Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 108 (1927)

Artikel: Neues aus der Werkstatt des Astronomen

Autor: Courvoisier, L.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-90357

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Neues aus der Werkstatt des Astronomen

von

L. Courvoisier (Neubabelsberg bei Berlin)

Meine sehr verehrten Damen und Herren!

Gestatten Sie mir zunächst einige Worte über den Titel meines Vortrages: „Neues aus der Werkstatt des Astronomen.“ — Sie werden vielleicht sagen: Werkstatt des Astronomen? Aber, das ist ja wohl der ganze riesenweite Himmel, der unendliche Raum, in dem sich Blick und Geist des naiv beschauenden Menschen völlig verliert, und der uns gerade das Gegenteil zu sein scheint von dem Begriff des räumlich Geschlossenen, leicht Übersehbaren, Heimeligen, unter dem man sonst eine Werkstatt zu verstehen pflegt! Man denke nur etwa an Hans Sachs und seine gemütliche Schuhmacher- und Poetenbude! — Und doch, glaube ich, darf man auch von einer Art Astronomenwerkstatt reden, in dem gleichen freundlichen, sinnlich-geistigen Sinne wie er dem Heim des alten Hans Sachs zu eigen war. Denn, kann man nicht etwa den Lichtstrahl, der aus allen Himmelsweiten, vom äussersten Fixstern noch durch unsere Fernrohre zu uns dringt, als die riesenhafte „Greifzange“ betrachten, die uns die Sterne nach Belieben fein säuberlich zur bequemen Untersuchung vom Himmel herunter auf unsern Arbeitstisch legt? Umfängt nicht die Kamera des Astrographen auf engstem Raume ganze Welten, die dann Auge und Geist des Astronomen mit kleinen Schritten zu durchmessen vermag? Ist nicht die photographische Platte wie der „Amboss“, auf dem mit dem „Hammer“ der Erkenntnis, dem Mikroskop, Gesetze aller Art für ferne Himmelskörper geschmiedet werden können? — Nein, wirklich! Auch des Astronomen Arbeitsleben vollzieht sich in einer Werkstatt, in der Auge, Hand und Gedanken vollauf beschäftigt sind, die unerschöpflich zuströmende himmlische Materie zu sichten, zu ordnen, zu bearbeiten, und die vom Rhythmus der Sphärenharmonie durchpulst ist.

Schauen wir uns nun einmal in dieser Werkstatt um, was sie etwa an Neuartigem, Ungewohntem von Messinstrumenten, von geplanten Unternehmungen, von Entwürfen und dgl. aufweist! Da

sehen wir im Vordergrunde, arbeitsbereit, eine eigentümliche photographische Kamera stehen. Sie fällt auf durch die unverhältnismässig grosse Länge des Objektivglassystems von 50 cm, bei einem äusseren Durchmesser desselben von etwa 16 cm und einer Brennweite von nur 205 cm. Es sitzen in der Objektivfassung vier Linsen, und zwar an den Enden je eine bikonvexe Linse von 16 cm Durchmesser, im Innern, ungefähr in der Mitte und mit einem gegenseitigen Abstand von 6,5 cm, zwei bikonkave Linsen von nur 9 cm Durchmesser, zwischen denen sich noch eine zentrale Blende von 8,5 cm Öffnung befindet. Das Objektiv ist nach den Untersuchungen von Küstner in Bonn, der das Instrument bei Zeiss bestellt hat, imstande, in der Brennebene, auf einer Plattenfläche von 20×20 cm, entsprechend einem Feld von $5^1/_2{}^\circ$ Seitenlänge (d. h. ungefähr von der Grösse der Hyadengruppe um Aldebaran), die Bilder der aufgenommenen Sterne durchweg vollkommen rund und gut messbar aufzuzeichnen, mit einem Verzerrungsfehler, der am Rande der Platte 0″,2 bezw. 0,002 mm nicht übersteigt. Das Instrument stellt also eine neue, zur genauesten und zugleich raschesten Kartographierung des Himmels verwendbare Grossfeldkamera dar. Welchem besonderen Zwecke soll sie nun aber dienen? Ich muss, um Ihnen dies zu schildern, etwas weiter ausholen.

Im Jahre 1863 wurde die internationale „Astronomische Gesellschaft“ gegründet. Ihre Hauptaufgabe besteht darin, in gemeinschaftlicher Arbeit vieler Astronomen und Sternwarten diejenigen Unternehmungen zu fördern, die die Kräfte einzelner übersteigen. So tauchte sogleich als ihr erstes grosses Ziel auf: die genaue Katalogisierung aller Sterne des Nordhimmels bis zur 9. Grössenklasse. Kurz zuvor war von Argelander, gemeinsam mit Schönfeld und Krüger, das grossartige Werk der „Bonner Durchmusterung“ des Nordhimmels, umfassend die gewaltige Zahl von 324,200 Sternen bis zur mindestens 9. Grösse, nach Helligkeit und genähertem Ort, durchgeführt und dadurch das Feld gewissermassen geebnet worden. Diese gründliche Übersicht ermöglichte es nämlich jetzt, die sämtlichen Sterne der 9 ersten Grössenklassen einzeln aufzusuchen und ihren Ort und ihre Helligkeit so genau zu bestimmen, als es die instrumentellen Hilfsmittel zuliessen. Dabei lag natürlich schon dem ersten Plane der Gedanke zugrunde, durch Wiederholung der Ortsbestimmungen nach angemessener Zwischenzeit, zu einer

Ableitung der Eigenbewegungen aller beobachteten Fixsterne, als dem Endzweck, zu gelangen.

Die ganze Riesenarbeit wurde damals ausschliesslich den vorhandenen grossen Meridiankreisen zugewiesen. Es beteiligten sich daran zuerst 13 Sternwarten, die den Nordhimmel zonenweise übernahmen, nämlich zwei amerikanische, vier deutsche, eine englische, eine finnische, eine holländische, eine norwegische, zwei russische, eine schwedische. Die Beobachtungen begannen 1868, waren in der Hauptsache etwa 1882 beendigt, zogen sich aber teilweise bis 1899 hinaus. Im ganzen wurden dabei rund 140,000 Sterne katalogisiert. Eine zweite Gruppe von fünf Sternwarten (zwei amerikanische, eine deutsche, eine französische, eine österreichische) führte später dieselbe Arbeit auch noch über das Gebiet der sogenannten „Südlichen Bonner Durchmusterung" weiter, d. h. die Zone von —2° bis —23° Deklination, die von Schönfeld in Bonn von 1875 an durchmustert worden war. Dieser zweite Teil des Unternehmens, mit noch rund 40,000 Sternen, wurde zwischen 1888 und 1905 erledigt. Damit war das gewaltige Werk geschaffen, das man „Zonenkatalog der A. G." nennt und das die unentbehrliche Grundlage bildete für alle späteren Forschungen am Himmel.

Die Wiederholung des ganzen Unternehmens, die in grosszügiger Weise die Bestimmung der Eigenbewegungen liefern soll, war in dem ersten Plane nach Ablauf von etwa 50 Jahren nach der mittleren Beobachtungszeit in Aussicht genommen, d. h. ungefähr für die Jahre 1925 bis 1930. Uns Epigonen fällt nun die schwere, aber dankbare und ehrenvolle Aufgabe zu, das Werk unserer Vorgänger nicht nur zu erneuern, sondern womöglich auch zu verbessern und an Genauigkeit zu überholen. Der neue Plan der A. G. geht deshalb dahin, die Wiederholung der Beobachtungen nicht mehr von Meridiankreisen allein ausführen zu lassen, sondern die dabei kaum zu umgehende Zersplitterung der Arbeit nach Zeit und Ort dadurch zu vermeiden, dass diesmal der Himmel in der Hauptsache photographisch aufgenommen und vermessen wird, den Meridiankreisen im besonderen aber die genaue Ortsbestimmung der sogenannten Anhaltsterne, die zur Orientierung der Platten nötig sind, sowie natürlich die Kontrolle des dem Ganzen zugrunde liegenden Fundamentalkataloges verbleibt.

Die photographische Aufnahme soll sich zunächst auf den Nordhimmel bis zu —5° Deklination, also im wesentlichen auf das

Gebiet der „Bonner Durchmusterung“, beschränken. Sie wird mit drei Zeiss'schen Kameras der beschriebenen Form und Grösse durchgeführt an den drei Sternwarten Pulkowa, Bergedorf, Bonn, und zwar in der Weise, dass Pulkowa die Polkalotte von 90° bis 70° Deklination übernimmt, Bergedorf und Bonn sich in die Zone +70° bis —5° Deklination teilen. Die Aufnahme wird zur Kontrolle doppelt gemacht, wobei sich die Plattenfelder ziegelartig überdecken. Im ganzen werden etwa 2000 Platten mit 5×5 Grad-Feld nötig sein, die in wenigen Jahren zu erhalten sind. Zu gleicher Zeit sollen an einer beschränkten Zahl von Sternwarten mit guten Meridiankreisen die bereits ausgesuchten 13,750 Anhaltsterne für die Platten je zweimal beobachtet werden. Es haben dabei übernommen: Babelsberg und Bergedorf je den ganzen Nordhimmel; ferner noch einzelne Zonen desselben:

Breslau,	Zone	90°	bis	60°,	mit	rund	1700	Sternen
Pulkowa,	„	60	„	35,	„	„	3700	„
Bonn,	„	35	„	20,	„	„	2900	„
Leipzig,	„	20	„	5,	„	„	3250	„
Königstuhl,	„	5	„	—5,	„	„	2200	„
						Zusammen	13,750	Sterne

Von jedem Anhaltstern werden also mindestens sechs Beobachtungen vorliegen. Es wird damit gerechnet, dass die gesamte Beobachtungsarbeit in den vorgesehenen vier Jahren, von 1928 bis 1932, zu Ende geführt werden kann, und dass der geschilderte Typ der photographischen Kamera eine erhebliche Steigerung der Genauigkeit gegen früher erlaubt.

Neben dieser genauen Messungen dienenden Grossfeldkamera stehen jetzt auch sogenannte Weitwinkelkameras in Gebrauch, die, lediglich zu Durchmusterungszwecken, ein ungeheures Feld auf einmal aufzunehmen ermöglichen. Als Beispiel eines solchen kurzbrennweitigen Objektivtypus sei hier nur kurz genannt das „Ernostar“ (der Ernemann-Werke in Dresden), das bei einer Öffnung von 13,5 cm eine Brennweite von nur 24 cm hat und ein kreisförmiges Feld von fast 40° Durchmesser, also bequem das Sternbild des grossen Löwen umfassend, abzubilden vermag. Dieses Objektiv ist von den drei Sternwarten Babelsberg, Bamberg und Sonneberg ausgewählt worden, um einer fortlaufenden kooperativen photographischen Durchmusterung des ganzen Nordhimmels

bis zu 30° südlicher Deklination zu dienen. Das Arbeitsgebiet soll durchschnittlich einmal pro Monat aufgenommen werden, bis etwa zur 14. Sterngrösse. Das Unternehmen hat vor allem den Zweck der Kontrolle bekannter veränderlicher Sterne und der Auffindung neuer. Welche Aussichten sich dabei eröffnen, kann man daran ermessen, dass bei Versuchen mit dem „Ernostar" in Babelsberg in weniger als einem Jahre 30 neue kurzperiodische Veränderliche aufgefunden worden sind.

Bei der weiteren Umschau in unserer Astronomenwerkstatt treffen wir u. a. auch auf ein Meridianinstrument, das mit einer photoelektrischen Einrichtung zum Registrieren von Sterndurchgängen versehen ist. Während die von Elster und Geitel in die Physik eingeführten lichtempfindlichen photoelektrischen Alkalizellen in der Astronomie schon seit einiger Zeit (zuerst 1912 von Guthnick auf der Berliner Sternwarte) zur Messung von Sternhelligkeiten mit einer alle früheren Methoden weit übertreffenden Genauigkeit verwendet werden — und zwar prinzipiell, indem das im Brennpunkt eines Fernrohrs auf die Zelle fallende Sternlicht einen schwachen elektrischen Strom, den Photostrom, auslöst, der mittels eines Elektrometers gemessen wird — haben die Versuche, die Zellen auch zur genauen Notierung von Zeitmomenten bei Sterndurchgängen zu benutzen, zuerst in Kopenhagen, nach der Methode des jungen Astronomen Bengt Strömgren, praktischen Erfolg gehabt. Das Verfahren beruht darauf, dass in den Momenten des Verschwindens und Wiederauftauchens eines das Gesichtsfeld des Fernrohrs durchlaufenden Sterns, hinter einer Reihe dort befestigter Lamellen, der Photostrom abwechselnd aus- und eingeschaltet wird. Die Hauptschwierigkeit der Aufgabe liegt dann in der notwendigen Verstärkung des Photostroms. Dieselbe wurde in sinnreicher Weise mittels eines Elektronenrelais erreicht; der verstärkte Strom genügt, um ein mechanisches Relais zu betätigen, welches schliesslich die Signale auf den Chronographen weitergibt, auf dem auch die Sekundenschläge der Arbeitsuhr markiert werden. Es wird so möglich, ganz unbeeinflusst von persönlichen Beobachtungsfehlern, die Meridiandurchgangszeiten von Sternen sich automatisch aufzeichnen zu lassen, die Zeit bezw. die Rektaszensionen von Sternen zu bestimmen. Durch fortwährende Verbesserungen der Einrichtung ist es Strömgren schon jetzt gelungen, an dem Meridiankreis von nur 12 cm Öffnung Sterne

bis zur 7. Grösse zu registrieren, mit einer Genauigkeit, die diejenige der bisherigen besten Beobachtungsmethode erheblich übertrifft. Man kann erwarten, dass bei weiterer Steigerung der Stromverstärkung in absehbarer Zeit auch die Sterne der Grösse 9,5 noch erfasst werden können. Ich sehe daher wohl nichts Unmögliches voraus, wenn ich annehme, dass in abermals 50 Jahren, bei der eventuellen zweiten Wiederholung des Zonenunternehmens der A. G., die vollständige Ortsbestimmung sämtlicher Sterne in beiden Koordinaten — und zwar mittels schräg gestellter Lamellen im Gesichtsfeld — nur noch durch photoelektrische Registrierung, also rein objektiv, ausgeführt wird.

Noch eine wichtige Erweiterungsmöglichkeit der photoelektrischen Methode will ich Ihnen erwähnen: Während unser Auge auf Helligkeitsunterschiede nur nach der Verhältniszahl der betreffenden Helligkeiten reagiert und von einer bestimmten kleinen Proportion an versagt, z. B. also Sterne bei Tage im allgemeinen nicht zu erkennen vermag, summiert die Photozelle einfach die einzelnen Intensitäten auf, d. h. einer gleichen Vergrösserung der Helligkeit entspricht stets die gleiche Vergrösserung des Photostroms, gleichgültig, wie gross die ursprüngliche Helligkeit an sich war. Damit eröffnet sich die interessante Aussicht, dass bei geeigneter Weiterbildung des Verfahrens die Sterne auch am Tage und unter Umständen sogar in nächster Nähe der Sonne registriert werden können, was das heutzutage so wertvolle Studium des Sternfeldes in der Sonnenumgebung von den seltenen totalen Sonnenfinsternissen unabhängig machen und damit sehr erleichtern würde.

Wir gehen jetzt zur Beschreibung eines Instrumentes über, das eben erst aus den Händen seines Verfertigers entlassen, ohne Proben seines Könnens aufgewiesen zu haben, gewissermassen noch in Kisten verpackt in der Werkstatt des Astronomen herumliegt und dem forschenden Auge des Besuchers sich noch schamhaft verhüllt. Aus bestimmten Gründen bin ich aber in der Lage, den Schleier des Geheimnisses ein wenig zu lüften und Ihnen zu verraten, was denn die Kisten enthalten und was damit geplant wird. Es handelt sich um ein auf Kosten der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft von der Firma Zeiss gebautes und der Babelsberger Sternwarte zur Verfügung gestelltes, neuartiges astrometrisches Instrument, das man „Grossbogenmesser“ nennen könnte, weil es, im Gegensatz zu den bisher vielfach ver-

wendeten Mikrometern, die genaue Vermessung grosser Winkelabstände zwischen zwei Gestirnen am Himmel zulässt, und zwar unmittelbar, d. h. vorteilhafterweise völlig unabhängig von der Lage des Beobachtungsortes und von den Bewegungen der Erdachse im Raum, wie Präzession und Nutation.

Wie wird dies erreicht? Die allgemeine Form des Versuchsinstrumentes ist die eines kleineren Refraktors, von 16 cm Objektivöffnung und 160 cm Brennweite, der am Okular mit einem Positionsfadenmikrometer versehen ist, wie es etwa zu Doppelsternmessungen gebraucht wird. Der Objektivkopf trägt nun abweichend an einem diagonalen Rahmen zwei einander gegenüberliegende Doppelspiegel, die sowohl als Ganzes im Positionswinkel, also um die optische Achse des Fernrohrs, beliebig gedreht, als auch einzeln je in drei typische Stellungen zum Objektiv gebracht werden können. In der ersten Stellung tritt der betreffende Spiegel ganz vor die eine Objektivhälfte, in der zweiten schräg neben dieselbe, so dass Strahlen parallel zur optischen Achse noch passieren können, und in der dritten, der Ruhestellung, lässt er sie völlig frei. Die zwei Planspiegel jedes einzelnen der Doppelspiegel bilden zueinander einen Winkel von rund 45°, so dass ein in der Normalebene der Spiegel einfallender Lichtstrahl stets um nahe 90° abgelenkt wird. Bringe ich nun einen der Doppelspiegel in Stellung 1), d. h. vor die eine Objektivhälfte, den andern in die Ruhestellung, so kann ich durch die freie Objektivhälfte einen in der Richtung der optischen Achse stehenden Stern direkt anvisieren, während das Bild eines zweiten, 90° von ihm entfernten Sterns mit Hilfe des Doppelspiegels durch die zweite Objektivhälfte ins Fernrohr hineingespiegelt werden kann. (Dabei sei noch bemerkt, dass die beiden Doppelspiegel sich natürlich in ihren Stellungen vertauschen lassen.) Beide Bilder der zwei Sterne liegen jetzt im Gesichtsfeld nebeneinander und ihr Abstand wird in der üblichen Weise mikrometrisch vermessen. Um aber ihren tatsächlichen grossen Winkelabstand am Himmel zu erhalten, ist die genaue Kenntnis des Ablenkungswinkels des benutzten Doppelspiegels bezw. beider Doppelspiegel zusammen erforderlich. Diese wird in der folgenden Weise gewonnen: Man lasse Doppelspiegel 1) in Stellung 1), und bringe noch Doppelspiegel 2) in Stellung 2), so wird das Licht eines anvisierten Sterns durch die freie Objektivhälfte direkt ins Fernrohr gelangen, ausserdem aber auf dem Weg über Doppelspiegel 2) und Doppel-

spiegel 1) und die andere Objektivhälfte auch gespiegelt, da die Summe der Ablenkungswinkel beider Doppelspiegel ja nahe 180° ist. Es entstehen also von einem und demselben Stern zwei Bilder, deren Abstand wie vorher ausgemessen wird, wodurch sich die Summe der Ablenkungswinkel mit aller Genauigkeit bestimmt. Nun bedarf es bei der Abstandmessung zweier Sterne nur der abwechselnden Benutzung beider Doppelspiegel, um im Mittel der Beobachtungen, unter Anwendung der halben Summe der Ablenkungswinkel, den gesuchten Abstand einwandfrei zu erhalten. Es ist noch hervorzuheben, dass die Winkelsumme jederzeit nach Belieben zu kontrollieren sein wird, was wegen der eventuellen thermischen und zeitlichen Veränderungen der Spiegelwinkel von besonderer Wichtigkeit ist.

Die speziellen Aufgaben, die dem Instrumente zufallen, sind mannigfacher Art. Da lässt sich u. a. nennen die allgemeine Untersuchung der atmosphärischen Refraktion, in beliebigen Azimuten und unabhängig von der bei Meridianbeobachtungen unvermeidlichen gleichzeitigen Bestimmung der Polhöhe (geogr. Breite) des Beobachtungsortes. Sie wird eine sehr erwünschte Kontrolle abgeben für alle bisherigen Refraktionsbestimmungen und gebräuchlichen Refraktionstafeln. Ferner kommt in Frage eine neue Messung der Fixsternaberration, ebenso das weitere Studium der sogenannten „Jährlichen Refraktion". Der Hauptzweck der Beobachtungen mit dem Instrument ist aber die erneute, genaue Bestimmung des Sonnenapex, des Zielpunktes der Sonnenbewegung unter den Fixsternen, und in Verbindung damit die Ableitung von mittleren Parallaxen bezw. Entfernungen der beobachteten Sterngruppen aus den gefundenen parallaktischen Eigenbewegungen der Sterne. Die Methode beruht darauf, dass mit dem „Grossbogenmesser" die Winkelabstände aller um einen apexnahen Stern herum angeordneten, je ungefähr 90° von ihm entfernten, d. h. in einer schmalen Grosskreiszone liegenden Zonensterne ausgemessen werden können. Der Apex selbst wird auf Grund des Satzes gefunden, dass für ihn die Summe der parallaktischen (also der infolge der Sonnenbewegung nur scheinbar vorhandenen) Eigenbewegungen der Zonensterne ein Maximum sein muss. Es steht zu erwarten, dass das Instrument dem Astronomen ein neues und weites Arbeitsfeld eröffnet, das hoffentlich in Zukunft reiche Früchte trägt.

Das Durchstöbern der Astronomenwerkstatt fördert endlich in

einer entfernten Ecke ein altes Requisit zu Tage, das einmal vor Zeiten gute Dienste getan hat, dann aber ziemlich achtlos bei Seite gestellt wurde und jetzt vom Staub der Vergessenheit bedeckt ist. Ich meine damit altes Beobachtungsmaterial, umfangreiche, genaue und sorgfältig bearbeitete Reflektiert—Direkt-Beobachtungen von Polaris und drei anderen polnahen Sternen, die mit dem Meridiankreis der Leidener Sternwarte 1862 bis 1874 gesammelt wurden, zu dem Zwecke, die Polhöhe und nebenbei auch die Biegung des Meridianfernrohrs zu bestimmen. Das damals an manchen Sternwarten übliche Beobachtungsverfahren bestand darin, dass man den Polarstern nicht nur direkt anvisierte und seine Zenitdistanz mass, sondern auch sein in einem Quecksilberhorizont entstehendes Spiegelbild einstellte und dessen Zenitdistanz bestimmte. Auf diese Weise erhielt man schliesslich die Polhöhe frei von dem Fehler der Biegung.

Nun bedeutet aber die direkt gemessene Zenitdistanz nichts anderes als den Einfallswinkel eines Lichtstrahls auf den Quecksilberspiegel, und die reflektiert gemessene, von 180° abgezogen, den entsprechenden Reflexionswinkel. Sehen wir uns daraufhin die von allen Fehlern, namentlich dem der Biegung, möglichst gereinigten Beobachtungsresultate doch noch etwas näher an! Da fällt sofort auf, dass der Unterschied zwischen Reflexionswinkel und Einfallswinkel im Durchschnitt nicht, wie erwartet, zu null herauskommt, sondern einen merklichen positiven Betrag aufweist, und dass die Mittelwerte für die verschiedenen Sterne und ihre beiden Kulminationen, d. h. also für verschiedene Sternzeiten, ungleich gross sind. Wir wollen jetzt einmal von der banalen Erklärung durch noch unbekannte systematische Beobachtungsfehler absehen. Was mag dann die Ursache der Erscheinung sein? Wenn wir uns auf den soliden Boden der Absoluttheorie, d. h. der alten Lichtäthertheorie stellen, so finden wir des Rätsels Lösung darin, dass der benutzte Quecksilberspiegel bezw. die Erde, die ihn trägt, relativ zum Lichtäther sich mit grosser Geschwindigkeit bewegt. Für gewöhnlich rechnet man damit, wie jedermann weiss, dass bei einem ebenen Spiegel der Reflexionswinkel genau gleich dem Einfallswinkel sei. Diese Annahme gilt aber nach der Absoluttheorie nur streng, solange der Spiegel im Äther ruht. Sobald er sich gegen ihn bewegt, lässt sich theoretisch nachweisen, dass die Differenz: Reflexionswinkel — Einfallswinkel nicht mehr null ist, sondern

einen berechenbaren Betrag erreicht, der von dem Quadrat des Verhältnisses v/c, Spiegelgeschwindigkeit : Lichtgeschwindigkeit im Äther abhängt. Da die Lichtgeschwindigkeit 300,000 km/sek. beträgt, so bedarf es schon einer auch für kosmische Begriffe ungewöhnlich grossen Translationsgeschwindigkeit der Erde, von mindestens 300 km/sek., um die Differenz von Reflexionswinkel und Einfallswinkel selbst für die genauesten astronomischen Messungen bemerkbar zu machen. Eine solch grosse Geschwindigkeit wird aber dadurch wesentlich plausibler, dass in den letzten Jahren an Spiralnebeln Radialgeschwindigkeiten von 1000 km/sek., ja 1500 km/sek. und mehr beobachtet worden sind.

Gehen wir an die Berechnung der Erdbewegung im Äther aus den Leidener Meridianbeobachtungen, so ist noch zu bedenken, dass die Erde sich ja dreht, dass somit die Meridiankomponenten der stets in gleicher Richtung im Raume vor sich gehenden „absoluten" Bewegung mit der Periode eines Sterntages (der wahren Umdrehungszeit der Erde) veränderlich sein müssen, und ebenso der beobachtete Effekt, wie es tatsächlich in Leiden der Fall zu sein schien. Dieser Umstand ermöglicht es uns, prinzipiell aus einer Reihe von zu verschiedenen Sternzeiten gemessenen Effekten, durch Ausgleichungsrechnung Grösse und Richtung der „absoluten" Erdbewegung zu bestimmen. Aus der Bearbeitung der acht Leidener Mittelwerte folgt so für die Richtung der Erdbewegung ein Punkt im Sternbild des Fuhrmanns, mit $\alpha = 104°$, $\delta = +39°$, für die Geschwindigkeit v rund 800 km/sek.

Eine Kontrolle dieses nach dem Untersuchungsprinzip des „bewegten Spiegels" erhaltenen Resultates bot sich sogleich auf ganz anderem Wege, mit Hilfe einer bereits vorhandenen, von mir 1914—1917 am Vertikalkreise der Sternwarte Babelsberg ausgeführten, umfangreichen Messungsreihe von Zenitdistanzen eines sehr polnahen, schwachen Sterns, und auf Grund folgender Überlegung: Wenn man sich die ursprüngliche Lorentzsche Hypothese zu eigen macht, wonach alle materiellen Körper bei der Bewegung durch den Äther eine von der Geschwindigkeit in rechnerisch bestimmbarer Weise abhängige reelle Kontraktion in der Bewegungsrichtung erfahren — wir wollen sie „Lorentz-Kontraktion" nennen — so wird wegen der Erddeformation nicht nur jeder Beobachtungsort eine periodische Verschiebung im Raume erleiden, sondern auch seine Lotlinie bezw. sein Zenit wird innerhalb eines

Sterntages periodische Schwankungen ausführen. Da aber die Richtung nach einem Fixstern praktisch natürlich unverändert bleibt, so muss diese Zenitschwankung prinzipiell aus den fortgesetzten Messungen der Zenitdistanz eines Polsterns erkennbar sein. In meinen Beobachtungen zeigte sich nun in der Tat die vermutete 12-stündige Schwankung, und die rechnerische Ausgleichung ergab für den Zielpunkt der Erdbewegung: $\alpha = 49°$, und für die Geschwindigkeit ca. 700 km/sek., also Werte, die mit den vorigen verhältnismässig sehr gut übereinstimmen.

Dieses befriedigende vorläufige Ergebnis war nun der Anstoss zu langjährigen, eingehenden Untersuchungen, die gesondert nach den zwei erwähnten Prinzipien, dem der „Lorentz-Kontraktion" und dem des „bewegten Spiegels", und auf mancherlei völlig verschiedenen Wegen, zumeist auf der Babelsberger Sternwarte angestellt wurden. Es würde hier viel zu weit führen, auf alle einzelnen Beobachtungsreihen und Methoden besonders einzugehen; ich muss mich daher darauf beschränken, eine kurze Übersicht zu geben. Nach dem Prinzip der „Lorentz-Kontraktion" sind an astronomischen Beobachtungen ausgewertet worden: 1) Messungen der Zenitdistanz; 2) Nadir- bezw. Zenitpunktbeobachtungen; 3) wurden besondere Lotschwankungsversuche gemacht, mit einem Zeigerstab an Stelle des Meridianfernrohrs. Sodann folgten, ausgehend von der Erwägung, dass die für einen Ort periodische Erdkontraktion eine ebenso periodische Schwankung der Schwerkraft und damit auch eine tägliche Schwankung im Gang einer Pendeluhr zur Folge haben müsse: 4) Versuche mit sehr empfindlichen Gravimetern, einer Federwage und einem Torsionsgravimeter; 5) Vergleichungen von Pendeluhren mit Chronometern; 6) Auswertungen von funkentelegraphischen Uhrvergleichungen zwischen Amerika und Europa mittels der Annapolis-Zeitsignale usf.; 7) Vergleichungen von Sternkatalogen, gewonnen an nördlichen und südlichen Sternwarten. Das Programm der Arbeiten nach dem Prinzip des „bewegten Spiegels" enthielt dagegen: 1) die erwähnten Leidener Reflektiert—Direkt-Beobachtungen; 2) R.—D.-Beobachtungen in Babelsberg; 3) Messungen mit dem festen „Absolutbewegungsmesser"; 4) Messungen mit dem drehbaren „Absolutbewegungsmesser".

Die letzteren will ich noch etwas genauer beschreiben, da sie besonders instruktiv sind. An Stelle des auf den Quecksilberhorizont einfallenden Fixsternlichtes kann man nach der Absoluttheorie

ebensogut eine irdische Lichtquelle verwenden. Der „Absolutbewegungsmesser“ besteht daher einfach aus zwei in einer bestimmten Vertikalebene symmetrisch gegen einen zwischen ihnen liegenden Quecksilberhorizont geneigten Fernrohren, von denen das eine, der Kollimator, mit Fadenkreuz und Beleuchtungslämpchen versehen, den einfallenden Lichtstrahl liefert, während das Einstellfernrohr die genaue Höhenmessung des Fadenreflexes erlaubt. Es wurden zwei Apparate benutzt; bei dem einen waren die beiden Fernrohre fest aufgestellt, bei dem andern befanden sie sich nebst dem Quecksilberhorizont auf einem in Azimut drehbaren Träger und konnten in jede beliebige Richtung gebracht werden, ausserdem waren sie mit zwei Libellen ausgestattet. Eine einfache Überlegung zeigt dann, dass in diesem Falle die aufeinanderfolgenden Einstellungen in zwei entgegengesetzten Azimuten unmittelbar die doppelte Differenz Reflexionswinkel—Einfallswinkel für die betreffende Sternzeit und die betreffende Vertikalebene ergeben. Die Methode hat gegenüber allen andern angewendeten den grossen Vorteil, dass sie sich in hohem Masse von systematischen Beobachtungsfehlern freimacht, und dass sie nicht an eine bestimmte Zeitfolge der Messungen gebunden ist. Um Ihnen einen Begriff von der Grösse der gefundenen Effekte zu geben, erwähne ich noch, dass die extremen Werte der doppelten Differenz: Reflexionswinkel—Einfallswinkel in der W.-O.-Richtung $\pm$ 0″,7 erreichen, somit ganz sicher zu messen sind. Da der bisher in Babelsberg benutzte provisorische Apparat von etwas geringen Dimensionen war, ist der Bau eines neuen, grösseren Instrumentes in Aussicht genommen, mit dem künftighin auch in quantitativer Hinsicht entscheidende Messungen angestellt werden sollen.

Ein Blick auf die aus den erwähnten vielerlei Spezialuntersuchungen gewonnenen Einzelresultate für Zielpunkt und Grösse der vermuteten Erdbewegung genügt nun, um davon zu überzeugen, dass sie alle qualitativ vollkommen übereinstimmen, bezw. dass sie tatsächlich die verschiedenen Auswirkungen einer und derselben Naturerscheinung darstellen. Es dürfte kaum mehr zweifelhaft sein, dass wir unter dieser Naturerscheinung die bisher unbekannte grosse Translationsbewegung der Erde durch den Lichtäther zu verstehen haben.

Das vorläufige Endergebnis der ganzen Untersuchung besagt nun zunächst: Die Erde bewegt sich durch den

Lichtäther in der ungefähren Richtung nach dem Stern Capella (im Fuhrmann) hin, mit einer Geschwindigkeit von 600—700 km/sek. — Selbstverständlich führt nicht nur unsere kleine Erde allein diese gewaltige Bewegung aus, sondern Sonne und übrige Planeten mit ihr, ja das ganze Fixsternsystem, denn die beobachteten Durchschnittsgeschwindigkeiten innerhalb dieses Systems sind viel kleiner. Es ist sogar nicht ausgeschlossen, dass der gesamte Milchstrassenkomplex an der Translation teilnimmt, da gewisse Anzeichen dafür sprechen, dass unsere Milchstrasse gegenüber andern, fernen Milchstrassensystemen, Spiralnebeln, eine nach Grösse und Richtung ähnliche Bewegung hat.

Das Beobachtungsergebnis bestätigt aber ferner die alten Lorentzschen Hypothesen der Absoluttheorie vom im Universum „ruhenden" Lichtäther und von der reellen Kontraktion der materiellen Körper bei der Bewegung durch den Äther, und steht damit in vollständigem Widerspruch zu den Grundsätzen der Relativitätstheorie. Wir wollen hoffen, dass durch baldige Wiederholung der besprochenen Versuche von anderer Seite her, das Gewicht der Erfahrungstatsachen noch vermehrt wird, und die für die Physik so hochwichtige Frage rascher zur Entwicklung kommt als bisher!

Am Schlusse meiner Ausführungen drängt es mich, meiner tiefen und freudigen Empfindung darüber Ausdruck zu geben, dass es mir vergönnt war, gerade hier, in der alten Heimat und vor nahen und ferneren Freunden und Landsleuten von einigen Arbeiten und Plänen zu berichten, die uns praktische Astronomen in dieser Zeit vorwiegend beschäftigen und interessieren. Ich möchte nicht unterlassen, der Naturforschenden Gesellschaft von Basel und ihrem hochverehrten Präsidenten meinen Dank dafür abzustatten.