	43		
	59	58	37	53	40	47		
	59	52	34	48	40	49		
	53	57	39	58	41	49		
	60	57	40	52	47	42		
	60	58	33	58	46	42		
	62	56	38	57	47	42		
V <sub>m</sub>	457,4	456,0	436,2	453,4	442,6	444,5		
V <sub>o</sub>	450	450	450	450	450	450		
V <sub>m</sub> -V <sub>o</sub>	+7,4	+6,0	-13,8	+3,4	-7,4	-5,5		
CV <sub>o</sub> <sup>+</sup>	2,25	1,83	4,20	1,03	2,25	1,67	8,12	} + 3,01
CV <sub>o</sub> <sup>-</sup>							5,11	

L<sub>m</sub> = 367<sup>g</sup>, 00

CV<sub>o</sub> = + 3<sup>g</sup>, 01

c<sub>t</sub> = - 0<sup>g</sup>, 33

c<sub>i</sub> = + 0<sup>g</sup>, 10

c<sub>π</sub> = + 13<sup>g</sup>, 80

L = 383<sup>g</sup>, 58

Direction du signal = 1812<sup>g</sup>, 4383<sup>g</sup>, 58

" de la réf. = 100<sup>g</sup>, 0152<sup>g</sup>, 42

Angle multiple = 1712<sup>g</sup>, 4231<sup>g</sup>, 16

Angle = 285<sup>g</sup>, 4038<sup>g</sup>, 527

Torsion

Station: La Ferlanderie

Date: 24.10.42.

Heure: 18<sup>h</sup>00

Reference: Marennes

Origine: 100<sup>g</sup>,0 T 4

Observations

Cir. atm.

Niveau

VD

VG

P

P

4 i = . . .

Microscopes

Index = . . .<sup>g</sup>

Index = . . .<sup>g</sup>

G

D

T

T

T

T

G+D = . . .

G-D = . . .

G+D = . . .

G-D = . . .

N<sup>os</sup> des Pointes

1

3

5

7

9

11

13

15

T 99

99

99

99

100

99

99

99

101

101

99

T 101

102

100

99

100

99

100

101

101

102

102

T 99

100

101

102

102

103

103

102

103

103

103

T 102

103

103

104

104

103

103

103

103

103

105

T 103

104

102

104

102

103

103

103

103

103

104

T 104

103

105

105

103

104

104

105

104

105

105

T

T

V<sub>m</sub>

99,5

V<sub>o</sub>

100

V<sub>m</sub>-V<sub>o</sub>

-0,5

CV<sub>o</sub><sup>+</sup>

0,52

100,6

100

+0,6

0,62

101,8

100

+1,8

1,87

103,3

100

+3,3

3,42

103,1

100

+3,1

3,21

104,2

100

+4,2

4,36

13,48

0,52

+12,96

L<sub>m</sub> = . . .<sup>g</sup>

CV<sub>o</sub> = . . .<sup>g</sup>

c<sub>t</sub> = . . .<sup>g</sup>

c<sub>i</sub> = . . .<sup>g</sup>

L = . . .<sup>g</sup>

Direction de la référence: . . .<sup>g</sup>



Station: La Ferlanderie.		Niveau		Microscopes				
Date: 24.10.42	VD	VG	Index = . . . . .		Index = . . . . .			
Heure: . . . . .	P	P	G	D	G	D		
Signal: Moragne	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .		
Origine: 100° T G	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .		
Observations	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .		
Cir. atm.	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .	. . . . .		
	4i = . . . . .		G+D = . . . . .		G-D = . . . . .			
N° des Pointes	2	4	6	8	10	12	14	16
T	98	100	102	104	104	103	. . . . .	. . . . .
. . . . .	98	101	103	104	105	103	. . . . .	. . . . .
. . . . .	99	100	102	102	102	104	. . . . .	. . . . .
. . . . .	100	100	102	103	103	105	. . . . .	. . . . .
. . . . .	102	101	103	103	104	103	. . . . .	. . . . .
. . . . .	101	101	103	104	103	102	. . . . .	. . . . .
. . . . .	100	102	100	104	103	104	. . . . .	. . . . .
. . . . .	99	101	101	104	103	104	. . . . .	. . . . .
. . . . .	99	100	103	104	103	105	. . . . .	. . . . .
. . . . .	100	101	102	105	105	104	. . . . .	. . . . .
V <sub>m</sub>	99.6	100.7	102.1	103.7	103.5	103.7	. . . . .	. . . . .
V <sub>o</sub>	100	100	100	100	100	100	. . . . .	. . . . .
V <sub>m</sub> -V <sub>o</sub>	-0.4	+0.7	+2.1	+3.7	+3.5	+3.7	. . . . .	. . . . .
CV <sub>o</sub> +		0.73	2.18	3.84	3.68	3.84	14.22	} +13.80
CV <sub>o</sub> -	0.42						0.42	
Lm = . . . . .	Direction du signal = . . . . .							
CV <sub>o</sub> = . . . . .	" de la réf. = . . . . .							
c <sub>t</sub> = . . . . .	Angle multiple = . . . . .							
c <sub>i</sub> = . . . . .	Angle = . . . . .							
L = . . . . .								

N° . . . . .

Année 1942

Opérations géodésiques de 1<sup>re</sup> ordre

Feuille de . . . . .

Observateur M. Jardon

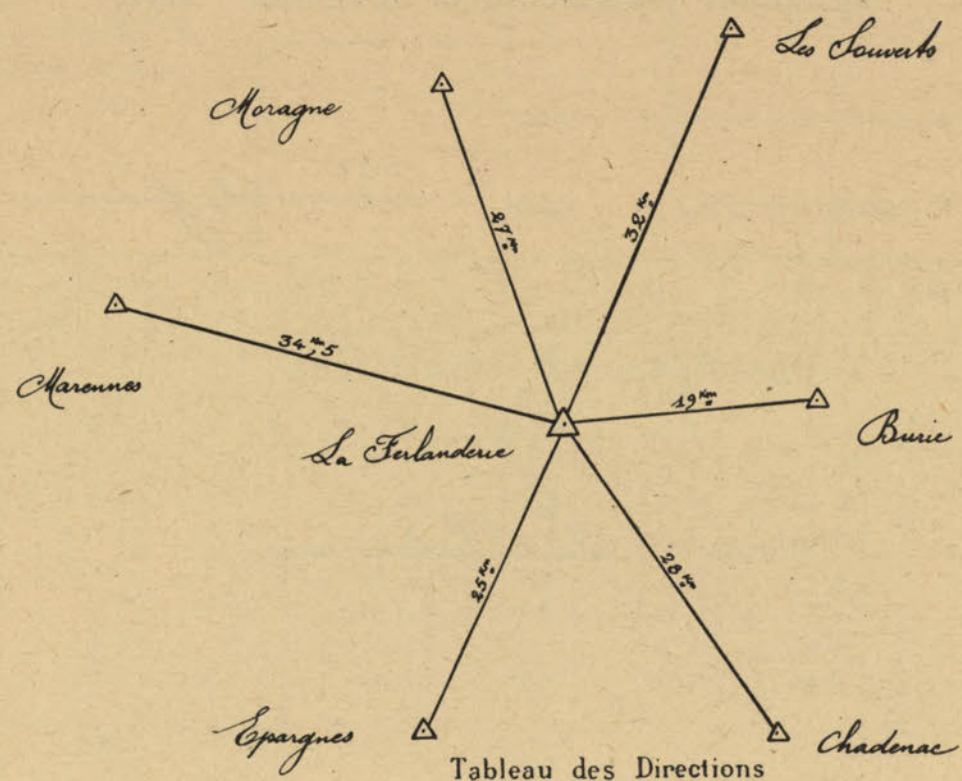
# OBSERVATIONS AZIMUTALES

Station de La Ferlanderie

- 1) Schema de la station
- 2) Observation des distances zénithales
- 3) Feuilles d'observations
- 4) Fiches signalétiques
- 5) Corrections de décentrement
- 6) Calcul des corrections d'inclinaison



# Schéma de la Station



I	— Buire —	0° 00' 00", 000
II	— Chadenac —	67° 50' 63", 045
III	— Espargnes —	132° 34' 58", 883
IV	— Mareuilles —	224° 16' 54", 730
V	— Moragne —	325° 40' 38", 537
VI	— Les Souverts —	331° 31' 21", 990
VII	—	
VIII	—	

## OBSERVATIONS

- 1°) Durée d'occupation  
du 21 octobre au 28 octobre 1912  
Observateur Monsieur Jardon Ingénieur géographe
- 2°) Instrument utilisé

Cercle azimutal N° 16 de Chausson, réajusté à 3 microscopes  
avec support de vision  
valeur d'une partie de niveau 16", 42  
valeur de K : lunette du cercle 3", 05  
lunette du support 1", 038  
Observations azimutales Intervalle moyen des fils caténaux des microscopes 1970", 805  
Rayon du triangle des vis calantes 13", 5  
Pour V < V<sub>0</sub>, tambour à droite:

lunette du cercle correction négative  
lunette du support correction positive

Les observations zénithales ont été faites au théodolite Wild T<sub>3</sub> N° 7325

- 3°) Méthode d'observation  
4 séries de 6 répétitions à origines réparties sur le cercle  
Origines 0 et 50 tambour à droite, 100 et 150 tambour à gauche  
La direction de Buire a été prise comme référence
- 4°) Renseignements sur le signal  
Signal de 21", 20 du type Bilby, construit par les autorités allemandes.

- 5°) Circonstances atmosphériques  
2 soirs très belles, plus les autres j.m.s. La station a été observée en moins de onze heures de travail utile.

- 6°) Aspect des points visés  
Le clocher de Mareuilles domine entièrement de la crête d'houyon. Les autres signaux sont tous nettement visibles.

- 7°) Remarque  
La station de la Ferlandière a été observée:  
a) par les géodésiens Allemands avec un cercle Aethana à enregistrement photographique des microscopes.  
b) par les géodésiens Français avec le cercle Chausson N° 16  
c) par les géodésiens Allemands avec un théodolite Wild T<sub>3</sub>.



Année 1942

Opérations géodésiques de 1<sup>er</sup> ordre de chaîne

Feuille de \_\_\_\_\_

Observateur: *M. Jardon*

## OBSERVATIONS

## DE DISTANCES ZÉNITHALES.

Station de La Ferlandaise

Instrument : Theodolite n.º 7325 de Wild T<sub>3</sub>

*1<sup>P</sup> du Niveau =*

№ 502

Tableau résumé des distances zénithales observées.

1<sup>er</sup> Ordre.

<i>Origines.</i>	<i>Chadonia</i>	<i>Bunce</i>	<i>Schoonhoven</i>	<i>Moragne</i>	<i>Mercunnes</i>	<i>Eparagnies</i>	
	100° .0533.	100° .0399..	100° .0698.	100° .1711.	100° .2258.	100° .1561.	"
	.0535.	.0395.	.0701.	.1522.	.2252.	.1569.	
	.0534.	.0393.	.0702.	.1705.	.2246.	.1575.	
	.0540.	.0390.	.0698.	.1706.	.2261.	.1577.	
<i>May™</i>	100° .0533.	100° .0394.	100° .0700.	100° .1711.	100° .2252.	100° .1570.	



Date: .....

Station: *La Ferlandière*Angle { Référence *Buis*  
Signal *Eparques*Observateur: *Ph. Jardon*  
Cercle azimutal N° *16*

Origine Tambour Heure	<i>Droite</i> 22.10.42 18°50'		<i>Droite</i> 22.10.42 19°00'		<i>Gauche</i> 27.10.42 17°50'		<i>Gauche</i> 27.10.42 18°15'										
	Préférence	Signal	Préférence	Signal	Préférence	Signal	Préférence	Signal									
Index	0,0	+	928,6	+	90,0	+	847,6	+	100,0	+	827,7	+	150,0	+	943,7	+	
1 <sup>re</sup> Répétition	0,0	+	928,6	+	90,0	+	847,6	+	100,0	+	827,7	+	150,0	+	943,7	+	
2 <sup>e</sup>	1,18	+	3,14	+	1,18	+	6,83	+	1,18	+	5,06	+	1,18	+	6,68	+	
3 <sup>e</sup>	1,37	+	0,85	+	1,37	+	2,49	+	1,37	+	3,68	+	1,37	+	0,59	+	
4 <sup>e</sup>	1,20	+	1,75	+	1,20	+	2,48	+	1,20	+	3,22	+	1,20	+	2,81	+	
5 <sup>e</sup>	0,44	+	0,21	+	0,44	+	1,64	+	0,44	+	1,89	+	0,44	+	1,62	+	
6 <sup>e</sup>	1,43	+	2,10	+	1,43	+	5,18	+	1,43	+	1,46	+	1,43	+	1,00	+	
7 <sup>e</sup>																	
8 <sup>e</sup>																	
Appoint des microscopes	589,89		321,50		589,89		321,50		589,89		321,50		589,89		321,50		
Correction de tare	0,00		0,37		0,00		0,37		0,00		0,37		0,00		0,37		
Correction d'inclinaison	0,04		0,04		0,04		0,04		0,04		0,04		0,04		0,04		
Correction de torsion	0,02		0,33		0,02		0,33		0,02		0,33		0,02		0,33		
Réduction au centre																	
	98,46	589,89	0,04	321,50	98,46	589,89	0,04	321,50	98,46	589,89	0,04	321,50	98,46	589,89	0,04	321,50	
Lectures	0,0	492,21	197,72	34,12	50,0	170,80	847,63	88,08	100,0	327,22	827,70	77,24	150,0	300,70	943,70	71,91	
Angles multiples																	
Angle	132,94	56,985	132,94	56,985	132,94	56,985	59,708	132,94	56,985	132,94	56,985	59,708	132,94	56,985	59,708		

Calcul de l'angle définitif

1 <sup>re</sup> Répétition	132,94 56,985
2 <sup>e</sup>	59,708
3 <sup>e</sup>	59,970
4 <sup>e</sup>	59,702
5 <sup>e</sup>	
6 <sup>e</sup>	
7 <sup>e</sup>	
8 <sup>e</sup>	
Angle adopté	132,94 56,985

Observations

Angle obtenu : 132,94 56,985

Correction de station : + 0,042

Angle adopté : 132,94 56,985

Calcul vérifié le 28 Octobre 1942

A. Pantes le 28 Octobre 1942

le Chef de Brigade,

Imp. N° 2-0847 I.G.N. 1941

87

Date: .....

Station: *La Ferlandière*Angle { Référence *Buis*  
Signal *Chademas*Observateur: *Ph. Jardon*  
Cercle azimutal N° *16*

Origine Tambour Heure	<i>Droite</i> 22.10.42 18°50'		<i>Droite</i> 23.10.42 18°		<i>Gauche</i> 23.10.42 21°15'		<i>Gauche</i> 27.10.42 18°40'										
	Préférence	Signal	Préférence	Signal	Préférence	Signal	Préférence	Signal									
Index	0,0	+	485,0	+	50,0	+	457,0	+	100,0	+	205,0	+	150,0	+	555,0	+	
1 <sup>re</sup> Répétition	0,0	+	485,0	+	50,0	+	457,0	+	100,0	+	205,0	+	150,0	+	555,0	+	
2 <sup>e</sup>	1,12	+	1,16	+	1,12	+	5,70	+	1,12	+	0,89	+	1,12	+	2,68	+	
3 <sup>e</sup>	3,33	+	1,18	+	3,33	+	5,37	+	3,33	+	0,81	+	3,33	+	2,40	+	
4 <sup>e</sup>	0,27	+	0,21	+	0,27	+	0,45	+	0,27	+	3,59	+	0,27	+	1,32	+	
5 <sup>e</sup>	0,24	+	2,53	+	0,24	+	1,47	+	0,24	+	4,47	+	0,24	+	0,67	+	
6 <sup>e</sup>	3,49	+	3,96	+	3,49	+	3,44	+	3,49	+	1,79	+	3,49	+	1,89	+	
7 <sup>e</sup>																	
8 <sup>e</sup>																	
Appoint des microscopes	217,50		527,50		217,50		527,50		217,50		527,50		217,50		527,50		
Correction de tare	0,00		0,82		0,00		0,82		0,00		0,82		0,00		0,82		
Correction d'inclinaison	0,04		0,05		0,04		0,05		0,04		0,05		0,04		0,05		
Correction de torsion	15,07		16,33		15,07		16,33		15,07		16,33		15,07		16,33		
Réduction au centre																	
	26,63	217,50	0,04	527,50	26,63	217,50	0,04	527,50	26,63	217,50	0,04	527,50	26,63	217,50	0,04	527,50	
Lectures	0,0	192,40	405,05	59,97	50,0	248,44	455,05	45,45	100,0	269,28	505,06	58,35	150,0	108,44	555,04	58,75	
Angles multiples																	
Angle	67,50	64,252	67,50	64,252	67,50	64,252	64,140	67,50	64,252	67,50	64,252	64,140	67,50	64,252	64,140		

Calcul de l'angle définitif

1 <sup>re</sup> Répétition	67,50 64,252
2 <sup>e</sup>	64,140
3 <sup>e</sup>	64,788
4 <sup>e</sup>	65,118
5 <sup>e</sup>	
6 <sup>e</sup>	
7 <sup>e</sup>	
8 <sup>e</sup>	
Angle adopté	67,50 64,252

Observations

Angle obtenu : 67,50 64,252

Correction de station : - 0,015

Angle adopté : 67,50 64,252

Calcul vérifié le 28 Octobre 1942

A. Pantes le 28 Octobre 1942

le Chef de Brigade,

Imp. N° 2-0847 I.G.N. 1941

86



Angle adopté.....

324° 1654,474

0

Le Chef de Brigade,

Imp. N° 2-08<sup>ter</sup> I.G.N. 1941



Mis à jour le 30 octobre 1942  
par Monsieur Jardon I. G.

Ancien point I. G. de.

## 1. — COORDONNÉES DE LA STATION

[illegible]

Abies	7	1	(sol)	1	(mire)
-------	---	---	-------	---	--------

Point (non) rattaché au Nivellement Général de la France  
 Point (non) rattaché au Nivellement Général de la France

## II. — COORDONNÉES DES POINTS RATTACHÉS

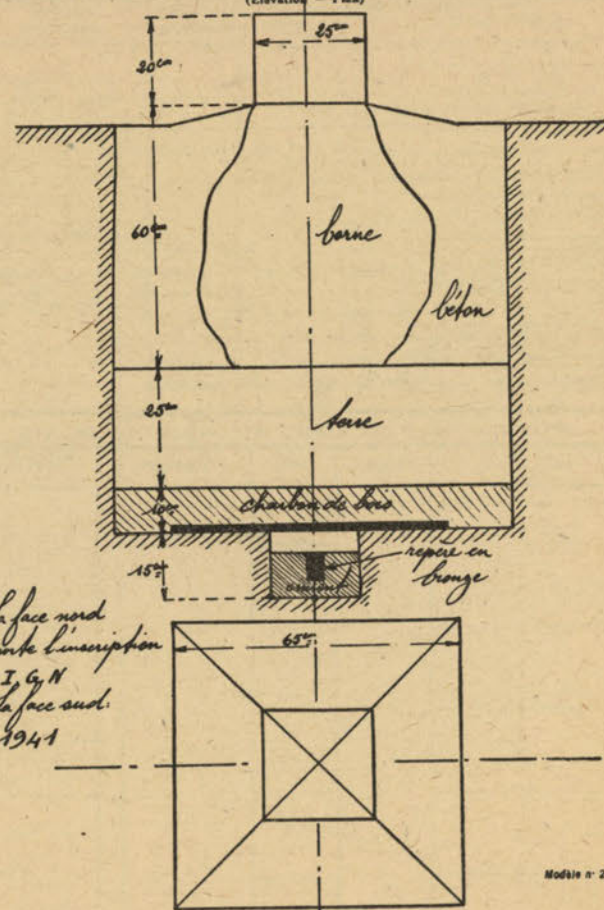
\_\_\_\_\_ X = ..... " ..... Y = ..... " .....  
\_\_\_\_\_ X = ..... " ..... Y = ..... " .....

### RENSEIGNEMENTS SUR LES STATIONS ET CALCULS SUCCESSIFS

[illegible]

SIGNAL :  
Construit en septembre 1942 par antenne d'occupation  
Hauteur du sommet du piler au-dessus de la borne 25,20  
Type Bulby  
Pilier en fer corinthe  
Rev. 1940

CROQUIS DU SIGNAL - EMPLACEMENT DES REPERES  
(Elevation - Plan)



Module n° 2

Date \_\_\_\_\_

Station: La Jolla

Angle { Reference *120°*  
Signal *Quarts*

Observateur: *Ph. J. J. J.*  
Cercle azimutal N°: *16*

[illegible]

le 23 Octobre 1942

Imp. № 2-08<sup>тер</sup> Л.Г.Н. 1941



## TOUR D'HORIZON

[illegible]

## RATTACHEMENT DE POINTS NATURELS VUS DU SOL

[illegible]

## RENSEIGNEMENTS RECUEILLIS SUR L'ÉTAT DU SIGNAL

[illegible]

Mis a jour le 30 octobre 1942  
par M. M. Gordon. J. G.

La Ferlanderie

Reconnaissance effectuée  
en pour les auteurs  
par M. allemandes

Province : \_\_\_\_\_ Département : Charente-Maritime Lieu dit : Les Tourlandieres  
Feuille au 50.000' de \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ L ou X (Lambert) \_\_\_\_\_ :  
Feuille au 80.000' de : Charente n° 161 Quart (N.E) M ou Y (Lambert) \_\_\_\_\_ :  
Cadastre : Section \_\_\_\_\_ Parcelle n° \_\_\_\_\_ Superficie à acquérir : \_\_\_\_\_ adresse \_\_\_\_\_  
Propriétaire : M. \_\_\_\_\_  
Hypothèques, usufruit, etc. \_\_\_\_\_ Prix moyen local de l'hectare : \_\_\_\_\_

### I. — RENSEIGNEMENTS SUR LA STATION

Le point se trouve à 3 km, 900 à l'ouest de Saintes  
Prendre à Saintes la route nationale N° 150 direction de  
Royan. Le point se trouve au sud de cette route,  
à 3 km, 900 de Saintes, à 10° environ de l'axe de la route

## II. — CAMPEMENT ET RESSOURCES LOCALES.

Compagnement à *Chant - Les troupes d'occupation ayant réquisitionné* Hôtels *sous les locaux disponibles*

Poste à Champs Téléphone le plus proche \_\_\_\_\_  
Chemin de fer à Champs  
Gendarmerie ou poste militaire Champs  
Autobus \_\_\_\_\_  
Champs  
Essence \_\_\_\_\_  
Points d'eau potable \_\_\_\_\_ eau non potable \_\_\_\_\_  
Bois et matériaux de construction \_\_\_\_\_  
Energie électrique \_\_\_\_\_ nature du courant \_\_\_\_\_  
Facilité de branchement \_\_\_\_\_ à \_\_\_\_\_ du Signal  
Entreprise de distribution électrique \_\_\_\_\_

c) **Personnel et Matériel.**

Maçons		Manœuvres	
Charpentiers		Location de Véhicules	

## Ancien point des I. G.

Ordre \_\_\_\_\_ Chaîne \_\_\_\_\_

L. <sup>m</sup> 0 " M. <sup>m</sup> 0 "

Hauteur du Signal	
Situation du nouveau point par rapport au point I. G.	
Gisement approché	Distance approchée
Possibilité de rattachement précis du point I. G.	

La borne des T. à marguerite 1818 g est  
renversée dans une fosse, les autobus  
allemands n'ayant d'écarter sans respect  
sa place.

Repèrement du point.



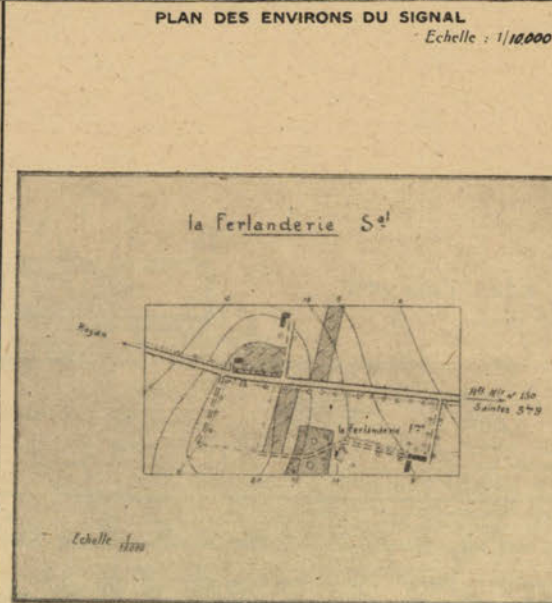
# La Ferlanderie

POINTS VISÉS	Alt (1)	Alt (2)	Direction	Site de sommet	Distance horizon	OBSERVATIONS
Burie			0° 00'	0° 04'	190	
Chadenac			67° 51'	0° 05'	280	
Epargnes			136° 95'	0° 16'	250	
Marennes			224° 17'	0° 23'	345	
Moragne			280° 40'	0° 17'	270	
Les Souverts			351° 91'	0° 07'	320	

Hauteur	24.20	SIGNAL A CONSTRUIRE
Nature du sol		Type
Particularités diverses		

Le signal a été construit par la section d'arpentage



## OBSERVATIONS DIVERSES :

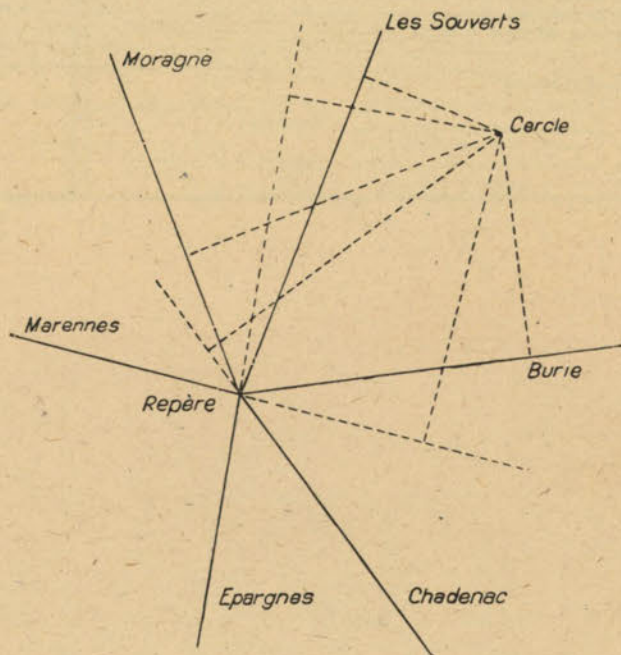
La borne a été mise en place par la 3<sup>ème</sup> brigade géodésique, à l'aplomb du repère en bronze situé au centre du puits d'observation

## Corrections de décentrement

### Excentrement du cercle

Nord 5°/m Est 5°/m

Directions	Distances	Corrections
Burie	19 km	-0,144
Chadenac	28 km	-0,159
Epargnes	25 km	-0,102
Marennes	345 km	+0,112
Moragne	27 km	+0,153
Les Souverts	32 km	+0,058



Directions	22.10.42	Chadenac	Epargnes	22.10.42	Chadenac
Distance zénithale	-3,0	-13,6	-4,7	-2,9	+3,7
log cotang Z	4,7916	4,9269	4,7916	4,3920	4,7916
log Z	0,4771	1,1335	0,6721	0,9956	0,4624
Somme	3,8820	2,6737	2,0770	2,0009	3,8673
Z cotang Z	-0,01	-0,05	-0,01	-0,01	+0,01

Référence	Souverts	Référence	Epargnes	Référence	Marennes	Référence	Marennes
+2,0	-5,9	+2,0	-0,2	+3,1	-4,8	+3,4	-10,6
4,7916	3,0412	4,7916	4,3920	4,7916	3,5487	4,7916	3,5487
0,3010	0,7709	0,3010	0,3010	0,3222	0,6812	0,3243	1,0253
0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133
3,7059	2,4254	3,7059	4,3063	3,7271	2,8432	3,3292	7,1873
+0,01	-0,03	+0,01	0,00	+0,01	-0,07	+0,02	-0,15

Référence	Souverts	Référence	Chadenac	24.10.42	Moragne	Référence	Moragne
+6,2	-3,8	+7,2	+7,7	-0,5	+9,3	+2,9	+12,1
4,7916	3,0412	4,7916	4,9269	4,7916	3,4294	4,7916	3,4294
0,7924	0,5796	0,8573	0,8865	0,8990	0,9684	0,9624	1,0828
0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133
2,1973	2,2343	2,2622	2,4267	3,1039	7,0112	3,8673	7,1255
+0,02	-0,02	+0,02	+0,03	0,00	+0,10	+0,01	+0,13

Référence	Souverts	Référence	Souverts	26.10.42	Moragne	27.10.42	Marennes
+0,6	+5,2	+4,1	+3,0	-4,7	+10,0	-7,9	+6,7
4,7916	3,0412	4,7916	3,0412	4,7916	3,4294	4,7916	3,5487
0,7782	0,7160	0,6128	0,4771	0,6721	0,0000	0,8776	0,8261
0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133
3,1831	2,3705	2,0477	2,1216	2,0770	2,0427	2,3085	2,9881
0,00	+0,02	+0,01	+0,01	-0,01	+0,01	-0,02	+0,10

Référence	Marennes	Référence	Moragne	Référence	Epargnes	Référence	Epargnes
+6,3	-16,4	+4,9	-0,4	+8,5	+5,9	+8,5	+1,05
4,7916	3,5487	4,7916	3,4294	4,7916	4,3920	4,7916	4,3920
0,7993	1,2148	0,6902	0,6021	0,9294	0,7709	0,9294	0,1761
0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133	0,6133
2,2042	7,3768	2,0951	3,6448	2,3343	3,7762	2,3343	3,4814
+0,02	-0,21	+0,01	0,00	+0,02	+0,01	+0,02	0,00

Référence	Chadenac
+4,8	+5,7
4,7916	4,9269
0,6812	0,7559
0,6133	0,6133
2,0861	2,2961
+0,01	+0,02



Zur Beurteilung der verschiedenen Beobachtungsverfahren und Instrumente werden die drei Beobachtungsergebnisse gegenübergestellt.

Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse:							
	27 cm Askania Theodolit Beobachter Leutnant Gigas		22 cm Chasselon Nr. 16 Beobachter Ing. Geograph Jardou		14 cm Wild T 3 Beobachter Wachtmeister Dr. Ledersteger		Mittel der 3 Beobachtungen
Burie	G 0,0000 · 000		G 0,0000 · 000		G 0,0000 · 000		cc 0 · 000
Chadenac	67,5062 · 033		67,5063 · 045		67,5061 · 995		62 · 358
Epargnes	132,9457 · 636		132,9458 · 883		132,9457 · 895		58 · 138
Marennnes	224,1655 · 362		224,1654 · 730		224,1654 · 383		54 · 825
Moragne	285,4036 · 815		285,4038 · 537		285,4038 · 273		37 · 875
Les Souverts	331,9210 · 180		331,9121 · 990		331,9121 · 293		21 · 154
Abweichungen gegen das Mittel:							
Burie	d 0,000	v — 0,387	d 0,000	v + 0,472	d 0,000	v — 0,085	0,000
Chadenac	+ 0,325	— 0,062	— 0,687	— 0,215	+ 0,363	+ 0,278	+ 0,001
Epargnes	+ 0,502	+ 0,115	— 0,745	— 0,273	+ 0,243	+ 0,158	0,000
Marennnes	— 0,537	— 0,924	+ 0,095	+ 0,567	+ 0,442	+ 0,357	0,000
Moragne	+ 1,060	+ 0,673	— 0,662	— 0,190	— 0,398	— 0,483	0,000
Les Souverts	+ 0,974	+ 0,587	— 0,836	— 0,364	— 0,139	— 0,224	— 0,001
$\frac{[\pm]}{6} =$	$\frac{+ 2,324}{6}$	$\frac{+ 0,002}{[vv] =}$	$\frac{— 2,835}{6}$	$\frac{— 0,003}{[vv] =}$	$\frac{+ 0,511}{6}$	$\frac{+ 0,001}{[vv] =}$	0,000
	$= + 0,387$	$\frac{1,818}{\underline{\hspace{1cm}}}$	$= - 0,472$	$\frac{0,834}{\hspace{1cm}}$	$= + 0,085$	$\frac{0,520}{\hspace{1cm}}$	

Betrachtet man die 3 Beobachtungsverfahren als gleichgewichtig, so erhält man den mittleren Fehler der einmal beobachteten Richtung eines Satzes,

$$m_r = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{(n-1)(s-1)}}$$

wobei  $n$  = Anzahl der Sätze und  $s$  = Anzahl der Richtungen ist.  
Mithin ist

$$m_r = \pm \sqrt{\frac{3,172}{10}} = \pm 0,56^{\text{cc}}$$

Damit wird der mittlere Fehler der aus  $n$ -Sätzen gemittelten Richtung

$$m_r = \pm \frac{m_r}{\sqrt{n}} = \pm 0,32^{\text{cc}}$$

Die vorstehende Tabelle zeigt die Ergebnisse der einzelnen Beobachter, das Mittel aus den Beobachtungen sowie die Abweichungen  $d$  der Einzelwerte von den Mittelwerten und die Verbesserungen  $v$ , die man erhält, wenn der Fehler der Anfangsrichtung abgespalten wird oder wenn man die Beobachtungen auf den Schwerpunkt bezieht. Hiernach erreichen die maximalen Verbesserungen gegenüber den Mittelwerten bei Gigas  $-0,92^{\text{cc}}$  oder  $\approx -0,3''$ , bei Jardou  $+0,57^{\text{cc}}$  oder  $\approx +0,2''$  und bei Ledersteger  $-0,48^{\text{cc}}$  oder  $\approx -0,2''$ . Vergleicht man diese Werte mit dem oben angegebenen mittleren

Fehler und beachtet man, daß auch nach der allgemeinen Erfahrung die absolute Genauigkeit der Winkelmessung I. O. bei etwa  $0,3''$  liegt, so sieht man, daß die verschiedenen Beobachtungsmethoden und auch die Leistungen der 3 Instrumente vollständig gleichwertig sind. Auf Grund dieser Vergleichsmessung hat sich die deutsche Heeresvermessung entschlossen, für alle künftigen Beobachtungen I. O. — solange kein entsprechendes deutsches Instrument vorliegt — den Wild T 3 zu verwenden. Dieses Instrument hat gegenüber dem deutschen Askania-Theodolit infolge seines geringeren Gewichts, seiner kleineren Ausmaße und seiner Ausstattung als Universalinstrument erhebliche praktische Vorteile. Der Wild-Theodolit gibt sofort die Beobachtungsergebnisse, während bei der photographischen Registrierung die Beobachtungsergebnisse erst nach Entwicklung und einer nachträglichen Ausmessung der Filme durch Hilfskräfte gewonnen werden. Der Askania-Theodolit I. O. mit photographischer Registrierung stellt den Abschluß einer friedensmäßigen Entwicklung im Instrumentenbau unter Leitung des Reichsamts für Landesaufnahme dar und ist als hervorragendes Meisterwerk deutscher Feinmechanik zu werten. Er ist aber entsprechend der weitgehenden Spezialisierung der Arbeiten beim Reichsamt für Landesaufnahme nur für die Horizontalwinkelmessung I. O. eingerichtet. Im Hochgebirge scheidet seine Verwendung wegen des hohen Gewichts aus. Seine rationelle Ausnutzung erfordert nach der Übung beim Reichsamt für Landesaufnahme einen Beobachter mit Hilfsbeobachter und einen besonderen Auswertetrupp (2 Mann) für die Entwicklung und Ausmessung der Filme. Ein derartiger Personalaufwand wird schon bei friedensmäßigen Arbeiten Kritik herausfordern, im Kriege ist ein solcher Personaleinsatz auf die Dauer nicht tragbar. Im übrigen muß gerade bei der Winkelmessung I. O. gefordert werden, daß ein einziger Beobachter die ganze Beobachtung allein durchführt — dazu gehört vor allem auch die Kreisablesung — und für seine Messung allein die Verantwortung trägt und gerade steht. Der französische Repetitionstheodolit mit Torsionsgerät ist für Kriegsvermessungen zu schwerfällig. Das Beobachtungsverfahren ist etwas zu langwierig.

Über das Beobachtungsverfahren der deutschen Heeresvermessung mit dem Wild T 3 wurde in Heft 1/1944 dieser Mitteilungen berichtet. Hiernach wird als Beobachtungsverfahren das Schreibersche Verfahren der Winkelmessung in allen Kombinationen vorgeschrieben. Hierzu darf festgestellt werden, daß sich damit die Heeresvermessung bei der Winkelmessung I. O. keineswegs endgültig auf das Schreibersche Verfahren festgelegt hat. Das wirtschaftlichste Beobachtungsverfahren, auch bei der Beobachtung I. O., ist die Richtungsbeobachtung in vollen Sätzen, insbesondere wenn man die Seitenlängen — entsprechend der Übung bei der amerikanischen Triangulation — auf durchschnittlich 20 km beschränkt. Die Einführung der Richtungsbeobachtung bei der I. O. hätte für die Heeresvermessung den Vorteil, daß sämtliche Beobachtungen von der I. bis zur IV. Ordnung nach ein und demselben Verfahren durchgeführt werden, wobei sich die Beobachtungen in den verschiedenen Ordnungen nur durch die Zahl der zu messenden Sätze unterscheiden.

Bei der Vergleichsmessung auf La Ferlanderie wurde die Hälfte der Zielstationen durch deutsche Hilfskräfte besetzt und der Leuchtdienst nach dem beim Reichsamt für Landesaufnahme herausgebildeten Verfahren durchgeführt. Hierbei geben die Leuchter während der Beobachtung nur auf besondere Anforderung durch den Beobachter Licht und stehen durch besondere Blinksignale in ständiger Verbindung mit der Beobachtungsstation. Die andere Hälfte der Zielstationen wurde mit automatischen französischen Leuchtgeräten besetzt. Diese Leuchtgeräte werden durch eine besondere Brigade für alle Beobachtungsgruppen aufgestellt, eingerichtet und etwa wöchentlich einmal überprüft. Im übrigen wird das Licht durch ein Uhrwerk für bestimmte Tageszeiten automatisch ein- und ausgeschaltet, so daß man während der Beobachtung stets Dauerlicht hat. Dabei wird dann auch bei Tage i. d. R. mit künstlichem Licht geleuchtet. Diese Leuchtgeräte weisen gegenüber den deutschen Leuchtgeräten einen erhöhten Stromverbrauch auf. Dann haben sie den Nachteil, daß das Licht zur festgesetzten Stunde verschwindet. Dadurch wird die Beobachtungszeit etwas eingeschränkt, während beim deutschen Verfahren die Beobachtungszeit bei günstigen Sichtverhältnissen entsprechend verlängert werden kann. Die französischen automatischen Leuchtgeräte haben aber den großen Vorteil, daß sie auf der Beobachtungsstation ein viel ruhigeres und damit zügigeres Beobachten gewährleisten. Sie schonen vor allem auch die Nerven des Beobachters, weil der chronische Ärger mit den Leuchtgehilfen und die Störung auf der Beobachtungsstation durch die Anforderung und durch das Abblitzen der Leuchter wegfällt. Überdies haben sie den Vorteil, daß sie eine gewisse Personalsparung gewährleisten. Setzt man die Leuchtzeiten für die automatischen Leuchtgeräte von vornherein



etwas großzügiger an, so ist das Leuchten mit automatischen Leuchtgeräten unserem Leuchtverfahren unbedingt vorzuziehen; dies gilt ganz besonders bei Richtungsbeobachtungen, weil hierbei Dauerlicht in allen Zielstationen benötigt wird.

Durch die Vergleichsmessung auf La Ferlanderie wurde eine erfreuliche praktische Zusammenarbeit zwischen den französischen und deutschen Geodäten eingeleitet, verschiedene gemeinsame wissenschaftliche Fragen angeschnitten und eine weitere wissenschaftliche Zusammenarbeit angeregt.

### III. Instrumente

Die Einführung der Reiterationmethode an Stelle der Repetitionswinkelmessung im Jahre 1867 fiel — wie schon oben gesagt — mit der Einführung eines neuen Instrumententyps, den Azimutalkreisen, zusammen. Die ersten Azimutalkreise wurden von Brunner nach den Angaben von F. Perrier konstruiert und von Perrier im „Mémorial du Dépôt Général de la Guerre“, Tome XII, Paris 1885, S. 1—6, ausführlich beschrieben.<sup>13)</sup>

Hiernach ist der Azimutalkreis von Brunner ein äußerst einfach gehaltenes Instrument, bei dem durch Vermeidung komplizierter Achsen, Schrauben, Klemmen, Grob- und Feinbewegungen eine sehr gute Stabilität erreicht wurde. Das Instrument ist nur für die Horizontalwinkelmessung geeignet. Das Fernrohr konnte, weil das Instrument keinen Höhenkreis besitzt, sehr tief angeordnet werden.

Das Instrument (vgl. Abb. 1, 2 und 3) besteht aus einer vertikalen abgestumpften konischen Achse *A*, die mit dem Instrumentendreifuß fest verbunden ist. Auf diese Achse sind der Teilkreis (Limbus) *LL* und die Alhidade *A'A'* aufgesteckt. Die Alhidade trägt das Fernrohr *U*, einen Zeiger *i*, die Klemme *P* und vier Mikrometermikroskope *M*. Der Dreifuß besteht aus einem massiven Zentralsstück *O* und drei Armen, die auf den Fußschrauben *v* ruhen. Die drei Arme tragen prismatische Ansätze *t*, die einen Schutzkreis *C* von 45 cm Durchmesser halten, der den Teilkreis umgibt.

Der Horizontalkreis ist aus einem Stück gegossen. Er besteht aus einer Zentralscheibe, acht Armen und dem eigentlichen Teilkreis. Er ruht auf einem ringförmigen Sockel *S* und umfaßt mit leichter Reibung die Rotationsachse. Er kann auf diesem Sockel mittels einer ringförmigen Deckscheibe *R* und mittels dreier Klemmschrauben *b* fest mit dem Dreifuß und damit auch mit der feststehenden Rotationsachse verbunden werden. Nach Anziehen der Klemmschrauben *b* wird also der Teilkreis vollkommen unabhängig von der Alhidade festgelegt. Ein Mitschleifen des Kreises bei einer Drehung der Alhidade um die Achse ist also ausgeschlossen. Nach Lösung der Klemmschrauben kann der Kreis bei feststehender Alhidade frei um seine Achse gedreht werden, so daß jeder beliebige Teilstrich unter dem Zeiger eingestellt werden kann. Der Teilkreis hat 42 cm Durchmesser, ein Teilkreisintervall beträgt 10 Neuminuten und mißt etwa 0,3 mm. Die Bezifferung erfolgt von 2 zu 2 Neugraden und läuft wie üblich von rechts nach links.

Die Alhidade *A'A'* umschließt die Rotationsachse und ruht mit sanfter Reibung auf dieser. Sie verbreitert sich nach oben und trägt die Fernrohrstützen, in die *V*-förmige Lager geschraubt sind, die die Kippachse des Fernrohrs aufnehmen. Oben auf der Rotationsachse befindet sich eine kleine Bronzeplatte *p*, die mit der Alhidade festverbunden ist. Diese Platte ist mit 3 Differentialschrauben versehen, mit denen die Alhidade zur Regulierung der Reibung angehoben oder gesenkt werden kann. Die Alhidade trägt noch einen linealförmigen Zeiger mit einer kleinen Lupe, an dem die Grade und Zehnerminuten abgelesen werden. Vom Fuße der Alhidade gehen vier um 45° geneigte Arme aus, die die vier Mikrometermikroskope tragen. Diametral gegenüber dem Zeiger befindet sich die Klemm- und Feinstellschraube *P*, durch die die Alhidade ohne den Teilkreis zu berühren mit dem Schutzkreis für den Limbus und damit mit dem Dreifuß fest verbunden werden kann.

Das Fernrohr ist mit einem Okularmikrometer ausgestattet. Die Trommel *T* der Mikrometerschraube *V* ist in 100 Teile unterteilt. Das achromatische Objektiv des Fernrohrs hat eine freie Öffnung von 53 mm und eine Ersatzbrennweite von 62 cm. Drei positive Okulare gestatten eine 25-, 30- bzw. 40fache Vergrößerung.

<sup>13)</sup> Die nachfolgende Beschreibung und die zugehörigen Abbildungen sind dieser Veröffentlichung entnommen.

Die Libelle hat einen Teilwert von etwa 20—30°. Der Krümmungsradius für den Libellenkörper beträgt etwa 100 m.

Dieser einfache Azimutalkreis hat sich in der Praxis so bewährt, daß einige Instrumente noch heute für Hauptnetztriangulationen verwendet werden.

Zu bemerkenswerten Neukonstruktionen kam es erst zwischen 1920 und 1930. Hier verdient neben dem 32-cm-Theodolit von Huetz vor allem der Hauptnetztheodolit von Chasselon besondere Erwähnung.

Der Chasselon-Theodolit, Modell 1931, der in Abb. 4 gezeigt wird, besitzt einen Teilkreis von 22 cm, Neugradteilung, Teilungsintervall 10°, Trommelablesung auf 1°, 2 Mikrometermikroskope mit etwa 60facher Vergrößerung, ein Fernrohr mit 90 mm Objektivdurchmesser und 30-, 40- bzw. 60facher Vergrößerung.<sup>14)</sup>

Die letzte Entwicklungsstufe der französischen Hauptnetzinstrumente stellt der Repetitionskreis von Chasselon (cercle azimutal répétiteur) dar, der erstmals 1939 herausgebracht wurde (vgl. Abb. 5) und der nach einigen kleineren Verbesserungen, die insbesondere die Konstruktion des Fernrohrs betreffen (vgl. Abb. 6<sup>a</sup>—6<sup>b</sup>) jetzt wohl seine endgültige Lösung gefunden hat. Die Schwierigkeiten bei der Konstruktion eines Repetitionstheodoliten liegen darin, daß bei der Repetitionswinkelmessung bei der Zurückführung des Fernrohrs auf die Anfangsrichtung des Winkels, die Alhidade und der Limbus so zu einer Einheit zusammengefügt werden müssen, daß sie gegeneinander unverrückbar festliegen; dann muß aber diese Verbindung gelöst und der Limbus allein festgehalten werden, um mit der Alhidade das Fernrohr auf die Endrichtung des Winkels zu richten. Diese beiden Vorgänge der Verbindung und Lösung von Alhidade und Limbus werden fortlaufend wiederholt, wobei konstruktionsmäßig ein Mitschleifen des Limbus beim Drehen der Alhidade oder eine Formänderung des Limbus beim Klemmen oder Lösen unbedingt verhindert werden muß. Die Vermeidung von Spiel und Formveränderung führt zu unhandlichen und schweren Instrumenten. Die nachfolgende Beschreibung des neuen französischen Repetitionskreises hält sich eng an eine vom Institut Géographique National überlassene Darstellung. Die Originale für die Abbildungen wurden ebenfalls vom Institut Géographique National zur Verfügung gestellt.

Der Repetitionskreis besteht aus Unterbau mit Stellschrauben, Limbus, Alhidade, Fernrohr und Kippachsenlibelle.

Der Unterbau (*bâti*) besteht aus einem Bronzegußstück und ruht auf 3 Fußschrauben (*vis calantes*) und umfaßt:

- a) die Achsenführung des Teilkreisträgers, die aus 3 Führungsansätzen besteht, die in Abständen von 120° angeordnet sind. Einer der Führungsansätze ist gefedert und drückt die Achse ständig gegen die beiden anderen, die fest sind;
- b) die Sperrschraube (*le bouton de blocage*), die zur Festklemmung des Limbuisträgers an den Unterbau dient. Sie wirkt unmittelbar auf den gefederten Führungsansatz (vgl. hierzu Abb. 6<sup>a</sup> und 6<sup>c</sup>);
- c) die Feinstellvorrichtung des Limbuisträgers (Klemme und Federschraube). Sie wirkt auf den Unterbau (vgl. Abb. 6<sup>e</sup> und 6<sup>d</sup>);
- d) einen Index, der ermöglicht, daß die Lage der Alhidade zum Unterbau durch einen Bleistiftstrich angemerkt werden kann. Damit können die Zielpunkte während der Beobachtung leicht eingestellt werden;
- e) zwei Lager auf der Unterseite des Unterbaues, in die beim Transport des Instruments besondere Sperren eingeschraubt werden können.

Der Limbusträger besteht ebenfalls aus einem Bronzegußstück und umfaßt:

- a) in seinem Unterteil die Rotationsachse des Limbuisträgers zur Drehung im Untergestell (*l'axe de rotation du porte-limbe par rapport au bâti*). Diese Achse ist ein Umdrehungszyylinder von großem Durchmesser;
- b) das Kugellager (*le chemin de roulement*) zwischen Limbusträger und Untergestell;

<sup>14)</sup> Vgl. hierzu auch M. H. Roussilhe „Description et étude d'un nouveau cercle azimutal pour les opérations géodésiques“, veröffentlicht 1927 in den Arbeitsberichten der Union Géodésique et Géophysique Internationale, Tome 5, Bd. 1.



- c) in seinem oberen Teil die Rotationsachse der Alhidade zur Drehung auf dem Limbusträger (l'axe de rotation de l'alidade par rapport au porte-limbe). Diese zweite Achse besteht ebenfalls aus einem Umdrehungszylinder, der streng konzentrisch zur Rotationsachse des Limbusträgers ist.
  - d) das Kugellager zwischen Alhidade und Limbusträger;
  - e) einem massiven Horizontalkreis, der den Teilkreis (le limbe gradué) trägt. Die Teilung ist in einem Silberstreifen eingekerbt, der in den Limbusträger eingelassen und mit diesem verschweißt ist. Sie besteht aus 4000 Strichen, die alle im Uhrzeigersinn beziffert sind. Der Teilkreisdurchmesser beträgt 22 cm;
  - f) sechs gleichmäßig über den Limbusträger verteilte Ansätze, die dem Beobachter eine Verstellung des Teilkreises ermöglichen (manetons de manoeuvre du limbe).
- Die Alhidade trägt das Fernrohr. Sie besteht aus einem Bronzestück, an dem die Ablesemikroskope und der Limbusschutzdeckel befestigt sind. Im einzelnen umfaßt sie:
- a) einen Kranz zur Zentrierung der Alhidade in bezug auf die Limbusachse. Diese Zentrierung wird durch 3 Führungen in Abständen von  $120^\circ$  gesichert, von denen 2 fest sind und die dritte unter Federdruck steht;
  - b) das Kugellager der Alhidade für den Limbusträger am Unterteil dieses Kranzes;
  - c) die Sperrschraube für die Alhidade in bezug auf den Limbusträger. Wenn diese Schraube angezogen wird, dann blockiert die gefederte Führung die Achse (vgl. Abb. 6<sup>a</sup> und 6<sup>d</sup>);
  - d) die Feinstellvorrichtung für die Alhidade in bezug auf den Limbusträger (vgl. Abb. 6<sup>a</sup> und 6<sup>d</sup>);
  - e) den Limbusschutzmantel, der aus einem auf den Alhidadenkranz befestigten Bronzegehäuse besteht. Sein Rand ist geriffelt, um die Alhidade zur Einstellung anfassen zu können. Auf diesem Schutzmantel sind die Steckdosen für die Instrumentenbeleuchtung und ein Gewindebolzen mit einem darunterliegenden Glasfenster zur Kreisteilung. Schließlich trägt der Limbusdeckel noch die beiden Beleuchtungseinrichtungen für den Horizontalkreis;
  - f) zwei V-Träger für das Fernrohr;
  - g) die beiden Ablesemikroskope (Vergrößerung 75- bis 80fach), welche von der Alhidade aus durch Stützen gehalten werden. Die Ablesung vermittelt eine optische Ablenkungseinrichtung. Die Mikroskopokulare sind verstellbar. Das Mikroskopmikrometer weist 3 Teilstrichpaare auf, von denen gewöhnlich das mittlere zur Ablesung benutzt wird. Im Blickfeld des Mikroskops ist die Teilung sichtbar. Sie ist in Neu-Sekunden unterteilt; jede 10. Sekunde von 0 bis 105 ist beziffert. Die Ablesung findet an einem feststehenden Zeiger statt;
  - h) im linken Fernrohrträger die Feinstellvorrichtung für die Höheneinstellung des Fernrohrs (le dispositif de fin pointage en hauteur de la lunette) mit Klemm- und Gegenschraube. Die Schraube wirkt jedoch nicht unmittelbar auf das Ansatzstück des Klemmringes des Fernrohres, sondern über zwei Metallstücke, die in einer kreisförmigen Nut beweglich sind, deren Mittelpunkt in der Kippachse des Fernrohres liegt (vgl. Abb. 6e). Der Vorteil dieser Konstruktion besteht darin, daß jede Beeinflussung des Fernrohres während einer Punkteinstellung ausgeschaltet wird;
  - i) die auf dem richtigen Fernrohrträger angebrachten umklappbaren Libellenwiderlager.
- Das Fernrohr weist folgende Merkmale auf: Astronomisches Fernrohr, Objektiv von 45 cm Brennweite, mit guter Korrektur der sphärischen und chromatischen Aberration, Vergrößerung ungefähr 50fach. Das Mikrometer ist fest, die Einstellungen werden durch die Verschiebung des vom Objektiv entworfenen Bildes mit Hilfe eines optischen Systems vorgenommen (Zerstreuungslinie, die durch eine Rändelschraube verschiebbar ist). Die Ablesung der Einstellungen geschieht auf einer mit dem optischen System in Verbindung stehenden Skala, die man mittels eines Mikroskopes betrachtet, das neben dem Fernrohr okular angebracht ist (vgl. Abb. 6a).
- Das Fernrohr hat eine Innenbeleuchtung zur Ablesung der Einstellungen und eine außerhalb des Blickfeldes zur Erhellung des Mikrometers. Zur Beurteilung der Leistungsfähigkeit des Fernrohres wird noch auf die nachstehenden optischen Eigenschaften hingewiesen:
- 30—60fache Vergrößerung (durch Okularwechsel);
  - Nutzbarer Objektivdurchmesser 90 mm;
  - Minimum des tatsächlichen Blickfeldes für 60fache Vergrößerung  $0^\circ,8$ ;
  - Okulareinstellung von  $-7$  bis  $+3$  Dioptrien;

Auflösungsvermögen des Objektivs im tatsächlichen Blickfeld gemessen:  $1'',4$ ;

Auflösungsvermögen des Fernrohres im tatsächlichen Blickfeld gemessen:  $1'',6$ .

Die Kippachsenlibelle ist in Abb. 6h dargestellt. Die Libelle trägt eine 2-mm-Teilung, die von 10 zu 10 beziffert ist. Der Krümmungsradius des Libellenkörpers beträgt ungefähr 70 m; dies entspricht einer Angabe von  $17''$ .

Der 1938 versuchsweise konstruierte und verwendete Repetitionsuntersatz (support répétiteur de cercle azimutal réitérateur) ist in Abb. 7a und 7b dargestellt.

Eine besondere Beachtung verdient der Torsionsuntersatz (support de torsion). (Vgl. hierzu Abb. 8a und 8b.) Er dient zur Messung der Pfeilerdrehung während der Beobachtung und besteht im Wesentlichen aus einem Rahmengestell mit 3 Fußschrauben. Das Rahmengestell trägt eine Alhidade, auf der ein Fernrohr aufgesetzt werden kann, das dem des Azimutalkreises gleich ist. Die Alhidade dreht sich um eine Achse, die beim Aufstellen des Instruments senkrecht gestellt wird. Die Alhidade wird mit Hilfe einer Klemme mit Feineinstellungsvorrichtung nach Einstellung des Bezugszieles festgestellt. Das Rahmengestell trägt oben eine Platte, auf der der Azimutalkreis aufgestellt wird. Der Abstand dieser Platte von der Alhidade ist so groß, daß eine Kippachsenlibelle auf die Zapfen des Torsionsfernrohres aufgesetzt werden kann. Diese Libelle dient zur Aufstellung des Torsionsuntersatzes und zur Bestimmung der Neigung der Kippachse des Torsionsfernrohres.

Wenn der Torsionsuntersatz mit dem Fernrohr aufgestellt ist, wird das Fernrohr auf ein Bezugssignal eingerichtet. Die der Torsion zuzuschreibenden Einstellungsverschiebungen sind so klein, daß das Signal ständig im Gesichtsfeld des Fernrohres bleibt. Sie werden durch einen Hilfsbeobachter zur selben Zeit gemessen, in dem der Hauptbeobachter die Ziele einstellt. Abb. 9 zeigt ein Bild, das bei der Vergleichsmessung auf La Ferlanderie aufgenommen wurde.

Zum Abschluß darf noch kurz auf die französischen Leuchtgeräte hingewiesen werden. Auch bei der Konstruktion der Leuchtgeräte ist das französische Institut ganz selbständige Wege gegangen.

Die Abb. 10a und 10b zeigen ein automatisches Leuchtgerät (projecteur géodésique). Es besteht im Wesentlichen aus einem Parabolspiegel von 25 cm Nutzungsdurchmesser, in dessen Brennpunkt sich die Fäden einer elektrischen Birne von 6 Volt und 2 Ampère befinden. Die Glühbirne wird durch einen Akkumulator gespeist. Die Helligkeit der Birne kann durch einen Widerstand geregelt werden. Durch einen Voltmeter wird die Spannung überprüft. Das eigentliche Leuchtgerät ruht in einem Gehäuse, das noch ein Prismenfernrohr von 8facher Vergrößerung enthält. Das Prismenfernrohr ist mit einem Mikrometer versehen. Seine optische Achse ist durch die Konstruktion parallel zur Scheinwerferachse gestellt. Das Gehäuse trägt außerdem eine Höhenskala, welche die Neigung des Gerätes angibt und durch eine Stahlachse mit einer Alhidade verbunden ist, die die Horizontalbewegung vermittelt. Der Klemmarm zur Höheneinstellung kann durch eine Rändelschraube verändert werden. Die Alhidade ist drehbar auf einem Untergestell montiert und kann mittels einer Klemmschraube festgestellt werden. Im Untergestell befindet sich ein von 0 bis 400 Neugrad eingeteilter Teilkreis, der die Einstellung des Gerätes ermöglicht. Die Horizontierung des Untergestells erfolgt mittels einer Dosenlibelle und der Fußschrauben. Für den Transport wird die Alhidade vom Leuchtgerät gelöst und gesondert verpackt. Zum Gebrauch muß zunächst das Leuchtgerät auf der Alhidade befestigt werden. Dann ist das Instrument zu horizontieren, die Steckdose anzuschließen und die Einstellung der Lichtquelle zu überprüfen. Hierzu wird die Ausdehnung des Lichtflecks beobachtet, der durch den Scheinwerfer auf eine senkrechte, einige Meter entfernte lotrechte Fläche geworfen wird. Durch eine besondere Vorrichtung kann die Glühbirne parallel zur Scheinwerferachse und in einer zu dieser Achse senkrechten Ebene verschoben werden. Nach Aufstellen des Gerätes wird das Fadenkreuz des Fernrohres in die zu leuchtende Richtung eingestellt. Nach der erstmaligen unmittelbaren Einrichtung des Leuchtgerätes ermöglichen der Limbus und die Höhenskala eine einfache indirekte Einstellung.

Die in Abb. 11a und 11b zeigen ein Heliotrop (miroir géodésique). Das Gerät besteht aus zwei Spiegeln, die derart angeordnet sind, daß die Sonnenstrahlen bei jedem beliebigen Sonnenstand in die Richtung der Beobachtungsstation gesandt werden können. Ein Hilfsspiegel ist auf einem Sockel befestigt und läßt sich um die Vertikal- und eine Horizontalachse drehen. Der Hauptspiegel ist mit einem



Prismenfernrohr von 8facher Vergrößerung verbunden. Das Ganze ist auf einem Untergestell, das dem des Scheinwerfergeräts gleicht, angebracht. Es kann also nach der Seite und nach der Höhe eingestellt werden. Außerdem ist der Spiegel in bezug auf das Fernrohr um 2 zueinander rechtwinkelige Achsen drehbar, deren eine mit der Objektivachse zusammenfällt. In der unversilberten Spiegelmittle ist ein kleines Prisma angebracht, das die Richtung der reflektierten Sonnenstrahlen umkehrt. Die durch das Prisma gelenkten Strahlen werden zur Einrichtung des Spiegels durch das Fernrohr geführt. Um eine Blendung des Beobachters zu vermeiden, ist in den Strahlengang ein Farbglass eingeschaltet. Die Drehung des Spiegels um seine Achsen erfolgt durch Tangentialschrauben.

Eine besondere Erwähnung verdient endlich noch das französische Zentriergerät mit Zirkel (Appareil de centrage avec compas). Dies Gerät dient zur Auflotung des Stationszentrums, um Instrument und Leuchtgeräte genau lotrecht über das Zentrum zu bringen bzw. um etwaige Veränderungen während der Messung festzustellen. Das Gerät ist in Abb. 12a, 12b und 12c dargestellt.

Es besteht aus einem Fernrohr, dessen optische Achse mittels dreier Fußschrauben des Geräteuntersatzes lotrecht gestellt werden kann. Die geringstmögliche Einstellentfernung des Fernrohres ist ca. 2 m. Das verschiebbare Fadenkreuz ermöglicht die Herstellung der Koinzidenz zwischen optischer und geometrischer Fernrohrachse. Das Fernrohr ruht auf dem Untergestell mittels zweier Schlitten, die bei Betätigung der Zahnstangen eine Verschiebung unter rechtem Winkel ermöglichen. Die Größe der Verschiebungen wird auf Maßstäben mit Millimeterteilung abgelesen. Um den zylindrischen Teil des Fernrohrkörpers läßt sich ein Ring drehen. Dieser trägt eine Röhrenlibelle von rund 40 m Krümmungsradius und den Schenkel eines Zirkels, auf dem ein mit einer einziehbaren Anreißspitze versehener Läufer sich verschieben läßt. Nachdem die Schlitten zunächst in die Mitte ihres Laufbereiches gebracht sind, wird das Gerät auf der Station aufgestellt. Der Beobachter bringt dann das Fadenkreuz durch Verschiebung der Schlitten mit dem Bild des Stationszentrums zur Deckung. Mit Hilfe des Zirkels zieht er hierauf auf der Zementplatte des Pfeilers einen Kreis, der denselben Radius hat, wie der Kreis durch die Fußschrauben des Azimutalkreises. Wenn die Aufstellung des Gerätes mit stark verschobenem Schlitten erfolgt, kann es vorkommen, daß das Ziehen des ganzen Kreises durch die Fußschraube behindert wird. In diesem Falle zieht der Beobachter einen Kreis von größerem Halbmesser. Er muß hiernach einen hierzu konzentrischen Kreis (oder wenigstens Bogenstücke in  $120^\circ$  Abstand) konstruieren, der den durch die 3 Fußschrauben bestimmten Durchmesser hat. Zur bequemen Lösung dieses kleinen geometrischen Problems gebraucht er die Sternplatte, die dem Zentriergerät beigegeben ist (Abb. 12c).

Mit Rücksicht auf die optische Auflotung des Stationszentrums sind die französischen Signalbauten stets so eingerichtet, daß zwischen Stationszentrum (Festlegung) und Beobachtungstisch direkte Blickverbindung besteht.

#### Schluß

Die vorliegende Arbeit sollte die selbständige Entwicklung der französischen Beobachtungsmethoden und Instrumente für die Winkelmessung I. O. aufzeigen. Sie ist entstanden im Zuge der Zusammenarbeit zwischen dem Institut Géographique National und der deutschen Heeresvermessung, die in gleicher Weise der deutschen Kriegsvermessung als auch der französischen Zivilvermessung dient. Sie soll das Verständnis der deutschen Geodäten für die französischen Arbeiten fördern und zum weiteren Studium der Methoden und Instrumente für die Winkelmessung I. O. anregen.

#### Azimutalkreis von Brunner

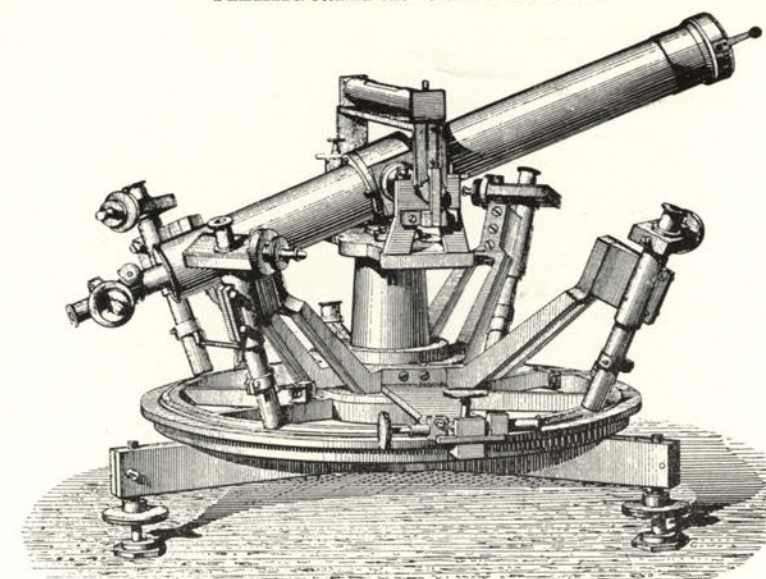


Abb. 1.

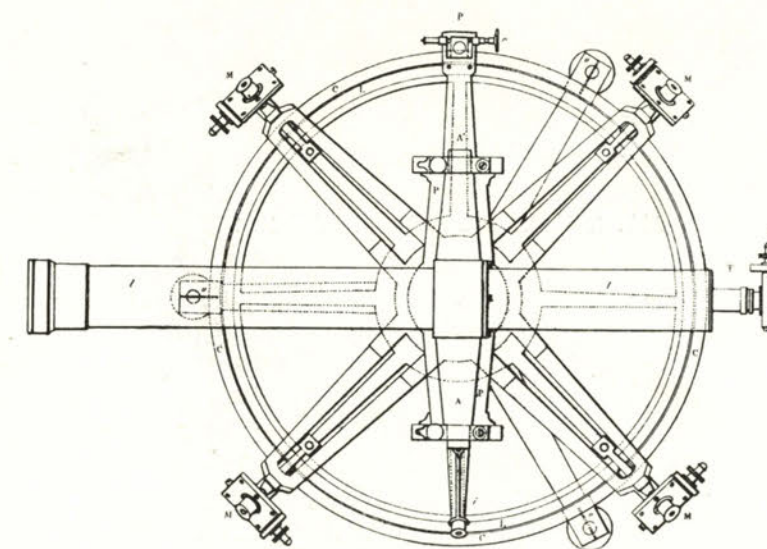


Abb. 2.

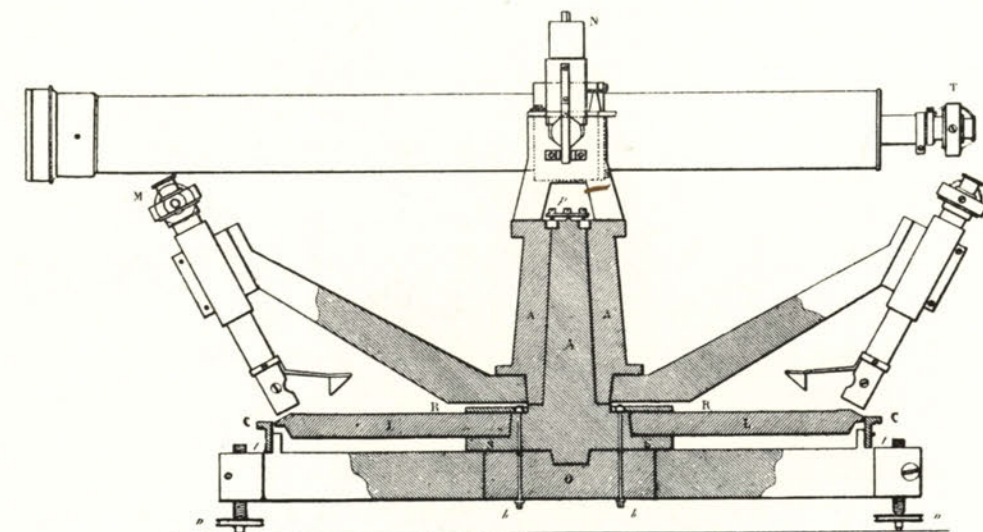


Abb. 3.



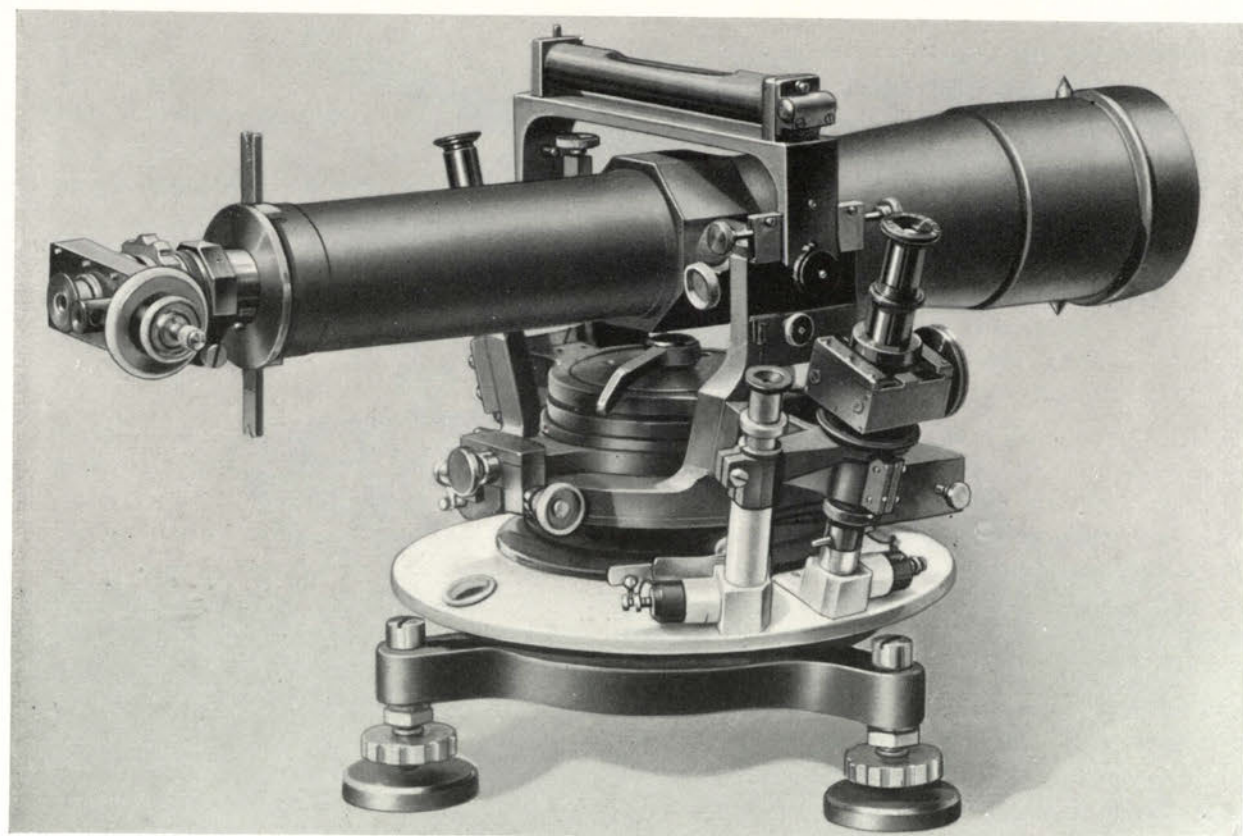


Abb. 4. Chasselon-Theodolit, Modell 1931

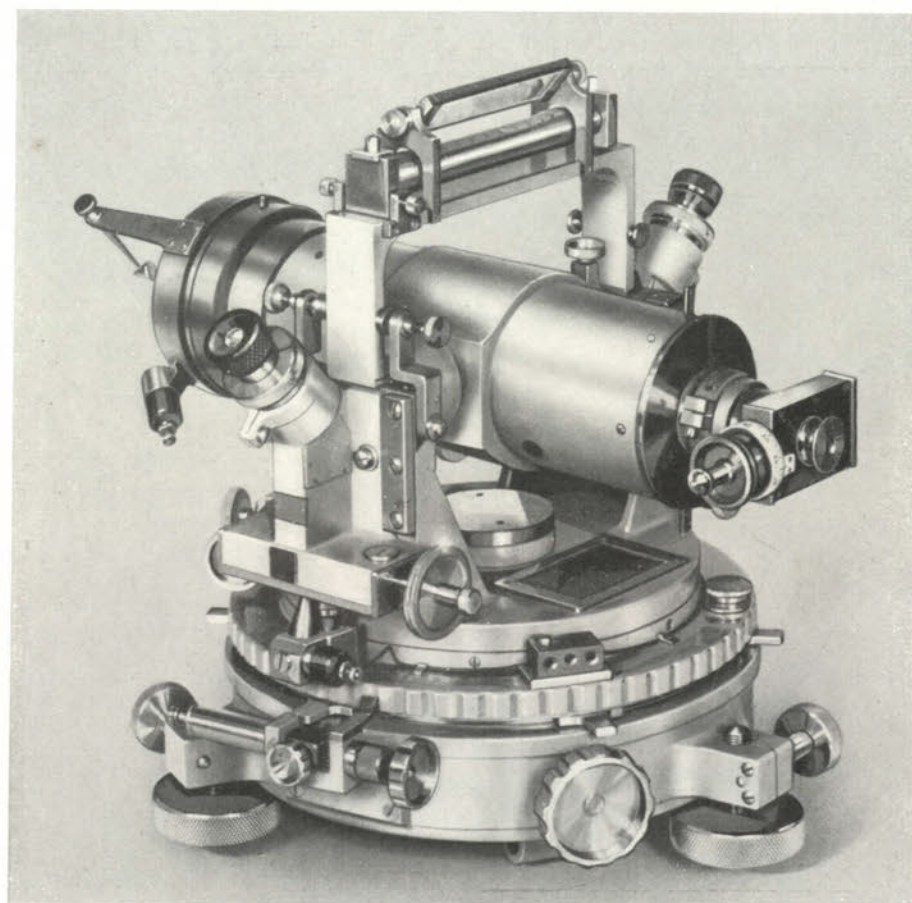


Abb. 5. Repetitionskreis von Chasselon (1939–1941)

# Repetitionskreis von Chasselon, Modell 1942

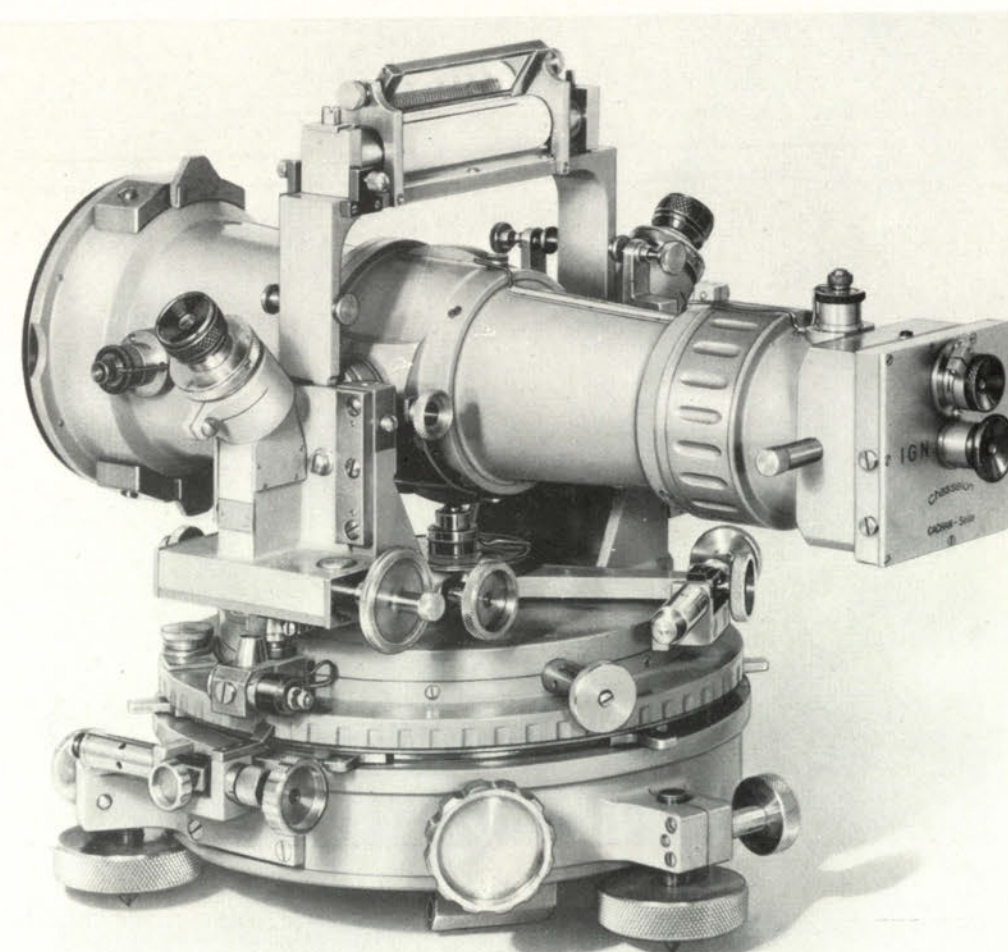


Abb. 6a.

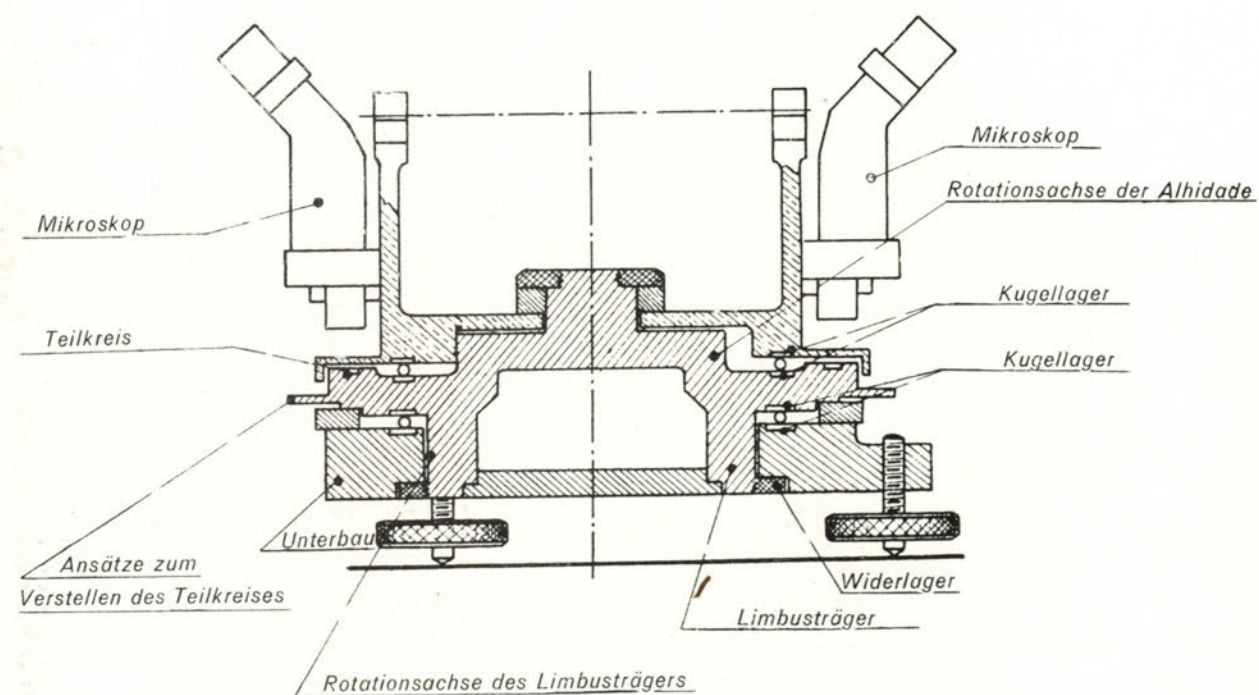


Abb. 6b.



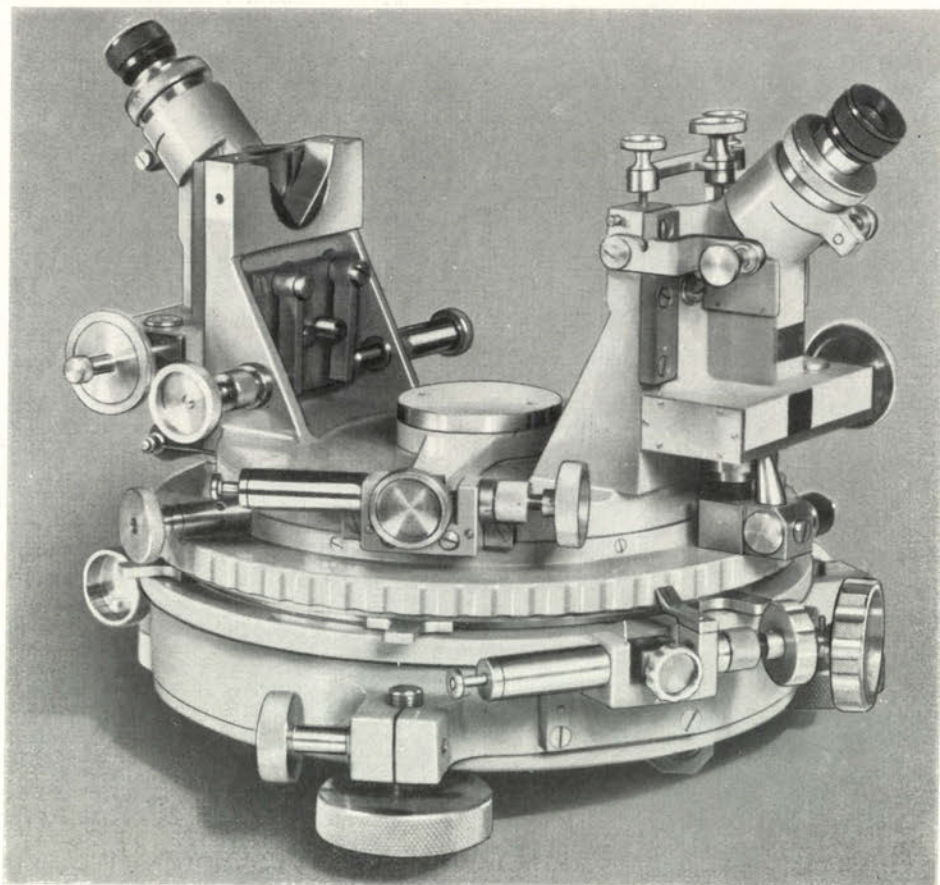


Abb. 6c.

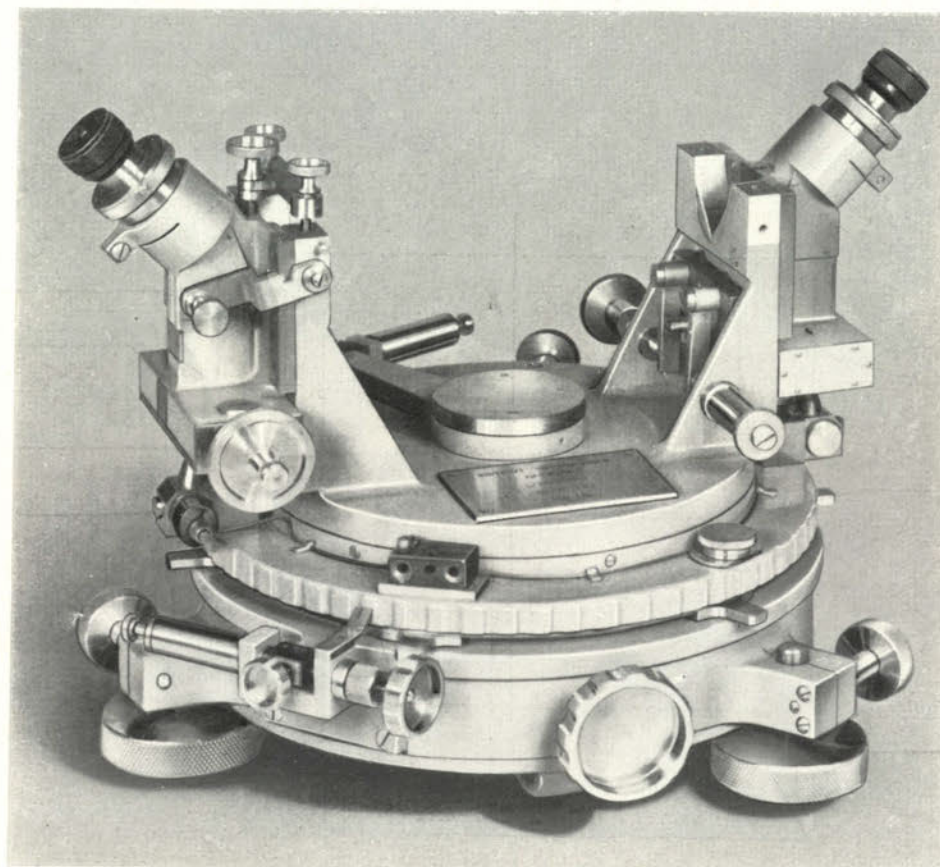


Abb. 6d.

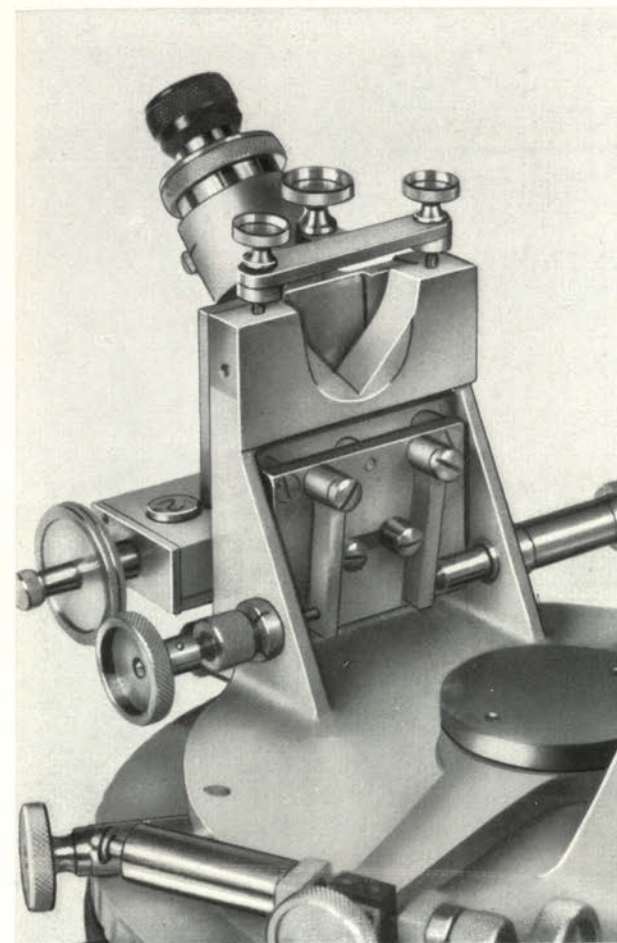


Abb. 6e. Feinstellvorrichtung für die Höhenstellung des Fernrohrs

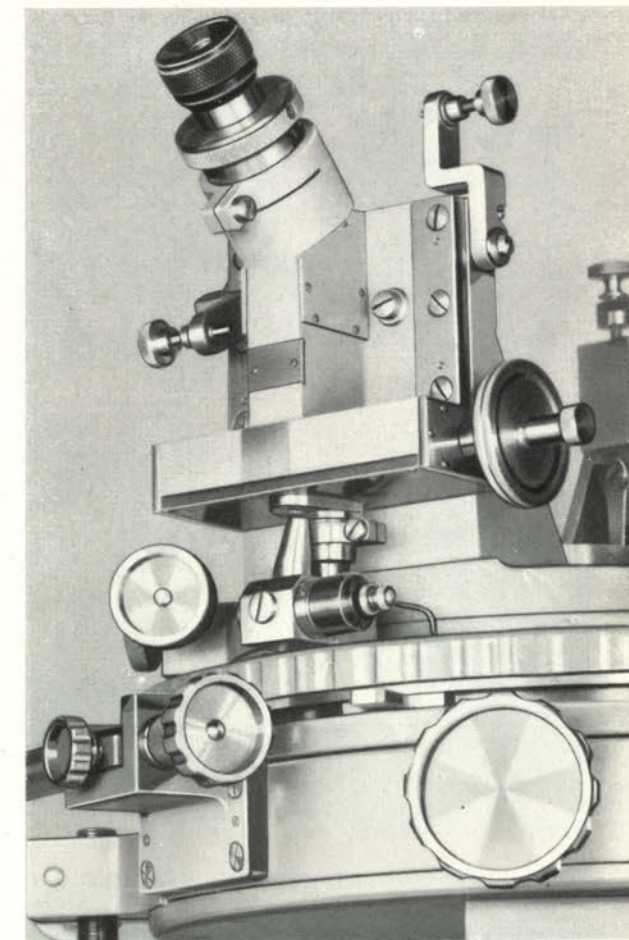


Abb. 6f. Ablesemikroskop

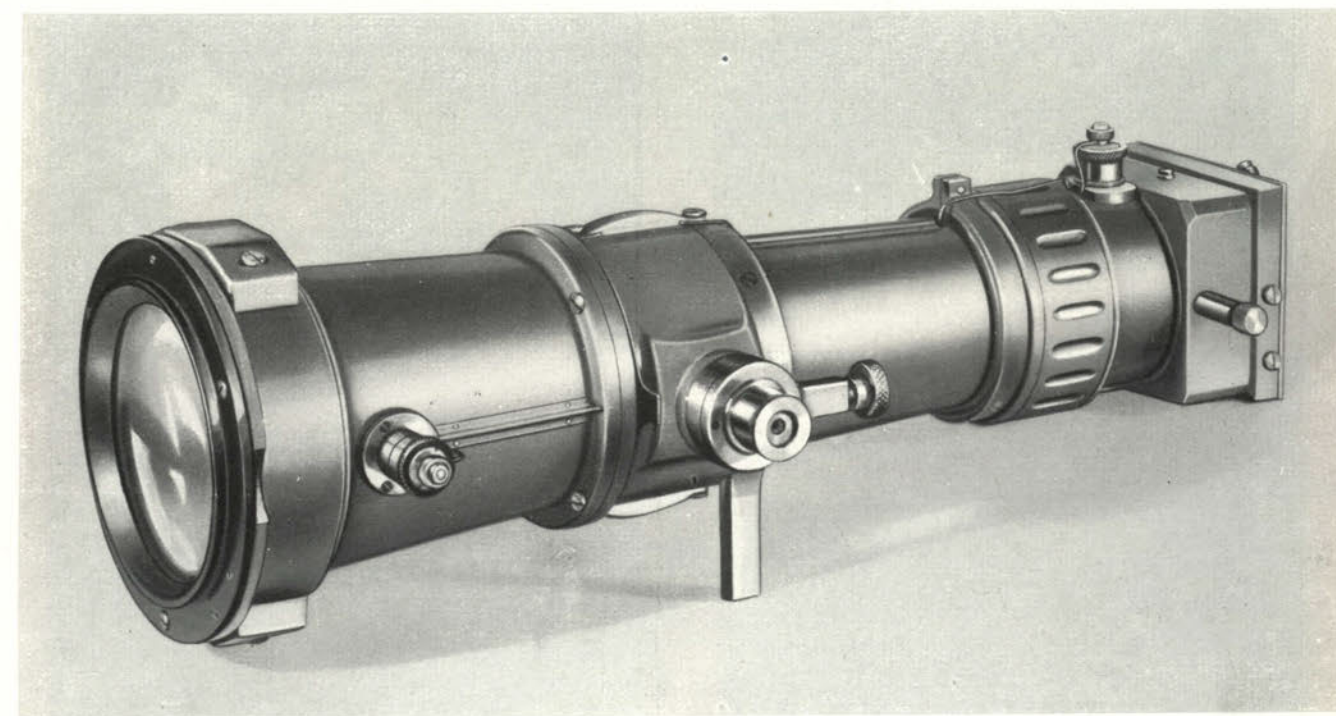


Abb. 6g. Fernrohr



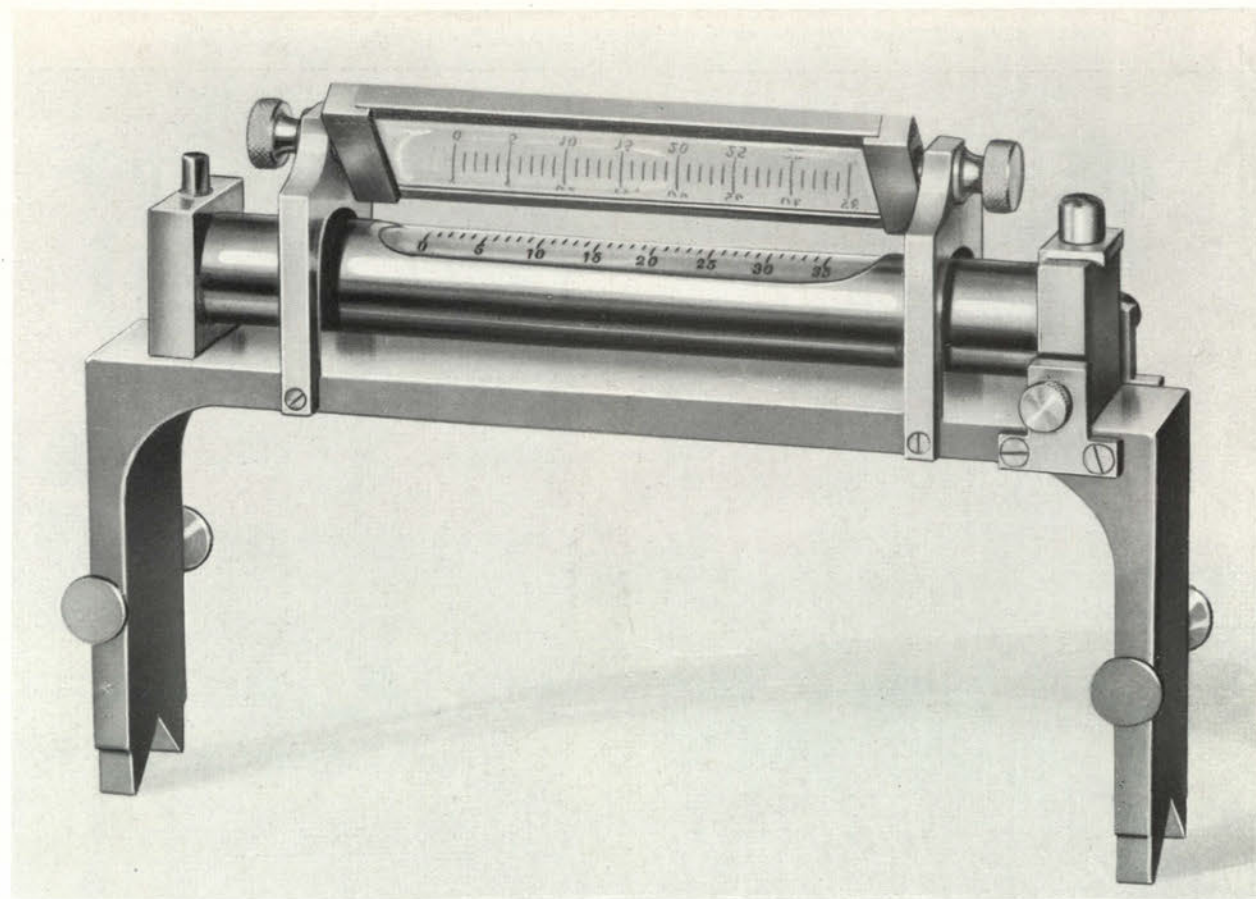


Abb. 6h. Kippachsenlibelle



Abb. 7a. Repetitionsuntersatz

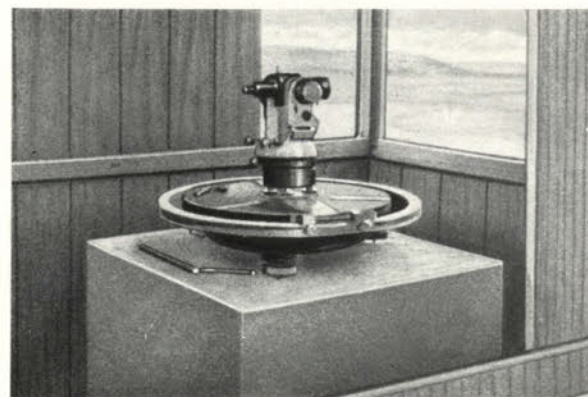


Abb. 7b. Repetitionsuntersatz



Abb. 9. Beobachter am Torsionsuntersatz

# Torsionsuntersatz

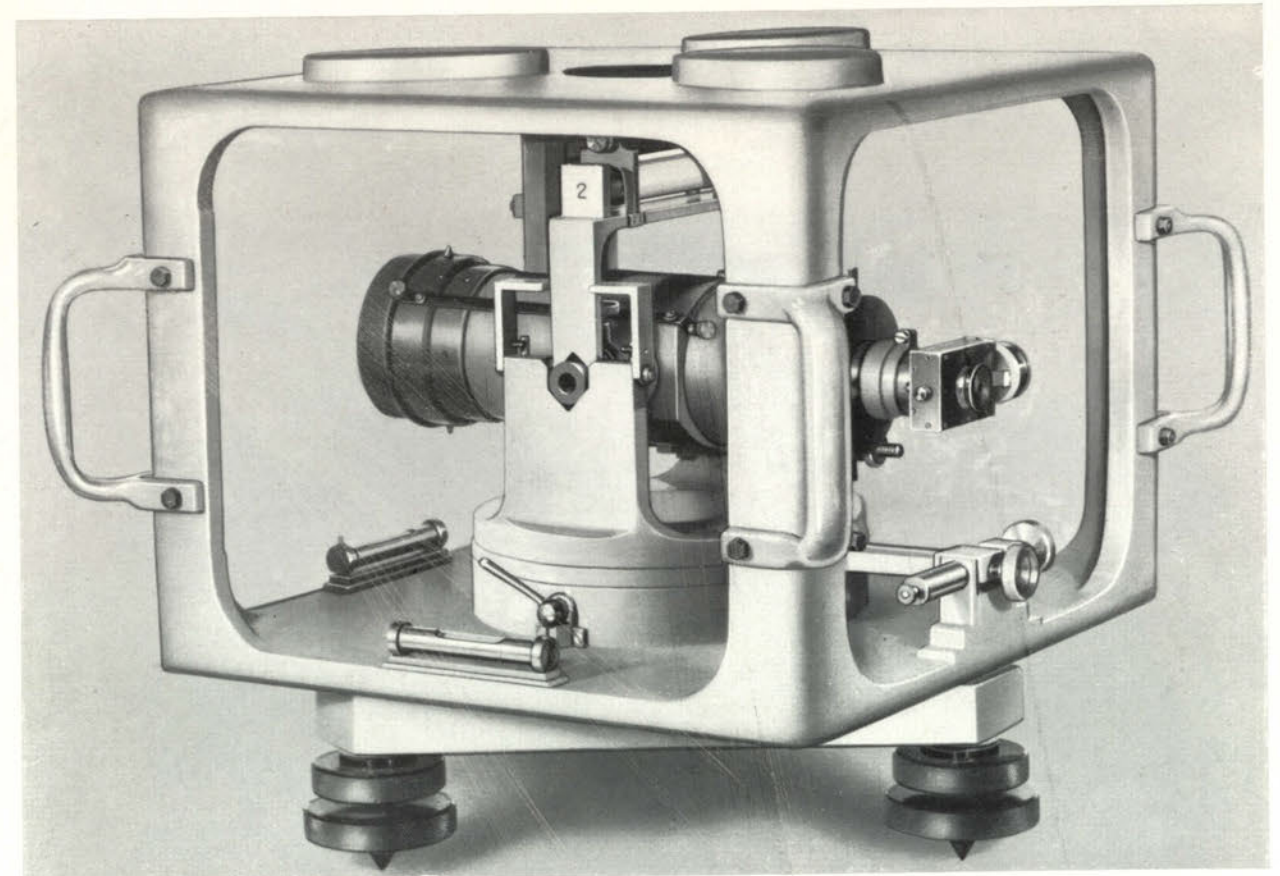


Abb. 8a.

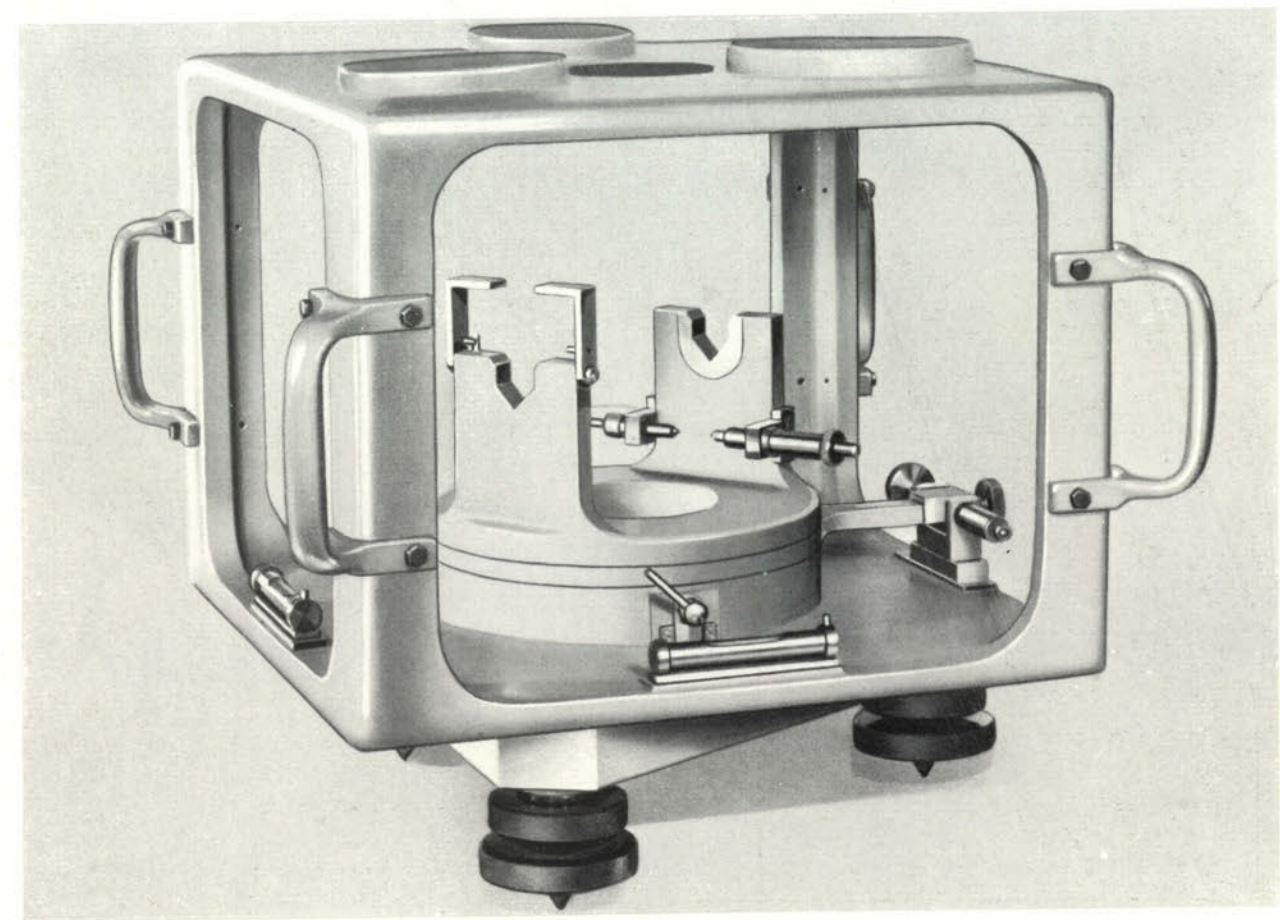


Abb. 8b.



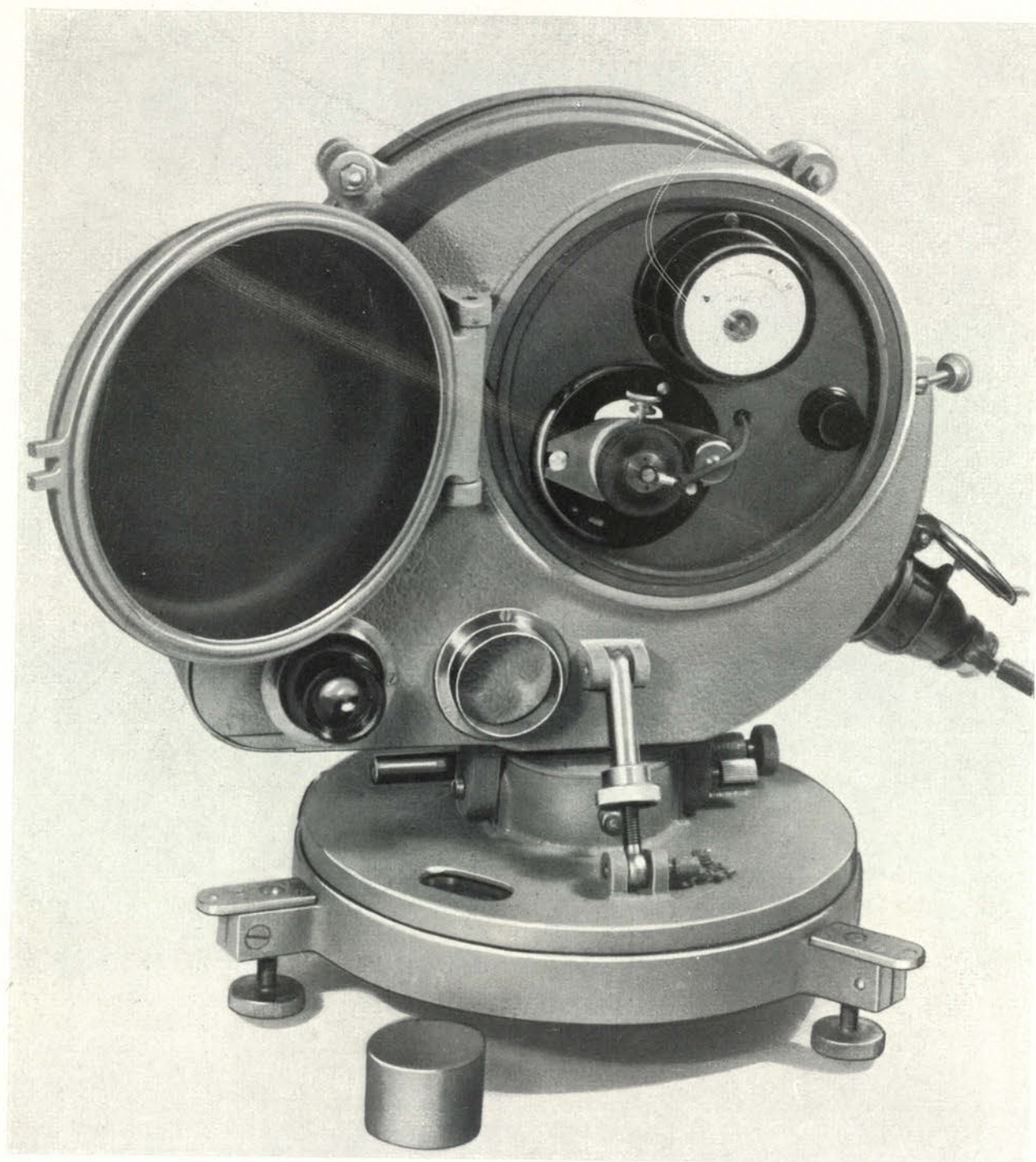


Abb. 10a. Automatisches Leuchtgerät

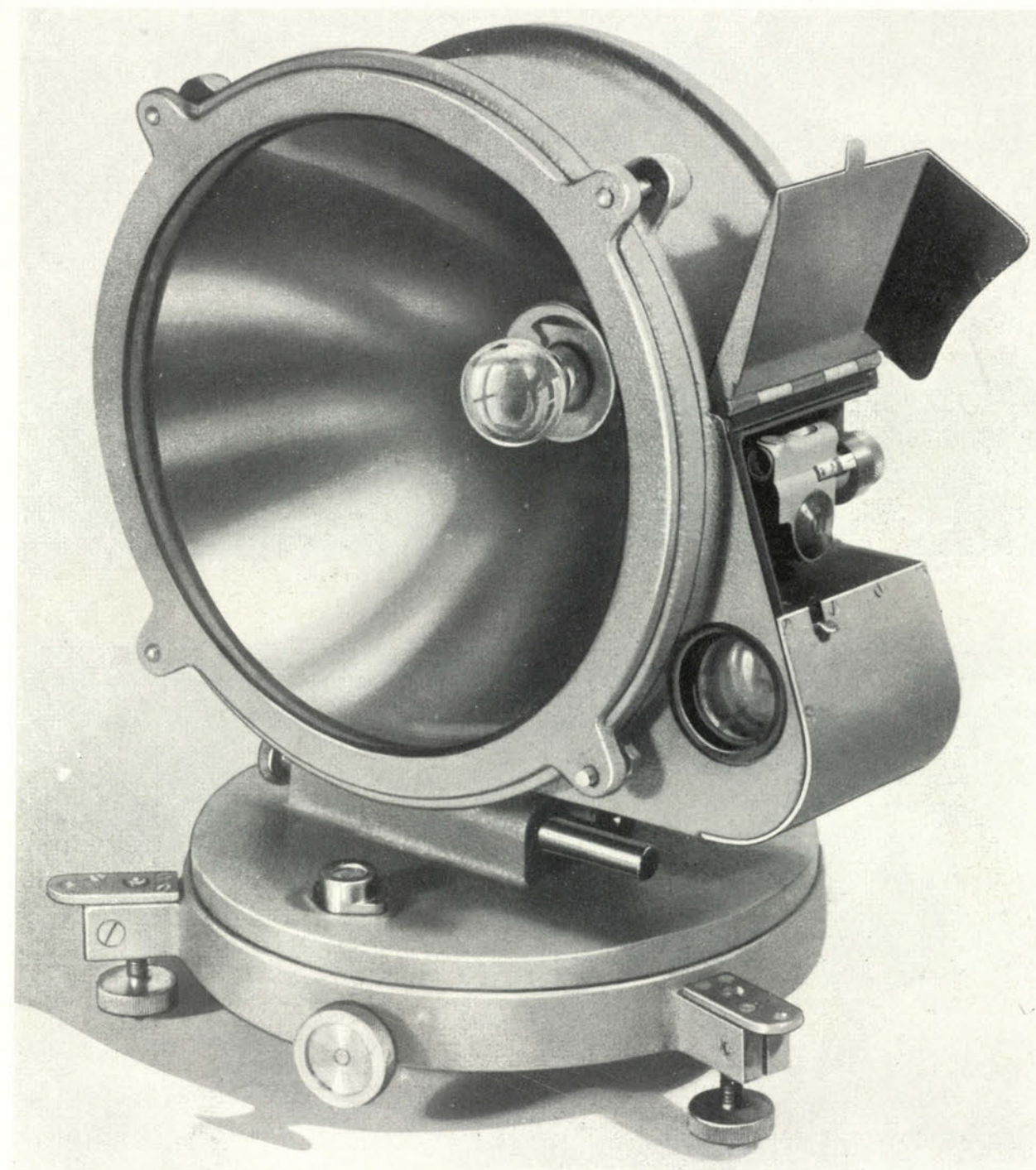


Abb. 10b. Automatisches Leuchtgerät



Heliotrop

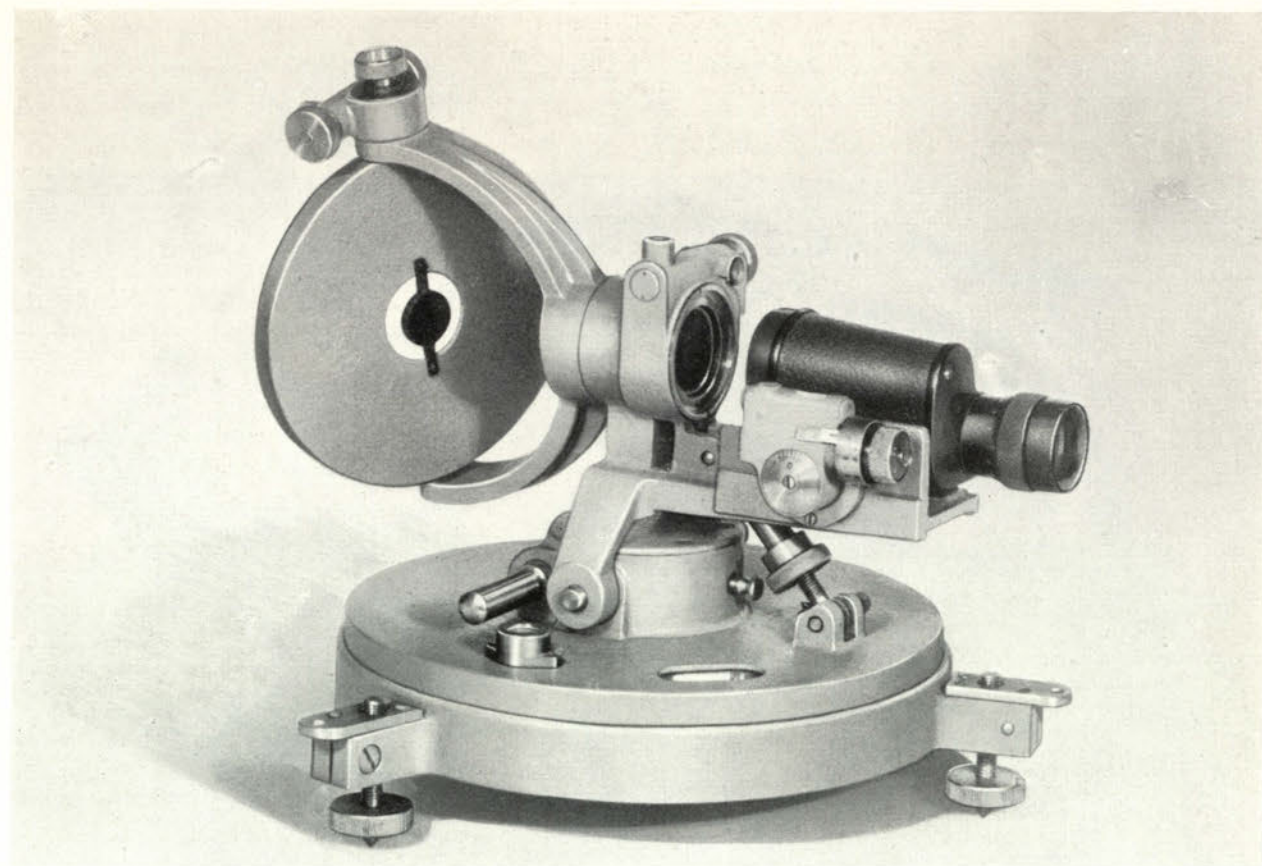


Abb. 11a.

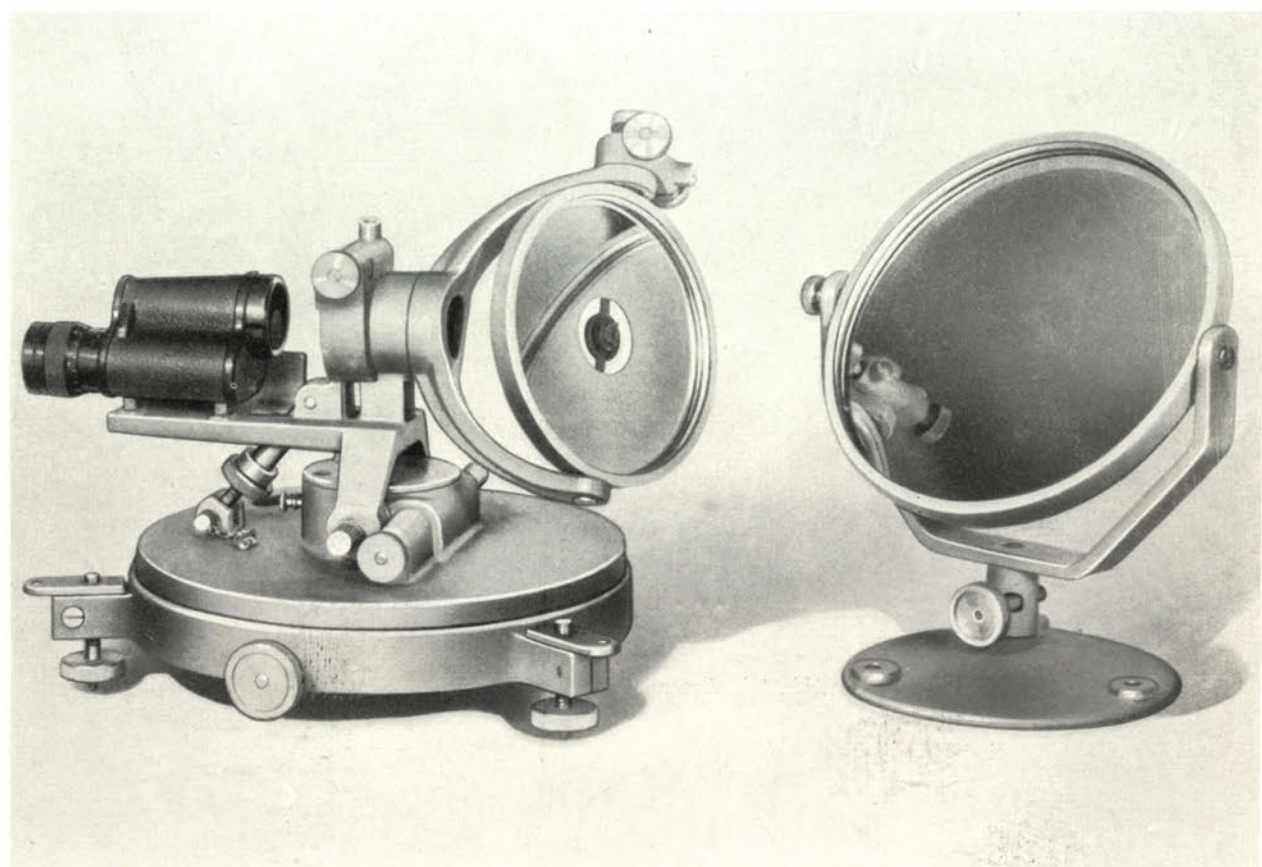


Abb. 11b.

Franz. Zentriergerät mit Zirkel

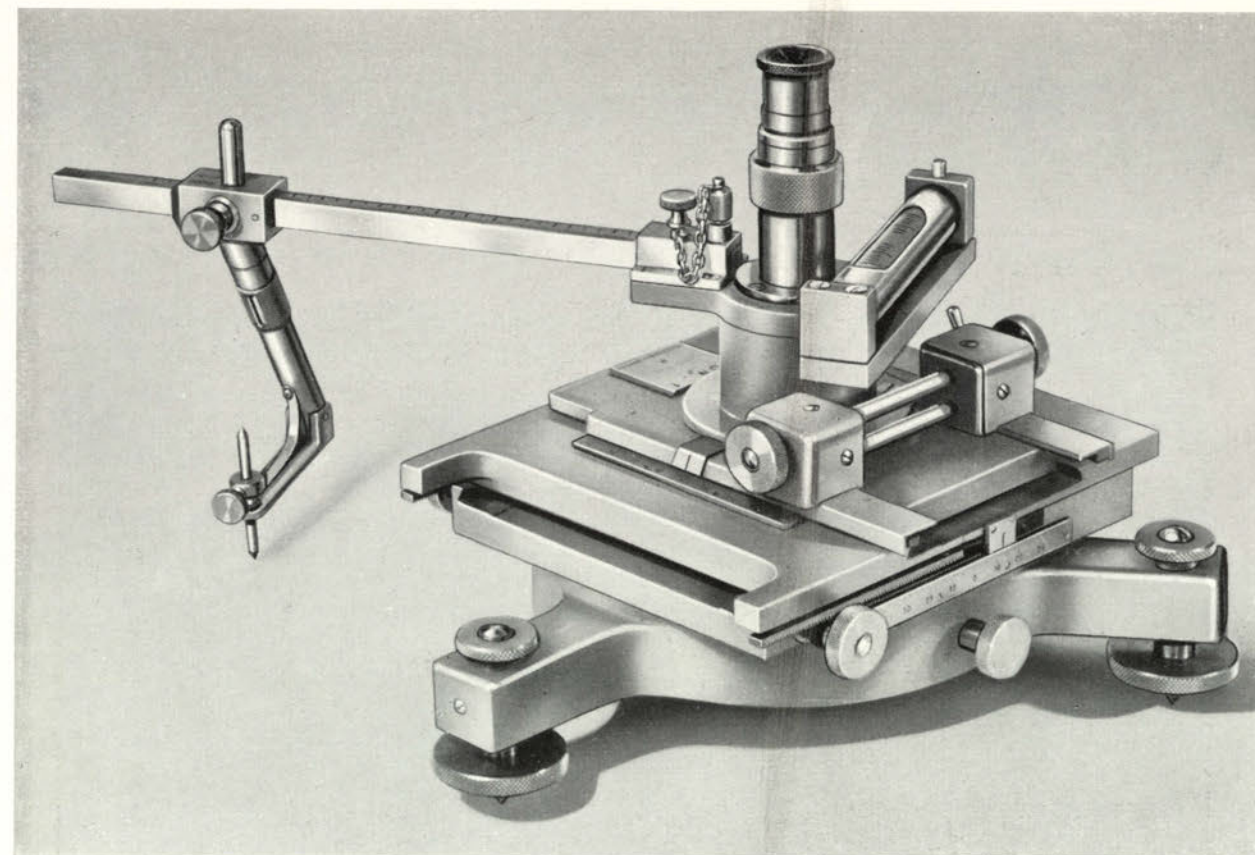


Abb. 12a.

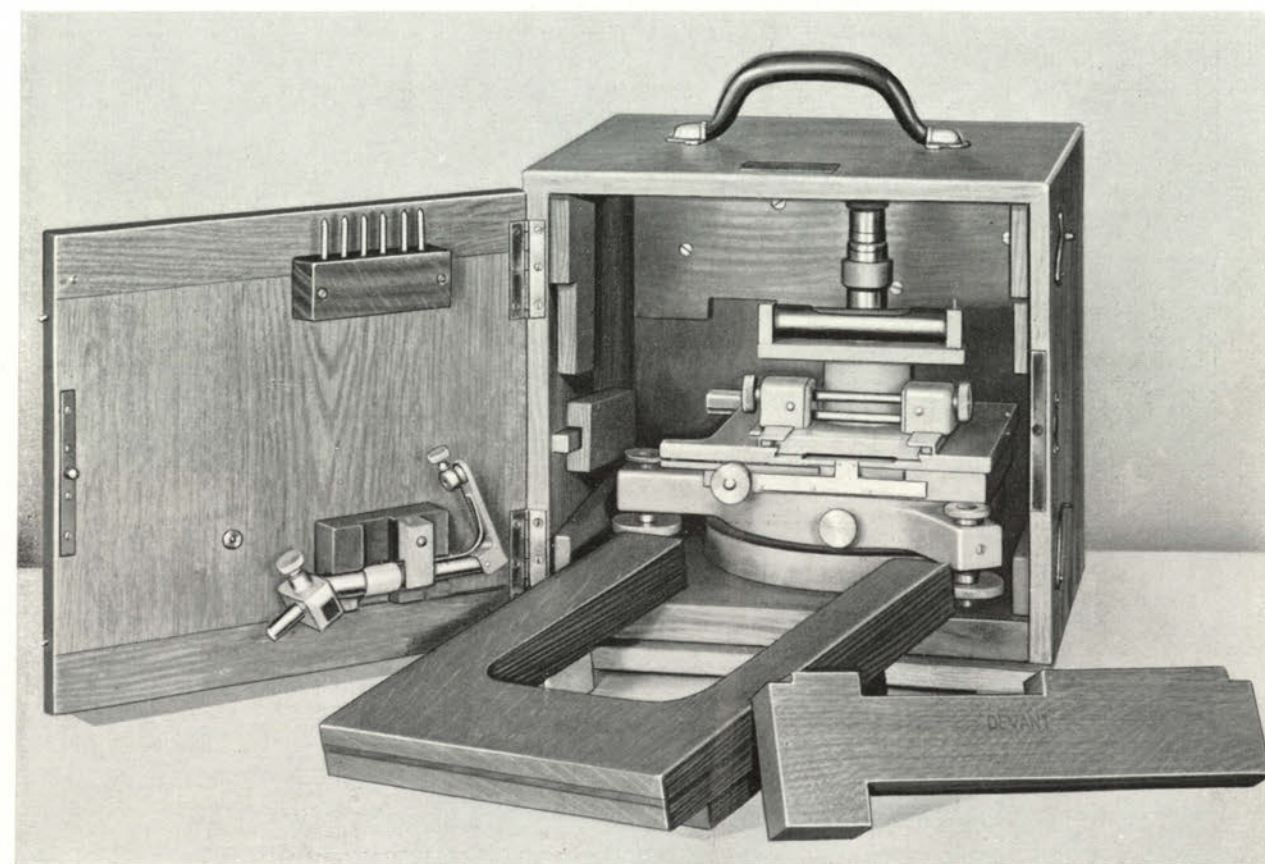


Abb. 12b.



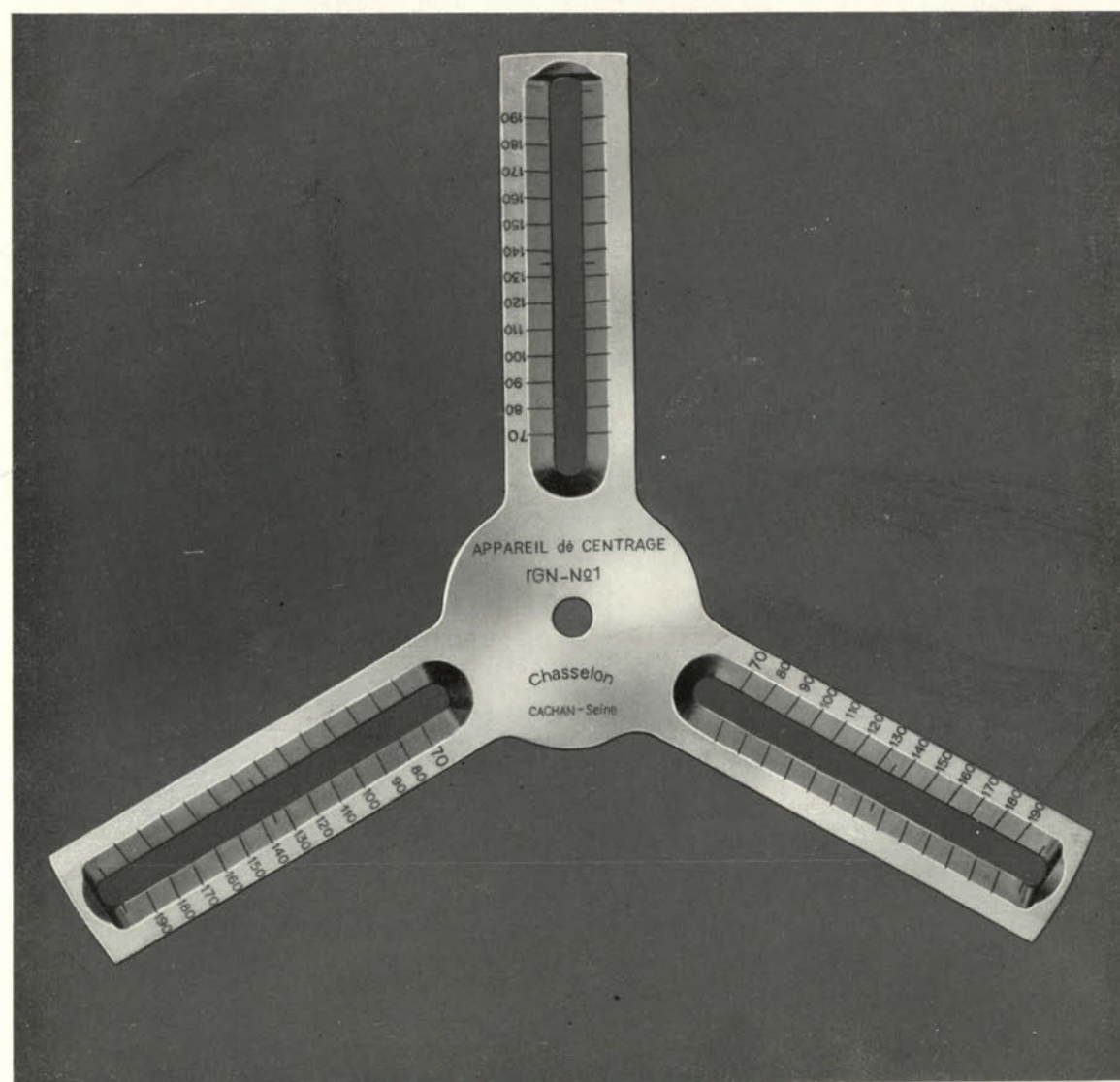


Abb. 12c. Sternplatte zum Zentriergerät