

127907

A MAGYAR KIR. KONKOLY-ALAPITVÁNYÚ
ASTROPHYSIKAI OBSERVATORIUM
KISEBB KIADVÁNYAI.

4.

EGY HELYEN VÉGZETT HULLÓÉSZLELÉSEK.

251 RADIANS LEVEZETÉSE

Ó-GYALLÁN ÉSZLELT 1641 HULLÓCSILLAGBÓL.

DR TERKÁN LAJOS.

KLEINERE VERÖFFENTLICHUNGEN
DES
Ó-GYALLAER ASTROPHYSICALISCHEN OBSERVATORIUMS
STIFTUNG V. KONKOLY.

4.

STERNSCHNUPPENBEOBACHTUNGEN

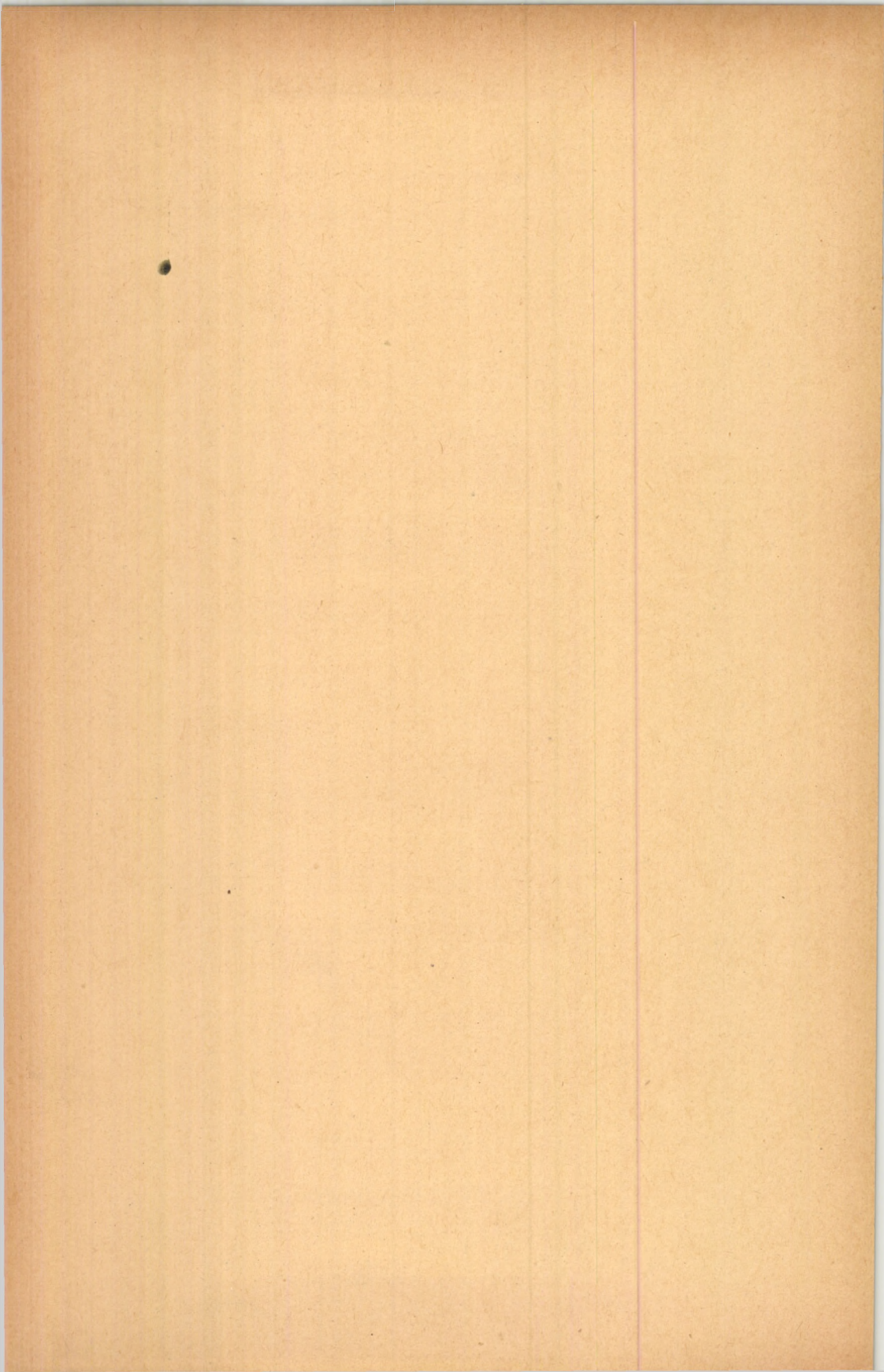
EINES BEOBACHTUNGSORTES.

ABLEITUNG VON 251 RADIANTEN AUS DEN SCHEINBAREN
BAHNEN VON 1641 ZU Ó-GYALLA BEOBACHTETEN STERN-
SCHNUPPEN.

DR LUDWIG TERKÁN.

BUDAPEST
PESTI KÖNYVNYOMDA RÉSZVÉNY-TÁRSASÁG.

1904.



A MAGYAR KIR. KONKOLY-ALAPITVÁNYÚ
ASTROPHYSIKAI OBSERVATORIUM
KISEBB KIADVÁNYAI.

4.

EGY HELYEN VÉGZETT HULLÓÉSZLELÉSEK.

251 RADIANS LEVEZETÉSE

Ó-GYALLÁN ÉSZLELT 1641 HULLÓCSILLAGBÓL.

D^R TERKÁN LAJOS.

KLEINERE VERÖFFENTLICHUNGEN
DES
Ó-GYALLAER ASTROPHYSICALISCHEN OBSERVATORIUMS
STIFTUNG V. KONKOLY.

4.

STERNschnUPPENBEOBACHTUNGEN

EINES BEOBACHTUNGSORTES.

ABLEITUNG VON 251 RADIANTEN AUS DEN SCHEINBAREN
BAHNEN VON 1641 ZU Ó-GYALLA BEOBACHTETEN STERN-
SCHNUPPEN.

D^R LUDWIG TERKÁN.

BUDAPEST
PESTI KÖNYVNYOMDA RÉSZVÉNY-TÁRSASÁG.

1904.

127907



MAGY. AKADEMIA
KÖNYVTÁRA



LUDWIG TIRKLY

BUDAPEST

Magyar Tudományos Akadémia Könyvtára

Egy helyen végzett hullóészlelések; 251 radians leve- zetése Ó-Gyallán észlelt 1641 hullócsillagból.

Nem foglalkozom részletesen mindazon feltevésekkel, melyek a hullócsillagok eredetét magyarázzák, nem ismertetem fizikai tulajdonságukat, chemiai alkatásukat; a mennyiben Massány Ernő az »Atmosphaera« 1903. évi novemberi számában igen szép és kimerítő felvilágosítást nyújt ezen dolgokra. Annyiban mégis rájuk kell térnem, amennyiben értekezésem feladatának kidomborítása és a hullóészlelések nagy fontosságának kiemelése céljából szükségesek.

A hullócsillagokra, tűzgolyókra, mint szokatlan jelenségekre, már a legrégebb idők óta nagy figyelmet fordítottak. Természetesen az első időkben ezerféle babonás felfogás fűződött hozzájuk épp úgy, mint az üstökösökhöz; később az üstökösökkel együtt a légköri jelenségekhez számították. A spektralanalízis azonban e jelenségek magyarázatában új, helyesebb felfogást teremtett meg. Sikerült egyes Földre jutott meteoriteket izzó állapotba hozni; ily állapotban spektroszkopon vizsgálva, az üstökösökkel rokon tulajdonságokat fedeztek fel bennük; sőt dr. Konkoly Thege Miklós a 80-as évek elején igen sok hulló, hosszabb (több percig) látható uszályát figyelte meg spektroszkopon, s mindannyiszor az üstökösök és hullók rokonságát megállapíthatta. E nézet mellett több más körülmény is szól. Több oly esetet ismerünk, melyekben egyes üstökösök felbomlását észlelték, így 1846-ban a Biela-féle üstökösnél, majd az 1882-iki nagy és 1889-iki Brooks-féle üstökösnél, melynek feje ketté oszlott. Még e jelenségek észlelése előtt 1819. Chladni, 1839-ben Ermann felállították azon nézetet, hogy a hullók és üstökösök azonosak. Schiaparelli a már említett megfontolások alapján e nézetet bizonyítani is törekedett. E feltevés nem nyugszik azonban minden kétséget kizáró alapokon. Nordenskjöldnek a sarkvidéken sikerült oly vastartalmú port összegyűjteni, mely igen nagy bizonyítékul szolgál az igen finom eloszlású és ellenállást kifejteni képes, a világűrt kitöltő igen apró égi testek feltevéséhez.

Igy tehát semmi sem állja útját két hatalmas feltevés meg-

alkotásának. A hullócsillagok naprendszerünkhöz tartozó, vagy naprendszerünkön kívül eső igen apró égi testek, melyek Newton-féle vonzási törvény megsabta pályán mozognak, s mindannyiszor láthatókká lesznek a levegőben való surlódás folytán, a hányszor pályájukat a Föld metszi. Az első mellett szól ama tapasztalat, hogy a természetben ugrásszerű változás nincs, a folytonosság uralkodik, mint Nordenskjöld igen finom vaspóra is bizonyítja; továbbá ama tény, hogy e jelenségek igen sokszor elszórtan, sporadikusan jelentkeznek, majd periodikusan ismétlődnek. Emez apró égi testek tehát a Nap és bolygók között létező nagy űrt vannak hivatva kitölteni. A második feltevést támogatja az a körülmény, melyet az üstökösök és hullócsillagok rokonságára már felhoztunk; az üstökösökre vonatkozólag pedig nagyon hódít azon nézet, hogy nyílt pályán mozogva merőben más naprendszerekből szakadnak hozzánk. Ily nyílt, parabola pályát feltételezve, a hullókra igen sok esetben valamely üstökös pálya elemeivel azonos pályaelemeket nyerünk, a mi szintén az egy eredetűsége vall. A második feltevésre bizonyítékok továbbá, hogy a hullók majdnem mindig nagy számban, úgynevezett rajokban jelentkeznek; igen sok nagy üstökös megjelenését, távozását nagy csillaghullás jelezte. A hullókra felállított e két feltevés azonban mereven szét nem választható. Tudjuk, hogy több periodikusan visszatérő üstökösünk is van. Hogy valamely üstökös többször is megkerüli Napunkat, ama nagy vonzásnak tulajdonítható, melyet mozgásukban hozzájuk közel eső nagyobb bolygótól szenvednek. Innen van, hogy minden nagy bolygó körül csoportosul egy-egy üstökös-család. Így Jupiter, Saturnus, Uranus, Neptunus körül. E bolygók vonzás folytán megváltoztatják az üstökös sebességét s mint később látni fogjuk, csakis a sebességtől függ valamely égi test pályájának alakja. Ennélfogva a Nap körül keringő hullók is származhatnak a Nap vonzási körén kívül eső vidékekről, csakis a bolygók által sebességükben előidézett változás folytán szakadtak naprendszerünkhöz.

A hullócsillagok eredetére vonatkozó feltevések tehát nagyon is bizonytalanok. Háromféle felfogást engedhetünk meg. Naprendszerünkhöz tartozó igen apró égi testek; a hullók összegyülemeléséből származnak az üstökösök, mint Schiaparelli állította; avagy üstökösök szétfoszlásából keletkeznek a hullók, mint E. Weiss bizonyította.

A szorgalmas, nagy körültekintéssel végzett észlelések feladata mindezen feltevések valódiságát megállapítani. A hullóészlelések lelkes feldolgozója Niessl igen sok meteorraja már megbizonyította, hogy naprendszerünkben kívül eredők, amenny-

nyiben sebességük hyperbolikus pályának, tehát nyílt pályának felel meg.

Eme nagy munkában létezése óta nagy részt vesz az ógyal-lai csillagvizsgáló is; minden év július, augusztus és november hónapjaiban nagy buzgalommal végzi a már magában véve is sok érdekességet nyújtó észleléseket.

1. Az észlelési módszer; a megfigyelt elemek transzformációja.

A következőkben vázolni fogom ez észlelések lefolyását, célját, az észlelési anyag feldolgozását. Mindenekelőtt világos, hogy az észlelés tárgya csakis oly jelenség lehet, mely minden jó szemű észlelő figyelmét feltétlenül felkelti. Így a leghatásosabb ingert csakis a hulló feltünése és eltünése kelti bennünk, e két pont között már csak a fényerősség, a szín, sok esetben a látszó pályának szokatlan gyorsasággal történő befutása azon tulajdonságok, melyek a pusztá szemléltőt megragadják. Nem nagy jelentőségűeknek látszanak e tulajdonságok, mégis nagy fontosságú következtetéseket vonhatunk belőlük. A feltünés és eltünés helyét meghatározó adatokat berajzolván, egy, az éggömböt feltüntetető térképbe, azon tapasztalatra jutunk, hogy az észlelt hullók csoportonként az ég egy bizonyos pontjából látszanak kiindulni. Az ég e pontját épen az öt meghatározó hullócsoport radiációs, kisugárzási pontjának nevezzük. A kisugárzási pont ismerete pedig az illető raj pályájának kiszámítását teszi lehetővé. A fényerősség, meg a szín a hulló nagyságára, hőmérsékletére engednek következtetést vonni. A szokatlan nagy sebességű hulló már elárulja, hogy más naprendszerből kalandozott el hozzánk. A levegőben eléggő hullók nem ritkán fényes sávot hagynak maguk után, mely szétszóródó nagyobb burokra vall, s spektroszkopikus vizsgálatokat is enged meg.

Az észlelés tárgyai az imént ismertetett tulajdonságok lehetnek. Az észlelés lefolyása pedig a következő módon megy végbe. Egy alkalmas helyen, melyről az egész égboltot jól láthatni, oly műszer állítandó fel, melylyel az ég egy bizonyos pontjának jellemzői megállapíthatók. Az ég egy bizonyos pontját irányra nézve meghatározza két egymásra merőleges, az éggömbből gondolatban kimetszhető legnagyobb körök egyik metszéspontjától a legnagyobb körökön mért fokokban kifejezett távolság. Ily fix, állandó körök tetszés szerint választhatók. Célunkra legalkalmasabb a horizontot, aztán az Észak-, Zenith- és Dél-ponton átmenő legnagyobb kört, a meridiánt választani. E rendszer azért a legalkalmasabb, mivel ily rendszerű műszer felál-

lítása, tekintettel az észlelések később jellemzendő pontosságára, a legkönnyebb szerrel megy. A Délponttól Nyugotpont felé a horizonton mért távolságokat *azimuthnak*, ugyancsak a Délponttól a meridianon mért távolságokat *magasságnak* nevezzük. Ez utóbbi távolság a zenithen s a kérdéses ponton átmenő a horizontra merőleges körön is mérhető, még pedig a horizonttól fölfelé positiv, horizonttól lefelé negativ e távolság.

A most jellemzett, ugynevezett *horizontalis rendszer* könnyen megvalósítható. Erre csak egy állványra erősített, az állvány talpcsavaraival vízszintes helyzetbe hozható 360° -ra osztott kör szükséges, melynek középpontján átmenő és síkjára merőleges tengely körül forgatható negyedkört kell még csak alkalmaznunk. Hogy e műszer, melyet meteorszkopnak hívnak, használható legyen, még egy irányító eszközzel is felszerelendő. Erre alkalmas egy vonalzó, mely a magassági kör síkjában a horizontalis kör centrumában forgatható. E vonalzó, irányító alsó szélének helyzete a magassági körön megadja a kérdéses pont magasságát, a magassági kör helyzete a horizontalis körön szolgáltatja a pont azimuthját, ha a műszer helyesen fel van állítva. A műszer felállítása így történik. Ez észlelések céljára az Észak- és Délpontot kijelöli a sarkcsillagon és az észlelési helyen átmenő magassági kör helyzete a horizontalis körön. Jól van felállítva a műszer, ha a horizontalis körön 180° körüli adatot olvasunk le, minthogy az északi sarkcsillagra történik nálunk a beállítás E helyzetre, mint kiinduló helyzetre, illetve ezzel szemközt levő helyzetre szükségünk van. A mily hiba ennek beállításánál becsúszik, összes észlelési adataiknál szerepel. Hogy határozhatjuk meg e hibákat? A sarkcsillag által meghatározott égi pont adatait a műszeren leolvassuk, a leolvasás időpontját is feljegyezzük. A valóságban más lesz a sarkcsillag azimuthja, magassága ez időpontban. Igen, de ez bármely időpontra kiszámítható. Nevezetesen az ég egy tetszőleges pontját más jellemzők is meghatározzák. Így az aequatoron és erre merőleges s a sarkokon átmenő körön mért távolságok a Délponttól számítva. E jellemzők a csillag *deklínációja* és *óraszöge*. Ezek az adatok a »Berliner astronomisches Jahrbuch«-ból bármely időpontban kivehetőek. Ha a csillagnak a tavaszi napéjgyenponttól Dél-Kelet-pont felé mért távolsága, rektaszcenziója α , δ a csillagidő, t az óraszög, akkor

$$t = \delta - \alpha,$$

a hol α -t a »Berliner astronomisches Jahrbuch« adja, δ -t pedig csillagidőben járó óra. Ha most még az észlelési hely földrajzi szélessége, mely jó térképből kivehető, φ , a csillag deklínációja δ , akkor

Sternschnuppenbeobachtungen eines Beobachtungsortes; Ableitung von 251 Radianten aus den scheinbaren Bahnen von 1641 zu Ó-Gyalla beobachteten Sternschnuppen.

Unseren Anschauungen über die Natur der Sternschnuppen haften gewisse Zweifel an, welche selbstredend die Wichtigkeit der Sternschnuppenbeobachtung hervorheben. Es mögen darüber hier einige geschichtliche Daten benützt werden, um die Aufgabe dieser Arbeit einigermassen klar zu legen.

Chladni hatte im Jahre 1819, Ermann in 1839 der Ansicht Ausdruck gegeben, dass die Kometen und Meteoriten identischer Natur seien. Belege hiefür brachte die später beobachtete Auflösung einiger Kometen, so die Auflösung des Biela'schen Kometen 1846, dann die Teilung im Kopf des Kometen Brooks 1889. Auch die spectralanalytische Untersuchung des Lichtes nachleuchtender Sternschnuppen durch Dr. Nicolaus Thege v. Konkoly in den 80-er Jahren v. Jahrhunderts ergab eine Verwandtschaft der Spectren der Kometen und Sternschnuppen. Nordenskjöld fand in den Polargegenden eisenhaltigen Staub, welcher kosmischen Ursprungs zu sein schien und in der chemischen Zusammensetzung mit aufgefundenen Meteorsteinen vieles gemein hat. Die Übereinstimmung der Bahn einiger Meteorschwärme mit derjenigen einiger vermisster Kometen, der Umstand, dass das Erscheinen und Verschwinden grösserer Kometen bei günstigen relativen Bahnverhältnissen fast regelmässig von Sternschnuppen Schwärmen begleitet sind, sprechen alle für die Ansichten Chladni's und Ermann's. Ob die Kometen aus Sternschnuppen entstehen, wie es sich Schiaparelli dachte, ob die Meteorschwärme den Kometen ihren Ursprung verdanken, was E. Weiss zu beweisen versuchte, oder endlich ob die Meteore dem Sonnensystem angehörige mehr oder minder selbstständige kleine Himmelskörper wären, das endgültig zu entscheiden ist die Aufgabe sorgfältiger,

weitgehender Beobachtungen und der umsichtigen Bearbeitung derselben. [Niessl hatte aus vielen Beobachtungen für mehrere Schwärme bestimmt hyperbolische, offene Bahnen gefunden, doch finden sich auch Schwärme mit geschlossenen, also zum Sonnensystem gehörigen Bahnen.]

An solchen Arbeiten nimmt auch seit seinem Bestehen das Observatorium zu Ó-Gyalla regen Anteil, indem hier jährlich im Juli, August und November regelmässig Beobachtungen an gestellt werden.

1. Beobachtungsmethode; Bearbeitung des Beobachtungsmaterials.

An geeignetem Orte, von welchem man das ganze Firmament überblicken kann, ist das Beobachtungs-Instrument aufgestellt, welches direct horizontale Coordinaten des anvisirten Punktes abzulesen gestattet, und zwar bis auf Zehntel-Grade das Azimuth am Horizontalkreis, welcher von 0° — 360° in ganze Grade getheilt ist und ebenfalls auf Zehntel-Grade die Zenithdistanz an einem in Grade getheilten Kreisquadranten. Die Visur geschieht an der weissen Kante eines schwarz gestrichenen Lineales, welches auf eine horizontale Axe montirt ist, ähnlich dem Fernrohr eines Theodoliten mit excentrischem Fernrohr. Der Horizontalkreis kann verstellt und fixirt werden, der Vertikalreis (Quadrant) dreht sich mit dem Lineal, so auch die Alhidade des Horizontalkreises. Die Kreise und Indicien werden von einer auf das Instrument endgültig montirten electrischen Lampe beleuchtet, ohne den Beobachter zu blenden. Zur Bestimmung der Indexfehler des im Übrigen justirten Instrumentes dienen Beobachtungen des Polarsternes zu Anfang und Ende der Sternschnuppen-Beobachtungen, oder auch inzwischen, — wenn sich diese Beobachtungen über eine längere Zeit erstrecken, — um eine etwaige Veränderung in den Indexfehlern erkennen und eliminiren zu können.

Bedeutet α , δ die Rectascension und Declination des Polsternes, h und a Höhe und Azimuth desselben zur Sternzeit τ und ist die Polhöhe des Ortes φ , so gelten bekanntlich die Beziehungen:

$$\begin{aligned}\sin h &= \sin \varphi \sin \delta + \cos \varphi \cos \delta \cos t \\ \cot a &= \cot t \sin \varphi - \frac{\operatorname{tg} \delta}{\sin t} \cdot \cos \varphi\end{aligned}\quad (1.)$$

képletekből kiszámítható δ észlelt csillagidőben a sarkcsillag magassága h , azimuthja a . E számított, majd leolvasott jellemzők különbsége a leolvasás hibáját megadja. Hogy a hiba minél kisebb legyen, célszerű legalább óránként a sarkcsillagot beállítani, a javításokat egy-egy órán belül észlelt anyagra kiterjeszteni.

Az (1.) alatti egyenletek helyett gyakorlati számításra

$$\begin{aligned}\operatorname{tg} z &= \frac{\operatorname{tg}(\varphi - M)}{\cos a}; \operatorname{tg} a = \frac{\cos M \operatorname{tg} t}{\sin(\varphi - M)} \\ \operatorname{tg} M &= \frac{\operatorname{tg} \delta}{\cos t}\end{aligned}\quad (2.)$$

képletek igen előnyösen használhatók.

A műszer beállítása után az észlelés megkezdődik. Az észlelők közül valaki alkalmas helyen egy jól járó óránál helyezkedik el a hullócsillagok megjelenési idejének s az észlelési adatok bejegyzésére.

Az észlelők pedig az ég egyes részleteit megegyezés szerint veszik szemügyre. Az észlelők feladata a megjelenő hullók feltűnés és eltűnés pontjának megállapítása egyéb már részletezett tulajdonságokkal. A hulló észrevételekor a megfigyelő az óránál levő számára a jó keményen és röviden hangzó »top« szót kiáltja

oder auch, zur numerischen Berechnung eines grösseren Materials bequemer:

Die Differenz der aus diesen Formeln berechneten und der beobachteten Coordinaten des Polarsternes geben die Indexfehler des Instrumentes an.

Nach Berichtigung des Instrumentes und Einstellung des Polarsternes beginnen die Sternschnuppen-Beobachtungen. Ein Beobachter begibt sich in den Urraum und notirt die Uhrzeit des Aufleuchtens der Sternschnuppe auf Zuruf der Beobachter am Instrument, welche je einen gewissen Theil des Firmamentes aufmerksam betrachten, u. zw. so, dass nach Möglichkeit der ganze Himmel überblickt wird, wozu 6—8 Beobachter genügen. Erscheint eine Sternschnuppe, so ruft der Beobachter, in dessen Feld sie aufblitzte, ein

az idő feljegyzése céljából, azután bemondja a feltűnés-, illetve kezdet-, eltűnés-, illetve végpont jellemzőit s egyéb jellemző tulajdonságokat: színét, lassúságát avagy gyorsaságát, fényességét. Az időt feljegyző ez adatokat ily módon beosztott könyvbe jegyzi:

kurzes, kräftiges Top, worauf der Beobachter an der Uhr, welcher zugleich das Beobachtungsbuch führt, die Uhrzeit des Aufblitzens (-Rufes) notirt. Unterdessen stellt der Beobachter am Instrument nacheinander zwei Punkte, gewöhnlich Anfang' und Ende der scheinbaren Bahn ein und dictirt die Kreisablesungen, dann die geschätzte Grösse, endlich Bemerkungen betreffend Farbe, Geschwindigkeit etc. Auf diese Weise füllen sich die einzelnen Rubriken des Journals wie folgt:

Hullók száma <i>Nummer</i>	Idő <i>Uhr - Zeit</i>	Kezdet <i>Anfang</i>		Vége <i>Ende</i>		Fényesség <i>Helligkeit</i>	Jegyzet <i>Bemerkungen</i>
		<i>A</i>	<i>H</i>	<i>A</i>	<i>M</i>		
1.	9 ^h 11 ^m 13 ^s	20°	14°	78°	47°	2	Gyors, vörös. <i>Schnell, rot</i>

A sarkesillag jellemzőinek leolvasásánál a fokok tizedrészeit is megbecsüljük, a hullók beállításánál e becslésnek értelme nincs, mert a beállítási hibák sokkal nagyobbak. Hogy az észlelés lehetőleg jól történhessék, kívánatos az égbolt egyes részeit oly módon felosztani, hogy minden egyes észlelő az általa legjobban ismert vidéket kapja.

Die Ablesung der Polstern-einstellung geschieht auf 0.1, diejenige der Sternschnuppen auf ganze Grade, weil die Einstellungsfehler hier keine grössere Genauigkeit zulassen. Zwecks möglichst genauer Beobachtung ist es ratsam, jedem Beobachter dasjenige Feld des Himmels zu überweisen, dessen Sternbilder ihm am meisten bekannt sind, auch ist es wünschenswert, dass das Feld des Beobachters nicht zu gross sei. Wird eine Sternschnuppe von zwei oder mehreren Beobachtern gleich gut erfasst, so stellt sie ein jeder ein, sonst nur jener, welcher seine Bahn als verlässlichste schätzt.

Ezen észlelési anyag további feldolgozásra szorul. Nagyon ki-

Das auf diese Weise gewonnene Material ist für weitere Be-

vánatos a Föld tengely körüli forgására berendezkednünk, öszszes egyéb műszerek így is vannak felállítva, a csillagok jellemzőit így is adják az évkönyvek. Ennélfogva a hullók azimuthját, magasságát át kell számítani rektaszencióra és deklinációra; erre szolgálnak:

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} M &= \cot h \cdot \cos a \\ \operatorname{tg} t &= \frac{\sin M}{\cos(\varphi - M)} \cdot \operatorname{tg} a; \operatorname{tg} \delta = \frac{\cos t}{\cot(\varphi - M)} \end{aligned} \quad (3.)$$

képletek. E számítás a gyakorlatban e célra készült táblázattal igen gyorsan megy.

Az ily módon összegyűjtött anyag további spekulációk tárgya leszen. Első sorban is csillagtérképek készítése a feladat az egyes hullók berajzolása céljából a kisugárzási pontok megállapítása végett. E célból többféle csillagtérképet lehet használni. Legegyszerűbb a sztereografikus polaris vetület, melynél a deklináció körök egyenesek, a párhuzamos körök koncentrikus körök. Hogy az egyes radiások mikép használhatók fel, arról később szölok.

Ily módon dolgoztam fel az ó-gyallai csillagvizsgálón 1899-től 1903-ig észlelt hullókat. Az észlelések nem épen a legkiválóbbak,

arbeitung noch nicht ganz geeignet, und zwar, weil darin noch die tägliche Umdrehung der Erde enthalten ist. Um diese zu eliminieren und die Daten für weitere Vergleiche und Beziehungen vorzubereiten, transformirt man sie am besten, indem man zu aequatorrealcoordinaten übergeht, wozu die Formeln:

dienen. Diese Rechnung geschieht mittels für diesen Zweck berechneten Tafeln sehr rasch, kann aber auch ganz umgangen werden, wenn man sich z. B. der Tafeln von E. Weiss bedient, welche für jedes a und h direkt t und α ergeben.

Ist diese Transformation vollbracht, so ist das Material für weitere Betrachtungen geeignet. In erster Linie ist es zweckmässig die scheinbaren Bahnen in Sternkarten einzuzeichnen, und zwar genügt hiefür auch die stereographische Polarprojection, da es sich ja nur darum handelt, die zusammengehörigen Sternschnuppen, welche einem und demselben Punkte des Himmels — dem Radianten — entstrahlen zu scheinen, ausfindig zu machen, beziehungsweise das Material nach Radianten zu sichten und ordnen.

Auf diese Weise bearbeitete ich die Beobachtungen 1899—1903 zu Ó-Gyalla, welche eben nicht ganz einwandfrei, aber

de nem is fogyatékosak. Az ily észleléseknek több hibájuk van. Az észlelők folytonos változása, a műszer nagyon egyszerű volta, az égbolt ismeretében többé-kevésbé való jártasság, gyakorlatlanság nem kis mértékben vannak jelentőséggel az észlelt anyag jóságára. Az észlelt anyag külön kiadvány tárgya leszen, e helyen csak a hullók gyakoriságát, a meghatározott radiansokat mutatom be, melyek további tudományos feldolgozásukról is szölok.

2. A hullók gyakorisága Ó-Gyalán 1899–1903.

A legutóbbi öt évben Ó-Gyalán 1641 hullócsillagot észleltünk, ezek eloszlása az egyes években a következő:

I. Táblázat.

Év, hónap <i>Jahr, Monat</i>	Nap <i>Tag</i>	Hullók száma <i>Anzahl der Sternschnuppen</i>
1899. július. — 1899, Juli... ---	25.	2
» » » » ---	26.	12
» » » » ---	27.	12
» » » » ---	28.	51
» augusztus. » August ---	10.	34
» » » » ---	11.	96
» » » » ---	13.	51
Összeg. — <i>Summe</i> ---	7	258
1900. július. — 1900, Juli ---	25.	46
» » » » ---	26.	61
» augusztus. » August ---	11.	13
» » » » ---	12.	34
» » » » ---	13.	6
Összeg. — <i>Summe</i> --	5	160

immerhin gut brauchbar sind. Am meisten zu beklagen ist der Wechsel der Beobachter, welche sich in der vorübergehenden Praxis die nötige Bekanntschaft mit dem Himmelsgewölbe nicht erwerben können. Das Beobachtungsmaterial wird übrigens selbstständig publicirt, hier mögen daher nur eine kurze Statistik über dasselbe, dann die abgeleiteten Radianthen erwähnt sein, ferner soll gezeigt werden, wie letztere weiter verwendet und wissenschaftlich behandelt werden können.

2. Häufigkeit der Sternschnuppen zu Ó-Gyalla 1899–1903.

Die Verteilung der in den letzten fünf Jahren zu Ó-Gyalla beobachteten 1641 Sternschnuppen auf die einzelnen Beobachtungstage ist folgende:

I. Tafel.

Év, hónap <i>Jahr, Monat</i>	Nap <i>Tag</i>	Hullók száma <i>Anzahl der Sternschnuppen</i>
1901. július. — 1901, <i>Juli</i> --- ---	25.	42
» » » » --- --- ---	27.	14
» augusztus. » <i>August</i> --- ---	9.	59
» » » » --- --- ---	10.	139
» » » » --- --- ---	11.	177
» » » » --- --- ---	12.	85
Összeg. — <i>Summe</i> ---	6	516
1902. július. — 1902, <i>Juli</i> --- ---	26.	48
» » » » --- --- ---	27.	90
» » » » --- --- ---	29.	67
» augusztus. » <i>August</i> --- ---	8.	103
» » » » --- --- ---	9.	48
» november. » <i>November</i> --- ---	11.	3
» » » » --- --- ---	13.	3
Összeg. — <i>Summe</i> ---	7	362
1903. július. — 1903, <i>Juli</i> --- ---	28.	59
» » » » --- --- ---	29.	181
» » » » --- --- ---	9.	2
» augusztus. » <i>August</i> --- ---	11.	35
» » » » --- --- ---	12.	50
» november. » <i>November</i> --- ---	14.	19
Összeg. — <i>Summe</i> ---	6	346

Némely napokon, mint látható, igen gyéren jelentkeztek a hullók, ez nem a raj szegénységéből, hanem részben erős holdfényből, részben hirtelen beállott borulásból magyarázható ki.

3. Radiációs pontok.

Ezen 1641 hullóból radiációs pont meghatározásra 1440 hullót használhattam fel, a hiányzó 241 hullót mint elszórt hulló észlelést nem vehettem figyelembe.

Wie ersichtlich, erschienen an einigen Tagen auffallend wenig Sternschnuppen. Dies ist nicht ausschliesslich der Armut der Schwärme zuzuschreiben, sondern auch Nebenumständen, wie starkem Mondschein, störender Bewölkung, manchmal auch der geringen Anzahl der Beobachter.

3. Radianten.

Zur Bestimmung der Radiationspunkte wurden 1440 Beobachtungen (Sternschnuppen) herangezogen, die übrigen 241 Sternschnuppen konnten als vereinzelt stehende nicht in Betracht kommen.

A radiációs pontokat a II. táblázat tünteti fel. Az első rovat a radiációs pontok sorszámát, a második az észlelési idejét, harmadik e pont rektaszceenzióját, negyedik a deklinációját, ötödik azon hullók számát, melyekből a radiációs pont leszármaztatott.

Die gefundenen Radianten weist Tafel II auf. Die erste Rubrik gibt die Nummer des Radianten, die 3. und 4. Rectascension und Declination dieses Punktes, die 2. die Periode (Beobachtungszeit) und die letzte die Anzahl der Sternschnuppen, aus deren Bahnen der Radiationspunkt bestimmt wurde.

II. Táblázat.

A látszólagos radiánsok táblázata
1899—1903

Sorszám Nummer	Idő Periode	α	δ	Hullók száma Anzahl der Sternschnuppen
1	1899. Jul. 25., 27., 28.	306.2	-12.0	5
2	»	287.3	10.4	8
3	»	241.8	13.6	6
4	»	276.5	30.0	12
5	»	322.3	61.8	4
6	»	194.8	57.8	9
7	»	33.7	77.3	9
8	»	266.3	-7.8	4
1	1899. Aug. 10., 11., 13.	301.0	8.2	2
2	»	342.3	36.7	6
3	»	34.3	62.3	7
4	»	261.3	33.4	11
5	»	214.7	47.2	5
6	»	318.2	16.7	3
7	»	39.3	30.3	2
8	»	6.4	17.3	8
9	»	327.3	-0.3	4
10	»	311.0	27.2	15
11	»	285.0	22.8	12
12	»	251.0	16.4	5
13	»	244.0	58.0	8
14	»	165.0	67.2	13
15	»	11.0	58.3	22
16	»	8.2	18.4	2
17	»	24.0	52.4	5
18	»	354.0	49.4	8
19	»	341.2	22.0	4
20	»	270.0	30.0	6
21	»	218.3	30.2	3
22	»	95.4	64.6	5
1	1900. Jul. 25., 26.	1.3	14.2	5
2	»	341.0	10.2	3
3	»	342.0	22.3	4

II. Tafel.

Scheinbare Radianten 1899—1903.

Sorszám Nummer	Idő Periode	α	δ	Hullók száma Anzahl der Sternschnuppen
4	»	317.0	33.0	4
5	»	350.2	38.2	5
6	»	342.6	39.6	7
7	»	349.0	59.8	7
8	»	23.2	61.3	8
9	»	65.2	57.4	4
10	»	296.4	66.4	6
11	»	233.0	56.7	6
12	»	304.0	77.0	3
13	»	279.2	18.3	6
14	»	261.8	28.7	6
15	»	246.3	28.4	5
16	»	206.2	38.2	2
17	»	169.2	66.6	4
18	»	323.0	46.3	7
19	»	312.0	76.7	3
1	1900. Aug. 11., 12., 13.	20.3	2.3	2
2	»	2.3	67.8	6
3	»	311.0	55.3	6
4	»	264.0	31.4	6
5	»	243.2	58.1	7
6	»	202.0	50.0	4
7	»	174.0	53.2	2
8	»	122.0	76.6	6
1	1901. Jul. 25., 27.	304.0	12.3	2
2	»	255.0	27.3	2
3	»	241.8	28.2	9
4	»	233.2	6.7	4
5	»	228.9	46.6	4
6	»	246.0	56.3	7
7	»	273.3	58.4	2
8	»	278.0	77.4	8
9	»	192.0	72.2	3
10	»	162.3	68.1	3

Sorszám Nummer	Idő Periode	α	δ	Hullók száma Anzahl der Stierschnitten	Sorszám Nummer	Idő Periode	α	δ	Hullók száma Anzahl der Stierschnitten
1	1901. Aug. 9., 10.	291.2	-9.7	5	22	1901. Aug. 11., 12.	296.0	-11.4	2
2	»	54.2	59.1	3	23	»	319.1	-17.8	2
3	»	134.0	63.4	5	24	»	314.0	39.4	2
4	»	151.2	55.6	3	25	»	90.0	78.3	5
5	»	216.7	64.2	5	26	»	154.6	63.8	5
6	»	228.3	47.2	6	27	»	162.6	44.5	3
7	»	224.0	28.2	4	28	»	198.0	37.6	2
8	»	267.0	51.8	3	29	»	201.3	49.8	6
9	»	251.0	61.4	6	30	»	222.0	48.8	15
10	»	284.0	41.3	5	31	»	246.3	69.6	5
11	»	3.6	58.1	5	32	»	246.0	49.9	7
12	»	94.0	87.0	9	33	»	231.4	11.8	2
13	»	147.2	66.7	9	34	»	249.0	1.2	6
14	»	188.6	64.6	8	35	»	261.3	22.4	3
15	»	186.2	48.3	3	36	»	272.4	36.4	5
16	»	215.3	56.4	5	37	»	271.4	6.7	4
17	»	237.0	66.5	3	38	»	284.3	-1.1	4
18	»	216.4	45.5	6					
19	»	220.0	23.4	6	1	1902. Jul. 26., 27., 29.	140.0	79.8	9
20	»	237.2	50.0	5	2	»	140.0	70.3	7
21	»	236.0	36.2	7	3	»	177.0	71.3	2
22	»	236.0	17.3	2	4	»	168.4	69.6	2
23	»	244.0	33.4	2	5	»	174.3	39.1	3
24	»	246.3	19.3	2	6	»	204.6	52.7	14
25	»	256.3	53.3	5	7	»	189.0	29.6	3
26	»	252.0	33.7	3	8	»	237.0	36.5	8
27	»	258.3	13.4	8	9	»	217.0	23.9	8
28	»	266.2	29.1	4	10	»	249.0	72.4	9
29	»	274.2	11.8	5	11	»	211.0	10.2	3
30	»	275.0	6.8	5	12	»	246.2	26.3	8
31	»	281.4	8.0	3	13	»	211.2	-2.6	3
32	»	292.1	21.3	5	14	»	252.2	-1.7	4
33	»	296.0	-18.1	3	15	»	266.3	-12.9	4
34	»	278.0	-18.0	4	16	»	216.0	59.1	15
					17	»	142.0	69.8	5
1	1901. Aug. 11., 12.	137.0	68.3	5	18	»	211.6	37.3	7
2	»	161.0	63.4	6	19	»	237.0	28.6	9
3	»	221.4	83.1	4	20	»	211.3	16.8	8
4	»	266.1	74.7	3	21	»	276.8	-9.2	10
5	»	251.0	58.3	4	22	»	251.2	-1.8	3
6	»	271.2	48.4	4					
7	»	280.0	61.0	7					
8	»	296.0	18.1	8	1	1902. Aug. 8., 9.	115.0	82.4	5
9	»	287.1	0.2	12	2	»	138.0	68.2	8
10	»	135.0	85.0	2	3	»	142.2	53.8	2
11	»	276.0	9.1	6	4	»	157.1	58.4	5
12	»	266.0	8.2	12	5	»	178.0	71.8	7
13	»	259.0	36.4	10	6	»	242.0	78.9	8
14	»	238.0	33.5	9	7	»	257.1	66.8	8
15	»	232.4	13.3	14	8	»	293.2	56.3	4
16	»	221.2	38.4	7	9	»	211.3	48.3	8
17	»	208.2	22.1	12	10	»	156.8	46.6	4
18	»	186.2	49.1	8	11	»	191.4	39.4	3
19	»	276.4	39.3	5	12	»	231.4	35.4	5
20	»	251.0	-0.9	6	13	»	243.7	16.7	8
21	»	241.0	-2.2	7	14	»	261.5	6.7	3

Sorszám Nummer	Idő Periode	α	δ	Hullók száma Anzahl der Sternschnuppen	Sorszám Nummer	Idő Periode	α	δ	Hullók száma Anzahl der Sternschnuppen
15	1902. Aug. 8., 9.	259.6	21.3	8	26	1903. Jul. 28., 29.	358.0	53.8	10
16	»	274.0	-12.3	6	27	»	22.0	22.4	5
17	»	275.3	13.6	3	28	»	341.2	10.2	4
18	»	156.2	86.3	4	29	»	323.2	-1.4	3
19	»	202.4	72.3	4					
20	»	256.3	72.1	2					
21	»	144.2	72.4	3	1	1903. Aug. 9., 11., 12.	156.2	86.3	4
22	»	168.4	62.8	4	2	»	202.4	72.3	4
23	»	202.4	59.8	2	3	»	256.3	72.1	2
24	»	177.3	47.6	5	4	»	144.2	72.4	3
25	»	199.3	42.7	3	5	»	168.4	62.8	4
26	»	182.0	40.4	4	6	»	202.4	59.8	5
27	»	219.4	42.2	8	7	»	177.3	47.6	2
28	»	229.1	10.1	3	8	»	199.3	42.7	3
					9	»	182.0	40.4	4
1	1903. Jul. 28., 29.	347.0	43.2	8	10	»	219.4	42.2	8
2	»	353.4	56.2	5	11	»	229.1	10.1	3
3	»	26.2	57.3	5	12	»	39.3	71.6	6
4	»	309.2	62.4	11	13	»	352.1	70.2	7
5	»	279.6	40.4	16	14	»	314.5	24.6	6
6	»	297.8	12.6	3	15	»	319.2	-10.1	4
7	»	336.2	9.3	6	16	»	308.3	-2.8	6
8	»	306.2	1.3	4	17	»	6.3	26.4	6
9	»	266.2	2.2	3	18	»	291.4	-18.7	3
10	»	253.0	77.6	9	19	»	276.2	43.7	4
11	»	174.5	62.4	4	20	»	187.3	86.4	8
12	»	241.3	16.3	9	21	»	276.3	-9.6	4
13	»	205.8	49.6	3	22	»	244.8	11.1	10
14	»	255.3	83.2	6	23	»	98.7	65.2	3
15	»	211.2	76.4	4	24	»	203.5	49.2	2
16	»	268.0	62.3	10	25	»	213.3	22.4	2
17	»	233.2	56.7	5	26	»	222.1	28.7	2
18	»	234.0	28.1	4	27	»	348.7	42.8	2
19	»	247.2	17.8	8	28	»	358.7	58.4	3
20	»	270.0	23.8	4					
21	»	274.2	10.4	5	1	1903. Nov. 14.	39.4	7.2	2
22	»	297.2	13.4	10	2	»	78.3	16.4	3
23	»	304.3	47.3	5	3	»	109.4	36.6	3
24	»	324.2	29.1	8	4	»	3.4	55.2	4
25	»	338.2	29.8	10	5	»	333.4	33.3	4

4. Látszólagos valószínű radiációs pontok.

E táblázatban foglalt 251 radiációs pontot véglegeseknek nem tekinthetjük az észlelésekben rejlő néha tetemes hibák miatt. Több radiációs pontból le származtathatunk egy valószínű radiációs pontot. Kérdés csak az,

4. Scheinbare wahrscheinliche Radianten.

Obige 251 Radianten sind der Beobachtungsfehler wegen und mit Rücksicht auf die geringe Anzahl der bestimmenden Sternschnuppen nicht definitiv zu nennen. Man kann in Zeit und Raum einander nahe liegende Coordi-

mely pontokat, mily módon egyesíthetjük? Mindenesetre a pontok jellemzőire kell tekintettel lennünk. Oly pontokat vonhatunk össze, melyek megfelelő jellemzői között nem nagy különbségek merülnek fel. Az észlelések tökéletlenségét tekintve 5, 6 pont egyesítésénél igen nagy szabadságot engedhetünk meg magunknak. Így rektaszcenzióban esetleg $50^\circ-60^\circ$, deklinációban $10^\circ-15^\circ$ különbségeket is, ha a sarkhoz elég közel álló adatok állnak rendelkezésünkre. Tekintettel kell lennünk a pontok egyesítésénél azon hullók számára is, melyekből a radiansokat levezettük, hogy, mint mondani szokás, minden leszármaztatott radians a valószínű radiansban a megfelelő súlylyal jöjjön be. Legyenek az egyesíthető ugyanazon időközben észlelt hullókból leszármaztatott radiansok jellemzői: $\alpha_1, \delta_1; \alpha_2, \delta_2; \dots, \alpha_m, \delta_m$, a levezetésre szolgáló hullók száma rendre: $n_1; n_2; \dots, n_m$, akkor a valószínű, szintén látszólag radians jellemzői lesznek:

$$\alpha = \frac{n_1 \alpha_1 + n_2 \alpha_2 + \dots + n_m \alpha_m}{n_1 + n_2 + \dots + n_m},$$

$$\delta = \frac{n_1 \delta_1 + n_2 \delta_2 + \dots + n_m \delta_m}{n_1 + n_2 + \dots + n_m}.$$
(4.)

A (4) alatti képletekkel a közel eső radiansok igen könnyen egyesíthetők. Ily módon az összes radiansokból 30 valószínű radianst vezettem le.

naten dieser Punkte auffassen, als mit Beobachtungsfehlern behaftete Koordinaten *eines scheinbaren, wahrscheinlichen* Radian ten und diese mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung aus jenen bestimmen. Liegen die scheinbaren Radian ten einander nahe (in der Nähe des Poles kann man wohl in Rektascension bis $50^\circ-60^\circ$, in Deklination bis $10^\circ-15^\circ$ Differenzen noch erlauben), so darf man einfach den mit Rücksicht auf das Gewicht gebildeten Mittelwert der Rektascensionen $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 \dots$ beziehungsweise Declinationen $\delta_1, \delta_2, \delta_3 \dots$ der einzelnen scheinbaren Radian ten für die Rektascension α , beziehungsweise Declination δ des scheinbaren wahrscheinlichen Radian ten nehmen, also:

worin $n_1, n_2 \dots n_m$ die Anzahl der zur Bestimmung des 1., 2. . . . m -ten Radiationspunktes herangezogenen Sternschnuppen bedeuten, welches Verfahren also der Willkür noch ziemlich grossen Spielraum erlaubt. Auf diese Weise habe ich 30 wahrscheinliche Radian ten abgeleitet.

A valószínű radiások levezetésére van még egy jelentősebb módszer is, mely már távolabb esőket is egyesíthet. Legyenek ismét az egyesítendő radiások jellemzői a fentebbiek, a valószínű radius jellemzői α , δ . Az i -dik radius és a valószínű radius között levő sphaerikus távolság legyen σ_i , ennek súlya n_i , akkor

$$n_i \cos \sigma_i = n_i [\cos(90^\circ - \delta_i) \cos(90^\circ - \delta) + \sin(90^\circ - \delta_i) \sin(90^\circ - \delta) \cos(\alpha_i - \alpha)]. \quad (5.)$$

Nem lehetne-e most α , δ jellemzőket úgy meghatározni, hogy

Einwurfsfreiére einfache Verfahren kann man ableiten, indem man die Verwendbarkeit der scheinbaren Radianten an Bedingungen knüpft und so einer natürlichen Gewichtsverteilung zustrebt. Behalten wir die oben benützten Bezeichnungen und nennen wir σ_i die sphärische Distanz des i -ten Radianten vom wahrscheinlichen, so gilt:

Kann man nun α , δ so bestimmen, dass:

$$f = \frac{1}{n_1 + n_2 + \dots + n_m} \sum n_i \cos \sigma_i \quad (6.)$$

a legnagyobb legyen, más szóval nem lehet-e oly valószínű radiusst leszámaztatni, melyből a súlyra való tekintettel $\sum \sigma_i$ a legkisebb lesz.

Ily valószínű radius csak akkor van, ha

zu einem Maximum werde, so hat man ein die Beobachtungen billiger benützendes Verfahren als das durch die Gleichungen (4.) gegebene.

Solch ein Radiant existiert nur, wenn:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial \alpha} &= 0, \quad \frac{\partial f}{\partial \delta} = 0, \\ \sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^m \frac{\partial^2 f}{\partial \alpha_i \partial \delta_k} h_i h_k &< 0, \\ \frac{\partial^2 f}{\partial \alpha^2} &< 0. \end{aligned} \quad (7.)$$

De

Es ist jedoch

$$\frac{\partial f}{\partial \alpha} = - \left(\sum_{i=1}^m n_i \sin(\alpha - \alpha_i) \cos \delta_i \right) \cos \delta = 0.$$

Minthogy $\cos \delta$ általában zérus nem lehet, azért

also, da $\cos \delta$ im Allgemeinen nicht 0 ist:

$$\sum_{i=1}^m n_i \sin(\alpha - \alpha_i) \cos \delta_i = 0. \quad (8.)$$

A $\sin(\alpha - \alpha_i)$ kifejtése után: oder

$$\sin \alpha \sum_{i=1}^m n_i \cos \alpha_i \cos \delta_i = \left(\sum_{i=1}^m n_i \sin \alpha_i \cos \delta_i \right) \cos \alpha.$$

A látszólagos valószínű radi- und
ans rektaszcenziójára

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sum_{i=1}^m n_i \sin \alpha_i \cos \delta_i}{\sum_{i=1}^m n_i \cos \alpha_i \cos \delta_i} \quad (9.)$$

képletet nyerjük.

A

Die zweite Bedingungsgleichung liefert:

$$\frac{\partial f}{\partial \delta} = \sum_{i=1}^m (n_i \sin \delta_i \cos \delta - n_i \cos \delta_i \sin \delta \cos(\alpha - \alpha_i)) = 0.$$

Ebből

woraus

$$\sin \delta \sum_{i=1}^m n_i \cos \delta_i \cos(\alpha - \alpha_i) = \cos \delta \sum_{i=1}^m n_i \sin \delta_i;$$

ennélfogva a valószínű radians und schliesslich
deklinációját, a második jellem-
zőjét

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{\sum_{i=1}^m n_i \sin \delta_i}{\sum_{i=1}^m n_i \cos \delta_i \cos(\alpha - \alpha_i)} \quad (10.)$$

képlettel számíthatjuk, miután
(9.) alattival α , a rektaszcenzió
meghatározása már megtörtént.

woraus δ , da α aus Formel (9.) ge-
geben, berechenbar ist.

A(9.),(10.)alatti képletek nyuj-
totta módszer hátránya, hogy
nagyon terjedelmes számítással
jár, de eléggé nem hangsúlyoz-
ható előnye, hogy az összes hulló-
észlelésekből egy radians leveze-
tését teszi lehetővé, mert a (7.)
alatti egyenlőtlenségek rámutat-
nak a gyakorlati kivitelben azon
kezdetleges radiansokra, melyek
a valószínű radians levezetésére
nem alkalmasak.

Wie ersichtlich, ist das Ver-
fahren zwar weitläufig, dafür
bietet es aber den Vorteil einer
allmählichen Annäherung, indem
mit Hilfe der Ungleichheiten in (7.)
diejenigen scheinbaren Radian-
ten erkannt werden, welche zur
Ableitung des wahrscheinlichen
Radian ten unbrauchbar sind.

5. Pontos módszerek a radiansokra.

α) Található azonban oly módszer is, mely minden rajzolás nélkül tisztán számítással az eredeti hulló észlelések kezdő és vég-helyzeteiből a valószínű radians jellemzőit szolgáltatja. E célból felhasználom a gömbháromszögtan alaptételét. Ha F , G , H egy és ugyanazon legnagyobb kör pontjai és P a gömbfelület tetszőleges pontja, akkor a (GH) , (HF) , (FG) és a (PF) , (PG) , (PH) szögekre, legnagyobb kör-ívekre áll:

$$\cos (PF) \sin (GH) + \cos (PG) \sin (HF) + \cos (PH) \sin (FG) = 0. \quad (11.)$$

Legyenek valamely hulló kezdőpontjának jellemzői: α_1 , δ_1 , végpontjáé α_2 , δ_2 ; α, δ pedig a radians jellemzői, P az aequa-

5. Genaue Methoden zur Ableitung des Radianen.

Obige Methoden leiden an dem Übel, dass die einzelnen Beobachtungen in dem scheinbaren Radianen mit gleichem Gewicht auftreten, welcher Umstand den wahrscheinlichen Radianen auf Kosten der guten Beobachtungen mit Fehlern behaftet wird, was umgehen werden kann, wenn man schon die einzelnen Beobachtungen mit einem natürlicheren Gewicht wirken lässt. Das kann man mit graphischen Methoden nicht erreichen, doch rechnerisch, wenn man die Mühe nicht scheut, die mit diesem successiven Verfahren verbunden ist. Man kann dabei verschiedene Wege einschlagen, so z. B.

α) Benützen wir die Grundgleichung der sphärischen Trigonometrie:

worin die in Klammern stehenden Mengen die grössten Kreisbögen zwischen den Punkten P , F , G und H bedeuten, von welchen die drei letzten auf einem beliebigen Hauptkreis der Kugel liegen und P einen beliebigen Punkt der Kugeloberfläche bedeutet.

Der Einfachheit wegen wollen wir für die folgenden Betrachtungen eine von der früheren verschiedene Bezeichnungsweise

tor polusa, akkor (11.) értelmében:

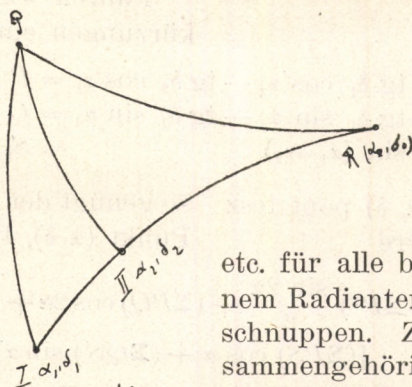
einführen. Seien α_1, δ_1 , die Coordinaten des Anfanges, α_2, δ_2 , die des Endpunktes der scheinbaren Sternschnuppenbahn, α, δ die Coordinaten des Radianten und bezeichne P den Pol des Aequators, so gilt nach Formel (11.):

$$\sin \delta_1 \sin (20) + \sin \delta_2 \sin (01) + \sin \delta_0 \sin (12) = 0, \quad (12.)$$

minthogy I, II, R egy és ugyanazon legnagyobb kör pontjai.

A (12.) a radians definícióját adja.

A feltüntetett gömbháromszögekéből:



1. abra
Fig. 1

weil die Punkte I, II, R auf einem Hauptkreise liegen. Diese Gleichung gilt abgesehen von Beobachtungsfehlern

etc. für alle beobachteten, zu einem Radianten gehörigen Sternschnuppen. Zwischen den zusammengehörigen Stücken der aufgezeichneten drei sphärischen Dreiecke bestehen die Beziehungen:

$$\frac{\sin (20)}{\sin (\alpha_2 - \alpha_0)} = \frac{\cos \delta_0}{\sin (PIR)}$$

$$\frac{\sin (01)}{\sin (\alpha_0 - \alpha_1)} = \frac{\cos \delta_0}{\sin (PIR)} = \frac{\cos \delta_0 \cos \delta_1}{\cos \delta_2 \sin (PIR)} \quad (13.)$$

$$\frac{\sin (12)}{\sin (\alpha_1 - \alpha_2)} = \frac{\cos \delta_1}{\sin (PIR)}$$

A (13.) folytán (12.) a következő alakot nyerni (0) index elhagyása után:

woraus, mit Hilfe von 12 folgt:

$$\operatorname{tg} \delta_1 \sin (\alpha_2 - \alpha) + \operatorname{tg} \delta_2 \sin (\alpha - \alpha_1) + \operatorname{tg} \delta \sin (\alpha_1 - \alpha_2) = 0. \quad (14.)$$

Ha az összes hullók ugyanazon (α, δ) radianshoz tartoznának, s az észlelések is tökéletesek volnának, akkor minden egyes hullóra a (14.) szigorúan érvé-

welche Gleichung, abgesehen von Beobachtungsfehlern etc. für alle zu dem Radianten (α, δ) gehörigen Sternschnuppen gelten würde. Mit Rücksicht auf die Beobach-

nyesülne. A valóságban nem egy pontban metszik egymást az említett teknél fogva. Vajjon mi módon válaszszuk meg (z, δ) pontot, hogy a hiba legkisebb legyen? Erre szükséges, hogy

$$F = \Sigma [(tg \delta_1 \sin(\alpha_2 - \alpha) + tg \delta_2 \sin(\alpha - \alpha_1) + tg \delta \sin(\alpha_1 - \alpha_2)]^2 = \text{minimum.} \quad (15.)$$

Ha

Führen wir die folgenden Abkürzungen ein:

$$\begin{aligned} tg \delta_1 \cos \alpha_2 - tg \delta_2 \cos \alpha_1 &= P \\ tg \delta_1 \sin \alpha_2 - tg \delta_2 \sin \alpha_1 &= Q \\ \sin(\alpha_1 - \alpha_2) &= S, \end{aligned} \quad (16.)$$

akkor csakis oly (z, δ) pont tesz (15)-ek eleget, melyre

so genügt der Gleichung (15.) ein Punkt (z, δ) , für den

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial \alpha} &= (\Sigma Q^2 - \Sigma P^2) \frac{\sin 2\alpha}{2} + (\Sigma PQ) \cos 2\alpha + \\ &\quad [(\Sigma PS) \cos \alpha + (\Sigma QS) \sin \alpha] tg \delta = 0 \\ \frac{\partial F}{\partial \delta} &= (\Sigma QS) \cos \alpha - (\Sigma PS) \sin \alpha + (\Sigma S^2) tg \delta = 0 \end{aligned} \right\} \quad (17.)$$

A (17.) másodikából $tg \delta$ -t az elsőbe helyettesítvén $tg 2\alpha$ -ra és $tg \delta$ -ra

woraus, durch Substituierung des Wertes $tg \delta$ in die erste Gleichung:

$$\begin{aligned} tg 2\alpha &= 2 \frac{\Sigma PS \Sigma QS - \Sigma PQ \Sigma S^2}{(\Sigma Q^2 - \Sigma P^2) \Sigma S^2 + (\Sigma PS)^2 - (\Sigma QS)^2} \\ tg \delta &= \frac{\sin \alpha \Sigma PS - \cos \alpha \Sigma QS}{\Sigma S^2} \end{aligned} \quad (18.)$$

egyenleteket nyerjük.

A nem használható hullóészleléseket pedig

resultirt. Die unbrauchbaren Beobachtungen können auf Grund der Ungleichheiten

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^2 \sum_{k=1}^2 \frac{\partial^2 F}{\partial \alpha_i \partial \delta_k} h_i h_k &> 0 \\ \frac{\partial^2 F}{\partial z^2} &> 0 \end{aligned} \quad (19.)$$

egyenlőtlenségek alapján kivetetjük.

ausgeschieden werden.

β) Több ily számítás alapjául szolgáló módszer kereshető a

β) Auch die folgende Methode kann gute Dienste leisten und ist

hullók valószínű radiansának meghatározására. Jó szolgálatot tesz a következő is.

Legyenek 1, illetve 1' egy hulló kezdő, illetve véghelyzetei; 2, illetve 2' egy második hullóéi, ekkor mindenképp előtt világos, hogy

e négy pont egyértelműleg meghatározza σ szöveget, s e szög e helyek jellemzőiből ki is számítható. Ha az észlelések tökéletesek volnának és az észlelt hullók mind egy radiánshoz tartoznának, akkor R -ben kellene összefutniok.

Az észlelések tökéletlensége miatt még az egy rajhhoz tartozók is csak közelítőleg adják meg a radiánst R_0 ; belátható, hogy R_0 nem nagyon hibás, ha

$$\Sigma (\sigma_1 - \sigma_1')^2 = \text{minimum},$$

avagy

$$\Sigma \left(\frac{1}{\sin \sigma_1'} - \frac{1}{\sin \sigma_1} \right)^2 = \text{minimum}, \quad (20.)$$

a hol σ_1 az (1, 1', 2, 2') pontok által meghatározott mennyiség, σ_1' pedig a valószínű radians $([\alpha, \delta], 1, 2)$ pontok által definiált érték. Az észlelések tökéletessége esetében a (20.) minden egyes tagja egy és ugyanazon rajra zérus. A problema kifejtése

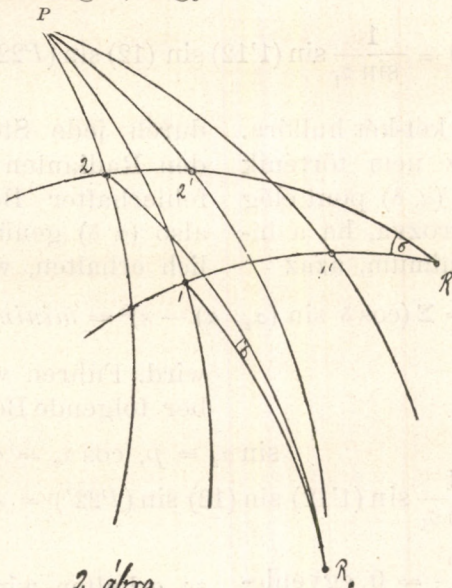
in mancher Beziehung einfacher, als die vorstehende.

Seien 1 und 1' der Anfang- und Endpunkt einer Sternschnuppe, 2 und 2' diejenigen einer zweiten. Die Coordinaten dieser vier

Punkte bestimmen den Winkel σ , welchen die beiden scheinbaren Bahnen, die sich in R schneiden, mit einander bilden. Wären die Beobachtungen fehlerfrei, so liefen sämtliche Bahnen durch R , so aber geben verschiedene Bahnpare verschiedene

R_0 mit von σ

verschiedenen Winkeln σ^1 . R_0 nähert sich nun destomehr R , je vollkommener das



2. ábra.
Fig. 2

wird, oder was dasselbe bedeutet

worin σ_1 der Winkel der scheinbaren Bahnen, der Winkel σ_1' aber dem Winkel $(1, [\alpha, \delta], 2)$ gleich ist. Das Minimumproblem in (20.) ist einfach nicht leicht durchführbar, so dass es angezeigt ist, eine gleichwertige einfachere Bedingungsgleichung einzuführen.

céljából $\frac{1}{\sin \sigma_1}$, előállítandó (α, δ) függvényeként. A (20.) kifejtése hosszadalmas számítást kíván, ezért egyszerűbb és (20.)-al egyértelmű követelést állítunk fel. Ha az észlelések tökéletesek, akkor

$$\cos \delta \sin (\alpha_2 - \alpha) = \frac{1}{\sin \sigma_1} \sin (1'12) \sin (12) \sin (P22') = A_1 = s \quad (21.)$$

teljesülni tartozik két-két hullóra. A valóságban ez nem történik meg; ennél fogva (α, δ) pont elég jól meg lesz határozva, ha a hibák négyzete minimum, azaz

$$\Phi = \Sigma (\cos \delta \sin (\alpha_2 - \alpha) - s)^2 = \text{minimum.}$$

Ha

Sind die Beobachtungen vollkommen, so wird

durch jede Sternschnuppe und den Radianten $(\alpha \delta)$ erfüllt. Aus fehlerhafter Beobachtung wird also $(\alpha \delta)$ genügend wahrscheinlich erhalten, wenn

wird. Führen wir der Kürze halber folgende Bezeichnungen ein:

$$\begin{aligned} \sin \alpha_2 &= p, \quad \cos \alpha_2 = q, \\ \frac{1}{\sin \sigma_1} \sin (1'12) \sin (12) \sin (P22') &= s, \end{aligned} \quad (22.)$$

akkor $\frac{\partial \Phi}{\partial \alpha} = 0$, $\frac{\partial \Phi}{\partial \delta} = 0$ egyenletek a következő alakot veszik fel:

so erhalten wir für $\frac{\partial \Phi}{\partial \alpha} = 0$, und $\frac{\partial \Phi}{\partial \delta} = 0$:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi}{\partial \alpha} &= \Sigma [(p \cos \alpha - q \sin \alpha) \cos \delta - s] (p \sin \alpha + q \cos \alpha) = 0 \\ \frac{\partial \Phi}{\partial \delta} &= \Sigma [(p \cos \alpha - q \sin \alpha) \cos \delta - s] (p \cos \alpha - q \sin \alpha) = 0 \end{aligned} \quad (23.)$$

Avagy:

oder

$$\begin{aligned} \{(\Sigma p^2 - \Sigma q^2) \sin \alpha \cos \alpha + \Sigma pq (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)\} \cos \delta = \\ (\Sigma ps) \sin \alpha + \cos \alpha \Sigma qs. \end{aligned}$$

$$\{\cos^2 \alpha \Sigma p^2 - 2 \sin \alpha \cos \alpha \Sigma pq + \sin^2 \alpha \Sigma q^2\} \cos \delta = \sin \alpha \Sigma qs + \cos \alpha \Sigma ps.$$

E két egyenlet osztása után woraus durch Division hervorgeht

$$\begin{aligned} \cos^3 \alpha (\Sigma ps \Sigma pq - \Sigma p^2 \Sigma qs) + \sin^3 \alpha (\Sigma qs \Sigma pq - \Sigma q^2 \Sigma ps) + \\ \sin^2 \alpha \cos \alpha (\Sigma ps \Sigma pq - \Sigma p^2 \Sigma qs) + \sin \alpha \cos^2 \alpha (\Sigma pq \Sigma qs - \\ \Sigma q^2 \Sigma ps) = 0. \end{aligned}$$

A kellő rendezés után a való- und endlich :

$$\frac{\Sigma pq \Sigma qs - \Sigma q^2 \Sigma ps}{\Sigma ps \Sigma pq - \Sigma p^2 \Sigma qs} \operatorname{tg}^3 \alpha + \operatorname{tg}^2 \alpha + \frac{\Sigma pq \Sigma qs - \Sigma q^2 \Sigma ps}{\Sigma ps \Sigma pq - \Sigma p^2 \Sigma qs} \operatorname{tg} \alpha + 1 = 0$$

nach Division durch $\operatorname{tg}^3 \alpha + 1$, da $\operatorname{tg}^2 \alpha + 1 = 0$ nicht bestehen kann :

$$\operatorname{tg} \alpha = - \frac{\Sigma ps \Sigma pq - \Sigma p^2 \Sigma qs}{\Sigma pq \Sigma qs - \Sigma q^2 \Sigma ps}$$

és und (24.)

$$\cos \delta = \frac{\sin \alpha \Sigma ps + \cos \alpha \Sigma qs}{\sin \alpha \cos \alpha (\Sigma p^2 - \Sigma q^2) + \cos 2 \alpha \Sigma pq}$$

egyenletek szolgáltatják, melyeknek három megoldásuk van általánosságban. Ugy ennél, mint az előbbi módszernél többértelműség merül fel. A jelen esetben tüstént belátható, hogy csakis a felírt értékrendszer használható. E módszerek bármelyike kétségtelenül hosszas számítást igényel, de nagyobb fáradsággal nem jár, mint a grafikus eljárás s e mellett igen nagy pontossággal nyerhető a radians jó észlelésekből. E két módszer előnyeit különben lesz még alkalmam kiemelni.

Die beiden letzten Methoden erfordern einen grossen rechnerischen Apparat, geben aber trotzdem nicht vielmehr Mühe, wie die graphische Bearbeitung, wobei sie jede Willkür ausschliessen und das möglichst genaueste Resultat erzielen. Die übrigen Vortheile hervorzuheben, werden wir übrigens noch Gelegenheit haben.

6. A valódi radiansok felkeresése.

Az eddig közölt radiansokat, mint észrevehető volt, látszólagos radiansoknak neveztem. E helyek tényleg csak a látszat eredményei, két mozgás : a hulló saját mozgása és a Föld saját mozgásának eredői. A valóságban teljesen más pontból érkeznek a hullók. E pont meghatározása a hulló sebességének kiszámításában rejtlő bizonytalanság folytán

6. Ableitung des wahren Radianten.

Der scheinbare Radiant resultirt aus den Eigenbewegungen der Sternschnuppen und aus der Bewegung der Erde ; tatsächlich kommen die Sternschnuppen aus einer anderen Richtung als die, welche der scheinbare Radiant angibt, sie entstrahlen alle dem wahren Radianten. Die Bestimmung dieses Punktes wäre von grosser Bedeutung, ist aber kaum

nem nagy jelentőségű. A következőkben a valódi radians meghatározását is adom a látszólagos radiansból s a raj sebességére tett bizonyos feltevések alapján. Hogy ezt megtehessem, még egy, a hullók pályaszámításában szereplő meghatározó rendszerről, az ekliptikai rendszerről kell szólnom. Az égen egy pont helyét meghatározhatjuk az ekliptikára és erre merőleges a tavaszponton átmenő legnagyobb körre vonatkozólag is. A csillag *hosszúsága* az ekliptikán a tavaszponttól T mért távolság Észak-, Kelet-pont felé, a csillag távolsága az ekliptikától a csillag *szélessége*.

Azon pontot, mely felé a Föld pályájában egy bizonyos pillanatban mozog, *Apex*-nek nevezük. Legyen N a Nap, F a Föld helye, FT a tavaszpont felé haladó egyenes, p a Föld pályája, akkor FA az Apex iránya, l az Apex hossza. $TFS \sphericalangle = \odot$ a Nap hossza. A rajz megtekintése után látható, hogy ha a Föld körpályát írna le, akkor közelítőleg

$$l = \odot - 90'$$

A hullópályaszámításra vonatkozólag e feltevés teljesen elegendő. Minthogy az Apex az ekliptika síkjába esik, ezért e

pont szélessége zérus. Minthogy az Apexnek jellemzőit ily módon az ekliptikára megadtuk, kívánatos a későbbiekben felmerülő szükségesség miatt is az aequa-

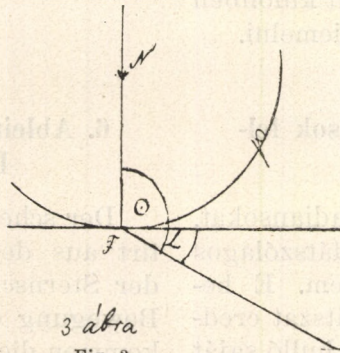
durchführbar und zwar wegen der Schwierigkeit und Unsicherheit, mit der sich die Geschwindigkeit der Sternschnuppen bestimmen, ja fast nur schätzen lässt.

Wir müssen uns dabei auf das Gebiet der Bahnbestimmung begeben. Sei in der 3. Figur N die Sonne, F die Erde, FT die Richtung des *Frühlingspunktes*, p die Erdbahn, also FA die Richtung des Apex, l dessen Länge, $\sphericalangle TFS = \odot$ die Länge der Sonne, so ist annähernd, da wir für diese Zwecke die Excentricität der Erdbahn vernachlässigen und letztere kreisförmig denken können:

$$l = \odot - 90^{\circ}$$

Die Breite des Apex ist Null, weil ja dieser Punkt in die Ekliptik fällt. Zum

Übergang von aequatoralen Coordinaten auf die Ekliptik, dienen folgende Formeln:



3 ábra
Fig. 3

tori jellemzőket az ekliptikára átszámítani. Az átszámításra szolgálnak a következő képletek:

$$\begin{aligned} \sin \alpha \cos \delta &= m \cos (M + \varepsilon) \\ \sin \delta &= m \sin (M + \varepsilon) \\ \sin \lambda \cos \beta &= m \cos M \\ \sin \beta &= m \sin M \end{aligned} \quad (25.)$$

a hol ε az ekliptika hajlásszöge, m, M segédszögek, λ, β a csillag hosszúsága és szélessége, melyek adott α, δ -hoz tartoznak. A (25.)-vel a radiációs pontok aequatorialis jellemzőit az ekliptikára számíthatjuk át.

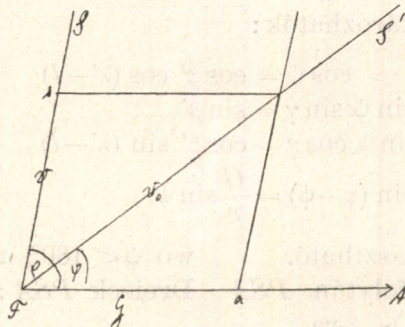
Ezen kitérés után a valódi radiáns jellemzését és meghatározását könnyen eszközölhetjük.

Legyen \overline{FA} az Apex iránya, \overline{Fa} a Föld sebessége S a valódi radiáns, \overline{SF} a hulló mozgásának iránya, \overline{sF} a hulló sebessége, akkor irány és nagyság szerint $\overline{s'F}$ lesz az eredő sebesség, a radiáns S' -be tolatik el. Az eltolódás nagyságát φ szöglet adja meg. A φ szöglet a valódi radiáns elongatiójának nevezzük. A radiáns tehát a Föld moz-

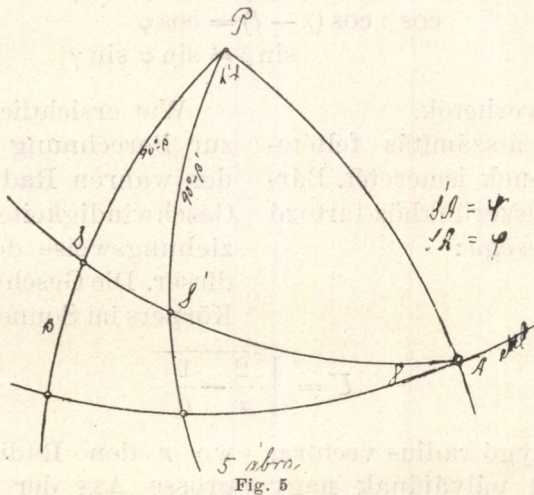
wo m und M Hilfsgrößen sind.

Nach dieser kurzen Abweichung können wir an die Bestimmung des wahren Radianten ohne weiteres herantreten.

Es sei, Fig. 4., FA die Richtung des Apex, $Fa = G$ die Geschwindigkeit der Erde, S der wahre Radiant, $\beta F = v$ die Geschwindigkeit der Sternschnuppe. Aus der Zusammensetzung dieser Geschwindigkeiten resultirt die Geschwindigkeit $V_0 = s'F$ in der Richtung des schein-



4. abra.
Fig. 4



5. abra.
Fig. 5

gása folytán az Apexhez közeledik.

Ha valamely látszólagos radians ekliptikai jellemzői λ' , β' , mikép számíthatók ki a valódi radians λ , β jellemzői?

Legyen P az ekliptika polusa, A az Apex, S a valódi, S' a látszólagos radians, φ a valódi radians, ψ a látszólagos radians elongatiója, γ az AS' legnagyobb kör hajlása az ekliptikához, v a hulló sebessége, G a Föld sebessége, akkor ψ , γ APS' gömbháromszögből, φ pedig v , G sebességéből meghatározhatók:

$$\begin{aligned}\cos \psi &= \cos \beta' \cos (\lambda' - l) \\ \sin \psi \sin \gamma &= \sin \beta' \\ \sin \psi \cos \gamma &= \cos \beta' \sin (\lambda' - l) \\ \sin (\varphi - \psi) &= \frac{G}{v} \sin \psi,\end{aligned}\tag{26.}$$

a hol $\psi < 180^\circ$ választható.

wo $\psi < 180^\circ$, und ferner aus dem

A φ , γ értékei folytán PSA — Dreieck PSA :
gömbháromszögből λ , β -ra

$$\begin{aligned}\cos \beta \sin (\lambda - l) &= \sin \varphi \cos \gamma \\ \cos \beta \cos (\lambda - l) &= \cos \varphi \\ \sin \beta &= \sin \varphi \sin \gamma\end{aligned}\tag{27.}$$

egyenletek nyerhetők.

A jelzett átszámítás feltételezi G -nek, v -nek ismeretét. Bármely naprendszerünkhöz tartozó égi test sebessége:

Wie ersichtlich, bedürfen wir zur Berechnung der Coordinaten des wahren Radianten noch der Geschwindigkeiten G und v , beziehungsweise des Verhältnisses dieser. Die Geschwindigkeit eines Körpers im Sonnensystem ist aber

$$U = \sqrt{\frac{2}{r} - \frac{1}{a}},$$

a hol r a bolygó radius vectora, a az égi test pályájának nagy tengelye.

wo r den Radiusvector, a die grosse Axe der Bahn des Himmelskörpers bedeuten. Für die Erde gilt also, da $a = 1$

A Földre $a = 1$, tehát:

$$G = \sqrt{\frac{2}{R} - 1}$$

A hulló sebességének meghatározása kétféleképp történhetik. Vagy felteszszük, hogy a hulló, illetve a raj egy bizonyos pályán, pl. parabolán mozog, vagy megfigyelés folytán igyekszünk sebességének kiértékesítésére. Az első esetben (28.)-ban a -nak bizonyos értéke után U is meghatározott, minthogy $R = r$ a »Berliner astronomisches Jahrbuch«-ból kivehető; a második esetben nagy határozatlanság marad fenn. Tegyük fel, hogy elég jól meghatároztuk azon időt, a meddig a hulló látható volt, a leírt ív nagyságát hozzávetőlegesen is csak akkor határozhatnánk meg, ha ismernők ez ív közepes távolságát az észlelő helytől. A valódi radians tehát a látszólagos radiansból csakis a sebességre adott bizonyos feltételekből számítható ki. A sebességnek a hulló láthatósági idejéből való meghatározása is nagyon fontos, mert ily hozzávetőleges értékekből is igen értékes következtetést vonhatunk a hulló pályájának alakjára. Erre is felhívom még a figyelmet, ha majd a valószínű radiansok feldolgozását adom.

Már mint említém, 251 kezdetleges radiansból 30 valószínű radianst vezettem le, e radiansokból nem adom a valódi radians jellemzőit, mivel a sebességre tett különböző felvételek más és más eredményekhez vezetnek.

Was v anbelangt, muss man zu gewissen Annahmen Zuflucht nehmen, da die directe Bestimmung auf dem Wege der Beobachtung sozusagen unausführbar ist. Indem annähernd $r = R$, genügt eine Annahme über a um v und damit den wahren Radianthen berechnen zu können. Wie schon erwähnt, habe ich aus den 251 scheinbaren Radianthen 30 wahrscheinliche abgeleitet. Ich musste mich damit begnügen, und auf die Berechnung der wahren Radianthen verzichten, weil von einander um wenigens verschiedene Annahmen für v sehr divergirende Werte für λ , β lieferten. Die 30 wahrscheinlichen Radianthen zählt Tafel III auf.

III. Táblázat.

30 látszólagos valószínű radians
jellemzői.

III. Tafel.

30 Scheinbare wahrscheinliche
Radianten.

Észlelési napok <i>Beobachtungstage</i>	Felhasznált radiansok <i>Zur Verwendung kamen die Radianten</i>	Sorszám <i>Nummer</i>	α'	δ'	λ'	β'	Hullók száma <i>Anzahl der Sternschüppchen</i>	Idő <i>Periode</i>
1899. Jul. 25., 27., 28.	2. és 3. und 7.	1	268.0	12.0	272.2	35.5	14	1899. Jul. 27.4
»	5. és 7.	2	12.0	72.0	58.0	57.7	13	»
1899. Aug. 10., 11., 13.	2., 7., 10. és 19.	3	329.0	29.0	38.7	15.4	27	1899. Aug. 11.8
»	4., 11., 20. és 21.	4	268.0	28.0	272.8	51.5	32	»
»	3., 15., 17. és 18.	5	13.0	57.0	39.9	46.0	42	»
»	14. und 22.	6	146.0	66.0	336.6	67.0	18	»
1900. Jul. 25., 26.	1. és 2.	7	354.0	13.0	10.7	9.5	8	1900. Jul. 26.3
»	4., 5. és 6.	8	338.0	38.0	40.0	24.7	16	»
»	7., 8. und 9.	9	19.0	60.0	46.0	46.6	19	»
»	14. és 15.	10	255.0	28.6	291.5	50.8	11	»
1901. Jul. 25. 27.	2. és 3.	11	244.0	28.0	305.5	48.4	11	1901. Jul. 26.4
»	6. és 7.	12	252.0	57.0	319.0	77.7	9	»
1901. Aug. 9., 10.	2. és 11.	13	23.0	58.0	36.0	44.3	8	1901. Aug. 10.4
»	3., 13. és 14.	14	159.0	65.0	150.8	62.9	22	»
»	8., 9., 16., 20. és 25.	15	244.0	55.0	329.3	73.3	24	»
»	7., 19., 21., 23., 26. és 28.	16	237.0	30.0	315.3	48.3	26	»
1901. Aug. 11.. 12.	6., 29., 30., 32.	17	229.0	49.9	324.9	46.1	32	1901. Aug. 11.6
»	13., 14., 16., 19., 28. és 36.	18	222.0	36.0	336.4	49.0	33	»
1902. Jul. 26., 27., 29.	1., 3., 2., 4., 17.	19	146.0	73.0	225.7	71.0	25	1902. Jul. 27.7
»	5., 8. és 18.	20	216.0	37.0	343.5	47.6	18	»
»	6. és 16.	21	210.0	56.0	351.5	60.5	29	»
1902. Aug. 8., 9.	5., 6., 7., 19. und 20.	22	226.0	72.0	38.5	73.7	29	1902. Aug. 8.3
»	9., 10., 11., 24., 25., 26.	23	190.0	45.0	351.8	43.3	24	»
1903. Jul. 28., 29.	2, 3. és 26.	24	4.0	55.0	19.1	30.3	20	1903. Jul. 28.8
»	1., 5., 23.	25	302.0	42.0	64.8	21.2	29	»
»	10., 14. és 15.	26	245.0	79.0	275.7	13.4	19	»
»	24. und 25.	27	332.0	29.5	38.7	16.8	18	»
»	12. és 19.	28	244.0	17.0	302.0	37.7	17	»
1903. Aug. 9., 11., 12.	12. és 13.	29	213.0	71.0	50.7	55.5	13	1903. Aug. 11.6
»	7., 8., 9., 10., 19., 24.	30	216.0	43.0	348.3	53.0	23	»

7. A radiansok jellemzőinek
változása.

A III. táblázatban feltüntetett valószínű radiansok jellemzői a közölt időpontban érvényesek; e jellemzőket korántsem szabad állandóknak tekintenünk. A Föld mozgása következtében az Apex

7. Ortsveränderung der
Radianten.

Die scheinbaren Radianten in Tafel III gelten für die in der letzten Rubrik angegebene Periode, sind doch die Coordinaten derselben wie aus (26.) und (27.) ersichtlich, abhängig von den Con-

a Nap felé elmozdul, vele a radians jellemzői is megváltoznak. A jellemzőkben beálló változást a (26.) alatti egyenletekből előállíthatjuk. Ha az Apex a Nap felé naponkint $\Delta\odot$ -vel megy előre, akkor φ változása γ -t állandónak véve

$$\Delta\varphi = -\cos\gamma \Delta\odot. \quad (29.)$$

A (29.) alapján egyszerű variálással a (26.) alatti egyenletekből a valószínű radians napi változása:

$$\begin{aligned} \Delta\lambda' &= \Delta\odot \left(1 - f \frac{\cos^2\gamma}{\cos^2\beta'} \right), \\ \Delta\beta' &= -\frac{\Delta\odot}{2} f \sin 2\gamma \sin(\odot - \lambda'), \end{aligned} \quad (30.)$$

a hol

worin

$$f = \frac{1}{1 + \cos\psi \sqrt{\frac{1}{2 - \sin^2\psi}}}$$

Mintogy az Apex napi változása körülbelül $1''$, a valószínű radians jellemzőiben is ily mérvű változások merülhetnek fel. Vajjon e jelenség minő befolyással lehet a radians leszámaztatására? Ha az észlelések megbízhatók, nem tanácsos több egymásután következő napon észlelt hullókat együttesen felhasználni radians levezetésére, inkább megengedhető az egyes évek ugyanazon napján észlelt hullókat egyesíteni. Ha pedig az észlelések a napi változásnál nagyobb hibákat tartalmaznak, akkor több egymásután jövő nap észlelései egyesíthetők, esetleg a felmerülő hibák egymást kompenzálják. Ily uton történt radians levezetésekben kétségtelenül bizonyos fokú

stanten der Erdbahn und von der Zeit.

Beträgt die tägliche Bewegung des Apex gegen die Sonne $\Delta\odot$ und betrachten wir γ als constant, so folgt aus (26.):

und mit Hilfe dieses Wertes ebenfalls aus 26.:

Da $\Delta\odot$ ungefähr einen Grad beträgt, werden in den Coordinaten des scheinbaren Radianten tägliche Veränderungen von derselben Größenordnung zu erwarten sein. Daraus folgt, dass es nicht ratsam ist, Beobachtungen von mehreren einander folgenden Tagen zu vereinen, und dass es angezeigt ist Beobachtungen desselben Datums aus verschiedenen Jahrgängen zur Berechnung heranzuziehen. Sind die Beobachtungen mit gröberem Fehlern, welche den Wert $\Delta\odot$ übertreffen, behaftet, so kann man auch naheliegende Beobachtungen desselben Jahres vereinen, muss aber dann auf die Bestimmung der täglichen Bewegung verzichten.

hiba meglesz, de ez a hulló észlelésekből vonható következtetéseket nem nagy mértékben változtatja meg.

Hogy azonban értékes anyagot gyűjthessünk, hogy következtetéseink megbízhatók legyenek, a gyakorlatban a következőket kell figyelembe venni: Jó megbízható észleléseket minél nagyobb számmal gyűjteni, radians leszármaztatásra ugyanazon hely, ugyanazon napján végzett észleléseket kell egyesíteni, jó a Föld egyenlő heliocentromos helyein ugyanazon napon megfigyelt hullókat is egyesíteni. A grafikus származtatásra irányadó, hogy a radians a rövid pályájú hullók, vagy stationär hullók közelében valószínű, a hosszú látszólagos pályával bíró hullók távol eső radiansokból jönnek. Legmegbízhatóbb valószínű radians keresésre az általam közölt számítási módszer bármelyike jó nagyszámú észlelésekre alkalmazva, mert ily módon a grafikus eljárásnál sokszor önkényes radians felvételére nem kényszerítettünk, a sporadikus, továbbá a rossz megfigyelések e módszerek kriteriumai folytán mint hasznavehetetlen elemek kiesnek. Az ekképen levezetett radians napi változásait számítani teljesen jogosult eljárás. Természetesen e számítási módszerek ily megbízható eredményeket csakis többszörös alkalmazás folytán nyújtanak: csak akkor jó (α , δ) pont, ha a minimum közel zérus.

Um also allgemein verwendbares Material zu sammeln, ist folgendes notwendig: möglichst viel Beobachtungen bei gleichen heliocentrischen Erdpositionen zu vereinen, welche mit Beobachtungen in anderen Erdpositionen verglichen wichtige Aufschlüsse geben können. Zur Ableitung der Radianten soll man womöglich die oben unter a und b gegebenen genauen Methoden mit ausgiebiger Gebrauchnahme der Elimination fremder Sternschnuppen verwenden. Die so berechneten Radianten berechtigen ihre Verwendung bei einem Versuch die täglichen Bewegung derselben zu erforschen und führen in letzter Reihe zur Bestimmung der Bahn des Schwarmes.

8. A hullók pályaszámítása.

Vizsgáljuk most már, hogy az ily módokon nyert radiánsoknak miféle szerepük van? A radiánsok ismerete legközelebb a hullóraj pályájának ismeretére vezet, a pályaelemek pedig elősegítik a raj s valamely üstökös között levő kapcsolat megállapíthatását. Ez utóbbiban rejlik a hulló észlelések nagy értéke.

A hullók pályaszámítására többféle módszer van. E helyen kettővel foglalkozom: Egyik a valódi radiánsból adja a raj pályaelemeit, a másik a látszólagosból. Egyik esetben sem teljesen definiált a problema, mert valamely hullóraj pályája csak akkor ismeretes teljesen, ha a pálya alakját, méreteit, fekvését a térben vagy mi ugyanaz, hajlását az ekliptikához és azon pont hosszát is tudjuk, melyben az ekliptikát metszi. Emez elemek meghatározása céljából hallgatagon felteszszük, hogy a raj naprendszerünknek bár idegen eleme is legyen, a Nap vonzási tartományában uralkodó erőnek aláveti magát, azaz a Nap körül sebessége által definiált kúpszeletben mozog. Továbbá hullóraj pályájáról szólunk, minthogy a raj elemei közel párhuzamos pályákon mozognak.

a) A pályaszámításra két adat áll rendelkezésünkre: a radiáns és azon idő, melyre a radiációs pont ismeretes. A pálya méreteinek ismerete irány mellett távolság ismeretét is kívánja. A pálya-

8. Bahnbestimmung der Sternschnuppenschwärme.

Der Vergleich der Bahnelemente eines Schwarmes mit den Elementen eines Kometen ist das einzige Mittel, welches eine Entscheidung über die Zusammengehörigkeit des Schwarmes und Kometen zulässt, und darin liegt eben die Wichtigkeit und der Wert der Sternschnuppenbeobachtung.

Auf welche Weise die Bahnbestimmung geschieht, werde ich in folgenden an zweien der bekannten Methoden erläutern. Die erste benützt den wahren, die andere den scheinbaren Radianten als Ausgangspunkt. Man setzt bei beiden stillschweigend voraus, dass die einzelnen Sternschnuppen Bahnen folgen, welche einander nahe liegen und ähnlich sind, die Bahn des Schwarmes würde also einer mittleren Bahn entsprechen.

a) Zur Lösung unserer Aufgabe stehen uns zwei Beobachtungsstücke zur Verfügung: der scheinbare Radiant und die Zeit, für welche er gilt. Diese Daten allein genügen ohne weitere An-

számítás e hátránya naprend-
szerünk minden oly eleménél
felmerül, melynél a parallaxis
meghatározás nem igen lehet-
séges. Ez esetben is a pálya
méreteire bizonyos feltevések
szükségesek, melyek helyességét
bizonyos tapasztalati adatok ad-
ják meg. A problema határozat-
lansága a sebességben rejlik. A
hulló sebessége

$$v = k \sqrt{\frac{2}{R} - \frac{1}{a}} \quad (31.)$$

képlettel számítható azon pilla-
natban, mikor láthatóvá lesz.
Ekkor a radius-vectora közelítő-
leg a Földével R egyenlő. Ha
sebessége

$$v = k \sqrt{\frac{2}{R}}, \textit{ parabola}$$

$$v > k \sqrt{\frac{2}{R}}, \textit{ hyperbola}$$

$$v < k \sqrt{\frac{2}{R}}, \textit{ ellipsis}$$

pályán mozog. Minthogy a hulló
sebessége pedig nagyon is ha-
tározatlan, a pálya nagy tenge-
lyére tetszés szerinti feltevést
használhatunk. Legtöbb esetben
a pályát parabolának tételezik
fel, ily módon sikerült az üstö-
kösök és meteorok közül néme-
lyek pályáját összehasonlítani.

A valódi radiansból és ennek
idejéből oly pályaszámítási mód-
szert adunk, mely bármily alakú
pályára alkalmazható.

A már használt jelöléseket
alkalmazván v összetevői:

nahmen nicht, da sie im güns-
tigsten Falle nur zweien Beob-
achtungen eines dem Sonnen-
system angehörigen Himmels-
körper entsprechen. Wäre ausser
diesen noch die Geschwindig-
keit v

bekannt, dann würde die Auf-
gabe bestimmt. Für

$$v \leq k \sqrt{\frac{2}{R}}$$

ergibt sich der Reihe nach eine
elliptische, parabolische, hyper-
bolische Bahn, deren Elemente
mit dem Werte von v und un-
seren Beobachtungsdaten wie fol-
gend erläutert, gegeben wird.

Bezeichnen x, y, z die heliocen-
trischen Coordinaten des Schwar-
mes, so sind die Geschwindig-
keitscomponenten:

$$k \sqrt{p} \cos i = R v \cos \beta \sin (\lambda - \odot) \quad (35.)$$

$$k \sqrt{p} \sin i = R v \sin \beta$$

egyenletek érvényesek. A k a p ist für die Bahn charakteristisch. naprendszer állandója. A p a pályára jellemző. Parabola esetén Bahn ist die Periheldistanz a perihel távolság:

$$q = \frac{p}{2}$$

Ellipsis esetén a numerikus bei elliptischer Bahn die numerische Excentricität
excentr.:

$$e = \sqrt{1 - \frac{p^2}{a^2}}$$

Hyperbolára:

und im Falle einer Hyperbel

$$e = 1 + \frac{p}{a}$$

A valóságos anomaliát

Die wahre Anomalie leitet man aus

$$r = \frac{p}{1 + e \cos u}$$

$$r^2 = x^2 + y^2 + z^2$$

egyenletekből differenciálás folytán megkapjuk, csak azt kell figyelembe vennünk, hogy a megfigyelés idejére $r=R$. Ekkor:

ab, indem man in Betracht nimmt, dass für die Beobachtungszeit $r = R$. Auf diese Weise erhält man:

$$e \sin u = k \sqrt{p} v \cos \beta \cos (\lambda - \odot)$$

$$e \cos u = \frac{p}{R} - 1. \quad (36.)$$

A $-u$ a perihel távolsága a csomóponttól leszálló csomó esetében, $180^\circ - u$ pedig felszálló csomó esetében. Mindkét esetre a perihel hossza:

$180^\circ - u$ ist die Entfernung des Perihels vom aufsteigenden Knoten, also ist die Länge des Perihels

$$\pi = 180^\circ - u + \odot.$$

A p , i , Ω , π teljesen jellemzik a pályát.

Die Grössen p , i , Ω , π , die Elemente der Bahn, bestimmen diese vollkommen.

b) Ha a pályát parabolának tételezzük fel, akkor (β', λ') látzólagos radiansból a következő képletcsoportok alapján számítjuk a pályát:

$$\left. \begin{aligned} \odot - \odot &= \sin \varphi \sin (\pi_0 - \odot \sin 1') \\ \pi_0 &= 280^\circ 21,3 + 1,028 (t - 1850) \\ \lg (\sin \varphi : \sin 1') &= 1,7609 \\ \frac{\cos \beta' \sin (\lambda' - \odot)}{R} &= \cot z \\ z &< 180^\circ \\ g &= \operatorname{tg} \frac{1}{2} z \\ f &= g R \end{aligned} \right\} \text{I.}$$

A pályaelemek pedig:

und die Gleichungen der Elemente

$$\left. \begin{aligned} \sqrt{2q} \cos i &= 1 - f \sin (\odot - \lambda') \cos \beta' \\ \sqrt{2q} \sin (\Omega - \lambda') \sin i &= f \sin (\odot - \lambda') \sin \beta' \\ \sqrt{2q} \cos (\Omega - \lambda') \sin i &= f \cos (\odot - \lambda') \sin \beta' \\ \operatorname{tg} \frac{1}{2} u &= \frac{f \cos (\odot - \lambda') \cos \beta' - \sin (\odot - \odot)}{\sqrt{2q}} \\ \pi &= \Omega - u \end{aligned} \right\} \text{II.}$$

Mindkét esetben a számítás ellenőrzésére szolgálhat:

lösen die Aufgabe.

In beiden Rechnungsmethoden kann zur Kontrolle der Rechnung

$$q = R \cos^2 \frac{u}{2}$$

Az első módszernél megjegyzendő, hogy k értékét egynek vehetjük, ha a Föld közepes sebességét pályájában v -re egységnek választjuk.

A közölt valószínű radiansok igen nagy része igen közel jár már ismert radiansokhoz. E helyen pályaszámítás menetére csak

b) Aus dem scheinbaren Radianten $(\beta^1 \lambda^1)$ lassen sich die Bahnelemente einer vorausgesetzten parabolischen Bahn nach folgenden Formeln berechnen: Die Hilfsgrößen:

dienen. Misst man v mit der mittleren Geschwindigkeit in ihrer Bahn, so kann unter $a)$ $k = 1$ gesetzt werden.

Als Beispiel für eine Bahnbestimmung möge hier noch die Berechnung der Bahn des Schwarzes, welchem der Radiant No. 5

egy adatot dolgoztam fel az 1899. aug. 11·8-ra érvényes 5. számú radianst, Parabola pályát fogadva el e rajra a pálya-elemek közel a Perseidák elemeit adják.

1899. Aug. 11·8 zugehört. Setzt man eine parabolische Bahn voraus, so ergibt jener eine den Perseiden nahe verwandte Bahn. Die Rechnung selbst stellt sich wie folgt:

$$1899. \text{ Aug. } 11\cdot8. \odot = 139^{\circ} 16'; \lambda = 39^{\circ} 54'; \beta = 46^{\circ} 0'; \lg R = 0.0056 \quad \lg G = 9.9944; \lg v = 0.1477; \lg \frac{G}{v} = 9.8467; l = 49^{\circ} 16'$$

$\lambda - l = -9^{\circ} 22'$	$\lambda - \odot = -125^{\circ} 0'$
$\lg \cos (\lambda - l) = 9.9942$	$\lg \cos (\lambda - \odot) = 9.7586_n$
$\lg \cos \beta' = 9.8418$	$\lg \cos \beta = 9.4223$
$\lg \sin (\lambda - l) = 9.2115_n$	$\lg \sin (\lambda - \odot) = 9.9134_n$
$\lg \sin \psi \sin \gamma = 9.8569$	$\lg Rv = 0.1533$
$\lg \sin \psi \cos \gamma = 9.0533_n$	$\lg \sin \beta = 9.9843$
$\lg \cos \psi = 9.8360$	$\lg \sqrt{p} \sin i = 0.1376$
$\lg \sin \psi = 9.8622$	9.9893
$\lg \sin (\varphi - \psi) = 9.7089$	$\lg \sqrt{p} \cos i = 9.4890_n$
	9.3410
$\psi = 46^{\circ} 44'$	$\lg \sqrt{p} = 0.1482$
$\varphi = 77^{\circ} 30'$	$\lg p = 0.2964$
$\lg \sin \gamma = 9.9947$	$\lg \sqrt{p} v = 0.2959$
$\lg \sin \varphi = 9.9896$	$\lg \cos \beta \cos (\lambda - \odot) = 9.1809_n$
$\lg \cos \gamma = 9.1911_n$	$\lg \frac{p}{R} = 0.2908$
$\lg \cos \beta \cos (\lambda - l) = 9.3353$	$\lg \sin u = 9.4768_n$
$\lg \cos \beta \sin (\lambda - l) = 9.1807_n$	$\lg \cos u = 9.9793$
$\lg \sin \beta = 9.9843$	
$\lg \cos \beta = 9.4223$	
$\lg \sin (\lambda - l) = 9.7584_n$	$\Omega = 139^{\circ} 16'$
$\lambda = 14^{\circ} 16'$	$i = 102^{\circ} 40'$
$\beta = 74^{\circ} 40'$	$\pi = 336^{\circ} 44'$
	$\lg q = 9.995$

Ha a második módszer szerint számítjuk a pályaelemeket, akkor is ugyanezen eredményre jutunk.

Berechnet man die Elemente nach der zweiten Methode, so erhält man dasselbe Resultat.

9. Kapcsolat az üstökösök és hullók között.

A hulló észlelések fontossága az egyes rajok pályaelemeinek meghatározása folytán kiviláglik.

9. Verwandtschaft zwischen Kometen- und Meteorschwarm-Bahnen.

Der Nutzen der Sternschnuppenbeobachtungen erhellt aus den bisher bestimmten Bahnen eini-

Ezekből sikerült valószínűvé tenni, hogy egyes meteorrajok felbomló üstökösökkel vannak kapcsolatban. Ily módon lehetett némely sűrűbb csillaghullást megmagyarázni.

A kapcsolat létesítése céljából első megközelítésben mindig eleendő a pályát parabolának felvenni, minthogy a visszatérő üstökösök úgysis megnyult ellipszisben mozognak; Ω , i értéke parabola pályaszámítás esetén is nagyon közel jár a valódihoz. Ha az első érték Ω -ra, i -re valamely üstökösével majdnem egyezik, ekkor tanácsos az üstökös keringési idejét elfogadva, szigorú pályaszámítást végezni a hullókra is; s ha az egyezés az elemekben elég jó, akkor az összehasonlítás megtörténhetik. A hullóraj azonban csak akkor tekinthető valamely üstököstől eredőnek, ha az üstökös elemei között a következő összefüggés megállapítható:

$$R = \frac{q}{\sin^2 \frac{1}{2} \{ (\pi - \Omega) + (\Omega - \odot) \}} = 1, \quad (38.)$$

minthogy a radius-vector ekkor a Napéval közel egyenlőnek vehető.

Szigorúbb pályaszámítás esetén a keringési időből τ a fél nagy tengely

ger Schwärme, welche sich auf Grund ihrer Bahnelemente mit Kometen verbinden liessen. Auf diese Weise gelang es den auffallenden Reichtum einiger Schwärme zu erklären.

Zur Erkenntniß einer solchen Verwandtschaft genügt die Voraussetzung, die Bahn des Schwarmes sei eine Parabel, da ja auch die Kometen unseres Sonnensystemes in Ellipsen von sehr grosser Excentricität die Sonne umlaufen. Ω und i wird dabei mit grosser, fast vollständig genügender Annäherung gefunden.

Fällt Ω in die Nähe des Knotens einer Kometenbahn, so kann man mit Hilfe der Bahnelemente des Kometen zur Bestimmung von v wahrscheinlichere Annahmen machen und für den Schwarm eine genaue Bahnberechnung wiederholen. Schwarm und Komet sind bei Übereinstimmung der Elemente zusammengehörig, wenn für die Elemente des Kometen

besteht, weil der Radiusvector an diesem Ort dem der Sonne annähernd gleich ist.

Für die genaue Bahnberechnung erhält man die halbe grosse Axe der Bahn aus

$$\tau = \frac{2\pi a^{\frac{2}{3}}}{k} \quad (39.)$$

képlettel számítható, ahol k az anyagvonzás állandója.

wo k die Konstante der Massenanziehung ist.

Ó-Gyallán megfigyelt öt évi hullóészlelések értekezésemben fejtegetett módszerek alapján több oly radiant adnak, melyek egyes rajok eredetére elég világosságot vetnek. Már a grafikai-lag származtatott radiánsok is nagy szolgálatot teljesítenek.

Kísérletképen 1903. jul. 28-án Ó-Gyallán észlelt 59 hullócsillag látszópályájának kezdő- és végpontjából az első számítási módszerrel radiánsokat számítottam s meglepő eredményhez jutottam. Két csoportba osztva az észlelési anyagot, két jól ismeretes radiant nyerünk:

$$\alpha = 23^{\circ}, \delta = 56^{\circ} \quad (\text{I})$$

$$\alpha = 314^{\circ}, \delta = 89^{\circ} \cdot 8 \quad (\text{II}).$$

Az (I) a Perseidák, (II) pedig Zezioli megfigyeléseiből Schiaparelli által meghatározott, jul. 24-től aug. 11-ig hulló raj radiansa.

E próba megmutatja, mennyire fölötte áll a fáradságos, de semmiféle önkénynek helyt nem adó számítási módszer a grafikus eljárásnak.

Nem lehetett értekezésem célja az öt évi anyagnak ily módon való feldolgozása, csak a figyelmet akartam felhívni ez észlelések szigorú feldolgozására. Meggyőződés, hogy hasznos szolgálatot teljesítettem, midőn az ógyallai testvérintézetek öt évi hullóészlelést feldolgozva, az egy helyen végzett hulló megfigyelések feldolgozásának elméletét is adtam,

Die Radianten, aus den Ó-Gyallaer Beobachtungen abgeleitet, aus diesem Gesichtspunkt zu bearbeiten, konnte nicht meine Aufgabe sein; auf diese hinzuweisen und genauere Methoden zur Berechnung zu geben war der Hauptzweck dieser Arbeit.

Ich habe noch versuchsweise aus 59 Sternschnuppen, welche am 28. Juli 1903 zu Ó-Gyalla beobachtet wurden, nach der ersten genauen Methode wahrscheinliche zwei Radianten abgeleitet, deren Coordinaten

$$\alpha = 23^{\circ}, \delta = 56^{\circ} \quad (\text{I}) \quad \text{und}$$

$$\alpha = 314^{\circ}, \delta = 89^{\circ} \cdot 8 \quad (\text{II}) \quad \text{sind.}$$

Der (I) Radiant übereinstimmt mit dem der Perseiden, der (II) mit dem von Schiaparelli aus Beobachtungen Zezioli's berechneten Radianten des Juli 24 – Aug. 11 Meteorschwarmes.

Dieser Versuch beweist also auch schon genügend die Überlegenheit der genauen rechnerischen Methoden über die graphischen.

Ich will noch hervorheben, dass spectroscopische Untersuchungen und andere Methoden vieles beitragen könnten zur Förderung unserer Kenntnisse über die Sternschnuppen.

Zum Schlusse erwähne ich noch die Quellen, aus welchen ich zu dieser Arbeit schöpfte und welche näheres über diesen Gegenstand enthalten. Es sind dies:

mert ily tárgyú értekezések bár irodalmunkban vannak, de szűkebb és specialis jellegűek, másrészt a valószínű radiansok keresésére megbízhatóbb módszereket is adtam az eddigieknél.

Ha e kutatásokhoz még spektroskopikus vizsgálatok is járulnak, kétségtelenül többet mondhatunk a hullók eredetéről, mint ma.

Végül felemlítem, hogy más módszerek is vannak hulló-észlelésre, ezekről azonban más alkalommal.

Forrásmunkáim voltak: M. Tudom. Akad. iratai 1881—82.; Handwörterbuch der Astronomie. Dr. W. Valentiner; theoretische Astronomie. Klinkerfues; Bahnbestimmung v. Oppolzer.

Ó-Gyalla, 1904. március hó.

Schriften der ung. wiss. Akademie 1881—82; Dr. W. Valentiner's Handwörterbuch der Astronomie; Klinkerfues, Theoretische Astronomie; O. Oppolzer, Bahnbestimmung.

Warum wir uns mit diesen Fragen umfangreicher beschäftigt haben, wurde bereits in No. 3 dieser Publicationen angezeigt.

Ó-Gyalla, im März 1904.

Magyar Tudományos Akadémia
Könyvtára 2043/195 sz.

