©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Über Astrophotographie.

Von

k. k. Regierungsrat Dr. Johann Palisa,

Vizedirektor der k. k. Sternwarte.

Vortrag, gehalten den 10. Februar 1915.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Über das mir zugewiesene Thema „Astrophotographie“ hat bereits Dr. Friedrich Bidschof, seinerzeit Assistent der k. k. Wiener Sternwarte, am 25. November 1896 an dieser Stelle gesprochen. Schon damals waren beiläufig 16 Jahre darüber verflossen, daß die Photographie infolge Erfindung der hochempfindlichen Trockenplatten endgültig in die Astronomie eingeführt worden war, und so ist es erklärlich, daß sie schon zu jener Zeit nach allen Richtungen in der Astronomie Verwendung fand und neue Gesichtspunkte bezüglich der Anwendung nur mehr selten auftraten. Mein Vortrag würde daher, wenn ich mich streng an den Titel halten wollte, nur eine Wiederholung des erwähnten Vortrages sein. Weil aber Dr. Bidschof die vielfachen Verwendungen meistens nur streifen und andeuten konnte, so habe ich mir vorgenommen, einen einzelnen Zweig der Anwendung der Photographie herauszugreifen, nur über diesen zu sprechen, ihn dafür ausführlicher zu behandeln und, um den außerordentlichen Nutzen der Photographie Ihnen deutlich und lebhaft zum Bewußtsein zu bringen, die alten Beobachtungsmethoden zu beschreiben.

Auf unserer Erde gibt es Länder, Meere, Inseln, Flüsse, Städte, Dörfer, Berge. Um ein jedes dieser aufge-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zählten Objekte von einem andern zu unterscheiden, dient als ältestes Mittel der Name, der ihm beigelegt wurde. Mit dem Namen allein ist uns aber nicht ganz gedient, wir müssen auch wissen, wie diese Objekte gegenseitig liegen, und zu diesem Zwecke dienen in allererster Linie die Erdgloben und, weil diese nur bis zu einer gewissen Größe konstruiert werden können, die Landkarten. Wenn ich nun wissen will, wo ein bestimmtes Objekt, z. B. eine Stadt auf unserer Erde liegt, so würde es oft sehr lange dauern, bis ich den Ort, wo die genannte Stadt liegt, auf dem Globus oder auf der Landkarte gefunden habe, wenn mir nicht von vornherein bekannt wäre, in welcher Gegend der Erde die Stadt zu suchen ist. Um also eine Stadt leicht und sicher zu finden, muß mir daher noch etwas, nämlich die geographischen Koordinaten, Länge und Breite bekannt sein. Diese allein genügen auch vollständig, ohne Kenntnis des Namens die gesuchte Stadt zu finden. Wie wenig der Name allein nützen würde, ersehen Sie z. B. daraus, daß es Ihnen unmöglich sein wird, auf den Landkarten der nächsten Zeit die Stadt Petersburg zu finden. Sie werden sie vergeblich suchen, aber Sie werden die genannte Stadt finden, wenn Ihnen Länge und Breite bekannt sind. Und gerade so, wie beim Studium der Geographie der Globus oder die Landkarte das wichtigste Hilfsmittel ist, so ist auch in der Astronomie die Herstellung des Himmelsglobus, der Sternkarten, in erster Linie aber das Verzeichnis der Sterne nach den himmlischen Koordinaten Länge

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

und Breite oder Rektaszension und Deklination eine der ersten Aufgaben, welche gelöst werden muß. Zuerst müssen wir den Ort eines Sternes wissen, um von ihm sprechen zu können, um ihn jederzeit leicht zu finden und ihn dann mit unseren Hilfsmitteln zu studieren.

Kein Geringerer als Hipparch, 190—125 v. Chr., welcher als der größte Astronom des Altertums gilt, war es, der durch das Aufleuchten eines neuen Sternes auf die Wichtigkeit aufmerksam wurde, welche ein genaues Verzeichnis aller sichtbaren Sterne für die Nachwelt haben müßte. Er beobachtete alle Sterne nach den Koordinaten Länge und Breite und ordnete sie nach fortschreitenden Längen. Das war also der erste Sternkatalog. Derselbe ist uns zwar im Original nicht erhalten geblieben, wohl aber dadurch, daß Ptolemaeus ihn zum allergrößten Teil in seinen Almagest, in dem wir die Örter von 1025 Sternen verzeichnet finden, aufgenommen hat. Es ist selbstverständlich, daß mit der Erfindung des Fernrohres diese Bestrebungen neu aufgenommen und auch auf jene Sterne ausgedehnt wurden, welche dem freien Auge unsichtbar sind. Je vollkommener das Fernrohr wurde und je genauer man die mit diesem verbundenen Meßinstrumente konstruierte, um so dringender gestaltete sich das Bedürfnis, genaue Positionen von so viel Sternen als möglich zu kennen, und so sehen wir im 18. und 19. Jahrhundert zahlreiche Astronomen sich mit dieser Aufgabe beschäftigen, unter denen be-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

sonders Bradley, Lalande, Bessel, Rümker und Argelander hervorragen. Bei der Art und Weise des Vorganges konnte es jedoch nicht ausgeschlossen bleiben, daß einzelne, sogar sehr helle Sterne übersehen worden waren, und dieser Umstand veranlaßte Argelander, sein epochales Werk, die Bonner Durchmusterung, durchzuführen. Indem ich nun eingehender über dieses Werk spreche, will ich Ihnen den großen Unterschied zum Bewußtsein bringen, welcher zwischen der Methode Argelanders und der photographischen Methode liegt.

Es war Argelanders Absicht, durch die Durchmusterung alle Sterne bis zur Größe 9·0 und einen großen Teil noch etwas schwächerer Sterne etwa bis zur Größe von 9·5 kennen zu lernen. Er mußte hiebei auf große Genauigkeit der Positionsangaben verzichten und sich mit einer Genauigkeit von 1 Minute, in vielen Fällen mit einer noch geringeren begnügen; jedenfalls sollte aber die Genauigkeit hinreichen, um den beobachteten Stern jederzeit sicher zu erkennen. Seine Arbeit erstreckte sich vom Nordpol des Himmels bis zu 2 Grad südlicher Deklination, sie umfaßt also etwas mehr als das halbe Himmelsgewölbe; die andere Hälfte sollten spätere Generationen bewältigen, eine Aufgabe, die inzwischen teils in Bonn, teils in Cordoba, Argentinien, teils am Kap der guten Hoffnung bereits gelöst worden ist.

Ich will nun die Beobachtungsmethode Argelanders ein wenig skizzieren. Die Beobachtungen erfolgten an einem kleinen Fernrohr von nur 9 cm Öffnung und

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zirka 70 cm Brennweite und 10facher Vergrößerung. Im Brennpunkte des Fernrohres war ein dünnes, durchsichtiges Planglas, eine halbe Kreisfläche darstellend, derart befestigt, daß sie nur eine Hälfte des Gesichtsfeldes bedeckte. Die gerade Begrenzung dieses Planglases war matt abgeschliffen und bildete im Fernrohr eine dunkle Linie, den Stundenstrich. Senkrecht zum Stundenstrich war ein Halbmesser mit schwarzer Ölfarbe aufgetragen und auf jeder Seite desselben noch je 10 kürzere Striche in gleichen Abständen angebracht und zur leichteren Unterscheidung jeder dritte Strich etwas länger gehalten. Diese Striche wurden Deklinationsstriche genannt. Das Planglas war so orientiert, daß die in das Gesichtsfeld des ruhenden Fernrohres eintretenden Sterne sich senkrecht auf den Stundenstrich zu bewegten. Es waren immer zwei Beobachter tätig. Das Fernrohr wurde zunächst auf einen ausgewählten Deklinationsgrad und einen bestimmten Stundenwinkel eingestellt und verblieb während der ganzen Beobachtungsdauer in der ihm erteilten Stellung. Der Beobachter „A“ nahm am Fernrohr Platz und suchte sich mit den vorhandenen Mitteln eine bequeme Lage des Körpers für die über eine Stunde dauernde Beobachtungsreihe herzurichten.

Die Beobachtungen erfolgten ganz im Dunkeln und gegen die äußere Beleuchtung von Seite des Himmels war das Auge durch einen am Okularende angebrachten Schirm aus Pappe geschützt. Die Beobachtungsreihe begann stets mit einem vorher ausgewählten hellen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Stern, dessen Ort schon durch ältere Beobachtungen bekannt war. Der Beobachter „A“ hatte nun die Aufgabe, in dem Augenblicke, als ein im Fernrohre sichtbarer Stern an dem Stundenstrich verschwand, die Größe desselben laut zu rufen. Der Beobachter „B“ befand sich in dem Raum unter der Kuppel. Vor ihm war das beleuchtete Zifferblatt einer Pendeluhr und ein Schreibtisch. Er hatte fortlaufend die vom Beobachter „A“ ausgerufene Größe zu notieren und außerdem die Zeit anzugeben, zu welcher die Größe ausgerufen wurde. Hingegen war es die Aufgabe des Beobachters „A“, auf einem Blatte Papier zu notieren, bei welchem Deklinationsstrich der Stern verschwunden war, und wenn das Verschwinden nicht genau an einem Deklinationsstriche erfolgte, auch den Abstand der Verschwindungsstelle von dem notierten Striche in Bruchteilen des Strichintervalls. Eine solche, eine Stunde oder darüber dauernde Beobachtungsreihe wurde eine Zone genannt. Sie erstreckte sich also über eine Rektaszensionsstunde oder über 15 Grad in Rektaszension. In Deklination war jede Zone auf einen vollen Grad eingestellt und umfaßte nach beiden Richtungen etwas mehr als einen Grad, so daß also jede Zone reichlich zwei Grad breit war. Nach Beendigung einer solchen Zone begaben sich beide Beobachter in die Kanzlei, um sofort die gemachten Aufschreibungen zu kontrollieren und, unterstützt von dem noch frisch im Gedächtnisse Haftenden, die Bedeutung der auf den Blättern gemachten Bemerkungen genauer festzulegen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

und alle vorhandenen Zweifel und Zweideutigkeiten zu beseitigen. Unterdessen hatte aber bereits ein anderes Beobachterpaar die verlassenen Plätze eingenommen. Da Irrtümer trotz aller angewendeten Vorsichtsmaßregeln unvermeidlich waren, wurde jede Gegend ein zweitesmal aufgenommen. Hiebei wurde das System befolgt, daß die Deklination um einen vollen Grad nördlicher oder südlicher eingestellt wurde, so daß also beide Zonen nur einen Grad gemeinsam hatten: man sieht leicht ein, daß bei fortgesetzter Anwendung der Verschiebung der Deklinationseinstellung um je einen Grad jede Gegend des Himmels zweimal beobachtet worden war. In den Gegenden der Milchstraße war es aber unmöglich, mit einer Zonenbreite von zwei Grad durchzukommen, und es mußte die Zonenbreite auf einen Grad herabgesetzt werden, und außerdem wurden diese Gegenden noch ein drittesmal durchbeobachtet, um ja keinen hellen Stern zu übersehen. Sobald die Zeit es zuließ, wurden die Beobachtungen reduziert, das heißt aus den gemachten Beobachtungen wurden die Rektaszension und Deklination eines jeden beobachteten Sternes ermittelt. Es war dies eine Arbeit, die für jede Zone, deren Beobachtung doch nur eine gute Stunde erfordert hatte, viele Stunden in Anspruch nahm. Erst wenn diese Rechnungen fertig waren, konnten die Zonen bezüglich der übereinandergreifenden Partieen verglichen werden. Sterne, die in beiden Zonen dieselbe Position hatten, wurden als sicher vorhanden angenommen und in den

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Katalog aufgenommen; Sterne, die nur in einer Zone enthalten waren, konnten fehlerhaft beobachtet sein und wurden erst dann in den Katalog aufgenommen, wenn ihre Existenz an dem angegebenen Orte durch Angaben anderer Astronomen, durch Sternkarten oder eine neue Beobachtung bestätigt werden konnte. Wenn aber die Übereinstimmung zweier Zonen gar nicht befriedigen wollte, wurde eine sogenannte Revisionszone in Angriff genommen. Nach Vollendung dieser Arbeiten schritt man zur Herstellung des Katalogs. Alle Sterne, deren Deklination in den Graden übereinstimmte und nur in den Minuten verschieden war, wurden nach fortlaufenden Rektaszensionen geordnet und zu einem Ganzen, gleichfalls Zone genannt, vereinigt und das Ganze in drei Bänden, welche die nördliche Durchmusterung genannt werden, publiziert. Die Beobachtungen begannen im Jahre 1852 und dauerten bis 1857, während welcher Zeit in 625 Nächten 1841 Zonen beobachtet wurden. Mit den Revisionszonen, von denen 476 in 227 Nächten beobachtet wurden, begann man 1854 und endete 1861. Im Jahre 1862 war das große Werk in den Händen der Astronomen. Es enthält 324.198 Sterne.

Die große Bedeutung dieser Riesenarbeit wurde von der ganzen astronomischen Welt erkannt und so ging man bald daran, die Durchmusterung auch auf den südlichen Himmel auszudehnen. Schönfeld, Argelanders Mitarbeiter an der nördlichen Durchmusterung und sein Nachfolger als Direktor der Bonner Stern-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

warte, setzte das Werk bis zum 23. Grade südlicher Deklination fort. Der betreffende Band enthält 133.659 Sterne. Die weitere Fortsetzung nach Süden, also über jenen Teil des Himmels, der in unseren Gegenden selbst im Meridian nahe dem Horizonte steht oder überhaupt unsichtbar bleibt, übernahm Thome, der Direktor der Sternwarte Cordoba in Argentinien, und führte sie bis zum 52. Grad südlicher Deklination weiter. Mittlerweile war aber die Photographie in den Dienst der Astronomie getreten und dieser Umstand veranlaßte David Gill, den Direktor der Kapsternwarte, die Durchmusterung des südlichen Himmels vom 19. Grad südlicher Deklination bis zum Südpol des Himmels auf photographischem Wege durchzuführen. In kurzer Zeit war das Werk vollendet; es enthält in drei Bänden 454.875 Sterne. Es mag hier nicht unerwähnt bleiben und es zeugt für die große Bedeutung dieser Arbeiten, daß die deutsche Bezeichnung „Durchmusterung" in allen Sprachen beibehalten wurde.

Durch die Durchmusterung, zunächst des nördlichen Himmels, war die Möglichkeit gegeben, sich dem Ideal der Astronomie, die genauen Positionen aller Sterne des Himmels zu kennen, um einen weiteren Schritt zu nähern. Da man nämlich durch dieselbe erst jetzt zur Kenntnis aller Sterne bis zur Größe 9·0 gelangt war, so war es erst von da an möglich, das erwähnte Ideal mit Bezug auf alle Sterne bis zur Größe 9·0 zu erreichen. Man wird vielleicht die Frage aufwerfen, ob es denn von so ungeheurer Bedeutung

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

ist, dieses Ideal in seinem vollen Umfange zu erreichen, wenn keine weiteren Ziele damit verbunden sind. In der Tat würde diese Riesenarbeit nicht so rasch unternommen worden sein, wenn wir nur die genaue Zahl der Sterne und deren Positionen wissen wollten. Da wir aber zu der Überzeugung gekommen sind, daß am Himmel fortwährend Änderungen vorkommen, daß insbesonders ein jeder Stern sich bewegt, daß somit die Bezeichnung Fixstern infolge dieser Erkenntnis unrichtig ist, so muß es unsere Aufgabe sein, die Bewegung der Sterne nach Richtung und Größe kennen zu lernen. Diese Bewegungen können alle möglichen Richtungen in bezug auf den Visionsradius, das ist die Richtung, in der wir die Sterne sehen, besitzen. Sterne, die sich nur im Visionsradius, also auf uns zu oder von uns weg bewegen, werden keine Änderung ihrer Stellung am Himmel aufweisen; bei allen anderen Bewegungsrichtungen aber wird jene Komponente der Bewegung, die senkrecht zum Visionsradius steht, sich mit der Zeit als Veränderung der Position bemerkbar machen. Diese Veränderung der Position wird mit dem Namen Eigenbewegung bezeichnet. Sind wir dann in der Lage, die Entfernung eines Sternes, oder, um mit dem technischen Ausdrucke zu reden, seine Parallaxe zu bestimmen, so läßt sich aus der ermittelten Eigenbewegung die Geschwindigkeit dieser Komponente in Kilometern berechnen, und da es weiter durch die Spektroskopie möglich geworden ist, auch die andere Geschwindigkeitskomponente, die im Visions-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

radius selbst liegende für jeden Stern — vorläufig ist dies praktisch nur für hellere Sterne durchführbar — zu messen, so sind wir theoretisch in der Lage die Bewegungsrichtung und Geschwindigkeit für alle Sterne, praktisch aber nur für die helleren Sterne etwa bis zur 7. Größe zu erfahren. Welche große Perspektiven sich aber durch die Kenntnis aller Eigenbewegungen, der Geschwindigkeiten im Visionsradius und der Entfernungen der Sterne eröffnen, brauchte eigentlich nicht erst gesagt zu werden; sie bedeutet nichts weniger als den fast vollständigen Einblick in den Bau des gesamten Sternenhimmels.

Um aber die Eigenbewegung eines Sternes, die im allgemeinen umgemein klein ist, kennen zu lernen, muß der Ort des Sternes zu zwei verschiedenen Zeiten so genau als möglich ermittelt werden. Der Unterschied der Positionen dividiert durch die Zahl der zwischen den beiden Beobachtungen liegenden Jahre ergibt die jährliche Verschiebung am Himmel, die Eigenbewegung. Weil aber auch die genauesten Beobachtungen doch nicht absolut richtig sind, so wird auch die berechnete Eigenbewegung nicht die wahre sein. Man wird sich der Wahrheit um so mehr nähern oder der Einfluß der Beobachtungsfehler um so geringer werden, je weiter in bezug auf Zeit die beiden zur Bestimmung der Eigenbewegung benützten Beobachtungen auseinanderliegen. Vor allem also ist eine genaue erste Beobachtung notwendig. Da nun, wie schon erwähnt, die Positionsangaben der Durchmusterung nur eine

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Genauigkeit von 1 Minute und oft noch weniger besitzen und zur Bestimmung der Eigenbewegung und auch aus anderen Gründen eine Genauigkeit von mindestens 1 Bogensekunde notwendig ist, so lag die Idee nahe, an eine Neubeobachtung aller Sterne, deren Positionen in der Durchmusterung enthalten und die nicht schwächer als 9·0 sind, zu schreiten. Auf der 1869 in Wien tagenden Astronomenversammlung wurde ein diesbezüglicher Beschluß gefaßt, der Himmel sodann an jene Sternwarten, welche über einen modernen Meridiankreis verfügten und sich an dem gemeinsamen Unternehmen beteiligen wollten, verteilt und sofort an die Arbeit geschritten. Die Sternwarte von Wien konnte sich an diesem internationalen Unternehmen nicht beteiligen, weil sie weder damals noch jetzt einen für diese Arbeit tauglichen Meridiankreis besitzt.

Man hoffte, in etwa 10 Jahren mit der ganzen Arbeit fertig zu sein, aber einzelne Sternwarten mußten zurücktreten, andere versagten im Laufe der Arbeit und so dauerte es 40 Jahre, bis die große Arbeit vollendet war. Inzwischen aber war die Durchmusterung Schönfelds in Bonn bis zum 23. Grad südlicher Deklination fertig geworden und neu errichtete Sternwarten, so z. B. die des Herrn von Kuffner in Ottakring, konnten Zonen südlich von —2 Grad übernehmen und durchführen, so daß die Arbeit vom Nordpol bis zum 18. Grad südlicher Deklination vollendet vorliegt.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Während so ein Teil der Astronomen noch vollauf mit den Beobachtungen der Sterne bis zur 9·0. Größe beschäftigt war, hatte die Photographie zu Beginn der Achtzigerjahre infolge der Erfindung der hochempfindlichen Trockenplatte ihren siegreichen Einzug in der Astronomie begonnen. Während man bei den wenig empfindlichen nassen Kollodiumplatten nur an die Aufnahme der hellsten Objekte denken konnte, war man jetzt in der Lage, auch den Fixsternhimmel photographisch festzuhalten. In kürzester Zeit war der Beweis geliefert, daß man durch die Photographie die Existenz von so schwachen Sternen nachweisen kann, die selbst mit den stärksten Fernrohren unsichtbar bleiben, denn es war im Gegensatz zu den nassen Platten möglich geworden, die Expositionszeit beliebig lang auszudehnen; je länger man exponierte, um so schwächere Sterne zeigte die Platte. Man lieferte den Nachweis, daß den Ausmessungen auf der Platte nicht nur die bisher größtmöglichste Genauigkeit innewohnt, sondern daß auch helle Sterne größere Scheiben hervorrufen als schwächere, so daß also auch die Helligkeit der Sterne gemessen werden kann. Die Pariser Astronomen, speziell die Brüder Henry, waren unter den ersten, welche diesbezügliche Versuche machten, und das Resultat war ein so verblüffendes, daß der tatkräftige Direktor der Pariser Sternwarte, Admiral Mouchez, den Gedanken faßte, das, was die Astronomische Gesellschaft nur in beschränktem Maßstabe bis zu den Sternen der 9·0. Größe unternommen hatte, in weit größerem Umfange durch-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

zuführen. Weil aber auch die Pariser Sternwarte allein nicht in der Lage gewesen wäre, dieses Unternehmen durchzuführen, so wurde ein Kongreß von leitenden Astronomen 1887 nach Paris einberufen, der nach längerer Beratung sich in folgendem einigte:

Es ist der ganze Himmel aufzunehmen. Als Instrumente seien nur Refraktoren und nicht Reflektoren zu verwenden, weil nur die ersteren ein genügend großes Gesichtsfeld besitzen. Um zu kontrollieren, ob der photographische Refraktor durch das Uhrwerk richtig weiter bewegt werde, und um eventuelle Abweichungen sofort zu erkennen und zu beseitigen, solle mit dem photographischen Refraktor ein visueller Refraktor auf das solideste verbunden werden. Als bestes Mittel wurde geraten, beide Objektive in demselben Rohr nebeneinander zu befestigen. Der Beobachter hätte dann an dem visuellen Refraktor während der ganzen Expositionszeit zu beobachten, ob ein in der Mitte des Gesichtsfeldes befindlicher Stern, Leitstern genannt, an der Kreuzungsstelle der im Brennpunkte senkrecht zueinander gespannten Fäden verbleibe und gegebenenfalls mit Hilfe vorhandener Einrichtungen jede bemerkte Abweichung sofort zu beseitigen. Damit bei gleicher Expositionszeit die schwächsten noch auf der Platte erscheinenden Sterne von derselben Größe seien, wurde obligatorisch verlangt, daß die Objektivöffnung aller in Verwendung kommenden photographischen Refraktoren gleich sei, und zwar 34 cm betrage. Weil weiters die Brennweite für den Maßstab der

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Platte ausschlaggebend ist, wurde, um auch einen gleichen Maßstab zu erhalten, die Brennweite zu 3·4 m festgesetzt, so daß 1 mm auf der Platte einer Bogenminute am Himmel entspricht. Die Aufnahmen sollten es ermöglichen, die Positionen aller abgebildeten Sterne mit der größtmöglichsten Genauigkeit zu messen, um so der Nachwelt ein Material höchster Genauigkeit, ein Material, das im Gegensatze zu den bisherigen Beobachtungsmethoden jederzeit eine Nachprüfung gestattet, zu hinterlassen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden verschiedene Vorsichtsmaßregeln beraten und die folgenden angenommen: Da es möglich ist, daß die Gelatineschicht der photographischen Platte beim Entwickeln und späteren Trocknen Verschiebungen erfährt und dadurch die gegenseitigen Stellungen der Sterne auf der entwickelten Platte andere geworden sind als auf der unentwickelten, soll vor der Entwicklung ein Netz von geraden und aufeinander senkrechten Linien aufkopiert werden. Zu diesem Zwecke soll von einer erstklassigen Mechanikerwerkstätte eine vollkommen ebene Glasplatte versilbert und in die Silberschicht das gewünschte Netz eingeschnitten werden. Dieses Netz sei dann bezüglich seiner etwaigen Teilungsfehler zu untersuchen, so daß man die Entfernung eines jeden Striches von dem durch das Zentrum der Platte gezogenen Strich auf das genaueste kennt. Die Kopie dieses Netzes auf der photographischen Platte hat sodann dieselben Fehler wie das Originalstrichnetz. Zu messen ist dann nur der Ab-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

stand eines jeden Sternes gegen die benachbarten Striche. Die etwa zwischen den den Stern einschließenden Strichen stattgefundene Verschiebung kann nur äußerst gering sein und daher vernachlässigt werden. Das Strichnetz, sowohl das Original als auch die Kopien auf der Platte, wurde allgemein Reseau genannt.

Um Plattenfehler von Sternen zu unterscheiden, wurde folgendes vorgeschrieben: Es sind von jeder Gegend und auf derselben Platte drei Aufnahmen von gleich langer Dauer vorzunehmen. Bei jeder folgenden Aufnahme sollen die Sterne an einer um wenige Bogensekunden verschobenen Stelle der Platte abgebildet werden, derartig, daß die drei Bilder eines Sternes ein kleines, gleichseitiges Dreieck bilden. Bei hellen Sternen, deren Scheiben, wie früher erwähnt, größer sind, fließen die drei Bilder zusammen, haben aber doch an drei Stellen kleine Höcker. Meiner Ansicht nach wäre es vorteilhafter gewesen, statt drei Aufnahmen auf einer Platte, zwei Aufnahmen auf zwei Platten zu machen und durch Vergleich beider Platten die Plattenfehler auszuscheiden. Das hätte eine Aufnahme erspart, wohl aber die Anzahl der Platten verdoppelt. Wäre dann jede Platte für sich vermessen worden, so wären dann alle Objekte, die nur auf einer Platte vorhanden waren, auszuscheiden. Eine Mehrarbeit wäre dies nicht gewesen, weil es vorgeschrieben war, jede Platte zweimal auszumessen. Später hat man noch einfachere Mittel gefunden, um

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

diese Unterscheidung beim Vorhandensein zweier Aufnahmen auf zwei Platten leicht zu gestalten.

Obwohl die Photographie die Mittel bietet, dem eingangs erwähnten Ideal der Astronomie so nahe als möglich zu kommen, sah man doch ein, daß die Erreichung dieses Zieles aus Mangel an Kräften, beziehungsweise Geldmitteln derzeit nicht möglich ist. Man entschloß sich daher zu folgendem: Es sollten zweierlei Aufnahmen gemacht werden: Aufnahmen mit je 5, beziehungsweise 3 mal 5 Minuten Expositionszeit und Aufnahmen mit je 30, beziehungsweise 3 mal 30 Minuten Expositionszeit. Nur die kurz belichteten Aufnahmen, welche Sterne bis zur 11. Größe enthalten, sollten ausgemessen und die Positionen berechnet und in Katalogsform publiziert werden, die lang belichteten Aufnahmen, die Sterne bis zur 14. Größe zeigen, auf den doppelten Maßstab vergrößert und als Karten publiziert werden. Diese letzteren sollten also als nicht reduziertes Beobachtungsmaterial der Nachwelt überliefert werden. So wie das Unternehmen der Astronomischen Gesellschaft langsamer vonstatten ging, als man erwartet hatte, so war es auch jetzt der Fall. Schon bis jede der sich beteiligenden Sternwarten die Geldmittel besorgt hatte und bis dann die Instrumente angeschafft und fertiggestellt waren, dauerte es geraume Zeit. Vollkommen fertig, sowohl was den Katalog als die Karten betrifft, ist die Sternwarte von Greenwich, die die Gegend vom Nordpol bis zum 64. Grad nördlicher Deklination übernommen hatte.

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

Oxford hat den Katalog fertig. Sehr weit nach beiden Richtungen gekommen sind die französischen Sternwarten, die einen sehr großen Teil des Himmels übernommen hatten. Man kann getrost behaupten, daß das große Werk sehr rasch fortschreitet.

Der immense Vorteil der photographischen Methode der Ortsbestimmung der Sterne gegenüber der Beobachtung am Meridiankreise liegt darin, daß mit einer einzigen Aufnahme von wenigen Minuten das Beobachtungsmaterial für sämtliche Sterne, die in dem Gesichtsfelde des photographischen Fernrohrs sind, gewonnen ist, während bei den Beobachtungen am Meridiankreise jeder Stern für sich vorgenommen werden muß. Man wäre aber in großem Irrtum, wenn man glauben wollte, daß die Beobachtungen am Meridiankreise zum Zwecke der Ortsbestimmung der Sterne überflüssig geworden sind. Nein, es ist das Gegenteil der Fall. Während man bei den Beobachtungen am Meridiankreise mit der Beobachtung eines Minimums von sehr hellen und gut bestimmten Sternen, die außerdem in beliebigen Stellen des Himmels stehen können, den sogenannten Fundamentalsternen, auskommen kann, um alle Reduktionsgrößen für die Beobachtungen zu gewinnen, benötigt man für die Ausmessung der Plattensterne die genaue Kenntnis des Ortes von mehreren Sternen, sogenannten Anhaltsternen, die auf der Platte vorkommen, um die Reduktionsgrößen für die übrigen Sterne zu ermitteln. Wenn also die Genauigkeit der Ausmessung der Plattensterne gegenüber dem Zentrum

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

der Platte und den Himmelsrichtungen die Genauigkeit der Meridianbeobachtungen übertrifft, so bleibt doch noch die eine Fehlerquelle bestehen, daß unrichtige Angaben der Anhaltsterne sich auf die auszumessenden Sterne übertragen. Genaue Positionen der Anhaltsterne können aber nur durch Meridianbeobachtungen gewonnen werden. Unrichtige Angaben können nun dadurch entstehen, daß die Angaben für die Anhaltsterne infolge von Rechnungsfehlern direkt fehlerhaft sind, sie können aber auch dadurch verursacht sein, daß die Anhaltsterne Eigenbewegung besitzen, die noch nicht erkannt ist und daher für die Zeit der Aufnahme nicht berücksichtigt werden konnte. Sie sehen also, daß die Meridianbeobachtungen durchaus nicht zum alten Eisen geworfen werden können, sondern daß ihre Bedeutung gerade durch die Photographie noch gewonnen hat, weil sie das Fundament für die photographischen Aufnahmen des Fixsternhimmels bilden, und daß daher die Bestrebungen, die Genauigkeit der Meridiankreisbeobachtungen zu erhöhen, von größter Bedeutung sind.

Ich habe zu Beginn meines Vortrages es als eine der ersten Aufgaben der Astronomie bezeichnet, alle Sterne des Himmels kennen zu lernen und als den Ort, wo diese Kenntnisse niedergelegt sind, Himmelsglobus, Sternkarten und Sternkataloge angeführt. Bevor jedoch die Photographie als Hilfsmittel der Beobachtungskunst in Verwendung kam, waren es die auf genauen Meridianbeobachtungen aufgebauten Sternkataloge allein, welche uns durch ihre genaueu Po-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

sitionsangaben dieses in bescheidenem Umfange leisteten, während die Sternkarten nur zur raschen Orientierung am Himmel dienten. Daß die Sternkarten in zweiter Linie standen, geht schon daraus hervor, daß sie kein Original waren, sondern durch Eintragen der in den Katalogen enthaltenen Sterne in ein Gradnetz erhalten wurden. Diese Sterne bildeten dann in vielen Fällen das Gerippe einer Sternkarte, in welche der Beobachter die in seinem Fernrohr sichtbaren Sterne zumeist nur nach dem Augenmaße einzeichnete. Wollte daher jemand einer solchen Sternkarte die Position eines Sternes entnehmen, so hätte er mit unvermeidlichen und oft sehr großen Fehlern zu rechnen. Die Sternkarten dienten damals hauptsächlich einem andern Zwecke, nämlich den Beobachter mit einem Schlage über die gegenseitige Stellung der Sterne zu orientieren, gerade so wie eine Landkarte ganz anders über die Lage einer Stadt, eines Flusses, eines Berges orientiert als ein geographisches Lexikon mit seinen Angaben der geographischen Koordinaten. Erst die photographische Sternkarte ist in diesem Sinne ein Original, welches zur Entnahme genauer Positionen verwendet werden kann, weil sie ein vollkommen getreues Bild des Himmels liefert und von jeder Ungenauigkeit frei ist. Sie ist sozusagen ein Dokument über das Aussehen des Himmels zur Zeit der Aufnahme. Die früheren Sternkarten waren aber trotz der ihnen anhaftenden Mängel ein außerordentlich wichtiges Hilfsmittel für die Beobachter von kleinen Planeten

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

und veränderlichen Sternen, denn man konnte mit ihnen rasch und leicht das zu beobachtende Objekt erkennen, und so hoffte man mit den photographischen Sternkarten noch bessere Resultate zu erzielen. Da stellte es sich aber leider heraus, daß die photographischen Sternkarten des internationalen Unternehmens diesem Bedürfnisse wenig oder fast gar nicht gerecht werden. Es waren nämlich gerade jene Vorsichtsmaßregeln, welche getroffen worden waren, um genaue Positionen auszumessen, die störend auf den Beobachter einwirkten, so daß jeder Beobachter es vorzog, auf ihren Gebrauch zu verzichten. Das aufkopierte Netz, für alle Karten gleich, stimmte nämlich durchaus nicht mit den Koordinaten Rektaszension und Deklination überein und die dreifache Wiedergabe der einzelnen Sterne berührte die Augen binnen kurzem ungemein schmerzhaft, etwa so, als wenn man mit einem nicht gut eingestellten Okular beobachten wollte. Ich war unter denen, welche diese Übelstände erkannten und da meine Arbeiten durch den Gebrauch von Sternkarten — ich habe selbst zahlreiche angefertigt — wesentlich erleichtert worden waren, so faßte ich den Plan, die vorzüglichen Aufnahmen von Professor Wolf, dem Direktor der Heidelberger Sternwarte, so zu bearbeiten, daß sie vor allem andern dem Beobachter wesentliche Hilfe leisten. Diese Aufnahmen eigneten sich ganz besonders für den genannten Zweck, weil sie erstens auf einer einzigen Daueraufnahme beruhten und infolge dessen die Sternbilder schön rund er-

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

schienen, und zweitens weil die Expositionszeit in der Regel drei Stunden betrug, so daß diese Aufnahmen viel mehr und viel schwächere Sterne enthielten als die des internationalen Unternehmens. Professor Wolf stimmte meinem Vorschlage, in gemeinsamer Arbeit seine Aufnahmen zu veröffentlichen, freudigst zu und übernahm den ersten Teil der Arbeit, nämlich die Herstellung geeigneter Kopien seiner Originalaufnahmen. Mir oblag nur mehr die Aufgabe, ein Gradnetz auf den herauszugebenden Karten anzubringen, das mit den Koordinaten so genau als möglich übereinstimmte, so daß die Aufsuchung eines jeden Sternes mit der größten Leichtigkeit vorgenommen werden konnte. Diese Aufgabe löste ich dadurch, daß auf der Glaskopie des Originals die geraden Rektaszensionslinien und die gekrümmten Deklinationslinien für jeden vollen Grad mit einem Messer in die Gelatineschicht eingeschnitten wurden. Das Einschneiden erfolgte zuerst mit freier Hand, und zwar der Rektaszensionslinien längs eines geraden, der Deklinationslinien längs eines gekrümmten Lineals von Grad zu Grad. Da die Krümmung des zweiten Lineals von Karte zu Karte und von Strich zu Strich geändert werden mußte, verfiel ich auf die Idee, das Lineal an den Enden in einen Apparat einzuspannen und ihm mittels einer starken, in der Mitte des Lineals angreifenden Mikrometerschraube, deren Stellungen durch einen geteilten Kopf reguliert werden konnten, die gewünschte Krümmung zu geben. Es wäre mir unmöglich gewesen, alle

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

diese Arbeiten durchzuführen, wenn nicht Herr Dr. Rheden, Adjunkt der k. k. Sternwarte, wesentlichen Anteil an denselben genommen hätte, indem er nicht nur alle Operationen auf den Platten durchführte, sondern auch durch eigene Ideen, dies und jenes anders und besser zu machen, das Werk wesentlich förderte.

Die so mit einem Gradnetz versehenen Platten wanderten dann zur Österreichischen photographischen Gesellschaft, welche die Abzüge der Platten auf starkem Bromsilberpapier besorgte, und sodann zur Buchdruckerei M. Salzer, welche den zu jeder Karte gehörigen Text auftrug. Je weiter dieses unser Unternehmen, von dem bis jetzt 180 Blätter erschienen sind, vorwärts schritt, je mehr Erfahrungen wir sammelten, um so genauer wurde das Liniennetz eingeschnitten. Indem wir jetzt zum Einstellen der Lineale Mikroskope verwenden und die Messer nicht mehr mit freier Hand, sondern mittels eigener, in der Werkstatt der Wiener Mechaniker Welhartitzky & Pachner hergestellter Apparate führen, sind wir in der Lage, die Striche bis auf 0·02 mm genau zu ziehen. Schwierigkeiten machen bis jetzt noch die dem Pol nahen Gegenden, doch hoffen wir, mit der Zeit auch hier unser Ziel zu erreichen. Die von uns hergestellten Karten haben sich nicht nur für die bereits erwähnten Zwecke als ungemein nützlich erwiesen, sondern es hat sich bereits herausgestellt, daß auch jene Astronomen, welche selbst Aufnahmen machen, den größten Nutzen

©Ver. zur Verbr.naturwiss. Kenntnisse, download unter www.biologiezentrum.at

aus ihnen ziehen, weil sie sich durch Vergleich ihrer Aufnahmen mit diesen Karten mit der größten Leichtigkeit auf ihren eigenen Aufnahmen orientieren können. Der Erfolg unserer Karten ist derartig, daß die Sternwarte Johannesburg in Südafrika den Plan faßte, den südlichen Himmel in gleicher Weise zu bearbeiten wie wir den nördlichen und uns den Antrag stellte, das Auftragen der Netze zu übernehmen. Leider hat der ausgebrochene Krieg die Verhandlungen abgebrochen und es ist die Frage, ob es zu diesem Unternehmen noch kommen wird. Würden wir aber über ein für diesen Zweck geeignetes Fernrohr verfügen, dann ist kein Zweifel, daß wir schon selbst die Aufnahme des südlichen Himmels in südlicher Breite angestrebt und unternommen hätten.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: 55

Autor(en)/Author(s): Palisa Johann

Artikel/Article: Über Astrophotographie. 143-168