

Himmelsbeobachtungen mit freiem Auge und den einfachsten Instrumenten.

Von Dr. HEINRICH PLATE, Bielefeld.

Der Naturwissenschaftliche Verein für Bielefeld und Umgegend ist seit einiger Zeit Mitglied der Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik, einer Gesellschaft, die sich hauptsächlich zusammensetzt aus Nichtfachmännern auf besagten Gebieten, die aber aus regem Interesse für die Wissenschaft durch gegenseitige Förderung und Belehrung das ihrige dazu beitragen wollen, die Kenntnis vom Kosmos und der Körper, die ihn erfüllen, weiter zu fördern. So mancher, der von praktischer astronomischer Beobachtungstätigkeit hört, hält diese Beschäftigung für unzertrennlich verbunden mit dem Besitze der raffinierten Hilfs- und Beobachtungsmittel, wie sie eine modern eingerichtete Sternwarte aufweist, und vergißt dabei, daß es schon Größen auf astronomischem Gebiet gegeben hat, lange bevor das Fernrohr erfunden wurde, die sich glücklich geschätzt haben würden, im Besitze einer einfachen Taschenuhr, die heutzutage auch dem Minderbemittelten durchaus nicht mehr als Luxusartikel erscheint. Allerdings sind die Gebiete, auf denen sich im Altertum und Mittelalter bis in die Neuzeit hinein, die Astronomen betätigten, doch mehr der instrumentellen Beobachtung vorbehalten und lassen den Laien höchstens die Freude erleben, das Eintreten auffallender Ereignisse zu vorausbestimmter Stunde bestätigen zu können. Wir rechnen zu diesen Erscheinungen hauptsächlich die tägliche Drehung des Himmelsgewölbes und die sich daran schließenden Beobachtungen von Auf- und Untergängen, Kulminationen mit Zeitbestimmungen u. s. w.; ferner gehören hierher der Lauf von Sonne, Mond und Planeten, auffallende Konstellationen und dergl. Die Finsternisse möchten wir nicht hierher setzen. Die Vertiefung in das Wann und Warum aller dieser Vorgänge ist neben einer möglichst weitgehenden Kenntnis des Fixsternhimmels für erfolgreiche Beobachtungstätigkeit ebenso notwendig, wie sie eine Quelle edelsten Genusses für einen ideal gesinnten Menschen ist. Allein nicht

darauf möchten wir in der vorliegenden Erörterung uns einlassen. Aus eigener Erfahrung wissen wir, wie sehr ein beständiges Nachgehen fremder Gedankengänge ermüdet und daß die eigentliche zielbewußte Schaffensfreude erst dann kommt, wenn man seine eigenen Kräfte einsetzen kann, um das eine oder andere der schwebenden Probleme, die eine oder andere, wenn auch vorläufig vielleicht noch nebensächliche Frage der Lösung näher zu bringen; der eine versuchs am Schreibtisch, der andere geht hinaus in die Natur und sucht und wartet auf jede Andeutung, die schließlich in ihrer erdrückenden Zahl den Induktionschluß gestatten. Und es gibt Probleme — die moderne Altronomie hat deren übergenug aufgestellt — bei deren Lösung auch der Nichtfachmann, der nur über sein klares, bald schon geübtes Auge, vielleicht auch über das eine oder andere kleine und einfache Instrument verfügt, ein gewichtiges Wort mitsprechen kann, vorausgesetzt daß er nach richtiger Anleitung mit dem nötigen Fleiße und mit Ausdauer sich der Sache hingibt und nachher sich auch nicht scheut, sein Beobachtungsmaterial der fachmännlichen Beurteilung, Verwertung und Veröffentlichung zu überlassen. Gebildete Laien für die Himmelskunde zu gewinnen, besonders solche, denen ihr Beruf viel Aufenthalt im Freien, fern vom Lichte und Rauche der Städte auferlegt oder gestattet, das gehört heute mit zu der Werbetätigkeit eines jeden Astronomen, aus diesem Gedanken heraus möchten wir auch die vorliegenden Ausführungen verstanden wissen. Eine kleine Einführung in die praktische Beobachtungstätigkeit dürfte besonders für die Mitglieder des Bielefelder Naturwissenschaftlichen Vereins erwünscht sein. Bietet doch hier die Bielefelder Volkssternwarte auf dem Kahlen Berg, die dem Naturwissenschaftlichen Verein angeschlossen ist, die schönste Gelegenheit zunächst zum praktischen Studium der Bewegungsvorgänge an der Sphäre. Dann eignet sie sich, besonders wegen ihrer rauch- und staubfreien Lage fern vom Lichte der Stadt und doch verhältnismäßig nahe, zum Beobachtungsort für den einzelnen wie zum Treffpunkt für gemeinsame Beobachtungen und Demonstrationen.

Wir wollen hier die Hauptgebiete, auf denen sich der Liebhaber-Astronom wissenschaftlich wertvoll betätigen kann, in zwangloser Reihe an unserm Auge vorüberziehen lassen.

Faßt an jedem Abend, den der Naturfreund der Beobachtung des gestirnten Himmels widmet, erlebt er die Freude, bald an diesem, bald an jenem Punkte der Sphäre ein sternartiges Gebilde aufleuchten zu sehen, das rascher oder langsamer eine Bahn am Himmelsgewölbe zieht, spurlos verschwindet oder auch noch einige Zeit eine mattleuchtende Bahnspur zurückläßt. Wir meinen die bekannten Sternschnuppen wie das Volk sie nennt, Meteore, wie ihr wissenschaftlicher Name lautet. Es hat lange gedauert, bis die

Wissenschaft sich dieser Erscheinungen annahm und wie so oft erst dann, als im Volke längst einige Kenntnisse über die Zeit und die Häufigkeit ihres Auftretens verbreitet waren. Selbst die gewaltigsten Erscheinungen dieser Art, die mächtigen, unter lautem Krachen zerplatzenden Feuerkugeln werden mit Erklärungen abgefertigt, die nichts weniger als wissenschaftlich waren. Heute weiß man, daß die Sternschnuppen, von den schwächsten bis zur detonierenden Feuerkugel, kurz die Meteore, kosmischen Ursprungs sind, jedenfalls Zerfallprodukte älterer Himmelskörper, die als kleine Körperchen in Staubwolken zusammengeballt oder als größere Stücke den Weltenraum durcheilend in unsere Atmosphäre eindringen und dort durch die Reibung mit der Luft zum Glühen und Leuchten gebracht werden. Da es hier nicht unsere Aufgabe ist, die Theorie und genaue Beschreibung der Erscheinung auseinanderzusetzen, so beschränken wir uns auf diese Bemerkungen. Weiteres bietet jede populäre Astronomie. Zwei Fragen heben sich aus der ganzen Erscheinung ziemlich deutlich heraus, und zwar zunächst die Frage nach der Gestalt, Größe und Lage der Bahn des einzelnen Meteors und den Zusammenhängen und Beziehungen zwischen den Bahnen einer größeren Zahl von Meteoriten; die zweite Frage ist die nach der physikalischen Beschaffenheit und nach der Größe des Fremdkörpers.

Beide Fragen lassen sich nur durch zahlreiche, korrespondierende, d. h. auf die gleiche Erscheinung sich beziehende, Beobachtungen entscheiden. Dies liegt in der Erscheinung selbst begründet. Der Fall eines Meteors ist, abgesehen von den periodisch wiederkehrenden Meteorenschwärmen, immer eine Erscheinung, die den Beobachter überrascht, auf die er sich nicht vorbereiten kann und bei deren Beobachtung eine gewisse Geistesgegenwart erforderlich ist. Die Arbeitsstunden des Fachastronomen sind für ganz andere Beobachtungen reserviert und nur gelegentlich ereignet es sich, daß ein Meteor an den geöffneten Spalten seiner Beobachtungskuppel vorbeistreicht. Viel wahrscheinlicher wird die Beobachtung für einen Beobachter, der aus Beruf oder Neigung sich stundenlang abends im Freien bei unbegrenztem Ausblick aufhalten kann. Wenigstens die eine Hälfte des Himmels kann er ständig im Auge haben und jede auffällige Erscheinung aufs Korn nehmen. Darum baut sich fast die gesamte Astronomie der Meteore auf solchen Beobachtungen von Laien auf. Vieles ist schon von solchen Beobachtern auf diesem Gebiet geleistet, vieles bleibt noch zu leisten übrig. Besonders würde sich durch Vermehrung der Beobachter die Zahl der so notwendigen korrespondierenden Beobachtungen steigern lassen.

Wie vollzieht sich aber die wirklich wissenschaftlich wertvolle Beobachtung eines solchen Meteorfalles? Das wichtigste, was bei

einem Meteorfall zu beobachten ist, ist dessen sogenannte scheinbare Bahn. Alle Bewegungsvorgänge in der Atmosphäre wie im Weltenraum projizieren sich für uns auf die Himmelskugel. Auch die Ortsveränderung eines Meteors stellt sich dar als ein gewisser Bogen zwischen den Fixsternen, während doch die wahre Bahn uns bedeutend näher ist. Vergleicht man die scheinbaren Bahnen korrespondierender Beobachtungen mit einander, so richtet sich ihre Lage nach dem Beobachtungsort und es ist leicht einzusehen, daß aus dieser Vergleichung der scheinbaren Bahnen die wahre Bahn im Raume ermittelt werden kann. Das Beobachtungsmaterial hat also die Angabe über die scheinbare Bahn am Himmel zu liefern. Dies geschieht am bequemsten durch Angabe der Lage des Anfangs- und des Endpunkts der Bahn oder, wie man sagt, des Punktes des Aufleuchtens und des Verlöschens. Da jede Ortsbestimmung relativ ist, so müssen auch diese zu beobachtenden Punkte auf andere bezogen werden. Angenommen, man geht abends über die Landstraße und sieht am Himmel ein Meteor aufleuchten. Der Anfangspunkt liegt in der Richtung der Landstraße und halbiert etwa den Bogen zwischen Zenit und Horizont; der Endpunkt liegt niedrig, scheinbar über einer bekannten Kirchturmspitze. Merkt man sich seinen augenblicklichen Standort, die Uhrzeit und etwa noch die Farbe und Helligkeit, so ist die Beobachtung zu verwerten, trotzdem man sie nicht gerade als vollkommen bezeichnen kann. Aus dem Standort, der Richtung der Landstraße und der Richtung nach dem betreffenden Gebäude läßt sich aus einer Generalstabskarte das Azimut der zu beobachtenden Punkte ablesen. Die Höhen werden rund gleich 40° und 10° gesetzt, da man erfahrungsgemäß Höhen leicht überschätzt. Verfeinert der Beobachter seine Schätzungen, unterstützt sie durch gute Skizzen, die die scheinbare Bahn, bezogen auf die Gegenstände des Horizonts, enthalten, so liefert er recht brauchbare Beobachtungen. Notwendig wird diese Beobachtung nach Azimut und Höhe bei hellem Himmel, wenn die Fixsterne als Orientierungspunkte fehlen. Mir ist dieser Fall einmal vorgekommen, wo ich am hellen Morgen eine große Feuerkugel ihre Bahn am Himmel ziehen sah. Im übrigen ist die Beobachtung durch Schätzen von Höhen und Azimuten doch bei weitem nicht so bequem und auch nicht so genau als wenn die scheinbare Bahn auf die umgebenden Fixsterne bezogen wird. Diese Beobachtungsmethode setzt allerdings eine recht eingehende Kenntnis des Fixsternhimmels voraus. Jeder praktische Beobachter lege sich deshalb einen guten Himmelsatlas zu; aus eigener Erfahrung kann ich das Werk: Schurig, Tabulae caelestes, Himmelsatlas (Preis 3 Mk.) empfehlen wegen der großen Klarheit des Kartenbildes, seiner Reichhaltigkeit und Genauigkeit. Taucht irgend ein Meteor auf, so wird es für den Sternkundigen ein leichtes

fein, den Ort des Aufleuchtens und des Verlöschens auf der Karte angeben zu können. Geometrische Kenntnisse lassen sich hier ausgezeichnet verwerten. Es wäre aber schade, die schönen Kartenbilder des Atlas etwa durch Einzeichnen der beobachteten Punkte und auch der dazwischen liegenden Bahn zu verderben. Darum hat man eigens zu dem Zweck, die scheinbaren Bahnen der Meteore einzuziehen, Karten entworfen, die als billiger Konsum-Artikel in den Handel kommen und von den Beobachtern ausgefüllt und eingesandt werden.

Für diese Zwecke besonders zu empfehlen sind die Karten von Rohrbach, die auf 12 Einzelblättern den ganzen Himmel, also auch den in Europa unsichtbaren Teil des Himmels enthalten. Der Ladenpreis der Rohrbachschen Sternkarten ist 1 M. für 12 Stück, durch die Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik bezogen sind sie noch billiger. Diese Karten tragen weder Namen noch Gradnetz, was auch nur ein genaues Einzeichnen der Meteorbahnen stören würde. Sie eignen sich außer für den genannten Zweck daher auch ausgezeichnet für Repetitionszwecke, ähnlich den stummen Karten in der Erdkunde. Außerdem dienen sie zum Einzeichnen vieler anderer Erscheinungen am Himmel, so daß ein kleiner Vorrat dieser Karten zum notwendigen Bestande des Kartenmaterials jedes praktischen Freundes der Astronomie gehört.

Die Eintragung der meist gradlinigen Bahn erfolgt am besten durch scharfe Bleistifttriche; die Bewegungsrichtung des Meteors ist durch eine Pfeilspitze an einem Ende leicht kenntlich gemacht. Diese Pfeilspitze trägt eine Nummer, die hinweist auf die Nummer des Katalogs, in den alle nicht in der Karte anzubringenden Angaben verzeichnet werden. In den Katalog hinein gehören z. B. Angaben über die Helligkeit des Meteors. Bei schwächeren Erscheinungen werden die Angaben in den bekannten 6 Größenklassen der Fixsterne gemacht. Noch hellere Meteore als die der ersten Größenklasse werden mit anderen Gestirnen, etwa mit dem Glanze des Jupiters oder der Venus verglichen. Hat das Meteor eine Helligkeit wie Venus im höchsten Glanze, so könnte man die Erscheinung bereits als Feuerkugel bezeichnen. Größere Helligkeiten haben natürlich noch eher Anspruch auf diese Bezeichnung. Außer der Helligkeit gehört auch noch die Farbe und etwaige Schweifbildung zu den physischen Merkmalen einer Meteorerscheinung. Die betreffenden Angaben erfolgen durch kurze Notizen in den Spalten des Katalogs. Gewöhnlich ist die Farbe der Meteore weiß und gelb, seltener bläulich oder rot, die langsam fliegenden sind allerdings gewöhnlich rot. Grüne Farben beobachtet man mit Sicherheit wohl nur bei größeren Feuerkugeln.

Das Vorhandensein oder Fehlen einer Schweiffspur deutet man an durch die Zeichen »S« oder »O«. Von größter Wichtigkeit für die Berechnung, und durch Übung zu erzielen sind die Angaben über die Dauer der Erscheinung, da nur aus diesen Angaben die Geschwindigkeit des Meteors abgeleitet werden kann. Es ist zweckmäßig, sich das Sekudentempo allmählich sicher anzueignen und die Dauer der Erscheinung etwa bis auf Viertel der Sekunde angeben zu können. Beim ersten Aufblitzen fängt man an zu zählen »Null — Eins —« ufw.; der Zeitpunkt des Verschwindens liegt dann zwischen zwei vollen Sekunden und man schätzt dann den entsprechenden Bruchteil. Eine letzte Spalte enthält dann noch etwaige Bemerkungen, z. B. die Beobachtungen anderer Personen. Das Schema des Katalogs nimmt sich dann so aus.

Beobachtungsort: BIELEFELD.

Nr.	Zeit (M.E.Z.)	Helligkeit	Farbe	Schweif	Dauer	Bemerkungen

Für gewöhnlich wird der einzelne Beobachter sich selbst überlassen sein; für die Tage besonders reicher Meteorfälle, z. B. für die ersten Tage des August dürfte es zu empfehlen sein, wenn mehrere Beobachter sich zusammentun und sich die Gegenden des Himmels teilen. Von 5 Beobachtern nimmt einer die Gegend im Zenit, die andern je den Nord-, Ost-, Süd- und Westhimmel. Das Einzeichnen in die Karten muß jeder selbst besorgen; für das Protokoll wäre eine weitere Kraft erwünscht, die auch die Uhrzeit notiert. Die Karten und zugehörigen Kataloge werden dann der Sternwarte der Provinz, also von Bielefeld aus der Königl. Sternwarte zu Münster zur wissenschaftlichen Verwertung überwiesen.

Statt des bisher erörterten Verfahrens kann man sich auch der sogenannten Meteor Meldekarten bedienen. Diese enthalten die nötigen Vordrucke und können mit dem Aversionalstempel der Königl. Sternwarte Münster portofrei an dieses Institut gesandt werden. Diese Karten können ebenfalls durch die erstgenannte Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik

in größeren und geringeren Mengen bezogen werden. Weiter auf die Verwertung der Beobachtungen einzugehen, liegt außerhalb unserer Aufgabe und Absicht.

Seit Anfang des vorigen Jahrhunderts hat sich ein Zweig der Astronomie, der vorher arg danieder lag, kräftig zum Segen der Wissenschaft entwickelt; es ist die Photometrie der Gestirne, deren Aufblühen mit dem Namen eines Argelander auf immer verknüpft ist. Die Photometrie oder Messung des Lichtes, der Helligkeit, hat die Aufgabe, die Gestirne hinsichtlich ihrer Leuchtkraft zu vergleichen, die jedesmaligen Helligkeiten zahlenmäßig auszudrücken und deren Schwankungen festzustellen. Wir beschränken uns bei der Besprechung auf die Photometrie der Fixsterne. Daß nicht alle Sterne gleich hell sind, zeigt der erste Blick auf den gestirnten Himmel. Diese verschiedene Helligkeit ist es ja gerade, die im Verein mit der scheinbar regellosen Anordnung der Sterne dem Anblick des Fixsternhimmels den hohen Reiz der Schönheit verleiht.

Wohl mit Rücksicht auf ihre hervorragende Stellung hat man schon im Altertum die hellsten Sterne als solche der 1. Größe bezeichnet und hat dann ziemlich willkürlich noch 5 weitere Größenklassen angefügt, so daß die mit bloßem Auge sichtbaren Sterne in großen Zügen in 6 Klassen untergebracht werden können. Daß in den Helligkeiten kleine Unstetigkeiten vorkommen, daß also z. B. alle Sterne der sogenannten 1. Größenklasse noch deutliche Helligkeitsunterschiede zeigen, haben schon die alten Astronomen erkannt; so drückt z. B. Ptolemäus in seinem Helligkeitskatalog durch die Zusätze Meizon und Elason aus, daß ihm der Stern heller oder schwächer erscheint als der Normalstern der betreffenden Größenklasse. Die moderne Photometrie hat dann diese willkürliche Größenskala wissenschaftlich begründet und rechnet mit Zehntel und Hundertstel der Größenklassen wie etwa mit Bogenminuten und -Sekunden. Mit Hilfe photometrischer Apparate lassen sich in der Bestimmung von Helligkeiten große Genauigkeiten erzielen.

Trotz ihres hohen Wertes jedoch haben die Beobachtungen mit photometrischen Apparaten, den Photometern, die Beobachtungen mit freiem Auge nicht verdrängen können in der Photometrie der veränderlichen Sterne. Auch heute noch beruhen unsere Kenntnisse über die große Zahl der veränderlichen Sterne in ihrer erdrückenden Überzahl auf Beobachtungen, die ohne Photometer, höchstens unter Unterstützung ganz kleiner Fernrohre, angestellt sind. Und wiederum ist ein großer Teil dieser Beobachtungen das Werk einer Anzahl eifriger Freunde des gestirnten Himmels. Es sollte uns freuen, wenn der eine oder der andere Leser zu gleicher Beobachtungstätigkeit angeregt würde.

Veränderliche Sterne oder kurz «Veränderliche» (*stellae variables*) sind, wie der Name schon sagt, solche Sterne, die sich ändern, und zwar ist hier als veränderliche Größe die Lichtstärke aufgeführt. Während die meisten Fixsterne, wenigstens für Zeiträume von mehreren Jahrhunderten, ihre Helligkeit nicht ändern, erscheinen eine Anzahl von Fixsternen dem Auge bald heller, bald schwächer. Aufgabe der Beobachtung ist es, die Helligkeiten solcher Veränderlicher in irgend einer Helligkeitskala zahlenmäßig auszudrücken. Liegen für eine genügende Anzahl von Daten Helligkeitswerte vor, so läßt sich durch Vergleichung eine etwaige Periodizität ermitteln. Entwickeln wir kurz das Verfahren, wie nach Argelanders Angaben solche Helligkeitswerte durch Beobachtung mit freiem Auge oder im Fernrohr durch Schätzungen gefunden werden.

Das Auge vermag schon geringe Helligkeitsunterschiede zu konstatieren, genau wie das Ohr geringe Tonintervalle sofort wahrnimmt. Auf diese Eigenschaft des Auges stützt sich jetzt die sogenannte Methode der Stufenschätzung. Da es sich immer um Beobachtungen von Differenzen der Helligkeit handelt, so muß man den Veränderlichen an irgend einen oder mehrere Sterne konstanter Helligkeit anschließen. Diese Sterne heißen die Vergleichsterne und werden so gewählt, daß sie den Veränderlichen nur sehr wenig an Helligkeit übertreffen oder ihm nachstehen. Wir wollen der Kürze halber den Veränderlichen x nennen und die Vergleichsterne a und b ufw. Vergleicht man paarweise x und a , x und b , x und c , so wird man die Helligkeit natürlich bald größer, bald kleiner finden. Einige Vergleichsterne werden heller sein als x , andere dagegen schwächer.

Nach dem Vorgange von Argelander bezeichnet man den eben noch wahrnehmbaren Helligkeitsunterschied als solchen von einer Stufe, sagt also etwa, der Stern a ist eine Stufe heller als b , wenn der Stern a gerade eben noch als der hellere erkannt wird. Größere Helligkeitsdifferenzen werden mit einer größeren Anzahl Stufen bewertet, doch geht man in der Praxis selten über die Stufenzahl 4 oder 5 hinaus. Um einige Übung in der Stufenschätzung zu bekommen, hat man sich zweckmäßig an folgende Vorschriften zu halten. Sind a und b die zu vergleichenden Sterne und erscheinen beim ersten Anblick beide Sterne gleich hell oder erscheint bald der eine, bald der andere etwas heller, so betrachtet man beide Sterne als gleich hell. Ihre Stufendifferenz ist Null, und die Beobachtung wird kurz ausgedrückt: » a o b « oder » b o a «. Erscheinen beim ersten Anblick beide Sterne gleich hell, ist dagegen beim genauen Zusehen der eine Stern etwa a bisweilen etwas heller, niemals aber schwächer als b , so faßt man den Helligkeitsunterschied als noch eben wahrnehmbar

also von der Größe einer Stufe auf und schreibt $a \ 1 \ b$, wenn a heller ist als b ; ist b heller als a , so schreibt man $b \ 1 \ a$, so daß das Zeichen des helleren Sterns immer vorangeht und von dem des schwächeren durch die Stufenzahl stets getrennt ist. Erscheinen a und b auf den ersten Blick noch gleichhell, ist jedoch beim genaueren Zusehen a bzw. b stets und unzweifelhaft heller als b bzw. a , so wird der Helligkeitsunterschied mit 2 Stufen bewertet und geschrieben » $a \ 2 \ b$ «, bzw. » $b \ 2 \ a$ «. Um 3 Stufen ansetzen zu können, müssen dem Beobachter die beiden Sterne schon beim ersten Anblick ein wenig verschieden hell erscheinen, und für 4 Stufen wird ein, beim ersten Anblick schon beträchtlicher Unterschied notwendig sein. Der Leser wird sich die Ausdrücke » $a \ 3 \ b$ «, » $a \ 4 \ b$ «, » $b \ 3 \ a$ « und » $b \ 4 \ a$ « selbst deuten können. Wie die ganze Ausdrucksweise zeigt, ist der Begriff der Stufen-differenz ein recht willkürlicher; doch es stellt sich bald heraus, daß bei den meisten Beobachtern sich bald eine große Sicherheit einstellt und der Wert einer Stufe dem Helligkeitsunterschied von 0.1 Größenklassen nahe kommt.

Wie bereits oben bemerkt, findet die Methode der Stufenschätzung fast ausschließlich ihre Anwendung bei der Beobachtung von Lichtschwankungen der veränderlichen Sterne. Zu einer erfolgreichen Beobachtungstätigkeit ist die Aufstellung eines bestimmten, nicht zu umfangreichen Beobachtungsprogramms von Wichtigkeit. Der Anfänger studiere in einem geeigneten Werke die Kapitel über veränderliche Sterne und treffe danach seine Auswahl. Littrow's »Wunder des Himmels« z. B. geben im Anhang ein Verzeichnis von veränderlichen Sternen, unter denen verschiedene sich befinden, die für die Einübung der Beobachtungsmethode geeignet sind. Wir entnehmen aus genannten Werke folgende Sterne als geeignete Beobachtungsobjekte nach Rektascensionen geordnet: β Persei, λ Tauri, ζ Geminorum, δ Librae, β Lyrae, η Aquilae, ϵ Cephei. Ist an diesen Objekten die Methode hinreichend geübt, so nehme man auch andere, schwerer zu beobachtende Veränderliche in das Programm auf, darunter vielleicht auch einige Veränderliche mit unregelmäßigem Lichtwechsel und unbekannter Periode.

Der zweite wichtige Punkt ist die richtige Auswahl der Vergleichsterne, deren Zahl mindestens zwei betragen soll. Folgende Gesichtspunkte erleichtern die Wahl. Die Vergleichsterne sollen dem Veränderlichen an Helligkeit möglichst nahe kommen und zum Teil heller, zum Teil schwächer als dieser sein, da auf diese Weise eine Interpolation erreicht wird. Auch soll der Abstand an der Sphäre nicht allzu groß sein, da sonst die Vergleichung ohne Zweck erschwert wird. Die Beobachtungen selbst erfolgen mit dem freien Auge oder mit einem kleinen Fernrohr oder

besser mit Feldstecher oder Prismenglas. Die Verwendung eines Glases ist nach unseren Erfahrungen auch bei helleren Sternen vorzuziehen. Man fixiert zunächst den Veränderlichen einige Sekunden, bis sich eine klare Auffassung der Helligkeit heraus gebildet hat und geht dann behende auf den anderen Stern über. Die entsprechende Bewegung des Glases lernt man bald. Das Bild des zweiten Sternes wird jetzt mit dem Erinnerungsbilde des ersten verglichen. Vom zweiten Stern wird wieder zum ersten übergegangen und durch einige Wechselbeobachtungen eine Helligkeitsvergleiche herbeigeführt. Dann fällt man sein Urteil nach den oben gegebenen Gesichtspunkten und notiert das Ergebnis zugleich mit der Uhrzeit. Hinzugefügt müssen werden etwaige Unsicherheiten im Luftzustande oder störende äußere Einflüsse. Heißt der Veränderliche x , die beiden Vergleichsterne a und b , so wird die entsprechende Notiz etwa lauten: 1911 Februar 10. $9^h 24,2^m$; $a 2 x$; $x 1 b$ oder kürzer $a 2 x 1 b$, Himmel gut, störendes Mondlicht. Bei 4 Vergleichsternen würde es etwa heißen: $\gamma 6 x$, $\beta 0 x 1 \delta$, $x 3 \epsilon$; Himmel ziemlich klar; steht unbequem hoch. Für alle notwendigen Angaben führt man bequeme Abkürzungen ein. Besonders geeignet sind diejenigen, welche J. Plaßmann in seinem »Beobachtungen veränderlicher Sterne« anwendet. Dort findet der Anfänger auch Muster für die Beobachtungsangaben, Vergleichsterne usw.

Über die Verwertung der Beobachtungen gilt dasselbe, was über die Verwertung der Meteorbeobachtungen gesagt ist.

Da der Verfasser sich speziell mit der Berechnung des Lichtwechsels veränderlicher Sterne beschäftigt, so könnten die Beobachtungen auch an ihn eingeschickt werden; für die zweckmäßige Verwendung würde gesorgt werden.

Die früher erwähnten Sternkarten von Rohrbach, die zum Einzeichnen der Meteorbahnen empfohlen wurden, eignen sich auch zur zeichnerischen Festlegung einiger anderer astronomischer und terrestrischer Beobachtungen. In den Monaten Februar und März zeigt sich in unsern Breiten am Abendhimmel, sobald der letzte Rest des Tageslichts verschwunden ist und kein zu helles Mondlicht oder irdische Lichtquellen stören, ein matter, weißlicher Schimmer im Westen, der sich in Form eines langgestreckten Parabelfragments bis in große Höhen sich erhebt. Die Achse der begrenzenden Parabel bildet einen Winkel von etwa 60° mit dem Horizont und ist nach Süden geneigt. Für einen Beobachter, der die Sternbilder kennt, ist es verhältnismäßig leicht, die Erscheinung wahrzunehmen; denn die Achse des Parabelfragments fällt ungefähr mit dem Tierkreis oder der Ekliptik zusammen, weshalb das Licht auch Tierkreis- oder Zodiaklicht genannt wird. Das Tierkreislicht erstreckt sich demnach durch die Sternbilder des Tierkreises

und zwar liegt im Frühjahr die Spitze etwa im Sternbild des Stieres oder der Zwillinge. Die Stellung des Tierkreislichtes zur Milchstraße erleichtert vielleicht noch die Auffindung. Anfang Februar liegen die Punkte des Horizonts, wo Tierkreislicht und Milchstraße aufsteigen, ziemlich nahe zusammen; das Tierkreislicht liegt einige 30° weiter südlich und steht im Gegensatz zur Milchstraße nicht so steil zum Horizont. Auch ist der Charakter des Tierkreislichtes ein anderer; während das Milchstraßenlicht unverkennbar das bestimmte schöne Fixsternlicht ist, erscheint das Tierkreislicht matter und verschwommener und auch nicht so rein weiß.

Wer sich näher mit dem Gegenstand befassen will, der orientiere sich aus einer populären Astronomie näher über das Zustandekommen des Tierkreislichtes. An geeigneter Stelle werden sich auch dort Zeichnungen finden, die zu einer genauen Vorstellung der Erscheinungen beitragen. Wir können uns hier auf kurze Erörterung beschränken.

Die Bahn des bis jetzt als sonnennächster betrachteten Planeten Merkur erleidet Störungen, die nicht aus den störenden Massenwirkungen der anderen Planeten erklärt werden können. Man ist also gezwungen, als Ursache dieser Störungen einen bisher unbekanntem Himmelskörper innerhalb der Merkursbahn anzunehmen. Die Suche nach diesem sogenannten intramerkurialen Planeten ist erfolglos geblieben, und die Frage blieb offen, bis Seeliger an die Stelle eines einzigen massigen Körpers einen Ring oder eine Schicht fein zerteilten kosmischen Staubes setzte. Diese Schicht hat die Form eines sehr abgeplatteten Rotationsellipsoids und fällt mit ihrer Äquatorebene etwa in die Ebene der Ekliptik oder des Sonnenäquators. Für einen Beobachter in der Ebene der Ekliptik, also auch für einen irdischen Beobachter, zeigt das Rotationsellipsoid sich als elliptischer Achsenschnitt, in dessen Mittelpunkt die Sonne steht. Die Staubteilchen leuchten im reflektierten Sonnenlicht, werden also für gewöhnlich vom Sonnenlicht überstrahlt. Nur wenn das Sonnenlicht nach dem Untergang oder vor dem Aufgange der Sonne durch den Horizont abgeblendet wird, leuchten die Enden der Ellipse als eine Art Ellipsen- oder Parabelfragmente über dem Horizont und rufen die Erscheinung des Tierkreislichtes hervor.

Es ist eine dankbare Aufgabe für den Liebhaberastronomen, der in den geeigneten Monaten Februar-März bzw. September-Oktober die Beobachtung des Tierkreislichts in sein Programm mit aufnimmt, der Wissenschaft genauere Angaben über diese Erscheinung zu machen. Notwendig ist für eine gute Beobachtungstätigkeit die Abwesenheit jeder störenden Lichtquelle und freie Aussicht auf den Westhorizont. Um etwaiges Seitenlicht fern zu halten,

kann man auch nach dem Vorgange von Eduard Heis sich eine weite, innen schwarz ausgeklebte Pappröhre anfertigen, etwa nach Art einer Hutfchachtel, der Deckel und Boden fehlen, in die man das Gesicht hineinhält. Bei der Beobachtung handelt es sich in erster Linie um Festlegung der Form und Lage des Lichtscheins. Man vergewissert sich über die Grenzen des Lichtschimmers gegen den dunklen Himmelsgrund, indem man als Orientierungspunkte bekannte Fixsterne benutzt und trägt dann die Umrisse in der richtigen Lage in die Rohrbach'schen Sternkarten ein, in die man vorher auch den scheinbaren Verlauf des Horizont eingezeichnet hat. Die Grenzen der leuchtenden Parabelfläche erhält man erfahrungsgemäß am schärfsten im sogenannten indirekten Sehen, d. h. durch Fixieren eines Punktes, der einige Grad vom Rande fort auf dem dunklen Himmelsgrund liegt. Das Bild des zu beobachtenden Randes fällt dabei auf die Teile der Netzhaut, die außerhalb der optischen Achse liegen und für schwache Lichtreize empfindlicher sind als die zentralen Partien dieses Organs.

Neben der Form des Tierkreislichtes sind auch alle physikalischen Kennzeichen anzugeben. Zu diesen ist zuerst die allgemeine Helligkeit der Erscheinung zu rechnen. Meistens genügt die Entscheidung, ob das Tierkreislicht am Beobachtungsabend in geringer oder gewöhnlicher oder großer oder auffallend großer Helligkeit erstrahlt. Man gewöhnt sich schon bald an bestimmte Angaben dieser Art. Bei besonders klarer Luft und großer Helligkeit bemerkt man auch auf der Fläche des Parabelsegmentes noch Helligkeitsunterschiede. Es läßt sich bisweilen eine Lichtachse feststellen, die dann natürlich in der Zeichnung durch verstärktes Schattieren hervortreten muß. Durch verschiedene Schattierung drückt man die Helligkeitsunterschiede aus. Bei gleichmäßiger Flächenhelligkeit läßt man am besten das Innere der Parabel von Schattierungen frei. Selbstverständlich dürfen Angaben über die Beobachtungszeit ebenso wenig fehlen, wie Bemerkungen über die Durchsichtigkeit der Luft und Klarheit des Himmels, über etwaige Bewölkung und über die Ursachen irgendwelcher Beobachtungsstörungen.

Leider ist das Tierkreislicht nur im Tropengürtel der Erde das ganze Jahr zu sehen; in mittleren und erst recht in hohen Breiten liegt der Tierkreis und damit das Tierkreislicht während eines großen Teiles des Jahres am Abend und Morgen unter zu spitzem Winkel dem Horizonte an, als daß sich das Tierkreislicht aus den Dünsten des Horizonts loswinden könnte. Nur in den Monaten Februar-März am Abend und September-Oktober am Morgen steht in unseren Breiten der Tierkreis so steil zum Horizont, daß gute Beobachtungen möglich sind. In den Tropen dagegen bietet

sich das ganze Jahr hindurch die Gelegenheit, das Tierkreislicht in einer, wegen der großen Durchsichtigkeit der Lufthülle besonders prächtigen Klarheit zu sehen.

Über die Verwendung solcher Beobachtungen ist weiter oben schon das Nötige gesagt.

Mit der Beobachtung des Tierkreislichtes haben die Beobachtungen, zu deren Besprechung wir jetzt übergehen, insofern große Ähnlichkeit, als es sich auch hier handelt um die Auffassung von leuchtenden Flächen; wir meinen die Beobachtung der Milchstraße. Auch hier kommt das Hauptergebnis der Beobachtung als Zeichnung heraus, und geübte Zeichner, besonders in der Kohletechnik, können recht anschauliche Milchstraßenbilder liefern.

Milchstraße nennen wir bekanntlich jenen breiten, in schönem weißen Lichte leuchtenden und reich gegliederten Gürtel, der die ganze Sphäre umspannt und sie so ziemlich in zwei gleiche Hälften zerlegt. Daß der Milchstraße eine größere Bedeutung für den Aufbau des Fixsternsystems zukommt, zeigt schon die Anordnung der Sterne gegen diesen Gürtel, gegen den ein deutliches Zusammendrängen der Sterne sich zeigt. Kant weist in seiner »allgemeinen Naturgeschichte und Theorie des Himmels« der Milchstraße im Sternsystem dieselbe Bedeutung zu, wie dem Tierkreis im Sonnensystem. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, diese auffallende Anhäufung gerade der schwächsten Sterne gegen die Ebene der Milchstraße und überhaupt die ganze Struktur und den Anblick der Milchstraße zu erklären. Am plausibelsten scheint die Annahme zu sein, daß unser Sternsystem die Form einer mehr-
äftigen Spirale habe, in deren Ebene nahe dem Mittelpunkt sich das Sonnensystem befindet. Für einen Beobachter in diesem System projizieren sich dann die Windungen der Spirale in Form einer vielgliederten Zone auf die Sphäre und rufen für ihn das Phänomen der Milchstraße hervor.

Um gute Milchstraßenzeichnungen zu erzielen, kann man zwei verschiedene Methoden einschlagen. Bei der ersten geht man aus von dem Punkte, der in dem zu zeichnenden Teile der Milchstraße der hellste zu sein scheint und drückt den Lichtabfall zeichnerisch aus durch Linien, welche die Punkte gleicher Lichtstärke mit einander verbinden. Solche Linien heißen Isophoten-Linien gleichen Lichtes. Die Darstellung der Helligkeitsverteilung durch solche Isophoten erinnert an die bekannte Kartendarstellung des Aufrisses eines Landes durch Linien gleicher Höhe, den sogenannten Isohypsen, an die Darstellung des Luftdrucks durch Isobaren u. s. f. Trotzdem dieses Verfahren nicht leicht ist und ein geübtes Auge verlangt, ist es unserer Ansicht nach doch besser

geeignet, in die Auffassung der reichen Milchstraßengliederung einzuführen als die unmittelbar anschauliche Darstellung durch Flächenerschattung mit Bleistift oder Kohle. Überhaupt gehört die tadellose Darstellung des Anblickes der Milchstraße mit zu den schwierigsten Aufgaben des astronomischen Zeichners, und die Zahl der bekannten Darstellungen ist auch eine verhältnismäßig beschränkte. Trotzdem möchte ich aber jedem Freunde der Astronomie empfehlen, bei der einen oder andern Partie etwa bei dem glänzenden Kern der Milchstraße im Sternbild des Schwans oder bei der glänzenden Fleckenreihe im Adler einen Versuch der Darstellung zu machen. Jedenfalls übt er sein Auge und gewinnt eine Anschauung von der ungemein reichen Struktur der Milchstraße, die dem Beobachter bei raschem Hinübergleiten des Blickes sonst nicht auffallen würde. Zum Einzeichnen kann man sich zweckmäßig selbst die Sternkarten auf passendem Zeichenpapier im größeren Maßstabe anfertigen.

Gleichfalls zeichnerische Fertigkeit und Übung im Auffassen von Flächenhelligkeiten verlangen die Darstellungen der Kometen. Die Erscheinung des großen Johannesburger Kometen im Anfang des Jahres 1910 hat uns mal wieder daran erinnert, daß wir auf diesem Gebiete vor Überraschungen nicht sicher sind. Das Auftreten großer Kometen ruft ja allgemeines Interesse hervor, in der Fachwelt wie in der Laienwelt. Hier stellen gelungene Zeichnungen des Anblickes mit freiem Auge oder auch einzelner Teile, etwa des Kometenkerns mit der Koma, im Fernrohr eine sehr erwünschte Ergänzung dar zu den, an Refraktoren photographisch gewonnenen Kometenbildern. Man wird sich jedoch nicht auf eine einzelne Zeichnung beschränken, sondern wird den wechselnden Anblick etwa von Tag zu Tag in einer Reihe von Zeichnungen festhalten. Die Zeichnungen werden am besten mit Bleistift oder Kohle angefertigt und zwar so, daß den hellsten Stellen des Kometen die dunkelsten Schattierungen der Zeichnung entsprechen. Die Zeichnung ist also ein Negativbild. Über die Verwendung gelungener Kometenzeichnungen gilt dasselbe wie über die Verwendung von Zeichnungen des Tierkreislichts.

Schließlich möchten wir noch eingehen auf die Beobachtung von Sonnen- und Mondfinsternissen und einiger Erscheinungen, die mehr terrestrischer Natur sind. Sonnen- und Mondfinsternisse sind Naturereignisse, deren Beobachtung sich der Naturfreund so leicht nicht entgehen lassen wird, wenn nicht die Witterung ihm einen Strich durch die Rechnung macht. Sollte jemand das Glück haben, Zeuge einer totalen Sonnenfinsternis sein zu können, so wäre die sorgfältigste Vorbereitung und Aufstellung eines genauen Beobachtungsprogramms am Platze. Die Zeichnung würde, wenn

photographische Mittel fehlen, wieder die Hauptkraft beanspruchen, um dieses wahrhaft großartige Naturschauspiel im Bilde fest zu halten. Wir können uns hier weitere Angaben schenken. Partielle Sonnenfinsternisse lassen sich verhältnismäßig häufig beobachten. Genaue Zeitbestimmung der beiden Berührungen von Sonnen- und Mondscheibe wäre wohl alles, was der Beobachter ohne Meßinstrumente leisten könnte. Wesentlich anders verläuft eine Mondfinsternis, bei der manche Beobachtung physikalischer Natur zu machen ist. Besonderes Augenmerk ist zu richten auf die Zeiten der verschiedenen Kontakte, wie auf die Färbung des Schattenrandes und der verdunkelten Mondscheibe.

Nur indirekt zur Astronomie gehören die Erscheinungen in der Atmosphäre unserer Erde. Die Schönheit eines klaren Sonnenunterganges, weniger die eines herrlichen Sonnenaufganges ist oft beschrieben und besungen. Dieser Reiz der Schönheit geht keineswegs verloren, wenn man diese Erscheinungen als wissenschaftlicher Beobachter in allen ihren Phasen verfolgt. Sonnenauf- und Untergang sind symmetrische Erscheinungen. Die zu beobachtenden Phasen verlaufen also bei der einen in umgekehrter Reihenfolge wie bei der andern. Am häufigsten wird sich jedenfalls die Gelegenheit bieten zur Beobachtung des Untergangs. Klare Luft und guter Horizont sind Vorbedingungen für gute Beobachtungen. Diese erstrecken sich wesentlich auf Zeitbestimmungen und Beschreibungen der verschiedenen Dämmerungsfarben. Der Beobachter orientiere sich zunächst aus geeigneten Werken über die Begriffe des ersten und zweiten Purpurlichts, der Gegendämmerung, des Bishop'schen Ringes u. s. f. Höhenmessungen sind z. B. beim Dämmerungssegment auch erwünscht. Man bedient sich zu dem Zwecke des sogenannten von Professor Busch in Arnsberg konstruierten und durch Buchhandlungen zu beziehenden Pendelquadranten, dessen Anschaffung wegen seines großen Nutzens und seiner Billigkeit jedem praktischen Beobachter zu empfehlen ist. Denselben Pendelquadranten benutzt man auch zu Höhenbestimmungen bei den sogenannten leuchtenden Nachtwolken, feinen, in großer Höhe schwebenden und in mattem Lichte leuchtenden Cirruswolken. Doch geht die Bepfehlung dieser Erscheinung über den Rahmen unsrer Arbeit hinaus. Auch die Beobachtung der neutralen Punkte am Himmel, etwaiger Nordlichtstrahlen und Nordlichtgegenkronen gehört in dieses Gebiet der atmosphärischen Optik hinein. Geeignete Belehrung hierüber findet sich in den Handbüchern der Geophysik.

Um Anschluß an gleichstrebende Mitarbeiter zu finden, ist es auch zweckmäßig, einer Gesellschaft von Naturfreunden beizutreten, die wesentlich auf den im vorliegenden Aufsätze erwähnten Ge-

bieten sich betätigen. So besteht z. B. für Berlin und Umgebung der »Verein von Freunden der Treptow-Sternwarte« mit dem Vereinsorgan »Das Weltall«. Weite Verbreitung gefunden hat die »Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik«, die in ihren von Prof. Dr. Platzmann zu Münster redigierten monatlichen »Mitteilungen«, durch Bibliothek, Lesezirkel, billige Beforgung von Beobachtungsmitteln die Mitglieder anregt und fördert.

