

A M. KIR. ORSZÁGOS
METEOROLOGIAI ÉS FÖLDMÁGNÉSSÉGI INTÉZET
HIVATALOS KIADVÁNYAI. 1902. V. KÖTET.

A felhőmagasságmérés módjai és eszközei.

Irta

IFJ. KONKOLY-THEGE MIKLÓS

a m. kir. orsz. meteorologiai és földmágnésségi intézet c. assistense.



Publicationen der königl. ung. Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus
1902. Band V.

Die

Methoden und Mitteln der Wolkenhöhenmessungen

Von

NICOLAUS THEGE v. KONKOLY jr.

T. Assistent an der königl. ungar. Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.

Budapest

Pesti könyvnyomda-részvény-társaság

1902.

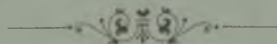
A m. kir. orsz. meteorologiai és földmágnasségi intézet
hivatalos kiadványainak ezen sorozatában eddig meg-
jelent munkák.

- I. DR. KONKOLY-THEGE MIKLÓS: A m. kir. meteorologiai és földmágnasségi országos intézet Budapesten és a m. kir. meteorologiai és fizikai központi Observatorium Ó-Gyallán.
- II. KARVÁZY ZSIGMOND: Felhőmegfigyelések Ó-Gyallán 1898-ban.
- III. RÓNA ZSIGMOND: A hőmérséklet évi menete Magyarországon.
- IV. SZALAY LÁSZLÓ: A villámcsapások Magyarországon 1890—1900. években.
- V. IFJ. KONKOLY-THEGE MIKLÓS: A felhőmagasságmérés módjai és eszközei.

MAGY. AKADEMIÁ
KÖNYVTÁRA

Diese Serie der officiellen Publicationen der königl. ung.
Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus ent-
hält bisher folgende Bände.

- I. DR. KONKOLY-THEGE NICOLAUS, von: Die kön. ung. Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Budapest und das kön. ung. meteorologische physikalische Observatorium in Ó-Gyalla.
- II. KARVÁZY SIGMUND, von: Wolkenbeobachtungen in Ó-Gyalla im Jahre 1898.
- III. RÓNA SIGMUND: Der jährliche Gang der Temperatur in Ungarn.
- IV. SZALAY LADISLAUS, von: Die Blitzschläge in Ungarn in den Jahren 1890—1900.
- V. JR. KONKOLY-THEGE NICOLAUS von: Die Methoden und Mitteln der Wolkenhöhenmessungen.



919082

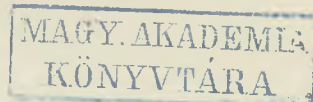
A M. KIR. ORSZÁGOS
METEOROLOGIAI ÉS FÖLDMÁGNÉSSÉGI INTÉZET
HIVATALOS KIADVÁNYAI. 1902. V. KÖTET.

A felhőmagasságmérés módjai és eszközei.

Írta

IFJ. KONKOLY-THEGE MIKLÓS

a m. kir. orsz. meteorológiai és földmágnésségi intézet c. assistense.



Publicationen der königl. ung. Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus
1902. Band V.

Die

Methoden und Mitteln der Wolkenhöhenmessungen

Von

NICOLAUS THEGE v. KONKOLY jr.

T. Assistent an der königl. ungar. Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus.

Budapest

Pesti könyvnyomda-részvény-társaság

1902.

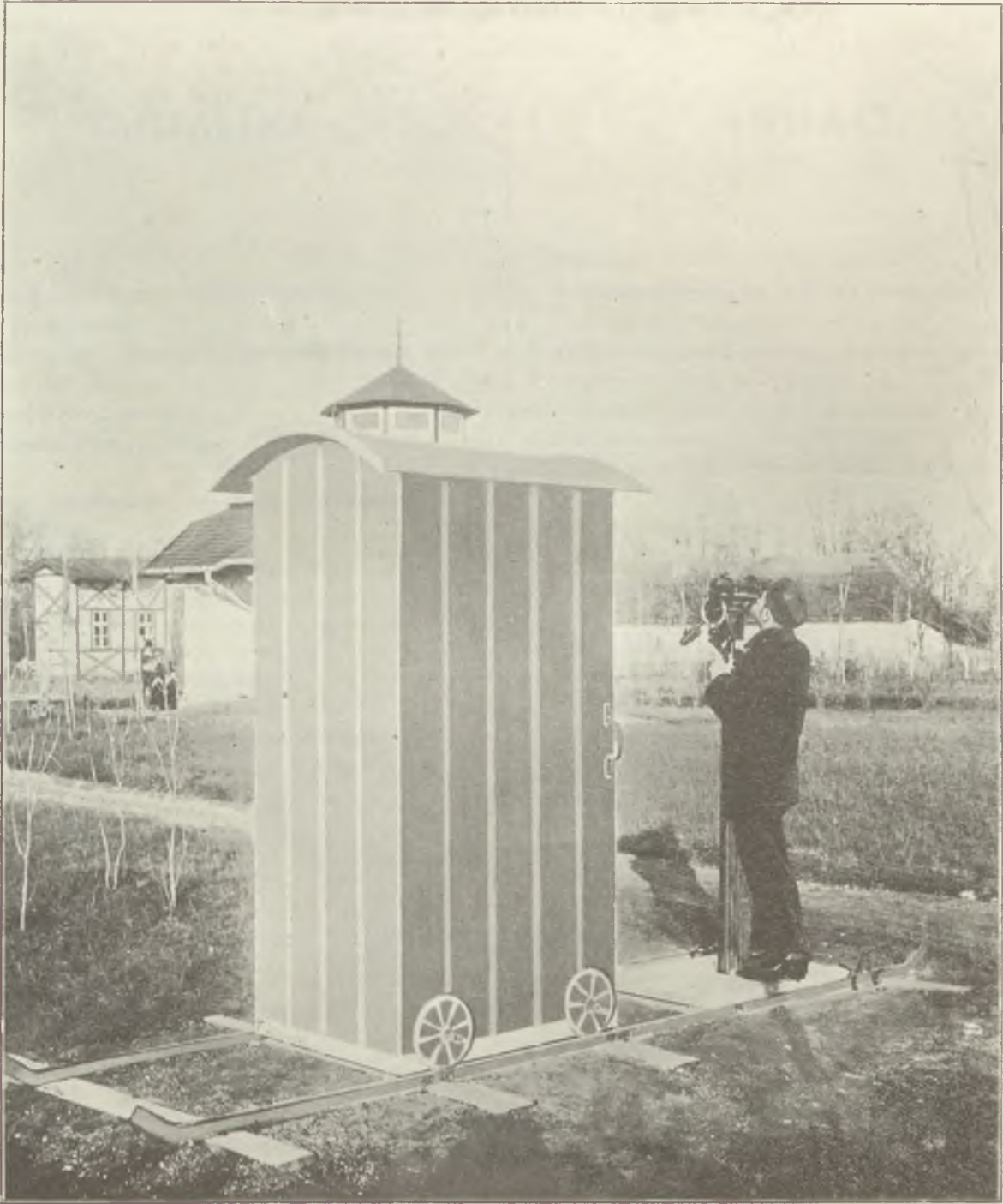
A m. kir. orsz. meteorologiai és földmágnasségi intézet
hivatalos kiadványainak ezen sorozatában eddig meg-
jelent munkák.

- I. DR. KONKOLY-THEGE MIKLÓS: A m. kir. meteorologiai és földmágnasségi országos intézet Budapesten és a m. kir. meteorologiai és fizikai központi Observatorium Ó-Gyallán.
 - II. KARVÁZY ZSIGMOND: Felhőmegfigyelések Ó-Gyallán 1898-ban.
 - III. RÓNA ZSIGMOND: A hőmérséklet évi menete Magyarországon.
 - IV. SZALAY LÁSZLÓ: A villámcsapások Magyarországon 1890—1900. években.
 - V. IFJ. KONKOLY-THEGE MIKLÓS: A felhőmagasságmérés módjai és eszközei.
-

Diese Serie der officiellen Publicationen der königl. ung.
Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus ent-
hält bisher folgende Bände.

- I. DR. KONKOLY-THEGE NICOLAUS, von: Die kön. ung. Reichsanstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus in Budapest und das kön. ung. meteorologische physikalische Observatorium in Ó-Gyalla.
- II. KARVÁZY SIGMUND, von: Wolkenbeobachtungen in Ó-Gyalla im Jahre 1898.
- III. RÓNA SIGMUND: Der jährliche Gang der Temperatur in Ungarn.
- IV. SZALAY LADISLAUS, von: Die Blitzschläge in Ungarn in den Jahren 1890—1900.
- V. JR. KONKOLY-THEGE NICOLAUS von: Die Methoden und Mitteln der Wolkenhöhenmessungen.



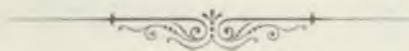


TARTALOM.

	Lap
Előszó	1
Bevezetés	1
1. Felhőmagasságmérés a felhő árnyéka segélyével	2
Általános megjegyzések	4
2. Felhőmagasságmérés a nyugvó nap visszavert fényének eltűnéséből	6
3. Felhőmagasságmérés sextanssal	9
4. Felhőmagasságmérés theodolitokkal	11
5. Viszonylagos felhőmagasság, sebesség és szögsebesség	11
<i>a)</i> A felhőtükör	12
<i>b)</i> A felhőpanorama	14
<i>c)</i> Marvin nephoscopja	16
<i>d)</i> Braun nephoscopja	18
6. Felhőmagasságmérés zenithkamarákkal	22
7. Felhőmagasságmérés phototheodolitokkal	27
8. Felhőmagasságmérés Zeiss stereoscopicus távolságmérőjével	46
Zárszó	62

INHALT.

	Seite
Vorwort	I
Einleitung	1
1. Wolkenhöhenmessung mit Hilfe des Wolkenschattens	2
Allgemeine Bemerkungen	4
2. Wolkenhöhenmessung aus dem Verschwinden des reflectirten Lichtes der untergehenden Sonne	6
3. Wolkenhöhenmessung mit Hilfe des Sextanten	9
4. Wolkenhöhenmessung mittelst Theodolite	11
5. Relative Wolkenhöhe, Geschwindigkeit und Winkelgeschwindigkeit	11
<i>a)</i> Der Wolken Spiegel	12
<i>b)</i> Das Wolkenpanorama	14
<i>c)</i> Das Marvin'sche Nephoscop	16
<i>d)</i> Das Braun'sche Nephoscop	18
6. Photogrammetrische Wolkenhöhenmessung mit unbewegten Kammern	22
7. Wolkenhöhenmessung mittelst Phototheodolite	27
8. Wolkenhöhenmessung mit dem Zeiss'schen stereoscopischen Entfernungsmesser	46
Schlusswort	62



ELŐSZÓ.

Jelen mű kiadásánál nem tartom elmulasztatónak megemlíteni, hogy az *első sorban az észlelők számára lett írva*. Szándékom főleg az volt, hogy egy rövid utmutatást bocsássak az olvasó rendelkezésére. E célból igyekezni kellett lehetőleg az elemi tárgyalás keretében megmaradni, mindenhol inkább a *gyakorlati cél*t tartva szem előtt, mint a tisztán theoretikus értékű fejtegetéseket.

Végül e helyen is őszinte köszönetemet nyilvánítom *dr. Harkányi Bela báró, Raum Oszkár és Marczell György* uraknak, kik a munka megírásánál nem egy ízben szivesek voltak segítségemre lenni és utbaigazitásokkal támogatni.

Uj. Konkoly Thege Miklós.

VORWORT.

Bei der Ausgabe dieser Arbeit finde ich nöthig zu erwähnen, *dass dieselbe in erster Linie für die Beobachter geschrieben wurde*. Zweck der Arbeit war hauptsächlich, diesen eine kurze Anleitung zu geben. Aus diesem Grunde musste ich den Gegenstand im Rahmen der elementaren Darstellung behandeln und mehr Augenmerk dem *praktischen Zweck* schenken, als den theoretischen Forderungen.

Endlich sage ich aufrichtig Dank den Herren *Dr. Baron B. v. Harkányi, O. Raum* und *G. Marczell*, die die Güte hatten, mir in Manchem mit Rath und That beizustehen.

Nicolaus Thege v. Konkoly jun.

BEVEZETÉS.

Egy hozzáférhetetlen pont távolságának meghatározása parallaxicus úton történik: Felveszünk egy alapvonalat, ennek két végpontját a kérdéses ponttal egy-egy képzelte egyenes vonallal összekötjük és e vonalaknak az alappal képezett hajlás szögét meghatározzuk. E három észlelési adat elégséges a kérdés megoldására.

Általán véve ez az elve a magasságok meghatározásának is; a mérések gyakorlati kivitele azonban igen sokféle és gyakran igen körülményes eljárásokat kíván különösen a felhőmagasságméréseknél, a mint azt az alábbiakban mindjárt látni fogjuk.

A legrövidebb úton haladva célunk felé, egy alapvonalat kell a földön kimérni és ennek két végpontjából teodolitokkal a mérendő felhő egy meghatározott pontját beirányozni. Minthogy a felhő alakját és helyét gyorsan változtatja: kiviláglik először is, hogy a két beállításnak egyazon pillanatban kell történni, minek következtében az észleléshez két észlelő és két műszer szükséges.

Tekintve azt, hogy a távcsövön nézve a felhőt, azon nem találunk kisebb éles részleteket, melyekre a beállítást pontosan eszközölhetnők, továbbá mivel tudomás szerint egyes felhőalakok gyakran 10 ezer métert is meghaladó magasságban lebegnek, ilyen körülmények közt, ha számot a karunk tartani csak némileg megbízható eredményekre, legalább 4—5 száz méternyi alapvonalat kell felvennünk; ilyen távolságból azonban emberi hang már alig lesz hallható; hogy ennek daczára a két észlelő működése tökéletesen egyöntetű legyen — a mi itt absolute nélkülözhetetlen, — a két állomást telephonnal kell összeköttetésbe hozni.

EINLEITUNG.

Die Bestimmung der Distanz eines unzugänglichen Punktes geschieht auf folgende Weise: wir nehmen eine Grundlinie an, deren zwei Endpunkte mit dem fraglichen Punkte durch zwei gerade Linien man verbunden denkt und bestimmt sodann den auf diese Weise entstandenen parallaxischen und einen Basis-Winkel. Die drei Beobachtungs-Daten genügen zur Lösung der Frage.

Im Allgemeinen ist dies das Princip der Höhen-Bestimmungen; die praktische Ausführung der Messungen bedingt aber sehr mannigfaltige, und öfters sehr umständliche Verfahrensweisen, besonders bei den Wolkenmessungen, wie wir dieses in folgenden sofort sehen werden.

Um auf dem kürzesten Weg zum Ziele zu gelangen, müssen wir auf der Erde eine Grundlinie ausmessen und von den beiden Endpunkten dieser einen bestimmten Punkt der zu messenden Wolke mittelst Teodolit visiren. Indem aber eine Wolke ihre Form, sowie Ort und Stelle rasch ändert, ist es alsobald ersichtlich, dass die beiden Visirungen zu gleicher Zeit geschehen müssen, folglich an den Beobachtungen zwei Beobachter, mit zwei Instrumenten Theil nehmen müssen.

In Betracht gezogen, dass man auf einer Wolke durch ein Fernrohr sehend, keinen so scharfbegrenzten Punkt erblicken kann, welcher genau einstellbar wäre und ferner da nach unseren Kenntnissen einzelne Wolkenformen öfter in einer Höhe von mehr als 10.000 Meter schweben, so muss die Grundlinie unter solchen Umständen — wenn wir nur auf einigermaßen verlässliche Resultate Anspruch machen wollen — wenigstens eine Länge von 400—500 Meter haben. Aus dieser Entfernung ist aber die menschliche Stimme kaum mehr deutlich hörbar, dass trotzdem die Arbeiten der beiden Beobachter ein vollständig gleichzeitiges sei — was bei derartigen Messungen unbedingt nöthig ist — müssen die beiden Stationen telephonisch miteinander verbunden sein.

A beirányozáshoz azonos pontokat kell mindkét észlelőnek választani; választ tehát az egyik egyet, mely eléggé megkülönböztethető arra, hogy a másik észlelővel azt szóbeli magyarázat útján felismertethesse; hogy ez a legtöbb esetben mily nehézséggel jár és hogy igen gyakran teljesen lehetetlen, azt talán felesleges lesz bővebben fejtegetnem.

Ezek után jön pedig még csak a feladat legnehezebb része, s ez: egy gyorsan mozgó felhő egy pontjának beirányítása a fonálkereszt közepére, súlyosbitva a feladatot azzal, hogy mindkét műszernél a beállításnak ugyanazon pillanatban adott jelre kell történnie. Ez bizonyára sokkal ritkábban fog sikerülni, mint a hányszor tévednek az észlelők a megbeszélte pontok azonosságában.

Itt látjuk előttünk azon specialis nehézségeket, melyek a felhőmagasságmérésnél felmerülnek, s a melyek szintén specialis eljárások által küzdhetők le. Legtökéletesebb módot a felhőmagasságmérésre a photogrammetria nyújtja nekünk, de egyúttal ezek a legkörülmenyesőbb eljárások is és végrehajtásuk a legtöbb költségbe kerül; ellenben vannak egyszerűbb módszerek, melyek alig kerülnek valamibe, igen rövid idő alatt keresztülvihetők, sem nagy fáradsággal nem járnak, sem szakértelmet nem igényelnek, de ezen előnyökkel szemben a mérések pontossága jóval kisebb és alkalmazásuk is korlátolt.

Kezdjük a tárgyalást az utóbbiakkal.

1. Felhőmagasságmérés a felhő árnyéka segítségével.

Lapályos, nyílt terepen, elszigetelt kisebb cumulusok magasságát igen egyszerű úton határozhatjuk meg a saját árnyékuk segítségével. Egy jó kilátást nyújtó pontról egy egyszerű teodolittal, legcélszerűbben egy meteoroscoppal¹⁾ először a felhőt, ha terjedelmesebb, annak valamely jól kivehető csúcsát, aztán ez utóbbiak árnyékát a földön irányozzuk be a vonalzóval, és minden mérés után a leolvasott körállításokat bejegyezzük. Azután beállítjuk a napot olyformán, hogy a vonalzó árnyékát nézzük egy papírlapon vagy tenyerünkön, ha ezen árnyék alakja olyan,

Die beiden Beobachter müssen zur Visirung identische Punkte wählen — es wählt daher der eine Beobachter einen Punkt, welcher hinreichend unterschiedlich ist, dass er diesen dem zweiten Beobachter wörtlich explicirend zu erkennen gäbe, wie aber dieses in den meisten Fällen mit vielen Schwierigkeiten verbunden ist und sehr oft fast gänzlich unmöglich bleibt, bedarf keiner weiteren Erörterung.

Diesem folgt aber erst der schwierigste Theil unserer Aufgabe, und dieses ist die Visirung eines Punktes einer rasch sich bewegenden Wolke in dem Mittelpunkte des Fadenkreuzes, welcher Umstand noch dadurch erschwert wird, dass die Visirung an beiden Istrumenten zu gleicher Zeit geschehen muss. Dies wird sicherlich viel seltener gelingen als wie oftmals die Beobachter bei Besprechung der gleichlautenden Punkte sich irren dürften.

Wir sehen somit die speciellen Schwierigkeiten, welche bei den Wolkenhöhen-Messungen auftauchen, und welche gleichfalls nur mit speciellen Methoden überwindbar sind. Die vollkommenste Methode zu Wolkenhöhen-Messungen bietet uns die Photogrammetrie, welche aber zugleich das umständlichste Verfahren bedingt, und die meisten Kosten erfordert, hingegen giebt es einfachere Methoden, welche kaum etwas kosten, in kürzester Zeit durchführbar sind, mit keiner grossen Mühe verbunden sind und keine Fachkenntnisse voraussetzen, gegenüber diesen Vorzügen ist die Genauigkeit der Messungen um vieles geringer und ihre Anwendung eine beschränkere.

Beginnen wir unsere Besprechung mit den letzteren.

1. Wolkenhöhen-Messung mit Hilfe des Wolkenschattens.

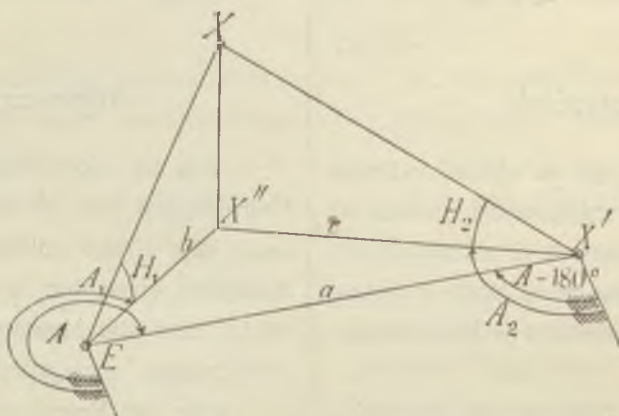
Auf einem flachen offenen Terrain kann man isolirte kleinere Cumulus-Wolken mit Hilfe ihres eigenen Schattens auf eine sehr einfache Weise bestimmen. Von einem, gute Aussicht bietenden, Punkte visiren wir mit dem Lineale eines einfachen Theodolites am zweckmässigsten mit einem Meteoroscope zuerst die Wolke, wenn diese zu voluminös wäre, nur eine gut wahrnehmbare Spitze davon; hernach den Schatten dieser auf der Erdoberfläche und notiren uns nach jeder Messung die abgelesenen Kreis-Stellungen. Sodann stellen wir die Sonne ein und zwar auf eine Weise,

¹⁾ A meteoroscop egy egyszerű teodolit, mely láteső helyett egy vonalzóval van ellátva. a beirányzás ennek ólén történik; positio körei csak fokokra vannak osztva. Eredeti alkalmazása a csillagászathoz a hulló csillagok pályameghatározásánál van.

mint a vonalzó keresztmetszete, akkor a nap a vonalzó élével be van irányozva.

Ha észlelési helyünkön nem süt a nap és az észlelés után is hosszabb ideig nem irányozhatjuk be, úgy magasságát és azimuthját valamely csillagászati évkönyv segítségével számíthatjuk ki, mihez azonban az észlelés idejét is fel kell jegyezni.

Az 1-ső ábrán legyen X a felhő, X' az árnyéka, E az észlelő helye, A_1 a felhő és A az árnyék azimuthja, h a felhő magassága és A_2 a nap azimuthja, H_2 a nap magassága az észlelés pillanatában



1. ábra. — Fig. 1.

$$b = -a \frac{\sin(A_2 - A)}{\sin(A_1 - A_2)} \quad \dots \dots \dots \text{I.}$$

$$c = a \frac{\sin(A - A_1)}{\sin(A_1 - A_2)} \quad \dots \dots \dots \text{II.}$$

$$h = b \operatorname{tg} H_1 = c \operatorname{tg} H_2 \quad \dots \dots \dots \text{III.}$$

az I alatti egyenletekből b és c értékeit a II alatti egyenletbe helyettesítve lesz:

$$h = \frac{a \sin(A_2 - A) \operatorname{tg} H_1}{\sin(A_1 - A_2)} = \frac{a \sin(A - A_1) \operatorname{tg} H_2}{\sin(A_1 - A_2)}$$

Fentti képlet a felhőnek magassága azon hely felett, melyen az árnyékát beirányoztuk. Az árnyék távlatát »a« hosszát legczélszerűbben valamely részletes térképről mérhetjük le utólag.

Ehhez hasonló eljárással határozhatjuk meg némelykor valamely tőlünk távolabb levő zivatarfelhőnek magasságát is következőképen:

Legyen a 2-ik ábrán A pontban saját álláspontunk, melyből X_1 pontot beirányozzuk, X'_1 távlatát térképről mérjük le, esetleg ha völgyben van és nem látható, utólag az eső nyomáról a hely színén állapítható meg.

$$h_1 = a_1 \operatorname{tg} H_1 \quad \dots \dots \dots \text{(III)}$$

dass wir den Schatten des Lineals auf einem weissen Bogen Papier oder aber auf unserer Handfläche betrachten, wenn die Form dieses Schattens, mit dem Querschnitte des Lineals identisch ist, dann ist die Sonne mit der Kante des Lineals eingestellt.

Wenn an unserem Beobachtungsort die Sonne nicht scheint und längere Zeit nach der Beobachtung dieselbe nicht visirbar ist, so können wir die Höhe und den Azimuth mit Hilfe eines astronomischen Jahrbuches berechnen; in diesem Falle ist aber auch die Zeit der Beobachtung zu notiren.

Es sei auf der Figur 1. X die Wolke, X' deren Schatten, E der Beobachtungsort, A_1 das Azimuth der der Wolke, A das des Wolkenshattens, h die Winkelhöhe der Wolke, A_2 das Azimuth der Sonne, H_2 die Sonnenhöhe im Augenblick der Beobachtung, so wird

$$b = -a \frac{\sin(A_2 - A)}{\sin(A_1 - A_2)} \quad \dots \dots \dots \text{(I)}$$

$$c = a \frac{\sin(A - A_1)}{\sin(A_1 - A_2)} \quad \dots \dots \dots \text{(II)}$$

$$h = b \operatorname{tg} H_1 = c \operatorname{tg} H_2 \quad \dots \dots \dots \text{(III)}$$

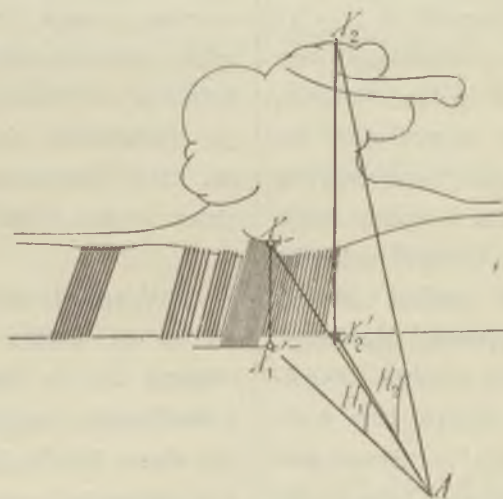
Die Werthe b und c substituirt giebt:

$$h = \frac{a \sin(A_2 - A) \operatorname{tg} H_1}{\sin(A_1 - A_2)} = \frac{a \sin(A - A_1) \operatorname{tg} H_2}{\sin(A_1 - A_2)}$$

Obere Formel gibt die Höhe der Wolke über jenem Ort, an welchem ihr Schatten visirt wurde. Die Distanz des Schattens, die Länge »a« können wir am zweckmässigsten nachher mit Hilfe einer Detailkarte messen.

Auf ähnliche Weise kann man manchmal die Höhe einer von uns entfernteren Gewitterwolke wie folgt bestimmen:

Es sei in der Fig. 2 A Ort und Stelle, wo wir uns befinden und aus welcher Punkt X_1 zu visiren ist, die Distanz X_1 wird



2. ábra. — Fig. 2.

von einer Karte abgemessen, fällt diese zufällig in ein Thal, und ist sie unsichtbar, so wird diese nachher nach der Regenspur bestimmt

$$h_1 = a_1 \operatorname{tg} H_1 \quad \dots \dots \dots \text{(III)}$$

Hozzávetőlegesen a felhő vastagságát is meghatározhatjuk, ha a legmagasabb X_2 pont magassági szögét lemérjük, X'_2 távolsága a felhő alakjához képest becslés által lesz megállapítva; — ezért természetesen az eredménytől sem várhatunk nagy pontosságot.

$$h_2 = a_2 \operatorname{tg} H_2$$

és a zivatarfelhő vastagsága:

$$v = h_2 - h_1 = a_2 \operatorname{tg} H_2 - a_1 \operatorname{tg} H_1$$

Általános megjegyzések.

Azon kérdés merülhet fel úgy az előbbi, valamint a később tárgyalandó felhőmagasságmérési módoknál, vajjon mekkora pontosságot érhetünk el alkalmazásukkal és elégséges-e ezen pontosság arra, hogy a meteorológia ezen eredményeket kutatásainál értékesíthesse?

Hogy erre megfeleljünk, tegyünk fel folytatólag még egy kérdést: milyen rendű pontosságot kíván a meteorológia a felhőmagassági adatokat illetőleg?

Ha egy 1000 méter magasságban levő felhőnél 20 méterig biztosak vagyunk és egy 5000 méter magasságúnál 100 méter lehetséges maximális hiba pontosságáig ismerjük a magasságot, ez úgy hiszem tökéletesen elég. Nem is kívánhatunk ennél többet, hiszen, egészen azonos viszonyok között ugyanazon felhő típusok sokszor 1000 méter magasságkülönbséggel bírnak, sőt ugyanazon összefüggő felhőtestnek különböző részei több száz méterrel eltérő nibeauban lebegnek és 10—50, sőt gyakran 100 méternél nagyobb pontossággal nem is lehet ködszerű anyagában egy oly pontot felvenni, melynek magasságát ismerni akarjuk, miután ezen diffúz anyag egyes pontokban nem, hanem csak nagyobb tömegekben válik láthatóvá, végre nem is volna célja ennél nagyobb pontosságnak, még ha elérhető volna is.

Ha a felhőmagasságokat azon célból akarjuk ismerni, hogy ezzel a különböző magasságú légrétegek mozgását tanulmány tárgyává tehesük, e célra 100 métertől 500 méterig terjedő maximális hibával bíró eredmények is elég jól felhasználhatók, sőt dr. Braun szerint¹⁾ olyan pontosság, melynél a maximális hiba a felhő valódi magasságához úgy aránylik, mint 1:2-hez, és a melyet gyakorlott észlelő már a felhő kinézése után, pusztán szemmel becsülve is elérhet, még az ilyen adatok-

Annähernd ist auch die Dicke der Wolke bestimmbar, wenn wir den Höhenwinkel des höchsten X_2 Punktes abmessen, die Distanz X'_2 wird je nach der Wolkenform durch Schätzung bestimmt, aus diesem Grunde kann man natürlich auch vom Resultate keine grössere Genauigkeit erwarten.

$$h_2 = a_2 \operatorname{tg} H_2$$

und die Dicke der Gewitterwolke

$$v = h_2 - h_1 = a_2 \operatorname{tg} H_2 - a_1 \operatorname{tg} H_1$$

Allgemeine Bemerkungen.

Wie bei den obigen, so auch bei den folgenden Erörterungen von Wolkenhöhen-Messungen-Methoden, kann jene Frage auftauchen, welche Genauigkeit mit denselben erreichbar ist und ob diese Genauigkeit hinreichend, dass die Meteorologie diese Resultate bei ihren Forschungen auch nutzbringend verwerthen könne?

Für die Beantwortung der obengestellten Frage müssen wir fortsetzend befragen: welche Genauigkeit die Meteorologie überhaupt von den Daten der Wolkenhöhen-Messungen fordert?

Wenn wir bei einer Wolke von 1000 Meter bis zu 20 Meter unserer Sache sicher sind, bei Wolken von 5000 Meter die maximale Fehlergrenze 100 Meter setzen; — so glaube ich, dass eine solche Genauigkeit vollkommen genügend ist. Mehr aber können wir überhaupt nicht verlangen, wenn wir noch in Betracht ziehen, dass Theile ein und desselben Wolkentypus unter ganz denselben Verhältnissen oftmals eine Höhendifferenz von 1000 Meter besitzen, ja sogar die verschiedenen Theile eines und desselben zusammenhängenden Wolkenkörpers eine Niveaudifferenz von mehreren 100 Meter aufweisen und in seiner Nebelmasse ein solcher Punkt, dessen Höhe wir mit einer grösseren Genauigkeit als 10—50 oft 100 Meter wissen wollen, überhaupt nicht bestimmbar ist.

Wenn wir die Wolkenhöhen aus dem Grunde kennen lernen wollen, dass wir mit Hilfe dieser die Bewegung der in den verschiedensten Höhen gelegenen Luftschichten studiren wollen, so können Messungen mit einem Maximalfehler von 100—500 Meter genügend gut verwendet werden, nach Dr. Braun¹⁾ sind selbst solche Wolkenmessungen mit anderen nephoscopischen Beobachtungen verbunden nützlich, bei welchen der Maximalfehler, zu der wirklichen Höhe der Wolke sich

¹⁾ Dr. C. Braun. Das Nephoscop Zeitschrift für Meteorologie 1867.

nek is vehetjük nephoskopiai egyéb megfigyelésekkel kapcsolatban hasznát.

Ugy hiszem tehát a mondottak alapján a meteorologia követelményeihez képest a felhőmagasságmérés pontosság tekintetében megfelel.

- | | |
|-------------------------------------|--|
| I. tökéletesen, ha a maximalis hiba | 2 ⁰ / ₀ , |
| II. jól | » » » » 10 ⁰ / ₀ , |
| III. elégségesen | » » » » 40 ⁰ / ₀ |

Hogy most már az egyes mérési módok milyen fokban felelnek meg; azt minden egyes esetben külön ki fogjuk mutatni.

A 3-ik oldal végformulájának differentiálásából:

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta a}{a} + \cot(A - A_2) \Delta(A - A_2) - \cot(A_1 - A_2) \Delta(A_1 - A_2) + \frac{2 \Delta H_1}{\sin 2 H_1} \dots \dots \dots \text{I.}$$

Tehát ugyanazon körülmények között mennél közelebb esik a felhő a naphoz, annál kevésbé pontos az eredmény, mert akkor a cotangensek argumentuma annál kisebb értéket nyer, ugyanezen okból nagyobb hibát követhetünk el akkor is, ha a nap és felhő ugyanazon verticalis körön fekszik. Előnytelen lesz továbbá pontosság tekintetében a mérés az esetben, ha a nap vagy a felhő igen kis szögmagassággal van a horizon felett, mert akkor kicsiny lesz $\sin 2H$ is.

A magasságmérés viszont annál pontosabb, mennél közelebb van $A_1 - A_2$, illetőleg $A - A_3$ a $\frac{\pi}{2}$ -hez és ha a nap és felhő közel 45⁰-nyira állanak a horizon felett.

Feltéve hogy:

$$A_1 - A_2 = \frac{\pi}{2}$$

$$H_1 = \frac{\pi}{4}$$

$$\Delta(A - A_2) = \Delta(A - A_1) = \Delta H_1 = 3'$$

és

$$\frac{\Delta a}{a} = 10\%$$

úgy az I. alatti egyenlethől

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{4}$$

Kedvező helyzetben tehát, azonban ha valamennyi elkövetett hiba egy irányban befolyásolja az eredményt a hiba 25⁰/₀, különben kisebb.

verhált wie 1 : 2, welches der praktische Beobachter nach dem Aussehen, der Wolke mit blossen Auge beurtheilen im Stande ist.

Nach den vorhergesagten glaube ich, dass für die Anforderung der Meteorologie die Wolkenmessungen hinsichtlich ihrer Genauigkeit

- | | |
|--|--|
| I. vollkommen entsprechen wenn der Maximalfehler | 2 ⁰ / ₀ |
| II. gut | » » » » 10 ⁰ / ₀ |
| III. genügend | » » » » 40 ⁰ / ₀ |
- beträgt.

In welchem Grade die einzelnen Messungs-Methoden entsprechen, werden wir von Fall zu Fall erläutern.

Aus der Differentirung der Endformel auf Seite 3 folgt:

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta a}{a} + \cot(A - A_2) \Delta(A - A_2) - \cot(A_1 - A_2) \Delta(A_1 - A_2) + \frac{2 \Delta H_1}{\sin 2 H_1} \dots \dots \dots \text{(I)}$$

Folglich je näher die Wolke unter denselben Umständen zur Sonne gelegen ist, umso geringer ist die Genauigkeit des Resultates, indem das Argumentum der Cotangenten einen umso geringeren Werth erhält, aus demselben Grunde können wir noch einen grösseren Fehler begehen, wenn die Sonne und die Wolke auf denselben Verticalkreis zu liegen kommen. Vortheillos wird die Messung hinsichtlich ihrer Genauigkeit auch dann sein, wenn die Sonne oder die Wolke mit einer sehr kleinen Winkelhöhe über dem Horizonte steht, indem dann das $\sin 2 H_1$ zu klein ist.

Die Höhenmessung wird hingegen umso genauer je näher $A_1 - A_2$ respective $A - A_2$ zu $\frac{\pi}{2}$ steht und wenn die Sonne und die Wolke nahe 45⁰ über dem Horizont stehen.

Gesetzt dass:

$$A_1 - A_2 = \frac{\pi}{2}$$

$$H_1 = \frac{\pi}{4}$$

$$\Delta(A - A_2) = \Delta(A - A_1) = \Delta H_1 = 3'$$

und

$$\frac{\Delta a}{a} = 10\% \text{ so wird}$$

aus der Gleichung unter (I)

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{4}$$

Im günstigen Falle, wenn aber sämtliche Fehler das Resultat nach einer Richtung hin beeinflussen, ist der Fehler 25⁰/₀ sonst kleiner.

A 3-ik oldal (III) formulájából

$$h_1 = a_1 \operatorname{tg} H_1$$

$$\Delta h_1 = \operatorname{tg} H_1 \Delta a_1 + \frac{a_1 \Delta H_1}{\cos^2 H_1}$$

$$\frac{\Delta h_1}{h_1} = \frac{\Delta a_1}{a_1} + \frac{2 \Delta H_1}{\sin 2 H_1}$$

A magasságban elkövetett viszonylagos hiba két hibából ered: a távolságban elkövetet viszonylagos hibából, mely arányosan változatlanul járul az eredő hibához, s a szögmérés hibájából, mely ezt esetleg jóval túlhaladja. Feltéve, hogy a_1 nem nagyon kicsiny, H_1 lesz kicsiny és $\sin 2 H_1$ is az egységnél jóval kisebb lesz és a ΔH_1 hiba esetleg nagyobb befolyást gyakorol az eredményre.

Például:

$$a_1 = 10 \text{ km.}$$

$$h = 2 \text{ km.}$$

$$\frac{\Delta a_1}{a_1} = \frac{1}{10} \text{ akkor}$$

$$\operatorname{tg} H_1 = \frac{2}{10} \text{ és } H_1 = 10 \cdot 2^\circ$$

$$\frac{\Delta h_1}{h_1} = \frac{1}{10} + \frac{2 \cdot \Delta H_1}{\sin 20 \cdot 4^\circ} = \frac{1}{10} + \frac{2 \cdot \Delta H_1}{0 \cdot 35}$$

Legyen

$$\Delta H_1 = 1^\circ, \frac{\Delta h_1}{h_1} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} = 0 \cdot 2$$

$$\Delta H_1 = 2^\circ, \frac{\Delta h_1}{h_1} = \frac{1}{10} + \frac{2}{10} = 0 \cdot 3$$

azaz a pontosság 20% , illetve 30% .

2. A felhőmagasságmérés a nyugvó nap visszavert fényének eltűnéséből.

Igen gyakran alkonyatkor, midőn a nap már eltűnt a láthatár alatt, a magasan lebegő felhők, főleg cirrusok és altocumulusok, még sokáig rózsaszínben látszanak az égen, később színük sötétebb vörös lesz, végül egyszerre felveszik azon sötét kékesszürke színt, mely leggyakrabban sajátja azon felhőknek, melyet a napnak sugarai nem érnek és a mely rendszeren jóval sötétebb a háttérben levő firmamentumnál.

Ehez hasonló jelenség a derült égboltozaton is mutatkozik: a nap a mint süllyed a horizon alatt, a földet még épen nem érintő utolsó sugarak a felettünk levő atmospherának lassanként mindig magasabb és

Aus der Formel (III) Seite 3 ist.

$$h_1 = a_1 \operatorname{tg} H_1$$

$$\Delta h_1 = \operatorname{tg} H_1 \Delta a_1 + \frac{a_1 \Delta H_1}{\cos^2 H_1}$$

$$\frac{\Delta h_1}{h_1} = \frac{\Delta a_1}{a_1} + \frac{2 \Delta H_1}{\sin 2 H_1}$$

Der in der Höhe begangene relative Fehler entspringt aus zwei Fehlern: aus dem, in der Distanz begangenen relativen Fehler, welcher proportional unverändert in dem Resultate hervortritt, und aus dem Fehler der Winkelmessung, welcher jenen eventuell bedeutend übertrifft. Gesetzt, dass a_1 nicht sehr klein ist, so wird H_1 klein sein und $\sin 2 H_1$ wird auch bedeutend kleiner sein, wie die Einheit, und der Fehler ΔH_1 übt eventuell einen grösseren Einfluss auf das Resultat.

Z. B.

$$a_1 = 10 \text{ Km}$$

$$h = 2 \text{ Km}$$

$$\frac{\Delta a_1}{a_1} = \frac{1}{10}, \text{ dann ist}$$

$$\operatorname{tg} H_1 = \frac{2}{10} \text{ und } H_1 = 10 \cdot 2^\circ$$

$$\frac{\Delta h_1}{h_1} = \frac{1}{10} + \frac{2 \Delta H_1}{\sin 20 \cdot 4^\circ} = \frac{1}{10} + \frac{2 \Delta H_1}{0 \cdot 35}$$

Es sei

$$\Delta H_1 = 1^\circ, \frac{\Delta h_1}{h_1} = \frac{1}{10} + \frac{1}{10} = 0 \cdot 2$$

$$\Delta H_1 = 2^\circ, \frac{\Delta h_1}{h_1} = \frac{1}{10} + \frac{2}{10} = 0 \cdot 3$$

d. h. der Fehler ist 20% respective 30% .

2. Wolkenhöhenmessung aus dem Verschwinden des reflectirten Lichtes der untergehenden Sonne.

Eine häufige Erscheinung ist es, dass bei der Abenddämmerung, wenn die Sonne schon unter dem Horizont verschwunden ist, die in der Höhe schwebenden Wolken, besonders die Cirren und Alto-Cumulus noch eine geraume Zeit im rosafarbigem Schimmer weiter leuchten. Später werden dieselben dunkelroth und schliesslich nehmen sie plötzlich jene dunkle graublaue Farbennuance an, welche jenen Wolken eigen ist, die von den Sonnenstrahlen nicht mehr getroffen werden und gewöhnlich viel dunkler aussehen, als das im Hintergrunde stehende Firmament.

Ein zu diesen ähnliches Phänomen ist auch bei heiterem Himmel wahrnehmbar. Wenn die Sonne sich allmählig neigt, beleuchten die letzten — unsere Erde nicht mehr berührenden Strahlen — nach und nach

magasabb régióin hatolnak csak csupán át, a nap sugaraik reflectáló része a légtengernek tehát lassanként csak a felsőbb és mindfelsőbb rétegekre szoritkozik. Ehhez képest látjuk az égboltot fokozatosan elsötétülni, minthogy a reflectáló réteg egyuttal mind vékonyabb és ritkább is lesz. Végre elsötétül teljesen. Gyakran elég éles határvonalat lehet vonni az égbolt teljesen sötét és világosabb része között; e határvonalon már csak az atmoszphera legfelső levegő-részecskéit világítja még meg közvetlenül a nap. Ezt a jelenséget is megkísérlették arra felhasználni, hogy segítségével a légtenger magasságát meghatározzák; azon időből, mely a nap nyugtától azon pillanatig eltelt, melyben a fentemlitett határvonal Zenithünket átlépte. Ugyanezen alapon kísérhetjük meg mi is azon légrétegnek magasságát meghatározni, melyekben a felhők usznak.

A nap zenithtávolságának kiszámításához a következő formula vezet:

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \dots (I)$$

melyben z a zenittávolság, φ az észlelési hely földrajzi szélessége, δ a nap declinatioja, t pedig óraszöge a napnak.

Továbbá:

$$0 = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t_0 \dots (II)$$

mely egyenletben t_0 a nap nyugtának óraszöge. A (II) alatti egyenletből

$$\cos t_0 = -\frac{\sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta} = -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta$$

és a napnak mélysége a horizon alatt:

$$\sin m = -\cos z = -\sin \varphi \sin \delta - \cos \varphi \cos \delta \cos (t_0 + i)$$

hol i jelenti a nap nyugtától a viszfény eltűnéséig eltelt időt ivmértékben, vagyis egysége = egy tizenötöd időegység.

A 3-ik ábrán r a földsugsr, t azon pontnak tengersiz feletti magassága, melyet a felhőt érő utolsó nap-sugár súrol, h a felhő magassága e niveau felett, m pedig a nap mélysége a horizon alatt. Lesz:

$$h = \frac{(t + r)(1 - \cos m)}{\cos m} \dots (III)$$

die höheren und immer höheren Schichten der Atmosphäre, und das die Sonnenstrahlen reflectirende Luftmeer beschränkt sich immer mehr auf die höheren Luftschichten. Demgemäss sehen wir das Firmament sich gradativ verfinstern, in dem Maasse, wie die reflectirende Schichte immer dünner und dünner wird. Endlich wird es ganz finster. Oft kann man eine scharf begrenzte Linie zwischen dem ganz dunklen und helleren Theile des Himmelgewölbes ziehen, an dieser Grenzlinie beleuchtet die Sonne unmittelbar nur die obersten Luftpartikelchen der Atmosphäre. Man versuchte auch dieses Phänomen dazu zu benützen, um die Höhe der Atmosphäre zu bestimmen und zwar aus der Zeit, welche vom Sonnenuntergang bis zu jenem Moment verging, in welcher die schon oben erwähnte Grenzlinie den Zenith überschritt. Auf dieselbe Weise können auch wir es versuchen jene Höhe der Luftschichte zu bestimmen, in welcher die Wolken schweben.

Zur Berechnung der Zenithdistanz dient folgende Formel:

$$\cos z = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \dots (I)$$

in welcher Z die Zenithdistanz, φ die geographische Breite des Beobachtungsortes, δ die Sonnendeclication, t der Stundenwinkel der Sonne ist.

Ferner

$$0 = \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t_0 \dots (II)$$

in welcher Gleichung t_0 der Stundenwinkel des Sonnenunterganges ist. Es ist also,

$$\cos t_0 = -\frac{\sin \varphi \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta} = -\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta$$

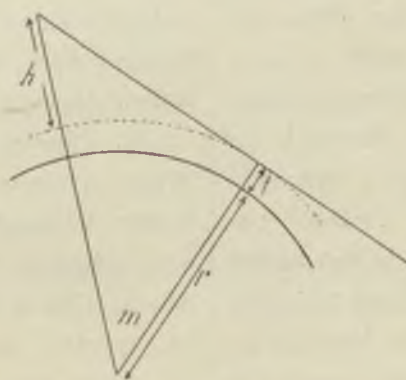
und die Tiefe der Sonne unter dem Horizont

$$\sin m = -\cos z = -\sin \varphi \sin \delta - \cos \varphi \cos \delta \cos (t_0 + i)$$

wo i die vom Sonnenuntergang bis zum Verschwinden des Reflexes vergangene Zeitdauer in Bogenmaass bedeutet, dessen Einheit gleich ein fünfzehntel Zeiteinheit ist.

Auf der 3. Figur ist r der Erdradius, t ist Meereshöhe jenes Punktes, welchen der die Wolke noch berührende letzte Sonnenstrahl tangirt h die Wolkenhöhe über diesem Niveau m die Sonnentiefe unter dem Horizont

$$h = \frac{(t + r)(1 - \cos m)}{\cos m} \dots (III)$$



3. ábra. — Fig. 3.

Ezen egyenletet differenciálva:

$$\frac{dh}{h} = \frac{R \sin m \cos \varphi \cos \delta \sin(t_0 + i)}{\cos^3 m} di$$

melyben $R = (t + r)$

Ha $h \begin{cases} = 5 \\ = 10 \\ = 15 \end{cases} \text{ km.}$

akkor $m \begin{cases} = 2^\circ 12' 0'' \\ = 3^\circ 9' 30'' \\ = 3^\circ 53' 10'' \end{cases} \dots \dots \dots (IV)$

Az aequinoctiumok körül felvehetjük, hogy $\cos \delta \sin(t_0 + i) = 1$ és akkor

$$\frac{dh}{h} \begin{cases} = 1.52042 \\ = 1.37724 \\ = 1.29211 \end{cases} di$$

Legyen továbbá $\Delta i = 1$ időperc $= 15' = 7.63982$ akkor

$$\frac{\Delta h}{h_1} \begin{cases} = 0.14 \\ = 0.10 \\ = 0.09 \end{cases} \Delta i$$

hol $\Delta i_0 = \frac{i}{15}$

Ezen módszer e szerint az eddigiekhez képest a legpontosabb volna; de ezzel szemben több hátránya van nevezetesen: Először, hogy csak ott lehet alkalmazni, hol az észlelési helytől nyugatra terjedelmes síkság terül el, vagy legalább alacsonyabb dombvidék, mely a felhők árnyékolását jelentékenyebben nem zavarja; a mint a fenti (IV) alatti egyenletből látható, zavaró magaslatoknak 4 geographiai fokon belül nem szabad ez irányban lenni, feltéve, hogy azok nem nagyon magasak, különben ennyi sem volna elég, hanem legalább 5—6 foknyira terjedő síkság szükséges. E módszert tehát hazánkban tulajdonképen csak az Alföld keleti részeiben lehet sikerrel használni. Ha azonban történetesen a nyugati horizon alatt messze, úgy, hogy észre nem vehetjük, felhőrétegek terülnek el; ezek megamisíthatják mérésünk eredményét, mindig abban az értelemben, hogy a számított magasság kisebb a valódinál. Ez ellen legfeljebb az által védekezhetünk, hogy a kérdéses irányban lévő meteorologiai állomások ez idejű felhőzet megfigyeléseit áttekintjük, és a mely észlelés alkalmával ezek jelentékenyebb (pl. 2—3-nál nagyobb) tömegű felhőzetet jeleznek; ezen időben történt felhőmagassági megfigyeléseinket semmieseknek tekintjük. Apróbb felhők is vethetnek ugyan véletlen árnyékot az észlelt felhőre, de hogy ez még nem a föld árnyéka itt

Diese Formel differirt:

$$\frac{dh}{h} = \frac{R \sin m \cos \varphi \cos \delta \sin(t_0 + i)}{\cos^3 m} di$$

in welcher $R = (t + r)$

Wenn $h \begin{cases} = 5 \\ = 10 \\ = 15 \end{cases} \text{ Km, dann ist}$

$m \begin{cases} = 2^\circ 12' 0'' \\ = 3^\circ 9' 30'' \\ = 3^\circ 53' 10'' \end{cases} \dots \dots \dots (IV)$

Um den Aequinoctien herum können wir annehmen dass, $\cos \delta \sin(t_0 + i) = 1$ dann ist

$$\frac{dh}{h} \begin{cases} = 1.52042 \\ = 1.377224 \\ = 1.29211 \end{cases} di$$

Es sei fernerhin $\Delta i = 1$ Zeitminute $= 15' = 7.63982$ dann ist

$$\frac{\Delta h}{h} \begin{cases} = 0.14 \\ = 0.10 \\ = 0.09 \end{cases} \Delta i,$$

wo $\Delta i = \frac{i}{15}$

Die Methode wäre von den bis jetzt besprochenen die genaueste, aber auch an dieser haften mehrere Nachteile u. z. man kann sie nur dort anwenden, wo westlich vom Beobachtungsorte ein ausgedehntes Flachland, oder höchstens ein sanftes Hügelland sich befindet, welches die Beschattung der Wolken nicht wesentlich stört, wie aus der Gleichung (IV) ersichtlich, dürfen innerhalb 4 geographischer Grade in dieser Richtung keine störenden Anhöhen sein, gesetzt, dass dieselben nicht sehr hoch sind, sonst wäre selbst diese Distanz nicht genügend, sondern eine von 5—6 gr. Graden.

Diese Methode könnte man hier zu Land (in Ungarn) eigentlich nur in den östlichen Theilen des Alföldes mit Erfolg anwenden. Wenn aber zufälligerweise weit unter dem westlichen Horizont, von uns nicht wahrnehmbare Wolkenschichten sich ausdehnen; so können diese unsere Berechnungen in jenem Sinne stören, dass die berechnete Höhe kleiner ist wie die wahre. Diesbezüglich können wir uns nur auf jene Weise schützen, dass wir die zu dieser Zeit ausgeführten Wolkenbeobachtungen der in westlicher Richtung gelegenen Stationen durchsehen und in Fällen, da die Grösse der Bewölkung, z. B. grösser als 2—3 ist, werden die diesseitigen Wolkenhöhenmessungen als nichtig betrachtet. Es können zwar zufälligerweise auch kleinere Wolken einen Schatten auf die soeben beobachtete Wolke werfen, dass aber dieser nicht vom Erdschatten herrührt, können wir uns durch jenen Um-

láthatjuk azon körülményből, hogy a többi hozzá hasonló felhők, továbbra is megvilágítva maradnak.

Szóba jöhet még az atmoszféra okozta refractió, ez azonban csekélyebb zavart okoz, minthogy az ilyen pontosságú megfigyeléseknél elhanyagolható nem volna.

3. Felhőmagasságmérés sextanssal.

Lemérjük azt a szöveget, melyet tőlünk a felhő valamely pontjához vont egyenes és ugyanazon pontnak egy horizontális tükör által visszavert képe alkot.

A 4-ik ábrán m az észlelő szemmagassága és a az észlelő talppontjának távolsága a tükörtől

$$h = x \sin \alpha$$

$$x = c \frac{\sin \omega}{\sin (2\alpha - \omega)} \sin \alpha$$

$$c = \sqrt{m^2 + a^2}$$

behelyettesítve:

$$h = \sqrt{m^2 + a^2} \frac{\sin \omega}{\sin (2\alpha - \omega)} \sin \alpha$$

Hogy a keresés és beállítás meg legyen könnyítve, kívánatos, hogy az e célra használandó sextansnak nagy látmezeje legyen. Kívánatos továbbá, hogy a és m értékei a valóságban minél nagyobbak, de nem nagyon eltérő hosszúságúak legyenek, mert ebben az esetben lesz a számítás alapját képező φ szög lehető nagy.

Horizontális tükörként valamely nyugvó víznek a tükörét használhatjuk fel. Hogy pedig az észlelő szemmagasságát jelképező m hosszának minél nagyobb értéket adhassunk, célszerű lesz, ha az észlelést valamely magasabb pontról: hegyről eszközöljük, legalább 100 méter magasságból a víz felett.

A végegyenletből:

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta c}{c} + \cotg \omega \Delta \omega - \cotg (2\alpha - \omega) \Delta (2\alpha - \omega) + \cotg \alpha \Delta \alpha$$

$$\text{ha } \alpha = \frac{\pi}{4} \text{ akkor}$$

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta c}{c} + 0 + \Delta \alpha - \operatorname{tg} \omega \Delta (2\alpha - \omega)$$

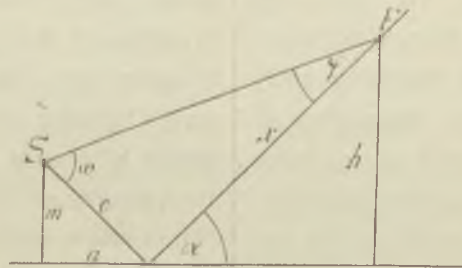
stand überzeugen, dass die anderen dazu ähnlichen Wolken, auch für fernerhin beleuchtet bleiben.

Es kann noch von der, durch die Atmosphäre verursachte Refraction die Rede sein, welche aber nur geringere Störungen verursachen kann, als dass diese bei Beobachtungen von solcher Genauigkeit nicht zu vernachlässigen wäre.

3. Wolkenhöhenmessung mit Hilfe des Sextanten.

Wir messen jenen Winkel, welchen die von uns zu einem Punkte der Wolke gezogene Linie mit derjenigen bildet, welche das in einem horizontalen Spiegel reflectirte Spiegelbild dieses Wolkenpunktes mit unserem Auge verbindet.

In der Figur 4. ist m die Augenhöhe des Beobachters, und a die Fusspunkt-Distanz des Beobachters von dem Spiegel:



4. ábra. — Fig. 4.

$$h = x \sin \alpha$$

$$x = c \frac{\sin \omega}{\sin (2\alpha - \omega)}$$

substituirt:

$$c = \sqrt{m^2 + a^2}$$

$$h = \sqrt{m^2 + a^2} \frac{\sin \omega}{\sin (2\alpha - \omega)} \sin \alpha$$

Dass das Suchen und Einstellen erleichtert sei, ist es wünschenswerth, dass der zu diesem Zwecke verwendete Sextant ein grosses Gesichtsfeld besitze. Fernerhin ist es wünschenswerth, dass die Werthe von α und m in der Wirklichkeit je grösser seien, jedoch nicht sehr verschiedene Längen besitzen sollen, denn in diesem Falle wird der Winkel φ , welcher den Grund der Berechnung bildet, möglichst gross.

Als Horizontal-Spiegel kann man die Oberfläche eines ruhigen Wasserspiegels anwenden.

Um der Augenhöhe des Beobachters m einen je grösseren Werth zu verleihen, ist es zweckmässig, wenn man die Beobachtung von einer wenigstens 100 Meter hohen Anhöhe anstellt.

Aus der Endgleichung:

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta c}{c} + \cotg \omega \Delta \omega - \cotg (2\alpha - \omega) \Delta (2\alpha - \omega) + \cotg \alpha \Delta \alpha$$

$$\text{wenn } \alpha = \frac{\pi}{4} \text{ so ist}$$

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta c}{c} + 0 + \Delta \alpha - \operatorname{tg} \omega \Delta (2\alpha - \omega)$$

Minthogy ω közel 90° a $t g \omega$ igen nagy lehet, hogy tehát $\frac{h \Delta}{h}$ is ne nyerjen igen nagy kiterjedést $\Delta (2\alpha - \omega)$ kell lehető kicsivé tenni, vagyis α értékét is pontosan meghatározhatóvá tenni.

E czélból Marczell György assistens úr az ó-gyallai meteorologiai observatorium főnöke azt ajánlja, hogy sextans helyett használjunk theodolitot.

Hogy pedig a két beállítás itt is ugyanazon pillanatban történhessék, alkalmazzunk a theodolitra egy olyan távcsövet, melynek két objectivje, de csak egy oculárja van. E szerkezet röviden következő volna: A theodolit vízszintes tengelye a távcső optikai tengelyével tökéletesen összeesik, a vízszintes cső objectiv vége felé két cső jön ki közel egymáshoz a főcsőből arra merőleges irányban. Az egyik cső egészen rövid, a másik néhány cm. hosszú, a távcső két objectivjét ezek fogadják be. E csövekkel szilárd összeköttetésben, de a főcsőben bent egy-egy tükör van elhelyezve, mely úgy a fő, mint a megfelelő mellékcső tengelyével 45° fokú szöget képez. A fénysugarak, melyek az objectivok optikai tengelyében a távcsőbe bejutnak, ilyen módon 90° fok alatt visszaverődést szenvedvén, az ocular optikai tengelyében fognak a távcsőből kijutni.

Az objectivek a különböző hosszúságú csövekben aként állíthatók, hogy az ocular előtt mindkettőnek gyújtó-síkjai összeessenek. Az ocularhoz közelebbi tükör közepén egy ellipsis alakú nyílással át van törve, mely nyíláson a másik tükör által visszavert sugarak az ocularba juthatnak. Az objectivek csövei vízszintes tengely körül foroghatnak. A vízszintes csövön két verticalis kör van, melyen a két objectiv optikai tengelyének magassági szöge perczekben leolvasható. A beállítás úgy történik, mint a sextansnál a két kép a csövek emelése vagy süllyesztése által egymás fölé hozandó. A műszertől itt megkivánjuk, hogy vízszintesen legyen felállítva. Előre itt csak egy adatot kell ismerni a vízszintes tengelynek a vízszintes tükör feletti magasságát, mely jelen esetben valamivel kisebb is lehet, mint a sextanssal való mérésnél. A kezelés megkönnyítésére itt is kívánatos, hogy a távcső látmezeje nagy legyen.

Ezen műszer még nem látott napvilágot, jóllehet nem volna érdektelen összehasonlítás czéljából vele méréseket eszközölni.

Indem ω nahe 90° und $t g \omega$ sehr gross sein kann, musz, damit $\frac{\Delta h}{h}$ nicht zu gross werde, $\Delta (2\alpha - \omega)$ möglichst klein gemacht werden; d. h. der Werth von α ist genau bestimmbar zu machen.

Zu diesem Zwecke empfiehlt Herr G. Marczell, Assistent und Vorstand des meteorologischen Observatoriums von Ó-Gyalla anstatt des Sextanten einen Theodolit zu gebrauchen.

Dass aber die beiden Einstellungen auch hier zu gleicher Zeit bewerkstelligt werden können, muss an dem Theodolit ein Fernrohr angebracht werden, welches zwei Objective und nur ein einziges Ocular besitze. Die Construction eines solchen Theodolites ist die folgende: Die Horizontal-Achse des Theodolites fällt mit der optischen Achse des Fernrohres vollkommen zusammen, am Objectivende des Horizontal-Rohres, gehen zwei Rohre ganz nahe zu einander heraus, u. z. in verticaler Richtung vom Hauptrohre. Das eine Rohr ist ganz kurz, das Andere einige cm. lang, welche die zwei Objective des Fernrohres in sich aufnehmen. Mit diesen Röhren in fixer Verbindung, aber im Inneren des Hauptrohres ist je ein Spiegel angebraeht, welche mit dem Haupt sowie mit den entsprechenden Neben-Röhren einen Winkel von 45° bilden. Die Lichtstrahlen, welche durch die optische Achse des Objectives in das Fernrohr gelangen erleiden auf diese Weise eine Reflexion von 90° und treten durch die optische Achse des Oculars horizontal hinaus.

Die Objective sind in den verschiedenen langen Röhren so zu stellen, dass für die Beiden die Brennflächen vor dem Oculare zusammenfalle. Der zum Ocular näher stehende Spiegel hat in der Mitte eine ellipsartige Öffnung, durch welche die von dem zweiten Spiegel reflectirten Strahlen zu dem Ocular gelangen. Die Röhren des Objectives sind um die horizontale Achse drehbar. Am Horizontalrohre sind zwei Verticalkreise angebracht, oder auch einer an welchen der Höhenwinkel der optischen Achsen beider Objective in Minuten ablesbar ist. Die Einstellung geschieht wie mit dem Sextanten, die beiden Bilder können durch Heben und Senken der Röhren über einander gebracht werden. Im vorhinein muss eine Date festgestellt werden, nämlich die Höhe der Horizontal-Achse über den Horizontal-Spiegel, welche in diesem Falle bedeutend kleiner sein kann wie bei den Messungen mit dem Sextanten. Für die Erleichterung ist es auch hier wünschenswerth, dass das Gesichtsfeld des Fernrohres gross sei.

Dieses Instrument ist bis heute noch nicht construirt obzwar es nicht uninteressant wäre mit demselben zum Vergleiche Messungen auszuführen.

4. Felhőmagasságmérés theodolitokkal.

Bármily nehézségekbe ütközzék is a theodolitoknak két pontból correspondeáló beirányozásokkal való használata, mint azt Amerikában bebizonyították, nem lehetetlen feladat, feltéve, hogy a műszereken megelőzőleg bizonyos czélszerű átalakításokat viszünk végbe. Az első eszköz, mit az által nyerünk, hogy egy egyszerű theodolit távcsöve helyére egy vonalzó-t alkalmazunk, a meteoroscop, mint azt már az 1. pont alatt felmentítettük. Hasonló módon alakított át az Egyesült Államokban Washingtonban C. F. Marvin két Keuffel & Esser-féle theodolitot, egyszerűen úgy, hogy a távcső helyébe egy csonka kuppalást alakú csövet erősített.¹⁾ E csőnek vékonyabb körülbelül egy centiméternyi vége szolgált ocular gyanánt, a tágabb végén pedig egy fonalkereszt lett kifeszítve. Ilyen módon a keresés is igen meg lett könnyítve és a mellett a beállítás sem volt nagyon pontatlan. A két állomáson az észlelők telephonon történt megbeszélés szerint állítják be az identicus pontokat. Hogy a műveletnél az észlelők kezei szabadok legyenek, a telephonkagylók egy a fejtetön átfektetett félkör alakú rúgó segélyével állandóan a fülhöz vannak szorítva.²⁾

A bevezetésben már kifejtett körülmények folytán azonban, daczára azon nagy számú méréseknek, melyeket e műszerrel ott végeztek, alig hiszem, hogy ezen adatok sokkal nagyobb pontosságra és megbízhatóságra tarthatnának számot, mint az eddig tárgyalt primitív módszerek eredményei.

5. Viszonylagos felhőmagasság, sebesség és szögsebesség.

A viszonylagos sebesség mérése egymagában véve nem oldja meg a feladatot, bár így is használható már bizonyos consequentiák levonására.

Mérjük a felhők vonulásának irányát és a mozgás sebességét viszonylagos értelemben; vagyis az észlelt sebességet viszonyítjuk egy egységnyi magasságban egységnyi gyorsasággal horizontalis irányban vonuló

¹⁾ Report of the Chief of the Weather Bureau U. S. department of agricultur, 1898—99 Volume II.

²⁾ A theodolitokról bővebbet lásd a phototheodolitok ezim alatt.

4. Wolkenhöhenmessung mittelst Theodolit.

Mit wie viel Schwierigkeiten auch die Einstellung von Theodoliten von zwei Punkten, auf ein und denselben Punkte der Wolke verbunden ist, ist dessen Ausführung doch nicht unmöglich, wie dies in Amerika hinreichend bewiesen worden ist, gesetzt, dass man an den Instrumenten gewisse zweckmässige Veränderungen ausführt. Das erste Hilfsmittel ist, dass man an Stelle des Fernrohres eines einfachen Theodolites ein Lineal anbringt, welches sodann ein Meteoroscop darstellt, von dem wir im I. Punkte Erwähnung machten. Auf ähnliche Weise wurden von C. F. Marvin in Washington in den Vereinigten Staaten von Amerika zwei Theodolite von Keuffel & Esser einfach dadurch umconstruirt, dass er anstatt des Fernrohres eine kegelförmige Röhre befestigte.¹⁾ Der engere — ungefähr 1 cm. weite — Theil dieses Rohres diente als Ocular, im weiteren Ende wurde das Fadenkreuz befestigt. Auf diese Weise wurde das Suchen sehr erleichtert und nebstbei war auch das Einstellen nicht sehr ungenau. An beiden Stationen stellen die Beobachter mit Hilfe telephonischer Besprechung den identischen Punkte fest. Dass bei der Ausführung der Arbeit die Hände der Beobachter frei bleiben können, sind die Telephonmuschel durch halbkreisförmige Federn über den Kopf gelegt an die Ohren gedrückt.²⁾

Zufolge der bereits in der Einleitung erörterten Umstände, trotz der vielen Messungen, welche mit diesem Instrument ausgeführt worden sind, glaube ich kaum, dass alle diese Daten auf eine grössere Pünktlichkeit und Verlässlichkeit Anspruch machen könnten, als die Resultate der bisher erörterten primitiven Methoden.

5. Relative Wolkenhöhe, Geschwindigkeit und Winkelgeschwindigkeit.

Die relative Geschwindigkeits-Messung für sich allein löst die Aufgabe noch nicht; obzwar dieselbe für Ableitung gewisser Consequenzen auch so verwendbar ist.

Wir messen im relativen Sinne die Richtung und die Bewegungs-Geschwindigkeit des Wolkenzuges, oder aber wir beziehen die beobachtete Geschwindigkeit in einer einheitlichen Geschwindigkeit zu einer in horizon-

¹⁾ Report of the Chief of the Weater Bureau. U. S. department of agricultur 1898—1899. Vol. II.

²⁾ Näheres über Theodolite unter Phototheodolite.

felhőhöz. Az észlelt mennyiség tehát valóságban egy tört, melynek számlálója az absolut gyorsaság, nevezője pedig az absolut magasság; melyből, hogy a számlálót kikapjuk, a nevezőt kell ismerni és viszont. Világos, hogyha csak absolut értéket akarunk kapni, úgy e megfigyeléseknek csak egyéb megfigyelésekkel kapcsolatban volna értelme; de ismétljük, hogy azért egymagukban véve is van értékük. Ha ugyanis felvesszük, hogy a tört számlálója vagy nevezője állandó, akkor az észlelési adatok változásai már absolut mennyiségnek változásait jelentik a megfelelő arányban. A tapasztalás bizonyítja, hogy főleg nagyobb magasságokban a levegő áramgyorsaságának napi ingadozása igen kicsiny, sőt az évi különbségek sem igen jelentékenyek, szóval a magasabb légrétegekben az áramlás gyorsasága meglehetősen állandó. Mi következik ebből? Az, hogyha az észlelt relativ sebességek határozott erősebb napi vagy évi menetet tüntetnek fel, akkor ugyanazon típusú felhők a napnak vagy évnél különböző szakáiban különböző magasságokban vonulnak, a mint az tényleg így is van.

Azon czélból, hogy a felhők vonulási irányából és viszonylagos sebességükből a különböző légrétegek áramlásaira nézve következtetéseket vonhassunk, elégséges adatokat nyerhetünk, ha az absolut magasságokat a felhők kinézése után pusztán szemmel becsüljük meg, mely becslés pontatlansága, mint azt már említettük gyakorlott észlelőnél legfeljebb $\frac{1}{2}$.

Az eszközök, melyek a felhők vonulási irányának, viszonylagos- és szögsebességének mérésére szolgálnak, a következők:

a) A Lambrecht-féle felhőtükör.

A felhőtükör 5 ábra egy kis kerek 6—10 cm. átmérőjű kézi siktükör, melynek tüv-lapjára egyenlő sugárkülönbséggel concentricus körök vannak karczolva, azonkívül a sugarak irányában 16 vonal a szélrózsát jelzi.

Megfigyelés alkalmával a tükröt vízszintes talajra, a földre fektetjük és úgy fordítjuk, hogy szélrózsája a megfelelő világtájak felé mutasson, magunk

taler Richtung ziehenden Wolke. Das Beobachtungsergebnis ist in der Wirklichkeit ein Bruch, dessen Zähler der absoluten Geschwindigkeit, der Nenner hingegen der absoluten Höhe proportional ist. Es ist einleuchtend, dass wenn wir absolute Werthe bekommen wollen, diese Beobachtungen nur im Vereine mit anderen Beobachtungen brauchbar sind. Trotzdem wiederholen wir es abermals, dass sie auch für sich allein einen Werth haben. Wenn wir annehmen, dass der Zähler oder der Nenner des Bruches constant ist, dann bedeuten die Variationen der Beobachtungs-Daten die Variationen einer schon absoluten Menge in der entsprechenden Proportion. Die Erfahrung lehrt es, dass besonders in den grösseren Höhen die Tages-Schwankung der Luftströmung eine sehr kleine ist, und selbst die Jahresdifferenzen keine grossen sind, was mit anderen Worten ausgedrückt so viel bedeutet: dass in den höheren Luftschichten die Strömungs-Geschwindigkeit so ziemlich beständig ist. Aus diesen Satze folgt: dass wenn die beobachteten relativen Geschwindigkeiten einen ausgesprochen stärkeren Tages- oder Jahresgang aufweisen dieselben Wolkentypen in den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten in verschiedenen Höhen ziehen müssen; wie dies thatsächlich der Fall ist.

Um aus der Zugsrichtung und relativen Geschwindigkeit der Wolken auf die Strömungen der verschiedensten Luftschichten folgern zu können, erhalten wir hinreichend Daten, wenn die absoluten Höhen nach dem Aussehen der Wolken mit dem blossen Auge abgeschätzt werden, die Ungenauigkeit solcher Schätzung beläuft sich bei geübten Beobachtern, wie wir dies schon anderorts erwähnt, höchstens auf $\frac{1}{2}$.

Die Instrumente, welche zu Messungen von relativen geschwindigkeiten und der Zugsrichtungen der Wolken dienen, sind folgende:

a) Der Lambrecht'sche Wolken Spiegel.

Figur 5 zeigt einen Wolken Spiegel, welcher ein runder Plan-Spiegel ist, mit einem Durchmesser von 6—10 cm. Auf der Glasplatte derselben sind mit gleichen Radiendifferenzen concentrische Kreise eingekratzt, ausserdem bezeichnen 16 Linien in der Richtung der Radien die Windrose.

Bei Beobachtungen wird der Wolken Spiegel horizontal auf ebene Unterlage gelegt und zwar so, dass die Windrose nach den entsprechenden Weltgegen-



5. ábra. — Fig. 5.

pedig oldalt foglalunk állást, honnan az észlelendő felhő visszavert képe a tükörben látható. További teendő megfigyelni, hogy a felhő mozgása a tükörben a szélrózsa melyik sugarával párhuzamos; azután órával kézben meghatározzuk az időt, mely szükséges arra, hogy a felhő széle c sugáron haladva egyik concentricus kör kerületéből a másik kör kerületéig jusson. Minél gyorsabb a felhő mozgása, annál hosszabb utat, esetleg a tükör egész átmérőjét vehetjük egyszerre, mint mértéket, melyből azután az egységnyi hosszra megfelelő út időt egyszerűen osztás által nyerjük; — ilyen módon kicsinyíthetjük az észlelési hibát.

Legyen h a felhő magassága, m pedig az észlelő szemmagassága, a tükör két concentricus kör távolsága p , akkor a 6-ik ábrából:

$$h : m = P : p \text{ miből } h = \frac{m}{p} P,$$

melyben $\frac{m}{p}$

mindig állandó.

A relativ sebesség pedig

$$Cr = \frac{C(\text{absolut})}{h(\text{absolut})} = \frac{P}{h t} = \frac{p}{m t}$$

A szögsebesség ω pedig:

$$\omega = Cr \cos^2 z = \frac{p \cos^2 z}{m t}$$

hol z a felhő zenithtávolsága és

$$\operatorname{tg} z = \frac{a}{m}$$

Figyeljük meg ugyanazon felhőnek két különböző pontját, melyek közül az elsőnek magassága h , a másodiké h_1 ; és tegyük fel, hogy mindkét pont ugyanazon v absolut sebességgel vonul, akkor:

$$Cr = \frac{v}{h} \text{ és } Cr_1 = \frac{v}{h_1}$$

$$Cr h = Cr_1 h_1 \text{ és}$$

$$h \frac{Cr}{Cr_1} = h_1 \text{ és } h \frac{Cr - Cr_1}{Cr_1} = h_1 - h$$

Ez utóbbi egyenlet pedig a felhő vastagságát, illetve a két pont magassági különbségét fejezi ki,

den hinzeige, wir selbst stellen uns seitwärts, von wo aus das in den Spiegel reflectirte Bild sichtbar ist. Ferner muss man beobachten, mit welchem Radius der Windrose die Bewegung der in dem Spiegel sichtbaren Wolke zusammenfällt, dann muss mit der Uhr in der Hand jene Zeit bestimmt werden, welche nöthig ist, dass der Rand der Wolke auf diesem Radius sich weiterbewegend, von dem einen Endpunkte des Kreisdurchmessers bis zum anderen gelange. Je schneller die Bewegung der Wolke ist, ein umso längerer Weg kann dann als Maass dienen, eventuell auch der ganze Spiegelhalbmesser, aus welcher die, der einheitlichen Länge entsprechende Wegzeit einfach durch Dividiren gewonnen wird. Der Beobachtungs-Fehler kann auf diese Weise verringert werden.

Es sei h die Wolkenhöhe, m die Augenhöhe des Beobachters, p die Entfernung von zwei concentricus Kreisen auf dem Spiegel, dann ist nach Figur 6:

$$h : m = P : p \text{ woraus } h = \frac{m}{p} P,$$

wo $\frac{m}{p}$

immer eine constante ist.

Die relativ Geschwindigkeit aber ist

$$Cr = \frac{c(\text{absolut})}{h(\text{absolut})} = \frac{P}{h t} = \frac{p}{m t}$$

Die Winkelgeschwindigkeit ω aber ist:

$$\omega = Cr \cos^2 z = \frac{p \cos^2 z}{m t}$$

wo z die Zenithdistanz der Wolke ist und

$$\operatorname{tg} z = \frac{a}{m}$$

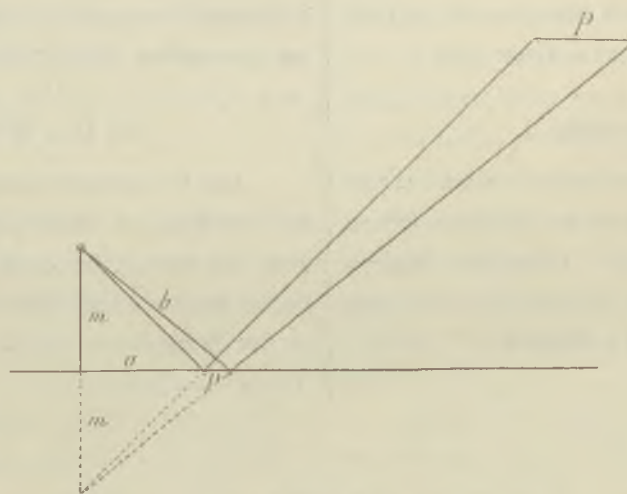
Beobachten wir zwei verschiedene Punkte ein und derselbe Wolke, von welcher die Höhe des ersten h , die Höhe des zweiten h_1 und supponiren wir, dass die beiden Punkte mit derselben absoluten Geschwindigkeit v davonziehen, so ist

$$Cr = \frac{v}{h} \text{ und } Cr_1 = \frac{h_1}{v}$$

$$Cr h = Cr_1 h_1 \text{ und}$$

$$h \frac{Cr}{Cr_1} = h_1 \text{ und } h \frac{Cr - Cr_1}{Cr_1} = h_1 - h$$

Die letztere Gleichung drückt die Wolkendicke, respective die Höhendifferenz der beiden Punkte aus



6. ábra. — Fig. 6.

viszonyítva az alacsonyabb pont absolut magasságához h_1 -hez.

Két egymás felett lévő felhőnél, melyek ugyanazon légáramlatban úsznak, feltételezzük, hogy v és v' , körülbelül egyenlő, akkor:

$$Crh = Cr'h'$$

$$\text{vagyis } h' = \frac{Cr}{Cr'}h$$

Közepes felhőmagasságokat véve fel a két felhőre, az észlelt adatokból

$$\frac{h'}{h} < \frac{Cr}{Cr_1}$$

mi következtetést enged vonni a két felhő viszonylagos elemeire s arra, hogy ha huzamuk párhuzamos, ugyanazon réteghez (folyamhoz) tartoznak-e vagy sem.

b) A felhőpanorama.

A felhőpanorama egy camera obscura; egy pavillon, melynek tetejére van az objectiv lencse alkalmazva, úgy, hogy fősíkja vízszintes legyen. A pavillon belsejében a lencse gyújtó síkjában egy kerek asztal felső lapja fogja fel a képeket.

Mintaképen az ó-gyallai m. kir. meteorologiai központi observatórium felhőpanoramáját alábbiakban részletesen ismertetem.

A panorama egy fából készült szabályos hatszögletű alaprajzzal bíró kis pavillonból áll; magassága 2,5 méter, alacsony teteje nincs bepádlásolva. A tető közepébe egy függőleges irányú csőszerkezet van alkalmazva, mely az objectiv befogadására szolgál. A pavillon belső berendezését a 7-ik ábra tünteti fel. A pavillon közepén áll a képek felfogására szolgáló kerek asztal, melynek középpontja az objectiv optikai tengelyében fekszik.

Az asztal felső lapja fémkorongból áll és függélyes tengely körül forgatható, a rajta alkalmazott apró

und zwar mit Bezug auf die absolute Höhe des niedrigsten Punktes h_1 .

Bei zwei übereinander stehenden Wolken, welche in derselben Luftströmung schwimmen, setzen wir voraus, dass v und v_1 ungefähr gleich sind. Es wird

$$Crh = Cr'h'$$

$$\text{d. h. } h' = \frac{Cr_1}{Cr}h$$

Werden für beide Wolken mittlere Höhe angenommen, so erhält man aus den Beobachtungs-Daten

$$\frac{h'}{h} < \frac{Cr}{Cr_1}$$

woraus man auf die relativen Elemente der Wolken schliessen kann und ob sie, wenn ihre Richtung parallel ist, zur selben Schicht (Luftstrom) gehören oder nicht?

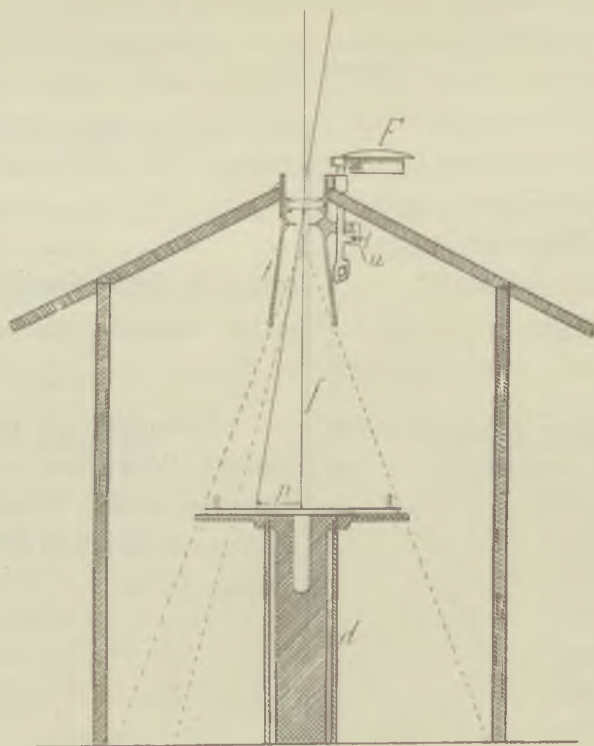
b) Das Wolkenpanorama.

Das Wolkenpanorama ist eine Camera obscura, ein Pavillon, an deren Decke die Objectiv-Linse derartig angebracht ist, dass ihre Hauptebene horizontal zu liegen komme. Das Bild wird im Inneren des Pavillons in der Brennebene durch die Oberplatte eines runden Tisches aufgenommen.

Im folgenden gebe ich als Beispiel die Beschreibung des Wolkenpanoramas welches im kg. ung. meteor. Central-Observatorium in Ó-Gyalla aufgestellt ist.

Das Panorama besteht aus einem kleinen hölzernen Pavillon dessen Grundfläche ein regelrechtes Sechseck bildet und eine Höhe von 2,5 Meter besitzt. In der Mitte des Daches ist in verticaler Richtung eine Rohrconstruction angebracht, welche zur Aufnahme des Objectives dient. Die Einrichtung des Pavillons zeigt Figur 7. Zur Aufnahme der Bilder steht in der Mitte des Pavillons ein runder Tisch, dessen Mittelpunkt in der optischen Achse des Objectives liegt.

Die obere Tischplatte besteht aus einer Metall-scheibe, welche um eine verticale Achse mit Hilfe der



7. ábra. — Fig. 7.

fogantyúk segélyével, a korong fehér alapjára fekete hálózat van festve, párhuzamos, egymástól 4 cm. távolban haladó és egymásra merőleges vonalakkal. A korongot aként fordítjuk, hogy a párhuzamos vonalak a felhő vonulási irányával is párhuzamosak legyenek. A felső, forgó korong alatt egy másik fix korong van, ennek átmérője pár cm-rel nagyobb a másiknál. A keskeny gyűrű övre, mely az alsó korongból fedetlen marad fokbeosztás van festve, a hozzá való index pedig a forgó korongon van; ilyen módon a felhők vonulási irányai fokokban olvasható le.

A pavillon berendezéséhez tartozik még az f objectiv fedő, melynek kinyitása végett a fogantyú meg lesz markolva és a tengely hosszirányában felfelé tolvá, a fedő ezzel az objectiv foglalását képező csőről fel lesz emelve és aztán a tengely fordítása által az ábrán látható helyzetbe kerül és így az objectiv látmezeje szabdaddá lesz.

A tengelyre erősített l nyelv most a készülék saját súlyánál fogva a tengelyt átfogó u rész visszahajtott nyúlványára támaszkodik s így helyzetében mozdulatlansága biztosítva van.

A lencse alatt látható még t bádobjól készült tölcser, mely egyrészt a diaphragmák befogadására, másrészt arra szolgál, hogy azon sugarakat, melyek már nem esnének az asztalra, felfogja, nehogy a helyiség káros megvilágításához e szükségtelen sugarak is hozzájáruljanak. Ugyancsak azon czélból, hogy a pavillon belseje minél sötétebb legyen, azon minden egyéb rés, melyen a külső világosság behatolhatna, el van tüntetve; a padló sötétbarnára, az asztal lapjától eltekintve minden többi felület a szobában homályos feketére van festve.

A kamara objectivje egy kétszer domború, egyszere nem achromatizált 6 hüvelyk (158 mm.) átmérőjű üveglencse; focustávola 160 cm. A lencse 96 cm. átmérőjű körben még elég éles képet ad, különösen ha 6 cm. nyílás átmétővel bíró diaphragmával látjuk el; estefelé sötétebb időben nagyobb 10—12 centiméteres diaphragmát használunk.

A panoramával a megfigyelések egészen hasonlóan történnek, mint a felhő-tükörrel.

A panorama állandója

$$\frac{p}{f} = \frac{4}{160} = \frac{1}{40}$$

darán angebrachten Handhaben drehbar ist, auf den weissen Grund der Scheibe ist ein schwarzes, quadratisches Maschennetz von je 4 cm Abstand gezeichnet. Die Scheibe wird derartig gedreht, dass die Parallelinien mit der Zugsrichtung der Wolken parallel laufen sollen. Unter der oberen sich drehenden Scheibe ist eine zweite Fixscheibe angebracht, deren Durchmesser einige cm. grösser ist wie die obere. Auf dem schmalen Ring, welcher von der oberen Scheibe frei blieb, ist eine Gradeintheilung gemalt, der dazugehörige Index aber befindet sich an der Drehscheibe. Auf diese Weise ist die Zugsrichtung der Wolken in Graden ablesbar.

Zur Einrichtung des Pavillons gehört noch der Objectiv-Verschluss f . Um das Öffnen zu bewerkstelligen, wird der Griff angepackt und die Achse in der Längsrichtung hinaufgeschoben, der Deckel wird dadurch von dem Rohre, welches als Fassung des Objectives dient, weggehoben, dann wird diese durch Drehen der Achse in jene Lage gebracht, welche auf der Zeichnung sichtbar ist, wodurch das Gesichtsfeld des Objectives frei wird.

Die auf die Achse befestigte l Zunge stützt sich in Folge des eigenen Gewichtes des Apparates auf den, die Achse umfassenden umgebogenen Ausläufer des u Theiles, wodurch die Unbeweglichkeit seiner Lage gesichert ist.

Unter der Linse ist noch der Blechtrichter t sichtbar, welcher eines Theils zur Aufnahme der Diaphragmen, andererseits aber zum Aufhalten jener Strahlen dient, welche neben den Tisch in den Raum fallen, und denselben unnöthiger und schädlicher Weise beleuchten würden. Aus demselben Zwecke, dass das Innere des Pavillons je dunkler sei, ist eine jede Spalte, durch welche äusseres Licht eindringen könnte, gedichtet, der Boden ist dunkelbraun und mit Ausnahme der Tischplatte ist sonst Alles mattschwarz gestrichen.

Das Camera-Objectiv ist eine biconvexe, einfache, nicht achromatisirte Glas-Linse im Durchmesser von 6" (158 mm), dessen Focusdistanz 160 cm. ist. Die Linse giebt in einem Kreise von 96 cm. noch ein genügend scharfes Bild; besonders wenn wir diese mit einem Diaphragma von 6 cm. Durchmesser versehen; gegen Abend und bei trüben Wetter ist ein grösseres Diaphragma etwa 10—12 Centimeter anzuwenden.

Die Beobachtungen mit dem Panorama sind ganz ähnlich mit den des Wolken spiegels:

Die Constante des Panoramas ist:

$$\frac{p}{f} = \frac{4}{160} = \frac{1}{40}$$

A felhő-panorama előnye, hogy a megfigyelések igen kényelmesen eszközölhetők vele, a felhők alakváltozásai igen jól megfigyelhetők és sehol sem látjuk oly tisztán azon jelenséget, hogy főleg nyáron a cumulusok és tornyosuló zivatar-felhőknek különböző részei mind más és más irányban mozognak, irányukat változtatják, sőt sokszor egész kis forgók keletkezését észlelhetjük. Különböző légáramlatokban uszó felhőket, sokszor hármat is láthatunk egymás felett, melyek mindegyike más irányban halad, hogy melyik van magasabban a másiknál, az lassúbb mozgásáról mindjárt szembeszökik.

Hátránya a panoramának, hogy csak a zenith körüli vidéken észlelhetünk vele. E bajon lehetne ugyan úgy segíteni, hogy az objectiv elé egy állítható tükröt alkalmaznánk, mivel azután akár a horizonon levő felhőknek képeit is vetíthetnők az asztalra; csak-hogy a míg az előbbi esetben a felhők vonulási iránya, valamint a mozgás sebessége, előbbi változatlanul, utóbbi arányosan és közvetlenül olvasható le a megfigyelési adatokból és ez által az egész eljárás rendkívül meg van egyszerűsítve, a mi igen nagy előny; addig ez utóbbi esetben úgy a mozgás irányának, mint a sebességnek átváltoztatott értékeit észleljük, melyekre a tükrő állása, a felhő állása és a felhő mozgás-iránya mind külön befolyással van; hogy ebből a valódi értékeket megkaphassuk igen bonyolult reductiókon kellene minden egyes észlelést átvezetni.

Az ó-gyallai meteorologiai observatoriumban a rendszer, minden órában végrehajtott felhő-megfigyeléseken kívül a nemzetközi meteorologiai léghajó felszállások napjain történnek megfigyelések, e napokon felhő-tükörrel és felhő-panoramával.

c) Marvin nephoscopja.¹⁾

Marvin nephoscopját a 8-ik ábra tünteti fel. A műszer áll egy apró lábakon álló kerek keretből, a melyen körben fokbeosztás van és melyen függélyes tengely körül T tükrő forgatható. A tükrő korong alakú és középpontján át van furva, középpontján az átmérő

Der Vortheil des Wolkenpanoramas besteht darin, dass die Beobachtung auf eine sehr bequeme Weise ausführbar ist, die Wolkenform-Veränderungen sehr gut wahrnehmbar sind, und man kann mit keinem anderen Apparate jenes Phänomen so gut beobachten, dass hauptsächlich in den Sommer-Monaten die verschiedenen Theile der Cumulus und die sich thürmenden Gewitterwolken sich immer nach anderen und anderen Richtungen hin bewegen und ihre Richtung stets verändern, ja man kann sogar die Entstehung ganz kleiner Wirbel wahrnehmen. In verschiedenen Luftströmungen sich bewegende Wolken kann man oft drei übereinander sehen, jede nach einer anderen Richtung hin ziehend. Welche von diesen höher steht wie die anderen, ist aus der langsameren Bewegung sofort ersichtlich.

Ein Nachtheil des Panoramas ist, dass man nur jene Wolken beobachten kann, welche in der Zenith-Gegend stehen. Diesem Übel könnte man dadurch abhelfen, dass man vor das Objectiv einen verstellbaren Spiegel anbringen würde; auf diese Weise wäre es möglich selbst die am Horizont stehenden Wolken auf die Tischplatte zu projiciren. Die weilen aber im ersten Falle die Zugrichtung der Wolken unverändert, und die Zugsgeschwindigkeit proportional und direct aus den Beobachtungsdaten ablesbar ist, wodurch das ganze Verfahren sehr vereinfacht wird, welcher Umstand grossen Vortheil bietet, so kann man mit dem verstellbaren Spiegel nur die umgewandelten Werthe der Wolken-Zugsrichtungen sowie Geschwindigkeiten beobachten, auf welche der Stand des Spiegels, und der Wolke, die Richtung der Wolkenbewegung alle einzeln Einfluss haben; um aus diesen die wirklichen Werthe bekommen zu können, müsste jede einzelne Beobachtung durch sehr complicirte Reductionen durchgeführt werden.

An dem meteorologischen Observatorium zu Ó-Gyalla werden ausser den regelmässigen stündlichen Wolkenbeobachtungen, an den Tagen der internationalen meteorologischen Ballonfahrten auch Beobachtungen angestellt u. z. an diesen Tagen mit dem Wolken Spiegel und Wolkenpanorama.

c) Das Marvin'sche Nephoscop.¹⁾

Die 8. Figur stellt das Marvin'sche Nephoscop dar. Das Instrument besteht aus einem auf kleinen Füßen stehenden runden Rahmen, auf welchem ringsherum eine Gradeintheilung sich befindet, über welcher um eine verticale Achse der Spiegel T drehbar ist. Der Spiegel ist

¹⁾ Report of the Chief of the vonther bureau U. S. department of agricultur 1898-99, Volume II.

irányában egy egyenes vonal van húzva, melyen millimeter beosztás látható. További része a műszernek *K* kar, mely *A* tengely körül függélyes síkban állítható. A kar végén láthatjuk *S* gombot, továbbá a karon keresztbe egy második kettős kart, mely az első körül arra merőleges síkban forgatható és e síkban tolható. A kettős kar közül egyik jóval hosszabb a másiknál és mindkettő végén kis gombbal van ellátva. A főkar végéről továbbá egy selyem zsinór van kötve, mely a tükör közepén lévő lyukon át megy és a végére kötött kis súly segítségével feszesen lesz tartva. A felszereléshez tartozik még a nephoscop mellett látható *G* szög-mérő is.

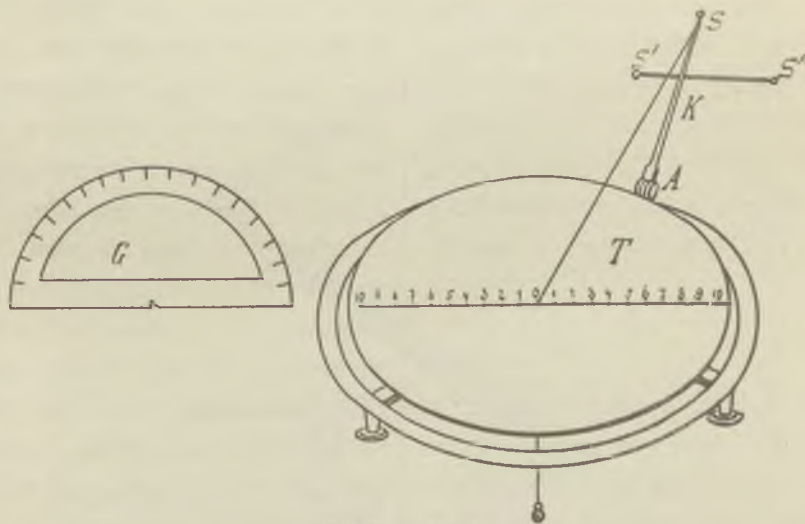
A műszer a felhőmozgás relatív sebességének és egyúttal az abszolút magasságnak meghatározására is szolgál. Megfigyeléskor a nephoscopot vízszintes helyzetben az asztalra teszik, azután a korongot úgy fordítják, hogy a scálával ellátott átló a felhő-huzam irányával párhuzamos legyen. A kar a csukló

fölött függélyesre lesz állítva, a vízszintes kart pedig olyan helyzetbe hozzuk, hogy kissé oldalt állva a műszer mellett, a felhő valamely fix pontját és a vízszintes kar egyik gombját a tükörben az átmérő közvetlen közelében egy vonalban lássuk. E helyzetből azután szemünkkel követjük a felhő mozgását olyképen, hogy a tükörben a pontok viszonylagos helyzete ugyanaz maradjon. Ha a scála tényleg a mozgás irányába lett állítva, úgy a gomb visszavert képének mozgása szintén a scálát követi a felhő abszolút mozgásával arányos sebességgel. A műszer méretei úgy lettek megválasztva, hogy a hány milliméter lesz 30 másodperc alatt befutva, annyi egységnyi utat tett meg a felhő, mely egységnyi magasságban vízszintes irányban haladt tova.

kreisförmig und im Mittelpunkte durchgebohrt. Durch den Mittelpunkt geht eine Gerade Linie, welche in Millimeter getheilt ist. Die weiteren Bestandtheile des Spiegels sind der Arm *K*, welcher um die Achse *A* in verticaler Ebene stellbar ist. Am Ende des Armes befindet sich der Knopf *S* quer über den Arm liegt ferner ein zweiter Doppelarm, welcher um den ersten und auf diesem in verticaler Ebene drehbar und in dieser Ebene verschiebbar ist. Der eine von den Doppelarmen ist bedeutend länger wie der andere, an beiden befindet sich je ein kleiner Knopf. An das Ende des Hauptarmes ist ein Seidenfaden gebunden, welcher durch den Mittelpunkt der Spiegel-Öffnung gehend, mit einem Gewichte — das am zweiten Ende des Fadens befestigt ist — straff gehalten wird. Zur Ausrüstung des Nephoscopes

gehört noch der Winkelmesser *G*.

Das Instrument dient zur Bestimmung der relativen Geschwindigkeit und zugleich der absoluten Höhe der Wolkenbewegung. Bei Beobachtungen wird das Nephoscop horizontal auf den Tisch gestellt, hernach wird die Scheibe so gestellt, dass der mit der Scala versehene Durchmesser mit der Richtung des



8. ábra. — Fig. 8.

Wolkenzuges parallel zu stehen komme. Der Arm wird über dem Gelenk vertical gestellt, nun bringen wir den horizontalen Arm in eine solche Lage, dass wir am Instrumente etwas seitwärts stehend, einen beliebigen Fixpunkt der Wolke und den einen Knopf des horizontalen Armes im Spiegel in unmittelbarer Nähe des Durchmessers in ein und derselben Linie sehen können. Aus dieser Lage verfolgen wir mit den Augen die Bewegung der Wolke derartig, dass die relative Lage der Punkte im Spiegel ein und dieselbe bleibe. Ist die Scala thatsächlich in die Richtung der Bewegung eingestellt worden, so wird auch die Bewegung des reflectirten Bildes des Knopfes der Scala folgen, u. z. proportional der Absoluten Geschwindigkeit der Wolke. Die Dimensionen des Instrumentes waren derartig gewählt, dass der Bewegung des Knopfbildes in mm. während 30 Sekunden eine Bewegung der Wolke in eben so viel Theilen der Wolkenhöhe während einer Sekunde entspricht.

A felhő abszolút magasságának meghatározása végett a tükröt aként fordítjuk, hogy a csuklókar a középponttól a felhő irányában legyen, mi pedig az ellenkező oldalon foglalunk állást olyképen, hogy a felhő valamely fix pontjának képe pontosan a tükröközepébe jusson, a kart most aként állítjuk, hogy *S* gomb is oda jusson, úgy hogy a selyemzsinór visszavert képe ezen projectióban csak egy pontnak lássék.

A selyem zsinór most pontosan a felhő irányában áll. Az azimuth szögét a gombnak megfelelő index mutatja a vízszintes körön; a magasság pedig a szögmérővel lesz lemérve, úgy hogy azt függélyes síkban a zsinór mellé állítjuk.

A műszerrel úgy történnek a mérések, mint a theodolitokkal két pontból correspondálóan. Ha már a theodolittal nehéz munka a felhő-magasságmérés, úgy a Marvin-féle nephoscoppal épen kinos lehet, a mint azt a Weather Bureau főnöke Washingtonban be is vallja; ám azért 1898 és 1899. években a nemzetközi felhő-megfigyelés éveiben tizenöt főállomáson végeztek az Egyesült-Államokban rendszeres felhő-megfigyeléseket Marvin theodolitjával kapcsolatban a nephoscoppal.

A nephoscop adatai, ha hibás észlelésen alapulnak, a két állomásról reconstruált irányvonal nem fogja egymást metszeni, mint az a számításból ki is tűnik, kisebb különbségek középszámítás által némileg eltüntethetők volnának; miután azonban ez minden egyes esetben igen hosszadalmas eljárás volna, ilyen pontosságú megfigyelésnél felesleges is és így elhagyják.

d) Braun nephoscopia.

A hatvanas és hetvenes években még általánosan használták, ma már csak elvétve és így inkább csak történelmi szempontból érdekes. Lényegében igen hasonlít Marvin nephoscopjához, utóbbi valószínűleg abból is származik.

A készüléket a 9-ik ábrán mutatom be, mely egy az ó-gyallai meteorologiai observatorium muzeumában lévő példánynak photographiai képe.

A készülék talpzata két deszka, melyek közül az alsó fémlapokkal van pántolva, hogy a készülék stabi-

Für die Bestimmung der absoluten Wolkenhöhe wird der Spiegel derartig gedreht, dass der Gelenksarm in die Richtung der Wolke komme, wir aber stellen uns auf entgegengesetzter Seite derartig, dass das Bild eines beliebigen Fixpunktes der Wolke genau in den Mittelpunkt des Spiegels falle, nun stellen wir den Arm derart, dass auch der Knopf *S* dahin komme, so dass das reflectirte Bild der Seidenschnur in dieser Projection nur als ein Punkt sichtbar sei.

Die Seidenschnur steht jetzt genau in der Richtung der Wolke. Den Azimuthwinkel am Horizontalkreise zeigt der dem Knopfe entsprechende Index; die Höhe wird mit dem Winkelmesser abgemessen, u. z. dass man diesen vertical neben die Schnur stellt.

Mit dem Instrumente geschehen die Messungen gerade wie mit den Theodoliten, correspondirend von zwei Punkten. Wenn schon mit den Theodoliten die Wolkenhöhenmessungen eine schwierige ist, so ist die mit dem Marvin'schen Nephoscope geradezu peinlich, welches der Chef des Weather Bureaus in Washington auch zugesteht, dessenungeachtet werden in den Jahren 1898—99, in den Jahren der internationalen Wolkenhöhenmessungen in den Vereinigten-Staaten von Amerika an 15 Hauptstationen systematische Beobachtungen mit dem Marvin'schen Theodolite in Verbindung mit dem Nephoscope angestellt.

Basiren die Daten des Nephoscopes auf fehlerhaften Beobachtungen, so werden die von den beiden Stationen reconstruirten Directionslinien sich nicht gegenseitig schneiden, wie dies aus der Rechnung ersichtlich ist, kleinere Fehler wären auch einigermaßen verschwindbar zu machen, indem dieses aber von Fall zu Fall ein sehr langwieriges Verfahren wäre, ist dies bei Beobachtungen solcher Genauigkeit überflüssig, und mithin wird es auch ausser Acht gelassen.

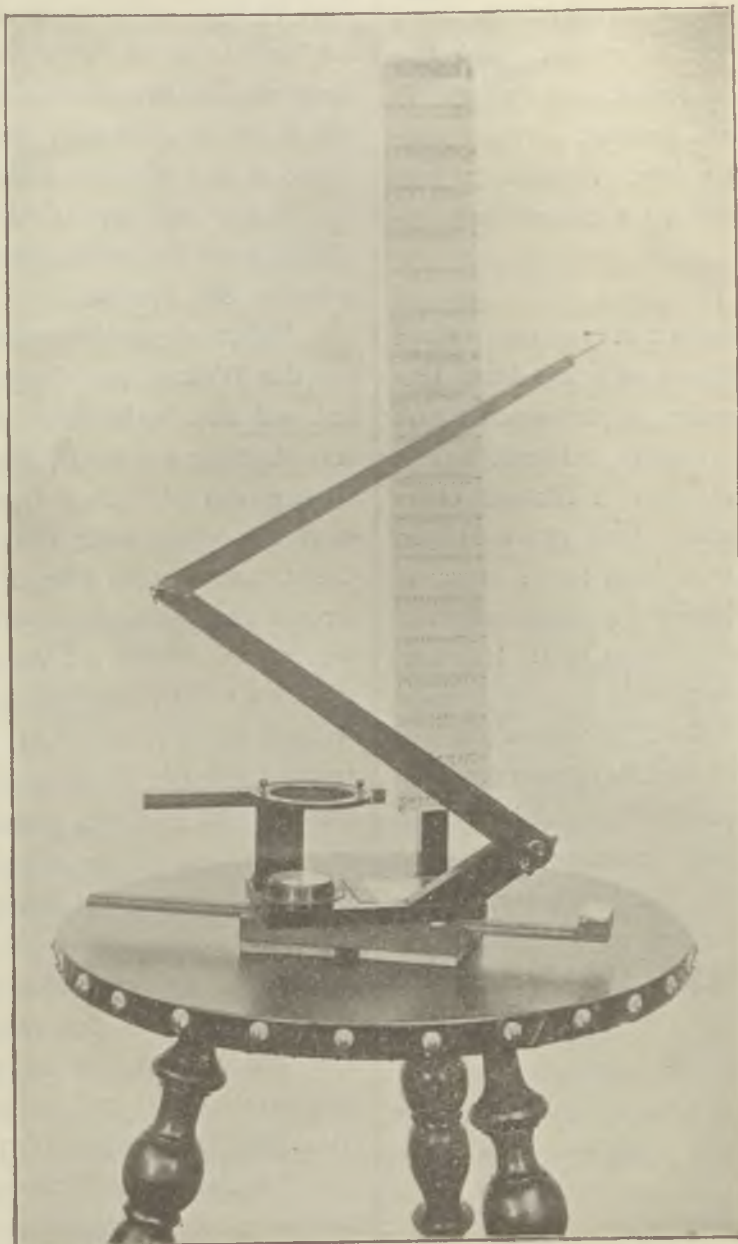
d) Das Braun'sche Nephoscop.

In den 60-iger und 70-iger Jahren wurde es allgemein benutzt, heute jedoch nur noch sporadisch, und ist daher mehr nur aus geschichtlichem Standpunkte interessant. Seinem Wesen nach gleicht es sehr dem Marvin'schen Nephoscope, letzteres verdankt seinen Ursprung wahrscheinlich jenem.

Die Figur 9 giebt das Bild dieses Instrumentes, welches nach einem in dem Museum des meteorologischen Observatoriums zu Ó-Gyalla befindlichen Instrumente verfertigt wurde.

Das Podiment des Instrumentes besteht aus zwei Brettchen, von welchen das untere mit Metallplatten beschla-

labbb legyen, a felső deszka az alsón egy a kettő közepén átmenő verticalis tengely körül némi surlódással forgatható. Az alsó deszka középvonalában egy kis lécz tolható végig, melynek vége egy kis táblával van ellátva, e táblának közepére egy kis fekete pont van festve. A felálló karok két vízszintes csuklón állíthatók és helyzetükben rögzíthetők. A felső kar végén egy görbitett drót van, ennek végén egy jókora sörét nagyságú gomb, melynek projectiója a vízszintes deszka síkján mindig afelső deszka középvonalába, illetve annak meghosszabbításába esik. A deszka tulsó szélén egy függélyes lécz van megerősítve, melyen egy scála látható, erről azonban még később lesz szó. A két kar között egy tükör van vízszintesen a deszkába illesztve. A deszka-talp baloldali részén egy függélyesen álló léczen egy fémgűrű van alkalmazva, ebben egy másik, valamivel kisebb gyűrű forgatható, a belső gyűrű nyílásának átmérője 2 hüvelyk és 5 vonal; szélei közt vékony drótfonal-kereszt van kifeszítve. A gyűrű alatt egy bussola van a deszkalapon, a bussola tengelye a fonalkereszt keresztezési pontjával egy verticalisban fekszik.



9. ábra. — Fig. 9.

gen ist, um die Stabilität des Apparates zu erhöhen, das obere Brett ist um eine verticale Achse, welche durch die Mitte beider Bretter geht, mit einer kleinen Reibung über dem unteren Brett drehbar. Durch die Mittellinie des unteren Brettes ist eine kleine Latte schiebbar, an deren Ende sich ein Täfelchen befindet, mit einem schwarzen Punkte in der Mitte. Die stehenden Arme sind mittelst Horizontalgelenke stellbar und in ihren Lagen fixirbar. Am Ende des oberen Armes befindet sich ein gebogener Draht, mit einem Kügelchen am Ende, dessen Projection aus der Fläche des horizontalen Brettes immer in die Mittellinie oder in dessen Verlängerung fällt. Am entgegengesetzten Rande des Brettes ist eine verticale Latte mit sichtbarer Scala befestigt, von welcher später Rede sein wird. Zwischen beiden Armen ist ein Spiegel horizontal in das Brett gelassen. An der linken Seite des Brettfußes ist an einer verticalen Latte ein Metallring angebracht, in welchem sich ein zweiter kleinerer Ring dreht, die innere Lichte des inneren Ringes hat einen Durchmesser von 2 Zoll und 5 Linien, an den Rändern ist aus feinem Draht ein Fadenkreuz gespannt.

Unter dem Ring ist amBrette eine Bussole angebracht, die Achse der Bussole liegt mit dem Kreuzpunkte des Fadenkreuzes in einer Verticalen.

Megtigyeléskor a műszer a szabadban aszatra úgy lesz állítva, hogy a bussola szélrózsája a megfelelő világtájak felé mutasson. Az észlelő a műszer középvonalában a bussola felőli végén helyezkedik el; aztán a gyűrűn keresztül a tükörré nézve a készülék karját úgy igazítja, hogy a felhő egy fix pontjának és a

Bei Beobachtungen wird das Instrument im Freien so auf den Tisch gestellt, dass die Windrose der Bussole nach den entsprechenden Weltgegenden falle. Der Beobachter stellt sich in die Mittellinie der Bussolenseite auf, und sieht durch den Ring auf den Spiegel, richtet den Arm des Apparates derartig, dass der Fixpunkt der

gombnak tükörképe, valamint a fonalkereszt közepe egy irányba jusson. A felhő mozgását most szemével követte olyképp, hogy a gomb és felhő képe a tükörben továbbra is együtt maradjanak; ilyen módon azok csakhamar a középről a kör széleig jutottak.

A gyűrűt most úgy fordították, hogy valamelyik fonal vége arra a pontra jusson a kerületen, hová előbb a felhő és a gomb jutott, ha most a gyűrű fölé állottak úgy, hogy a szem a fonalkereszt közepe és a bussala tengelye egy irányba jutottak, a fonal projectiója a szélrózsán mutatta a felhő vonulási irányát, bár ellenkező értelemben, mint azt a reflectált kép cselekedte.

Huzzuk meg képzeletben azt a sugarat, mely a felhőtől a műszer gombját érintve és a vízszintes tükörön megtörve az észlelő szemébe jut, de hosszabbitsuk ezt meg a tükörön túl és keressük átdöfését egy a tükör alatti vízszintes sikkal, mely a tükörtől olyan távol van, mint a fonalkereszttel ellátott gyűrű. Minden ut, melyet a sugár e vízszintes sikon leirna, ugyanaz volna nagyságra és irányra nézve is a fonalkereszt sikkjában leirt útnál. Az észlelt út iránya tehát 180 fokkal fordított, az észlelt sebesség pedig arányos a felhő viszonylagos mozgási sebességével. Hasonlóan igen egyszerűen bizonyítható, hogy az észlelés teljesen független a felhő magasságától vagy azimuthjától, az észlelt sebesség csak a kar gombjának tükör feletti magasságától függ, azzal egyenesen arányos. Az észlelt út a fonalkereszt közepétől a sugár irányában a kerületig terjed, hossza tehát a nyílás sugárhossza 1 hüvelyk és $2\frac{1}{2}$ vonal, az idő pedig, mely az út megtételére szükséges, fordítva arányos a felhő relativ sebességével.

A felhő relativ sebességének meghatározására Braun¹⁾ alapul egy 1000 láb magasságban m. p.-ként $\frac{1}{2}$ láb sebességgel haladó felhőt választott, melynek foka scálájában 1 volt. A scala 1-től 10-ig terjedt, mely-

Wolke und das Spiegelbild des Knopfes sowie auch die Mitte des Fadenkreuzes in eine Linie falle. Nach dem die Wolkenbewegung auf eine Weise eruiert wurde, dass der Knopf und das Wolkenbild auch für fernerhin beisammen bleiben, kommen diese alsobald vom Mittelpunkte an die Peripherie des Kreises.

Sodann drehten sie den Ring so, dass das Ende eines Fadens auf jenen Punkt der Peripherie komme, auf welchen bevor die Wolke und der Knopf standen, wenn sie sich nun derartig über den Ring stellten, dass das Auge, die Mitte des Fadenkreuzes und die Bussolen-Achse in eine Richtung kamen, so zeigte die Projection des Fadens auf der Windrose die Zugsrichtung der Wolke, zwar im entgegengesetzten Sinne, als dieses das reflectirte Bild machte.

Ziehen wir vorstellungsweise jenen Strahl, welcher von den Wolken, den Knopf des Instrumentes tangierend und auf dem horizontalen Spiegel reflectirt ins Auge des Beobachters dringt, und verlängern wir diesen bis über den Spiegel und suchen wir seinen Durchstoss mit einer unter dem Spiegel sich befindenden Ebene, welcher vom Spiegel so weit entfernt ist, wie der mit dem Fadenkreuz versehene Ring. Jeder Weg, welchen der Strahl auf dieser horizontalen Ebene beschreiben würde, wäre der Grösse und Richtung nach derselbe als der, der in der Ebene des Fadenkreuzes beschriebene. Die Richtung des beobachteten Weges ist eine um 180° gedrehte, die beobachtete Geschwindigkeit ist proportional zu der relativen Bewegungs-Geschwindigkeit der Wolke. Auf ähnliche Weise ist es sehr einfach zu beweisen, dass die Beobachtung vollständig unabhängig von der Wolkenhöhe und dessen Azimuthe ist, die beobachtete Geschwindigkeit, ist nur von der über den Spiegel sich befindlichen Höhe des Armknopfes abhängig, und ist mit diesen gerade proportional. Der beobachtete Weg geht von der Mitte des Fadenkreuzes in der Richtung des Radius bis an die Peripherie, seine Länge entspricht der Öffnungs-Radiuslänge, welche 1 Zoll und $2\frac{1}{2}$ Linien beträgt, die Zeit aber, welche nöthig ist, diesen Weg zu machen, ist umgekehrt proportional mit der relativen Wolkengeschwindigkeit.

Zur Bestimmung der relativen Wolkengeschwindigkeit wählte Braun¹⁾ als Basis eine in 1000 Fuss Höhe mit einer Geschwindigkeit von $\frac{1}{2}$ ' Fuss pro Sec. dahin eilenden Wolke, dessen Grad in seiner Scala gleich 1 war. Die Scala ist von 1—10 getheilt, in welcher

¹⁾ Dr. C. Braun: Das Nephoscop. Zeitschrift für Meteorologie 1867.

ben a fokoknak megfelelő értékek geometriai haladásvány szerint nőnek, melynek egyik faktora $\sqrt[9]{100}$. A scala értékei a következők:

Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Érték	1	1.668	2.782	4.641	7.742	12.916	21.545	35.938	59.947	100
Kiegészítő	1	2	3	5	8	13	22	36	60	100

Az értékek a legközelebbi egész számra lettek kiegészítve.

A műszeren a gomb különböző állásainak más és más értékek felelnek meg; a gomb magassága tehát egyszerűen szemmel való nivellálással lesz a táblán leolvasható. A felhő viszonylagos sebesség most már a gomb magasságából hozzáadva a fonalkereszt magasságát, továbbá abból az időből, a melyre szüksége volt a felhő képezésnek, hogy egy fél fonal hossznyi utat megtegyen, e két adatból a felhő viszonylagos sebessége meghatározható. Hogy azonban az észlelés meg legyen könnyítve, a gombnak megfelelő minden magasságban előre kiszámított értékek, még pedig már a megfelelő scala-értékek lesznek az átvonulási időknél megfelelően feljegyezve.

A táblán például a 20-ik magassági vonalon a következő olvasható:

100	50	33	20	12.5	7.7	4.5	2.8	1.7	1.0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Hol a vonal feletti számok a másodperczeket jelentik, melyre a felhőnek szüksége volt, hogy a nyílás sugárának megfelelő utat megtegye; a vonal alatti számok pedig a viszonylagos sebesség megfelelő fokozatai.

A nephoscop később be lett rendezve olyképen, hogy absolut magasságokat is lehetett vele mérni a felhő-árnyék segítségével. E célból az alsó talpban csuszó lécz ki lett huzva egy meghatározott nagyságra. Azután a készülék valamely élén végigtekintve az a felhő-árnyék irányába lett állítva. Másodszor a nap azimuthja lett beirányozva olyképen, hogy valamelyik karon végig néztek; a talp alsó része maradt a régi irányban, csak a felső lett a tengely körül elforgatva, most a kar úgy lett elmozgatva, hogy a gomb árnyéka pontosan a lécz kis tábláján a fekete pontra essen. A mint látjuk az eljárás elve egészen hasonló ahoz, mit az 1. pont alatt tárgyaltunk, csak hogy itt a szögek helyett szögfüggvényeket mérünk és felhasználjuk a szereplő idomok hasonlóságát.

der entsprechende Werth der Grade in geometrischer Progression fortschreiten und dessen Factor $\sqrt[9]{100}$ ist. Die Werthe der Scala sind die folgenden:

Index	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Werth	1	1.668	2.782	4.641	7.742	12.916	21.545	35.938	59.947	100
Ergänzt	1	2	3	5	8	13	22	36	60	100

Die Werthe sind auf die nächstfolgende Ganzzahl ergänzt worden.

Am Instrumente entsprechen den verschiedenen Stellungen des Knopfes andere und andere Werthe, die Höhe des Punktes wird daher einfach durch Nivelliren mit dem Auge an der Tafel abgelesen. Die relative Geschwindigkeit der Wolke kann nun aus der Höhe des Knopfes, des Fadenskreuzes und aus dem Zeitintervall bestimmt werden, welches das Spiegelbild der Wolke braucht, die Hälfte des Fadens durchzulaufen. Um die Beobachtung zu erleichtern sind für jede Knopfhöhe und Durchgangszeit Tabellen der relativen Geschwindigkeit in Graden.

Auf der Tafel ist z. B. bei der Höhenlinie 20 Folgendes zu lesen

100	50	33	20	12.5	7.7	4.5	2.8	1.7	1.0
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Wo die über der Linie sich befindenden Zahlen Secunden bedeuten, welche dazu nöthig waren, dass die Wolke den Weg der Öffnung durchlaufe; die Zahlen unter der Linie sind die entsprechenden Grade der relativen Geschwindigkeit.

Das Nephoskop wurde später so eingerichtet, dass man mit demselben auch absolute Höhenmessungen ausführen konnte, u. zw. mit Hilfe des Schattens. Aus diesem Grund wurde die im untern Brette bewegliche Latte bis zu einer bestimmten Grösse ausgezogen und diese in den Schatten der Wolken eingestellt, indem man in der Richtung längs irgend einer Kante des Instrumentes dahinschaute. Andererseits wurde das Azimuth der Sonne eingestellt u. zw. derartig, dass man entlang eines beliebigen Armes blickte, wobei der untere Theil des Fusses in der vorherigen Richtung blieb, und nur der ober wurde um die Achse gedreht, jetzt wurde der Arm so verschoben, dass der Schatten des Knopfes genau auf den schwarzen Punkt der an der Latte befindlichen kleineren Tafel zu fallen komme. Wie ersichtlich, ist das Verfahren dem unter 1. besprochenen gleich, es werden anstatt der dort gemessenen Winkel hier trigonometrische Functionen

A műszer két talpa olyan szöget zár be, mint az árnyékon és a napon átmenő verticalis körök, a gomb árnyékkupjának tengelye a felhő árnyékkupjával párhuzamos, következésképp a felhő árnyék-távolsága úgy aránylik a felhő magasságához, mint a fekete pont távolsága a műszer tengelyétől aránylik a gombnak a pont feletti magasságához. Ha a léczet állandó hosszúságra huzzuk mindég ki, úgy a felhőmagasság csak az árnyék távolságától és a gomb magasságától függ.

Hogy az észlelő ettől a kis számítástól is meglegyen kímélve, a megfelelő adatok a táblán előre be vannak vezetve, például a 13-ik magassági vonalnál:

A	26.000	19.000	15.600	13.000	11.000	10.400	9.100	7.800	6.500	5.200	3.900	2.600	1.300	650
B	20.000	15.000	12.000	10.000	9.000	8.000	7.000	6.000	5.000	4.000	3.000	2.000	1.090	500

Hol a vonal alatti számok az árnyék távolságát jelentik, a vonal feletti pedig a felhő magasságát az árnyéka felett. Ha a felhő igen magasán áll, a léczet felényire huzzuk csak ki, a mikor azután a magasságoknak kétszeresét veszszük.

Nephoscopicus megfigyelésekkel kapcsolatban az absolut magasság meghatározására még egy módszer ajánlható, melyről már Braun is tesz említést¹⁾ s ez abban áll, hogy a felhő árnyékának mozgását kísérjük figyelemmel valamely részletes térképet és zsebórát véve segítségül, ilyen módon a mozgás absolut értékét kapjuk közvetlenül, melylyel a viszonylagos megfigyelésekből az absolut magasság is kiszámítható.

6. Felhőmagasságmérés zenith-kamarákkal.

Ezen módszer elve röviden a következőkben foglalható össze: Két photographiai kamara egymástól mintegy 500—1500 meter távolságban, optikai tengelyével pontosan az állomás zenithjére irányozva, állandó szilárd helyzetben lesz felállítva. Az eljárás egyszerűsítése czéljából a két kamara objectiv lencséje lehetőleg

derselben gemessen und die Ähnlichkeit der Figuren ausgenützt.

Die Podimente des Instrumentes schliessen einen solchen Winkel ein, wie die durch den Schatten und durch die Sonne gehenden Vertical-Kreise, die Achse des Kegelschattens vom Knopfe sind mit dem Kegelschatten der Wolke parallel, folglich ist die Entfernung des Wolkenschattens so proportional zur Wolkenhöhe, wie die Entfernung des schwarzen Punktes von der Achse des Instrumentes sich proportionirt zur Höhe des Punktes über dem Knopfe. Ziehen wir die Latte beständig auf die constante Länge, so hängt die Wolkenhöhe nur von der Schattenlänge und von der Höhe des Knopfes ab.

Dass der Beobachter auch von dieser kleinen Berechnung verschont bleibe, sind die entsprechenden Daten schon bevor auf der Tafel verzeichnet, so ist bei der 13. Höhenlinie

A	26.000	19.000	15.600	13.000	11.000	10.400	9.100	7.800	6.500	5.200	3.900	2.600	1.300	650
D	20.000	15.000	12.000	10.000	9.000	8.000	7.000	6.000	5.000	4.000	3.000	2.000	1.090	500

Die Zahlen unterhalb der Linie bedeuten die Entfernung des Schattens, die Zahlen hingegen oberhalb der Linie die Höhe der Wolken über den Schatten. — Steht die Wolke sehr hoch, so wird die Latte nur zur Hälfte ausgezogen, dann aber wird die Höhe doppelt genommen.

Zu absoluten Höhenmessungen in Verbindung von nephoscopischen Beobachtungen ist noch eine Methode empfehlenswerth, welche auch schon Braun erwähnte¹⁾ und diese besteht darin, dass wir die Bewegung des Wolkenschattens mit Hilfe einer Detailkarte und einer Taschenuhr aufmerksam beobachten; auf diese Weise bekommen wir direct den absoluten Werth der Bewegung, mit welcher aus den relativen Beobachtungen die absolute Höhe berechenbar ist.

6. Photogrammetrische Wolkenhöhenmessung mit unbewegten Kammern.

Das Princip dieser Methode ist kurz in folgendem zusammenfassbar: zwei photographische Kammern werden voneinander in einer Distanz von 500—1500 Meter mit ihrer optischen Achse genau in das Zenith der Station eingerichtet und ein für allemal fix aufgestellt. Um das Verfahren zu vereinfachen bedient man sich

¹⁾ Carl Braun S. J. Das Nephoscop eingerichtet zum Messen der Wolkenhöhe. Zeitschrift für Meteorologie 1874.

egyenlő gyújtávval bír, mely esetben alsó főtávjuktól számítva, a photographiai lemez mindkettőnél pontosan egyenlő távolban van.

Az exponált lemezre fonalkereszt, vagy más állandó jelek is fényképeződnek, melyekkel, miután correctiójuk előre meg lett állapítva, a zenithpontnak a képe és a valódi coordinata-rendszer megállapítható. A photograph-kamarákkal correspondáló fölvételek készülnek mindkét állomáson, a felette elterülő égboltról. A két gép által felvett képekre kerültek részben egyéb részletek is, de találhatunk mindkettőn félreismerhetlenül azonos részeket is, ezen részek a két lemezen egymáshoz viszonyítva, parallacticusan el lettek tolvá; az eltolás nagysága, ha már a coordinata-rendszer tengelyeit ismerjük, comparatoron pontosan lemérhető. A készüléken a képtávolság és a két állomás távolsága mindig állandó mennyiség, következésképp a felhő magasságára a kiszámításnál egyedül az eltolás nagysága van befolyással.

A kezelés megkönnyítése céljából és főleg azért, hogy az egész felvétel egy ember által végezhető legyen, készültek újabban olyan szerkezetek, melyeknél úgy szólván az egész folyamat automaticusan történik. A potsdami meteorológiai observatorium számára Fuess steglitz mechanikus készített egy automaticus felhő-photographálót dr. A. Sprung tervezete szerint. A műszer leírása vázlatosan a következő:

A tulajdonképeni szerkezet egy kis házikóban van elhelyezve, a mely csuklószerkezettel kétfelé nyitható, a mikor a kamara szabaddá lesz. A kamara állandóan a zenithre van állítva, az objectivek Goertz-től valók, gyújtávjuk körülbelül 18 cm. és mindkettőnél igen közel egyenlők. A készülék úgy van igazítva, hogy a lemezek érzékeny hártája mindkét készüléknél ugyanolyan távolba jusson a második főtávjától, a mi által keletkező élettensége a képnek elenyésző. A kamara mellett két másik, világosságtól mentesített kamara van: egyik a még nem használt, másik a már exponált lemezek befogadására szolgál. Egyszerre husz, lemezzel töltött cassetta lesz a kamarába betéve, a kiváltás automaticusan történik. A kamara háza is automaticusan nyílik kétfelé és záródik be újra. Hogy a működés mindkét állomás gépezeténél identicusan történjen, a mozgás elektromos contactussal lesz a két készülékben egyszerre megindítva. A ház kétfelé nyílik lassan és

zwei Camera's, deren Objectiv-Linsen womöglich gleiche Brennweiten besitzen sollen, in welchem Falle die photographischen Platten von den unteren Hauptpunkten in gleicher Entfernung steht.

Auf die Platte wird ein Fadenkreuz, oder andere mit der Camera fest verbundene Marken mit aufgenommen, welche die Lage des Zenithpunktes und des wirklichen Coordinatensystems bestimmen. Nun werden an beiden Stationen mit den Kammern correspondirende Aufnahmen gemacht von dem über diesen stehendem Himmelsgewölbe. Auf den, von den beiden Apparaten aufgenommenen Bildern kommen auch theilweise andere Details, wir werden aber auf diesen auch identische Objecte finden, diese Objecte sind auf den beiden mit einander verglichenen Platten parallactisch zu einander verschoben. Die Grösse der Verschiebung ist, wenn wir die Achsen des Coordinaten-System kennen, mittelst eines Comparators genau messbar. Am Apparate ist die Bilddistanz und die Basis der Station immer eine constante, folglich ist auf die Wolkenhöhe bei der Berechnung nur die Grösse der Verschiebung von Einfluss.

Um das Verfahren zu vereinfachen, hauptsächlich aber, dass beide Aufnahmen von einem Beobachter ausgeführt werden können, sind neuerdings solche Apparate construiert worden, mit welchen der ganze Process auf automatischen Wege durchgeführt werden kann. Für das meteorologische Observatorium zu Potsdam verfertigte nach Angaben Prof. Sprung's Mechaniker Fuess in Steglitz einen automaticus Wolken-photograph-Apparat, dessen Beschreibung der Hauptsache nach die folgende ist:

Die Construction selbst ist in einem kleinen Häuschen untergebracht, welches mittelst eines Gelenkmechanismus sich in zwei Theile öffnet, alsdann die Camera frei wird. Die Camera ist beständig auf das Zenith hin eingestellt, die Objective sind von der Firma Goertz, ihre Focus-Distanz ist ungefähr 18 cm. und sind bei beiden nahezu gleich, die Apparate sind so justirt, dass die lichtempfindlichen Schichten der Platten bei beiden Apparaten von dem zweiten Hauptpunkte gleich entfernt stehen, die dadurch entstehende Unschärfe des Bildes ist unbedeutend. Neben den Kammern stehen noch zwei andere, vom Lichte gänzlich geschützte Kammern, die eine dient zur Aufnahme der noch nicht gebrauchten, die andere der schon exponirten Platten. Auf einmal wurden 20 mit Platten gefüllte Cassetten in die Camera geschoben, das Auswechseln geschieht automaticus. Auch das Häuschen der Camera öffnet und schliesst sich wieder automaticus. Damit das Func-

midőn már a látmező teljesen szabad, a készülék a kamarában lévő lemezt exponálja, azután újra becsukódik a háztető is. A kamarában ezalatt az exponált lemez oldalt lesz tolva a raktár gyanánt szolgáló második kamarába és helyét egy másik még fényt nem kapott lemez foglalja el. A készüléken minden felvétel után két szám lesz láthatóvá, melyek mindkét készüléken az elfogyasztott lemezek számát jelzik és ha a lemezek elfogytak, szakadatlan csöngetés teszi erre az észlelőt figyelmessé, hasonlóképen jelezve lesz azon pillanat, melyben a felvétel történt, hogy az idő pontosan feljegyezhető legyen.

A kamarákban közvetlen a lemez előtt négy csúcs nyúlik be az oldalak közepén, melyek a lemezre ráfényképeződnek, ha e csúcokat összekötjük, megkapjuk a fonalkeresztet, melyre minden mérést vonatkoztatni kell. A fonalak metszési pontja a kép közepe, melynek a zenithpontot kellene ábrázolni. A műszer correctiója abból áll, hogy ezen elsődleges fonalkereszt hibáit meghatározzuk. E hiba meghatározására a műszer megteremtője, dr. Sprung, segédeszközül egy csillag megphotographálását választotta és az eljárást részletesen ismertette.¹⁾

Miután a készülék helyéből el nem mozdítható, a correctio különös eljárásokat kíván. Ezen eljárások egyike, hogy egy magas háromlábát állítanak a készülék fölé, melyen kifeszített drótból egy fonalkereszt van ábrázolva, e drótok egyike a bázissal párhuzamos, a másik erre merőleges, a drótok keresztezéséről egy függő ón lóg le, mely pontosan a lencse közepét érinti. A kamara meg lesz ezután töltve lemezzel és a fonalkereszt megphotographálva. A drótfonal képének a kamara csúcsaival össze kell esni s ha ez nem történik, a kettő különbsége, a correctio meghatározható.

Ezen eljárás Potsdamban sem volt keresztülvihető, egyrészt mivel a készülék felállítási helye nem alkalmas arra, hogy egy nagyobb háromlábát fölé állítsanak, aztán a szél a függő ón zsinórját folyton lóbálva, az eljárást igen megnehezíti, továbbá mivel, minthogy a felvétel

tioniren der Apparate beider Stationen identisch geschehe, wird die Bewegung in beiden Apparaten mittelst elektrischer Contacte ausgelöst. Das Häuschen öffnet sich allmählig und wenn das Gesichtsfeld gänzlich frei ist, exponirt der Apparat die in der Camera befindlichen Platten, sodann schliesst sich der Deckel des Häuschens abermals. In der Camera wird indessen die exponirte Platte seitwärts geschoben in die als Lager dienende zweite Camera und an Stelle dieser tritt eine neue noch nicht exponirte Platte. Am Apparate sind nach jeder Aufnahme zwei Zahlen sichtbar, welche an beiden Apparaten die Anzahl der schon verbrauchten Platten anzeigt, sind sämtliche Platten verbraucht, so wird dieser Umstand dem Beobachter durch ein fortwährendes Klingeln kund gegeben, ähnlicher Weise wird auch jener Augenblick angezeigt, in welchen die Aufnahme vollendet wurde, um den Zeitpunkt genau notiren zu können.

In unmittelbarer Nähe der Platten, reichen vier Spitzen an der Mitte der Seitenwände in die Camera, welche auf die Platten mitphotographirt werden. Verbinden wir diese Spitzen, so bekommen wir das Fadenkreuz, auf welches eine jede Messung bezogen werden muss. Der Schnittpunkt der Fäden ist die Mitte des Bildes, welcher eigentlich den Zenithpunkt darstellen sollte. Als Hilfsmittel zur Bestimmung der Fehler wählte Prof. Dr. Sprung, der diesen Apparat ersonnen, das Photographieren eines Sternes und beschrieb sein Verfahren detailirt.¹⁾

¹⁾ Dr. A. Sprung Ueber den photogrammetrischen Wolkenautomaten und seine Justirung. — Zeitschrift für Instrumentenkunde, 1899.

végtelenre való beállítással történik, hogy a fonálnak éles képét kapjuk, kis diaphragma nyílással kellene a felvételt eszközölni; már pedig, hogy az így lediaphragmázott lencse optikai tengelye ugyanaz-e, a mi teljes nyílás mellett, ahhoz kétség férhet.

Sprung tehát egy csillag lefényképezését választotta: α Lyrae-t fényképezte le ilyen módon, mely a lemezen 7 cm. hosszú, gyengén hajtott görbe vonalat rajzolt. Eleinte a csillag képe, bár igen szépen volt látható a lemezen, a csúcsok azonban semmi nyomot nem hagytak hátra, ezért az exponálást később már alkonyatkor kezdte meg, mikor az elsőrendű csillagok láthatóvá lettek.

Ha a lencse első főpontjától a csillagig egy egyeneset képzelünk, ez egyenes 24 óra alatt egy körkúpfelületet fog leírni, ugyanilyen kúpfelületet ír le a második főponttól vont az előbbihez párhuzamos egyenes, e kúpnak metszése egy ferde sikkal, jelen esetben a lemez érzékeny oldalával, általánosan egy ellypsis lesz. Az ellypsis egyenlete, ismerve α Lyrae declinációját és a hely földrajzi szélességét, könnyen felállítható, a miből kiszámíthatjuk annak méreteit is, ismerve a focustávolságot, e méreteket Potsdamra nézve dr. Sprung következőknek találta:

$$a, b \text{ és } e.$$

Hol a jelenti a fél nagy átmérőt, b a fél kis átmérőt, e pedig a projectio középpontjának távolságát az ellypsis voltaképeni középpontjától.

Sprung most egy olyan csillag által a lemeze leírt ellypsis pályáját számítja ki, a mely a potsdami meridiánt Potsdam zenithjében metszi át, ennek méretei:

$$a, b, c \text{ és } a - e.$$

$a - e$ jelenti a projectio középpontjának távolságát a kerület legközelebbi csúcsától, zenithcsillagoknál e csúcspontra a zenithpont képével esik össze. Miután az eddigi számítások alapját képező tengelyrendszer csúcspontra a projectio középpontjával esik össze, mely a világtengegy sarkának képe, melyre az ellypsisek egyenlete is vonatkozott; a tengelyrendszert szükséges volt eltolni az ellypsis nagy tengelyének irányában ($a - e$) távolságra, hogy a tengelyrendszer csúcspontra azon pontjára jusson a lemeznek, a melyre a zenithpont képe photographálódna.

Es wurde der Stern α Lyrae photographirt. Obzwar im Anfang das Bild des Sternes an der Platte sehr schön sichtbar war, liessen die Spitzen keine Spur hinter sich, daher wurde das Exponiren später erst bei der Dämmerung begonnen, u. zw. als die Sterne ersten Ranges sichtbar wurden.

Stellen wir uns eine Gerade von dem ersten Hauptpunkte der Linse bis zum Sterne vor, so wird diese Gerade innerhalb 24 Stunden eine Kreiskegelfläche beschreiben, dieselbe Kegelfläche wird die vom zweiten Hauptpunkte und zur ersteren parallel laufende Gerade beschreiben, diese Fläche schneidet in diesem Falle auf der lichtempfindlichen Seite der Platte im allgemeinen eine Ellipse aus. Die Gleichung der Ellipse, wenn die Declination von α Lyrae und die geographische Breite bekannt ist, ist leicht aufzustellen, aus welcher auch dessen Dimensionen — wenn wir die Focus-Distanzen kennen — berechenbar sind. Die Dimensionen sind für Potsdam nach Dr. Sprung die folgenden:

$$a, b \text{ und } e.$$

Wo a den halben grossen Durchmesser, b den halben kleinen Durchmesser und e den Abstand des projectivischen Mittelpunktes vom geometrischen Mittelpunkte der Ellipse bedeutet.

Nun berechnet Sprung die auf die Platte geschriebene Ellipsis eines solchen Sternes, welcher den Meridian von Potsdam im Zenithe von Potsdam schneidet. Die Dimension dieser sind folgende:

$$a, b, c \text{ und } a - e.$$

$a - e$ bedeutet die Distanz des projectivischen Mittelpunktes von dem nächsten Scheitel der Ellipse, bei Zenith-Sternen fällt dieser Scheitelpunkt mit dem Bilde des Zenithpunktes zusammen. Das Achsen-System muss also in der Richtung der Ellips-Gross-Achse verschoben werden u. zw. auf die Distanz ($a - e$), dass der Anfangspunkt des Achsensystems auf jenen Punkte der Platte komme, auf welchen sich sonst das Bild des Zenithpunktes photographiren würde.

Mintogy azonban a két állomást összekötő vonal nem esik egybe a délkörrel, hanem azzal szöveget zár be, Sprung még egy coordinata transformatiót hajtott végre és így nyerte a végleges coordinata rendszer tengelyeit.

A magasság kiszámításához szükséges parallaxis:

$$p = \eta_2 - \eta_1$$

melyben η_2 a mellék és η_1 a fő állomásra vonatkoztatott parallacticus eltolódás, melyek ellenkező előjelűek lévén, a valóságban így a látszólagos különbség tulajdonképpen összeget jelent.

A magasságot közvetlenül a következő formula adja: $h = \frac{BF}{p}$ (I) hol B az alapvonal hossza, F pedig a gyújtótávól illetve képtávól; mintogy a számláló állandó, a h értéke egyedül a nevezőtől függ és erre nézve Sprung táblázatot készít, melyből a magasság számítás nélkül közvetlen kiolvasható.

Ha az 1. alatti egyenletet differentiáljuk:

$$dh = -\frac{CF}{p^2} dp$$

$$\frac{dh}{h} = -\frac{dp}{p}$$

vagyis a magasságmeghatározás relatív hibája egyenlő a parallaxis relatív hibájával.

Magasabb felhőknél csekélyebb a pontosság és ezt alig egyenliti ki azon körülmény, hogy a felhők élesebb szegélyű képet rajzolnak a lemezen.

Sprung határozottan tagadja, hogy ez eszközökkel nagyobb pontosságot érhetünk el a mérésnél, mint:

15 km.-nél	100 m.
10 » »	50 »
3 » »	5 »

és ha valaki az ellenkezőről volna meggyőződve, az csak tévedésen alapulhat.

A bázist tovább nagyítani azért nem lehet, mert akkor alacsonyabb felhők nem kerülnek bele mindkét készülék látmezejébe.

Határozottan elhibázott dolognak tartaná Sprung másfelől a bázist sokkal kisebbre például egy-két száz méterre venni; és ha itt a parallaxist úgy akarjuk nagyítani, hogy hosszabb focustávólú objektíveket veszünk: — jóval költségesebb lesz az egész berendezés és igen keveset javítunk általa.

Nachdem aber die, die beiden Stationen verbindende Linie mit dem Meridiankreis nicht zusammenfällt, sondern mit diesen einen Winkel einschliesst, so hatte Sprung noch eine Coordinaten-Transformation durchgeführt und erhielt auf diese Weise die Achsen des endgültigen Coordinaten-Systems.

Die zur Berechnung der Höhe nöthige Parallaxis ist:

$$p = \eta_2 - \eta_1$$

wo η_2 und η_1 die Abstände der identischen Punkte von einer durch den Mittelpunkt gehenden, auf die Basis senkrechten Linie bedeuten.

Die folgende Formel giebt die unmittelbare Höhe: $h = \frac{BF}{p}$ (I) in welcher B die Länge der Grundlinie ist, F aber die Brennpunkt-Distanz, respective die Bild-Distanz ist, indem aber der Zähler eine Constante ist, der Werth h einzig und allein von dem Nenner abhängt, so berechnete Sprung für diese eine Tabelle, aus welcher die Höhe ohne Berechnung direct ersichtlich ist.

Wird die Gleichung unter (I) differentirt,

$$dh = -\frac{BF}{p^2} dp$$

$$\frac{dh}{h} = -\frac{dp}{p}$$

d. h. der relative Fehler der Höhenbestimmung ist gleich mit dem relativen Fehler der Parallaxis.

Sprung behauptet, dass man mit diesen Hilfsmitteln keine grössere Genauigkeit erreichen konnte als

wie bei 15 km. Höhe 100 m.
» » 10 » » 50 »
» » 3 » » 5 »

Wenn jemand vom Entgegengesetzten überzeugt wäre, so kann dieses nur auf einem Irrthum beruhen.

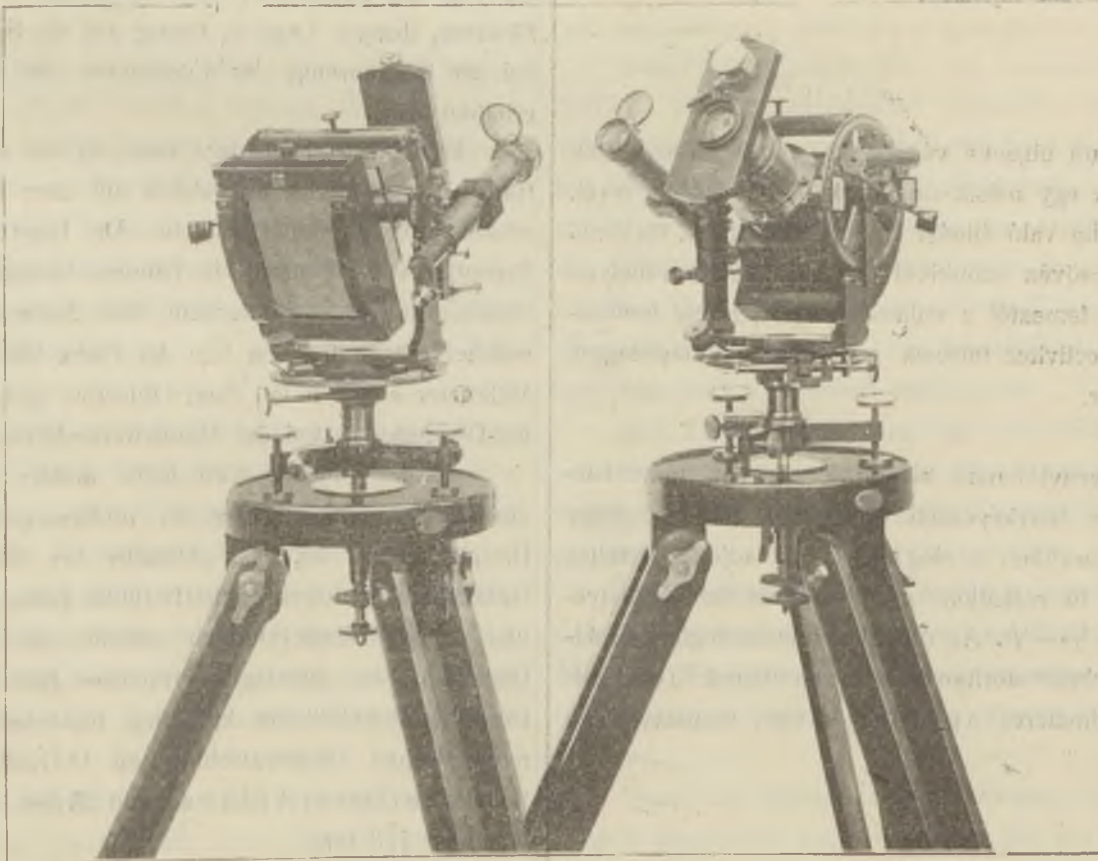
Die Basis noch weiter zu verlängern ist deshalb unmöglich, weil dann niedrigere Wolken nicht ins Gesichtsfeld der beiden Apparate gelangen können.

Für eine verfehlt Sache hielte es Sprung anderseits die Basis um vieles zu verkleinern, Beispielshalber auf eine Distanz von 2—300 Metern, und wenn wir hier die Vergrößerung der Parallaxis durch Anwendung solcher Objective durchführen wollten, deren Focusdistanz eine längere wäre; alldies möchte die Kosten der Einrichtung um vieles erhöhen, ohne eine wesentliche Verbesserung herbei zu führen.

A felhőphotographáló automata eleinte tükörszerkezettel volt ellátva, a mikor nemcsak zenithben, de az ég bármely tájáról készíthettek vele felvételeket; ám e szerkezet később el lett róla távolítva; valószínűleg mert egyrészt az észlelési adatok reductioját complicáltabbá tette, másrészt e tükröket minden egyes esetben mindkét állomáson állítani kellett a felhők helyzetének megfelelőleg és e körülmény a műszert legfőbb kényelmétől fosztotta volna meg; automata jellegéből vetköztette volna ki.

7. Felhőmagasságmérés phototheodolitokkal.

A phototheodolitokkal és zenithkamerákkal való felhőmagasságmérés, ezideig e mérések legtökéletesebb módja volt.



10. ábra. — Fig. 10.

A photogrammetriát különben a geodéziában kezdték el legelőször alkalmazni, tőlük vették át a meteorologusok a felhőmagasságmérés céljaira.

A phototheodolit (lásd a 10. ábrát) egy olyan theodolit, mely photograph kamarával van ellátva, lábai-

Der Wolkenphotograph-Automat war im Anfang mit einer Spiegelconstruction versehen, man konnte mit Hilfe dieser nicht nur Aufnahmen im Zenithe sondern von einer beliebigen Gegend des Himmels machen, diese Vorrichtung jedoch wurde später vom Automate abgenommen, wahrscheinlich aus dem Grunde glaube ich, weil die Reduction der Beobachtungs-Daten dadurch ein zu complicirte wurde, anderseits mussten die Spiegel von Fall zu Fall der Wolkenlage entsprechend gestellt werden. Dieser Umstand hätte aber das bequeme Verfahren des Apparates gestört und den Automaten des Charakteristischen entkleidet.

7. Wolkenhöhen-Messung mittelst Phototheodolite.

Die vollkommenste Methode, welche zur Zeit zu Wolkenhöhenmessungen angewendet wurde, ist jene mit Phototheodoliten und photogrammetrischen Wolkenautomaten.

Übrigens wurde die Photogrammetrie zuerst in der Geodäsie angewendet, später wurde sie von den Meteorologen für die Zwecke von Wolkenhöhenmessungen übernommen.

Der Phototheodolit (siehe Fig. 10) ist ein Theodolit, welcher mit einer photographischen Camera

val három csavaron áll, melyekkel vízszintesre állítható; talapzatából jön ki a verticalis tengely, mely körül egy keret forgatható; a keret két oldalán ékalakban metszett csapágyak vannak a horizontalis tengely befogadására.

E tengelyre a keret ágai között a photograph kamara, egyik végén a kereten hívül pedig a távcső van erősítve. A távcső és a kamaraobjectiv optikai tengelye lehetőségig párhuzamosra vannak állítva. A kamara fémből van és egészét képez. Hátul, közvetlen a fényképészeti lemezek érzékeny rétege előtt a négy oldal közepén négy csúcs nyúlik be egy centiméter mélyen. E csúcsok felvételkor a lemezre ráfényképeződnek; a szemközti csúcsokat összekötő egyenesek a lemez *coordinata rendszerének tengelyeit* vannak hivatalosan jelezni; tényleg azonban csak támpontul szolgálnak a végleges *coordinata rendszerhez*, melynek ehhez viszonyított helyzete, később a műszer állandóinak meghatározásánál lesz kijelelve.

A kamara objectiv végében egy széles csővezeték van, melyben egy másik cső jár ki és be az objectivvel. A gyújtó síkba való állítást egy fogazott kerék eszközli. Az objectiv csövén azonkívül egy scála látható, melyen a távolság a lemeztől a milliméter tizedrészeig leolvasható. Az objectivhez tartozik még egy iris diaphragma és pillanatjár.

Az objectivtől nem kívánunk egyebet, mint bármely más jó fényképészeti objectivtől, fődolog, hogy nagyobb látmezőben is elég éles képet adjon, fénytelen legyen és el ne rajzoljon; gyújtópont távolnak leghelyesebb aránya $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{8}$. Az ó-gyallai meteorológiai és földmágnességi observatorium phototheodolitjének Steinheil-féle 28 milliméteres *aplanatja* van, focustávolsága 179 mm.

A távcső csekély 8—10-szeres nagyítással bír és fonalkereszttel van ellátva; az oculár mögött reflexiós prizma van, mely a fénysugarakat a horizontalis tengelylyel párhuzamos irányban oldalt kifelé veri s ilyen módon a belenézést megkönnyíti. A prizma elé egy kis anyagában sötétre festett üveglap húzható esetleges napbeállítás céljából.

Az ó-gyallai observatorium phototheodolitján a ma-

versehen ist und mit den an den Füßen befindlichen Schrauben horizontal stellbar ist, vom Dreifuss geht eine verticale Achse hervor, um welche ein Rahmen drehbar ist. An den beiden Seiten des Rahmens sind keilförmig geschnittene Lager, für die Aufnahme der Horizontal-Achse.

Auf diese Achse ist zwischen den Gabeln des Rahmens die photographische Camera und ausserhalb des Rahmens und an dessen Ende ist das Fernrohr befestigt. Das Fernrohr und die optische Achse der Camera sind so weit es möglich zu einander parallel gestellt. Die Camera ist aus Metall und bildet ein Ganzes. Rückwärts ragen von der Mitte der Seitenwände vier Spitzen einen Centimeter weit unmittelbar vor die lichtempfindliche Schichte der Platte. Diese Spitzen werden bei Aufnahme mit photographirt; die Linien, welche gegenüber liegende Spitzen verbinden, dienen zur Bezeichnung der auf der Platte sich befindlichen Achsen des Coordinatensystems; thatsächlich aber dienen sie nur als Stützpunkt des endgiltigen Coordinatensystems, dessen Lage in Bezug auf die Spitzen später bei der Bestimmung der Constanten des Instrumentes erhalten wird.

Im Objectiv-Ende der Camera ist eine weite Röhrenführung angebracht, in welcher mit dem Objective ein andres Rohr aus- und eingeht. Die Einstellung in die Brennfläche wird durch ein Zahnrad bewerkstelligt. Am Objectiv-Rohre ist ausserdem eine Scala sichtbar, an welcher die Entfernung von der Platte bis auf Zehntel-Millimeter ablesbar ist. Zum Objective gehört noch ein Iris-Diaphragma und der Momentverschluss.

An das Objectiv wird keine andere Anforderung gestellt, als jene, welche an andere gute Objective. Hauptsache ist es, dass dasselbe bei einem grossen Gesichtsfeld genügend scharfe Bilder gebe, lichtstark sei und keine Verzeichnungen mache, als Brennpunkt-Distanz ist die günstigste Proportion jene von $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{8}$. Der Phototheodolit des kgl. ung. meteorolog. und erdmagnetischen Observatoriums zu Ó-Gyalla hat einen Steinheil'schen *Aplanat* von 28 mm., seine Brennweite ist 179 mm.

Die Vergrößerung des Fernrohres ist eine 8—10-fache; es ist mit einem Fadenkreuz versehen, hinter dem Ocular ist eine Reflexions-Prisma, welche die Lichtstrahlen mit der Horizontal-Achse in paralleler Richtung seitwärts streut, und auf diese Weise das Hineinschauen erleichtert. Vor dem Prisma kann ein Sonnenglas angebracht werden für eventuelle Sonnen-Einstellungen.

Am Phototheodolite des Observatoriums in Ó-Gyalla

gassági körök $\frac{1}{3}$ fokra vannak beosztva, két helyen noniussal és lupéval egész perczek direct leolvashatók. A horizontalis körön szintén $\frac{1}{3}$ fokos osztások vannak és direct leolvashatók a noniuson félperczek.

A műszer felszereléséhez tartoznak még: a szorítócsavarok (Klemmer), a finom mozgás csavarjai, két libella, melyek közül egyik a keretre van erősítve, másik pedig a horizontalis tengelyre állítható, a fényképészeti lemezek kazettái, a homályos üveglemez és a háromlábú állvány, melyre a műszer helyezve lesz.

Tekintve azt, hogy a theodolitok kivitele és felállítása hosszabb időt igényel, czélszerűbb azokat felállítási helyeiken állandóan kint tartani, hol háromláb helyett szilárd kőpillére állítjuk és az időjárás viszontagságai ellen egy kis faházikóval védjük, mely apró waggonkerekeken síneken gurulva a theodolit fölé húzható s használatkor róla ismét könnyen letolható.

A phototheodolitok egymástól hatszáz egész háromezer méterre terjedő távolban lesznek felállítva olyan pontokon, hol az eget nem takarja el semmi, legfeljebb a láthatár felett csekély magasságig. Czélszerű továbbá, ha egyik pontról a másikra szabad a kilátás az azimuth ellenőrzése végett és ha ez nem volna lehetséges, legalább egy fixpontot jeleljünk ki a vonalon kívül, mely mindkét állomásról látható.

Az alapvonal hosszának meghatározása, vagy mérőszalaggal direct felméréssel, vagy czélszerűbben valamely adott alapból pl. katasteri háromszögelési pontokból kiindulva — háromszögeléssel történik.

A két állomás telephonvezetékekkel lesz összekapcsolva. Igen ajánlható a telephon-kagylóknak olyaténképen való felcsatolása a fülhöz, mint az Amerikában történik és a mint azt a 4-ik pontban már említettük.

Mielőtt a phototheodolitokkal a magasságmérést megkezdendők, a műszereknek állandóit kell meghatározni.

A műszer állandó meghatározása: a műszerrel észlelt adatok állandó correctiói és a photographiai objectiv focustávolának meghatározásából áll.

A correctiók meghatározása pedig a phototheodolitnál a magassági kör indexhibájának meghatározásából a photograph camera collimálásából és a

sind die Höhenkreise in $\frac{1}{3}$ Grad getheilt, an zwei Stellen sind die ganzen Minuten mittelst Nonius und Lupe direct ablesbar. — Am Horizontalkreise sind ebenfalls $\frac{1}{3}$ Grad Theilungen angebracht, die halben Minuten sind hier mit dem Nonius direct ablesbar.

Zur Ausrüstung des Instrumentes gehören noch die Klemmer, die Schrauben zur Feineinstellung und zwei Libellen, von welchen die eine auf den Rahmen, die andere auf die Horizontal-Achse stellbar ist, die Cassette zu den lichtempfindlichen Platten, die Mattglas-Scheibe, und der Dreifuss, auf welches das Instrument zu stehen kommt.

In Betracht gezogen, dass der Transport, sowie die Aufstellung von Theodoliten längere Zeit in Anspruch nimmt, ist es zweckmässiger dieselben auf ihrem Aufstellungsorte ständig zu lassen, wo man statt des Dreifusses die Instrumente auf gebaute Steinpfeiler stellt, sie vor den Witterungs-Einflüssen durch kleine Holzhäuschen schützt, welche mittelst kleiner Waggonräder auf Schienen rollend über die Theodolite zu ziehen und bei Gebrauch abermals wegzunehmen sind.

Die Phototheodolite sind von einander auf 600 bis 3000 M. Distanz auf Punkten aufgestellt, wo das Himmelsgewölbe durch nichts verdeckt wird, höchstens nur bis auf eine gewisse unbedeutliche Höhe. Zweckmässig ist es ferner wegen Controle des Azimuthes, wenn die Aussicht von einem Punkte zum anderen frei ist, ist dies aber nicht möglich so muss wenigstens ein Fixpunkt ausserhalb der Linie bezeichnet werden, welcher von beiden Stationen sichtbar ist.

Die Längenbestimmung der Grundlinie geschieht entweder direct mit dem Massbande, oder zweckmässiger durch Triangulirung von Triangulirungspunkten ausgehend.

Beide Stationen werden telephonisch verbunden. Sehr empfehlenswerth ist eine derartige Anbringung der Telephonmuscheln, wie dieselbe in Amerika üblich ist, von welcher wir unter Punkt 4 Erwähnung machten.

Bevor die Höhenmessungen mittelst Theodolite in Angriff genommen werden, müssen die Constanten des Instrumentes bestimmt werden.

Die Constantenbestimmung des Instrumentes besteht aus: den constanten Correctionen der mit dem Instrumente beobachteten Daten, und aus der Bestimmung der Brennweite des photographischen Objectives.

Die Correction-Bestimmung bei den Phototheodoliten aber besteht aus der Bestimmung des Index-Fehlers am Höhenkreis, aus der Collimation der photo-

végleges valódi *coordinata* rendszer tengelyeinek meghatározásából áll.

A magassági kör *indexhibájának* meghatározása céljából a helyesen felállított theodolit távcsővét egy távoli tárgy felé fordítjuk és azon egy meghatározott pontot a finom mozgás csavarjával a távcső fonalkeresztjének közepére állítunk, azután a magassági körök adatait feljegyezzük. További teendő a távcső átfordítása: a szorító csavarokat megeresztjük, a távcsőt vízszintes tengelye körül átfordítjuk, úgy hogy oculárja azon oldal felé nézzen, a merre előbb az *objectiv* nézett. Azután a függélyes tengely körül visszafordítjuk újra az előbbeni irányba, a pontot újra beállítjuk és a függélyes kört leolvassuk.

Legyen az első körleolvasás Δ

a második $\Delta + \delta$

A valódi magasság lesz $\frac{2\Delta + \delta}{2}$ és $\frac{\delta}{2}$ az *indexhiba*, a magassági körön történendő leolvasások állandó *correctiója*.

Ezután következnek a kamara *collimálása* a távcsőhöz és meghatározása az új *coordinata* rendszer tengelyeinek, melyeknek geometriai helyét a lemezen úgy határozhatnók meg elméletileg, hogy képzelünk az *objectiv* belső főpontján átfektetve egy *verticalis* síkot, olyant, a mely a *horizontalis* műszertengelyre merőleges; e síknak metszése a fényképezési lemez érzékeny felületével lesz a valódi *y* tengely. Ugyancsak az előbbi főponton át fektetve egy második síkot, olyant, a mely a *horizontalis* tengelylyel, valamint a távcső *optikai* tengelyével párhuzamos, e síknak metszése a lemez felületével fogja a valódi *x* tengelyt adni.

Gyakorlati keresztülvitele ezeknek a következő:

A távcső be lesz állítva egy igen távoli *fixpontra*, olyan távolira, melynél a távcső és a kamara-tengelyek egymástóli kétszeres távola sem jöhet már számba, mint *parallaxis*. A kamarával e helyzetben egy felvételt készítünk. Most átfordítjuk a kamarát, mint előbb a távcsővel eszközöltük, újra beállítjuk a tárgyat a távcsővel és a felvételt e helyzetben megismételjük.

graphischen Camera und aus der Achsen-Bestimmung des endgiltigen *Coordinaten-Systems*.

Um den *Indexfehler* des Höhenkreises zu bestimmen, wird das Fernrohr des regelrecht aufgestellten *Theodolites* nach der Richtung eines entfernten Gegenstandes gerichtet, nun wird auf diesen ein bestimmter Punkt mit Hilfe der Feinstellungs-Schraube in die Mitte des im Fernrohr sich befindenden Fadenkreuzes eingestellt, sodann werden die Daten des Höhenkreises notirt. Zu den weiteren Arbeiten gehört das Wenden des Fernrohres: die Klemmer werden gelockert und das Fernrohr wird um die horizontale Richtung gedreht, so dass wo früher das *Ocular* war, jetzt das *Objectiv* zu stehen kommt. Als dann wird das Fernrohr um die *Vertical-Achse* gedreht in die vorherige Richtung gebracht, der Punkt von neuem eingestellt und der *Vertikal-Kreis* abgelesen.

Es sei die erste Kreisablesung Δ

die zweite $\Delta + \delta$

so wird die wirkliche Höhe $\frac{2\Delta + \delta}{2}$ sein, und der *Indexfehler* $\frac{\delta}{2}$ die beständige *Correction* bei den Höhenkreisablesungen.

Dann folgt die Bestimmung der *Collimation* der Camera zum Fernrohr und der Achsen des neuen *Coordinaten Systems*, dessen geometrische Lage auf der Platte *theroretisch* so bestimmbar wäre, dass wir durch den inneren Hauptpunkt des *Objectives* ein vertikale Ebene gelegt denken, und zwar eine solche; welche auf die horizontale *Instrumenten-Achse* *vertical* steht, der Schnitt dieser mit der lichtempfindlichen Oberfläche der photographischen Platte ist die wirkliche Achse *Y*. Wird durch den schon früherer wähten Hauptpunkt eine zweite Fläche durchgelegt und zwar eine, welche mit der *Horizontalachse* und auch mit der *optischen Achse* des Fernrohres parallel ist, so wird der Schnitt mit der Platten-Oberfläche die wirkliche *X* Achse geben.

Die praktische Durchführung dieser ist die folgende:

Das Fernrohr wird auf einen sehr entfernten *Fixpunkt* eingestellt, dieser soll wenigstens auf eine Distanz zu stehen kommen, in welcher die zweifache Distanz der Achsen des Fernrohres und der Camera als *Parallaxis* nicht mehr in Rechnung kommen kann. Wir machen mit der Camera in dieser Lage eine Aufnahme. Nun wenden wir die Camera, wie wir dies früher mit dem Fernrohr machten, stellen das *Object* mit dem Fernrohr wieder ein und wiederholen die Aufnahme in dieser Stellung.

Az előidézett lemezeken elő fog tűnni a megphotographált tárgy a lemez közepe táján és a széleken a négy csúcs. Rögzítés, kimosás és megszáritás után a csúcsok összekötése által származó elsőleges rendszer tengelyétől számítva mérjük le a kérdéses pont rendezőit.

Az I. lemezen $x_1 \quad y_1$
 » II. » $x_2 \quad y_2$

Az új tengelyek kezdő pontja a régi rendszerben lesz:

$$\frac{x_1 + x_2}{2} \text{ és } \frac{y_1 + y_2}{2}$$

Az új rendszer coordinatái pedig lesznek:

$$\left. \begin{aligned} y' &= y - \frac{y_1 + y_2}{2} \\ x' &= x - \frac{x_1 + x_2}{2} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (I)$$

A két felvételnél ugyanis összegeződik azon hiba, mely a távcső és a kamara optikai tengelyének divergentiájából keletkezik; ez a hajlás szög mindenesetre oly kicsiny, hogy lényegtelen hibát követünk el, ha e szögnek köríve helyett annak tangensét vesszük.

Ha X tengely pontosan párhuzamos volna a theodolit vízszintes tengelyével, Y pedig erre pontosan merőleges, úgy az X' és Y' tengelyek már a végleges coordinata rendszer tengelyei volnának. Különben még egy transformatiót kell véghezvinni olyformán, hogy az előbbeni tárgyat a távcsővel újra beállítjuk, azután a kamarát először egy bizonyos φ szöggel emeljük, e helyzetben egy fölvételt eszközölünk, azután ugyanakkora szöggel, az első állás alá süllyesztjük és a felvételt megismételjük.

A megfényképezett pont helyzeteit a különböző állásokban lévő kamarához helyettesíthetjük egy a ponton átfektetett merőleges vonallal, e vonalnak képében a lemezen ugyanis a felvett pont is bent fekszik, még pedig a végleges coordinata rendszer X'' tengelyétől $y'' = f \operatorname{tg} \varphi$ távolságban, az első esetben y'' távolsággal alatta a másodikban ugyanannyival felette.

A tárgy beirányozásánál annak magasságát egészen pontosan eltaláltuk a kamara tengelyével, miután az e tekintetben (magasságát illetőleg) párhuzamos a távcső optikai tengelyével; a két felvétel képe tehát, feltéve

Das photographirte Bild wird in der Mitte der Platte sichtbar, an dessen Rändern aber die 4 Spitzen. Nach dem Fixiren, Auswaschen und Trocknen messen wir die Coordinaten des photographirten Punktes von den Achsen, welche wir durch die Verbindung der photographirten Spitzen gewinnen.

Auf der I. Platte $x_1 \quad y_1$
 » » II. » $x_2 \quad y_2$

Der Anfangspunkt der neuen Achsen wird im alten System:

$$\frac{x_1 + x_2}{2} \text{ und } \frac{y_1 + y_2}{2}$$

Die Coordinaten des neuen Systems werden aber sein:

$$\left. \begin{aligned} y' &= y - \frac{y_1 + y_2}{2} \\ x' &= x - \frac{x_1 + x_2}{2} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (I)$$

Bei den beiden Aufnahmen summirt sich jener Fehler, welcher aus der Divergenz der optischen Achse des Fernrohres und jener der Camera entsteht, dieser Beugungswinkel ist allenfalls so klein, dass wir einen unwesentlichen Fehler begehen, wenn wir statt des Kreisbogens dessen Tangente nehmen.

Wenn die Achse X mit der horizontalen Achse des Theodolites genau parallel wäre und Y auf diese vollkommen vertical, so wären X' und Y' Achsen gleichfalls die Achsen des endgültigen Coordinaten-Systems. Andererseits muss noch eine Transformation ausgeführt werden, u. z. auf eine Weise, dass man den früheren Gegenstand mit dem Fernrohre von neuem einstellen, dann heben wir die Camera vorerst um einen bestimmten Winkel φ , machen in dieser Lage eine Aufnahme, dann wird die Axe um denselben Winkel unter die horizontale Lage gesetzt und die Aufnahme wiederholt.

Wir substituiren die Lage des photographirten Punktes in den verschiedenen Stellungen zur Camera, mit einer durch den Punkt gelegten Verticallinie, im Bilde dieser Linie auf der Platte liegt auch der aufgenommene Punkt, und zwar von der X'' Achse des endgültigen Coordinaten-Systems in einer Entfernung von $y'' = f \operatorname{tg} \varphi$ im ersten Fall in der Entfernung y'' unterhalb, im zweiten Fall um eben so viel oberhalb.

Bei der Anvisirung des Objectes haben wir dessen Höhe mit der Achse der Camera genau getroffen, da dieselbe mit der optischen Achse des Fernrohres parallel ist; die Bilder der zwei Aufnahmen liegen also, voraus-

hogy a lemez helyesen fekszik, tényleg egyenlő távolságban lesz a valódi X'' tengelytől.

Azimuthális helyzetét tekintve azonban, a tárgy képe mindkét esetben X'' tengelylyel párhuzamos irányban kissé el lehet tolvá, ha a távcső tengelye nem pontosan párhuzamos a kamara-tengelylyel. Ezen eltolásoknak nagyságai annál nagyobbra nőnek, minél erősebb a kamara tengelyhajlása az első beirányzás irányvonalától, egyenlő szög alatt az eltolás nagysága is egyenlő lesz és a két képet összekötő egyenes párhuzamos lesz, a végleges Y'' tengelylyel.

Képzeljünk a megfényképezendő távoli ponton átfektetve egy függélyes vonalat s ezen túl még néhányat hozzá párhuzamosat ugyanolyan távolban. E párhuzamos vonalaknak nyoma a lemezen convergens lesz. (Lásd 11. ábrát.) A Q_1 pont felé convergálók a kamaratengely emelésekor fényképeződtek, a Q_2 felé convergálók pedig akkor, midőn a kamaratengely ugyanakkora szöggel süllyesztve lett.

Q_1 és Q_2 pontok a lemez meghosszabbított síkján az átdöfése azon vonalnak, mely a lencse második főpontján átmegy és a műszer-tengely és a tárgy által meghatározott síkra merőleges. Ugyanazon vonalak megfelelő képei az X'' tengelyben metszik egymást és hajlásuk a tengelyre ugyanazon szögű, minthogy a tárgy két képének helye az X'' tengelytől mindkét irányban ugyanazon $flg\phi$ távolságban van, mint azt előbb már kifejtettük, következőleg a két S_1 és S_2 pont összekötő egyenes merőleges X'' tengelyre és párhuzamos Y'' tengelyhez és így annak irányát meghatározza.

A 12-ik ábra szerint pedig lesz :

$$\operatorname{tg} \mathfrak{D} = \frac{x_1' + x_2'}{y_1' + y_2'}$$

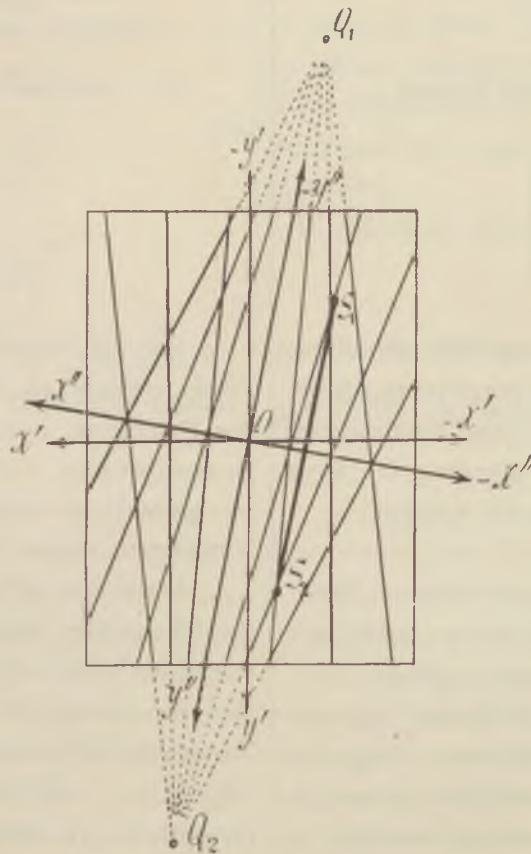
$$\left. \begin{aligned} y'' &= y' \cos \mathfrak{D} + x' \sin \mathfrak{D} \\ x'' &= x' \cos \mathfrak{D} - y' \sin \mathfrak{D} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (II)$$

gesetzt, dass die Platte gehörig liegt, thatsächlich in gleicher Entfernung von der wirklichen X'' Achse.

Die azimuthale Lage in Betracht gezogen, kann das Bild des Objectes in beiden Fällen in paralleler Richtung mit der X'' Achse ein wenig verschoben sein, wenn die Achse des Fernrohres mit der Achse der Camera nicht genau parallel ist. Die Grösse der Verschiebungen ist umso grösser, je stärker die Biegung der Camera-Achse von der Richtungslinie der ersten Visirung ist, unter gleichen Winkel wird auch die Grösse der Verschiebung eine gleiche sein, und die beiden Bilder verbindende Gerade wird parallel sein mit der endgiltigen Y'' Achse.

Denken wir uns durch den zu photographirenden entfernten Punkt eine verticale Linie gelegt, und ausserdem noch einige Parallele in derselben Distanz. Die Spur dieser Parallellinien auf der Platte wird convergent (s. Fig. 11). Die nach dem Punkte Q_1 convergirenden photographiren sich bei Hebung der Camera-Achse, die nach Q_2 convergirenden jedoch dann, wenn die Achse der Camera um denselben Winkel gesenkt wird.

Die Punkte Q_1 und Q_2 sind die Durchschnittspunkte der Fortsetzung der Plattenebene mit derjenigen Geraden, welche durch den zweiten Hauptpunkt geht und auf jene Ebene vertical steht, welche durch die Achse des Apparates und durch das Object bestimmt



11. ábra. — Fig. 11.

ist. Die entsprechenden bezüglichen Bilder derselben Linie durchkreuzen sich auf der X'' Achse und bilden mit dieser Achse denselben Winkel, da die zwei Bilder des Objectes von der X'' Achse in derselben $flg\phi$ Distanz stehen, wie dies früher auseinandergesetzt wurde ; somit steht die Gerade, welche S_1 und S_2 Punkte verbindet, senkrecht zur X'' Achse und ist parallel der Y'' Achse, somit bestimmt sie die Richtung der ersteren.

Fig. 12 betrachtend finden wir, dass :

$$\operatorname{tg} \mathfrak{D} = \frac{x_1' + x_2'}{y_1' + y_2'}$$

$$\left. \begin{aligned} y'' &= y' \cos \mathfrak{D} + x' \sin \mathfrak{D} \\ x'' &= x' \cos \mathfrak{D} - y' \sin \mathfrak{D} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (II)$$

Az (1) alatti értékeket helyettesítve:

$$y'' = \left(y - \frac{y_1 + y_2}{2} \right) \cos \vartheta + \left(x - \frac{x_1 + x_2}{2} \right) \sin \vartheta$$

$$x'' = \left(x - \frac{x_1 + x_2}{2} \right) \cos \vartheta - \left(y - \frac{y_1 + y_2}{2} \right) \sin \vartheta$$

Jó kivitelű műszernél és helyes felállítás mellett egyéb correctiókra nem lesz szükség. A refractio zavaró hatása, a körosztás hibái, úgy szintén a libella pars leolvasása elhanyagolható mennyiségek.

A photographiai objectiv gyűjtővjának meghatározására a következő módokat ajánlhatom:

a) A photothecodolit specialis esetében, talán legegyszerűbb és legkifogástalanabb lesz az instrumentalis focustávolság, illetőleg képtávolság, meghatározása annak a távolságnak, melyre a szögérték számításánál szükségünk van. Minthogy méréseinknél voltaképen nem is a gyűpont távolának pontos ismerete a fő, hanem azon távolságé, mely az objectivnek egy bizonyos végtelenre való leszállítás mellett, az objectiv második főpontját a photographiai lemez érzékeny oldalával összeköti.

Hogy pedig ez a távolság minden esetben pontosan a lencse focustávolságának felel meg, az kétségsbe vonható: először, mivel a végtelenre való beállítás a homályos üveglemezen csak a szerint történt, hogy a lemezt olyan távolságba hoztuk az objectivhez, hol a kép legélesebb, ez pedig nem pontos eljárás először, másodsor pedig ez csak a visualis sugarak gyűsíkja lenne; továbbá mert a fényképészeti lemez érzékeny oldala csak ritkán is fog egészen pontosan ott abban a síkban feküdni, melyben az üveglemez homályos lapja, és végre az objectiv lencsék, illetve a lemezszekrény foglalása sem lesz mindig annyira pontos, hogy a lencse fősíkjai és a lemez érzékeny oldala párhuzamosak legyenek, vagyis hogy az objectiv optikai tengelye a lemezre merőleges legyen. Hogy az egyes kifogástalanul készített műszerpéldányoknál elenyésző csekély hibát okozna, az lehetséges, de erről előre meg kellene győződni, míg az alább részletezendő eljárás a lemeztávolság meghatározását illetőleg, minden nagyobb

Substituirt man nach der Gleichung (1) die Werthe x' und y' , so wird:

$$y'' = \left(y - \frac{y_1 + y_2}{2} \right) \cos \vartheta + \left(x - \frac{x_1 + x_2}{2} \right) \sin \vartheta$$

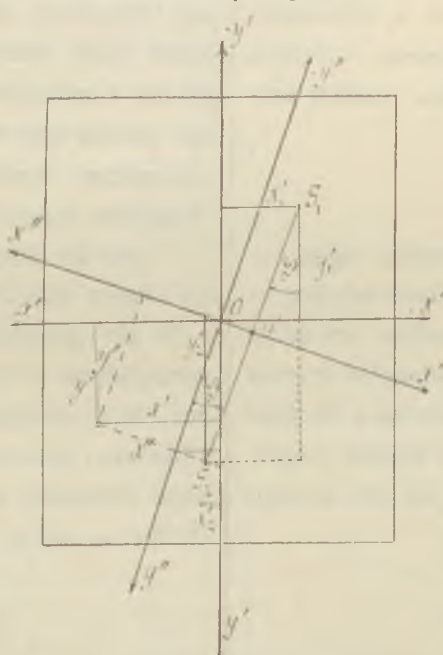
$$x'' = \left(x - \frac{x_1 + x_2}{2} \right) \cos \vartheta - \left(y - \frac{y_1 + y_2}{2} \right) \sin \vartheta$$

Bei gutausgeführten Instrumenten und richtiger Aufstellung sind weitere Correctionen nicht nöthig. Der störende Einfluss der Refraction, die Fehler der Kreistheilung, sowie auch die Theilablesung der Libelle können vernachlässigt werden.

Für die Bestimmung der Brennweiten des photographischen Objectives sind folgende Methoden empfehlenswerth:

a) Im speciellen Falle bei Theodoliten ist die folgende Bestimmung der instrumentalen Focusdistanz respective der Entfernung des Bildes, welcher wir bei der Berechnung des Winkelwerthes bedürfen, am einfachsten und einwandfrei. Indem bei unseren Messungen nicht allein die genaue Kenntniss, der Brennweite die Hauptsache ist, sondern die Kenntniss jener Distanz, welche bei einer gewissen Einstellung des Objectives auf eine unendliche den zweiten Hauptpunkt des Objectives mit der lichtempfindlichen Seite der Platte verbindet.

Um dass aber diese Distanz in jedem Fall ganz genau der Brennweite der Linse entspreche, kann bezweifelt werden, indem das Einstellen auf Unendlich auf der Mattscheibe auf eine Weise geschah, dass man die Platte auf so eine Entfernung zum Objective brachte, wo das Bild am schärfsten ist, dies ist jedoch kein genaues Verfahren, indem dieses nur die Focusfläche der visualen Strahlen wäre; ferner wird die lichtempfindliche Seite der Platte nur selten ganz genau in die Fläche zu liegen kommen, in welcher die Mattscheibe liegt, und endlich die Objectiv-Linsen — respective der die Platte umfassende Rahmen wird auch nicht immer so genau sein, dass die Hauptfläche der Linse und die lichtempfindliche Seite der Platte parallel sein möchten oder mit anderen Worten, dass die optische Achse des Objectives auf die Platte vertical sei. Dass dies bei sehr correct ausgeführten Instrumenten einen verschwindend kleinen Fehler verursachen dürfte, ist wohl möglich, man müsste sich vorerst davon über-



12. ábra. — Fig. 12.

hibát okozható befolyástól ment. Ezen eljárás az objectiv végtelenre való beállítása mellett, történhetik csillagképek lefényképezésével; vagy ugyanazon tárgynak elmozdított optikai tengelylyel többször való lefényképezésével.

Az objectivnek végtelenre beállított helyzetét egy igen távoli tárgynak többszöri beállításával határozzuk meg; a beállítás a homályos üveglemezen történik teljes diaphragma nyílás mellett, a képet pedig lupéval állítjuk be, minden beállítás után az objectiv távolságot a scálán leolvassuk és sok beállításnak közepét veszszük, mely meglehetősen pontossággal fogja azt a távolságot adni, melyben a photographált kép a legélesebb. A további felvételeket mind az objectiv ezen állása mellett eszközöljük.

A gyújtópont távolának meghatározása végett választunk egy ismert látszógű tárgyat, például egy fényesebb csillagképet. A feladat egyszerűsítése czéljából valamelyik fényesebb csillagot a lemez közepére hozzuk és egy felvételt eszközölünk. A lemezen azután a középső csillagtól számítva lemérjük néhánynak a távolát. Legyenek e távolságok d_1 d_2 stb. és hogy ω_1 ω_2 stb. a megfelelő szögek. Akkor:

$$f = \frac{d_1}{\operatorname{tg} \omega_1} = \frac{d_2}{\operatorname{tg} \omega_2} = \text{stb.}$$

Ha az objectiv nem elég fénytéljes, vagy a csillagok nem elég fényesek arra, hogy a lemezen nyomot hagyjanak, úgy az egész készüléket egy equatorialis óra gépével kell forgattatni aképen, hogy a csillagok képe mindig ugyanazon pontra essék a lemezen, és így csak időkérdés marad a feladat véghezvitele.

Ha a kiválasztott középsőcsillag nem esett pontosan a lemez közepére, akkor az ily módon nyert értékei f -nek nem lesznek egyenlők. Hogy pedig a származott hiba elhanyagolható nagyság-e? az az eredmények összehasonlításából szembejön. Ha csak nem jártunk el nagyon pontatlanul a beállításnál, az értékek keveset fognak különbözni és közepet vehetünk belőlük figyelembe véve a csillagok helyzetének súlyát.

Hogy az elmozdított optikai tengelylyel való ismételt megphotographálás módszerével határozzuk meg a gyújtó-

zeugen, wohingegen das folgende Verfahren was die Bestimmung der Plattendistanz anbetrifft frei ist von grössere Fehler verursachenden Einflüssen. Diese Methode kann bei Einstellung des Objectivs auf Unendlich mittelst Photographiren einzelner Sternbilder angewandt werden; oder mittelst wiederholter Abbildung desselben Gegenstandes bei verschiedenen Richtungen der optischen Achse.

Die Lage des Objectives, welches auf Unendliche eingestellt wurde, wird durch das mehrfache Einstellen eines sehr entfernten Gegenstandes bestimmt: die Einstellung geschieht auf einer Mattscheibe, bei vollständiger Diaphragmen-Öffnung, das Bild wird mittelst Lupe eingestellt, nach jeder Einstellung wird die Stellung des Objectives an der Scala abgelesen, und dann das Mittel vieler Ablesungen genommen, welches mit genügender Genauigkeit jene Distanz geben wird, in welcher das photographirte Bild am schärfsten ist. Die ferneren Aufnahmen werden sämmtlich bei dieser Stellung des Objectives ausgeführt.

Für die Distanzbestimmung des Brennpunktes wird ein Object gewählt, dessen Sehwinkel uns bekannt ist z. B. ein glänzenderes Sternbild. Um die Aufgabe zu vereinfachen, wird ein glänzenderer Stern auf die Mitte der Platte photographirt. Wir messen auf der Platte vom Mittelstern gerechnet die Distanz einiger Sterne. Es seien diese Distanzen d_1 d_2 u. s. w. und die entsprechenden Winkel ω_1 ω_2 u. s. w.

$$f = \frac{d_1}{\operatorname{tg} \omega_1} = \frac{d_2}{\operatorname{tg} \omega_2} = \text{usw.}$$

Ist das Objectiv nicht genügend lichtstark oder die Sterne nicht genug hell, dass diese auf der Platte Spuren hinter sich lassen, so wird der ganze Apparat mit einem Equatorialuhrwerk derartig gedreht, dass das Sternbild auf der Platte immer auf ein und dieselbe Stelle falle.

Wenn der ausgewählte Mittelstern nicht in die Mitte der Platte fällt d. h. nicht in den selben Punkt welcher zu den Hauptpunkte des Objectivs der nächste ist, so werden die auf diese Weise gewonnenen Werthe von f auch nicht gleich sein. Ob aber dieser Fehler eine zu vernachlässigende Grösse ist, wird aus dem Vergleiche der Resultate ersichtlich. War die Einstellung eine nicht sehr ungenaue, so werden die Werthe wenig differiren und man kann aus ihnen das Mittel nehmen mit Rücksicht auf das Gewicht der einzelnen Sternlagen.

Wollen wir die Brennweite mit der Methode der verschobenen optischen Achse und abermaliges Photo-

távolságot, ismerni kell az objectív végtelenre való beállításának helyzetét és a kamara tengelyének a correctio szögét a távcső optikai tengelyéhez.¹⁾

Photographálás végett választunk egy távoli egy kilométeren legalább túl lévő jól kivehető tárgyat: hogy az ismételt felvételeket egy lemezre eszközölhessük, a mi az eljárást egyszerűsíti, egy fehér pontot (például egy házat) sötétebb háttérrel

A theodolitot vízszintesre állítjuk és úgy fordítjuk, hogy a tárgy képe a lemez közepére essék; ezért lehetőleg a műszerrel egy tengerszintfeletti magasságban levő tárgyat választunk.

E helyzetben egy felvételt készítünk, de valamivel rövidebb ($\frac{1}{3}$) expositioval, mint azt egy tájkép felvétel-nél tennők. A theodolitot most bizonyos φ szöggel jobbra, majd ugyanannyival balra fordítjuk és ez állásokban a felvételt megismételjük.

A 13-ik ábrán Q_1 , Q_2 és Q_3 pontok a felvett pont képeinek vetületei X'' tengelyen, a melyhez igen közel vannak. FS az objectív második fősíkja, F a főpontja és FP az optika, tengely. O a lemez közepe, melyhez Q_1 igen közel fekszik. Lesz:

$$\operatorname{tg}(\varphi - \beta) = \frac{OQ_2}{f} \quad OQ_2 = Q_1Q_2 - b$$

$$\operatorname{tg}(\varphi + \beta) = \frac{OQ_3}{f} \quad OQ_3 = Q_1Q_3 + b$$

behelyettesítve

$$\operatorname{tg}(\varphi - \beta) = \frac{Q_1Q_2 - b}{f} \quad \operatorname{tg}\beta = \frac{b}{f}$$

$$\operatorname{tg}(\varphi + \beta) = \frac{Q_1Q_3 + b}{f}$$

behelyettesítve

¹⁾ E correctio szögét a kamara collimálásakor függvényeiben már megkaptuk, de nem követünk most el nagy hibát, ha ezt el is hagyjuk és a kamara tengelye helyett a távcső tengelyét használjuk.

graphiren bestimmen, so muss die Lage des auf das Unendliche eingestellte Objectives bekannt sein, und auch der Corrections-Winkel der Camera-Achse zur optischen Achse des Fernrohres.¹⁾

Zum Photographiren wählen wir uns ein gut ausnehmbares Object, welches wenigstens über 1 Kilometer von uns steht; um die wiederholten Aufnahmen auf eine Platte bewerkstelligen zu können, was das Verfahren vereinfacht, einen weissen Punkt (beispielweise ein Haus) mit dunklem Hintergrunde.

Der Theodolit wird wagrecht aufgestellt und so gedreht dass das Bild des Objectes auf die Mitte der Platte falle, aus diesem Grund sind Objecte zu wählen, welche mit dem Instrumente in gleicher Meereshöhe liegen.

In dieser Lage wird eine Aufnahme gemacht, aber mit einer kürzeren ($\frac{1}{3}$) Exposition, wie dies bei Landschafts-Aufnahmen üblich ist. Der Theodolit wird nun um einen bestimmten Winkel φ rechts, bald aber links gedreht und in diesen Lagen die Aufnahmen wiederholt.

Auf Figur 13 sind die Punkte Q_1 , Q_2 , Q_3 , die Bild-Projectionen des aufgenommenen Punktes auf der Achse X'' , welche einander sehr nahe sind, FS ist die zweite

Hauptebene des Objectives, F dessen Hauptpunkt und FP die optische Achse. O der Mittelpunkt der Platte zu welcher Q_1 sehr nahe steht. Es wird dann:

$$\operatorname{tg}(\varphi - \beta) = \frac{OQ_2}{f} \quad OQ_2 = Q_1Q_2 - b$$

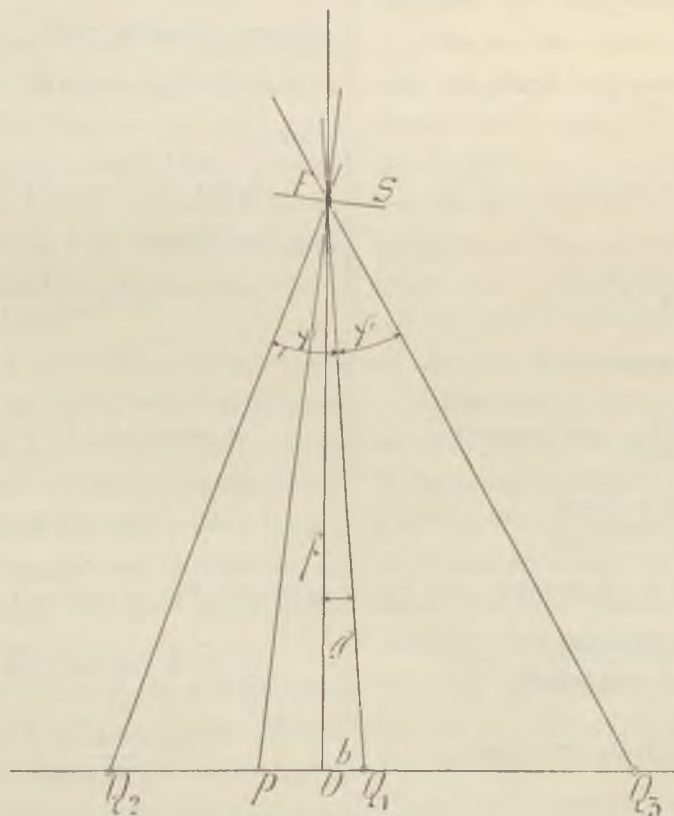
$$\operatorname{tg}(\varphi + \beta) = \frac{OQ_3}{f} \quad OQ_3 = Q_1Q_3 + b$$

$$\operatorname{tg}(\varphi - \beta) = \frac{Q_1Q_2 - b}{f} \quad \operatorname{tg}\beta = \frac{b}{f}$$

$$\operatorname{tg}(\varphi + \beta) = \frac{Q_1Q_3 + b}{f}$$

substituirt

¹⁾ Wir haben diese Grösse bei der Bestimmung der Collimation bereits erhalten, vernachlässigt man sie, so begeht man nur einen geringen Fehler.



13. ábra. — Fig. 13.

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}(\varphi - \beta)f &= Q_1 Q_2 - f \operatorname{tg} \beta \\ \operatorname{tg}(\varphi + \beta)f &= Q_1 Q_3 + f \operatorname{tg} \beta \quad \text{miből} \\ \frac{\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \beta}{1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta} f &= Q_1 Q_2 - f \operatorname{tg} \beta \\ \frac{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta} f &= Q_1 Q_3 + f \operatorname{tg} \beta \end{aligned}$$

nevezőkkel átszorozva

$$\begin{aligned} f(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg}^2 \beta) &= Q_1 Q_2 (1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta) \\ f(\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg}^2 \beta) &= Q_1 Q_3 (1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta) \end{aligned}$$

miből, minthogy mindkét egyenlet baloldala ugyanaz:

$$Q_1 Q_2 (1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta) = Q_1 Q_3 (1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta)$$

beszorozva

$$\operatorname{tg} \beta (Q_1 Q_2 \operatorname{tg} \varphi + Q_1 Q_3 \operatorname{tg} \varphi) = Q_1 Q_3 - Q_1 Q_2$$

és ebből

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{Q_1 Q_3 - Q_1 Q_2}{\operatorname{tg} \varphi (Q_1 Q_2 + Q_1 Q_3)}$$

hogy $\operatorname{tg} s$ -ből f értékét is kiszámíthatjuk:

$$\operatorname{tg}(\varphi - \beta) = \frac{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta} \quad f\text{-vel szorozva:}$$

$$f \operatorname{tg}(\varphi + \beta) = f \frac{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta}$$

ám de $f \operatorname{tg}(\varphi + \beta) = Q Q_3 = Q_1 Q_3 + f \operatorname{tg} \beta$ és így:

$$Q_1 Q_3 + f \operatorname{tg} \beta = f \frac{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta} \quad \text{miből}$$

$$f \frac{\operatorname{tg} \varphi (1 + \operatorname{tg}^2 \beta)}{1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta} = Q_1 Q_3 \quad \text{és végre:}$$

$$f = \frac{Q_1 Q_3 (1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta)}{\operatorname{tg} \varphi (1 + \operatorname{tg}^2 \beta)} = \frac{Q_1 Q_3}{\operatorname{tg} \varphi} (1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta) \cos^2 \beta$$

b) Különböző távolságban élesre állítani a beállító üveglapon egy scálának a képét és megphotographálni. Egy második módja a focustávól meghatározásnak a következő formula alapján:

$$f = \frac{a}{\frac{x_1}{y_1} - \frac{x_2}{y_2}}$$

mely egyenletben a jelenti azt a távolságot, melylyel a tárgy az egyik felállítás mellett közelebb volt az objectiv lencséhez mint a másikban, $\frac{x}{y}$ pedig a megfelelő felállítások mellett a nagyítások reciprok értékei.

A lefényképezendő scálát első felállításban az objectiv előtt a körülbelül várható focustávól 10–15

$$\begin{aligned} \operatorname{tg}(\varphi - \beta)f &= Q_1 Q_2 - f \operatorname{tg} \beta \\ \operatorname{tg}(\varphi + \beta)f &= Q_1 Q_3 + f \operatorname{tg} \beta \quad \text{aus welchen} \\ \frac{\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \beta}{1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta} f &= Q_1 Q_2 - f \operatorname{tg} \beta \\ \frac{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta} f &= Q_1 Q_3 + f \operatorname{tg} \beta \end{aligned}$$

mit den Nennern multiplicirt:

$$\begin{aligned} f(\operatorname{tg} \varphi - \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg}^2 \beta) &= Q_1 Q_2 (1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta) \\ f(\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \beta - \operatorname{tg} \beta + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg}^2 \beta) &= Q_1 Q_3 (1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta) \end{aligned}$$

aus welchen, nachdem die linken Seiten beider Gleichungen dieselben sind,

$$Q_1 Q_2 (1 + \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta) = Q_1 Q_3 (1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta)$$

oder

$$\operatorname{tg} \beta (Q_1 Q_2 \operatorname{tg} \varphi + Q_1 Q_3 \operatorname{tg} \varphi) = Q_1 Q_3 - Q_1 Q_2$$

und aus diesen

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{Q_1 Q_3 - Q_1 Q_2}{\operatorname{tg} \varphi (Q_1 Q_2 + Q_1 Q_3)}$$

nun aus $\operatorname{tg} s$ den Wert f zu berechnen

$$\operatorname{tg}(\varphi + \beta) = \frac{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta} \quad \text{mit } f \text{ multiplicirt}$$

$$f \operatorname{tg}(\varphi + \beta) = f \frac{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta}$$

es ist aber $f \operatorname{tg}(\varphi + s) = Q Q_3 = Q_1 Q_3 + f \operatorname{tg} s$ und so ist

$$Q_1 Q_3 + f \operatorname{tg} \beta = f \frac{\operatorname{tg} \varphi + \operatorname{tg} \beta}{1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta} \quad \text{aus welchen}$$

$$f \frac{\operatorname{tg} \varphi (1 + \operatorname{tg}^2 \beta)}{1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta} = Q_1 Q_3 \quad \text{und endlich}$$

$$f = \frac{Q_1 Q_3 (1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta)}{\operatorname{tg} \varphi (1 + \operatorname{tg}^2 \beta)} = \frac{Q_1 Q_3}{\operatorname{tg} \varphi} (1 - \operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \beta) \cos^2 \beta$$

b) Eine Scala auf die Platte von verschiedenen Distanzen scharf einzustellen und zu photographiren. Eine zweite Methode ist die Bestimmung der Focusdistanz laut folgender Formel:

$$f = \frac{a}{\frac{x_1}{y_1} - \frac{x_2}{y_2}}$$

in welcher Gleichung a jene Distanz bedeutet, um welche das Object bei der einen Aufstellung zur Objectivlinse näher stand als im zweiten Falle, $\frac{x}{y}$ ist hingegen der Reciprokwerth der Vergrößerungen bei den entsprechenden Aufstellungen.

Die zu photographirende Scala wird bei der ersten Aufstellung vor dem Objective in eine Entfernung der

szőrös távolságában állítjuk fel, a körülményekhez képest vízszintes vagy függélyes helyzetben. Ezzel szemben jön a theodolit vízszintesen állítva és úgy, hogy a lemez síkja a scála síkjával párhuzamos legyen. Miután a scálát függélyezővel lehetőleg függélyes helyzetbe hoztuk, igyekszünk a lemez síkját is függélyesre állítani, és ezt úgy érhetjük el legkönnyebben, hogy a kamarát a nadirra állítjuk, a homályos üveglemezre pedig libellát helyezünk; most a függélyes kör finom mozgás csavarjával a lemezt vízszintesre állítjuk.

Legyen a most leolvasott helyzet $90 \times \Delta$; akkor ha a kamarát Δ magasságra állítjuk, úgy a lemez a célnak megfelelő pontossággal függélyes helyzetben fog állni. Szükséges azonkívül a skála képét lehető pontossággal a lemez középvonalába állítani, ezt csak a lemezen való beállítással kell elérni, minthogy ilyen közeli távolságra a távcsövet már nem használhatjuk irányzásul.

A scálának a kamarától való távolának pontos lemérése nem szükséges, de nem is lehetséges, miután tulajdonképen az objectiv első főpontjáig kellene mérni, melynek távolát a lencse felületétől még nem is ismerjük, de lehető nagy pontossággal kell lemérni azt a távolságot, melylyel a második állásig a scálát előre toltuk.

Legkönnyebb lesz a kivitel, ha az egész készüléket egy hosszú asztalra helyezzük, melyen a scála középvonalától az asztalon a lencse középpontjának vetületéig egy telegraph-szalagot huzunk; a scála eltolása pontosan a papir mentén történjen és a távolságot pontosan rájegyezzük.

A második állás lehet az első távolságnak körülbelül $\frac{2}{3}$ részében, ellenőrzés szempontjából egy harmadik pedig az elsőnek $\frac{1}{3}$ részében.

Fontos, hogy az eltolás a papir mentén történjen és a scála minden állásban verticalis illetve vízszintes helyzetben maradjon.

Jelentékeny hibát követhetünk el ezen mérésnél abban, hogy a lemezt nem tudjuk pontosan a scála valódi képének síkjába állítani, minthogy a beállításkor csak a kép élességére támaszkodhatunk, ez pedig nem elég; azért ezen módszertől nem is várhatunk nagy pontosságot.

ungefähr erwartenden 10—15-fachen Brennweite aufgestellt, u. z. nach Umständen in horizontaler, oder verticaler Lage. Vis à vis diesen wird der Theodolit horizontal aufgestellt und zwar so, dass die Ebene der Platte mit der Ebene der Scala parallel sei. Nachdem wir die Scala mittels Loth, so wohl als möglich in verticale Lage gebracht haben, trachten wir auch die Ebene der Platte vertical zu stellen, dies erreichen wir am leichtesten, wenn wir die Camera im Nadir einstellen, und auf die Mattscheibe eine Libelle setzen, nun stellen wir die Platte mit Hilfe der Feinstellungsschraube des Verticalkreises horizontal ein.

Es sei die soeben abgelesene Lage $90 + \Delta$, dann wird die Platte, wenn wir die Camera auf Δ Höhe eingestellt haben, dem Ziele entsprechend mit hinreichender Genauigkeit in verticaler Lage sein. Ausserdem ist es nothwendig das Bild der Scala mit möglicher Genauigkeit in die Mittellinie der Platte zu stellen, dies muss aber nur mit der Platten-Einstellung erreicht werden, da in so geringer Entfernung das Fernrohr für Einstellungen nicht verwendbar ist.

Das Messen der Scalen Entfernung von der Camera ist nicht nöthig, ist aber auch nicht ausführbar, indem die Messung eigentlich von dem ersten Hauptpunkte des Objectives geschehen müsste, dessen Abstand von der Linsenoberfläche für uns unbekannt ist, doch sehr genau ist jene Distanz zu messen, um welche die Scala bis zur zweiten Stellung vorgeschoben wurde.

Die Ausführung wird am leichtesten, wenn wir das ganze Instrument auf einen langen Tisch stellen, auf welchen von der Mittellinie der Scala bis zur Projection der Linsen-Mittelpunkte ein Telegraphen-Papier gezogen ist, die Verschiebung der Scala geschehe genau längs des Papierstreifens, auf welches die Entfernung genau vermerkt sei.

Die zweite Position kann ungefähr im $\frac{2}{3}$ Theile der ersten Entfernung sein, controlhalber kann eine dritte im $\frac{1}{3}$ Theil des ersten sein.

Wichtig ist es, dass die Verschiebung immer längs des Papierstreifens geschehe, und dass die Scala in jeder Stellung in verticaler respective horizontaler Lage verbleibe.

Ein beträchtlicher Fehler kann bei diesen Messungen entstehen, wenn die Platte nicht genau in die wirkliche Bildebene der Scala gestellt werden kann; indem bei der Einstellung als Stützpunkt nur die Schärfe des Bildes dient, welches aber nicht hinreichend ist, darum können wir von dieser Methode keine grosse Genauigkeit erwarten.

c) Leginkább használt módszer a focometerrel való meghatározása a gyútávolnak. Miután focometer legtöbbeknek nem áll rendelkezésére, helyette egy ugyanazon elven alapuló berendezést mutatok be, melyet dr. báró Harkányi Béla úr az ó-gyallai csillagdán összeállított és melyen szives segítségével mellett phototheodoliteink focustávolát meghatároztuk.

Egy nagy simára gyalult egyenes asztalon (14-ik ábra), az asztal középvonalában az egyik végén helyezük el a theodolítot, a másikon valamely pontosan osztott üveg vagy porcellán scálát egy állítható háromlábos csipetűbe szorítva. A kamarát most vízszintesre állítjuk, úgy hogy optikai tengelye a horizontra nézzen, az objectiv középpontjának magasságát az asztal fölött egy függélyezővel lemérjük, a scálát pedig az asztal fölött ugyanilyen magasra állítjuk; azután egy gyertyát állítunk a scála elé oly magasan a lángjával, mint az objectiv középpontja.

A gyertya képét most a ka-

mara homályos üveglemezén a kamara forgatásával aként állítjuk, hogy az pontosan a homályos lemez közepére essen. Ha most majd a gyertyát az objectiv irányában úgy toljuk előre, hogy talpontja azon egyenesen maradjon, mely az első helyzetétől az objectiv középpontjának az asztalon való vetületéig húzható és a láng képe a lemeznek mindig ugyanazon pontján maradjon, úgy kellő pontossággal feltételezhetjük, hogy a láng középpontja azon sugár irányát követte, mely első helyzetében őt az objectiv főpontjával kötötte össze.

Annak betartására, hogy a scála iránya, a lencse fókuszjaival lehetőleg parallel állíttassék, az összekötő egyenesre egy derékszöggel tűzünk ki egy merőleget, melyhez a scálát a finom mozgás csavarjával párhuzamos helyzetbe hozzuk.

Hogy most a scála előretolásának nagyságát pontosan lemérhessük, az említett alapvonal mellett közvetlen és vele párhuzamosan pár centiméter magas alapzatra egy jól gyalult mérőléczet fektetünk és helyzetében reá rakott súlyokkal biztosítjuk; e lécz élé mentén pedig egy telegraph szalagot erősítünk rá rajzszögekkel. Most

c) Die gebräuchlichste Methode ist daher die Bestimmung der Brennweite mit den Focometer. Nachdem ein Focometer für die meisten nicht zur Verfügung steht, werde ich anstatt diesen, einer, auf denselben Principe beruhenden Einrichtung Erwähnung machen, welche Herr Baron Dr. Béla Harkányi auf der Sternwarte zu Ó-Gyalla zusammenstellte und mit seiner gefälligen Beihilfe die Brennweite der Linsen der Theodolite bestimmt wurde.

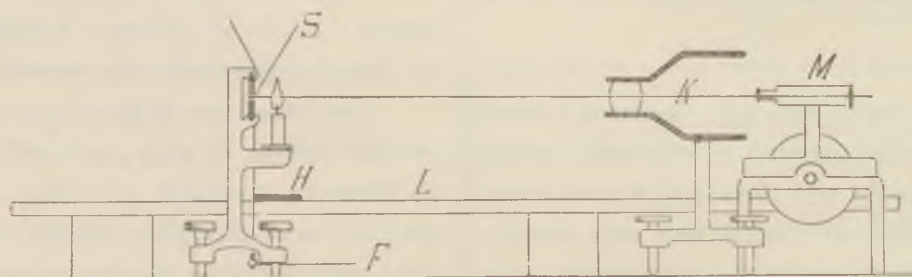
Am einen Ende in der Mittellinie eines langen glattgehobelten Tisches wird der Theodolit aufgestellt, (Siehe Fig. 14) am anderen Ende im Klemmer eines Dreifusses eine mit genauer Theilung versehene Glas- oder Porcellan-Scala. Nun bringen wir die Camera in horizontale Lage u. zw. so dass ihre optische Achse nach dem Horizont zu gerichtet sei, messen dann die Höhe des Objectiv-Mittelpunktes über dem Tisch mit einem Lothe und stellen die Scala in gleicher Höhe über den Tisch, dann stellen wir eine Kerze vor der Scala gerade so hoch wie der Mittelpunkt des Objectives.

Jetzt wird das Kerzen-Bild durch

das Drehen der Camera so gestellt, dass ihre Flamme genau in die Mitte der Mattscheibe zu stehen komme. Schieben wir jetzt die Kerze in der Richtung des Objectives u. zw. so dass der Fusspunkt auf jener Geraden bleibe, welche von ihrer ersten Lage bis zur Projection des Objectiv-Mittelpunktes am Tische ziehbar ist, wobei das Bild der Kerzenflamme stets auf demselben Punkte der Platte bleibe, so kann man voraussetzen, dass der Kern der Kerzenflamme jene Richtung des Radius verfolgte, welche diese in der ersten Lage mit dem Hauptpunkte des Objectives verband.

Damit die Richtung der Scala mit den Hauptebenen der Linse womöglich parallel gestellt sei, stecken wir mit einem Rechteck auf die Gerade eine Verticale, zu welcher wir die Scala mittels der Feinbewegungsschraube in parallele Lage bringen.

Um die Grösse der Scalenschiebung genau messen zu können, legen wir unmittelbar zur schon erwähnten Grundlinie und parallel zu dieser eine fein gehobelte einige Centimeter hohe Messlatte und beschweren dieselbe für die Sicherung ihrer Lage, befestigen dann an der Kante der Messlatte ein Telegraphen-



14. ábra. — Fig. 14.

egy függélyező zsinórjával a scála élet aként érintjük, hogy azon alul a zsinór a deszka mellé jusson, közvetlenül, de azt meg ne érintse, a zsinór mellé a derékszögű vonalzót illesztjük és helyzetét a szaladon czeruzával megjelöljük.

A leirt processus a scálának három helyzetében lett ismételve.

A három helyzetben a scálának különböző nagyságú valódi képei keletkeznek az objectiv mögött egy síkban; e képeket ezúttal nem photographiai lemezen fogjuk fel és örökítjük meg, hanem közvetlenül comparatorral mérjük ki. Ezen módszer tehát lényegében ugyanaz, de annyival tökéletesebb a b. alatt közölnél, hogy az élesre állítás hibája elesik.

A comparatoron némi átalakítás történt olyformán, hogy a mikroskop függélyes helyzetéből ki lett mozdítva és csipeszek és csavarok segélyével vízszintes helyzetbe hozva. A comparator a theodolit mögött lett elhelyezve, mérőszalag és háromszög segélyével úgy, hogy a micrometerscavar tengelye a scálával párhuzamos helyzetbe jusson.

A mikroskop tengelyét úgy hoztuk a theodolit objectiv optikai tengelyének folytatásába, hogy először a gyertya képét állítottuk be, azután a theodolit objectivjét annyira lediaphragmáztuk, hogy a mikroscopton benézve egy világos foltot lássunk a középben, mely ha a fonalkereszt körül simetricusan terül el, akkor a mikroskop tengelye elegendő pontossággal a kívánt irányban fekszik.

Meg kell jegyeznem, hogy ilyen berendezés mellett a mikroscoppal csak olyan hosszúságban mérhetünk, mely a theodolit objectiv átmérőjének körülbelül és legfeljebb $\frac{2}{3}$ része, ha csak nincs túlságos nagy látmezeje a mikroscoznak, különben már nem képes átbocsátani a tengelyével nagyobb szögben jövő sugarakat.

A focustávól meghatározására itt is az

$$f = \frac{a}{\frac{x_1}{y_1} - \frac{x_2}{y_2}}$$

képlet szolgál, hol $\frac{x_1}{y_1}$ a távolabbi, $\frac{x_2}{y_2}$ a közelebbi helyzetre vonatkoztatott nagyítása az objectivnek.

schleifenband mittelst Reissnägeln. Sodann tangiren wir mit einer Lothschnur die Kante der Scala derartig, dass unterhalb die Schnur unmittelbar neben das Brett zu stehen komme, dieses aber nicht berühre, neben diese Schnur wird das Rechteck gestellt und ihre Lage mit einem Stifte bezeichnet.

Der soeben beschriebene Process wurde in drei Lagen der Scala wiederholt.

In den drei verschiedenen Lagen entstehen in einer Ebene hinter dem Objective verschiede grosse wirkliche Bilder der Scala; diese Bilder werden jedoch nicht photographirt, sondern unmittelbar mit einem Comparator gemessen. Dieses Verfahren ist dem Wesen nach dasselbe, ist aber deshalb genauer wie das unter b), weil hier der Fehler des Scharfeinstellens eliminirt wird.

Am Comparator wurden einige Abänderungen getroffen u. zw. auf jene Weise, dass das Microscop von seiner verticalen Lage, mittelst Klemmen und Schrauben in horizontale Lage gebracht wurde. Der Comparator wurde mit Hilfe des Messbandes und Dreieck hinter den Theodolit gestellt, dass die Achse der Micrometer-Schraube mit der Scala in parallele Lage komme.

Die Microscop-Achse wurde so in die Fortsetzung der optischen Achse des Theodolit-Objectives gebracht, dass zuerst das Bild der Kerze eingestellt wurde, dann aber ist das Objectiv des Theodolites so weit abgeblendet worden, dass man durch das Microscop durchschauend daselbst einen hellen Punkt in der Mitte sehe, welcher, wenn derselbe sich um das Fadenkreuz symmetrisch ausbreitet, beweist dass die Microscop-Achse hinreichend genau in der gewünschten Richtung liegt.

Ich muss aber bemerken, dass bei dieser Einrichtung wir mit dem Microscope nur in einer solchen Länge messen können, welche ungefähr oder höchstens mit den Durchmesser des Theodolit-Objectives gleich ist, ausgenommen wenn das Microscop ein grosses Gesichtsfeld besitzt, ansonsten ist es nicht fähig die mit der Achse grössere Winkel bildenden Strahlen aufzunehmen.

Zur Brennweiten-Bestimmung dient auch hier die Formel:

$$f = \frac{a}{\frac{x_1}{y_1} - \frac{x_2}{y_2}} \text{ in welcher } \frac{x_1}{y_1}$$

auf die weitere $\frac{x_2}{y_2}$ auf die nähere Lage bezogene Objectiv-Vergrösserung ist.

A comparatorral történt mérések adatait a következő táblázat mutatja, melyben az *S* rovat alá foglalt számok a scálán beállított vonalak, centimeter számjegyei az *M* alattiak a mikrometer dobon leolvasott revolúciók száma.

I		II		III	
S	M	S	M	S	M
28	244·36	36	56·38	31·0	50·22
30	248·36	37	60·56	31·5	53·90
32	252·30	38	64·78	32·0	57·74
36	260·36	40	73·38	32·5	61·35
38	264·40	41	77·60	33·5	68·90
40	268·41	42	81·78	34·0	72·62
				34·5	76·33
				35·0	80·04

Ezen adatokból többféle combinációval számítva közepet, a kép- és tárgy-nagyságra nézve a következő táblázatot nyerjük:

		x_1	y
I	α	120	24·05
	β	80	16·06
II	α	60	25·40
	β	40	17·04
III	α	40	29·82
	β	30	22·43
	φ	20	14·88

E táblázatban még a revolúciók szerepelnek, melyeknek szorzó száma milliméterekké $\log = 9.51088$.

Az értékeket logaritmusolva:

I		II	
α	β	α	β
1.38112	1.20575	1.40483	1.23147
0.89200	0.71663	0.91671	0.74235
2.07918	1.90309	0.77815	1.60206
1.18718	1.18646	0.86144	0.85971
III			
α	β	φ	
1.47451	1.35083	1.17260	
0.98539	0.86171	0.68348 (—log x)	
1.60206	1.47712	0.30103	
0.61667	0.61541	0.61755	

E logaritmusok numerusainak közepe a csoportokon belül a reciproc nagyítások a megfelelő állásokban:

I	II	III
15·376	7·254	4·136

Die mit dem Comparator ausgeführten Messungs-Daten zeigt folgende Tabelle, in welcher in der Rubrik *S* enthaltenen Zahlen, die an der Scala eingestellten Linien und deren Centimeter-Zahlen sind, in der Rubrik *M* sind die am Mikrometer abgelesenen Revolutions-Zahlen.

I		II		III	
S	M	S	M	S	M
28	244·36	36	56·38	31·0	50·22
30	248·36	37	60·56	31·5	53·90
32	252·30	38	64·78	32·0	57·74
36	260·36	40	73·38	32·5	61·35
38	264·40	41	77·60	33·5	68·90
40	268·41	42	81·78	34·0	72·62
				34·5	76·33
				35·0	80·04

Aus diesen Daten mit mehrfacher Combination das Mittel berechnend, erhalten wir für die Grösse des Bildes und Gegenstandes folgende Tabelle:

		x_1	y
I	α	120	24·05
	β	80	16·06
II	α	60	25·40
	β	40	17·04
III	α	40	29·82
	β	30	22·43
	γ	20	14·88

Die in dieser Tabelle in Revolutionen gegebenen Werthe werden in mm. verwandelt durch Multiplication mit $\log = (9.51088)$.

Die Logarithmen der Werthe sind:

I		II	
α	β	α	β
1.38112	1.20575	1.40483	1.23147
0.89200	0.71663	0.91671	0.74235
2.07918	1.90309	0.77815	1.60206
1.18718	1.18646	0.86144	0.85971
III			
α	β	γ	
1.47451	1.35083	1.17260	
0.98539	0.86171	0.68348 (—log x)	
1.60206	1.47712	0.30103	
0.61667	0.61541	0.61755	

Die Mittel der Numerus dieser Logarithmen innerhalb der Gruppen sind die Reciprok-Vergrößerungen in den entsprechenden Stellungen:

I	II	III
15·376	7·254	4·136

külömböskéik pedig:

15·376	7·254	15·376
—7·254	—4·136	4·136
8·122	3·118	11·240

számlálóból kivonva:

3·16047	2·74351	3·30103
0·90966	0·49388	1·05077
2·25081	2·24973	2·25026

miből a numerus:

$$f \begin{cases} = 178·16 \\ = 177·72 \\ = 177·93 \end{cases}$$

Minél pontosabb eredmény hasonló eszközök mellett alig lesz elérhető.

A műszer állandóit ismerve, megkezdhetjük a magasságmérést:

Tudnunk kell azonban mindenekeelőtt, hogy nem minden felhőzet alkalmas arra, hogy magassága meghatározható legyen. A mely felhőt nem lehet photographálni azt nem lehet phototheodolittal mérni sem. Így nem mérhetjük például az olyan esőfelhők magasságát, melyek mint egy köpeny homogén egyszínű szürkeséggel vonják be az egész égboltot le egész a láthatárig; nem mérhetők továbbá a cirro stratusnak és cirro palliumoknak legdiffusabb változatai, jóllehet fényképet még készíthetünk róla, de teljesen elmosott conturjain semmi támpontot nem találunk, mire a mérést alapíthatnók.

Miután kétségkívül meg kívánjuk, nem csak az egyes, de lehetőleg az összes typosok magasságát ismerni: ezen typosokon belül lehetőleg olyan individuumokat választunk, melyek minél élesebben körvonalozottak. Helyzetüket illetve előnyösebb a két állomás zenithje közt lévőket választani; némelyek szerint pedig az az állás előnyösebb, midőn a felhő épen az egyik állomás fölött van, mivel ez esetben jóval könnyebb *identicus* pontot találni a két képen, míg az előbbi esetben a nagy parallaxis miatt a képek egymáshoz képest nagyon el lesznek rajzolva.

Az *identicus* pontokat illetőleg előnyösebb tehát a kis parallaxis, a pontosságot egyébként befolyásoló észlelésre pedig a nagy parallaxis, legmegfelelőbb lesz tehát véleményem szerint mindkettőnek eleget tenni lehetőleg és ezt csak úgy érhetjük el, ha jó nagy alapvonalat választunk, melyen azután tetszés szerinti nagyságra szabhatjuk a parallaxist. Igen magas felhőknél nagy alap-

ihre Differenzen aber sind:

15·376	7·254	15·376
—7·254	—4·136	4·136
8·122	3·118	11·240

vom Zähler subtrahirt:

3·16047	2·74351	3·30103
0·90966	0·49388	1·05077
2·25081	2·24973	2·25026

aus welcher der Numerus:

$$f \begin{cases} = 178·16 \\ = 177·72 \\ = 177·93 \end{cases}$$

Ein genaueres Resultat wie obiges ist mit ähnlichen Mitteln kaum erreichbar.

Die Constanten des Instrumentes kennend, können die Höhenmessungen beginnen.

Vor allen müssen wir darüber im klaren sein, dass nicht jede Wolkenart dazu geeignet ihre Höhen messen zu können. Jene Wolke, welche man nicht photographiren kann, kann man mit dem Theodolite auch nicht messen. So können z. B. jene Regenwolken nicht gemessen werden, welche einem Mantel gleich mit einer homogen grauen Fläche den ganzen Himmel bis an den Horizont bedecken, unmessbar sind ferner die diffusesten Varianten von Cirro-stratus und Cirro-pallium, obzwar von letzteren photographische Aufnahmen möglich sind, so bieten die gänzlich verschwommenen Conturen gar keinen Stützpunkt, auf welchen die Messung basirt werden könnte.

Nachdem es aber Zweifelsohne wünschenswerth ist, nicht nur die Höhe einzelner, sondern womöglicher Weise sämtlicher Typen kennen zu lernen, so müssen innerhalb dieser Typen Individuen ausgewählt werden, welche je schärfer umrändert sind. Ihrer Lage nach ist es zweckmässig solche zu wählen, welche im Zenithe beider Stationen liegen, nach Anderen ist es vortheilhafter, wenn die Wolke gerade über der Station steht, weil man in diesem Falle an beiden Bildern leichter einen *identischen* Punkt findet, wohingegen im ersten Falle wegen der grossen Parallaxe die Bilder zu einander verzeichnet werden.

Was die *identischen* Punkte anbelangt, ist die kleine Parallaxe vortheilhafter, auf die Genauigkeit des Resultates jedoch die grosse Parallaxe; meiner Ansicht nach ist es am entsprechendsten thunlich beiden Folge zu leisten, dies ist aber nur so erreichbar, wenn eine recht grosse Grundlinie gewählt wurde, auf welcher die Parallaxe auf eine beliebige Grösse gebracht werden kann. Bei sehr

vonallal kell, az elrajzolástól is kevésbé kell félnünk, ez esetben tehát azt az időt választjuk a meghatározásra, melyben azok az állomások felett vannak; míg alacsonyabb felhőalakzatoknál alacsonyabb látszóg alatt photographálunk és különösen ajánlatos lesz az alapvonal meghosszabbítása irányában lévő felhőket választani, a mikor daczára a nagy bázisnak, a parallaxis tetszés szerinti kicsiny lesz és így az elrajzolás is. Minthogy azonban ez a távolság még nem igen nagy; ha csak nem estünk túlságba e kis parallaxis folytán sem fog nagy hiba számításainkba kerülni. Miután a felhők alakját minden esetben nem ismerhetjük, egy kis gyakorlat szükséges annak megítélésére, hogy melyiket minő helyzetben lesz legelőnyösebb photographálni.

A kiválasztott felhő irányában állítja mindkét észlelő a theodolitot, a szorító csavarokat meghuzza és a kamarát a felvételhez előkészíti. A telephonon adott jelre az exponálás megtörténik; utána a positio körök leolvastatnak.

Nem lesz talán felesleges e helyen néhány szót szólni a méréshez használandó lemezekről. A menyire eddigi tapasztalataim után ez irányban véleményem mondhatok: nézetem szerint mindenféle lemezre lehet felhőt photographálni; sőt a sok közül nem is tudnék egyet kiválóan ajánlani, mint a melyik minden körülmények között a legalkalmasabb. Sötétebb esőfelhők, vagy igen világos cumulusok közönséges bromézüst lemezeken is igen szépen kirajzolt képet adnak igen rövid exponálási idő mellett, míg fakóbb, halványabb cirrusok felvételénél contrasticusabb képet kapunk chlorbrom diapositiv, vagy ortochromaticus lemezek alkalmazásával. Alacsonyabban úszó, s ezért nagyobb relativ sebességgel bíró felhőket photographáljunk bromézüst lemezre, míg magasabb, elmosottabb, fakóbb felhőt diapositivekre, melyek bár jóval érzéketlenebbek és hosszabb exponálási időt igényelnek, de utóbbiaknál alig kell félnünk, hogy 2—5 másodpercnyi exponálás mellett is a felhők elmozdulása már észrevehető legyen.

Szines üveglemez alkalmazása az első esetben meglehetősen felesleges, utóbbiban pedig azért kerülendő, mert az amúgy is kissé hosszú exponálási idő

hohen Wolken ist eine grosse Grundlinie zu wählen, auch ist das Verzeichnen alsdann weniger zu befürchten, in diesem Falle wählen wir zur Bestimmung jenen Zeitpunkt, in welchen diese über der Station stehen, wohingegen bei niedrigeren Wolkenformationen die photographische Aufnahme unter niedrigeren Schwinkel stattfinden kann, sehr empfehlenswerth ist es die in der Verlängerung der Grundlinie befindlichen Wolken zu wählen, wo trotz der grossen Basis, die Parallaxe nach Belieben klein ist und mithin auch das Verzeichnen. Indem aber diese Entfernung noch nicht sehr gross ist, gesetzt, dass wir nicht ins Extreme gerathen sind, so werden in Folge der Kleinheit der Parallaxe keine grossen Fehler in unsere Berechnung fallen. Nachdem wir die Wolkenform nicht in jedem Fall sofort erkennen können, so ist eine gewisse Übung nöthig beurtheilen zu können, in welcher Lage sie am vortheilhaftesten zu photographiren ist.

Beide Beobachter stellen den Theodolit in die Richtung der ausgewählten Wolke, ziehen die Klemmschrauben an und bereiten die Camera zur Aufnahme her. Auf das gegebene Telephonzeichen beginnt die Exponirung und nachher werden die Positionskreise abgelesen.

Es wird vielleicht hierorts nicht überflüssig sein von den Platten Erwähnung zu machen, welche bei den Messungen in Anwendung kommen. So weit ich diesbezüglich laut meinen bisherigen Erfahrungen Meinung abgeben kann, ist meine Ansicht, dass man mit einer jeden Wolkenaufnahmen machen kann und noch mehr, ich könnte von den vielen Sorten keine einzige als eine besondere anempfehlen, welche unter allen Umständen die geeignetste ist. Dünklere Regenwolken, oder aber sehr helle Cumuluse geben auch auf gewöhnliche Bromsilber-Platten sehr schön gezeichnete Bilder bei sehr kurzer Exponirung, wohingegen bei Aufnahmen von blassen, verschossenen Cirren, um in den Bildern einen besseren Contrast zu bekommen, Chlorbrom Diapositiv oder ortochromatische Platten geeigneter sind. Bei höheren, verschwommenen und blassen Wolken sind Diapositive empfehlenswerth; hier dauert zwar das Exponiren wegen der geringeren Empfindlichkeit etwas länger, wir haben aber selbst bei 2—5 Sekunden Exponiren nicht zu befürchten, dass die Wolkenverschiebung auf der Platte wahrnehmbar wäre.

Die Anwendung von Farbenfiltern ist im ersten Falle ziemlich überflüssig, im letzteren ist es schon deshalb zu vermeiden, weil die sonst schon etwas zu lang dauernde Exponirung über alle Massen verlängert

általán módfelett megnyujtatnék, mi észrevehetőleg a mérési pontosság rovására menne.

A mérésre kész lemezek a *comparator* mikroszkopja alá jönnek, hol néhány jól azonosítható pont rendezőit mérjük le a csúcsok által megjelölt koordinata rendszerben. A pontok rendezői lesznek *x* és *y*.

Hogy az egyenleteket, melyek segítségével a már ismert adatokból a magasságot kiszámítjuk, levezethessük, vegyük szemügyre a 15-ik ábrát.

Legyen az *I* állomáson a felhő meghatározott pontjának szögmagassága a vízszintes felett H_1 , azimuthja A_1 , a *II* állomáson a megfelelő szögek H_2 és A_2 . Legyen továbbá az alapvonal azimuthja *I* állomástól *II* irányában $A-180^\circ$, a felhő magassága h , az alapvonal hossza a .

$$h = a_1 \operatorname{tg} H_1$$

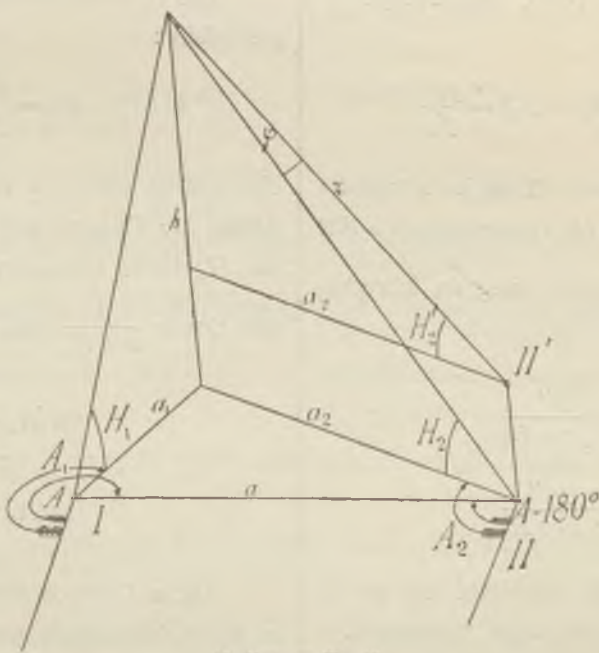
$$h = a_2 \operatorname{tg} H_2$$

$$\frac{a_1}{a} = \frac{\sin(A_2 - A)}{\sin(A_1 - A_2)}$$

$$\frac{a_2}{a} = \frac{\sin(A - A_1)}{\sin(A_1 - A_2)} \text{ miből}$$

$$a_1 = -\frac{a \sin(A_2 - A)}{\sin(A_1 - A_2)}$$

$$a_2 = \frac{a \sin(A - A_1)}{\sin(A_1 - A_2)}$$



15. ábra. — Fig. 15.

és ha a_1 és a_2 értékei helyettesítjük lesz:

$$h \left\{ \begin{aligned} &= -\frac{a \sin(A_2 - A) \operatorname{tg} H_1}{\sin(A_1 - A_2)} \\ &= \frac{a \sin(A - A_1) \operatorname{tg} H_2}{\sin(A_1 - A_2)} \dots \dots \dots (I) \end{aligned} \right.$$

Fenti egyenletekben A_1 , A_2 , H_1 és H_2 értékei azonban még ismeretlenek, miután a körleolvasás csak a kamara tengelyének irányát adja, mely nem fog épen pontosan a kijelölt ponton áthaladni.

A körleolvasás értékei legyenek A_1 , A_2 , H_1 és H_2 , ezek azon pontoknak irányát jelölik, melyeknek képe a kamarában a végleges koordinata rendszer 0 pontjába esne.

Fektessünk át képzeletben a felhő azonosított pontján és az objectiv első főpontján a műszer horizontális tengelyéhez parallel egy síkot, és egy másik ehhez párhuzamosat az objectiv második főpontján; világos, hogy

würde, was die Genauigkeit der Messungen bemerkenswerth beeinflussen würde.

Die zum Messen fertigen Platten kommen unter das Mikroskop des *Comparators*, wo man deren Coordinaten durch einige gut identificirbare Punkte misst, in dem durch die Spitzen bezeichneten Coordinaten-System. Die Coordinaten der Punkte sind *x* und *y*.

Um die Gleichung abzuleiten, mit Hilfe welcher wir aus den schon bekannten Daten die Höhe berechnen, ist es nöthig Figur 15 zu betrachten.

Es sei auf Station *I* die Winkelhöhe eines bestimmten Punktes der Wolke H_1 , A_1 dessen Azimuth, die entsprechenden Winkel auf der *II*. Station H_2 und A_2 .

Es sei fernerhin das Azimuth der Grundlinie von der *I*. Station in der Richtung der *II*-ten $A-180^\circ$, die Wolkenhöhe h , Länge der Grundlinie a :

$$h = a_1 \operatorname{tg} H_1$$

$$h = a_2 \operatorname{tg} H_2 \text{ und}$$

$$\frac{a_1}{a} = \frac{\sin(A_2 - A)}{\sin(A_1 - A_2)}$$

$$\frac{a_2}{a} = \frac{\sin(A - A_1)}{\sin(A_1 - A_2)} \text{ woraus}$$

$$a_1 = -\frac{a \sin(A_2 - A)}{\sin(A_1 - A_2)}$$

$$a_2 = \frac{a \sin(A - A_1)}{\sin(A_1 - A_2)}$$

wenn die Werthe a_1 und a_2 substiuirt werden so ist

$$h \left\{ \begin{aligned} &= -\frac{a \sin(A_2 - A) \operatorname{tg} H_1}{\sin(A_1 - A_2)} \\ &= \frac{a \sin(A - A_1) \operatorname{tg} H_2}{\sin(A_1 - A_2)} \dots \dots \dots (I) \end{aligned} \right.$$

In der obigen Gleichung sind die Werthe A_1 , A_2 und H_1 , H_2 noch unbekannt, indem die Kreisablesung nur die Werthe der Camera-Achse giebt, welche nicht genau durch den bezeichneten Punkt gehen wird.

Es seien die Werthe der Kreisablesung A_1 , A_2 , H_1 und H_2 , diese bezeichnen die Richtung jener Punkte, deren Bilder in der Camera in den 0 Punkt des endgültigen Coordinaten-Systems fallen würden.

Denken wir uns durch den identificirten Punkt der Wolke und durch den ersten Hauptpunkt des Objectives zu der Horizontal-Achse des Instrumentes eine Ebene, und durch den zweiten Hauptpunkt des Objectives eine

a pont képe a lemezen azon egyenesben fog lenni, melyet ez utóbbi sík és a lemez érzékeny oldalának metszete határoz meg. E vonal minden pontjának távolsága az Y'' tengelytől $= x''$.

A theodolit kamara tengelyének és az előbb említett síknak hajlási szöge egyuttal a magassági leolvasás correctio-szöge, mely egyenlő $(H_1 - H)$ -val, — és

$$\text{tg}(H_1 - H_1) = \frac{x''}{f_1}, \text{ és } \text{tg}(H_2 - H_2) = \frac{x_1''}{f_2}$$

Az azimuth correctio-szögei pedig hasonlóképp:

$$\text{tg}(A_1 - A_1) = \frac{y''}{f_1}, \text{ és } \text{tg}(A_2 - A_2) = \frac{y_1''}{f_2}$$

ez azonban csak abban az esetben állana, ha a kamara tengelye a horizonra van állítva; H_1 magasságban a tört $\frac{1}{\cos H_1}$ correctiót kapja coefficientsül még és következőleg:

$$\text{tg}(A_1 - A_1) = \frac{y''}{f_1 \cos H_1}$$

$$\text{tg}(A_2 - A_2) = \frac{y_1''}{f_2 \cos H_2}$$

E correctio-szögeket ki kell számítani és az (I) alatti egyenletekben a szögleolvasásokhoz hozzáadni.

Ha a két állomásnak ugyanaz a tengerszín feletti magassága, úgy az (I) alatti egyenletek a felhőmagasság kiszámításához tökéletesen elégségesek, ellenkező esetben még egy változást kell bevezetni.

Tegyük fel, hogy a második észlelési állomás nem II pontban, hanem e felett m magasságban II' pontban van, ha a 14-ik ábrát szemléljük, észreveszszük, hogy az utóbbi pontból a felhő helyzetére nézve ugyanazon adatokat kapjuk, csupán a magassági szög lesz valamivel kisebb és a különbség egyenlő φ szöggel; e szög értékét kell tehát ismernünk és H'_2 -hez hozzáadni.

zweite zu dieser parallel; so ist es klar, dass der Punkt des Bildes auf der Platte auf jene Gerade fallen wird, welche diese letzterwähnte Ebene durch den Schnitt der lichtempfindlichen Seite der Platte bestimmt. Die Entfernung eines jeden Punktes dieser Linie von der Achse Y'' ist gleich mit x'' .

Der Beugungswinkel der Theodoliten-Camera-Achse und die der schon früher genannten Ebene ist zugleich der Corrections-Winkel der Höhenablesung, welche mit $(H_1 - H)$ gleich ist.

$$\text{tg}(H_1 - H_1) = \frac{x''}{f_1}, \text{ und } \text{tg}(H_2 - H_2) = \frac{x_1''}{f_2}$$

Die Correctionwinkel des Azimuthes aber sind gleichfalls:

$$\text{tg}(A_1 - A_1) = \frac{y''}{f_1}, \text{ und } \text{tg}(A_2 - A_2) = \frac{y_1''}{f_2}$$

dies würde aber nur in jenem Falle stehen, wenn die Achse der Camera auf den Horizont eingestellt ist; in der H_1 Höhe bekommt diese Correction als Coefficient den Bruch $\frac{1}{\cos H_1}$ und wird folglich:

$$\text{tg}(A_1 - A_1) = \frac{y''}{f_1 \cos H_1}$$

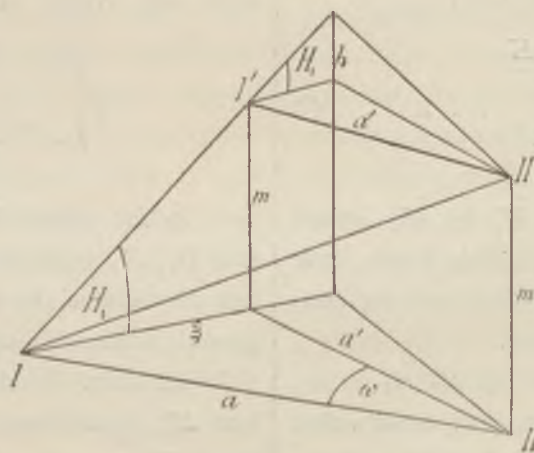
$$\text{tg}(A_2 - A_2) = \frac{y''}{f_2 \cos H_2}$$

Diese Corrections-Winkel müssen berechnet und in den Gleichungen unter (I) zu den Winkelablesungen addirt werden.

Ist die Meereshöhe beider Stationen eine gleiche, so sind die Gleichungen unter (I) zur Berechnung der Wolkenhöhe vollständig genügend, im entgegengesetzten Falle muss eine Veränderung eingeleitet werden.

Gesetzt, dass die zweite Station nicht im Punkte II liegt, sondern über diesem in der Höhe m , im Punkte II' und betrachten wir die Figur 14 näher, so werden wir sehen, dass wir von diesem letzten Punkte — was die Lage der Wolke anbetrifft — dieselben

Daten erhalten werden, nur der Höhwinkel wird um etwas kleiner ausfallen und diese Differenz wird mit dem Winkel φ gleich sein; den Werth dieses Winkels müssen wir kennen und diesen zu H'_2 addiren.



16. ábra. — Fig. 16.

$$z = \frac{a_2}{\cos H_2'}$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2}(\delta - \varphi) = \frac{\frac{a_2}{\cos H_2'} - m}{\frac{a_2}{\cos H_2'} + m} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(90 - H_2')$$

A magasságkülönbség okozta hiba kiküszöbölésére egy második módszer a 16-ik ábráról olvasható le: *I* és *II* az észlelési állomások; ha *I* helyett *I''*-ben észleltünk volna, ugyanazon adatokat nyertük volna azon különbséggel, hogy a bázis hossza most *a* helyett *a'* lett, ennek azimuthja pedig ω szöggel megváltozott.

$$\frac{m}{\xi} = \operatorname{tg} H_1 \quad \xi = m \operatorname{cotg} H_1$$

$$a'^2 = \xi^2 + a^2 - 2\xi a \cos(A - A_1)$$

$$a'^2 = m^2 \operatorname{cotg}^2 H_1 + a^2 - 2m \operatorname{cotg} H_1 a \cos(A - A_1) \text{ miből}$$

$$\text{aus welchem } a' = \sqrt{m^2 \operatorname{cotg}^2 H_1 + a^2 - 2am \operatorname{cotg} H_1 \cos(A - A_1)}$$

az I. alatti egyenletekbe behelyettesítve.

substituirt in die Gleichungen unter I

$$h \left\{ \begin{aligned} &= -\frac{\sin(A_2 - A)}{\sin(A_1 - A_2)} \operatorname{tg} H_1 \sqrt{m^2 \operatorname{cotg}^2 H_1 + a^2 - 2am \operatorname{cotg} H_1 \cos(A - A_1)} \\ &= \frac{\sin(A - A_1)}{\sin(A_1 - A_2)} \operatorname{tg} H_2 \sqrt{m^2 \operatorname{cotg}^2 H_1 + a^2 - 2am \operatorname{cotg} H_1 \cos(A_1 - A_2)} \end{aligned} \right.$$

Kikeressük azonkívül ω értékét és az alapvonal azimuthját corrigáljuk vele az első állomáson positiv, a másodikon negativ értelemben.

Utóbbi egyenletekből a magasság a *II* állomás felett adódik ki. Ha e különbség 10–15 méternél nem nagyobb, úgy e correctio egészen el is hanyagolható. Az (I) alatti első egyenlet differentiálásából:

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{\Delta a}{a} + \cot(A - A_2) \Delta(A - A_2) - \cot(A_1 - A_2) \Delta(A_1 - A_2) + \frac{2 \Delta H_1}{\sin 2 H_1}$$

Tehát ugyanazon körülmények között minél közelebb esik a felhő vetülete az alapvonal meghosszabbításához és minél alacsonyabb szöggel áll a horizon felett, annál kevésbé pontos az eredmény, mivel azonban *A*, *A*₁ és *A*₂ értékeit nagy pontossággal meg tudjuk határozni, a cotangens factor kevésbé fogja a pontosságot káros értelemben befolyásolni, főleg ha *h*-nak nem igen nagy az értéke; a mint azt már a felvételek gyakorlati kivitelénél előre meg is mondtuk.

$$z = \frac{a_2}{\cos H_2'}$$

$$\operatorname{tg} \frac{1}{2}(\delta - \varphi) = \frac{\frac{a_2}{\cos H_2'} - m}{\frac{a_2}{\cos H_2'} + m} \operatorname{tg} \frac{1}{2}(90 - H_2')$$

Die Eliminirung des, durch die Höhendifferenz verursachten Fehlers, ist mit Hilfe einer zweiten Methode erreichbar. In Figur 16 sind I und II die Beobachtungs-Stationen; wenn wir anstatt I an der Station I'' beobachtet hätten, so würden wir dieselben Daten erhalten haben, nur mit dem Unterschiede, dass die Länge der Basis jetzt anstatt *a*, *a'* ist und dessen Azimuth sich mit dem Winkel ω veränderte.

Wir eruiren noch den Werth von ω und corrigiren damit das Azimuth der Grundlinie bei der ersten Station im positiven, bei der zweiten im negativen Sinne.

Aus den letzteren Gleichungen ergibt sich die Höhe über der II. Station. Ist die Differenz nicht grösser als 10–15 Meter, so ist dieselbe gänzlich vernachlässigbar. Durch Differentirung der ersten Gleichung unter (I) ergibt sich:

Je näher die Wolkenprojection unter denselben Umständen zur Verlängerung der Grundlinie fällt, und mit einem je kleineren Winkel diese über dem Horizonte steht, umso weniger genau ist das Resultat, indem wir aber die Werthe *A*, *A*₁ und *A*₂ mit grosser Genauigkeit bestimmen können, so wird der Cotangenten Factor die Genauigkeit nur einigermaßen schädlich beeinflussen, besonders wenn der Werth von *h* nicht ein zu grosser ist.

8. Felhőmagasságmérés Zeiss stereoscopicus távolságmérőjével.

Néhány év óta Zeiss optikai eszközöket gyártó jénai cég különös szerkezetű, a stereoscopicus látásra alapított távolságmérő távcsöveket bocsát forgalomba. Ezen eszközök segítségével egy pontból néhány másodperc alatt lemérhetjük egy bizonyos határon belül lévő tárgyak távolságát 1—3⁰/₀ pontossággal. Olyan esetekben tehát, midőn nem nagyon távoli, de olyan hozzáférhetlen pontok meghatározásáról van szó, melyek mozognak vagy hirtelen eltűnnek és így több pontról való beirányozásuk nehézségekre ütközik, vagy a melyek távolságának lemérésére egyéb okok miatt nem rendelkezünk elegendő idővel, továbbá midőn a méréstől nem kívánunk nagyobb pontosságot, egy ilyen eszköz igen jó szolgálatokat tehet.

Ezen szempontok vezették a m. kir. meteorologiai és földmágnességi országos intézet igazgatóját azon eszméhez, hogy nem lehetne-e ezen eszközzel igen sokkal egyszerűbb és gyorsabb úton azt a célt elérni a felhőmagasságmérésnél, mint az eddigi eljárások bármelyikével. Hogy pedig ez irányban a kísérletek megkezdhetők legyenek, 1901. szeptember havában egy kisebb mintát vásárolt fennnevezett cégtől az ó-gyallai observatorium számára.

Mielőtt a műszerrel véghezvitt kísérletekről szólnék, nem tartom elmulaszthatónak, hogy a távolságmérő szerkezetét és működésének elvét röviden ne ismertessem.

A stereoscopicus látás a térben a távolságok megkülönböztetésében áll; vagyis stereoscopicus látásunkat azon tehetségünknek köszönhetjük, a melylyel egy bizonyos határon belül meg tudjuk különböztetni azt, hogy két egymáshoz közel lévő tárgy közül melyik van hozzánk közelebb és melyik távolabb.

E tehetség nem a szemtengelyek különböző convergálásából ered, mint azt eleinte hitték, hanem a stereoscopicus látás által okozott távolsági megkülönböztetésben. Ennek eredete pedig a következő:

Helyezzünk magunk elé két vékonyabb testet, például két czeruzát függélyes helyzetben és olyformán, hogy a kettőn át fektetett függélyes sík két szemünk közé jusson. Az egyik czeruza tehát néhány czeni-

8. Wolkenhöhenmessung mit dem Zeiss'schen stereoscopischen Entfernungsmesser.

Seit einigen Jahren bringt die optische Anstalt Zeiss's in Jena Distanzmesser-Fernrohre in den Handel, welche auf dem Princip des stereoscopischen Sehens beruhen. Mit Hilfe dieser Instrumente ist es möglich von einem Punkte aus binnen einiger Secunden die Entfernung eines Gegenstandes innerhalb gewisser Grenzen, mit einer Genauigkeit von 1—3⁰/₀ zu bestimmen. In Fällen also, wo es sich von der Bestimmung nicht allzuweit entfernter aber schwer zugänglicher Objecte handelt, welche sich bewegen oder plötzlich verschwinden und in Folge dessen die Visirung von mehreren Punkten auf Schwierigkeiten stösst, oder aber wenn uns zur Messung der Distanzen aus anderen Gründen die gehörige Zeit fehlt, ferner wenn von den Messungen keine grössere Genauigkeit gefordert wird, so wird das in Rede stehende Instrument immer gute Dienste leisten.

Diese Gesichtspunkte führten den Director des kgl. ung. meteor. und erdmagnetischen Institutes zur Idee, ob es nicht möglich wäre mit diesem Instrumente auf einer viel einfacheren und schnelleren Weise, bei den Wolkenhöhenmessungen dasselbe Ziel zu erreichen, als mit jeder anderen der bisherigen Verfahren. Um diesbezügliche Versuche anzustellen, wurde für das Observatorium zu Ó-Gyalla im September 1901 ein kleines Modell von genannter Firma angekauft.

Bevor ich aber auf die mit diesem Instrumente ausgeführten Versuche eingehen möchte, kann ich es nicht versäumen die Construction und das Princip, nach welchen der Distanz-Messer functionirt, kurz zu beschreiben.

Das stereoscopische Sehen besteht in der Unterscheidung der Distanzen im Raume, oder mit anderen Worten unser stereoscopisches Sehvermögen können wir jener unserer Fähigkeit verdanken, mit Hilfe welcher wir innerhalb bestimmter Grenzen unterscheiden können, welches von zwei einander scheinbar nahen Objecten näher oder entfernter ist.

Diese Fähigkeit entspringt aus der Distanz-Unterscheidung, welche durch das Binoculare-Sehen verursacht wird, u. z. auf folgende Weise:

Stellen wir vor uns zwei dünnere Körper, z. B. zwei Bleistifte in verticaler Lage und zwar so auf, dass die durch diese gelegte Ebene zwischen unsere beiden Augen komme. Der eine Bleistift wird also hinter dem

méterrel a másik mögött lesz. Ha most jobb szemünket behunyjuk és csak a ballal nézünk, úgy a közelebbi czeruzát a projectio következtében jobbról, a távolabbat balról látjuk; ha ugyanazon helyzetben a bal szemünket behunyjuk és csak a jobbal nézünk, úgy a közelebbi lesz balról és a távolabb jobbról. A két szemmel való nézésnél tehát a tárgynak képei a szemekben egymáshoz viszonyítva *parallacticus* eltolódást szenvednek, még pedig az egyik szemben a közelebbiek a távolabbiakhoz képest jobbra, a másikban ellenkezőleg balra lesznek eltolva. A két szem reczehártyáin tehát különböző képek keletkeznek, melyek csak az agyban egyesülnek és bennünk a tér látásának érzését keltik.

Schopenhauer következőket mondja: »Valamint a nap felkeltével előttünk áll a látható világ, úgy változtatja át az értelem a maga egyszerű funkciójával a tompa, semmitmondó érzetet szemléletté. A mit a szem, a fül, a kéz érez, az még nem szemlélet, ezek az érzetek csak adatok. Csak miután az értelem a hatástól átmegy a hatás okára: áll előttünk a világ, mint szemlélet kiterjedt térben, alakjában változóan, anyagában minden időn át megmaradva.«¹⁾ És éppen így, a mint az érzékeink által felfogott benyomásokat az értelem rendezi és belőle a világ képét megteremti, hasonló módon képes az értelem, pusztán a két szemmel érzékelt adatokból is a térnek képét megalkotni.

Hogy a szem a testies látás iránt mennyire érzékeny, ez irányban Helmholtz végzett kísérleteket, melyeket Hecker után²⁾ néhány szóval ismertetek:

Helmholtz három vékony tűt vett, melyeket kis farudakba szúrva maga elé helyezett az asztalra, a tűk talppontját egy ernyővel eltakarta a végből, hogy távolságuk megbecslésénél csupán a stereoscopicus látásra legyen utalva és ne legyen e tekintetben segítségére azoknak *perspectivus* helyzete az asztalon.

A tűket most egy síkba állította egyenlő távolságban szeméitől, azután egyet közülük elmozdított és szemének helyzetét folyton megtartva megkísérelte azt a többinek

anderen stehen. Wenn wir nun das rechte Auge schliessen und nur mit dem linken schauen, so werden wir den näherstehenden Bleistift in Folge der Projection von rechts, den entfernteren von links sehen; wenn wir von derselben Lage nun das linke Auge schliessen und nur mit dem rechten schauen, so wird der nähere auf der linken, der entferntere auf der rechten Seite stehen. Beim Sehen mit beiden Augen erleiden die Bilder der Objecte in den Augen im Verhältniss zu einander eine *parallactische Verschiebung* u. z. in dem einen Auge die näheren zu dem entfernteren nach rechts; in dem anderen werden sie hingegen nach links verschoben. Es entstehen daher auf der Netzhaut beider Augen verschiedene Bilder, welche sich nur im Gehirne vereinigen, und in uns das Gefühl des Sehens im Raume erwecken.

Schopenhauer sagt folgendes: »Wie mit dem Eintritt der Sonne die sichtbare Welt dasteht, so verwandelt der Verstand mit einem Schlage, durch seine einzige einfache Function, die dumpfe, nichtssagende Empfindung in Anschauung. Was das Auge, das Ohr, die Hand empfindet, ist nicht die Anschauung: es sind bloß Data. Erst indem der Verstand von der Wirkung auf die Ursache übergeht, steht die Welt da, als Anschauung im Raume ausgebreitet, der Gestalt nach wechselnd, der Materie nach durch alle Zeit beharrend«...¹⁾ Ebenso, wie der Verstand aus den durch unsere Sinnesorgane ergriffenen und geordneten Daten ein Bild der Welt schafft, ebenso ist der Verstand fähig aus den durch beide Augen gegebenen Daten das Bild des Raumes zu schaffen.

Wie sehr das Auge für das körperliche Sehen empfindlich ist, diesbezüglich hat Helmholtz Untersuchungen angestellt, welche ich nach Hecker²⁾ mit einigen Worten recesire:

Helmholtz nahm drei dünne Nadeln, welche er auf Holzstäbchen befestigte und auf einen Tische vor sich hinstellte, er verdeckte sodann den Fusspunkt mit einem Schirm aus dem Zwecke, dass er bei der Schätzung ihrer Entfernungen rein auf das stereoscopische Sehen angewiesen sei und dass die perspectivische Lage der Nadeln am Tische ihm diesbezüglich nicht beihilflich seien.

Nun stellte er die Nadeln in gleicher Entfernung vom Auge in eine Ebene, sodann verschob er eine von ihnen, und versuchte es mit Beibehaltung der

¹⁾ Schopenhauer »Die Welt als Wille und Vorstellung«.

²⁾ Dr. O. Hecker »Ueber die Beurtheilung der Raumentiefe und den stereoscopischen Entfernungsmesser von Zeiss-Jena«.

síkjába visszatolni. A visszatolás $\frac{1}{2}$ tű vastagságyira, vagyis $\frac{1}{4}$ mm. pontossággal mindig sikerült is, ha a tűk állása merőleges volt, erős hajlás mellett bizonytalanabb.

Vegyük fel a szem pupillatávolságát 68 mm.-re, a bizonytalanság határa a visszatolásnál $\frac{1}{2}$ mm., a tűk távolsága a szemtől pedig 340 m., úgy

$$\frac{1}{2} \cdot \frac{68}{340} = \frac{1}{10} \text{ mm.}$$

a látszólagos eltolódása a síkból kilépett tűnek a többihez képest, a mi 340 mm. távoból 1 perc látszógnak felel meg.

Ebből Helmholtz azt következteti, hogy a két reczehártyán keletkező kép egyesítése stereoscopicus látás céljaira olyan pontossággal történik, mint a milyen-nél a legkisebb látszóg alatt látszó tárgyakat még érzékelhetjük. Felhozták Helmholtz ellen, hogy fénylő tűk sokkal csekélyebb látszóg alatt is láthatók, mint fénytelen és a háttértől kevésbé elütő tárgyak s utóbbiaknál a szem érzékenysége stereoscopicus látás iránt is jóval csekélyebb lesz.

Hecker Helmholtz kísérleteit ismételte először fényes tűkkel, azután ugyanezeket matt lakkal vont be és a méréseket ismételte. Tíz mérés közepes hibája a fényes tűknél ± 0.08 , a feketítettéknél ± 0.09 és a legkedvezőtlenebb esetben, midőn a háttér is matt fekete volt ± 0.11 milliméter a hiba, a mely még mindig kedvezőbb a Helmholtz által elértéknél. Szerinte 0.2 mm. eltolása a tűknek egész biztonsággal észrevehető, a mi pedig 22 másodperc parallaxicus iránykülönbségnek felel meg.

Pulfrich beható tanulmányozás eredményeképp közli, hogy közönséges jó szem 30"-nél kisebb parallaxicus iránykülönbségeket egész biztonsággal vesz tudomásul, mint távolságkülönbségeket a térben, de hogy egyesek 10", sőt ezen alul menő eltolódásokat is képesek megkülönböztetni.

A stereoscopicus látás theoreticus határát Helmholtz a következő egyenlőtlenséggel fejezi ki.

$$\frac{1}{\varphi} - \frac{1}{r} > \frac{1}{f}$$

selben Augenstellung, dieselbe auf den ursprünglichen Platz zustellen. Das Zurückschieben gelang ihm immer mit der Genauigkeit von $\frac{1}{2}$ Nadelstärke = $\frac{1}{4}$ mm.; aber nur dann, wenn die Nadeln in verticaler Lage waren, bei stärkerer Biegung war es unsicherer.

Nehmen wir die Pupillen-Entfernung zu 68 mm. an; die Grenze der Unsicherheit beim Zurückschieben $\frac{1}{2}$ mm.; die Entfernung der Nadeln von den Augen 340 mm., so wird die scheinbare Verschiebung der von der Ebene getretenen Nadel im Verhältnisse zu den anderen

$$\frac{2}{1} \cdot \frac{68}{340} = \frac{1}{10} \text{ mm.}$$

sein, was von einer Entfernung von 340 mm., eine Minute Sehwinkel entspricht.

Helmholtz folgert daraus, dass die Vereinigung des auf beiden Netzhäuten entstandenen Bildes für die Zwecke des stereoscopicus Sehens mit einer solchen Genauigkeit geschehen kann, als mit welcher man die unter den kleinsten Sehwinkel sichtbaren Körper noch wahrzunehmen im Stande ist.

Hecker wiederholte die Versuche v. Helmholtz zuerst mit blanken sodann mit Mattlack bestrichenen Nadeln. Der mittlere Fehler von zehn Messungen mit blanken Nadeln ergab einen Fehler ± 0.08 , mit beschwärtzten den von ± 0.09 und im ungünstigen Falle wie auch der Hintergrund mattschwarz war, einen Fehler von ± 0.11 mm., welche aber noch immer günstiger sind als die von Helmholtz erreichten. Seiner Ansicht nach sind Verschiebungen der Nadeln um 0.2 mm. mit voller Sicherheit wahrnehmbar, welches aber einer parallaxischen Richtungsdifferenz von 22 Secunden entspricht.

Pulfrich erhielt auf Grund eingehender Studien Resultate, nach welchen ein gutes Auge in Allgemeinen eine parallaxische Richtungsdifferenz von weniger als 30" mit voller Sicherheit als Entfernungs-Differenzen im Raume wahrnimmt, es giebt aber auch Fälle wo Einzelne Verschiebungen von 10" und unter diesen zu unterscheiden im Stande waren.

Die theoretische Grenze des stereoscopicus Sehens drückt Helmholtz mit folgender Ungleichheit aus:

$$\frac{1}{\varphi} - \frac{1}{r} > \frac{1}{f}$$

hol φ a közelebbi, r a távolabbi pont távolsága a szemtől és f egy constans, mit δ számítása szerint 240 méterre tesz.

Ha 30 másodpercet veszünk fel, mint legkisebb látászöget és 63 mm. mint pupillatávolságot, úgy f 430 méterre nő meg, mely határon túl normalis szem számára a stereoscopicus látás megszűnik.

Mindazáltal, írja Hecker, tovább tolhatjuk még a stereoscopicus látás határát olyan optikai eszközök használatával, melyek vagy a látászöget növelik, mint a kettős távcsövek, vagy a basist nagyobbítják, mint Helmholtz telestereoscopja.

Mindkét tulajdonságot egyesítve találjuk Zeiss különféle kettős távcsöveinél. Hogy ezen eszközök mennyire tolják ki a stereoscopicus látás határát, adja a következő képlet,

$$\frac{dv}{a}$$

hol a d az objectivek távolsága, v a nagyítás, a a szemtávolság.

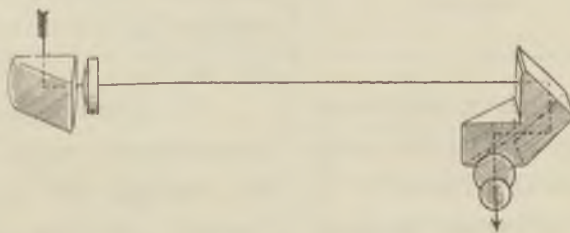
Legyen Δe két pont távolságának különbsége a legkisebb különbség, mely még érzékelhető, r pedig a kettő közepes távolságától, akkor Helmholtz szerint:

$$\Delta e = \frac{r^2}{f}$$

f az egyenletben állandó, csak személyenként változik, de egy Zeiss-féle stereoscopicus távcsővel nézve még a $\frac{dv}{a}$ képletet kapja coefficientül és lesz:

$$\Delta e = \frac{r^2 a}{f d v} \quad 1)$$

A távcső szerkezete a 17. ábrából vehető ki, mely a készülék baloldali részét tünteti fel. A távcső két csöve egymás folytatásában van és tengelyük közös, közepén egy szélesebb részbe jönnek össze, mely az oculárt és a scálaszerkezetet foglalja be. A végeken az objectivek előtt egy reflexiós prizma van alkalmazva.



17. ábra. — Fig. 17.

wo φ die Entfernung des näheren, r des entfernteren Punktes zum Auge ist, und f eine Constante ist, welche nach seiner Rechnung gleich 240 Meter ist, über welche Grenze für das Normal-Auge das stereoscopische Sehen aufhört.

Dessen ungeachtet, schreibt Hecker ¹⁾ kann die Grenze des stereoscopischen Sehens mit solchen optischen Instrumenten, welche den Sehwinkel vergrößern, verschoben werden. Solche Instrumente sind das Doppelfernrohr oder das Telestereoscop nach Helmholtz welche die Basis vergrößern.

Beide Eigenschaften vereint finden wir bei den verschiedenen Zeiss'schen Doppelfernrohren. Um wie vieles diese Instrumente die Grenze des stereoscopischen Sehens hinauschieben, ist aus folgender Formel ersichtlich:

$$\frac{dv}{a}$$

in welcher d die Entfernung der Objective, v die Vergrößerung und a die Entfernung der Augen ist.

Es sei Δe die Differenz der Entfernung zweier Punkte, die kleinste Differenz welche noch merkbar ist, r aber die Mitteldistanz beider Punkte von uns, so ist nach Helmholtz

$$\Delta e = \frac{r^2}{f}$$

f ist in der Gleichung eine Constante und wechselt nur nach den Personen, bei einem Zeiss'schen stereoscopicen Fernrohr erhält aber f die Formel $\frac{dv}{a}$ als Coefficienten und somit ist

$$\Delta e = \frac{r^2 a}{f d v} \quad 1)$$

Die Construction des Fernrohres ist aus Fig. 17 ersichtlich, welche die linksseitige Ansicht des Apparates zeigt. Das Fernrohr besteht aus zwei fortlaufenden Röhren, ihre Achsen sind gemeinschaftlich, und kommen in der Mitte in einem breiteren Theile zusammen, welcher das Ocular, die Porroschen Prismen und die

¹⁾ Dr. O. Hecker, Ueber die Beurtheilung der Raumbtiefe u. des stereoscopischen Entfernungsmessers von Zeiss-Jena.

A bejövő sugárt a prizma az objectiven át a középső rész felé veri; itt egy második prizmába, az úgynevezett Porro-féle prizmába kerül, melyben három felületen szenved totalis reflexiót és ez által meg lesz fordítva, mint a földi távcsöveknél, végre az oculáron kilép a csőből.

Mindkét távcső képsíkjába, graphicusan készített és photographicusan kicsinyített számozott jegyek vannak alkalmazva, e scála jelek az oculáron át láthatók és a kettő egy stereoscopicus képpé lesz egyesítve, mely a távcsőben látott tájékba kihelyeződik, úgy hogy a jegyek kint a térben látszanak lebegni olyan távolban, mint a milyen távolban látható a távcsőben azon tárgynak a képe, mely a valóságban olyan távol van tőlünk, mint a scála jegye feletti számjegy mutatja. Egy valószínű mérőszalag ez, mely bármely irányban a térben végigfektethető, hogy vele a hosszakat lemérjük.

A távolságmérő ó-gyallai példánya 3000 méterig használható mérésre. A jegyek három sorban vannak elhelyezve, az alsó sor 300-ig, a középső 800-ig, a felső 3000-ig terjed, e mögött látható még a végtelen jele, mely e készüléknél csak a 25 kilométeren túl lévő tárgyakkal esik össze.

A távcső két oldala szoros összeköttetésben van hajlás ellen biztosítva és hogy hirtelen változásokat a hőmérsékletben meg ne érezzen, egy izoláló burkolattal és kívül bőrrrel van borítva.

Az oculárok állítása az által történik, hogy tengelye körül forgatjuk, mindkettő egymástól függetlenül állítható. Van még egy másik beállítása az oculároknak, az észlelő szemtávolához csavarral eszközölhető. Hogy ez utóbbi beállítás meg legyen könnyítve, Zeiss cég egy igen egyszerű, tükörszerkezettel bíró készüléket szerkesztett, melylyel az ember pupillatávola azonnal meghatározható.

A műszernek van még egy másik módosított példánya; ennél scála helyett csak egy jegy látható, melyet a térben látszólag távolabb és közelebb tolhatunk egy mikrometer csavarral, melylyel valóságban az egyesített két képet egymáshoz távolabb vagy közelebb hozzuk, mind addig, míg a látszólagos térben haladó jegy a tárgyon nem fekszik, mikor is a távolság a dobon lesz leolvasható.

Scalen-Construction enthält. An den Enden sind vor den Objectiven Reflexions-Prismen angebracht. Den eintretenden Strahl wirft das Prisma durch das Objectiv gegen den mittleren Theil, gelangt hier in ein zweites sogenanntes Porrosches Prisma, wo es auf den drei Flächen eine totale Reflexion erleidet, gedreht wird, wie bei anderen terrestrischen Fernrohren und tritt durch das Ocular ins Freie.

In der Bildebene beider Fernrohre sind graphisch angefertigte und photographisch verkleinerte Marken angebracht, diese Scalenzeichen sind durch das Ocular sichtbar und werden zu einem stereoscopischen Bilde vereint. Dieses Bild tritt in dem Gesichtsfelde des Fernrohres in solcher Weise auf, dass die Scalenzeichen im Raum schwebend erscheinen und zwar in jener Entfernung, in welcher das Bild jenes Objectes erscheint, welches in Wirklichkeit eben jene Entfernung besitzt, welche durch das entsprechende Scalenzeichen angegeben wird.

Der Distanzmesser von Ó-Gyalla ist bis zu einer Entfernung von 3000 Metern anwendbar. Die Zahlen sind in drei Reihen placirt, die untere Reihe reicht bis zu 300, die mittlere bis 800, die obere bis 3000 Metern, unter diesen ist das unendliche Zeichen sichtbar, welches bei diesem Apparat mit den Objecten über 25 km. zusammenfällt.

Die beiden Seiten des Fernrohres sind in enger Fügung, gegen Beugung gesichert, gegen rasche Temperaturveränderungen ist es mit einer Isolirung versehen und auswendig mit Leder bedeckt.

Die Einstellung der Oculare geschieht dadurch, dass man diese um die Achse dreht, beide sind von einander unabhängig einstellbar. Für das Ocular giebt es noch eine andere Einstellung, nämlich jene der Augenentfernung des Beobachters, welches mittelst Triebad geschieht. Damit die letztere Einstellung erleichtert werde fabricirt die Firma Zeiss einen sehr einfachen Apparat, mit Spiegelconstruction, mit Hilfe welcher die Pupillentfernung sofort bestimmbar ist.

Bei einem andren modificirten Exemplar des Instrumentes ist anstatt der Scala, nur ein Zeichen sichtbar, welches man im Raume mit einer Mikrometer-Schraube scheinbar weiter und näher schieben kann, mit welcher man aber in Wirklichkeit die nicht vereinten Zeichen einander nähert oder von einander entfernt solange bis das im Raume scheinbar weiter schreitende Zeichen nicht an das Object zu liegen kommt, als dann die Entfernung an der Trommel ablesbar ist.

Előnye, hogy egymástól függetlenül a mérést ellenőrzés céljából ismételhetjük, míg amannál az első mérés mindig befolyásolja a többit. Ellenben itt a mérés valamivel lassúbb s így amaz gyorsan mozgó, vagy gyorsan eltűnő tárgyakra kényelmesebb.

A távolságmérők 50-, 87- és 144 centiméternyi objectiv-távollal és 8, 14 és 23-szoros nagyítással készülnek. Az előbb adott képletek szerint e távcsövek total plasticája 63, 188 és 510 és stereoscopicus látásuk határa 28, 84 és 288 km., olyan egyének számára, kiknél a stereoscopicus látás minimuma 30''.

A távcső collimálása az Abbe által feltalált módszerrel történik: az objectivek elé egy reflexiós prizma lesz helyezve és az egyik oculár elé pedig egy megvilágító prizmat teszünk, mely abba fényt reflectál; a fény az oculáron átmegy és ki az objectiv prizmán át a másik csőbe és ki a másik oculáron. Ha itt benézünk, két jegyet látunk benne, e két jegyet egy csavar segítségével egymásra hozzuk és kész a corrigálás.

Van ezenkívül még egy correctio, mely esetleges magassági különbségeket egyenlít ki a két távcső jegyei közt, erre ritkán van szükség.

A távolságmérővel földi tárgyakon Ó-Gyallán először, kísérletképen többen eszközöltünk méréseket, így többek közt dr. báró Harkányi Béla és Marczell György urak, kiknek észlelései a táblázatban *H* illetve *M* betűvel van jejelve, megjegyzendő, hogy nevezett urak akkor tettek csak első mérési kísérletet ez eszközzel.

E sorok írója a mérést több nap múltán többször ismételte és az egyes mérések összehasonlítását szintén e táblázatban foglalta össze.

Beállítva	H.	M.	K.	
			Egyes észlelés	Leg-nagyobb eltérés
Egy kettős fa a falun kívül	1400	1300	1200 1300 1190 1250	110
Ordódy Pál szélkereke	1500	1500	1350 1400 1340 1410	70
Református templomtorony	400	400	388 390 390 395	7

Der Vorthheil dieses Apparates besteht darin, dass man die Messung controlhalber wiederholen kann, wohingegen bei den anderen, die erste Messung die übrigen Messungen beeinflusst. Das Messen geht hier etwas langsamer, deshalb ist letzterer Apparat bei schnell sich bewegendem und rasch verschwindenden Objecten bequemer.

Die Distanzmesser werden mit einer Objectiv-Entfernung von 50, 87 und 144 cm. und mit einer 8, 14, 23-fachen Vergrößerung angefertigt. Laut oben gegebener Formel ist die totale Plastik 63, 188 und 510, die Grenze des stereoskopischen Sehens 28, 89 und 288 km. bei Personen, bei denen das Minimum des stereoskopischen Sehens 30'' beträgt.

Wegen Collimation-Correction wird vor das Objectiv ein Reflexions-Prisma gestellt und vor das eine Ocular ein Beleuchtungs-Prisma, welches in dasselbe Licht reflectirt, das Licht geht durch das Ocular und Objectiv-Prisma, ins andre Rohr und durch dieses in das zweite Ocular. Sehen wir hier hinein, so sehen wir zwei Zeichen, diese beiden Zeichen stellt man mit einer Schraube übereinander und die Correction ist fertig.

Ausserdem ist noch eine Correction, welche die eventuellen Höhendifferenzen zwischen den Zeichen der beiden Fernrohre ausgleicht, dieser bedürfen wir selten.

Mit dem Distanzmesser machten wir in Ó-Gyalla an terrestrischen Objecten übungshalber mehrere Messungen. Unter Anderen nahmen an den Messungen Theil die Herren Baron Dr. Béla Harkányi und Georg Marczell. Die Beobachtungen genannter Herren sind mit *H* und *M* bezeichnet. Ich muss aber bemerken, dass die Herren mit diesem Apparate zum erstenmal Messungsversuche machten.

Verfasser dieser Zeilen wiederholte diese Messungen nach mehreren Tagen, und stellte die vergleichenden Messungen auch in die folgende Tabelle:

Eingestellt	H.	M.	K.	
			Einzelne Beobachtung	Die grösste Abweichung
Auf zwei nebeneinander stehende Bäume	1400	1300	1200 1300 1190 1250	110
Auf das Windrad P. v. Ordódy's	1500	1500	1350 1400 1340 1410	70
Auf den Thurm der reform. Kirche	400	400	388 390 390 395	7

Beállítva	H.	M.	K.	
			Egyes észlelés	Leg-nagyobb eltérés
R. kath. templomtorony	280	285	294 294 293 292	2
Tokaji-féle ház	550	560	530 535 540 540	10
Szeszélyesi kastély ¹⁾	2400	2600	2400 2500 2500 2550	150
Egy jegenyesor első fája	560	520	535 545 540 540	10
Magányos jegenye	360	370	360 370 360 385	25

A mérések a meteorologiai observatorium tornyából történtek kézben tartott műszerrel, mi igen sokkal nehezebb, mint szilárd fölállítás mellett.

Már e táblázatban is feltűnők azok a nagy különbségek, melyek minden tárgynál majdnem szabályos rendszerben következnek a szerint, hogy mely napon történt az észlelés, ezen eltéréseket a különböző temperatura okozza, miről még később lesz szó.

Mint említettük, a műszer kezelése kézben tartva kissé nehézkes, részint nagy súlya miatt, részint azért, hogy mozog a látmező és mozog a scála és így térbeli összeegyeztetésük bajos. Igen meg van könnyítve már a látás, ha valamire odatámaszthatjuk könyökünket, vagy magát a műszert, hogy azonban teljesen kihasználhassuk az egész pontosságot, mire a műszer képes, valamely állványnyal kell azt ellátni; — ilyen állványokat már a czég is ad kívánatra a távolságmérővel. Ha azonban a távolságmérőt nem csak távolok, hanem magasságok mérésére is akarjuk használni, mint az a jelen esetben is a czélunk, akkor az állványra az említettek kivül egyéb okok miatt is szükségünk van; ugyanis a műszer csak távolságot mér, hogy a távolságból a magasságot megismerhessük, szükséges még az irányvonal szögmagasságát a vízszintes felett is ismerni; az állványt tehát magassági körrel is fel kell szerelni,

¹⁾ A szeszélyesi kastélynak a mérésre igen rossz háttéré van, a mennyiben közvetlen mögötte fenyvesek emelkednek, ezért a mérés is bizonytalanabb, mint másból.

Eingestellt	H.	M.	K.	
			Einzelne Beobachtung	Die grösste Abweichung
Auf den Thurm der r. k. Kirche	280	285	294 294 293 292	2
Auf's Tokaji'sche Wohnhaus	550	560	530 535 540 540	10
Castell »Szeszélyes« ¹⁾	2200	2600	2400 2500 2500 2550	150
Auf den ersten Baum einer Pappel-Allee	560	520	535 545 540 540	10
Auf eine alleinstehende Pappel	360	370	360 370 360 385	25

Die Messungen geschahen vom Thurme des meteorologischen Observatoriums aus, mit dem in der Hand gehaltenen Instrumente, was um vieles schwerer ist, als bei fixer Aufstellung.

Schon in dieser Tabelle sind die Differenzen auffallend, welche bei jedem Gegenstand beinahe systematisch folgen, je nachdem an welchen Tage die Beobachtungen angestellt wurden, diese Differenzen werden durch die verschiedenen Temperaturen verursacht, wovon noch später Rede sein wird.

Wie wir schon erwähnt haben, ist die Beobachtung mit dem Instrumente in freier Hand gehalten eine etwas schwerfällige, theils seines grossen Gewichtes halber, theils aber deswegen, weil das Gesichtsfeld und die Scala sich bewegen und mithin ihre räumliche Uebereinstimmung schwierig ist. Das Sehen ist schon um vieles erleichtert, wenn wir die Ellenbogen oder das Instrument stützen können, um aber die Genauigkeit des Apparates welcher er in That fähig ist, völlig ausnützen zu können, muss derselbe mit einem Stative versehen werden. Solche Stative giebt mit dem Apparat auf Wunsch die Firma selbst. Wenn wir aber den Distanzmesser nicht nur zu Entfernungen, sondern aber auch zu Höhenmessungen gebrauchen wollen, wie dies unser Ziel auch im jetzigen Falle ist, so benöthigen wir ausser dem schon erwähnten und andern mehrfachen Gründen ein Stativ und zwar deshalb, weil der Apparat nur für Messungen

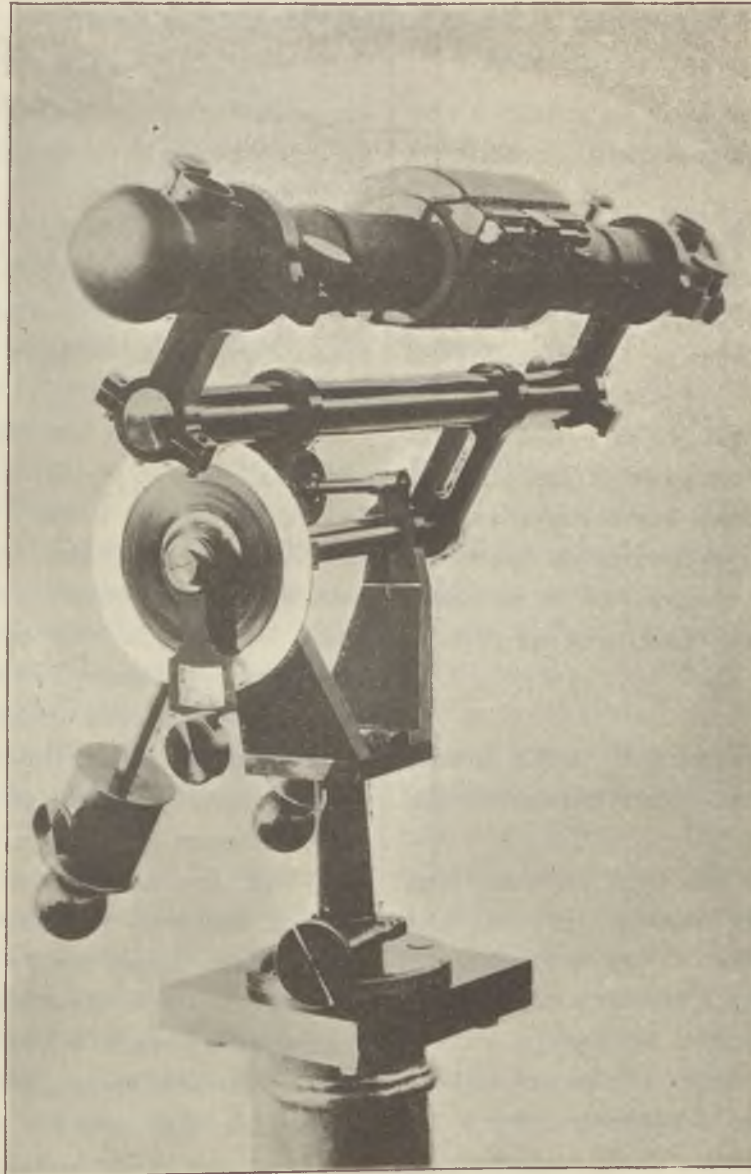
¹⁾ Für Messungen hat das Castell »Szeszélyes« einen sehr schlechten Hintergrund, indem unmittelbar hinter diesen sich Tannen erheben, weshalb das Messen auch unsicherer ist als anderswo.

ezért Zeiss állványát e célra nem is használhattuk, hanem egy, az intézet igazgatója által corstruált és az intézeti mechanicus által készített szerkezetre szereltük fel a távcsövet.

A felszerelt távcsövet a 18-ik ábrán láthatjuk. Egy öntöttvas oszlopfőre egy függélyes tengely lett egy lappal erősítve. A tengely kúp alakú, a tengely körül egy csapágyon forog az egész szerkezet, a csapágy közepén be van hasítva, hogy összeszorítható legyen rögzítés céljából; a megszorítás az alant látható csavarral történik. A csapágyból villaalakban két ág jön ki, mely ágak végein csapágyakban van a vízszintes tengely elhelyezve. A vízszintes tengely végén látható a magassági kör mely a tengelyre forgathatólag van erősítve, correctio céljából; állandóan azonban egy csavarral szilárdítva van ahhoz s így azzal együtt forog. A körön kívül lóg az index-súly által állandóan a nadirra irányozva. Ugyancsak a vízszintes tengely végein van még egy pár ág, melynek felső végein van a tartó, mely a távcsövet fogadja be, mint az az ábrán látható, alsó végeiken pedig a tolható ellensúly van alkalmazva.

A műszer oszlopostól az observatorium kertjében van felállítva egy szilárdan álló márványlapra. Ezen felállítását a czimképen láthatjuk. Az oszlop körül a talap-

von Entfernungen eingerichtet ist, dass wir aber aus der Entfernung auch die Höhe kennen lernen, ist es nöthig die Winkelhöhe der Sehlinie über der Horizontalen zu wissen; das Stativ muss daher mit einem Höhenkreis versehen werden; wir benützten daher das Zeiss'schen Stativ nicht, sondern montirten den Apparat auf eine vom Director des Institutes construirte und vom Instituts-Mechaniker verfertigte Construction.



18. ábra. — Fig. 18.

Das montirte Fernrohr ist auf der Fig. 18. abgebildet. Am oberen Theile einer gusseisernen Säule wurde eine Verticalachse mit einer Platte befestigt. Die Achse ist kegelförmig, um die Achse dreht sich in einem Lager der ganze Mechanismus, das Lager ist in der Mitte gespalten, dass es für die Fixirung zusammendrückbar sei, das Klemmen geschieht mit Hilfe der unten sichtbaren Schraube. Aus dem Lager gehen zwei gabelförmige Aeste, an deren Enden die Horizontalachse in Lagern gebettet ist. Am Ende der Horizontalachse ist der Höhenkreis sichtbar, welcher auf die Achse der Correction halber drehbar befestigt ist, sonst ist dieser aber mit einer Schraube fixirt und dreht sich mit der Achse zugleich. Ausser-

halb des Kreises hängt der Index mittelst eines Gewichtes beständig gegen den Nadir gerichtet. Auf den Enden dieser Horizontalachse sind noch ein Paar Arme angebracht, deren obere Enden zur Aufnahme des Fernrohres dienen, wie dieses aus der Figur ersichtlich ist, am unteren Ende sind schiebbare Gegengewichte.

Der Apparat ist sammt der Säule in dem Garten des Observatoriums auf einer fixen Marmorplatte aufgestellt. Diese Aufstellung sehen wir auf dem Titelbild.

zat le van padlózva olyan magasságban, hogy a padlón álló észlelőnek közepes embermagasság mellett az oculár szemmagasságban áll. Az időjárás viszontagságai ellen a műszer egy deszkából készült könnyű házikóval van védve. A háziko apró vasuti kerekeken tolható a síneken a műszer fölé.

Ezen felállítás mellett a kezelés igen meg van könnyítve. A távolság lemérése után a magassági kör lesz leolvasva. A felhő magasságát most a következő egyszerű képlet szolgáltatja:

$$h = d \sin H,$$

mely képletből közvetlenül láthatjuk azt is, hogy h értékére nézve akkor kapjuk a legpontosabb értékeket, ha H közel 90° .

Hogy továbbá a különböző hőmérséklet okozta mérési hibákat kiegyenlíthessük, a műszer oszlopára egy thermometert is akasztottunk fel; — a műszer — hőmérsékleti correctiókról különben a fejezet végén lesz még említés téve.

Már itt meg kell azonban jegyezni, hogy nem mindenki képes Zeiss távolságmérőjét használni. Az első kísérletnél csak keveseknek sikerül rögtön a mérés, mások hosszabb, rövidebb idő alatt látják helyesen a távolságot és végre vannak olyanok, kik ez eszköznek soha sem fogják más hasznát venni, mint egy jó minőségű tábori látcsőnek.

A mérés végrehajtására, mint elvi kellék, feltétlen szükséges úgy a tárgyat, mint a scálát stereoscopically a térben látni.

A tájképről mindenki azt fogja mondani, hogy stereoscopically látja, vagy legalább úgy véli, hogy stereoscopically látja: főleg a kép *perspectivája*,¹⁾ aztán az által, hogy a távolabbi tárgyak kissé homályosabbak, továbbá az által is, hogy a szem és távcső sem accomodálhat minden távolságban lévő tárgyakra egyszerre²⁾ és végre legtöbbször még a legfontosabb ok a stereoscopically (két szemmel való) látás folytán. Addig a scálát csakis a stereoscopically látás helyezi ki a térbe, a mi a legtökéletesebb szemeknél sem érheti el az effectusnak azon fokát, mint a tér látását keltő hatások összessége, mely állításomat a következőkben kívánom argumentálni.

¹⁾ *Perspectiva* alatt érteni itt azt, a mit máshol is rendszeren értenek e szó alatt: a testek centralis projectiója által keletkezett képek azon sajátosságát, mely már egy lapos papíron is képes bizonyos fokig a tér szemléletét kelteni.

²⁾ Az ez által keltett térlátás mindenestre elenyésző csekély, de minthogy mégis létezik, a szemlencse végtelenjén belüli határon és főleg igen közeli tárgyaknál szükséges volt megemlíteni.

Die Säule ist rings umgeben von einem Fussboden so dass ein Beobachter mittlerer Grösse mit der Augenhöhe dem Oculare gleich zu stehen kommt. Vor den Witterungs-Einflüssen ist der Apparat mit einem Bretthäuschen geschützt. Das Häuschen läuft auf Schienen und ist über den Apparat schiebbar.

Bei dieser Aufstellung ist die Handhabung eine sehr erleichterte. Nach Ablesung der Entfernung, wird der Höhenkreis abgelesen. Die Wolkenhöhe giebt uns folgende einfache Formel:

$$h = d \sin H$$

aus welcher Formel unmittelbar ersichtlich ist, dass wir für den Werth h dann die pünktlichsten Werthe, wenn H beiläufig 90° .

Um fernerhin die durch die verschiedenen Temperaturen verursachten Fehler auszugleichen, wird an der Säule ein Thermometer angebracht; von den Temperatur-Correctionen wird am Schlusse dieses Capitels Erwähnung gemacht.

Ich muss schon hier bemerken, dass nicht jedermann den Zeiss'schen Apparat gebrauchen wird können. Bei den ersten Versuche wird das pünktliche Messen nicht Allen gelingen. Andere wieder werden erst nach längerer oder kürzerer Zeit die Entfernung richtig sehen, und endlich wird es auch solche geben, die davon keinen anderen Nutzen ziehen werden, als von einem Feldstecher guter Qualität.

Aus principiellen Gründen ist es bei Ausführung der Messung unbedingt nöthig das Object sowie die Scala im Raume stereoscopically zu sehen.

Von den Landschaften wird jedermann sagen, dass er dieselben stereoscopically sieht, oder aber zu sehen glaubt, wegen der *Perspective*¹⁾, indem die entfernteren Objecte etwas trüber sind,²⁾ ferner weil das Auge und das Fernrohr sich nicht in allen Distanzen gleichzeitig accomodiren und endlich — wegen dem binocularen Sehen. Die Scale wird nur durch das stereoscopically Sehen in den Raum gesetzt, welche Function allein einen solchen Grad des Effectes nie erreicht, den die Gesammt-Effecte des körperlichen Sehens zu geben im Stande sind; — welche Behauptung ich im folgenden erörtern will.

¹⁾ Unter *Perspective* verstehe ich hier wie im allgemeinen eine Eigenschaft der Bilder, welche durch Projection von Körpern entstanden sind, welche auch auf flachen Papier bis zu einem gewissen Grade die Anschauung des Raumes gestatten.

²⁾ Dass durch dieses erweckte Sehen im Raume ist allerdings verschwindend klein, indem es aber in der That existirt, fand ich es am Platze zu erwähnen.

Tegyünk be egy stereoscopba egy stereoscopicus képet és azt rögtön helyes stereoscióban látjuk. Hanyagjuk be egyik szemünket és a kép félszemmel nézve sem lesz lapossá a képen látható perspectiva miatt. Egy ilyen képnél eltekintve a szem accomodálásából keletkező távolsági megkülönböztetéstől, minden elem megvan a testies látásra, az ilyen kép tehát a természet után a legplasticusabb.

Tegyünk a stereoscopba most egy stereoscopicus fényképező géppel készített negativról, megfordítás nélkül közvetlen készített copiót; a kép ábrázoljon például hosszában egy utcát, az ilyen képnek stereoscopicus plasticája fordított. Ha ezt megtekintjük a stereoscopban, az első pillanatban nem veszünk semmit észre és egy rendes stereoscop-képnek tartjuk, a második pillanatban már kissé laposabbnak látjuk a kelleténél, kissé bántja a szemet, de még nem tudjuk, mi a hiba, végre, főleg ha már tudjuk is, hogy mit kellene tulajdonképpen látni, fogjuk úgy találni, hogy az utca keskenyebb vége hozzánk közelebb van, hogy a házak tulajdonképpen fülkék stb. szóval, hogy a plastica ki van fordítva.

Ennél a képnél a szem accomodálásából eredő megkülönböztetés szintén hiányzik¹⁾ a távolsággal növekedő homály okozta plastica megvan, úgyszintén a perspectiva is, ellenben a két szemmel való látás okozta plastica fordított és az előbbieknél ellentmond.

A mondottakból következtethetjük, hogy a távolsággal növekedő homály, de főleg a perspectiva által okozott plastica erősebb, frappánsabb, a két szemmel való látás által okozottnál, utóbbi ellenben tartósabb megfigyelésnél nagyobb hatással van ránk, érzékeink mint realisabb dolgot apercipiálják.

Hogy a távolabbi tárgyak homályos volta is befolyásolja némileg a testies látást, ezt főleg az Alpokban tapasztalhatjuk; midőn a rendkívül tiszta levegőben a hegycsúcsokat jóval közelebbre becsüljük a valódi távolságuknál. Ezen tárgyaknál, miután a stereoscopicus látás határán messze túlesnek, távolságuk megbecslésénél, csupán csak a kép tisztaságából következtetünk. Festőművészek a két szemmel való látás

¹⁾ Esetleg ezt is pótolhatja némileg a nagy diaphragma-nyílással való élethen kép.

Geben wir in ein Stereoscop stereoscopische Bilder, so werden wir dieselben sofort richtig stereoscopisch sehen. Schliessen wir das eine Auge, so wird das Bild selbst mit einem Auge gesehen nicht flach erscheinen, wegen der Perspective im Bilde. Bei einem solchen Bild sind, abgesehen von dem durch die Accommodation des Auges entstehenden Entfernungs-Unterschiede alle Elemente zu den körperlichen Sehen vorhanden, ein solches Bild ist nach der Natur unmittelbar am meisten plastisch.

Stellen wir in einem Stereoscope eine mit einem stereoscopischen Apparate gemachte directe Copie einer Negativ-Aufnahme, z. B. eine Strasse, so wird die Plastik eines solchen Bildes verkehrt sein. Betrachten wir ein solches Bild im Stereoscop, so werden wir für den ersten Augenblick nichts ausserordentliches wahrnehmen, und werden es für ein regelrechtes stereoscopisches Bild halten, im zweiten Moment wird es schon etwas flacher wirkt störend auf das Auge ohne dass wir den Fehler wahrnehmen, und endlich wenn wir schon wissen, was da zu sehen wäre, werden wir uns gewahr, dass das schmälere Ende der Strasse zu uns näher ist, dass die Häuser eigentlich Nischen sind etc., mit einem Worte, dass die Plastik verkehrt ist.

Es fehlt bei diesem Bild der von der Accommodation des Auges entspringende Unterschied¹⁾. Die Plastik, welche durch die mit der Entfernung wachsende Trübung verursacht wurde, ist vorhanden, gleichwie die Perspective, hingegen ist die Plastik, welche durch das Sehen beider Augen verursacht wurde, umgekehrt, und widerspricht den vorhergehenden.

Aus den Gesagten können wir folgern, dass die mit der Entfernung wachsende Trübung, besonders aber die durch die Perspective verursachte Plastik, mit dem Sehen beider Auger viel stärker und frappanter ist, letztere aber bei anhaltender Beobachtung eine grössere Wirkung auf uns hat unsere Sinne apercipiren es als eine mehr reale Sache.

Dass die Trübung entfernter Objecte das körperliche Sehen auch beeinflusst, kann man in den Alpen beobachten, wenn man bei äusserst reiner Luft die Gebirgspitzen viel näher schätzt als sie wirklich sind. Bei diesen Objecten, indem dieselben weit über die Grenze des Stereoscopischen Sehens fallen, kann die Schätzung ihrer Entfernung nur auf der Reinheit des Bildes basiren. Maler ersetzen den Mangel der Plastik, welche durch

¹⁾ Eventuell ersetzt dieses einigermaßen das mit einer grossen Diaphragma Öffnung hervorgerufene unscharfe Bild.

plasticájának hiányát sokszor a túlságba is vitt levegő-festéssel pótolják.

A szem accomodálásából keletkező plastica létezésének beigazolásánál kerülő úthoz kell folyamodnom: nézzünk egy photograph-gép beállító lemezén egy tájképet legkisebb diaphragma-nyílás mellett, a kép éles és a homályos felület síkjában látszik lenni; nyissuk ki most a diaphragmát teljes nyílására: egy bizonyos síkban lévő tárgyak képei élesek lesznek, a többi nem, ezen éles képek, főleg félszemmel nézve, feltűnően kiemelkednek az életlen háttérről, mintha nem is egy síkban volnának, e jelenség a szemnek azon gyakorlat által szerzett távbecslő képességében rejlik, hogy ha egy közeli tárgyat fixál, a többi tárgyak, melyek nem hagynak éles képet a reczehártyán, önkéntelenül más síkba lesznek helyezve.

Zeiss mechanikai műhelye »Prüfungstafel für stereoscopisches Sehen« cím alatt, előzetes számítás után megrajzolt stereoscopicus lapokat készít, melyeken különféle geometriai alakok és nyomtatott betűalakok láthatók.

Ezen alakoknak és az írás betűinek, stereoscopon nézve más és más síkban kell a térben feküdni. A lapon több csoport van, melyeknek egyes részei nagyobb, másoké kisebb parallaxal eltolódással vannak rajzolva. Nagyobb eltolódással bíró képek természetesen rögtön szembeötlő távolsági különbségeket mutatnak, míg mások csak rövidebb, hosszabb szemlélet után különböztethetők csak meg, egyeseket pedig csak az erre legérzékenyebb szemek képesek külön síkba helyezni. Egy ilyen lapot stereoscopon nézve egyes csoportokat, melyekben a mesterségesen előállított parallax is jelentékenyebb, rögtön a megfelelő síkba kihelyezve látunk, és minél tovább nézzük, annál több alakot látunk a többi síkjából előre vagy hátra tolódni.

E lapnak célja volna egyesek szemeinek érzékenységét megmérni a stereoscopikus látás iránt.

Az előadott kísérletek alapján mi következtetést vonhatunk tehát a testes látásra nézve?

Azt, hogy a testes látás akkor juthat legjobban kifejezésre, ha megvannak mindazon opticaileg indító

das Sehen mit beiden Augen hervorgerufen wird, öfters durch übertrieben viele Luft im Bilde.

Der Beweis, dass durch die Accomodierung des Auges eine Plastik entsteht, muss auf Umwegen geführt werden: betrachten wir nur auf einer Einstellglasplatte eines photographischen Apparates eine Landschaft bei der kleinsten Diaphragmen-Öffnung, so wird das Bild scharf sein und in der Ebene der Mattscheibe zu stehen kommen. Öffnen wir nun das Diaphragma auf ihre vollkommene Öffnung, so werden die Bilder einer gewissen Ebene scharf sein, die anderen nicht; diese scharfen Bilder werden besonders mit einem Auge betrachtet, auffallend von dem unscharfen Hintergrunde hervortreten, als wenn sie nicht in einer Ebene gelegen wären, diese Erscheinung liegt in jener durch die Übung erreichten Fernschätzung-Fähigkeit des Auges, dass wenn dieses ein näheres Object fixirt, die anderen Objecte, welche auf der Netzhaut kein scharfes Bild zurücklassen, unfreiwillig in eine andere Ebene versetzt werden.

Die mechanische Werkstätte Zeiss's verfertigt unter dem Titel »Prüfungstafel für stereoscopisches Sehen« vorher berechnete stereoscopische Zeichenblätter, auf welchen verschiedene geometrische Figuren und Buchstaben ersichtlich sind.

Diese Figuren und Buchstaben müssen in einem Stereoscope betrachtet in verschiedene Ebenen liegen. Auf einem Blatte sind mehrere Gruppen, von welchen einige Theile mit grösserer, die anderen mit kleinerer parallaxischer Verschiebung gezeichnet sind Bilder mit grösserer Verschiebung zeigen natürlich sofort eine ins Auge fallende Entfernungs-Differenz, während Andere zu unterscheiden es nach längerer oder kürzerer Betrachtung möglich ist, einzelne kann aber nur ein für dieses sehr empfindliche Auge in verschiedene Ebenen versetzen. Sehen wir uns ein solches Blatt durch das Stereoscop an, so sehen wir einige Gruppen bei welchen die auf künstlichem Wege erzeugte Parallaxe wesentlicher ist, sofort in die entsprechende Ebene versetzt, und je länger wir dieselbe betrachten, um so mehr Figuren sehen wir aus der anderen Ebene vor- oder rückwärts-geschoben.

Diese Blätter haben das Ziel die Empfindlichkeit der Augen hinsichtlich des stereoscopischen Sehens zu prüfen.

Es fragt sich nun: welche Consequenzen wir auf Grund des Vorgetragenen über das körperliche Sehen ziehen können?

Das körperliche Sehen kann nur dann aufs beste zur Geltung gelangen, wenn alle jene optisch bewe-

okok, melyek bennünk annak érzését kelthetik. Tehát a két szemmel való látás, a perspectiva, a távolabbi tárgyak homályosabb volta és a szemlencse accommodálása által okozott plastica.¹⁾ A mint ezekből valamelyik hiányzik, a tér látása már nem lesz a legtökéletesebb.

Ha a stereoscopicus látás hiányzik, mint például egy festményénél, azt képzeletben magunk elé állíthatjuk ugyan, mint a természetet, de soha sem lesz senki kétségben a felett, hogy tért, vagy egy lapos vásznat szemlél, feltéve, hogy ez nem tisztán a stereoscopicus látás határán túl levő dolgot ábrázol.

Ha pedig ellenkezőleg a képben a perspectiva hiányzik, de megvan a két szemmel való látás okozta plastica, mint pl. Zeiss »Prüfungstafel«-jénél, úgy az első pillanatban a plastica nem ötlük szembe csak a legnagyobb parallaxissal bíró alakoknál, utóbb azonban a legkisebb távolsági különbségeket is meg tudjuk különböztetni.

Ha végre a perspectiva és a stereoscopicus látás okozta plastica is megvan, de a kettő egymásnak ellentmond, mint a fentemlített fordított stereoscopicnál; akkor jövünk legjobban zavarba és először, mint a legfrappansabb jelenség a perspectiva szerint, utóbb a realisabbnak látszó stereoscopia szerint fogjuk képzeletünkben a reczehártyánkon keletkező két lapos képből a neki megfelelő testeket megalkotni.

Zeiss stereoscopicus távolságmérőjében lévő távolsági jegyeknél csak a stereoscopicus látás által okozott plastica működik, helyzetüket illetőleg perspectivus elhelyezésben vannak ugyan, tekintve az emelkedő sorokat, de miután nagyságuk egyenlő, ez is legfeljebb akkor lép érvénybe, ha körülbelül horizontális irányban nézünk a távcsővel, hogy a jegyek a képben közel a föld felett látszanak lebegni és így a vidék perspectivája jön segítségül, hogy a jeleket is stereoscopicusan lássuk. Igen jó szemeknek és kis gyakorlat után erre már nem lesz szüksége másnak sem, eleinte azonban legtöbbször rá fognak szorulni erre a kis segítségre.

gende Gründe vorhanden sind, welche in uns das Gefühl zu diesem erwecken, d. h. das Sehen mit beiden Augen — die Perspective, die Trübung der entfernteren Objecten — die durch die accommodirte Augenlinse verursachte Plastik,¹⁾ wie von diesen das eine oder andere fehlt, so wird das Sehen im Raume nicht mehr das vollkommenste.

Fehlt das stereoscopische Sehen wie z. B. bei einem Gemälde, so können wir uns dies zwar wie in der Natur vorstellen, ohne aber daran zu zweifeln dass wir eben eine flache Leinwand betrachten, vorausgesetzt, dass das Bild nicht Gegenstände, welche über die Grenzen des stereoscopischen Sehens sind, darstellt.

Wenn im Gegentheil im Bilde die Perspective fehlt, die durch das Sehen mit zwei Augen verursachte Plastik jedoch vorhanden ist, wie z. B. bei den Zeisschen »Prüfungstafeln« so tritt die Plastik für den ersten Augenblick nur bei jenen Figuren hervor, welche die grösste Parallaxe besitzen, später aber kann man auch jene unterscheiden, welche die kleinste Entfernung-Differenz aufweisen.

Wenn aber endlich die Perspective und die durch das stereoscopische Sehen verursachte Plastik vorhanden ist, beide aber nicht im Einklang stehen, wie bei dem obenerwähnten verkehrten Stereoscop: kommen wir recht in Verlegenheit und werden aus den zwei auf unserer Netzhaut entstandenen Bildern zunächst nach der Perspective, welche eine frappantere Erscheinung ist, und dann nach der Stereoscopie, welche in stärkerem Masse den Eindruck der Realität macht, die entsprechenden Körper zusammenstellen.

Bei den Entfernungszeichen des Zeiss'schen Distanzmessers functionirt nur die durch das stereoscopische Sehen verursachte Plastik, sie sind zwar in Bezug auf ihre Lage in perspectivischer Anordnung, da sie aber von gleicher Grösse sind, kommt dieser Umstand nur dann zur Wirkung, wenn wir in horizontaler Richtung schauen, weil in diesem Falle die Zeichen nahe über der Erdoberfläche zu schweben scheinen und die Perspective der Gegend uns mithilft auch die Zeichen stereoscopisch zu sehen. Für gute Augen und nach einiger Uebung auch für minder gute wird dies nicht nothwendig sein, Anfangs aber wird diese Hilfe manchen

¹⁾ A mondottakból láthatjuk, hogy tévedés volna azt hinni, hogy félszemű ember nem láthat testiesen; még stereoscopicusan is lát az által, hogy szemét mozgatja (ezt önkéntelenül két szemmel bíró egyén is megteszi gyakran, hogy segítségére legyen a látásban), persze csak a természetben és nem a stereoscopicus kamarában.

¹⁾ Aus dem Gesagten ist es ersichtlich, dass es eine Täuschung wäre zu glauben, dass ein Einäugiger nicht körperlich sehen könnte, er kann sogar auch stereoscopisch sehen, u. z. dadurch, dass er das Auge bewegt (dies machen aber auch solche, die beide Augen haben, um das stereoscopische Sehen zu erleichtern) selbstverständlich nur in der Natur nicht, aber in der stereoscopischen Kammer.

Gyakorlat szükséges főleg, hogy távolsági különbségeket becsüljünk akkor, ha a stereoscopia és a perspectiva mond ellent egymásnak a távcsőben; ez előáll akkor, ha egy közelebbi tárgyra projiciálódik egy olyan távolsági jegynek a képe, melynek eredeti helye a térben a tárgynál távolabb fekszik, ezért nehéz feladat a már említett szeszélyesi kastélynak is távolságmérése a közel mögötte álló fenyveserdő miatt. Különösen felhőmagasságmérésnél okoz e jelenség sok nehézséget és nem is fog senkinek megfelelő gyakorlat nélkül sikerülni, hogy pontosan lemérje olyan tárgynak távolságát, mely mögött közvetlenül van a háttér úgy, hogy a tárgyon túl levő legközelebbi scálarész már hátrább esne a háttérnél, ennek daczára azonban látható és annak egy részét elfedi.

Kezdők felhőmagasságméréseket eleinte csak is a felhők szélein vihetnek sikerrel végbe, midőn a scála látszólagos helye a térben a felhő széle mellett vonul el olyképen, hogy a távolabbi jegyek már a kék égboltra, vagy igen magas felhőzetre projiciálódnak. Később némi gyakorlat után összefüggő áttetsző felhőfoszlányokat is sikerült megmérnem és valóban meglepett az eredmény, a melyet e műszerrel képesek vagyunk elérni: a scálarészeket nézve, ezek mint szilárdul álló pontok lebegnek a levegőben, mely részek között a felhő füstszerű anyaga elvonul, oly biztonsággal lehet itt a felhő helyzetét látni, mint a milyen tisztán látnók egy léczkerítés két lécze között a szivarfüstöt átvonulni, sőt több esetben egészen tisztán meg tudtam azt is becsülni, hogy a felhő egész tömegében az 1500 és 2500 méter magassági jegyei között vonult el és így vastagsága közel 1000 méter volt és ennek daczára elég jól átlátszó. Nem átlátszó felhők belsejében is sikerült bár kevésbé tisztán méréseket tenni; néhány száz méterre becsültem azt a réteget, mely még átlátszó. A mérést itt arra alapítottam, hogy addig átlátszó a felhő, a meddig a részei mozognak, a mely határon túl mozgás már nem látható, hanem az egész egyszínű fehéres falként néz ki, azon túlról már nem hatolnak át sugarak. Ilyen módon nemcsak a felhő magasságára, vastagságára, hanem sűrűségére és így víztartalmára nézve is nyerhetünk adatokat, melyek ha nem pontosak is, de tájékozást nyújtanak.

zu Gute kommen. Es ist eine Übung erforderlich, um Entfernungs-Differenzen zu schätzen, wenn Stereoscopie und Perspective im Fernrohre sich widersprechen. Dies kommt dann vor, wenn sich das Bild eines solchen Entfernungs-Zeichen auf ein näheres Object projectirt, dessen ursprünglicher Platz im Raume weiter wie das Object liegen würde. Deshalb ist die Messung des schon erwähnten Castells von Szeszélyes, wegen der Nähe des Tannenwaldes eine schwierige Aufgabe.

Diese Erscheinung verursacht besonders bei Wolkenhöhenmessungen grosse Schwierigkeiten und es wird auch Niemanden ohne gehörige Übung gelingen die Entfernung solcher Objecte messen zu können, bei welchen der Hintergrund unmittelbar dahinter steht, so dass das nächste Scalenzeichen hinter dem Hintergrunde steht, dieser dessenungeachtet aber sichtbar ist und einen Theil von diesen verdeckt.

Anfänger können Wolkenmessungen nur an den Rändern der Wolke mit Erfolg vornehmen, wenn der scheinbare Platz im Raume neben der Wolke so vorbei zieht, dass die entfernteren Zeichen schon auf das Blaue des Himmels oder auf sehr hohe Wolken projectirt werden. Später nach einiger Übung gelang es mir auch zusammenhängende Wolkenketzen zu messen und der Erfolg, welchen ich mit dem Instrumente erreichte, überraschte mich in der That. Die Scalentheile betrachtend, schwebten diese wie Fixpunkte in der Luft, durch welche das rauchartige Material der Wolke vorüberzog, die Wolkenlage kann man hier mit einer solchen Sicherheit feststellen, als wenn man an einen Lattenzaun, zwischen zwei Latten den Cigarrenrauch durchziehen sehen möchte, ja in mehreren Fällen konnte ich es sehr genau und rein bestimmen, dass die Wolke mit ihrer ganzen Masse zwischen den Höhenzeichen von 1500—2500 Metern dahin zog und somit ihre Dicke nahezu 1000 Meter betrug und trotzdem noch recht durchsichtig war. Es gelang mir auch bei im Inneren von nicht durchsichtigen Wolken zwar mit weniger Genauigkeit Messungen zu machen und schätzte die noch durchsichtige Schichte zu einige hundert Metern. Die Messung wurde auf jenen Umstand basirt, dass die Wolke soweit durchsichtig ist, bis die Bewegung ihrer Theile zu beobachten ist, über dieser Grenze ist keine Bewegung mehr sichtbar, gleicht einer einfärbigen weissen Wand, durch welche die Strahlen nicht mehr dringen. Auf diese Weise können wir nicht nur Daten für Wolkenhöhe und Dicke erhalten, sondern auch für die Dichte und somit auf ihren Wassergehalt schliessen,

Mindezen eredményeket a távolságmérő használhatóságát illetőleg rövid pár heti kísérletezésből nyertem és így még mindenesetre nincs kimerítve minden, mit tőle várhatunk.

Előnyeivel szemben állanak hátrányai és ezek között első helyen kell megemlítenem nagy érzékenységét a hőmérséklet változásai iránt, hogy ez mennyire befolyásolja a mérést, bizonyosságul álljon itt az alábbi táblázat, melynek első oszlopa azon adatokat tartalmazza, melyeket a műszer mutatott, midőn egy 16 C^0 hőmérsékletű szobából a toronyba felvittük, a második $\frac{1}{4}$, a harmadik $\frac{1}{2}$ és a negyedik $\frac{3}{4}$ óra múlva, a midőn úgy látszik, hogy a műszer is felvette már a kint uralkodó 4 C^0 hőmérsékletet.

Beállítva	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
Ordódy Pál szélkereke	1300	1450	1495	1500
Kaszárnyaistálló	635	675	670	665
Református templom	382	385	384	382
Tokajiféle ház	525	535	535	545
Steiner M. pajtája	232	235	235	234
Kertészlak	222	224	224	225
Magányos pórház	282	285	290	285
Izraelita templom	177	180	178	175
Magányos jegenye	355	355	350	350
Római katolikus templom	295	295	288	287
Szeszélyesi kastély	2380	2400	2350	2500
Jegyesor első fája	535	550	545	550
Telephonpózna	114	114	114	114
Istálló	460	470	470	477

Különböző hőmérséklet alatt észlelt több hasonló sorozatból a műszer temperatura-correctióját hozzávetőlegesen meghatároztam; hogy azonban az absolut correctióra nézve is nyerjek némi támpontokat, a komárom-érsekújvári uton mérő-szalaggal méréseket tettem, mely távolságokhoz azután a műszer szolgáltatva távolságokat hasonlítottam, e mérések eredménye a következő kis táblázat, mely különböző hőmérséklet mellett és különböző távolságokra adja a megfelelő correctiót, mely mennyiségek azonban távolról sem pontosak, ahhoz sokkal több észlelésre volna szükség, csupán tájékozást nyújtanak azoknak menetéről és nagyságuknak rendéről és mint correctiók a felhőmagasságmérés céljaira már felhasználhatók, minthogy az általuk corrigált értékek mindenesetre jóval közelebb jutnak a valódi nagysághoz, mint voltak annak előtte.

welche wenn auch nicht genau sind, doch uns einige Orientirung geben.

Alle diese Resultate, welche sich auf die Verwendung des Distanzmessrs beziehen, erhielt ich auf Grund von Versuchen, welche ich unter einigen Wochen ausführte, mithin ist noch nicht alles erschöpft, was wir von diesen Instrumente erwarten können.

Dem Vortheile gegenüber stehen die Nachteile, und von diesen muss ich am ersten Platze der grosse Empfindlichkeit gegen Temperaturwechsel Erwähnung machen; wie sehr diese die Messungen beeinflusst, beweise folgende kleine Tabelle. Die erste Columne der Tabelle gibt die Messungsdaten, als das Instrument vom Zimmer, dessen Temperatur 16^0 C . war, in den Thurm gebracht wurde, die II. Col. die Messungsdaten nach $\frac{1}{4}$, die III Col. nach $\frac{1}{2}$, die IV Col. die Daten nach einer $\frac{3}{4}$ Stunde, also da der Apparat wahrscheinlich die Aussen-Temperatur von $+4\text{ C}^0$ schon angenommen hat.

Eingestellt auf:	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$
Das Windrad Paul Ordódy's	1300	1450	1495	1500
Kasernen-Stall	535	675	670	665
Die reform. Kirche	382	385	384	332
Das Haus des Tokaji	525	535	535	545
Die Scheune des M. Steiner	232	235	235	234
Die Wohnung des Gärtners	222	224	224	225
Ein alleinstehendes Bauernhaus	282	285	290	285
Den izrael. Tempel	177	180	178	175
Eine alleinstehende Pappel	355	355	350	350
Die r. kath. Kirche	295	295	288	287
Das Castell »Szeszélyes«	2380	2400	2350	2500
Den crsten Baum einer Pappelallee	535	550	545	550
Eine Telephonstange	114	114	114	114
Einen Stall	460	470	470	477

Ich habe aus mehreren ähnlichen Reihen bei verschiedenen Temperaturen die Temperatur-Correction des Instrumentes annähernd bestimmt, um aber für die absolute Correction auch einige Stützpunkte zu finden, machte ich auf der Landstrasse zwischen Érsekújvár und Komárom mit dem Messbande Messungen, mit welchen Entfernungen ich die mit dem Instrumente erhaltenen Entfernungen verglich; die Resultate dieser Messungen bei verschiedenen Entfernungen und Temperaturen enthält folgende kleine Tabelle, welche zugleich die entsprechende Correction zeigt. Diese Zahlen sind lange noch nicht genau, dazu wären noch mehrere Beobachtungen nöthig, sie geben uns dennoch einige Orientirung über Gang und Ordnung der Grösse und können als Correction bei Wolkenhöhen-Messungen angewendet werden, indem die mit diesen corrigirten

t.	250	500	850	1000	1500	2000
0	0	-25	-50	-94	-190	-280
+5	0	-20	-40	-70	-130	-200
+10	0	-12	-27	-28	-20	-10
+15	0	-2	-4	0	+40	+70

A távolság növekedésével feltűnően nő a hiba is. Valószínűleg 3000 méteren túl már e miatt nem is lehetne megbízható méréseket a műszerrel tenni, azért nem is vitték tovább a scála beosztását, jöllehet a plastica még megengedné.

Egy másik hibája volna a műszernek állítólag, hogy különböző magassági szög alatt scála-értékei megváltoznak, ezt az ó-gyallai példánynál mi nem tapasztaltuk.

Az eddig megejtett kísérletek alapján a távolságmérőnek a meteorologia szolgálatában való alkalmazhatóságára nézve annyit mondhatunk, hogy jól definiált pontok 1000 méter távolságon belül, kis gyakorlat után 1—2%, 1000 métertől 3000 méterig 2—5% pontossággal lemérhetők, e pontosságot azonban többszöri gyakorlattal még fokozhatjuk. Felhők távolságának lemérése azonban több gyakorlatot igényel, miután a felhők egynemű diffuz anyagában a szem stereoscopicus látásra támpontot nehezebben talál, mi azonban még egyáltalán nem tekinthető hibának, ha meggondoljuk, hogy mégis mennyivel több ember képes e műszerrel magasságméréseket sikerrel végezni, mint például a phototheodolitokkal. Ezentúl nem hagyhatjuk megemlítés nélkül a távolságmérőnek azon óriási előnyét, hogy egy ember képes kezelni, hogy az esetleges reductiókat is bele számítva egy mérés legfeljebb 2—3 percet vesz igénybe és így ugyanazon felhő több pontjára nézve is végezhetünk helymeghatározást, vagy ugyanazon pontot ismételtlen lemérhetjük, mely esetben a mozgások verticalis componensére nézve is igen könnyen nyerhetünk adatokat; hogy továbbá, ha e mérést nephoscopikus megfigyelésekkel kapcsoljuk össze, mindkét megfigyelést is képes még egy észlelő végezni és annak is csak kevés idejét fogja igénybe venni, hogy továbbá nemcsak a felhő nagyságáról és magasságáról, hanem vizsgóztartalmáról is nyerhetünk némi fogalmat, ha az átlátszó rétegeknek vastagságát vizsgáljuk. Hogy a magasságmérőkkel mérhető felhők köre szélesebb-e mint az egyéb módszerekkel meghatározható felhőké? arra nézve nem tudnék még határozott választ adni; de

Werthe auf jeden Fall viel näher zu der wirklichen Grösse stehen, als wie zu vor.

Temperatur	250	500	750	1000	1500	2000
0	0	-25	-50	-94	-190	-280
+5	0	-20	-40	-70	-130	-200
+10	0	-12	-27	-28	-20	-10
+15	0	-2	-4	0	+40	+70

Mit Zunahme der Entfernung wächst der Fehler auffallend und wahrscheinlich können deshalb über 3000 Meter mit diesem Instrument keine verlässlichen Messungen gemacht werden, darum wurde auch wahrscheinlich die Scaleneintheilung auch nicht mehr weiter geführt, obzwar die Plastik dieses noch zugeben möchte.

Die bisher ausgeführten Versuche lehren uns über die Verwendung des Distanzmessers im Dienste der Meteorologie, dass gut definirte Punkte innerhalb von 1000 Meter nach einer kleinen Übung mit einer Genauigkeit von 1—2% von 1000—3000 Metern, hingegen von 2—5% Genauigkeit messbar sind, diese Genauigkeit kann durch fortgesetzte Übung erhöht werden. Die Wolkenhöhenmessungen erfordern jedoch mehr Übung, indem das Auge zum stereoscopischen Sehen in der gleichartig difusen Masse schwerer einen Stützpunkt findet, welcher Umstand aber überhaupt für keinen Fehler anzusehen ist, wenn wir betrachten, dass um wie viele Menschen mehr mit diesen Instrumente Höhenmessungen ausführen können als z. B. mit den Phototheodoliten. Schliesslich können wir den grossen Vortheil des Distanzmessers nicht ohne Erwähnung lassen, dass die Handhabung dieses Instrumentes von einem Menschen ausgeführt werden kann, und eine Messung — die eventuelle Reduction mit eingerechnet — höchstens 2—3 Minuten in Anspruch nimmt, und dass man auf mehrere Punkte einer und derselben Wolke Ortsbestimmungen ausführen, oder aber einen und denselben Punkt wiederholt abmessen kann, in welchem Falle wir sehr leicht für die verticale Componente der Bewegung Daten erhalten können. Wollen wir ferner diese Messungen mit nephoscopischen Beobachtungen verbinden, so kann Beides von ein und demselben Beobachter in einem kurzen Zeitraum ausgeführt werden; schliesslich aber ist nicht nur die Grösse und Höhe der Wolke bestimmbar, sondern auch annähernd ihr Wassergehalt, wenn die durchsichtige Schichte der Wolken-Dicke untersucht wird. Dass der

valószínűnek tartom, hogy a mely felhők photogrammetriai uton lemérhetjük a magasságát, annak mérésére Zeiss távolságmérője is alkalmas; itt eltekintek azon körülménytől, hogy az observatorium tulajdonában lévő kiscbb példány csak 3000 méter távolságig használható, ellenben több esetben alkalmazhatjuk a műszert azon előnye miatt, hogy a mérés rögtön végrehajtható vele és így hirtelen feltűnő felhők is kihasználhatók, míg a phototheodolitoknál, az első mérés legalább $\frac{3}{4}$ órát vesz igénybe és így mire a felvételhez elkészülünk, a felhő már igen gyakran újra eltűnt.

Pontosságát illetőleg ha nem is éri el a phototheodolitok és zenithkamarák niveauját, azt mindenesetre igen megközelíti és ez a meteorologia céljaira, mint azt már annakelőtte kifejtettük tökéletesen elég.

Fő előnye tehát a rendkívüli gyorsaság és kényelem az észlelésnél, mely tekintetben minden más hasonló műszeren túlsz.

Egyedüli akadály, mely szélesebbkörű alkalmazását korlátozni fogja, a műszer nagy ára, 800—2000 márka, melyet azonban ellensúlyoz azon körülmény, hogy fentartása semmibe sem kerül, míg például a a phototheodolitoknál a photographiai cikkek a telefon fentartás és pótlás, állandó és jelentékeny költségeket ró az intézetekre.

Hogy azonban a távolságmérő szerepét a meteorológia szolgálatában tökéletesen betölthesse, igen kívánatos e célra nagyobb példányt alkalmazni, a mely legalább 8 kilométerig menő scálával bír, e magasságon felül már ritkábban fogunk különben is észlelni és így nem követünk el lényeges hibát, ha ezek magasságának megjelölésére egyszerűen a 8 kilométeren felüli felhők kifejezést használjuk.

Legmegfelelőbb volna a felhőmagasságmérésre egy nagyobb, körülbelül 2 méter objectívtávval bíró, de e mellett nem túlságos nagy nagyítású (12-szeres) távcső. Erős nagyítással itt alig növelhetnők a plasticát, mert akkor különben is alig részletezett ködszerű anyagban valóban nem látnánk semmit, a plastica növelését a felhőknél főleg az objectívtáv nagyobbitásával kell elérni.

Kreis der mit dem Fernmesser messbaren Wolken umfangreicher wäre, wie derjenige der anderen Verfahren, könnte ich zur Zeit keine bestimmte Antwort geben, es ist aber wahrscheinlich, dass für Wolkenhöhen, welche auf photogrammetrischen Wege messbar sind, auch der Zeiss'sche Distanzmesser geeignet ist; natürlicher Weise abgesehen von dem Umstand, dass das im Besitze des Observatoriums sich befindliche kleinere Exemplar nur bis zu eine Höhe v. 3000 Meter anwendbar ist. Hingegen können wir das Instrument in mehreren Fällen bei rasch auszuführenden Messungen anwenden, wodurch plötzlich aufsteigende Wolken auch bestimmbar sind, wohingegen bei den Phototheodoliten die erste Messung wenigstens eine $\frac{3}{4}$ Stunde in Anspruch nimmt, und bis die Vorkehrungen zur Aufnahme getroffen werden, die Wolke schon sehr oft wieder verschwunden ist.

Wenn der in der Rede stehende Entfernungsmesser — was Genauigkeit anbelangt — das Niveau der Photogrammetrie auch nicht erreicht, so nähert er sich diesen sehr u. ist für meteorolog. Zwecke vollkommen genügend.

Hauptvorthail des Instrumentes ist die ausserordentliche Geschwindigkeit und Bequemlichkeit bei den Beobachtungen und diesbezüglich übertrifft es sämtliche ähnliche Instrumente.

Als einziges Hinderniss, welches die Anwendung in weiteren Kreisen einschränken wird, ist sein hoher Preis von 800—2000 Mark; welchen aber jener Umstand vermindert, dass die in Standhaltung des Instrumentes mit keinen Auslagen verbunden ist, wohingegen bei den Photo-Theodoliten die photographischen Artikel, die Telephonleitung den Instituten beständige und nennenswerthe Kosten verursachen.

Dass aber der Distanzmesser im Dienste der Meteorologie den an ihn gestellten Anforderungen vollkommen entspreche, ist es wünschenswerth für diese Zwecke grössere Exemplare anzuwenden, welche wenigstens mit einer Scala bis zu 8 Kilometer versehen sein sollen. Ueber diese Höhe hinaus werden wir ansonsten schon seltener beobachten, und wir begehen keinen wesentlichen Fehler, wenn zur Bezeichnung solcher der Ausdruck: »Wolken über 8 Kilometer« angewendet wird.

Am entsprechendsten für Wolkenmessungen wäre ein grösseres Fernrohr mit ungefähr 2 m. Objectiv-Abstand und mit einer nicht allzugrossen (12fachen) Vergrösserung. Mit einer starken Vergrösserung könnten wir kaum die Plastik erhöhen, weil diese in der umsohin kaum gegliederten Nebelmasse gar nicht sichtbar würde; die Erhöhung der Plastik bei den Wolken ist hauptsächlich mit der Vergrösserung des Objectives erreichbar.

ZÁRSZÓ.

Az eddigiek alapján azon nézetnek adhatunk tehát kifejezést, hogy bár minden magasságmérési eljárásnak vannak előnyei, melyek bizonyos körülmények között azt a többiek elé helyezik, de általános esetben minden körülmények között pontos és megbízható adatokat csakis Zeiss stereoscopicus távolságmérőjének használata mellett vagy a photogrammetriai úton remélhetünk elérni. Melyek közül első helyre most már úgy hiszem kellőleg indokolva Zeiss távolságmérőjét helyezzük, bár még tudomásom szerint eddig csak Ó-Gyallán tétettek vele felhő-magasságmérési kísérletek, alig kételkedem azonban abban, hogy mások kritikája ez iránt ellenkezőleg hangzanék.

Utánna jönne a zenithamaráknak potsdami mintája. Ez azonban igen költséges és complicált berendezés, melyet igen sokkal egyszerűbben lehetne még megoldani, természetesen ezzel egy kis kényelem feláldozásával. E berendezés következő lenne: két egész egyszerű kamara állandóan zenithre állítva és olyan tolható házzal védve, mint a melyet a phototheodolitoknál leirtunk és a két állomás telephonnal összekötvé. Felvétel céljából egyik észlelőnek itt ki kellene a külső állomásra menni, ez azonban például bycikli 3—4 percnél több időt nem igényelne. A telephonicus megbeszélés csak a legszükségesebbre szorítkozik. Ha mindkét állomás kész a felvételre, a külső állomás észlelője a telephon vezetékét a pillanatzárra kapcsolja. A főállomáson megnyomott billentyűvel mindkét kamara lemezei ugyanazon pillanatban lesznek exponálva.

SCHLUSSWORT.

Auf Grund des bisher Gesagten, können wir jener unserer Ansicht Ausdruck geben, dass obzwar eine jede Methode von Höhenmessungen ihre Vortheile hat, welche unter Umständen der einen oder der anderen Methode den Vorzug giebt, liefert im allgemeinen aber unter allen Umständen nur der Zeiss'sche stereoscopische Entfernungs-Messer genaue und verlässliche Daten oder aber die Photogrammetrie. Auf Grund obiger glaube ich den Zeiss'schen Entfernungs-Messer auf den ersten Platz stellen zu können, obzwar meines Wissens mit diesem Apparat bisher nur in Ó-Gyalla Wolkenhöhen-Messungen ausgeführt worden sind, zweifle ich daran, dass die Kritik anderer mit meiner in Gegensatz kommen würde.

Diesen folgen automatische Wolkenphotograph-Apparat nach dem Muster von Potsdam. Diese ist aber eine sehr kostspielige und complicirte Einrichtung, welche man viel einfacher ausführen könnte; — das geht natürlich nicht ohne Aufopferung eines Theiles der Commodität. Die Einrichtung wäre die folgende: Es werden zwei einfache Cameras beständig auf den Zenithpunkt gestellt, und mit überschiebbaren auf Schienen laufenden Holzhäuschen versehen, wie ich dies bei den Phototheodoliten beschrieben habe. Die zwei Stationen werden telephonisch miteinander verbunden. Um Aufnahmen machen zu können, müsste der eine Beobachter zur entfernteren Station gehen, was z. B. mit einem Fahrrad in 3—4 Minuten geschehen kann. Die Besprechung mit dem Telephon beschränke sich auf das nothwendigste. Sind beide Stationen zu den Aufnahmen bereit, so verbindet der auswärtige Beobachter die Telephonleitung mit dem Momentverschluss. Mit dem auf der Hauptstation sich befindlichen Taster werden die Platten beider Kammern zu gleicher Zeit exponirt.

Czél szerű volna a felhő-megfigyeléseket Európá-
szerte jobban felkarolni egy helyhez kötöttek, elszige-
telt megfigyeléseknek kevés haszna van. 1898. és 99.
években nemcsak az európai, hanem az Egyesült-Álla-
mok meteorologiai intézetei is nemzetközi congressus
határozata alapján végeztek rendszeres felhőmegfigyelé-
seket; hasonló megfigyelések időnkénti léghajó-felszállá-
sokkal kapcsolatban ma is történnek, azonban kevesebb
résztvevővel mint az említett években. A megfigyelő
hálózatnak egyáltalán nem kell sűrűnek lenni; Magyar-
országon elég volna hat állomás, egy északon, egy
Erdélyben, egy az Alföldön, egy a Dunántúl, egy Fiumé-
ban és egy nyugaton például Ó-Gyallán. Ez állomások
közül felhő-magasságméréseket csak egy, legfeljebb két
állomás végezne, a többi csak nephoscopicus megfigye-
léseket tenne, de szigorú pontossággal naponként négy-
ötzör felhő-magasságokat szemmérték szerint becsülve.

Ha azonban a felhő-magasságmérések és felhő-
megfigyelésekkel nem az csak a célunk, hogy a ma-
gasabb légrétegek viszonyait, azoknak áramlásait, a cyclo-
noknak megfelelő felső légmozgásokat vizsgáljuk, hanem
klimatologiai tanulmányok céljából gyűjtjük ezen
adatokat, akkor nem tehetjük soha elég sűrűn állomá-
sainkat, hiszen köztudomású dolog, hogy csak néhány
négyszögkilométernyi elszigetelten álló viz, homok,
mocsár, erdő, vagy város területe felett egészen más
felhőzeti viszonyok uralkodhatnak, mint az azt környé-
kező vidék többi területe felett.

A felhő-magasságmérés módjait letárgyaltuk; de
meg kell még emlékezni e helyen egyéb észlelésekről
is, melyek szintén szolgáltatnak adatokat a felhő-magas-
ságokat illetőleg. Ezek a léghajóról vagy magas hegy-
ségekről tett megfigyelések, valamint a ballon sondeok
regisztráló műszereinek adatai, mely utóbbiaknál a hygro-
graph által regisztrált 100% relatív nedvesség enged arra
következtetni, hogy ebben az időben a ballon felhőn
ment át; a megfelelő magasságot pedig a barograph
barogrammja adja.

Es wäre zweckmässig die Wolkenbeobachtungen
wie im internationalen Wolkenjahr auf grossen Gebieten
fleissiger zu betreiben und dieselben einer Centrale
einzusenden. Isolierte Beobachtungen nützen nicht sehr
viel. In den Jahren 1898 und 1899 haben nicht nur
Institute europäischer Staaten, sondern auch die Ver-
einigten-Staaten von Nordamerika Wolkenbeobachtungen
ausgeführt, ähnliche Beobachtungen werden auch zur Zeit
bei Ballonfahrten gemacht, aber mit weniger Theil-
nehmern als in den schon erwähnten Jahren. Das Be-
obachtungs-Netz müsste gerade nicht dicht sein, für
Ungarn würden 6 Stationen hinreichen: eine im Norden,
eine in Siebenbürgen, eine in dem Alföld, eine jenseits
der Donau, eine in Fiume und eine im Westen z. B.
in Ó-Gyalla. Von diesen Stationen würden eine oder
höchstens zwei Stationen Höhenmessungen machen, die
anderen hingegen nur nephoscopische Beobachtungen
mit strenger Genauigkeit täglich 4—5-mal; die Wolken-
höhen aber nur nach Augenmass bestimmen.

Wenn aber das Ziel der Wolkenhöhenmessun-
gen und Beobachtungen nicht nur die Erforschung der
oberen Luftschichten und deren Strömungen ist, son-
dern auch klimatologische Studien, alsdann kön-
nen wir unsere Stationen nicht genug dicht aufstellen.
Es ist doch allgemein bekannt, dass die Bewölkung
über einer Wasser- oder Sandfläche, über Sümpfen, Wäl-
dern oder über Städten nur von einigen Quadrat kilo-
meter Ausdehnung eine immer ganz andere ist, als wie
in der nächsten Umgebung.

Die Methoden der Wolkenhöhenmessungen haben
wir hiemit behandelt; ich möchte noch anderer Beobach-
tungen hierorts gedenken, welche über die Höhenlage
der Wolken auch Aufschluss verleihen. Diese sind Be-
obachtungen in den Ballons oder auf hohen Bergen,
sowie auch die Beobachtungs-Daten der Registrir-Appa-
rate der Ballon-Sonde; bei welchen letzteren, wenn der
Higrograph 100% relative Feuchtigkeit verzeichnet hat,
wir folgern können, dass der Ballon zu jener Zeit eine
Wolke passirte, die entsprechende Höhe liefert uns das
Barogramm des Barographen.

A meteorologia fejlődésével fokozott mértékben fejlődik a felhő-magasságmérés is. Megkezdték már a meteorologusok is figyelmüket arra fordítani, honnan kutatásaik tárgyát képező tűnemények legnagyobb része ered: a felhők régiója felé.

Mit der Entwicklung der Meteorologie entwickelte sich auch im gesteigerten Masse die Wolkenhöhenmessung. Die Meteorologen lenken nun ihre Aufmerksamkeit dahin, von wo der grösste Theil des Gegenstandes ihrer Forschungen stammt: nach den Regionen der Wolken.



**MTA
KIK**



