

Astronomische Zeitschrift

mit der Beilage

Wissenschaft und Technik.

Illustrierte Monatschrift

herausgegeben

von

Arthur Stenzel.

10. Jahrgang, 1916.

Mit 33 Abbildungen auf 3 Tafeln und 31 Abbildungen im Text.

hamburg

Verlag von Arthur Stenzel.

Abteilung C.

Aufsätze aus der Astronomie und verwandten Gebieten.

Sternaufnahmen mit der Amateurkamera.

Von Max Valier-Wozen, z. B. im Felde.

Der Amateur, besonders der angehende Jünger der Lichtbildkunst, photographiert alles, nur nicht Sonne, Mond und Sterne. Warum nicht auch diese?

Wiewohl das schöne „Unendlich“-Zeichen den Bodenausgang jeder Kamera ziert, so wagt es der Amateur doch nicht, seinem Objektiv zutrauen, die unendlich weit entfernten, überaus schwachen Lichtquellen des Sternenhimmels auf die Platte zu bannen, ja vielleicht mancher, der schon im Vorwärt die Kamera in einer mondlosen, sternklaren Nacht auf die Gestirne gerichtet hatte, hat unversehener Dinge wieder zugeklappt, weil auf der Mattscheibe nichts zu sehen war.

Frisch gewagt, wäre zwar nicht nur halb, sondern ganz gewonnen gewesen, aber man hat eben doch nicht eine kostbare Platte so ins Ausschichtsloze opfern wollen.

Nun, ich habe vielfach Sternaufnahmen mit den gewöhnlichsten Kamera erhalten und überdies, bevor ich diese Zeilen schrieb, noch eine Serie Versuchsaufnahmen mit verschiedenen Apparaten gemacht, sodaß meine Angaben wohl als zutreffend erscheinen werden.

Ohne weiter auf die mathematisch-theoretische Begründung einzugehen, kann ich daher aus Erfahrung sagen, daß schon ein Apparat von dem Öffnungsverhältnis 1:12 noch Sterne der 1. bis 3. Größe, ein Objektiv von der Öffnung 1:8 bis zur 6. Sterngröße, eine Kamera von großer Lichtstärke, wie die teuersten Sorten, Sterne der 8. Größe in der Nähe des Himmelspols aufzeichnet, das sind schon mehr als man mit freiem Auge sehen kann. Vorausgesetzt ist eine mondlose, sternklare Nacht, Abwesenheit störender künstlichen Lichtes (Stadtlisches), und daß man Platten der empfindlichsten Sorten verwendet.

Was die Sterngrößen anlangt, so ist ja allgemein bekannt, daß man die dem freien Auge sichtbaren Sterne in 6 Größenklassen, oder besser Helligkeitsstufen seit alters her eingeteilt hat, sodaß die Sterne der 1. Größe die hellsten, die der 6. Größe die schwächsten einem guten Auge noch sichtbaren Sterne darstellen. Diese ursprünglich etwas willkürliche Einteilung hat man in der modernen Wissenschaft nur insofern modifiziert, als man den Unterschied zwischen je zwei Sterngrößen gleich der 2½fachen Intensität angenommen hat, das heißt, ein Stern jeder folgenden Größenklasse ist 2½ mal lichtschwächer, als der der vorhergehenden, z. B. ein Stern der 2. Größe ist 2½ mal so schwach als einer der 1. Größe und so fort; oder umgekehrt ist ein Stern der 3. Größe wieder 2½ mal so hell als einer der 4. Größe.

Außerdem benutzt man in der Wissenschaft auch die 0. (nullte) und auch negative (—1., —2., —3., —4.) Größe, zum Bezeichnen noch hellerer Sterne als die der ersten Größe, wie zum Beispiel der Planeten Jupiter, Mars und Venus, die wirklich 66 mal heller als ein Fixstern der ersten Größe (Fundamentalfstern der 1. Größe) werden kann, was man ohne die negativen Größen nicht gut ausdrücken könnte. So ist aber die 0. Sterngröße genau wie oben erklärt, 2½ mal heller als die 1., die —1. 2½ mal heller als die 0., die —2. wieder 2½ mal so hell als die —1., daher erhält Venus, die dann über 4 Größenklassen heller ist als die Normalsterne 1. Größe, die Zahl —3.6. Größe zugewiesen. So ausgedrückt ist der Mond, je nach der Phase, der —6. bis —7. ufw. Größe und die Sonne hat die —26. Größe. Geschrieben wird Größenklasse (magnitudo) mit 1 m, 2 m, 3 m ufw.

Nach meinen Erfahrungen kann man nun allerdings auf der Mattscheibe bei einer ganz billigen Kamera, deren volle Öffnung einem Verhältnis von 1:12 bis 1:10 entspricht, nur Sterne der negativen Größenklassen direkt sehen und so eigentlich auf diese scharf einstellen, bessere Objektiv 1:8 bis 1:7 zeigen schon die Fixsterne bis + ½ m oder + 1 m, Lichtstarke-Lessare bis reichlich 2 m, sogenannte Beckval-Objektive mit einer Öffnung 1:2½ bis 2½ m. Die Sterne erscheinen dann auf der Mattscheibe als äußerst feine

scharfe Punkte, die zu finden dem Anfänger nicht leicht ist, sodaß ich die Erfahrung machen konnte, daß mancher die Sternpünktchen auf der Mattscheibe nur aus mangelnder Übung und ungenügender Dunkelakkommodation des Auges nicht sah, obwohl solche doch zu sehen waren.

Zunächst, wo wir aber nicht gerade eine bestimmte Himmelsgegend genau aufnehmen wollen, ist es schließlich belanglos, ob wir Sterne auf der Mattscheibe sehen, wenn wir uns nur einigermaßen auf die Unendlich-Einstellung verlassen können.

Nun richten wir einmal einen Apparat in beliebiger Richtung gen Himmel und lassen das Sternegerätnis reichlich lange, vielleicht 3—4 Stunden auf ihn wirken. Dann verarbeiten wir die Platte wie gewöhnlich, nur vielleicht mit erhöhter Sorgfalt und Reinlichkeit. Sehen wir auch beim Entwickeln nichts oder nicht viel herauskommen, macht nichts, deshalb kann schon doch noch etwas auf der Platte sein. Wir entwickeln bis zum Schleiern und behandeln die Platte im übrigen bis zur beendeten Trocknung.

Besehen wir jetzt unser Werk näher, so werden wir in den meisten Fällen viele, immer aber mindestens einige Striche von bestimmter Beschaffenheit erblicken. Wenige werden vollends geschwärtzt, die meisten an der Grenze der Sichtbarkeit und nur richtig gegen das Licht gehalten auf der Platte erkennbar sein. Diese Striche werden nicht alle gleichlang, nicht alle gleichgerichtet, nicht alle gleichbreit und nicht gleichscharf sein.

Woher sind nun die Striche gekommen?

Das werden wir leicht einsehen, wenn wir bedenken, daß sich der Himmel ja dreht, und zwar täglich einmal ganz herum (360°); die Ursache dieser Drehung ist die Rotation der Erde. Bei fest hingestelltem oder gelegtem Apparat werden sich die Sterne also als kontinuierlich wandernde Lichtquellen in jedem Augenblick auf einer anderen Stelle der Platte abbilden, ihr Bild wird sich also in einem Stich ausziehen.

Die Länge dieser Striche, die wir Sternspuren nennen wollen, hängt nun hauptsächlich von drei Faktoren ab: von der Brennweite des Objektivs insofern, als bei einem Objektiv von der doppelten Brennweite bei gleichen sonstigen Umständen alle Sternspuren doppelt so lang und doppelt so weit voneinandergerückt erscheinen, von der Zeitdauer der Aufnahme insofern als, je länger bei gleichem Objektiv und auf dieselbe Himmelsgegend gerichteten Apparat exponiert wird, die Länge der sämtlichen Striche proportional der Expositionszeitdauer wächst; sie stellen dann einen proportional größeren Teil des ganzen Kreises dar, als dessen Teile sie sich insofern ihrer Krümmung verraten. Endlich ist die Länge noch abhängig von der Entfernung des betreffenden Gestirns vom Drehpunkt des Himmels, dem Himmelspol.

Diese dreifache Beziehung der Sternspuren erklärt sich leicht durch die Erwägung, daß ja immer ein Objektiv der doppelten Brennweite ein doppelt so großes Bild aller Gegenstände entwirft, sowohl der absoluten Abstände, als der in Winkelmaß gedachten. Die Spurverlängerung durch Expositionssteigerung erfolgt notwendig auf Grund der täglichen Drehung des Himmels, der sich in 2, 3, 4 Stunden 2, 3, 4 mal so weit dreht als in einer Stunde. Die Kreisanteile aller gekrümmten Sternspuren müssen natürlich untereinander gleich sein, weil sich alle Fixsterne sozusagen samt dem Himmelsgewölbe ohne gegenseitige Lageveränderung zu drehen scheinen. Die Größe des Kreisanteiles ist direkt identisch der Zeitdauer in Stunden, Minuten und Sekunden. Nehmen wir eine Stunde auf, so werden wir krumme Sternspuren, die gleich ½ des ganzen Kreises oder = 15° im üblichen Bogenmaße (wo der Kreis 360° hat) sind, erhalten. In 6 Stunden würden wir Viertelkreise (90°), in achttündiger Exposition Dreitelkreise (120°) erhalten.

Praktisch können wir dieses Verfahren nur in der Nähe des Himmelspols anwenden, denn in entfernter gelegenen Himmelsregionen würden die sehr lang werdenden Sternspuren keinen Platz mehr auf der Platte finden. Richten wir aber unsere Kamera (in Mitteleuropa) etwa 50° gegen den Horizont geneigt nördlich gegen den Himmel, so werden wir den Himmelspol selber (den Polarstern, der ihm sehr nahe steht) ziemlich mitten auf der Platte erhalten. Nun ist auch sofort die dritte Beziehung der Längen klar. Wir sehen ein: könnten wir 24 Stunden ununterbrochen exponieren (z. B. in der Polarnacht), so würden die Sterne volle,

sich schließende Kreise bilden, von umso größerem Radius, je weiter jeder einzelne Stern vom Himmelspol absteht.

Würden wir unsere Originalplatten kopieren und reproduzieren wollen, so bliebe nur wenig auf den auf der Platte schon so überaus schwachen Sternspuren übrig. Die Schwäche der Sternspuren, ihr Mangel an Schwärzung, der sich auch durch Verstärken der Platte kaum wesentlich ausgleichen läßt, wird uns aber später nicht eben sehr stören. Schlimmer ist es, daß wir uns auf einer solchen beliebigen Sterraufnahme gar nicht auskennen werden, ja nicht einmal wissen, welches Sternbild wir „gerade erwischt“ haben. Viele Sterne sind erst während der freundlichen Exposition auf die Platte getreten, viele haben während dieser die Platte verlassen. Wäre dies nicht der Fall, so könnten wir etwa die Anfangs- oder Endpunkte der Sternspuren mit etwas Tusche dicht markieren, sodaß wir beim Kopieren dann schön weiße Punkte auf schwarzem Grunde erhalten, deren Lage (bis auf den Verzerrungsfehler des Objektivs) mit den Sternen am Himmel übereinstimmen müßte, sodaß wir sie an der Grund eines guten Sternatlasses dann identifizieren könnten.

Besser erreichen wir unsere Absicht, wenn wir eine Zeitmarke in unserer Aufnahme anbringen, das heißt, wenn wir die Exposition einmal (mindestens) auf etwa 10 Sekunden (bei Aufnahmen der Himmelspolgegend länger, etwa 1—3 Minuten) unterbrechen. Dadurch werden alle Sternspuren zu gleicher Zeit unterbrochen und, wenn wir nun zu Kopierzwecken mit Tusche jeden Stern auf der Platte an der Unterbrechungsstelle der Sternspur markieren, so haben wir sicher alle Sterne richtig bezeichnet. Neue Sternspuren, die wohl während der Exposition schon oder noch auf die Platte gekommen sind, aber die Unterbrechungsstelle nicht enthalten, dürfen wir nicht anmerken, denn zur Zeit der Unterbrechung war der betreffende Stern nicht auf der Platte.

Ein von mir angefertigtes Schemabildchen stellt nun den Fall dar, daß das Sternbild des Orion (welches ganz in der Nähe des Himmelsäquators liegt) mit ruhendem Apparat zuerst eine Zeitlang aufgenommen wurde, dann die Exposition auf einige Sekunden unterbrochen wurde, und ein zweitesmal, auch nur mehr sehr kurz bis zum Schluß der Aufnahme weiterexponiert wurde. Behandeln wir die Platte, wie oben angedeutet, und kopieren die mit Tusche entsprechend den Helligkeiten der Sterne angezeichneten Unterbrechungsstellen hart, so bekommen wir eine schöne, himmelstreuere Ansicht. Wir können dann die Sterne mit einem Atlas vergleichen und uns schließlich daran erfreuen, wenn wir sehen, daß unser Apparat recht viele und recht schwache Sterne aufgezeichnet hat.

Das ist aber noch lange nicht alles, was wir aus den Platten herauslesen können. Abgesehen von vielen interessanten Dingen, die freilich schon einige Mathematiker erfordern, soll uns zunächst die Beobachtung beschäftigen, daß wir unter sonst gleichen Umständen mit derselben Kamera immer in polaren Himmelsgewenden mehr Sterne, das heißt auch solche schwächerer Größenklassen, als am Äquator gerade noch auf die Platte bekommen. Woher kommt dies wohl?

Wenn wir bedenken, daß die Sternspuren Striche von gewisser Breite sind, die eben durch die Bewegung des Sternes entstehen, so ist es klar, daß das Sternbildchen in einem gewissen Augenblick, während der ganzen langen Exposition betrachtet, auf der Platte ein kleines Scheibchen, und zwar ein Kreis-scheibchen gerade vom Durchmesser der Strichbreite der Sternspur ist. Das Licht dieses Sternscheibchens wirkt aber nur solange auf die eine Stelle der Platte, wo es zu einem gewissen Zeitmoment gerade stand, bis es sich um seine eigene Breite verschoben hat, sodaß es nunmehr nachbarliche, vorher unberührte Teile der Platte belichtet.

Das Sternlicht auf der Platte wird also nur solange summiert, als das Sternscheibchen gerade braucht, sich um seine eigene Breite fortzubewegen. Die Schnelligkeit dieses Wanderns hängt nun (außer vom Brennweitenverhältnis des Apparates) nur vom Abstand des Sterns vom Pol ab. Wie wir gesehen haben, nehmen die Durchmesser der Vollkreise der zirkumpolaren Sterne, je näher gegen den Himmelspol, um so mehr ab. Die Kreise werden also kleiner, die Längen der Kreisumfange nehmen also ebenso ab und genau im gleichen Verhältnis auch die verhältnismässigen Längen beliebiger Bruchteile der Kreise. Nun machen aber fast alle Sterne (ausgenommen die hellsten und die dem Plattenrande nahen durch

Unschärfe verbreiterten) gleich breite Sternspuren. Wir werden daher erkennen, daß, wenn ein Stern einen Kreis vom halben Radius, vom Himmelspol aus gemessen, beschreibt als ein anderer, seine Sternspur auf derselben Platte nur halbso lang sein kann als des ersteren.

Es ist also das Sternscheibchen nur halb so schnell auf der Platte gewandert als beim ersten Stern, oder: das Licht hatte doppelt so lange Zeit, sich zu summieren. Wir würden daher, wenn der Apparat in der Entfernung 1 vom Himmelspole noch Sterne z. B. der 5. Größe aufzeichnet, in der Entfernung ½ noch solche, die doppelt so schwach sind, aufgezeichnet erhalten. Nun sind die Größenklassen im Intensitätsverhältnis 1:2½ zu einander stehend. Wir werden daher in einer Distanz, wo die Sternspuren 2½ mal kürzer werden als in einer anderen Poldistanz, dort noch um 1 m schwächere Sterne bekommen, bei 2½ mal 2½ oder 6.25 mal kürzeren Spuren noch Sterne von 2 m mehr als in der ersten.

Wenn ist nun eine Sternspur 2½, wann 2½ zum Quadrat = 6.25 mal so kurz, als die eines Sternes am Äquator?

Nach der Lehre der sphärischen Trigonometrie ergibt sich, daß in 24° Abstand vom Himmelspol oder 66° Deklination, resp. in 9° Poldistanz oder 81° Deklination sich unsere Bedingung erfüllt. Es wird also unser Apparat schon 9° vom Pol entfernt um volle 2 Größenklassen mehr Sterne aufzeichnen als am Äquator, ganz am Pol werden etwa 3 m mehr erhalten.

Wir erkennen nun auch, daß es, sofern wir den Apparat nicht der Bewegung der Gestirne genau nachführen können und so eine künstliche beliebig lange Summierung des Sternlichtes auf eine Stelle der Platte erzwingen können, es nicht erwartet werden kann, mehr Sterne durch längeres Exponieren zu erhalten, als nötig ist, damit das Sternbildchen um seine eigene Scheibchenbreite fortgeschreitet. Dazu sind aber in nicht ganz polnahen Gegenden schon wenige Sekunden, auch in ziemlich polnahen Gegenden wenige Minuten, genügend. In letzterem Falle müssen wir aber bedenken, daß uns die Sternspuren dann wohl gar zu kurz werden, sodaß sie schwer zu finden sein werden und vor allem die Sternpünktchen kaum von Plattenfehlern und Staubbörnern in der Schicht unterschieden werden können. Nach meinen Erfahrungen soll man in Polgegenden mindestens 10 Minuten exponieren und eine Minute unterbrechen, darauf wieder 10 Minuten exponieren. Dann bekommt man schon annehmbare Striche und ist, zumal wenn man mit der Lupe untersucht, ziemlich sicher, sich von Fremdkörpern und Fehlern nicht täuschen zu lassen.

An der Hand unserer Sternaufnahmen lassen sich, wie gesagt, eine Reihe sehr interessanter Versuche anstellen; so kann man zum Beispiel die geographische Breite aus ihnen recht genau ableiten, veränderliche Sterne verfolgen, Sternschnuppenbahnen berechnen, Meteoritentradienten ermitteln und die Bewegung der Planeten unter den Fixsternen erkennen.

Abteilung D.

Neue Entdeckungen und Beobachtungen.

Zwei neue Kometen.

Auf einer von Prof. M. Wolf an der Königtuhl-Sternwarte bei Heidelberg am 3. April 1916 zum Zwecke der Nachforschung nach kleinen Planeten aufgenommenen Platte zeigten sich neben drei bereits bekannten Planetoiden auch zwei neue Objekte, die der Reihe gemäß die provisorischen Bezeichnungen 1916 Z K und 1916 Z L erhielten. Am 6. April wurde das Objekt 1916 Z K nochmals fotografiert und zeigte dabei ein nebliges Aussehen, was bei Planeten sonst nicht der Fall ist; mehr trat diese Eigentümlichkeit noch auf einer am 27. April aufgenommenen Platte hervor. Das Objekt stand bei seiner Entdeckung Rektaszension 12h 52.9 m und Deklination + 0° 11', d. h. im Wilde der „Jungfrau“; seine Bewegung war nach Nordwesten gerichtet, seine Helligkeit war aber nur von der Größe 13.3. Am 30. April wurde das Gestirn auch an der Königl. Sternwarte Berlin-Babelsberg als schwacher Nebel mit fixsternartiger Verdichtung beobachtet. Da die Zentralstelle