

Zeitschrift: Jahresbericht der Geographischen Gesellschaft von Bern
Herausgeber: Geographische Gesellschaft Bern
Band: 12 (1893)

Artikel: Die Photographie als Hülfswissenschaft der Astronomie
Autor: Forster, A.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-321965>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 18.02.2025

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

IV.

Die Photographie als Hilfswissenschaft der Astronomie.

Vortrag gehalten in den Sitzungen vom 30. November und vom 7. Dezember 1893
von Prof. Dr. A. Forster.¹

Die Anfänge der Verwendung der Photographie im Dienst der Astronomie fallen zusammen mit der Erfindung dieser modernen Vervielfältigungskunst, und gleich wie diese seit 40 Jahren erstaunliche Fortschritte gemacht hat, so ermöglichte ihre Anwendung auf dem Gebiet der Astronomie eine Reihe höchst interessanter Beobachtungen. Die wichtigsten Uebelstände, welche astronomische Beobachtungen durch das Auge oft beeinträchtigen, sind: Irradiation, Blendung und mangelhafte Empfindlichkeit der Netzhaut. Infolge der Irradiation erscheinen helle Flächen grösser als ihren wahren Dimensionen entspricht: die Blendung hindert uns lichtschwache Objekte, welche dicht neben sehr lichtstarken Sternen stehen, zu erkennen. So war es, theoretisch, schon jahrelang bewiesen, dass der lichtstarke Sirius ein Doppelstern sein müsse, allein sein sehr lichtschwacher Begleiter konnte wegen der Blendung durch den Hauptstern auch mit den grössten Teleskopen Europas nicht konstatiert werden. Erst 11 Jahre später gelang es Alvan Clark, begünstigt durch besondere Verhältnisse, den berechneten Begleiter als Sternchen neunter Grösse in einer Entfernung von nur 10'' vom Hauptstern zu sehen.

Die photographische Beobachtung ist hinsichtlich der erwähnten Uebelstände der Beobachtung durch das Auge weit überlegen. Die lichtempfindliche Platte wird nicht geblendet und wird neben dem lichtstarken Objekte ein sehr lichtschwaches — genügend lange Exposition vorausgesetzt — mit Sicherheit anzeigen. Allerdings zeigt die gewöhnliche Bromsilberplatte auch eine der Irradiation ähnliche Erscheinung, welche unter der Bezeichnung «Lichthof» übel berüchtigt ist, allein durch Ueberziehen der Rückseite mit einer Mischung

¹ Auszug, vom Herrn Vortragenden der Redaktion auf deren Bitte eingesandt.

aus Russ, Terpentinöl und Nelkenöl oder durch Anwendung von Platten, deren lichtempfindliche Schichte aus mehreren übereinander gegossenen Emulsionsschichten von ungleicher Empfindlichkeit besteht, lässt sich dieser Uebelstand aufheben.

Bezüglich der Lichtempfindlichkeit ist die photographische Platte dem Auge bedeutend überlegen durch den Umstand, dass die Lichtwirkung gleich dem Produkte der Lichtintensität multipliziert mit der Dauer der Einwirkung ist. Nun besteht keine Schwierigkeit ein sehr lichtschwaches Objekt stundenlang auf die Platte einwirken zu lassen und so ein kräftiges Bild zu erhalten. So gelingt es Sterne zu photographieren, welche das empfindlichste Auge, mit dem lichtstärksten Fernrohr bewaffnet, nicht mehr wahrzunehmen vermag.

Nach dieser allgemeinen Einleitung erörterte der Vortragende die Methode der Sternaufnahmen und erklärte an Projektionsbildern die Konstruktion der hierzu gebrauchten Instrumente. Spiegelteleskope haben den Vorteil von Farbenabweichung frei zu sein und würde sich ihre Anwendung aus diesem Grunde zu Sternaufnahmen empfehlen, allein ihr Gebrauch ist weniger bequem als der von Linsenfernrohren, und da der Fehler der Focusdifferenz, welcher diesen oft in merklichem Grade anhafet, leicht korrigiert werden kann, so benutzt man mehr diese Instrumente.

Bei Anwendung von Bromsilberplatten von mittlerer Empfindlichkeit schwankt die nötige Expositionsdauer, um gute Bilder zu erhalten, von 0,005 Sek. (Sterne erster Grösse) bis zu $1\frac{1}{2}$ Stunden (Sterne 16^{ter} Grösse), ja bis zu mehreren Stunden für noch lichtschwächere Objekte. Gegen Plattenfehler oder Staubteilchen, welche mit den Bildpunkten der Sterne verwechselt werden könnten, schützt man sich leicht durch mikrometrische Verschiebung der Platte, so dass man von demselben Objekte drei Aufnahmen auf der gleichen Platte macht. Natürlich erhält man dann für jeden einzelnen Stern drei Bildpunkte, welche ein kleines Dreieck von 3"—4" Seitenlänge bilden; die so nahe stehenden Punkte werden vom Auge nicht getrennt gesehen, dagegen schon bei schwacher Vergrößerung aufgelöst. Diese kleinen Dreiecke sind dann von Staubbildern oder Plattenfehler mit Leichtigkeit zu unterscheiden. Genaue Ortsbestimmungen von Sternen durch die gewöhnliche Beobachtung durch das Auge sind sehr mühsame und höchst zeitraubende Arbeiten; bedenkt man, dass der Beobachter dabei ganze Nächte unter der geöffneten Spalte des Beobachtungsraumes, der auch bei strengster Winterkälte nicht geheizt werden darf, zubringen muss, so wird man zugeben, dass solche Ortsbestimmungen nicht nur eine mühsame und zeitraubende, sondern auch eine die Gesundheit gefährdende, aufreibende Arbeit

sind. Da hat es der photographisch beobachtende Astronom besser. Wenn die Platte exponiert ist, so kann er dieselbe in aller Ruhe und Bequemlichkeit entwickeln und im Bureau zu jeder Zeit ausmessen: dabei übersteigt die Genauigkeit der Ausmessung diejenige der direkten Beobachtung, da der mittlere Fehler einer Einstellung nur 0,0018 mm entsprechend 0,11'' beträgt. Um den grossen Vorteil der photographischen Methode zu illustrieren, führte der Vortragende folgendes Beispiel an. In wenigen Stunden erhielten die Brüder Henry in Paris eine Aufnahme der Plejadengruppe, welche nicht weniger als 1421 Sterne bis zu 16^{ter} Grösse ihrer Stellung nach fixierte, während ein geschickter Astronom zur Herstellung derselben Karte, bei angestrenzter Arbeit, mehrere Jahre brauchte und doch enthielt seine Karte nur 671 Sterne bis zur 15^{ten} Grösse!

Je länger die Exposition fortgesetzt wird, um so mehr lichtschwache Sterne werden fixiert; so erhielt Wolf in Heidelberg im Jahre 1892 bei drei photographischen Aufnahmen des Sternbildes «Schwan»

bei einer Exposition von 1 Stunde	=	52,000	Sterne	auf	einer	Platte
»	»	»	»	3	Stunden	= 108,000
»	»	»	»	13	»	= 197,000

während die berühmte Bonner Durchmusterung auf demselben Raume nur 3500 Sterne (bis zu 9^{1/2}^{ter} Grösse) aufweist.

Nicht nur die Sterne selbst, sondern auch ihre Spektren werden photographiert, und gerade die Spektren geben wichtige Aufschlüsse über die physikalische Konstitution; der von Pickering in Cambridge (U. S. A.) ausgeführte Katalog enthält bereits über 10,000 Sternspektren.

Photographische Aufnahmen des *Mondes* wurden häufig gemacht: am bekanntesten sind die Aufnahmen von Warren de la Rue, Rutherford und namentlich die Aufnahmen einzelner Teile der Mondoberfläche, welche von der Lick-Sternwarte ausgeführt werden. Die letzteren werden auf der Prager Sternwarte vergrössert und durch Weineck speciell studiert, wobei schon interessante Resultate erhalten wurden, aus denen hervorzugehen scheint, dass jetzt noch Veränderungen auf der Mondoberfläche erfolgen.

Das Licht der *Planeten* wirkt schwächer auf die photographische Platte als dasjenige der Fixsterne, so dass etwas länger exponiert werden muss, als man bei ihrer Helligkeit vermuten sollte; der Grund liegt wohl darin, dass in ihren Atmosphären das Sonnenlicht starke Absorption der wirksamen Strahlen erleidet. Es wurden Glasphotogramme von Mars und Jupiter projiziert; auf den letztern waren die

Banden in der Aequatorealzone und der sogenannte rote Fleck sehr schön ausgeprägt.

Bedeutend erleichtert wird durch die Photographie die Arbeit der « Planetoidenjäger », welche bisher genötigt waren viele Nächte lang am Fernrohre ihre Sternkarten zu kontrollieren, um zu sehen, ob nicht zwischen den bereits bekannten Sternen ein noch nicht katalogisierter *Planetoid* sich herumtreibe. Wolf in Heidelberg hat diese Arbeit ausserordentlich erleichtert, indem er verschiedene Stellen des Himmels mehrere Stunden lang auf eine lichtempfindliche Platte einwirken liess. Während die Fixsterne kleine runde Bilder erzeugen, erhält man durch jeden Planetoiden, infolge seiner Eigenbewegung unter den Fixsternen, ein linienförmiges Bild, welches einen kurzen Teil seiner Bahn darstellt. Eine solche kleine Linie ist neben den runden Fixsternbildern sehr auffallend und durch sie ist die Stellung des Asteroiden bestimmt. Wolf hat durch diese Methode nicht nur 8 bereits bekannte, aber verloren gegangene Planetoiden wieder gefunden, sondern auch mehrere neue entdeckt. Ebenso fand Charlois in Nizza mit einem gewöhnlichen, lichtstarken Porträtobjektiv, welches an einem Aequatoreal befestigt war, drei neue Planetoiden. Ihre Gesamtzahl beträgt bis heute ca. 350. Die photographische Methode wird sicher in kurzer Zeit Antwort geben auf die Frage nach der annähernd genauen Zahl dieser kleinen Himmelskörper, während diese Frage ohne die neue Methode noch lange Jahre unbeantwortet geblieben wäre.

Photographische Aufnahmen der *Sonne* fixieren Zahl, Verteilung und Veränderung der Sonnenflecken, sie geben — während einer totalen Sonnenfinsternis ausgeführt — Bilder der Protuberanzen, der Corona. Im laufenden Jahre wurde sogar von Deslandres eine Methode beschrieben, welche es erlauben soll, auch ausserhalb der Zeiten totaler Sonnenfinsternisse photographische Bilder der Corona, dieser noch nicht genügend aufgeklärten Erscheinung, zu erhalten. Sehr wertvolle Dienste leistet die Photographie zur Bestimmung der Sonnenparallaxe, d. h. der Entfernung von Sonne und Erde, durch die Aufnahme von Venus- oder Merkurvorübergängen vor der Sonnenscheibe. Gerade in diesem Falle wird der Umstand wichtig, dass die lichtempfindliche Platte frei ist von dem, der Netzhaut eigentümlichen, Fehler der Irradiation.

Eine der hervorragendsten Aufgaben des Astronomen ist die Herstellung eines Sternkataloges oder einer Himmelskarte. Die Zahl der *Fixsterne*, welche die Sternkataloge verschiedener Jahrhunderte enthalten, nahm natürlich mit der Vervollkommnung der Beobachtungsinstrumente und Beobachtungsmethoden stetig zu. So finden wir

im Sternverzeichnis von	Hipparch	im Jahr	128 a. Ch. n.	1,025	Fixsterne
»	» Tycho de Brahe	»	1602 p. Ch. n.	1,055	»
»	» Hevelius	»	1690	1,553	»
»	» Flamsted	»	1725	3,310	»
»	» Lalande	»	1800	47,390	»
»	» Argelander	»	1862	324,188	»

(dabei bezieht sich der Katalog von Argelander nur auf die nördliche Zone).

Angeregt durch die bahnbrechenden Arbeiten der Brüder Henry in Paris wurde im Jahre 1887 ein grosses internationales Werk beschlossen: die Aufnahme einer photographischen Himmelskarte, welche alle Sterne bis zur 14^{ten} Grössenklasse enthalten soll. Dieses grosse Werk wird voraussichtlich in wenig Jahren ausgeführt werden und wird, von relativ wenig Beobachtern vollendet, ca. 2 Millionen Sterne ihrer Stellung und ihrer Grösse nach fixieren — eine Arbeit, welche alle Sternwarten der Welt zusammenwirkend, nicht würden lösen können, denn es gibt, z. B. in der Milchstrasse, so dicht mit Sternen bedeckte Räume, dass eine Ortsbestimmung derselben nach gewöhnlicher Methode einfach unausführbar erscheint. Die Photographie würde erlauben noch kleinere Sterne als diejenigen der 14^{ten} Grösse aufzunehmen; sie könnte bis zur 16^{ten}, wohl selbst bis zur 18^{ten} Klasse gehen, allein dann würde ihre Zahl unfassbar gross werden. Wollte man nur die 15^{te} Klasse aufnehmen, so würde die Karte ca. 20 Millionen Sterne erhalten.

Nichts ist im Weltraum in absoluter Ruhe, auch die sogenannten Fixsterne nicht. Infolge ihrer ungeheuren Entfernung von der Erde — der Lichtstrahl, welcher den Weg zwischen Sonne und Erde in 8 Minuten durchheilt, würde, um vom *nächsten* Fixstern zu uns zu gelangen, ca. $3\frac{1}{2}$ Jahre gebrauchen — ist es aber sehr schwierig, ihre Ortsveränderungen zu messen. Auch hier ist die mikroskopische Ausmessung einer photographisch aufgenommenen Platte nicht nur viel bequemer, sondern auch viel genauer als die direkte Beobachtung und so dürfen wir auch in dieser Frage wichtige Aufschlüsse von der neuen Methode erwarten. Nicht nur ihre absolute Entfernung von unserer Sonne, sondern auch die Geschwindigkeit, mit welcher sie sich unserem Sonnensystem nähern oder von ihm entfernen, ist die Photographie der Sterne und ihrer Spektren zu messen berufen.

Eine der merkwürdigsten Erscheinungen am Himmelsgewölbe ist das plötzliche Aufleuchten sogenannter «*neuer*» *Sterne*. Die älteren Astronomen standen mit Verwunderung und ratlos vor dieser sonderbaren Thatsache. Die erste Nachricht über das Auf-

treten eines «neuen» Sternes finden wir bei Plinius, welcher berichtet, dass Hipparch durch die Beobachtung eines solchen plötzlich erscheinenden Sternes im Scorpion zur Aufstellung seines Sternkataloges veranlasst worden sei. Solcher «neuer» Sterne wurden im Laufe der Zeit eine gewisse Anzahl beobachtet, unter denen wohl der von Tycho de Brahe im Jahre 1572 beschriebene und der von Kepler im Jahre 1604 beobachtete die bedeutendsten gewesen sind. Beide strahlten plötzlich in einem Glanze, welcher denjenigen aller Fixsterne erster Grösse übertraf, um nach einiger Zeit wieder dem Auge zu entschwinden. Die sonderbarsten Theorien wurden aufgestellt; allein erst dem Ende unseres Jahrhunderts blieb es vorbehalten, diese merkwürdige Erscheinung zu erklären. Im Jahre 1866 erkannte Huggins im Spektrum des neuen Sternes in der nördlichen Krone die Linien des Wasserstoffes *leuchtend* (statt dunkel, wie dies in dem Sternspektrum sonst der Fall ist) und im Jahre 1892 wurde durch Photographie des Spektrums des neuen Sternes im Fuhrmann bewiesen, dass sein Spektrum aus zwei superponierten Spektren gebildet wurde. Ueber das gewöhnliche Fixsternspektrum legte sich das Spektrum des glühenden Wasserstoffes. Die wahrscheinliche Erklärung ist demnach die folgende: die sogenannten «neuen» Sterne sind nicht Neubildungen, sondern im Gegenteil sehr alte Sterne, welche in der Phase der Erkaltung begriffen sind; es bilden sich dichte Schichten von Abkühlungsprodukten, welche wenig leuchtend, die ganze Oberfläche allmählich bedecken, wodurch der Stern immer lichtschwächer wird und endlich dem unbewaffneten Auge verschwindet. Durch Gaseruptionen aus dem Innern, welche — wie die Protuberanzen der Sonne — hauptsächlich aus glühendem Wasserstoff bestehen, wird die Schichte der Abkühlungsprodukte zerrissen, das glühende Innere des Sternes blossgelegt und dadurch seine Lichtemission plötzlich erhöht. So müssen wir ein doppeltes Spektrum erhalten, das des glühenden Wasserstoffes in leuchtenden farbigen Linien und das gewöhnliche Fixsternspektrum, d. h. ein Absorptionsspektrum. Es kann auch sein, dass der erkaltende Stern in eine jener, aus verdünnten Gasen bestehenden kosmischen Wolken, welche durch die Photographie überall am Himmelsgewölbe aufgefunden werden, geraten ist. Infolge der durch die grosse Masse des Sternes ausgeübten Gravitation wurden die Gasmassen rasch verdichtet und dadurch zu intensivem Glühen erhitzt. Welche Erklärung man auch vorziehen möge: so viel steht fest, dass die sogenannten «neuen» Sterne sehr alte Sterne sind. —

In jeder sternklaren Nacht erkennt man am Himmel lichte Stellen, welche das Ansehen kleiner leuchtender Wolken haben, die

Nebelflecke. Zu unterscheiden sind die wahren Nebelflecke — welche Anhäufungen glühender Gasmassen sind — von den scheinbaren Nebeln, welche Anhäufungen von Fixsternen sind, die so dicht stehen, dass ihr Licht ineinanderfließt. Viele derselben werden schon in schwach vergrößernden Fernrohren als Sternhaufen erkannt, während andere auch von unseren mächtigsten Teleskopen nicht aufgelöst werden. Die meisten Nebelflecke sind äusserst lichtschwach — nur wenige, wie der Nebel im Orion, der Andromeda etc. sind dem unbewaffneten Auge sichtbar — und es bedarf daher sehr lichtstarker Teleskope um die schwächeren zu erkennen. Besonders die beiden Herschel haben sich durch eine systematische Durchforschung des Himmelsgewölbes nach Nebelflecken verdient gemacht; ihr Katalog enthält die Stellung von mehr als 5000 dieser Himmelskörper. Aber neue Nebel, welche selbst durch die lichtstärksten Fernröhren nicht wahrnehmbar sind, wurden durch die Photographie entdeckt. So entdeckten Pickering und Henry auf photographischem Wege um den Stern Maia (in der Plejadengruppe) ausgedehnte Nebelmassen, welche bisher der Beobachtung entgangen waren; ebenso wurden photographisch neue Nebel in den Sternbildern des Schwans, des Perseus etc. entdeckt. Merkwürdig ist es, dass einige dieser optisch unwahrnehmbaren Nebel so stark auf die lichtempfindliche Platte wirken, dass ihre Bilder ebenso hell erscheinen wie diejenigen von dicht daneben stehenden ziemlich hellen Sternen. Es liesse sich dies erklären durch die Blendung des Auges durch das relativ starke Licht dieser Sterne oder durch die Annahme, dass diese Nebel besonders viele chemisch wirksame, aber optisch lichtschwache, kurzwellige Strahlen aussenden. Wegen der kräftigen chemischen Wirksamkeit des von Nebelflecken ausgesandten Lichtes zeigen häufig ihre Bilder Details, welche optisch nicht beobachtet werden können. In den Photographien des Andromedanebels erkennt man z. B. eine Anordnung der leuchtenden Gase in conc. elliptischen Ringen und die Bilder mehrerer kleiner Ringnebel zeigen sehr helle, aber für das Auge unwahrnehmbare Kerne.

In neuester Zeit ist es gelungen gute Aufnahmen von *Kometen*, sogar ihrer Spektren zu erhalten. Es eignen sich zum photographieren der lichtschwachen Kometen weniger grosse Fernröhren mit langer Fokaldistanz als lichtstarke Porträtobjektive mit kurzer Brennweite. Eine etwas modifizierte photographische Camera wird an ein Aequatorealfernrohr befestigt, so dass die optischen Axen parallel stehen; das Fernrohr dient dann nur dazu das Bild einzustellen und, während der Exposition, in unveränderter Stellung zu erhalten, während die eigentliche Aufnahme durch das Porträtobjektiv gemacht

wird. Auf diesem Wege erhielt zuerst Dr. Gill eine sehr schöne Aufnahme des Kometen von 1882. Nach 1½stündiger Exposition gewann er ein Negativ, auf welchem, neben dem Kometen, eine grosse Anzahl von Sternen, von denen 40—50 durch den Schweif hindurch, vollkommen scharf abgebildet waren. Das photographische Kometenspektrum zeigt neben dem von reflektiertem Sonnenlicht herrührenden schwachen kontinuierlichen Spektrum, hauptsächlich drei leuchtende Banden entsprechend dem Spektrum des Kohlenwasserstoffes. Es ist daher keinem Zweifel unterworfen, dass diese Kometen leuchtende Kohlenstoffverbindungen enthalten. Nähern sich gewisse Kometen sehr der Sonne, so bemerkt man in ihrem Spektrum die leuchtenden Linien des Natriums, Eisens, Mangans, Magnesiums, des Bleies, während die Kohlenstoffbanden verschwinden. Beim Entfernen von der Sonne treten die letztern wieder hervor, während die Metalllinien verschwinden. Wir haben es in diesem Falle offenbar mit einer durch die intensive Sonnenstrahlung bedingten Verdampfung der Metalle zu thun; wird mit der Entfernung von der Sonne die Strahlung schwächer, so erfolgt wieder eine Kondensation der Metaldämpfe und ihre leuchtenden Linien verschwinden aus dem Spektrum.

Mit der Besprechung der Beziehung zwischen Kometen und Meteoritenschwärmen, wie sich diese aus den Berechnungen von Schiapparelli, Oppolzer und anderen ergeben haben, schloss der Vortragende seine Mittheilungen.

Schon jetzt hat die Photographie der Astronomie die wichtigsten Dienste geleistet und es ist keinem Zweifel unterworfen, dass die Einführung der photographischen Beobachtungsmethode berufen ist, grosse Probleme der Astronomie ihrer Lösung entgegenzuführen.

