

Die Entwicklung der Astronomie
i n A m e r i k a.

Von

Dr. Friedrich Bidschof.

Vortrag, gehalten den 26. Januar 1898.

Es ist eine in den weitesten Kreisen bekannte Thatsache, dass Technik und Industrie in Amerika während des Verlaufes eines verhältnismäßig kurzen Zeitraumes außerordentliche Fortschritte gemacht haben. Mit staunender Bewunderung, ja manchmal mit Neid und Besorgnis verfolgt Europa den raschen und so kraftvollen Aufschwung der neuen Welt, welche — schon längst jeglicher Bevormundung entwachsen — sich immer mehr zu einer Rivalin der alten Culturländer entwickelt. Weniger bekannt als diese oft merklich fühlbare Thatsache ist aber die rühmensewerte Erscheinung, dass sich derartige Bestrebungen der Amerikaner nicht ausschließlich auf Gebiete erstrecken, wo materielle Vortheile oder lohnender Gewinn in naher Aussicht stehen, sondern auch solche Zweige menschlicher Thätigkeit betreffen, deren Pflege eine idealere Geistesrichtung zur Voraussetzung hat. Künste und Wissenschaften haben auch in Amerika günstigen Boden gefunden und dort Wurzel fassen können; allerdings ist für eine selbständige weitere Entwicklung dieser Blüten menschlicher Cultur in manchen Fällen eine Hauptbedingung — der Jahrhunderte oder wenigstens Jahrzehnte hindurch fortgesetzte unablässige Betrieb —

noch nicht erfüllt. In anderen Fällen ist es aber dank günstiger Verhältnisse der Jugendfrische der neuen Welt gelungen, den Wettkampf auf geistigem Gebiete mit dem alternden Europa aufzunehmen, die Höhe der bezüglichen Entwicklung zu erreichen, ja sogar in einigen Punkten dasselbe zu überflügeln. In den Kreis dieser Wissensgebiete gehört auch die Sternkunde, deren Werdegang auf amerikanischem Boden in seinen Hauptzügen zu schildern die Aufgabe der vorliegenden Studie ist.

Bei dieser Darstellung kann natürlich jene Summe astronomischer Kenntnisse, welche ein Theil der Ureinwohner des Erdtheiles — die Azteken Mexicos und die Indianer Perus — besaßen, nicht in Betracht kommen, denn diese Ergebnisse langjähriger Beobachtung des Firmamentes sind ebenso wie viele andere Errungenschaften altamerikanischer Cultur im Verlaufe der Barbarenzüge der spanischen Conquistadoren vernichtet worden; nur aus einzelnen Spuren kann man noch erkennen, dass die geistige Bildung dieser „Wilden“ einen achtenswerten Grad erreicht und zum Theile jene der Eroberer übertroffen hat. Die Denkmäler dieser Cultur sind jedoch untergegangen und neues Leben ist aus ihren Ruinen nicht erblüht, so dass die europäische Einwanderung an eine selbständige Erneuerung schreiten musste. Aber auch die Colonisten, die Europa verließen, um in der neuen Welt Ehre und Glück oder auch nur Freiheit und Frieden, welche ihnen auf der heimatlichen Erde versagt wurden, zu finden; konnten

zur Hebung des geistigen Zustandes fast nichts thun: die harte Arbeit um das tägliche Brot und die fortwährenden Kämpfe mit den Eingebornen spannten die Kräfte der Ansiedler auf das äußerste an, so dass die Pflege von Künsten oder Wissenschaften innerhalb der noch dazu sehr dünn gesäeten Bevölkerung fast als völlig ausgeschlossen zu betrachten war. Und so verflossen beinahe drei Jahrhunderte nach dem Zeitalter der Entdeckungen, ohne dass in Amerika viel mehr als Spuren einer Thätigkeit auf wissenschaftlichem Gebiete oder einer Antheilnahme an den großen Erfolgen der Gelehrten Europas während dieses langen Zeitraumes wahrzunehmen wären. Erst im Jahre 1769 findet man eine bemerkenswerte diesbezügliche Bethätigung. Der am 3. Juni dieses Jahres stattgehabte Vorübergang des Planeten Venus vor der Sonnenscheibe veranlasste die Astronomen Europas, ungewöhnliche Veranstaltungen zur Beobachtung dieser seltenen Erscheinung zu treffen; war doch dieselbe früher fast das einzige Mittel zur genauen Bestimmung der Entfernung der Erde von der Sonne. Auch die „American Philosophical Society“ rüstete unter Beihilfe von Benjamin Franklin — damals Agent der Colonie Virginia in London — mehrere Stationen aus, auf welchen das Phänomen mit vollem Erfolge beobachtet wurde. Unter den amerikanischen Beobachtern dieses Venusdurchganges ist der auch als Erfinder des Collimationsfernrohres um die Astronomie verdiente David Rittenhouse zu nennen, welchem bei dieser Gelegenheit eine Wahrnehmung glückte, aus

welcher auf die Existenz einer Atmosphäre des Planeten Venus mit Sicherheit geschlossen werden konnte: er sah nämlich den noch außerhalb der Sonnenscheibe befindlichen Theil des Planetenrandes hell erleuchtet.

Diese Beobachtung eines Venusdurchganges blieb wieder lange die einzige astronomische Leistung Amerikas, denn bald nachher brachen die Unruhen aus, welche nach langjährigen Kämpfen zur Losreißung der Colonien vom Mutterlande führten. Die folgenden Jahrzehnte waren der inneren Einrichtung des jungen Bundesstaates und der Erholung von den Wunden, welche das Land im Verlaufe des Unabhängigkeitskampfes erlitten hatte, gewidmet — eine Zeit, in welcher auch staatsmännische Acte von ungeheurer Tragweite für die Zukunft, wie z. B. die Erwerbung Louisianas, alles Interesse auf sich zogen. Hierauf folgte ein neuerlicher mehrjähriger Krieg mit England, welcher mit Erbitterung geführt wurde, so dass auch nach errungener Selbständigkeit nicht an die Pflege der Künste des Friedens und der Wissenschaften, also auch nicht an jene der Sternkunde gedacht werden konnte; denn im Getöse der Waffen schweigen die Musen, und Urania, die Göttin der Astronomie, zählt auch zu dieser Schar der Himmlischen.

Als nun mit dem Jahre 1815 eine lange Zeit der Ruhe angebrochen war, dachten einsichtsvolle Männer der Union bald an eine weitgehende Förderung der Naturwissenschaften, und der jüngere Adams, der letzte „Staatsmann-Präsident“, machte im Jahre 1825 in seiner

Botschaft an den Congress den Vorschlag, auf Bundeskosten eine nationale Universität und eine Sternwarte¹⁾ zu errichten. „Mit Beschämung sieht der Amerikaner — ließ sich darin der idealistisch veranlagte Präsident vernehmen — in dem mit Amerika verglichen kleinen Europa mehr als hundert solcher geistiger Leuchthürme in den Himmel ragen, während in der ganzen neuen Welt nicht ein einziges Observatorium vorhanden ist. Erwägt man die Errungenschaften, welche man diesen Instituten in den letzten 400 Jahren zu verdanken hatte, so kann man an dem Nutzen, welchen sie dem Volke bringen, nicht mehr zweifeln. Kein Jahr vergeht ohne astronomische Entdeckungen, die Amerika von Europa, also aus zweiter Hand empfängt, und wir sind nicht in der Lage, Gleiches mit Gleichem, Licht mit Licht zu vergelten, weil auf unserer Hemisphäre keine Sternwarte, kein Astronom vorhanden ist und uns die Erde an dem deshalb auch für unser geistiges Auge ewig dunklen Sternenzelt umsonst vorüberdreht.“

Diese beredte Sprache der ersten Persönlichkeit des Staates fand nicht den erwarteten Anklang bei der gesetzgebenden Versammlung; im Gegentheil, sie gieng

¹⁾ Die erste Anregung in dieser Hinsicht wurde bereits 1807 bei Gelegenheit der Regelung der Verhältnisse der Küstenvermessung durch deren Vorstand, Hassler, gegeben; der Vorschlag, welchen der um die Union hochverdiente Schatzsecretär Gallatin unterstützte, drang aber damals nicht durch.

im stürmischen Gelächter der Deputierten unter, und der Ausdruck der Botschaft: „Establish a light-house in the skies“ gelangte zu einer von seinem Schöpfer gewiss nicht gewünschten Popularität. Der Widerwille des Congresses gegen das Project war so nachhaltig, dass noch sieben Jahre später bei Gelegenheit der Votierung einer Summe für die Zwecke der Küstenvermessung die Bemerkung beigefügt wurde, dass damit eine Autorisation zur Verwendung der Gelder zum Bau oder zur Erhaltung einer Sternwarte nicht verbunden sei. Jedoch erwies sich die Macht der Verhältnisse und der — Wissenschaft stärker als der Wille der erleuchteten Gesetzgeber. Dies kam so. Die Sternkunde steht nur dem äußeren Anscheine nach dem öffentlichen Leben und seinen Bedürfnissen fremd gegenüber; in Wahrheit ist sie damit auf das innigste verbunden und leistet für das bürgerliche Leben wichtige Dienste. Man würde ihr auch gewiss nie und nirgends besondere Theilnahme angedeihen lassen — dies zeigt auch das vorhin geschilderte Verhalten des nordamerikanischen Congresses —, wenn man sie stets nur als Geisteswissenschaft betrachten könnte. Hätte nicht eine zwingende Nothwendigkeit zur Förderung der Astronomie gedrängt und hätten nicht die reichen, ja überreichen Vortheile, die ihre Pflege in materieller Hinsicht für die Nichtastronomen bietet, vielfach die geringen Opfer, welche ihr Dienst erfordert, bezahlt gemacht, so würden nur wenige Sternwarten existieren, und manche großartige Entdeckung wäre bis heute noch nicht er-

folgt. Die Nützlichkeit der Astronomie lernten nun zuerst die Handel und Schiffahrt treibenden Nationen kennen. Der Seefahrer, welcher seinen Weg durch das Meer suchen muss, hat um sich nur die unendliche Fläche des Oceans und über sich den gestirnten Himmel; er muss den Lauf der Gestirne zurathe ziehen, wenn er den richtigen Cours seines Fahrzeuges bestimmen will. Die Bestimmung der geographischen Breite und Länge des augenblicklichen Schiffortes bildet daher eine Hauptaufgabe der nautischen Astronomie und es bietet insbesondere die Ermittlung der letztgenannten Größe unter Umständen einige Schwierigkeit. Von ihrer sorgfältigen Bestimmung hängt es aber manchmal ab, ob gefährliche Klippen oder andere verderbendrohende Stellen der See vermieden werden können; mit anderen Worten, ob Mannschaft und Ladung heil und gut den Bestimmungsort erreichen. So ergibt sich die erste Nothwendigkeit, astronomische Studien zu treiben, und dies erkannten auch die Amerikaner schon sehr bald. Denn die lange Zeit ungestörter Ruhe, welche nach dem Sturze Napoleons begann, war für die Union eine Zeit friedlicher Eroberungen zur See. Die amerikanischen Seeleute hatten — dies sei hier bemerkt — in der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts keine gleichwertigen Rivalen auf den Meeren des Westens. Grönlandfahrer aus Nantuket bevölkerten den Ocean; Kauffarteschiffe kamen scharenweise nach Indien und von den Neuengland-Staaten fuhren viele Schiffe um das noch jetzt furchtbare Gefahren bergende Cap Horn herum

nach San Francisco. Solche Fahrten können bei allem kühnen Wagemuth der Capitäne nur gelingen, wenn die Führer der Schiffe auch geschickte Beobachter sind, welche den Sextanten¹⁾ wohl zu handhaben verstehen und auf Grund ihrer Beobachtungen Orts- und Zeitbestimmungen auszuführen im Stande sind. In dieser Hinsicht verfügte die amerikanische Kaufahrteiflotte über vorzügliche Kräfte. Man erkennt dies z. B. daraus, dass der Supercargo²⁾ eines Bostoner Handelsschiffes, Nathaniel Bowditch, das denkwürdigste Werk, welches das vorige Jahrhundert auf astronomischem Gebiete aufzuweisen hat, die berühmte „*Mécanique céleste*“ von Laplace ins Englische übertrug und erläuterte. Dass solche Seeleute die für sie

¹⁾ Ein Erfinder dieses für die Seefahrer so außerordentlich wichtigen astronomischen Messinstrumentes ist auch Thomas Godfray aus Philadelphia, welcher einen Entwurf des Instrumentes im Jahre 1730 publicierte, ein Jahr bevor Hadley aus einem Manuscripte Newtons, welches sich in Halleys Nachlass vorfand, Newtons bezügliche Ideen, die aus dem Jahre 1700 stammen dürften, veröffentlichte. Godfrays Bruder verwendete das Instrument zuerst in der Praxis bei seinen Fahrten nach Westindien.

²⁾ So hieß der Warenaufseher auf einem Handelsschiffe; er war für die Ladung verantwortlich. Es sei gestattet, hier zu erwähnen, dass der berühmte Königsberger Astronom Bessel, als er Kaufmannslehrling in Bremen war, bei Gelegenheit seiner Vorbereitung für den Beruf eines Supercargo sich auch einige astronomische Kenntnisse aneignen wollte und dadurch zur Astronomie geführt wurde.

wichtigsten astronomischen Probleme lösen konnten, ist unter diesen Umständen fast selbstverständlich — diese Kenntnisse drangen aber viel tiefer. So wird berichtet, dass einmal der um die deutsche Astronomie sehr verdiente Baron v. Zach ein im Hafen von Genua ankerndes amerikanisches Handelsschiff besuchte und sehr erstaunt war, als er die Wahrnehmung machte, dass die gesammte Besatzung, Matrosen wie Officiere, mit den Methoden zur Bestimmung der geographischen Länge aus Abständen bekannter Fixsterne vom Monde vertraut waren. Sein Erstaunen wuchs aufs höchste, als es sich zeigte, dass auch der Neger, welcher die Schiffsküche versah, sich in diesen Dingen wohl auskannte. So gut ausgebildete Besatzungen waren in der Zeit nur auf amerikanischen Schiffen zu finden, und sie haben gewiss wesentlich zu dem gewaltigen Aufschwunge des nationalen Handels beigetragen. Dieser Aufschwung konnte der Beachtung der Bundesregierung nicht entgehen, und sie versäumte nicht, ihm alle mögliche Förderung angedeihen zu lassen. In der Bundeshauptstadt wurde, um nur die eine hier in Betracht kommende Action zu erwähnen, bereits im Jahre 1831 ein Karten- und Instrumentendepot für die Zwecke der nationalen Marine errichtet. Um die Schiffschronometer unter guter Controle zu haben, wurde auch ein kleines Durchgangsinstrument zur Ermöglichung der Anstellung genauer Zeitbestimmungen aufgestellt. Die steigende Inanspruchnahme dieser Einrichtung veranlasste elf Jahre später den Bau des großen „National-Observatory“

zu Washington, welche mit allen damals modernen Beobachtungsapparaten ausgerüstet wurde. Zwei Jahre vorher war die ebenfalls gut ausgestattete Sternwarte der Militärakademie zu West-Point errichtet worden. Es darf an dieser Stelle betont werden, dass diese Militärakademie seit ihrer im Jahre 1801 erfolgten Gründung eine hohe Schule der exacten Wissenschaften war, aus der bedeutende Gelehrte hervorgiengen; ihr verdankt die amerikanische Wissenschaft einen großen Theil ihrer Erfolge und ihres Ruhmes.

So war nun eigentlich der Widerstand gegen die öffentliche und von staatswegen erfolgende Unterstützung der beobachtenden Astronomie gebrochen; die Bedürfnisse des nationalen Handels und der nationalen Marine hatten den Sieg davongetragen. Anders stand es aber mit der Pflege der astronomischen Forschung, der Wissenschaft als solcher. Zwar hat die Folge gezeigt, dass die an den Bundesinstituten thätigen Gelehrten zu den ausgezeichnetsten Förderern der Sternkunde gehörten, welche sie durch herrliche Entdeckungen bereichert haben; doch scheint es, als ob in den Dreißiger- und Vierzigerjahren diese Thätigkeit auf den genannten Instituten nicht in erster Linie in Betracht zu kommen hatte.

Bei dieser Sachlage kam der Himmel selbst den Bestrebungen der Jünger seiner Wissenschaft zuhülfe. Zwei prachtvolle Kometen lenkten nämlich die allgemeine Aufmerksamkeit auf die Sternkunde und dies gab in verschiedenen Staaten der Union Anlass, die

Errichtung von Observatorien in Angriff zu nehmen, welche der Beobachtung und dem Studium der am Himmel sich abspielenden Phänomene gewidmet sein sollten. Im Jahre 1835 erwartete die gesammte gebildete Welt mit Spannung die Wiederkehr des Halley'schen Kometen. Man wusste allgemein, dass dieses Gestirn alle 75—76 Jahre zur Sonne zurückkehrt, und dass seine Erscheinung sich als ein schönes Schauspiel für die Erdbewohner darstellt, auch dass die Astronomen bemüht waren, die Zeit seiner Wiederkehr zur Sonnennähe unter Berücksichtigung aller die Bewegung des Kometen störenden Einflüsse thunlichst genau festzusetzen. Der Gedanke, dass die periodische Wiederkehr des Kometen jedesmal eine vorzügliche und ganz unabhängige Probe für die Fortschritte der Sternkunde, insbesondere der rechnenden Astronomie während der letzten 75 Jahre abgebe, kam ebenfalls zur Geltung, und deshalb war die Befriedigung eine allgemeine, als es sich zeigte, dass die Vorausberechnung die Zeit der Wiederkehr des Kometen zur Sonnennähe bis auf wenige Tage genau angab, während bei der vorhergehenden Erscheinung der Fehler einen Monat betragen hatte. Lange bevor das berühmte Gestirn die Sonnennähe erreichte, war es schon sichtbar. Es wurde an mehreren Orten unabhängig mit Teleskopen aufgefunden, und auch zwei amerikanischen Astronomen — den Professoren des Yale College Olmsted und Loomis — gelang die Entdeckung des Kometen mit Hilfe eines Fernrohres von fünf Zoll Öffnung mehrere Wochen be-

vor die Kunde von der in Europa erfolgten früheren Auffindung nach Amerika kam. Dieser Erfolg steigerte das Interesse der gebildeten Kreise von Boston und Philadelphia für die Astronomie, ohne Zweifel wurde dasselbe auch dadurch gefördert, dass es sich um einen so merkwürdigen Himmelskörper, welcher in dieser Erscheinung noch dazu durch die eigenthümlichen Phänomene seiner Schweifbildung die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich zog, handelte. Man plante in Pennsylvanien und Massachusetts damals die Errichtung großer, mit mächtigen Instrumenten ausgerüsteter Sternwarten, diese Pläne traten aber erst später ins Leben. In den nächsten Jahren erfolgte jedoch die Gründung kleinerer Institute, die in der Regel in Verbindung mit einzelnen Colleges standen. So wurde das Williams College 1836 mit einer Sternwarte bereichert, 1838 in Ohio das Hudson-Observatory erbaut, 1840 folgte das Observatorium der höheren Schule zu Philadelphia. In den Jahren 1841—1843 wurde auf dem Gebiete des Bundesterritoriums zu Georgetown eine zweite Sternwarte im Anschlusse an das dortige Collegium der Gesellschaft Jesu gegründet; an ihr wirkt seither eine Reihe von Mitgliedern dieses Ordens mit Erfolg. Unter diesen befand sich einige Zeit hindurch auch der berühmte römische Astronom Pater Angelo Secchi, sowie Pater Benedetto Sestini.

Erfreulicherweise gelang es zu dieser Zeit, auch in den westlich gelegenen Gebieten der Union das Interesse an der Sternkunde zu wecken; es waren ins-

besondere die Vorträge von O. M. K. Mitchel, welche in weiten Kreisen anregend wirkten. Ihm gelang auch im Jahre 1841 die Gründung einer astronomischen Gesellschaft zu Cincinnati, welche in dieser Stadt eine Sternwarte erbauen und dann auch erhalten sollte. Das Institut wurde mit einem der größten damals bekannten Fernrohre (von $28\frac{1}{2}$ cm Öffnung) und einem Meridiankreis von $13\frac{1}{2}$ cm Öffnung ausgerüstet. Der greise John Quincy Adams hatte die Freude, den Grundstein zu dem Baue, der jedoch erst 1845 vollendet wurde, zu legen. Inzwischen war aber ein vorhin angedeutetes Ereignis eingetreten, welches die Gründung der bedeutendsten Sternwarte Amerikas zu unmittelbarer Folge hatte. Schon lange bestand die Absicht, in der Nähe von Boston ein Observatorium im großen Stile zu errichten; doch die bedeutenden hiezu nöthigen Geldsummen konnten nicht gesichert werden. Da flammte am 28. Februar 1843 plötzlich neben der Sonne ein leuchtendes Object auf; „kurz und dolchartig“ aussehend, lenkte dasselbe die Blicke aller auf sich. Wenn man das Auge vor den directen Strahlen der Sonne schützte, konnte man einen Schweif noch vier bis fünf Grade vom Kern weg verfolgen. Das merkwürdige Object wurde in allen Erdtheilen gesehen und angestaunt; seine seltsame Erscheinung am Himmel fesselte eben das Interesse eines jeden. Man bemerkte, dass dieses Gestirn der täglichen Bewegung der Sonne folgte, und hielt es ganz richtig für einen äußerst hellen und der Sonne sehr nahe gekommenen

Kometen. Einige Tage später bot der abendliche Himmel ein anderes großartiges, von demselben Objecte bewirktes Schauspiel dar. Nach Untergang der Sonne erschien über dem Westhorizonte ein silberfarbener Streifen, der über 40 Grade lang und an seinem Ende leicht gekrümmt war. Auch die Astronomen wurden von dieser Erscheinung überrascht, erkannten aber bald den richtigen Sachverhalt. Im Publicum interessierte man sich ebenfalls lebhaft für dieses neue Phänomen, und deshalb wollten auch die Bewohner Bostons von ihren astronomischen Mitbürgern über den muthmaßlichen Lauf des in so veränderter Form wieder erschienenen Februarkometen, sowie über die Gestaltung der künftigen Sichtbarkeitsverhältnisse desselben Näheres erfahren. Die letzteren konnten aber hierüber keine Mittheilungen machen, denn sie hatten damals noch nicht die Mittel, um die zur Beantwortung dieser Fragen nothwendigen genauen Beobachtungen anzustellen. Dieser Sachverhalt, sowie die Kenntniss der Thatsache, dass in anderen Städten der Vereinigten Staaten gut ausgerüstete Observatorien existierten, veranlasste den rasch ins Werk gesetzten Entschluss, in der Nähe von Boston eine solche Himmelswarte zu errichten. So entstand das große Observatorium des Harvard College zu Cambridge. Unter der Patronanz der genannten Hochschule, sowie der thätigen Beihilfe zahlreicher Privater und Institute konnte dasselbe in reicher Weise ausgestattet werden; außer anderen wichtigen Instrumenten wurde daselbst auch ein Re-

fractor von 38 *cm* Öffnung — ein Meisterwerk von Merz und Mahler in München — aufgestellt. Dieser Refractor war längere Zeit hindurch das mächtigste in Amerika befindliche Fernrohr und ermöglichte den beiden ersten Leitern der Sternwarte, William Cranch Bond und seinem Sohne George P. Bond, die Ausführung mehrerer höchst wertvoller Beobachtungsreihen lichtschwacher Objecte; ferner wurde mit ihm der achte Mond des Planeten Saturn entdeckt¹⁾ und auch die berühmte Untersuchung des großen Nebels im Sternbilde des Orion verdankt man der Arbeit Bonds an diesem mächtigen Teleskope.

Die Errichtung der Cambridger Sternwarte bezeichnet einen Wendepunkt in der Geschichte der amerikanischen Astronomie. In verhältnismäßig rascher Folge reihen sich nun die Gründungen von Observatorien — sowohl privater als auch öffentlicher — aneinander. So entsteht (um nur der bedeutendsten dieser Institute zu gedenken) 1848 die späterhin in astrophotographischer Hinsicht zu großer Bedeutung gelangte Privatsternwarte von Lewis Rutherford in New-York; in den Jahren 1852—1854 wird die vorzüglich ausgerüstete Sternwarte der Universität des Staates Michigan zu Ann-Arbor errichtet, welche durch die Arbeiten Brünnows und die zahlreichen Planetenentdeckungen seines Nachfolgers Watson bekannt

¹⁾ Derselbe wurde unabhängig auch von Lassell auf seiner Privatsternwarte zu Starfield bei Liverpool entdeckt.

wurde; 1853 wird das Observatorium des Dartmouth-College zu Hannover, an welchem Young seine berühmten Studien über die Physik der Sonne begann, gegründet. Im Jahre 1856 erfolgt die Vollendung des schönen, aber anfangs unter vielfachen Zwistigkeiten der maßgebenden Persönlichkeiten leidenden Dudley-Observatory zu Albany, der Hauptstadt des Staates New-York, und um die gleiche Zeit wird die Sternwarte des Hamilton-College zu Clinton (ebenfalls im Staate New-York) erbaut, an welcher der Asteroiden-entdecker C. H. F. Peters durch ein Menschenalter wirkte. Die Universität von Westpennsylvanien erhält 1860 in dem „Allegheny-Observatory“ eine später durch die großartigen Forschungen Langleys über die Beschaffenheit der Sonne, ihre Wärmestrahlung und verwandte Gebiete berühmt gewordene Sternwarte. Alle diese Institute haben, wie schon diese Andeutungen erkennen lassen, hervorragenden Antheil an der Entwicklung der Sternkunde genommen, was auch aus dem zweiten, den Ergebnissen der astronomischen Forschung in Amerika gewidmeten Abschnitte dieser Skizze hervorgehen wird.

Um dieselbe Zeit begann auch die ausgedehntere Thätigkeit eines Institutes, welches für die beobachtende Astronomie in der ganzen Welt, insbesondere aber für die amerikanische von großer Bedeutung geworden ist. Es ist dies die Werkstätte von Alvan Clark und seiner Söhne zu Cambridgeport bei Boston. Mit der Herstellung kleiner, aber ganz ausgezeichnete

Fernrohrobjective, die sich auch der Anerkennung europäischer Astronomen erfreuten, hatte Clark angefangen: dann übernahm er im Jahre 1860 die Construction eines Refractors von 47 *cm* Öffnung für die damals im Bau befindliche Sternwarte zu Chicago. Er hatte bei der praktischen Erprobung seiner früheren Teleskope am Himmel schon eine Reihe von neuen Doppelsternpaaren aufgefunden, und nun machte sein Sohn bei einer noch vor der völligen Fertigstellung des erwähnten größten bisdahingebauten Fernrohres unternommenen Prüfung desselben eine Aufsehen erregende Entdeckung: Er fand damit am 31. Jänner 1862 den lange gesuchten Begleiter des Sirius, dessen Existenz bereits Bessel vermuthet hatte. Das Instrument erwies sich auch sonst als vorzüglich und brachte seinen Verfertigern reichen Ruhm. Zahlreiche Teleskope von ausgezeichneter Güte, jedoch von geringeren Dimensionen giengen dann aus den Händen dieser Künstler hervor, bis die Werkstätte den Auftrag erhielt, für die Nationalsternwarte zu Washington ein Teleskop von 66 *cm* Öffnung zu liefern, welches 1873 zur Aufstellung kam. An Größe standen diesem Fernrohre die von Clark 1879, beziehungsweise 1881 construierten Refractoren für die Mac Cormick-Sternwarte und für das Observatorium zu Princeton nur wenig nach; übertroffen wurde dasselbe aber durch den für die kaiserlich russische Hauptsternwarte zu Pulkowa bei Petersburg im Jahre 1887 gelieferten Refractor von 76 *cm* Öffnung, dessen Objectiv aus dem Atelier der Clarks

stammt und die letzte bei Lebzeiten des Begründers der berühmten optischen Werkstätte ausgeführte Arbeit ist. Noch weiter in der Herstellung von Riesenobjectiven kamen seine Nachfolger; die Linsen für den Refractor von 92 cm Öffnung der Lick-Sternwarte zu Mount Hamilton in Californien, sowie für den Refractor von 102 cm Öffnung, welcher auf der Yerkes-Sternwarte an der Williamsbay, nordwestlich von Chicago, zur Aufstellung gelangte und seit Ende 1897 zu Beobachtungen daselbst benützt wird, sind von ihnen geschliffen worden. Mit dem am 9. Juni 1897 erfolgten Tode des jüngeren Alvan Graham Clark ist aber der letzte aus diesem Geschlechte berühmter Optiker dahingeschieden. Sie haben Amerika, was die Herstellung großer Fernrohre betrifft, von Europa emancipiert. Eine zweite hier zu nennende amerikanische Werkstätte, welche sich auf diesem Gebiete mit Erfolg betätigte, ist die von Henry Fitz in New-York. Es würde viel zu weit führen, Einzelheiten in dieser Hinsicht anzuführen; doch darf nicht unerwähnt bleiben, dass auch die Präcisionsmechanik, welche ja bei der Herstellung so vieler astronomischer Instrumente, wie der Refractoren, der zugehörigen Mikrometer und Uhrwerke, der Meridiankreise und Passagerohre, der Theodolithe, der Spectroskope und astrophotographischen Apparate u. s. w., außerordentlich wichtige Dienste zu leisten hat, in Amerika während der zweiten Hälfte des laufenden Jahrhunderts zu schöner Entwicklung gelangt ist. Aus der zahlreichen Schar der auf diesem Gebiete

thätigen Künstler seien hier nur die Namen von Fauth, Saegmüller, Würdemann, Brashear, Warner und Swasey herausgegriffen.

Schon aus dieser kurzen Skizze des Emporkommens einer Industrie kann man entnehmen, dass die Astronomie in Amerika in dem genannten Zeitraume eine ganz ungewöhnlich rasche Entwicklung genommen hat. In der That wetteiferten, insbesondere seitdem die Erregung, welche die Agitation und der spätere Kampf für die Aufhebung der Sklaverei im Gebiete der Union erzeugte, verschwunden war, Universitäten, Corporationen und Private in der Gründung, beziehungsweise Ausgestaltung der heimatlichen Bildungsanstalten. Nicht selten ist dabei in dieser Periode der culturellen Entwicklung Nordamerikas die im ersten Augenblicke befremdende Erscheinung zu verzeichnen gewesen, dass manche in munificenter Weise ausgestattete Institute einige Zeit hindurch nicht besonders activ waren oder geradezu brach lagen, wie dies — um nur ein Beispiel zu nennen — bei der vorhin erwähnten Sternwarte zu Cincinnati nach dem Abgange ihres ersten Directors O. M. Mitchel, welcher 1859 die Leitung des Dudley-Observatory zu Albany übernommen hatte, durch etwa ein Jahrzehnt der Fall war. „Der Schlüssel zum Verständnis dieser Thatsache liegt — wie der Director der k. k. Sternwarte zu Wien, Prof. Dr. E. Weiß, welcher im Jahre 1872 (vor der Erbauung der neuen Wiener Universitätssternwarte auf der Türkenschanze) die wichtigsten englischen und nordamerikanischen Observato-

rien zu Informationszwecken besuchte, in seinem Berichte¹⁾ über diese Studienreise sagt — darin, dass diesseits des Oceans die Männer der Wissenschaft auf die scientificen Hilfsmittel, jenseits desselben die scientificen Hilfsmittel auf die Männer der Wissenschaft warten müssen. In Europa sind infolge des Umstandes, dass die wissenschaftlichen Institute ausnahmslos aus Staatsmitteln errichtet und erhalten werden, die scientificen Hilfsmittel solcher Anstalten anfänglich in der Regel sehr bescheiden und werden erst durch die Bemühungen ihrer Vorstände nach und nach auf die Höhe der Zeit gehoben; in Amerika dagegen wird der Grund zu einer solchen Anstalt meistens dadurch gelegt, dass reiche Dilettanten für ihre Vaterstadt oder für die Lehranstalt, an welcher sie studierten, schöne Sammlungen naturwissenschaftlicher Objecte irgendeiner Art oder große und kostbare Instrumente ankaufen, ohne Rücksicht darauf, ob dieselben auch entsprechend untergebracht und verwendet werden können. Mit der Herbeischaffung der Instrumente konnte nun die der intellectuellen und materiellen Kräfte zu ihrer nutzbringenden Verwendung nicht gleichen Schritt halten. Es fehlt vielfach theils an tüchtigen Astronomen,²⁾ theils an den nöthigen Fonds, um auch nur einen

¹⁾ Vierteljahrsschrift der Astronomischen Gesellschaft, Bd. VIII, S. 296 ff.

²⁾ Es sei hier daran erinnert, dass diese eine Phase der Entwicklung der amerikanischen Astronomie charakterisierenden Worte sich auf die Zeit vor 1870 beziehen.

Astronomen, geschweige denn mehrere nebst dem nöthigen Hilfspersonale zu besolden. Das letztere hätte übrigens nicht viel zu bedeuten, da es nur als ein Übergangszustand zu betrachten ist. Denn haben sich Gönner der Wissenschaft gefunden, welche kostbare Instrumente beistellen, so treten über kurz oder lang sicher auch solche auf, welche die nöthigen Mittel zu deren fruchtbarer Benützung spenden. Von bedeutenderer Tragweite hingegen ist es, dass überhaupt fast alle wissenschaftlichen Institute Mangel an Arbeitskräften jeder Art leiden und dieser Mangel in vielen Fällen nicht so sehr aus finanziellen als vielmehr aus socialen Verhältnissen entspringt. Denn die Zahl der Männer, welche sich dem Dienste der Wissenschaft widmen, ist in Amerika nicht nur deshalb so gering, weil sich das Betreten anderer Bahnen weit lucrativer gestaltet, sondern vorzüglich deshalb, weil sich das Streben jedes jungen Mannes darauf concentrirt, möglichst rasch sich selbst seinen Unterhalt zu erwerben. Dieser Charakterzug, der von jahrelangem Verfolgen ernster Studien am meisten abhält, ist wohl eine der Grundursachen, warum der wissenschaftliche Nachwuchs den Bedürfnissen nicht genügt,¹⁾ obgleich der Amerikaner den Wissenschaften keineswegs abgeneigt ist, sondern im Gegentheile sie und die Männer, welche sie cultivieren, ungemein hochhält, wie schon die zahlreichen Schenkungen Privater zur Verbesserung

¹⁾ Vgl. die letzte Anmerkung.

schon bestehender und Errichtung neuer Schulen und wissenschaftlicher Institute darthun.“

Diese Bestrebungen kamen vor allem den Naturwissenschaften zugute und unter diesen zum großen Theile auch der Sternkunde. Die engen Beziehungen dieser Wissenschaft zu vielen Zweigen des bürgerlichen Lebens — denn nicht bloß der Seefahrer genießt Früchte astronomischer Thätigkeit, auch dem Landbewohner leistet sie durch Lieferung der genauen Zeit, durch Vermessung der Länderstrecken u. s. w. sehr erhebliche Dienste — haben sicher hiezu beigetragen und gewiss nicht weniger die in weite Kreise des amerikanischen Volkes gedrungene richtige Erkenntnis der Bedeutung der Sternkunde für das geistige Leben jedes Zeitalters. So erhielten viele der zahlreichen Colleges der Union gut eingerichtete Observatorien; ältere Sternwarten, welchen die bekanntlich so rasch anwachsenden Großstädte die Möglichkeit, unter günstigen localen Verhältnissen zu beobachten, benahmen, wurden weit über die Bannmeile der betreffenden Metropolen hinaus verlegt und bei dieser Gelegenheit mit neuen modernen Einrichtungen versehen. Einzelheiten hierüber anzuführen würde bei dem ungeheuren Materiale keinen Zweck haben und überdies zu weit führen. Eine wesentliche Förderung fand die amerikanische Astronomie in dieser jüngsten Phase ihrer Entwicklung durch eine vorhin angedeutete Erscheinung, die wegen ihrer Folgen noch nähere Besprechung verdient. Der rasche Aufschwung der neuen Welt hat, wie bekannt, neben zahl-

losen Existenzen, die ihm zum Opfer fielen und deshalb erbarmungslos zermalmt wurden, weil sie im Kampfe ums Dasein nicht über eine genügende Thatkraft verfügten, um ihn zu ihren Gunsten auszufechten, auch viele glücklichere und energischere Naturen gesehen, die, zum Theile nur von der Gunst des Augenblickes getragen, zum Theile aber auch durch eine bewunderungswürdige Leistungsfähigkeit und Unermüdlichkeit nach einem Leben voll Härte und Strenge, voll Mühe und Arbeit dahin gelangten, Herren über reiche Glücksgüter zu sein. Man mag über die verschiedenen Arten der Anhäufung solcher rasch erworbener Reichthümer denken wie man wolle und kann auch dem bitteren Urtheile, welches ein berufener Mann — Theodor Mommsen — über diese Erscheinung gefällt hat, sich anschließen, in einem Falle wird man jedoch wohl geneigt sein, dieselbe in einem günstigeren Lichte zu betrachten. Lässt nämlich ein Individuum, welchem ein gütiges Geschick in überreicher Weise Lohn für die entwickelte Thätigkeit gebracht hat, engeren oder weiteren Kreisen in angemessener Weise den Überfluss zugute kommen, so kann daraus auch Nützliches, ja sogar Treffliches und Schönes entstehen. So sind auch in der neuen Welt zahlreiche humanitäre Institute der verschiedensten Art gegründet worden. Nicht selten macht sich aber auch im Geiste der Schenker ein Wunsch geltend, den ein deutscher Philosoph so schön als das Bestreben, „etwas von sich in die Ewigkeit zu verflößen“ bezeichnet hat, und die Befriedigung dieses Wunsches äußert

sich dann häufig in der Stiftung, beziehungsweise Errichtung von gelehrten Instituten, in denen einzelne Naturwissenschaften gepflegt werden sollen, oder in Schenkungen an solche Institute. Da nun die Sternkunde die älteste unter den Naturwissenschaften ist und ihr Forschungsgebiet — der gestirnte Himmel — nach menschlichen Begriffen als ewig und unsterblich gelten darf, so ist es erklärlich, dass ihrer in solchen Fällen oft gedacht wird. Astronomische Entdeckungen betreffen ferner nicht selten Thatsachen, welche durch Jahrhunderte hindurch in den Gedankenkreis der Gebildeten einbezogen werden und dadurch dem Entdecker hohen Ruhm und dauerndes Gedenken sichern. Ein Abglanz dieses Ruhmes fällt aber auch auf jenen, welcher die physische Möglichkeit dazu geboten hat, dass die betreffende Entdeckung gemacht werden konnte, also auf den Gründer der betreffenden Sternwarte. Dieser, dessen Leben vielleicht nicht Eine nennenswerte große oder auch nur schöne That aufweist, weil es ausschließlich von dem Streben nach materiellem Erwerb und Genuss erfüllt war, wird dann auch von den kommenden Geschlechtern genannt und seiner mit der Empfindung des Dankes gedacht. Um des edlen Gewinnes einer tieferen Erkenntnis willen mag man dieses Erkaufen eines Stückchens Unsterblichkeit wohl billigen. In einzelnen Fällen erfolgen jedoch derartige Stiftungen auch von Seite solcher Personen, welche von einem günstigen Geschieke nicht bloß mit Glücksgütern gesegnet, sondern auch mit dem Streben und

den Fähigkeiten ausgestattet wurden, selbst wissenschaftlich thätig zu sein und dann ihre Instrumente späteren Generationen zur wissenschaftlichen Arbeit hinterlassen. Dabei wirkt immer der bestechende Gedanke mit, dass die Pflege der astronomischen Forschung oder der Sternkunde überhaupt, die sich in ihren höchsten Zielen als eine reine und herrliche Geisteswissenschaft darstellt, eine gewisse Selbstentäußerung und Selbstlosigkeit bedingt; ebenso die nur scheinbar hiezu gegensätzliche Überzeugung von dem hohen Werte der Astronomie für das gewöhnliche Leben. Aus allen diesen Gründen ist die Sternkunde im Laufe der Jahre von seiten vermögender Amerikaner reich bedacht worden; die Summen, welche z. B. den Leitern der Sternwarte zu Cambridge seit der Gründung des Institutes für wissenschaftliche Instrumente, Arbeiten, Expeditionen und Publicationen zur Verfügung gestellt wurden, belaufen sich etwa auf eine halbe Million Dollars. Auch ganze Sternwarten sind von einzelnen Amerikanern ins Leben gerufen worden. So hat ein Bürger von Pittsburg, William Thaw, durch reiche Stiftungen für die Erhaltung und den Betrieb des Allegheny-Observatory vorgesorgt und der Gouverneur des Staates Wisconsin, Washburn, im Jahre 1878 das nach ihm benannte Observatorium zu Madison gegründet, aus dessen reicher instrumentaler Ausstattung ein Clark'scher Refractor von 40 cm Öffnung besonders hervorzuheben ist. An diesem schönen Institute, welches gegenwärtig unter der Leitung von Prof. Comstock

steht, wirkten früher Watson, Holden und Burnham. Von einem Architekten zu Chicago, Leander Mac Cormick, wurde ferner die Sternwarte der Virginia-Universität zu Charlottesville gestiftet, welche nach den Plänen des dritten Directors des Cambridger Observatoriums, Prof. J. Winlock, im Laufe der Siebzigerjahre erbaut und mit einem der mächtigsten Fernrohre der Clarks, einem vorhin bereits erwähnten Refractor von 66 *cm* Öffnung, ausgestattet wurde.

Gleicher Munificenz verdanken auch zwei der größten Sternwarten der Erde — die seit 1888 thätige Lick-Sternwarte und das jüngst fertiggestellte Yerkes-Observatory — ihre Gründung. Das erstgenannte dieser Institute hat sich durch seine Leistungen trotz seiner verhältnismäßigen Jugend bereits unvergänglichen Ruhm erworben und deshalb darf seiner etwas weitläufiger gedacht werden; es ist dies auch ein Beispiel einer Stiftung im großen Stile. Begründer dieser Sternwarte war James Lick, ein Orgelbauer aus Fredericksburg in Pennsylvanien, welcher zuerst in Chile und seit 1846 in San Francisco, dem damals aufblühenden Seeemporium Californiens, ansässig war. Das Vermögen, welches der Achtzigjährige bei seinem 1876 erfolgten Tode hinterließ — etwa drei Millionen Dollars — sollte seinem letzten Willen zufolge wohlthätigen Zwecken zugute kommen; Volksbäder und ein Heim für alte Frauen, sowie eine „californische gewerbliche Schule“ sollten in San Francisco erbaut werden. Außerdem waren 700.000 Dollars für eine unter den Auspicien

der Universität von Californien zu errichtende Sternwarte, welche mit dem mächtigsten Fernrohre der Erde ausgerüstet werden sollte, ausgeworfen. Die Vollstrecker dieses Theiles des Testamentes wählten als Platz für das Observatorium den Mount Hamilton, einen etwa 1300 m hohen Ausläufer des Gebirgszuges, welcher beinahe parallel zur californischen Küste in einiger Entfernung von derselben verläuft, nachdem praktische Studien in dieser Hinsicht die Vorzüge der Höhenlage in der Nähe des Oceans für die astronomischen Beobachtungen hatten erkennen lassen. Mit großem Aufwande von Geld und Arbeitskräften wurde der Wildnis das nothwendige Terrain abgerungen und das gewaltige Institut, sowie die für den Aufenthalt der Astronomen, ihrer Familien und des übrigen Personales bestimmten Gebäude errichtet. Ein gigantischer Refractor von 92 cm Öffnung, welcher ein Jahrzehnt hindurch der größte auf der Erde war und den Astronomen Holden, Barnard, Burnham, Schäberle, Keeler, Campbell und Aitken die Ausführung einer Reihe der — wie dies auch die folgenden Darlegungen erkennen lassen werden — wichtigsten und interessantesten Arbeiten auf astronomischem, astrophysikalischem und astrophotographischem Gebiete ermöglichte, bildet das Hauptinstrument der Sternwarte. In dem Pfeiler, welcher dieses Riesenfernrohr trägt, liegt James Lick begraben — kein Fürst der Erde ruht in einer berühmteren Gruft als dieser Orgelbauer, von dessen Mausoleum schon mehr als einmal Lichtstrahlen aus-

giengen, die unbekannte oder dunkle Gebiete der Sternkunde erhellten. Außer dem großen Refractor ist auf dem Mount Hamilton noch ein zweites mächtiges Teleskop von $30\frac{1}{2}$ cm Öffnung, sowie ein kleineres und ein Kometensucher aufgestellt worden; diesen Instrumenten verdankt man bereits zahlreiche Kometenentdeckungen durch Barnard und Perrine. Ein Meridiankreis von 16 cm Öffnung aus Repsolds Werkstätte, ein Durchgangsinstrument und ein Photoheliograph vervollständigen die Einrichtung des Institutes, das unlängst auch durch die Schenkung eines Spiegelteleskops bereichert wurde. Es ist selbstverständlich, dass die Sternwarte, beziehungsweise der große Refractor mit spectroscopischen und photographischen Hilfsapparaten versehen ist. Ein Porträtobjectiv von 16 cm Öffnung, von Willard um das Jahr 1856 construiert, hat Prof. Barnard längere Zeit hindurch zu prachtvollen astrophotographischen Aufnahmen gedient. Mit dieser Skizze der bedeutendsten unter den jüngeren Sternwarten der Union wäre die Schilderung des äußeren Entwicklungsganges der Astronomie in Amerika bis auf zwei noch zu besprechende Punkte erledigt. Den ersten dieser Punkte betrifft die folgende Betrachtung. Es wird vielleicht befremdet haben, dass bis jetzt nur jene auf die Entwicklung der Sternkunde bezüglichen Vorgänge erörtert wurden, welche sich innerhalb der Vereinigten Staaten abspielten und die Thätigkeit des übrigen Amerika auf astronomischem Gebiete gar nicht zur Darstellung gelangte. Der Grund hiefür lässt sich leicht

angeben: die Pflege der wissenschaftlichen Astronomie auf dem nicht zur Union gehörigen Amerika ist zum großen Theile durch Astronomen der Vereinigten Staaten veranlasst worden. Die Fälle, wo es sich aber um autochthone bezügliche Einrichtungen handelt, sind mit einzelnen Ausnahmen, als welche z. B. die Sternwarte zu Rio de Janeiro oder jene zu Tacubaya in Mexico gelten dürfen, kaum einer Erwähnung wert. Wohl muss aber der einschlägigen Arbeiten der Nordamerikaner gedacht werden; ihrer Thätigkeit verdankt man die Errichtung zweier großen südamerikanischen Sternwarten, was um so bedeutsamer ist, als ja auf der Südhalbkugel der Erde überhaupt nur wenige Observatorien vorhanden sind. Die erste derselben ist die Sternwarte zu Santiago in Chili, welche aus einem temporären Observatorium hervorgegangen ist, in dem der eigentliche Gründer der Nationalsternwarte zu Washington, Schiffslieutenant Gilliss, in den Jahren 1849—1852 zahlreiche Beobachtungen angestellt hat. Gilliss hatte den Vorschlag gemacht, durch correspondierende Beobachtungen der Planeten Venus und Mars auf der Nord- und Südhalbkugel der Erde die Entfernung der Erde von der Sonne genau zu bestimmen, und drang mit diesem Vorschlage durch. Da auf der Südhalbkugel keine zu den nördlichen Stationen, als welche die Observatorien zu Cambridge und Washington benutzt werden mussten, passend gelegene Sternwarte vorhanden war, so wurde eine vortrefflich ausgerüstete astronomische Expedition unter Gilliss' Führung nach

Santiago entsendet, welche wissenschaftliche Arbeiten von großem Umfange durchführte, deren an späterer Stelle noch gedacht werden wird. Aber auch nach Abschluss derselben blieb Santiago eine Pflegestätte der Sternkunde, weil die chilenische Regierung die weitere astronomische Thätigkeit ermöglichte. Die zweite südamerikanische Sternwarte, welche hier genannt werden muss, ist das „Observatorio Nacional Argentino“ zu Cordoba. Einer Einladung des Ministers und späteren Präsidenten der Republik, Sarmiento, Folge leistend, kam im Jahre 1870 Benjamin Athorp Gould, einer der größten Astronomen, welche das 19. Jahrhundert gesehen hat, damals Beamter der Küstenvermessung der Vereinigten Staaten, nach Cordoba. Er führte außer kleineren Instrumenten und Theilen des zu errichtenden Gebäudes einen Repsold'schen Meridiankreis von 12 cm Öffnung und einen Fitz'schen Refractor von $28\frac{1}{2}$ cm Öffnung mit sich. Nach Vollendung des Baues und der Aufstellung der Instrumente begann Gould, unterstützt von ausgezeichneten Mitarbeitern, eine Reihe von Untersuchungen, welche für die Kenntnis des südlichen Himmels von epochaler Bedeutung geworden sind und an einer anderen Stelle dieses Aufsatzes entsprechend gewürdigt werden sollen. Nach 15jährigem Aufenthalte in Argentinien kehrte Gould erfolgsgekrönt in die Heimat zurück; die von ihm errichtete Sternwarte setzte aber unter Thome's Leitung die so ruhmvoll begonnenen Arbeiten fort und bildet auch gegenwärtig einen Brenn-

punkt astronomischer Thätigkeit auf der Südhalbkugel der Erde.

Der zweite noch zu besprechende, für die Entwicklung und die Erfolge der amerikanischen Astronomie recht wichtige Umstand betrifft eine specifisch amerikanische Einrichtung: die Errichtung temporärer Observatorien in günstig gelegenen Gegenden. Insbesondere Hochlandstationen sind für einige Zeit in Thätigkeit gewesen. Mehrere davon wurden vom Observatorium zu Cambridge ausgerüstet, so z. B. die „Boyd-Station“¹⁾ in Peru, auf welcher in einer Höhe von 2500 *m* über dem Meeresspiegel unter ungewöhnlich günstigen Luftverhältnissen zahlreiche wertvolle Beobachtungen angestellt wurden. Eine andere Hochstation ist das mit einem Clark'schen Refractor von 40 *cm* Öffnung ausgerüstete Lowe observatory zu Echo Mountain in Californien, wo der berühmte Kometenjäger und Nebelentdecker Prof. Lewis Swift mit seinem Sohne thätig ist. Früher beobachtete Prof. Swift auf dem Warner-Observatory zu Rochester im Staate New-York; es scheint, dass die steigende Ausdehnung dieser Stadt die Verhältnisse für astronomische Arbeiten bedeutend verschlechtert hat, was die Übersiedlung der Sternwarte auf den jungfräulichen Boden Californiens erklärt. Eine weitere — jedoch allem An-

¹⁾ Nach Mr. Boyden so benannt, weil dessen testamentarische Verfügungen die Errichtung dieser Station und deren Erhaltung durch eine Reihe von Jahren ermöglichten.

scheine nach nur temporäre — Bergsternwarte hat Mr. Percival Lowell vornehmlich zum Zwecke der Beobachtung von Planetenoberflächen und der Aufsuchung enger südlicher Doppelsterne mit Hilfe eines Refractors von 60 cm Öffnung zu Flagstaff in Arizona in einer Seehöhe von ungefähr 2200 m errichtet; dieselbe ist auch für einige Zeit auf das Hochplateau von Mexico verlegt worden.

Diese rege astronomische Thätigkeit in Amerika ist von Erscheinungen begleitet worden, welche Zeugnis für ihre Intensität und Ausdehnung ablegen. So erfolgte die Gründung eines bundesstaatlichen Amtes in Washington zur alljährlichen Vorausberechnung des Laufes der Gestirne und der für die Seefahrer wichtigen Erscheinungen am Himmel und zur Herausgabe eines nationalen astronomischen Jahrbuches („American Ephemeris and Nautical Almanac“ genannt) bereits im Jahre 1849; der erste Band dieser Publication erschien 1852 und enthielt die Vorausberechnungen für 1855. Viele der Sternwarten Amerikas veröffentlichen ferner die Ergebnisse ihrer Beobachtungen und Arbeiten in ihren „Publications“, „Annals“ oder „Observations“. Einzelne dieser Veröffentlichungen zählen bereits viele Bände, von denen manche ebenso inhaltsreich als voluminös sind. Die gelehrte astronomische Fachliteratur verfügt ferner in Amerika über mehrere periodisch erscheinende Zeitschriften, als deren vornehmster Repräsentant das „Astronomical Journal“ zu betrachten ist, dessen erste Nummer ebenfalls im Jahre

1849 ausgegeben wurde. Allerdings war das Erscheinen dieser höchst wertvollen Publication aus äußeren Gründen einige Zeit hindurch unterbrochen. Kennzeichnend für das lebhafteste Interesse, welches die gelehrten und die gebildeten Amerikaner an der Sternkunde und an ihrer Förderung in der neuen Welt nehmen, ist auch die Thatsache, dass im Gebiete der Union mehrere astronomische Gesellschaften gegründet worden sind, von welchen die „Astronomical Society“ zu Chicago, die „American Astronomical Society“ zu New-York und die „Astronomical Society of the Pacific“ zu nennen sind.

Die bisherigen Erörterungen sollten ein Bild der äußeren Entwicklung der Astronomie in Amerika und der Verhältnisse, unter welchen sie emporwuchs, entwerfen. In dem nun folgenden Abschnitte werden die Leistungen der Amerikaner auf astronomischem Gebiete in aller Kürze zur Darstellung gelangen — man wird daraus die Gründe, weshalb die neue Welt in allen Zweigen der astronomischen Forschung eine so hervorragende Rolle im Verlaufe der letzten Decennien gespielt hat und noch spielt, entnehmen können.

Im Bereiche des Sonnensystems, welches die uns zumeist interessierenden Himmelskörper umfasst und deshalb zuvörderst betrachtet werden soll, verdankt man der Entdeckungsthätigkeit amerikanischer Astro-

nomen zunächst die Erweiterung unserer Kenntnis des Asteroidengürtels zwischen Mars und Jupiter um 77 Glieder, indem Searle 1, Tuttle 2, Ferguson 3, Watson 22 und Peters 49 solcher Himmelskörper auffanden. Hierunter sind manche, deren Bahnverhältnisse eine Verwertung ihrer Beobachtungen für die Bestimmung der Massen der ihnen benachbarten Planeten Jupiter und Mars gestatten oder auch anderweitig interessante Studien zulassen; z. B. ⁽⁵¹⁾ Euphrosyne, ⁽⁷⁹⁾ Eurynome, ⁽⁹²⁾ Undina, ⁽¹⁰⁶⁾ Dione, ⁽¹²¹⁾ Hermione, ⁽¹⁶⁸⁾ Sybilla, ⁽¹⁷³⁾ Andromache, ⁽¹⁷⁶⁾ Idunna, ⁽¹⁸⁹⁾ Phthia, ⁽¹⁹⁰⁾ Ismene, ⁽¹⁹⁹⁾ Byblis, ⁽²⁷⁰⁾ Anahita.

Die Entdeckungsthätigkeit der Amerikaner hinsichtlich der Systeme der großen Planeten hat ungemein wertvolle Resultate geliefert: Asaph Hall hat am 11., beziehungsweise 17. August 1877 die beiden Monde des Mars mit Hilfe des großen Washingtoner Refractors gefunden; Barnard entdeckte am 9. September 1892 mit dem Riesenrohre der Lick-Sternwarte einen fünften äußerst schwachen Mond des Jupiter, welcher innerhalb der von Galilei entdeckten vier hellen Trabanten sich bewegt und den Planeten in 11 Stunden 57 Minuten umkreist. Bond fand zu Cambridge am 16. September 1848 den achten Mond des Saturn und entdeckte im December 1850 den mattleuchtenden innersten „Ring“ dieses Planeten. Es ist fast selbstverständlich, dass die amerikanischen Astronomen, besonders jene, welche über mächtige Teleskope verfügten und unter günstigen Himmelsstrichen

arbeiten konnten, auch bei Gelegenheit dem interessanten Studium der Oberflächenbeschaffenheit der Planeten einige Zeit widmeten. So hat in jüngster Zeit Lowell über Mercur, Venus und Mars einschlägige Beobachtungen gemacht; Keeler und Barnard, sowie mehrere andere Beobachter haben die Vorgänge auf der Scheibe des Jupiter genau verfolgt; über Saturn besitzt man derartige Arbeiten von Bond, Barnard und Hall. Bei solchen Gelegenheiten wurden auch häufig die Dimensionen dieser Himmelskörper, sowie die ihrer Trabantensysteme genau bestimmt, eine Bemerkung, welche auch für die lichtschwachen Satelliten des Uranus und Neptun gilt, bezüglich deren Bahnen die Washingtoner Astronomen besonders wichtige Untersuchungen, welche auch die genauesten bisher bekannten Werte für die Massen der beiden äußersten großen Planeten (für Uranus $\frac{1}{22735}$, für Neptun $\frac{1}{19310}$ der Sonnenmasse) lieferten, durchgeführt haben. Über die physische Beschaffenheit, die Umdrehungszeit und Abplattung der Satelliten des Jupiter sind gelegentlich von Barnard, Schäberle, Campbell, William Pickering und Douglass Beobachtungen angestellt worden, die aber nicht in allen Fällen völlig sichere Ergebnisse erlangen ließen. Einiges Interesse verdienen auch die Angaben, welche Director Pickering in Cambridge für die Helligkeiten der Trabanten der großen Planeten auf Grund seiner photometrischen Messungen veröffentlicht hat. Er fand die Marsmonde so hell wie Sterne der 12., beziehungsweise 12·3 Größen-

classe.¹⁾ Die vier hellen Monde des Jupiter leuchten der Reihe nach so hell wie Sterne der Größenklassen 5·5, 5·7, 5·3, 6·3; sie wären also dem unbewaffneten Auge, welches ja Sterne der sechsten Größenklasse noch wahrnimmt, sichtbar, wenn nicht ihr Licht stets im strahlenden Glanze des Planeten unterginge. Die acht Monde des Saturn hat Pickering ebenfalls in Hinsicht auf ihre Lichtstärke untersucht; die Resultate sind in der folgenden, in Bezug auf die Leistungsfähigkeit der Fernrohre früherer Zeiten sehr instructiven Tabelle enthalten, in welcher die Satelliten nach ihrer Entfernung von Planeten angeordnet sind.

Satellit	Größe	Entdeckt am	Entdecker
Mimas . .	12·8 <i>m</i>	12. Sept. 1789	William Herschel
Enceladus .	12·3 „	29. Aug. 1789	„ „
Tethys . .	11·4 „	— März 1684	Dominik Cassini
Dione . .	11·5 „	— „ 1684	„ „
Rhea . . .	10·8 „	23. Dec. 1672	„ „
Titan . . .	9·4 „	25. März 1655	Christian Huyghens
Hyperion ²⁾ .	13·7 „	16. Sept. 1848	William C. Bond
Japetus . .	11·8 „	— Oct. 1671	Dominik Cassini

Von den vier Monden des Uranus hat Pickering

¹⁾ Diese Daten gelten ebenso wie alle übrigen hier angeführten für die Zeit der mittleren Abstände der betreffenden Planeten von Sonne und Erde.

²⁾ Dieser Trabant wurde auch am 18. September 1848 von Lassell auf seiner Privatsternwarte zu Starfield bei Liverpool entdeckt.

nur die zwei äußeren in Bezug auf ihre Helligkeit untersucht; sie gleichen Sternen der 14·2 und 14·4 Größenklasse. Die beiden inneren Monde dieses Planeten sind — dies sei hier einschaltend bemerkt — noch schwächer, sie gehören zu den schwierigsten, nur in sehr mächtigen Fernrohren sichtbaren Objecten und geben deshalb gute Prüfungsmittel für derartige Teleskope ab. Den Trabanten des Neptun fand Pickering etwas heller als die Uranusmonde, er leuchtet wie ein Stern 13·8 Größe. Eine weitere sehr wertvolle Bereicherung unserer Kenntnisse der Größenverhältnisse und der wirklichen Dimensionen jener zahlreichen kleinen Himmelskörper des Sonnensystems, welche uns im Fernrohre keine messbaren Scheibchen zeigen, darf in nicht allzulanger Zeit von Seite der Astrophysiker der Yerkes-Sternwarte bei Chicago erwartet werden, weil der Riesenrefractor dieses Institutes auch zur umfassenden Anwendung einer diesbezüglichen physikalischen, auf Interferenzerscheinungen beruhenden Methode benützt werden soll, welche von Fizeau gegeben und von dem amerikanischen Physiker Michelson in diesen Zweig der astronomischen Praxis eingeführt wurde. Zum System unserer Sonne gehören auch die Kometen. Die Auffindung solcher Glieder des Systems ist häufig Folge eines Zufalles; jedoch haben sich etwa seit dem Jahre 1760 stets einzelne Astronomen gefunden, welche nach denselben systematisch suchten oder, sehr populär gesprochen, auf die Kometenjagd giengen. So hat auch der jüngere Bond zu

Cambridge in den Vierzigerjahren nicht weniger als elf Kometen selbstständig gefunden, von welchen jedoch die meisten von europäischen Kometenjägern früher aufgefunden worden waren. Im Laufe der letzten beiden Jahrzehnte haben nun amerikanische Astronomen, zum Theile durch den Umstand, dass für die in Amerika erfolgten Entdeckungen von Kometen Preise zuerkannt wurden, veranlasst, sich besonders lebhaft an der Aufsuchung von Kometen betheiligt. Sehr vom Glücke begünstigt waren in dieser Hinsicht Swift, Brooks, Barnard und seit 1895 ein jüngerer Astronom der Lick-Sternwarte, Perrine. Wie erfolgreich diese Astronomen suchten, lehrt die Thatsache, dass unter den 43 neuen Kometen, welche in dem Jahrzehnte von Anfang 1884 bis Ende 1893 entdeckt wurden,¹⁾ nicht weniger als 31 von amerikanischen Beobachtern aufgefunden worden sind. Seither hat sich dieses Verhältnis noch mehr zu Ungunsten der Astronomen der alten Welt verschoben, indem von den weiteren bis nun aufgefundenen zwölf neuen Kometen nur zwei in Europa entdeckt worden sind, neun haben amerikanische und einer hat einen australischen Entdecker. Auf die meist vorausberechneten Erscheinungen von wiederkehrenden Kometen ist bei dieser Zusammenstellung keine Rücksicht genommen worden. Man erkennt aus diesen Zahlen die Richtigkeit der Behauptung

¹⁾ Vgl. die Tabelle in Littrow-Weiß, Wunder des Himmels, 8. Aufl., S. 1054 ff.

tung, dass die im geschichtlichen Theile der vorliegenden Skizze erwähnte Klage des Präsidenten J. Q. Adams, Amerika könne Europa nicht Gleiches mit Gleichem auf astronomischem Gebiete vergelten, gegenwärtig in mancher Hinsicht mit einiger Berechtigung von europäischer Seite erhoben werden könnte. Die Kometenastronomie verdankt den amerikanischen Beobachtungen auch in anderen Beziehungen schöne Errungenschaften; so sind einzelne dieser Himmelskörper in den lichtstarken Teleskopen Amerikas außerordentlich lange — bis zu zwei Jahren — sichtbar geblieben und genau beobachtet worden. Hieher rangiert auch die bis dahin nie vorgekommene Thatsache, dass es Barnard gelungen ist, einen periodischen Kometen, welcher am 6. Juli 1889 von Brooks entdeckt worden war, noch 555 Tage später zu beobachten, 470 Tage nachdem der Komet den Ort seiner Sonnennähe passiert hatte. Demselben Astronomen ist auch die erste photographische Entdeckung eines Kometen — des fünften vom Jahre 1892 — geglückt. In organischem Zusammenhange mit den Kometen stehen bekanntlich die Sternschnuppen; um die Erforschung der eigenartigen Erscheinungen, welche diese Auflösungsproducte gewisser Kometen darbieten, hat sich von amerikanischen Astronomen vorzüglich Prof. H. A. Newton verdient gemacht.

Es ist ein besonderes Kennzeichen der Astronomie des 19. Jahrhunderts, dass die Stellarastronomie, deren Entwicklungsgang in Amerika nun in flüchtigen Zügen dargestellt werden soll, im Verlaufe desselben,

wenn auch nicht geradezu geschaffen, so doch aus den geringen Anfängen, die aus dem vorigen Jahrhunderte stammen, zu großartiger Entfaltung gelangt ist. An diese Erweiterung unserer Kenntnisse, welche auch eine gewisse kosmologische Bedeutung besitzt, haben die Astronomen der neuen Welt sehr großen Antheil genommen. Vor allem sei hier der systematischen Arbeiten gedacht, welche die Festlegung der genauen Orte der Fixsterne zum Ziele haben. Um diesen Zweck für die nördlich vom Wendekreise des Steinbockes gelegenen Sterne zu erreichen, hat die internationale „Astronomische Gesellschaft“ ein Zusammenwirken einer Reihe von Sternwarten veranlasst, deren jede alle in einem bestimmten Gürtel des Himmels gelegenen Fixsterne bis zur neunten Größenklasse einschließ-lich genau zu bestimmen übernahm. Im ganzen dürften hiedurch die Orte von etwa 130.000 Sternen ermittelt werden. Von Seite der amerikanischen Sternwarten haben sich die Observatorien zu Albany (unter der Leitung von Prof. Lewis Boss) und Washington, sowie in hervorragender Weise das Observatorium zu Cambridge an dem riesigen Unternehmen betheiligt. Außerdem haben die Sternwarte zu Washington, sowie einzelne amerikanische Astronomen, z. B. Porter und Yarnall, wertvolle Sternkataloge publiciert. Von den übrigen Partien des Firmamentes, also jenen Gegenden des Himmels, welche südlich vom Wendekreise des Steinbockes sich befinden, können auf der Nordhalbkugel der Erde nur einzelne Strecken, welche sich über

den Horizont der betreffenden Orte noch erheben, wahrgenommen werden; deshalb erwächst den auf der südlichen Hemisphäre der Erde gelegenen Observatorien die Aufgabe, solche Arbeiten, wie die vorhin erwähnten, welche den Nordhimmel betrafen, für den Südhimmel durchzuführen. Es ist nun eine rühmensewerte Thatsache, dass die ungeheure Summe von Beobachtungen, welche hiezu nöthig ist, fast ausschließlich von Gilliss und von Gould und ihren Mitarbeitern in Santiago und in Cordoba geleistet worden ist. Gilliss hat durch 34.000 Meridianbeobachtungen die Orte von im ganzen 23.000 Sternen zwischen dem Südpole des Firmaments und 65° südlicher Declination bestimmt; Goulds und seiner Assistenten Beobachtungen umfassen den ganzen südlichen Himmel; 145.000 derselben sind bei der Bildung seines „General Catalogue“ verwendet worden, weitere 105.000 in dem von ihm publicierten „Zonenkatalog“ zur Veröffentlichung gelangt. Man muss wissen, welche Leistung erforderlich ist, bis eine astronomische Ortsangabe zustande kommt, um eine richtige Schätzung dieser Riesenarbeiten vornehmen zu können. Es muss hiebei auch daran erinnert werden, dass der Wert dieser Arbeiten sich dadurch wesentlich erhöht, dass sie unsere Kenntnisse von den eigenen Bewegungen der Fixsterne ungemein vergrößert haben, indem man eigentlich erst durch sie zu einer befriedigenden Orientierung über die Eigenbewegungen am südlichen Himmel gelangte. Hiedurch eröffnete sich auch die Möglichkeit, die Richtung der eigenen

Bewegung unserer Sonne im Raume genauer zu bestimmen. Eine würdige Fortsetzung der geschilderten Arbeiten hat Goulds Nachfolger in der Leitung der Sternwarte zu Cordoba, J. M. Thome, unternommen und zum Theile bereits beendet. Derselbe beabsichtigt die genäherten Orte aller Sterne südlich vom Wendekreise des Steinbockes bis zur zehnten Größenklasse zu bestimmen; für den Gürtel des Himmels zwischen dem 22. und 42. Grade südlicher Declination ist diese Arbeit, von welcher gerade dieser Abschnitt auch für die Beobachter auf der Nordhalbkugel der Erde besonderen Wert hat, bereits veröffentlicht: es ist dies ein gewaltiger, auf 1,108.600 Beobachtungen sich gründender Katalog von 340.380 Sternen. Angesichts solcher Leistungen treten die anderen analogen Bestrebungen fast zurück, nur einzelne von der Sternwarte am Cap der guten Hoffnung durchgeführte Arbeiten können mit den geschilderten in eine Reihe gestellt werden. Eine besondere Erwähnung verdienen an dieser Stelle auch die von dem langjährigen Director der Sternwarte zu Clinton, C. H. F. Peters, zu Zwecken der Aufsuchung von kleinen Planeten gezeichneten vortrefflichen Sternkarten, welche — 20 an der Zahl — je 25 Quadratgrade des Himmels darstellen und alle Sterne bis zur 13. Größenklasse enthalten.

Systematische Bestimmungen der Helligkeit von Sternen durch photometrische Messungen sind von Director Pickering durchgeführt worden. Die Helligkeit der bedeutendsten Sterne der südlichen Hemi-

sphäre des Firmaments sind durch Arbeiten Goulds, welcher auch hier bahnbrechend gewirkt hat, genauer bekannt geworden. In naher Beziehung zu diesen photometrischen Studien stehen die Untersuchungen, welche die veränderlichen Sterne betreffen. Diese Forschungen bildeten einstmals einen Ruhmestitel deutscher Astronomen, gegenwärtig sind nur vereinzelt Beobachter der alten Welt auf diesem Gebiete thätig. Eine etwas größere Thätigkeit scheinen in dieser Hinsicht englische und amerikanische Astronomen zu entfalten. So verdankt man — um einige der wichtigsten einschlägigen Arbeiten der letzteren zu erwähnen — den photographischen Aufnahmen, welche auf den von der Harvardsterne Sternwarte ausgerüsteten Hochstationen in Peru erhalten und dann in Cambridge von Mrs. Fleming untersucht worden sind, die Entdeckung einer Reihe von neuen Veränderlichen; ferner hat sich der derzeitige Herausgeber des „Astronomical Journal“ Chandler, um den genannten Zweig der Himmelskunde durch die Herausgabe umfassender Kataloge dieser noch immer viele Räthsel darbietenden Objecte verdient gemacht. Prof. C. H. F. Peters, der Director der Sternwarte zu Clinton, hat — zum Theile gelegentlich der Ausarbeitung seiner vorhin erwähnten Sternkarten — nicht weniger als 19 veränderliche Sterne aufgefunden. Sehr wertvoll für das Studium der variablen Sterne dürfte auch der von dem Director der Sternwarte zu Georgetown, Pater J. Hagen, herausgegebene Atlas werden, dessen Blätter die nächsten

Umgebungen der einzelnen Veränderlichen genau darstellen sollen, wodurch die Verfolgung derselben in den einzelnen Phasen ihres Lichtwechsels besonders erleichtert werden dürfte.

Ein weiteres Specialgebiet der Stellarastronomie umfasst die doppelten und mehrfachen Sterne. Dank der gewaltigen Dimensionen der in Amerika aufgestellten Fernrohre und der lebhaften Thätigkeit der dortigen Doppelsternbeobachter sowohl in Bezug auf die Anstellung von Messungen bereits bekannter, als auch in Bezug auf die systematische Aufsuchung neuer Doppelsterne (es wurden dabei meist solche Paare gefunden, deren Componenten einander sehr nahe stehen oder an Helligkeit beträchtlich verschieden sind) zeigt sich auch hier die Ebenbürtigkeit der amerikanischen Astronomie. Als erfolgreiche Beobachter und Entdecker doppelter und mehrfacher Sterne sind Mitchell in Cincinnati, Asaph Hall in Washington und besonders Burnham in Chicago, sowie in letzter Zeit auch Dr. T. J. J. See zu nennen. Prof. Burnham hat seit dem Jahre 1872 mehr als 1000 neue Paare gefunden. Wie schon früher erwähnt, hat Alvan Clark ebenfalls eine Reihe von bis dahin unbekanntem Doppelsternen entdeckt. Ihm ist es bekanntlich auch geglückt, die Doppelsternnatur des Sirius auf optischem Wege nachzuweisen, nachdem Bessel durch die eigenartigen Ortsveränderungen dieses Sternes zur Annahme gelangt war, dass dieselben durch einen Begleiter, welcher wohl ziemlich groß, aber auch, weil man ihn zu

Bessels Zeit noch nicht gesehen, ziemlich lichtschwach sein müsse, veranlasst seien, und nachdem durch Peters', Saffords und Auwers' Rechnungen die Bahn dieses unbekanntes Begleiters des schönsten Sternes unseres Firmaments bestimmt war. Ein günstiges Geschick hat auch bewirkt, dass die Doppelsternnatur des hellen Sternes Prokyon, den Bessels geistiges Auge aus demselben Grunde wie den Sirius als doppelt erkannte, gleichfalls in Amerika auf optischem Wege bestätigt wurde. Am 14. November 1896 fand nämlich Prof. Schäberle mit Hilfe des großen Refractors der Lick-Sternwarte in einem Abstände von 4.6 Bogensecunden von Prokyon ein Sternchen 13. Größe, welches nahe in derselben Richtung stand, in welcher nach den Rechnungen von Auwers, sowie jenen, welche Prof. Ludwig Struve ausgeführt hat, der die sonst nicht erklärbaren Ortsveränderungen des Prokyon verursachende Begleiter desselben stehen musste. Diese Entdeckungen ergänzen in sehr erwünschter Weise die theoretischen Studien, welche die europäischen Astronomen angestellt hatten. Es darf aber nicht unerwähnt bleiben, dass sich die Amerikaner in Hinsicht auf die Doppelsterne nicht auf eine bloße Beobachtungs- und Entdeckungsthätigkeit beschränkt haben; man verdankt ihnen auch — hiebei ist wieder Burnham und in neuerer Zeit Dr. T. J. J. See zu nennen — die Berechnung der Elemente zahlreicher Doppelsternbahnen.

Eine sehr erhebliche Bedeutung für unsere Kenntnis des Sternenhimmels kommt jenen Untersuchungen

zu, welche die Bestimmung der Entfernung einzelner Sterne von unserer Sonne zum Ziele haben. Es handelt sich dabei, wie eine leichte Überlegung mit Hilfe einer Zeichnung, welche das Dreieck: Stern — Sonne — Erde darstellt, ergibt, eigentlich um die Bestimmung des Winkels, unter welchem, von dem betreffenden Sterne aus gesehen, der Halbmesser der Erdbahn (dies ist ja die Dreieckseite: Sonne — Erde) erscheint. Zur Bestimmung dieses Winkels, der „Parallaxe“ genannt wird, führt die folgende Erwägung. Das Bild des zu untersuchenden Sternes erscheint uns am Firmament zwischen den Bildern ihm benachbarter Sterne, von denen wir annehmen, dass sie weiter als derselbe von uns entfernt sind, und zwar so weit von uns abstehen, dass uns ihr Bild stets genau an der gleichen Stelle am Himmel erscheint, gleichgiltig von welchem Punkte der Erdbahn wir nach diesen Sternen blicken. Dann wird folgende Erscheinung eintreten. Die scheinbaren Abstände des Bildes des untersuchten Sternes auf der Himmelskugel von den Bildern seiner Nachbarn werden für einen gewissen Moment ganz bestimmte sein. Ein halbes Jahr später hat aber die Erde ihre Stellung gegen die Linie: Sonne — Stern geändert, wir blicken nun nach dem Sterne in einer anderen Richtung; der Ort seines Bildes auf der scheinbaren Himmelskugel ist infolge dessen ein anderer geworden; der Stern scheint daher sich einzelnen von seinen Nachbarsternen genähert, von anderen sich entfernt zu haben. Eine einfache Überlegung führt nun zur Erkenntnis, dass

man aus dem Betrage dieser Änderungen der Abstände des Bildes des Sternes am Firmamente von jenen seiner Nachbarsterne die gesuchte Winkelgröße und dann nach einer leichten Rechnung auch die Anzahl Erdbahnhalbmesser, um welche der untersuchte Stern von der Sonne absteht, finden kann. Weil nun auch die uns nächsten Sterne ganz außerordentlich weit von uns entfernt sind,¹⁾ so sind die „Parallaxen“ der Sterne ungemein klein, und deshalb erfordern auf die Ermittlung der letzteren abzielende Untersuchungen besondere Sorgfalt und gehören zu den mühevollsten astronomischen Arbeiten. Aus diesem Grunde ist es in den 60 Jahren, die seit Bessels in dieser Hinsicht bahnbrechender Untersuchung über die Entfernung des durch seine rasche eigene Bewegung sich auszeichnenden hellen Doppelsternes „61 Cygni“²⁾ verflossen sind, nur bei verhältnismäßig wenig Sternen gelungen, ihre Entfernung von unserer Sonne mit einiger Sicherheit zu ermitteln. Von Seite amerikanischer Astronomen haben hiezu Asaph Hall und Elkin wertvolle Beiträge geliefert. In neuerer Zeit hat man die Astrophotographie

¹⁾ Der uns nächste Fixstern ist der nur auf der Südhalbkugel sichtbare Stern α Centauri; er ist 290.000 mal weiter als die Sonne von uns entfernt. Der Halbmesser der Erdbahn erscheint, von ihm aus gesehen, unter einem Winkel, der nur 72 Hunderttheile einer Bogensekunde beträgt.

²⁾ So genannt, weil er im ersten auf Grund von Beobachtungen am Fernrohre ausgearbeiteten Sternkataloge als der 61. Stern aus dem Sternbilde des Schwanes von dem Autor dieses Kataloges, Flamsteed, angeführt erscheint.

diesem Zwecke dienstbar gemacht, weil sie für derartige Arbeiten besondere Vortheile bietet; so sind Aufnahmen von Rutherford von H. Jacoby benützt worden, um die Parallaxen mehrerer Sterne in der Constellation der Cassiopeia zu bestimmen.

Am Firmamente glänzen aber nicht nur die einzelnen Sonnen, es ist auch mit vielen Sternanhäufungen und Nebelflecken — werdenden Welten — besetzt. Durch die Entdeckung solcher, oft äußerst schwacher Objecte haben sich von Amerikanern besonders Prof. Lewis Swift, der früher zu Rochester beobachtete, und Prof. Ormond Stone, der Director des Leander Mac Cormick-Observatory, ausgezeichnet; außer diesen Astronomen sind auch Barnard, Bond, Burnham, Holden, Safford und Pickering auf diesem Gebiete thätig gewesen. Dem letztgenannten Forscher verdankt man auch eine einschlägige hochinteressante Wahrnehmung, welche von einiger kosmologischer Bedeutung ist. Man wusste schon früher, dass am Himmel stellenweise Gruppen von veränderlichen Sternen vorkommen, und dass einzelne Veränderliche auch mit Anhäufungen von Sternen oder mit Nebelflecken in Zusammenhang stehen dürften. Ein Beispiel für den ersten Fall findet sich im Sternbilde des Scorpions, wo sich drei Veränderliche auf einem Raume,¹⁾ der nur $\frac{1}{64}$ der Sonnenscheibe decken würde, vorfinden; für den zwei-

¹⁾ Diese Objecte stehen in einer geraden Aufsteigung von $16^h 11^m$ und in einer südlichen Abweichung von $22^\circ 40'$.

ten Fall können dieselben Variabeln ebenfalls als Exempel dienen, denn sie stehen in einem schönen Sternhaufen. Pickering hat nun auf Grund von photographischen Aufnahmen, welche auf der von der Sternwarte zu Cambridge ausgerüsteten Hochstation zu Arequipa in Peru von südlichen Sternhaufen erhalten worden waren, gezeigt, dass es Sternhaufen gibt, welche an veränderlichen Sternen, deren Lichtwechsel sich manchmal in wenig Stunden vollzieht, sehr reich sind. So fanden sich in einem seit dem Jahre 1702 bekannten Sternhaufen, dessen gerade Aufsteigung $15^{\text{h}} 13^{\text{m}} 30^{\text{s}}$ und dessen nördliche Abweichung $2^{\circ} 27'$ beträgt, unter 750 untersuchten Sternen nicht weniger als 85 Veränderliche. In einem anderen Sternhaufen, der in einer geraden Aufsteigung von $13^{\text{h}} 37^{\text{m}} 35^{\text{s}}$ und in der nördlichen Abweichung von $28^{\circ} 53'$ steht, fanden sich sogar 132 variable Sterne vor.

Es ist klar, dass die außerordentlich rege Thätigkeit, welche auf astronomischem Gebiete in Amerika entfaltet worden ist, Veranlassung geboten hat, sich da selbst auch des modernsten Hilfsmittels des Astronomen, der photographischen Platte, in ausgedehntem Maße zu bedienen. Es wird jedoch gestattet sein, an dieser Stelle an die bezüglichen Leistungen der neuen Welt nur zu erinnern, da der Verfasser der vorliegenden Skizze im letzten Vereinsjahre eine größere Zusammenstellung der betreffenden Arbeiten¹⁾ im allge-

¹⁾ Schriften des Vereines zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse, XXXVII. Bd., S. 151 ff.: „Über die

meinen gegeben hat, aus welcher der Antheil der amerikanischen Forscher leicht entnommen werden kann. Deshalb sei hier nur nochmals darauf hingewiesen, dass die Wiege der Astrophotographie in den Neuengland-Staaten gestanden ist, und dass die illustren Gelehrten des Observatoriums zu Cambridge auch auf astrophotographischem Gebiete schöpferisch gewirkt haben. Ferner haben sich Draper und Rutherford ebenfalls in hervorragender Weise auf diesem Arbeitsgebiete bethätigt; letzterer hat auch das Verdienst, einzelne seiner Aufnahmen sternreicher Himmelsgegenden, z. B. der Plejaden, der Ausmessung zugeführt und dadurch den Anfang zur Verwertung von photographischen Aufnahmen für die Zwecke der messenden Astronomie gemacht zu haben. Umfassende Arbeiten hat mit Hilfe der Lichtbildkunst Gould bezüglich der Sternhaufen des südlichen Himmels ausgeführt; leider ist die Ausmessung der betreffenden Platten — 1350 an der Zahl — noch lange nicht vollendet. Gould hat in Cordoba auch viele Photographien von Doppelsternen, sowie Serien von Aufnahmen solcher Sterne, deren Parallaxe er ermitteln wollte, erhalten; eine Bearbeitung derselben scheint noch nicht erfolgt zu sein. In neuerer Zeit sind von astrophotographischen Arbeiten in Amerika vorzüglich wieder jene an der Sternwarte zu Cambridge, welche unter anderem auch auf eine permanente

Bedeutung der Photographie für die Erforschung der Beschaffenheit und der Bewegungen der Gestirne.“

Überwachung des Firmaments auf photographischem Wege abzielen, und die auf der Lick-Sternwarte ausgeführten zu nennen, welche — wie dies an der citierten Stelle dargelegt wurde — hauptsächlich den Mond und besonders fixsternreiche Himmelsgegenden betreffen. Ergänzend kann in Bezug auf letzteres hier noch mitgeteilt werden, dass die Mondaufnahmen der Lick-Sternwarte zur Herausgabe eines Mondatlasses¹⁾ von Seite derselben geführt haben, und dass dieselben auch das hauptsächlichste Materiale für den Mondatlas abgegeben haben, welchen der Director der k. k. Sternwarte zu Prag, Prof. Dr. L. Weinek, ausgearbeitet hat.²⁾ Beidem letztgenannten Kartenwerke beträgt der Durchmesser des Mondbildes vier Meter.

An der großen, der Initiative der Pariser Astronomen zu verdankenden Unternehmung, auf astrographischem Wege einen Katalog aller Sterne bis zur 11. Größenklasse und einen Atlas, welcher alle auf dem Firmamente wahrnehmbaren Objecte bis zur 14. Größenklasse enthält, herzustellen, wollen sich vier Sternwarten Amerikas betheiligen. Das Observato-

¹⁾ Observatory Atlas of the Moon; Lick observatory, 1896 f.; Published by the gift of W. W. Law of New York City.

²⁾ Photographischer Mondatlas, vornehmlich auf Grund von focalen Negativen der Lick-Sternwarte, ausgeführt von Prof. Dr. L. Weinek, Director der k. k. Sternwarte in Prag. Verlag von Karl Bellmann in Prag, 1897 f. Die Herausgabe wurde durch eine Spende von Miss Catherine W. Bruce in New-York unterstützt.

rium zu Tacubaya in Mexico übernahm es, die betreffenden Arbeiten für jenen Gürtel des Himmels, welcher zwischen 10° und 16° südlicher Declination liegt, auszuführen; die folgende Zone bis zu 23° südlicher Declination wurde der Sternwarte zu Santiago zugewiesen; in die Partie des Himmels, welche sich zwischen 24° und 40° südlicher Declination befindet, theilten sich das La Plata-Observatorium und die Sternwarte zu Rio de Janeiro. In Ausführung begriffen ist aber die Arbeit, wie es scheint, nur auf der mexicanischen Sternwarte; das chilenische Observatorium dürfte erst am Beginne der bezüglichen Thätigkeit stehen, und die beiden übrigen von den genannten Instituten sind bisher, wahrscheinlich durch politische oder finanzielle Schwierigkeiten, an der Inangriffnahme der von ihnen übernommenen Arbeit behindert gewesen.

Mit diesen Angaben über astrophotographische Arbeiten, welche in der nächsten und, allem Vermuthen nach, auch noch in einer ferneren Zukunft einzelne amerikanische Sternwarten beschäftigen werden, schließt jener Abschnitt der vorliegenden Skizze, welcher die rein astronomische — dies Wort in seinem eigentlichen Sinne verstanden — Thätigkeit in der neuen Welt schildern sollte. Es hat sich aber bekanntlich in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts ein Zweig der Sternkunde, die Lehre von der physikalischen Beschaffenheit der Gestirne, vom alten Stamme losgelöst und ist im Verlaufe eines einzigen Menschenalters zu einer ungeahnten und so gewaltigen selbstständigen

Entwicklung gelangt, dass die neuentstandene Wissenschaft der Astrophysik ihrer Urheberin, der beobachtenden Astronomie, trotz deren mehrtausendjährigen ruhmvollen Vergangenheit bereits als eine gleichberechtigte Genossin an die Seite treten kann, welche überdies allem Anscheine nach den Vorzug genießt, einer verheißungsvolleren Zukunft entgegenzugehen. In Anbetracht des auch aus den früheren Erörterungen ersichtlichen Bestrebens der amerikanischen Astronomen, stets zumindestens gleichen Schritt mit den Leistungen der Gelehrten der alten Welt zu halten, dieselben jedoch, wenn dies irgend möglich ist, zu übertreffen, wird es erklärlich scheinen, dass in Amerika astrophysikalische, d. h. spectroscopische Arbeiten in größerem Umfange schon bald nach der Begründung der Spectralanalyse — des Verfahrens, die verschiedenen Gattungen von Materie durch die Art des von einer jeden im Glüh-, beziehungsweise Dampfzustande ausgesendeten Lichtes zu erkennen¹⁾ — unternommen wurden. Die hauptsächlichsten derartigen Studien gelten der Sonne und ihrem Spectrum. Eine umfassende Darstellung des letzteren hat auf Grund photographischer Aufnahmen Prof. Rowland gewonnen, welcher sich auch durch die Erzeugung außerordentlich enger Gitter auf ebenen oder concaven Flächen — er zieht

¹⁾ Die Grundlagen dieses Verfahrens sind ebenfalls im vorhin citierten Vortrage auf S. 179 ff. wiedergegeben, weshalb hier nicht näher auf dieselben eingegangen werden soll.

mit Hilfe seiner Maschine Netze paralleler Linien, in welchen letztere nur den 40.000. Theil eines Zolles von einander abstehen — hohe Verdienste auf dem Gebiete der experimentellen Optik erworben hat. Besondere Bedeutung für die Erkenntnis der Ausdehnung des von der Sonne entworfenen Spectralbandes in dem außerhalb des Roth gelegenen Theiles desselben, welcher also nicht sichtbar ist, sich jedoch durch Wärmewirkungen geltend macht, besitzen, abgesehen von den früheren diesbezüglichen Versuchen Drapers, welcher Thermosäulen dazu benützte, vor allem die Untersuchungen von Langley, der für diese und verwandte Studien ein eigenes Instrument, seinen „Strahlungsmesser“ oder „Bolometer“, ersonnen und construiert hat. Das Princip dieses Instruments, mit welchem man Temperaturunterschiede, die nur den 100.000. Theil eines Grades des Celsius'schen Thermometers betragen, noch messen kann, besteht darin, dass unter dem Einflusse einer Temperaturänderung die Leitungsfähigkeit eines Platinstreifens für elektrische Ströme eine andere wird und die hiedurch bedingten Variationen der Stromstärke in einem empfindlichen Galvanometer noch Ausschläge der Nadel veranlassen, wenn auch die erste Ursache nur eine minimale Erwärmung des Platinstreifchens war, wie eine solche eintritt, sobald der letztere in einer Gegend des Spectrums steht, wo Wärmestrahlen hinfallen, und nicht in einer solchen, wo sich Absorptionsbänder befinden, welche hier dieselbe Rolle spielen wie die dunklen

(Fraunhofer'schen) Linien im sichtbaren Theile des Spectrums. Der von Langley mit Hilfe dieses feinen Messapparates jenseits des Roth untersuchte Theil des Sonnenspectrums ist achtmal größer als die sichtbare Partie desselben. Es möge hier einschaltend bemerkt werden, dass Langley durch die hohe Empfindlichkeit seines Instruments in die Lage versetzt worden ist, ähnliche Arbeiten, welche nicht bloß die Physik der Sonne, sondern auch die Physik der irdischen Atmosphäre betreffen, auszuführen, und dabei wertvolle Entdeckungen gemacht hat, auf welche näher einzugehen der beschränkte Raum, welcher für die vorliegende Skizze in Anspruch genommen werden darf, nicht erlaubt. Um die Untersuchung jenes Theiles des solaren Spectrums, welcher sich über das sichtbare Violett hinaus erstreckt und durch chemische Wirkungen bemerkbar macht, haben sich von amerikanischen Gelehrten Draper und Rutherford Verdienste erworben. Auch einzelne Partien der Sonnenoberfläche sind in Amerika der spectralen Untersuchung unterzogen worden; so hat Young über das Spectrum der Sonnenflecken Studien angestellt und Hale, der gegenwärtige Director des Yerkes-Observatory bei Chicago, in den letzten Jahren eine eigenartige Methode ausgebildet, welche es möglich macht, die ganze Oberfläche der Sonne in dem einfärbigen Lichte einer dem Calcium angehörigen Linie des Spectrums photographisch aufzunehmen, wodurch unter anderem auch Untersuchungen über die sonst nur in der Nähe des Sonnenrandes er-

kennbaren Lichtadern, welche man Fackeln nennt, gefördert worden sind. Ebenso gestattet diese Methode, die Erscheinungen am Sonnenrande, bezüglich welcher gleich noch einiges mitgeteilt werden soll, objectiv durch photographische Aufnahmen, eventuell auch in ihren einzelnen Phasen, festzuhalten, während diese Erscheinungen bisher nur direct am Spectroskop beobachtet werden konnten. Die zuletzt erwähnten Phänomene, welche die sogenannten Protuberanzen betreffen, haben ebenso wie das plötzliche Aufleuchten des die Sonne bei totalen Verfinsterungen umgebenden Strahlenkranzes (der „Corona“) stets die Aufmerksamkeit und das Interesse aller, welche das Glück hatten, ein solches grandioses, vom Himmel gebotenes Schauspiel zu sehen, gefesselt und insbesondere in der Mitte des laufenden Jahrhunderts die gelehrten Beobachter zu Untersuchungen angeregt, welche gewissermaßen als die ersten Studien auf dem Gebiete der Astrophysik betrachtet werden können. Diese Untersuchungen haben aber erst durch die spectroskopische Methode, wie dieselbe auf Grund der Forschungen von Bunsen und Kirchhoff in den Sechzigerjahren ausgebildet worden ist, eine eigentliche Grundlage erhalten. Die Anwendung der Spectroskopie bei Gelegenheit totaler Sonnenfinsternisse begann am 18. August 1868, an welchem Tage der Schattenkegel des Mondes über Indien und Arabien hinstreifte; seither sind nur wenige dieser denkwürdigen Phänomene vorübergegangen, ohne dass man mehr oder minder wertvolle Wahrnehmungen be-

züglich der Beschaffenheit der Sonne gemacht hätte. Fast immer wurden die wenigen Minuten, welche eine vollständige Verfinsterung der Sonnenscheibe dauert, mit Erfolg benützt und die Mühen der Beobachter, welche meist weite Reisen zu unternehmen hatten, um in jene Gebiete der Erde zu gelangen, wo die betreffende Finsternis sich als total darstellte, durch interessante Entdeckungen belohnt. An dieser wissenschaftlichen Ausbeute haben die amerikanischen Forscher reichlichen Antheil. So haben bei der Finsternis vom 7. August 1869 Prof. Harkness aus Washington und der damalige Director der Sternwarte des Dartmouth College, Prof. Young, das von der Corona im Spectroskop entworfene Farbenband untersucht; sie fanden, dass dasselbe sich als ein continuierliches Spectrum darstelle, in dessen grünem Theile aber eine helle Linie wahrgenommen werden konnte. Später bemerkte man auch bei manchen Finsternissen im Spectrum der Corona die dunklen Fraunhofer'schen Linien. Im Jahre 1872 konnte Young auf einer 2500 *m* hoch gelegenen Station der Pacificbahn, dem Orte Sherman, seine früher in tiefer gelegenen Orten begonnenen spectroscopischen Studien über die Beschaffenheit der nächsten Umgebung der Sonne erfolgreich weiter ausdehnen. In so großen Höhen wird nämlich bei heiterem Wetter von jenen Partien der Erdatmosphäre, welche dem Orte der Sonne benachbart sind, beträchtlich weniger Licht reflectiert als in tief gelegenen Stationen; ein Umstand, der für die Untersuchung des von den Umgebungen der

Sonne ausgestrahlten Lichtes besonders günstig ist. Es gelang Young, im Spectrum dieser Partien nicht weniger als 273 helle Linien zu bestimmen. Auf Grund seiner Beobachtungen kann man z. B. auf die Anwesenheit von Magnesium und von Eisen im gasförmigen Glühzustande schließen; doch sind unter den hellen Linien auch solche, welche chemischen Elementen zugeschrieben werden müssen, die auf der Erde nicht vorhanden sind oder wenigstens derzeit noch nicht als auch daselbst vorkommend bekannt sind. Das in der „Chromosphäre“, der am Rande des Sonnenkörpers befindlichen Schicht, dominierende Element ist das Wasserstoffgas, von dem ungeheure Massen in wolkenartigen Gebilden, den Protuberanzen, häufig ungemein weit über die Oberfläche der Sonne hinausgeschleudert werden, um später, dem Gesetze der Schwere folgend, wieder zu ihr herabzusinken. Auch hier war Young einer der ersten Gelehrten, welche die oft kolossal rasch vor sich gehenden Formveränderungen dieser nicht selten enorm großen Massen genau verfolgten. Ihm verdankt man aber auch die erste directe Beobachtung der nächsten noch weiter nach dem Sonneninneren zu gelegenen Schichte, in welcher Dämpfe von Metallen glühen. Diese Schicht glühender Gase ist kühler als das Sonneninnere und absorbiert daher — nach der populären Ausdrucksweise des Hauptsatzes der Spectralanalyse — gerade jene Sorten des vom Sonneninneren ausgehenden Lichtes, welche sie selbst aussenden würde, wenn sie allein vorhanden wäre; sie erzeugt also, da

sie vorwiegend Metalldämpfe enthält, die dunklen Linien im Farbenbände, welche den Metallen angehören; genau so wie die Chromosphäre die dunklen Linien des Wasserstoffes im Spectrum erzeugt, wenn vom Sonnenkerne ausgehendes Licht durch sie hindurchgeht, während sie selbst diese Linien hell zeigt, wenn man nur das von ihr ausgestrahlte Licht im Spectroskop beobachtet. Ebenso würde man die Metalllinien hell sehen, wenn man jene Schicht, in der die bezüglichen Dämpfe vorhanden sind, allein untersuchen könnte. Eine Möglichkeit, diese Linien hell zu sehen oder, wie man auch sagt, eine „Umkehrung“ der dunklen Linien in helle wahrzunehmen, bietet sich bei den totalen Sonnenfinsternissen. Mit dem Fortschreiten des Mondes wird nämlich die Sichel der Sonne immer schmaler, die dunklen Linien im Spectrum müssen aber noch sichtbar bleiben, weil ja das Licht des Sonnenkernes noch immer die Schicht der Metalldämpfe durchziehen muss. Wenn aber der Mond nur mehr eine ganz dünne, dem freien Auge nicht mehr sichtbare Linie von der Sonnenscheibe freilässt, dann ist es möglich, dass man nur Licht, welches von dieser Randschicht ausgeht, und nicht mehr solches, welches dem glühenden Sonnenkerne entstammt, wahrnimmt; dann leuchtet diese Schicht mit ihrem Lichte allein und muss daher im Spectroskop die früher dunklen Linien, hell zeigen. Diese Beobachtung hat man zum erstenmale bei der Sonnenfinsternis vom 22. December 1870 gemacht, und zwar war es — wie erwähnt — Young, der sie an-

stellte. „Im Augenblicke, wo die Sonne ganz verdeckt schien,“ schreibt er darüber, „flamnten das ganze Spectrum entlang im Roth, im Grün, im Violett zu hunderten und tausenden die hellen Linien auf, als schössen sie empor, so plötzlich wie die Sterne einer berstenden Rakete.“ Das ganze Schauspiel dauert aber nur wenige Secunden, weil die Schicht nur eine geringe Dicke hat, die man auf etwa 1000 *km* veranschlagen kann, und der weiter fortschreitende Mond sie deshalb in sehr kurzer Frist vor den Blicken des Beobachters verdeckt.

Von weiteren in Amerika ausgeführten Studien, welche die Physik der Sonne und ihrer Umgebungen betreffen, seien hier nur der Versuche Hales, die Corona auch bei unverfinsteter Sonne photographisch festzuhalten, und der Untersuchungen über die muthmaßlichen letzten Ausläufer der Sonnenatmosphäre, das Thierkreislicht und seinen „Gegenschein“ gedacht, welche letztere von Searle, Wright, Schäberle u. a. angestellt worden sind.

Spectralanalytische Beobachtungen von Fixsternen und Nebelflecken sind von Draper, sowie in großem Maßstabe von Seite der Sternwarte zu Cambridge und ihrer temporären Filialen unternommen worden, wodurch die Erkenntnis der betreffenden Wissensgebiete sehr gefördert worden ist. Ein besonderes Interesse dürfen jene spectroscopischen Studien in Anspruch nehmen, welche die Ermittlung der Geschwindigkeit der Bewegungen der Himmelskörper auf Grund

des Doppler'schen Principes¹⁾ zum Ziele haben. Solche Untersuchungen betreffen die Bestimmung der Umdrehungsgeschwindigkeit der Sonne durch Beobachtungen der Verschiebungen von Spectrallinien, welche auch in Amerika schon verhältnismäßig frühzeitig (im Jahre 1876) von Young, dann von Langley und von Crew ausgeführt worden sind, sowie die von Keeler, dem gegenwärtigen Director des Allegheny-Observatoriums, vor wenigen Jahren durchgeführte Untersuchung über die Rotation der Ringe des Saturn.²⁾ Director Pickering hat im Laufe seiner einschlägigen Studien die Doppelsternnatur des Sternes Mizar im großen Bären und des Sternes β im Fuhrmann nachweisen können.³⁾ Am interessantesten sind jedoch jene Arbeiten, welche die Bewegungen der Nebelflecke in der Absehenslinie auf Grund des Doppler'schen Principes zu ermitteln gestattet haben. Bekanntlich kann man infolge der unscharfen Beschaffenheit der Bilder von Nebelflecken im Fernrohre den Ort derselben nicht mit der gleichen Genauigkeit festlegen wie die Orte der Sterne, welche sich im Teleskop als kleine Lichtpunkte darstellen. Deshalb konnte man auch Ortsveränderungen von Nebelflecken bisher nicht nachweisen oder mit anderen Worten: die messende Astronomie konnte „eigene Be-

¹⁾ Vgl. den citierten Aufsatz S. 188 ff., wo auch die Erklärung der Grundlagen der hiebei in Frage kommenden Phänomene gegeben ist.

²⁾ l. c. S. 222.

³⁾ l. c. S. 216.

wegungen“ von Nebelflecken bisher nicht ermitteln, während man tausende von bewegten Sternen kennt. Für die spectroscopischen Untersuchungen über die Bewegungen in der Gesichtslinie, welche auf Grund des Doppler'schen Principes ausgeführt werden und fast direct zur Kenntniss der Anzahl von Kilometern führen, um die sich der betreffende Himmelskörper in einer Zeitsecunde uns nähert oder sich von uns entfernt, kommt das Moment der Bildschärfe fast nicht in Betracht; das Object muss nur relativ hell genug sein, um die bezüglichen Arbeiten ausführen zu lassen. Es gibt nun eine Reihe für die in Rede stehenden Untersuchungen geeigneter Nebelflecke, und diese sind es, deren Geschwindigkeit in der Absehensrichtung von Prof. Keeler, der früher auf der Lick-Sternwarte thätig war, mit Hilfe des entsprechend ausgestatteten großen Refractors des Instituts bestimmt hat. Es sei hier ausdrücklich gesagt, dass es sich dabei nicht um photographische Aufnahmen der betreffenden Spectra handelt, sondern dass die Messungen direct am Spectroskop, welches mit dem lichtstarken Riesenfernrohre verbunden wurde, ausgeführt worden sind. Auf die Beschreibung der zahlreichen bei diesen höchst deli- caten Untersuchungen in Betracht kommenden Einzelheiten soll hier nicht eingegangen werden, sondern es sollen nur die Resultate von Director Keelers Mes- sungen angeführt werden. Dieselben finden sich in der nachstehenden Tabelle vor, welche auch den Ort eines jeden der untersuchten Objecte, bezogen auf das Jahr

1900, liefert. Das Zeichen vor den Zahlenangaben der letzten Colonne gibt den Sinn der Bewegung des betreffenden Nebelfleckes in Beziehung auf die Sonne an, und zwar zeigt ein negatives das Näherkommen des Objectes an, ein positives deutet auf fortschreitende Entfernung.

Object	Gerade Aufsteigung	Abweichung: + = nördlich, - = südlich	Geschwin- digkeit in Kilo- metern
Planetarischer Nebel .	4 ^h 9 ^m 36 ^s	- 12° 59'	- 9·6
Orion-Nebel	5 30 24	- 5 27	+ 16·8
Planetarischer Nebel .	10 20 0	- 18 9	+ 5·6
" "	16 40 12	+ 23 59	- 32·5
Nebel	17 8 26	- 12 48	- 48·8
Planetarischer Nebel .	17 58 36	+ 66 38	- 61·3
" "	18 7 18	+ 6 49	- 9·2
Nebel	19 17 52	+ 1 19	+ 45·9
Planetarischer Nebel .	19 38 18	- 14 23	- 15·8
Nebelstern	19 42 12	+ 50 17	- 4·7
Nebel	20 10 25	+ 12 26	+ 38·6
Planetarischer Nebel .	20 58 42	- 11 45	- 47·1
" "	21 3 12	+ 41 50	+ 9·6
" "	23 21 6	+ 41 59	- 10·8

Wie man sieht, wurden fast ausschließlich planetarische Nebelflecke von Keeler in seine Untersuchung einbezogen. Es sind dies — wie hier erklärend bemerkt werden darf — Gebilde, welche sich im Fernrohre als kreisrunde, öfter auch als elliptische

Scheibchen darstellen, also ein planetenartiges Aussehen haben. Die Fläche eines solchen Nebels ist zu meist überall gleich hell, das von ihnen ausgestrahlte Licht oft blau. Genauere Beobachtungen, sowie photographische Aufnahmen haben gezeigt, dass die Regelmäßigkeit der Form dieser Nebel nur eine scheinbare ist, und dass sie häufig eine ringartige oder spiralgige Structur besitzen. Keelers Studien lassen erkennen, dass diese Nebel sich mit Geschwindigkeiten bewegen, welche ganz gleichwertig mit jenen sind, welche man für die hellen Fixsterne erhalten hat;¹⁾ seine Untersuchungen bilden eine wesentliche Ergänzung der analogen, auf die Sterne sich beziehenden Potsdamer Arbeiten. Trotzdem hiedurch nur von verhältnismäßig wenig Nebelflecken die Geschwindigkeiten ihrer Bewegungen in der Absehenslinie bekannt geworden sind, so hat doch der frühere Director der Pariser Sternwarte, Tisserand, den Versuch unternommen, die vorstehenden Daten zur Ermittlung eines Wertes für die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Sonne im Raume bewegt, zu benützen und für diese Größe den Betrag von 15 *km* gefunden. Es ist von Interesse, dass dieser so gewonnene Wert nur um 2 *km* kleiner ist als jener, welcher nach den Rechnungen von Dr. Kempf²⁾ aus den Potsdamer Beobachtungen sich ergibt. Die bei-

¹⁾ Vgl. die Tabellen auf S. 202 ff. des citierten Aufsatzes.

²⁾ Vgl. daselbst S. 207.

den Resultate bekräftigen einander gegenseitig und zeugen dadurch für die nahe Richtigkeit des für die gesuchte Größe erhaltenen Wertes.

Mit der reinen Beobachtungsthätigkeit — sei es nun auf astronomischem oder astrophysikalischem Gebiete — und der Ableitung der nächsten Ergebnisse aus den erhaltenen Beobachtungen ist aber der Wirkungskreis des Astronomen nicht erschöpft; er hat noch eine höhere Aufgabe zu erfüllen, und zwar ist dies gerade jene, welche ebensowohl wegen ihrer Großartigkeit als wegen ihrer Nützlichkeit die Aufmerksamkeit jedes Menschen in Anspruch nehmen darf. Den Lauf der Sonne, des Mondes, der Planeten und aller anderen die Sternenträume durchwandernden Gestirne vorauszusagen; mit dem geistigen Auge den gestirnten Himmel zu sehen, wie er in jedem beliebigen Zeitpunkte einer fernen Zukunft sich darstellen wird, oder die Constellationen anzugeben, welche das Firmament in der Vergangenheit — und seien seitdem Jahrtausende verflossen — einmal geziert: dies sind Aufgaben, deren Lösung der rechnenden und der theoretischen Astronomie obliegt. Der Umstand, dass man gegenwärtig — dank der gewaltigen Geistesarbeit ausgezeichnete Gelehrter — solche Fragen genau beantworten kann, bildet eine wesentliche Ursache für die hohe, fast ehrfurchtsvolle Achtung, welcher sich die Sternkunde allenthalben erfreut. Die praktische Bedeutung derartiger Leistungen (von der geistigen werde hier ganz abgesehen), insbesondere der Vorausberechnungen des Lau-

fes der Himmelskörper und der daraus resultierenden cölestischen Erscheinungen, bedarf keiner weiteren Erklärung; vor allem sind es die Seefahrer jeder Art, welche die Vortheile derselben genießen, und dann in zweiter Linie die gesammte civilisierte Menschheit. Solche Rechnungen können jedoch nur dann ausgeführt werden, wenn die entsprechenden Grundlagen vorhanden sind, d. h. wenn man die Bahn- und Bewegungsverhältnisse der betreffenden Himmelskörper genau kennt. Deshalb haben sich viele bedeutende Astronomen mit dem Probleme beschäftigt, aus angesammelten genauen Beobachtungen der Sonne, des Mondes und der großen Planeten, ferner unter Benützung der Beobachtungen von Finsternissen, von Vorübergängen der inneren Planeten Mercur und Venus vor der Sonnenscheibe, sowie von Sternbedeckungen¹⁾ jene Größen abzuleiten, aus welchen man dann die Orte der genannten Himmelskörper für jeden beliebigen Zeitpunkt finden kann. Auch die Veränderungen dieser Größen mit der Zeit wurden ermittelt und ferner die Massen der Himmelskörper bestimmt; letztere deshalb, weil nach dem alle Bewegungen im Weltraume beherrschenden Gesetze der allgemeinen Anziehung diese nach Maßgabe der Massen der einzelnen Himmelskörper erfolgt. Es sind nun durch die umfassenden Arbeiten des deutschen Astronomen Hansen, welcher einerseits im Auftrage der britischen Regierung die für die Schifffahrt

¹⁾ Durch den Mond.

außerordentlich wichtige Bewegung des Mondes untersuchte und auf diese Untersuchung ein großartiges Tafelwerk zur Berechnung des Laufes unseres Satelliten gründete, andererseits gemeinsam mit dem dänischen Astronomen Olufsen ausgezeichnete Tafeln für die Bewegung der Sonne herausgegeben hat, sowie durch die Studien über die Bewegungsverhältnisse der Sonne und der großen Planeten, welche der illustre Director der Pariser Sternwarte, Leverrier, ausgeführt hat, in dieser Hinsicht auf Grund von Beobachtungen, die sich, soweit nur Ortsbestimmungen in Betracht kommen, zumeist über die Zeit von 1750—1850 erstrecken, allen Bedürfnissen fast völlig entsprechende Resultate gewonnen worden. Seit Abschluss dieser Arbeiten ist aber wieder ein beträchtlicher Zeitraum verflossen, in dessen Verlaufe ein weiteres treffliches Beobachtungsmateriale sich angesammelt hat und zahlreiche Größen genauer ermittelt worden sind. Auch die Beobachtungen haben sich zum Theile verfeinert; ferner sind neue Methoden zur Bestimmung astronomischer Constanten erdacht und in die Praxis eingeführt worden, so dass manche Grundlagen der oben erwähnten Werke gegenwärtig ungleichwertig, sowie auch in einzelnen Fällen etwas veraltet erscheinen. Europäische Astronomen waren es aber nicht, welche die Neubearbeitung der Tafelwerke unternahmen, sondern amerikanische. Vor allen ist hier der langjährige Director des Washingtoner Amtes zur Herausgabe der „American Ephemeris“, Prof. Simon Newcomb, zu

nennen, welcher unter Beihilfe einer Reihe bedeutender Astronomen in systematischer Weise die Verbesserung, beziehungsweise Neubestimmung der Werte der wichtigsten astronomischen Constanten in Angriff nahm und auch durchführte. Die ersten diesbezüglichen Arbeiten Newcombs betrafen die Anlegung von Tafeln für die Berechnung der Orte der beiden äußersten Planeten des Sonnensystems, Uranus und Neptun, sowie die Verbesserung einzelner Abschnitte des Hansen'schen Tafelwerkes für den Mond. Die Berechnung neuer Tafeln für die Planeten Jupiter und Saturn wurde von Mr. George W. Hill durchgeführt. Für die noch übrigen Planeten Mars, Venus und Mercur, sowie für die Sonne¹⁾ hat Newcomb selbst sehr ausgedehnte Untersuchungen angestellt und auf Grund der Ergebnisse derselben neue Tafeln zur Berechnung der Orte dieser Himmelskörper entwerfen lassen. Wie gründlich und umfassend diese Arbeiten waren, kann aus folgenden Daten entnommen werden, welche einiges Interesse beanspruchen können. Die Beobachtungen, aus welchen die neuen Elemente der Planetenbahnen abgeleitet worden sind, stammen aus den Jahren 1750 bis 1892; sie sind an den Sternwarten zu Greenwich

1) Bezüglich der Sonne braucht wohl kaum gesagt zu werden, dass es sich hier um deren scheinbare Bewegung handelt, welche durch die Umlaufsbewegung der Erde verursacht wird. Die Bestimmung dieser „Bewegung“ beruht also eigentlich auf einer Bestimmung der Elemente der Erdbahn.

(1750—1892), Palermo (1791—1813), Paris (1801 bis 1889), Königsberg (1814—1845), Dorpat (1823 bis 1838), Cambridge in England (1828—1844), Berlin (1838—1842), Oxford (1840—1887), Pulkowa bei St. Petersburg (1842—1875), Washington (1846 bis 1891), Leiden (1863—1871), Straßburg (1884 bis 1887) und am Cap der guten Hoffnung (1884—1890) angestellt worden. Zur Verwendung gelangten 40176 Ortsbestimmungen der Sonne, 5421 des Planeten Mercur, 12319 der Venus und 4114 Positionen des Planeten Mars. Außerdem wurden noch die Beobachtungen der Vorübergänge der Planeten Mercur und Venus vor der Sonnenscheibe bei der Herleitung der Resultate benützt. Einige dieser Resultate sind wichtig genug, um hier angeführt werden zu dürfen. So fand Newcomb z. B. für die Masse der Venus als wahrscheinlichsten Wert $\frac{1}{408000}$ der Sonnenmasse, für jene der Erde $\frac{1}{329388}$, für die des Jupiter $\frac{1}{1047.35}$ der Sonnenmasse,¹⁾ für die unseres Mondes $\frac{1}{81.45}$ der Erdmasse. Die Schiefe der Ekliptik, d. i. jener Winkel, welchen der Äquator der Erde mit der Ebene der Erdbahn bildet, beträgt nach Newcomb für den Anfang des Jahres 1900: 23° 27' 8" 26; sie nimmt derzeit jedes Jahr um den

¹⁾ Es sei hier ergänzend bemerkt, dass gegenwärtig für die Masse des Mercur nach den Untersuchungen von Backlund der Wert $\frac{1}{9700000}$ der Sonnenmasse und für die des Mars nach jenen von Asaph Hall $\frac{1}{3093500}$ als die sichersten gelten.

geringen Betrag von $0^{\circ}46845$ ab.¹⁾ Im Mittelpunkte der vorhin skizzierten Arbeiten Newcombs stehen seine Studien über die Größe der Entfernung der Erde von der Sonne oder — was dasselbe sagt — über die Größe jenes Winkels, unter welchem der Halbmesser der Erde, dessen Länge bekanntlich 6377 km beträgt, von der Sonne aus gesehen erscheint. Diesen Winkel nennen die Astronomen die „Parallaxe der Sonne“; seine Bestimmung ist deshalb von cardinaler Bedeutung, weil man — wie eine leichte Überlegung zeigt — sofort die Entfernung der Sonne von der Erde berechnen kann, wenn er bekannt ist. Die Distanz Sonne—Erde bildet aber die Einheit für alle Angaben von Entfernungen und Dimensionen im Weltgebäude (gerade so wie für die Massen der Himmelskörper mit Ausnahme der Satelliten als Einheit die Masse der Sonne gilt), weshalb die Bemühungen der Astronomen jeder Zeit auf eine thunlichst genaue Ermittlung dieser Größe gerichtet waren. Im laufenden Jahrhunderte hat man ganz außerordentliche Anstrengungen gemacht, um sowohl auf Grund älterer als wie eigens hiezu erdachter neuerer Methoden diese wichtige Constante zu bestimmen. Newcombs abschließende Erörterung führte ihn zu dem Ergebnisse, dass die Parallaxe der Sonne $8^{\circ}.79$ beträgt,²⁾ woraus für die mittlere Entfernung der Sonne

¹⁾ Es muss bemerkt werden, dass dieser Winkel nach den Untersuchungen von Laplace nie kleiner als $22^{\circ} 6'$ und nie größer als $24^{\circ} 50'$ werden kann.

²⁾ Der gegenwärtig allgemein angenommene Wert ist

von der Erde der Betrag von 149,651.000 *km* berechnet werden kann. Für diese Bestimmung hat Newcomb unter anderem auch eine Methode benützt, bei welcher die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes als bestimmende Größe mit ins Spiel kommt,¹⁾ und zu diesem Zwecke selbst, sowie in Verbindung mit Prof. Michelson diese physikalisch wichtige Größe bestimmt. Er fand auf Grund seiner diesbezüglichen groß angelegten Experimente, dass das Licht in einer Secunde 299.860 *km* zurücklegt, ein Wert, welcher um etwa 30 *km*, also nur um den 10.000. Theil seines Betrages unsicher ist. Als bezeichnend für die hohe Schärfe, mit welcher Newcomb seine Untersuchungen durchzuführen pflegt, mag bemerkt werden, dass z. B. nach seinen Intentionen bei Einleitung der Versuche zur Bestimmung der Lichtgeschwindigkeit diese so veranstaltet werden sollten, dass die Unsicherheit des Schlussergebnisses nur 10 *km* hätte betragen dürfen; es gelang jedoch nicht, diese Absicht zu verwirklichen.

Die Arbeiten Newcombs, außer welchen, von einzelnen ähnlichen theoretischen, der älteren Epoche der amerikanischen Astronomie angehörenden Leistungen von Peirce, Walker und anderen Gelehrten ganz abgesehen, auch mancher interessanter neuerer Studien auf gleichem Gebiete, wie Prof. Harkness' Unter-

8''80; ihm entspricht der Betrag von 149,481.000 *km* für den mittleren Abstand der Erde von der Sonne.

¹⁾ Vgl. hierüber Littrow-Weiß, „Wunder des Himmels“, 8. Aufl., S. 341.

suchungen über „The Solar Parallax and its related constants“ zu gedenken ist, werden nach den Beschlüssen einer internationalen astronomischen Konferenz, welche im Mai 1896 in Paris tagte, vom Jahre 1901 ab fast ausschließlich die Grundlagen für die in den astronomischen Jahrbüchern der verschiedenen Nationen zur Veröffentlichung gelangenden Vorausberechnungen der Stellungen und des Laufes der Himmelskörper abgeben. Es liegt ein gewisses sieghaftes, fast triumphales Moment in dieser Thatsache. Dasselbe Moment kommt auch in der Erscheinung zum Ausdruck, dass jene astronomischen Daten, welche für die Schifffahrt am wichtigsten sind, nämlich die Orte des Mondes, so wie sie unter der Leitung des Directors der officiellen „American Ephemeris“ in Washington stets für vier Jahre im voraus berechnet werden, dem analogen Amte der größten seefahrenden Nation der Welt, der Office zur Herausgabe des britischen „Nautical Almanac“ in London, zum Abdruck und zu weiterer rechnerischer Verwendung überlassen werden. Die letztgenannte Ephemeride ist aber ihrerseits wieder die Hauptquelle für eine ganze Reihe anderer, zumeist ebenfalls für Seefahrer bestimmter nautischer, beziehungsweise astronomischer Jahrbücher.

Den letzten Abschnitt der vorliegenden Schilderung der Entwicklung der Astronomie in der neuen Welt soll eine kurze Darstellung der amerikanischen Leistungen auf einem Gebiete bilden, welches eigentlich einen mehr geographischen, beziehungsweise geo-

physikalischen als rein astronomischen Charakter hat. Es ist dies ein Wissensgebiet, dessen stete Pflege die Sternkunde in eine innige und auch für sie höchst nützliche Verbindung mit dem praktischen Leben gebracht hat. Die Astronomie liefert nämlich für die geographischen Ortsbestimmungen und den ganzen Complex der sich an dieselben anschließenden Untersuchungen die besten und in vielen Fällen auch die einzigen Mittel. Die Bestimmung der geographischen Länge und Breite eines Ortes — mit anderen Worten die genaue Angabe jener beiden Daten, mittels welcher man jederzeit die Lage des betreffenden Ortes auf einer Landkarte oder auf einem Erdglobus markieren kann — hat ebenso wie die Bestimmung des linearen Abstandes zweier Orte auf der Erdoberfläche eine so sinnfällige Wichtigkeit, dass darüber eine detaillierte Erklärung wohl nicht nothwendig ist. Nur daran sei erinnert, dass solche Angaben dem Seefahrer einerseits die Möglichkeit bieten, den Cours seines Schiffes nach seinem Ziel zu richten, und ihn andererseits die Kenntnis der geographischen Coordinaten gefährlicher Stellen des Meeres, von Felsriffen oder Untiefen vor drohendem Unheil, ja vor dem Untergange schützen kann. Aus ähnlichen Gründen ist dem Forschungsreisenden zu Lande durch geographische Ortsbestimmungen wesentlich gedient. Nicht geringer, im Gegentheile noch weit größer ist aber deren Nutzen in civilisierten Gebieten: die Anlegung richtiger Landkarten, die Vermessungen der Staaten bis in ihre kleinsten Theile, die Herstellung

der Cataster für Grund und Boden, sowie viele Veranstaltungen des modernen Verkehrs wären einfach unmöglich, wenn nicht durch astronomische Beobachtungen für eine Reihe von Punkten eines jeden Landes die geographischen Längen und Breiten genau bestimmt und daran anschließend die weiteren nothwendigen Studien durchgeführt worden wären, zu welcher letzteren wieder zum Theil Ergebnisse anderer astronomischer Arbeiten herangezogen werden müssen. Diese wenigen Worte sollen nur den eminenten praktischen Wert genauer Ermittlungen der geographischen Lage der Orte für Landes- oder Localzwecke in die Erinnerung zurückrufen. Zu einer universalen und rein wissenschaftlichen Bedeutung erheben sich aber jene auf die Resultate geographischer Ortsbestimmungen und Abstandsmessungen gegründeten Studien, deren Ziel die Ermittlung der Größe und Gestalt unseres Planeten ist. Auch in diesem Falle verknüpft die Sternkunde den Himmel mit der Erde und genügt gleichzeitig den Anforderungen, welche das materielle Leben in geographischer Hinsicht an sie stellt, und dem Streben nach genauerer Erkenntnis der Beschaffenheit des Erdballes. Das ungeheure Gebiet der neuen Welt hat sich nun jenen amerikanischen Gelehrten, welche sich dem in Rede stehenden Specialfach der ausübenden Astronomie, der „Geodäsie“, gewidmet haben, wie ein weites noch unbebautes, aber reiche Ernten versprechendes Feld dargeboten, dessen Bearbeitung sowohl für die Ausbreitung menschlicher Cultur und Civilisation,

besonders für die Förderung des Handels und Verkehrs, wie auch für die zuletzt angedeuteten wissenschaftlichen Zwecke hohen Nutzen brachte. Die ersten Landvermessungen auf nordamerikanischem Boden galten natürlich der Festlegung von Grenzen einzelner Districte und Colonien; eine derselben, welche die den Verträgen entsprechende genaue Absteckung der Grenze zwischen Delaware, Maryland und Pennsylvanien zum Ziele hatte, wurde auch zu einer wissenschaftlichen Untersuchung ausgestaltet. Die im Jahre 1764 mit der Bestimmung der genannten Grenzlinie betrauten Geodäten Mason und Dixon bemerkten nämlich, dass ein Theil derselben völlig gerade und fast genau in der Richtung nach Norden verlief, und dass die Endpunkte dieser Strecke etwa um einen Grad geographischer Breite auseinanderlagen. Sie benützten diese Gelegenheit und maßen die Länge dieser Linie in englischen Fuß; außerdem ermittelten sie den Unterschied der geographischen Breiten der Endpunkte durch astronomische Beobachtungen und hatten damit einen bekannten Abschnitt eines Meridians der Erde gemessen oder technisch gesprochen eine „Breitengradmessung“ durchgeführt, deren Resultat bei einer Ermittlung der Dimensionen mit in Betracht gezogen werden konnte.

Nicht alle derartigen Grenzbestimmungen zwischen den Colonien und späteren Staaten wurden so geführt wie die im Vorstehenden erwähnte; sie hatten eben nur den Bedürfnissen nach einer sorgfältigen Regulierung der Gebiete zu genügen. Ebenso waren die

Vermessungen von Grund und Boden, der privates oder öffentliches Eigenthum bildete, anfangs meist einfacher Natur; es möge aber die Erwähnung derselben gestattet sein, weil George Washington, der spätere Feldherr und erste Präsident der Union, in seiner Jugend sich an einer Reihe derartiger Arbeiten betheiligt hat. Nachmals bildete die systematische Ausführung genauer astronomischer Ortsbestimmungen und Vermessungen, insbesondere in Bezug auf die Küsten, eine Hauptaufgabe der nordamerikanischen Commission für die Küstenvermessung, welche im Jahre 1807 eingesetzt wurde, aber erst seit 1844 eine ausgedehntere Thätigkeit entfaltete. Von den rein geographischen Ergebnissen derselben kann man hier absehen, jedoch muss auf den Gewinn, welchen die astronomische Beobachtungskunst den geodätischen Arbeiten in Amerika verdankt, hingewiesen werden. So ersann Capitän Talcott für die Bestimmung der geographischen Breite eine einfache Methode, welche ausgezeichnete Resultate liefert, so dass sie gegenwärtig auch bei den Ermittlungen der Schwankungen der Polhöhe — eine der feinsten astronomischen Aufgaben der Gegenwart — umfassende Anwendung findet. Auch für die zweite zur Festlegung eines Ortes auf der Oberfläche der Erde nöthige Größe, die geographische Länge, erdachten amerikanische Gelehrte neue und vorzügliche Verfahren. Die scharfe Ermittlung des Unterschiedes der geographischen Längen zweier Orte der Erdkugel — mit anderen Worten: des Mittagsunterschiedes oder der Meridiendifferenz der-

selben — war früher eine sehr schwierige Aufgabe, weil die Hilfsmittel, welche dafür zu Gebote standen, nur wenig genaue Resultate zu liefern gestatteten. Ganz anders wurde dies, als man die Elektrizität diesem Zwecke dienstbar machte, was eben in Amerika zuerst und gleich in recht systematischer Weise geschah. Bereits im Jahre 1839 hatte Morse, der Erfinder des elektromagnetischen Telegraphen, seine diesbezüglichen Ideen dem damaligen Director der Pariser Sternwarte, dem vielgewandten A r a g o, vorgetragen; doch waren es seine eigenen Landsleute, welche diese Gedanken ins Werk setzten. Im Juni 1844 wurde nämlich der Mittagsunterschied zwischen dem Capitol zu Washington und dem Schlachtmonument zu Baltimore auf telegraphischem Wege von Capitän Wilkes und Lieutenant Eld bestimmt. Das ganz einfache Verfahren, welches dabei eingeschlagen wurde, wird auch jetzt noch in seinen Grundzügen bei ähnlichen Arbeiten angewendet. Zwei genau gehende Chronometer wurden in die Telegraphenämter der beiden genannten Städte gebracht und nun z. B. in Washington in einem Augenblick, der am Chronometer präcise abgelesen wurde, der Telegraphentaster niedergedrückt, dadurch der elektrische Strom geschlossen, was ein hörbares Anziehen des Ankers am Elektromagnet des Apparates in Baltimore bewirkte. Der Beobachter daselbst notierte die genaue Zeit dieser letzteren Erscheinung, und damit war das Experiment, dessen öftere Wiederholung natürlich die Genauigkeit des Schlussresultates erhöht, beendet. Da nämlich die

Geschwindigkeit des elektrischen Stromes so groß ist,¹⁾ dass man annehmen kann, er brauche zum Zurücklegen der Strecke Washington—Baltimore nur eine unmessbar kleine, also gar nicht in Betracht kommende Spanne Zeit, so ist der Unterschied der beiden Uhrangaben direct der gesuchte Mittagsunterschied der beiden Städte. Man fand dafür 1 Minute $34\frac{87}{100}$ Secunden; um diesen Betrag an Zeit liegt Baltimore östlich von der Bundeshauptstadt. Schon diese Ziffern lassen die auf diesem Wege erzielbare Schärfe erkennen;²⁾ es ist daher nicht zu verwundern, wenn die telegraphische Methode für die Bestimmung des geographischen Längenunterschiedes von auf festem Lande gelegenen Punkten alle anderen Verfahren zurückgedrängt hat. Sie wurde im Verlaufe der Zeit noch wesentlich ausgebildet und verfeinert, vorzüglich die Bemühungen von Bache, Mitchel, Walker, Bond und Gould haben zu ihrer Vervollkommnung beigetragen. Besonders nützlich für die Zwecke der beobachtenden Astronomie erwies sich die dabei zustande gekommene Erfindung der elektrischen Chronographen, jener Apparate, bei welchen automatisch durch eine Uhr jede Secunde auf einem fortlaufenden Streifen Papier oder auf einer sich dre-

¹⁾ Er umkreist in einer Zeitsecunde siebenmal den Erdball.

²⁾ Man kann gegenwärtig den Längenunterschied zweier Orte mit dem Telegraphen bis auf ungefähr zwei Hunderttheile einer Zeitsecunde genau bestimmen; dies entspricht einer Länge von etwa 10 m im Äquator und von etwa $6\frac{1}{2}$ m in der geographischen Breite von 45°.

henden Rolle eine Marke hervorgebracht wird, während der Beobachter seinerseits die von ihm beobachteten Momente durch andere Marken auf demselben Papierstreifen oder auf derselben Rolle bezeichnen kann. Hiedurch können die Beobachtungsmomente sehr bequem und sehr sicher festgelegt werden, weshalb diese Apparate eine außerordentlich ausgedehnte Verbreitung gefunden haben.

Durch die Einführung der telegraphischen Bestimmungen des Längenunterschiedes haben die bezüglichen Arbeiten eine ganz wesentliche Beschleunigung erfahren, welche für die rasche Beschaffung vieler und guter geographischer Positionen sehr förderlich war. Die neue Methode wurde in Amerika stetig weiter benützt; auch in Europa kam sie vom Sommer des Jahres 1852 an zur Verwendung und fand ebenfalls allgemeinen Anklang. Die erste telegraphische Längenbestimmung zwischen Amerika und Europa führte B. A. Gould im Jahre 1866 mit Hilfe des transatlantischen Kabels aus.

Die wachsende Ausdehnung der Union, welche bekanntlich die ungeheuren Gebiete zwischen der Nordküste des mexicanischen Meerbusens und dem stillen Ocean, sowie die Halbinsel Alaska erwarb, stellte naturgemäß stets neue Anforderungen an die Geodäten Amerikas. Die riesigen Flächen mussten vermessen, gewissermaßen geographisch festgelegt, die Grenzen der neugebildeten Staaten und Territorien wenigstens dort, wo ein Bedürfnis dafür vorlag, abgesteckt werden. Hieraus

resultierte eine Fülle von Arbeit, die nur zu häufig in der Wildnis des Urwaldes, inmitten von drohenden Gefahren aller Art unter Mühen und Entbehrungen vollführt werden musste. Einzelheiten über die bezüglichen Arbeiten anzuführen, würde hier zu weit führen, deshalb soll nur eines schönen Ergebnisses derselben an dieser Stelle gedacht werden, weil es für die Bestimmung der Größe der Erde von Wert ist; dasselbe betrifft die Herstellung einer geodätischen Verbindung zwischen dem atlantischen und stillen Ocean, welche von der „United States Coast and Geodetic Survey“ in den Jahren 1871—1896 im Auftrage des Congresses ausgeführt wurde. Diese Verbindung bestand in der Messung und Festlegung des im Gebiet der Union gelegenen Theiles jenes Parallelkreises, welcher eine nördliche Breite von 39° hat. Dieses Stück, der amerikanischen „transcontinentale“ Bogen, bildet fast ein Siebentel des genannten Parallelkreises der Erde; es geht von der Küste von New Jersey aus und erreicht in Californien wieder das Meer. Seine Länge beträgt 2625·6 englische Meilen und ist bis auf 0·02 englische Meilen, also bis auf 32 *m* genau bestimmt. Die Anzahl der Beobachtungsstationen erster Ordnung beträgt 266; die Kette von Dreiecken, deren Winkel durch die Beobachtungen bestimmt wurden, dehnt sich natürlich zu beiden Seiten des transcontinentalen Parallels aus. Neun¹⁾ Seiten dieser Dreieckskette wurden ge-

¹⁾ Wie eine einfache Überlegung zeigt, wäre zur Bestimmung der Länge aller in der Dreieckskette vorkommen-

messen, die anderen durch Rechnung bestimmt. Man erkennt leicht, welch bedeutenden Wert dieses Werk, dessen Ausführung ein Vierteljahrhundert in Anspruch nahm, für die genaue Bestimmung der Dimensionen der Erde hat.

Nicht unerwähnt darf die Thatsache bleiben, dass die amerikanischen Geodäten sich nicht auf geographische und rein geodätische Untersuchungen beschränkten, sondern in ihr Arbeitsbereich auch geophysikalische Probleme einbezogen haben. So sind von ihnen auch die Werte der Elemente des Erdmagnetismus für eine Reihe von Stationen Amerikas, sowie auf Inseln der dasselbe begrenzenden Oeane ermittelt worden; die Größe der Schwerkraft wurde ebenfalls an diesen Orten durch sie bestimmt; die amerikanische Coast and Geodetic Survey diente eben stets — wie eines ihrer Mitglieder, E. D. Preston, in einer geschichtlichen Darstellung sagt — dem Fortschritt.

Dem Fortschritte dient aber in Amerika nicht bloß diese eine Institution; ihm huldigt dort alles, was sich auf astronomischem oder verwandtem Gebiete bethätigt, wie die Lectüre der vorliegenden flüchtigen Skizze erkennen lassen dürfte. Diese wäre nicht voll-

den Dreiecksseiten die Messung der Länge einer einzigen derselben ausreichend, weil sämtliche Winkel bekannt sind und man daher die Länge aller übrigen Dreieckseiten durch Rechnung ermitteln kann. Aus praktischen Gründen, sowie zur Controle messen jedoch die Geodäten stets mehrere Seiten einer Dreieckskette.

ständig, wenn sie nicht, am Schlusse der Schilderung des Entwicklungsganges der Astronomie in Amerika angelangt, auch einige Worte über die Ursachen und Gründe dieses — wie eine Rückschau auf die zur Darstellung gebrachten Thatsachen leicht erkennen lässt — phänomenal raschen und gewaltigen Aufschwunges, an dem auch die übrigen Naturwissenschaften und die Künste Antheil nahmen, enthielte. Zwar wäre es vermessen, an dieser Stelle in Kürze die Gestaltung der einzelnen Phasen eines so verwickelten Vorganges, wie das innere Werden des großartigen Baues amerikanischer Cultur einer ist, aus den jeweils gegebenen Bedingungen und Verhältnissen erklären zu wollen, umsomehr als der Verfasser dieser Zeilen nicht Culturhistoriker von Beruf ist. Es scheint jedoch nicht schwierig, einige der wichtigsten hiefür in Betracht kommenden Momente anzuführen. Dieselben scheiden sich in zwei Gruppen, deren eine die im allgemeinen wirkenden Ursachen umfasst, während die zweite die für die Entwicklung der Sternkunde insbesondere günstigen Umstände in sich begreift. An erster Stelle ist unter den Erscheinungen, welche das Aufblühen der Naturforschung jenseits des Oceans bewirkten, die Thatsache zu nennen, dass Amerika in Bezug auf die Errungenschaften des Geistes der glückliche Nutznießer jener Erfolge ist, welche mehrtausendjährige Culturbestrebungen Europas davongetragen haben. Mühelos und ohne Leistung fielen die goldenen Früchte der Naturerkenntnis dem rührigen Volke der neuen Welt

zu; Früchte, die langer Jahresreihen sorgsamer Pflege zu ihrer Reife bedurft hatten. Oft mussten auch die Naturforscher Europas in hartem Kampfe gegen erbitterte Verfechter dem Untergange geweihter Meinungen ihre neuen und richtigeren Vorstellungen vertheidigen, und mehr als einmal fielen sie selbst als Opfer, weil sie dem herrschenden Geiste ihres Zeitalters zu weit vorausgeeilt. All das blieb Amerika erspart — ein hochofreulicher Gedanke, der ebenfalls günstige Folgerungen ziehen lässt — und es konnte die wertvollen Ergebnisse europäischer Forschungen, ohne sich deshalb anstrengen zu müssen, benützen. Aber noch mehr: nicht bloß diese Resultate fielen der neuen Welt wie von selbst in den Schoß, sie erhielt gleichzeitig auch eine sichere Bürgschaft weiteren Fortschrittes auf dem Gebiete der Naturforschung, und dies war ein vielleicht noch wertvolleres Geschenk. Denn die Bedeutung der naturwissenschaftlichen Arbeiten, welche in Europa bis zum Anbruche der hier in Betracht kommenden Epoche ausgeführt worden sind, liegt nicht allein in ihren positiven Ergebnissen, sondern oft wesentlich auch darin, dass durch sie die Methoden für solche Untersuchungen festgelegt, zumeist sogar geradezu entdeckt wurden. Die Gelehrten früherer Zeiten hatten häufig ebensowohl wie mit ihren äußeren Gegnern mit den enormen Schwierigkeiten zu kämpfen, welche in der Unzugänglichkeit ihres Untersuchungsgebietes gelegen waren; die Auffindung des besten Weges, der zum erstrebten Ergebnis führte, kostete

manchmal mehr Anstrengung als die schließliche Gewinnung des Ergebnisses selbst. Es müsste die Kunst des Experimentierens erfunden werden und für jene Wissenschaften, welche, wie dies auch bei der Sternkunde der Fall ist, das Experiment ausschließen, ein entsprechendes Verfahren der Untersuchung ausgebildet werden; es musste ferner die große Kunst, Hypothesen zu bilden, geschaffen werden. Diese nicht hoch genug anzuschlagenden formalen Gewinne einer mehrhundertjährigen Erfahrung kamen ohneweiters auch dem jugendlichen Arbeitsgeiste Amerikas zustatten.

Es ist ferner eine bekannte Thatsache, dass der ungeheure Strom von Einwanderern, welche sich in der neuen Welt ansiedelten, mit nur wenigen Ausnahmen europäischen Ursprunges ist. Unter den Millionen Bürgern, welche die Union hiedurch gewann, sind zahlreiche hochbegabte und hochgebildete Männer gewesen, welche, durch die Ungunst der bürgerlichen oder politischen Verhältnisse aus ihrem Vaterlande vertrieben, in ihrer neuen Heimat die reichen Fähigkeiten ihres Geistes auf wissenschaftlichem Gebiete bethätigten und so auch zur Förderung der geistigen Cultur Amerikas beitrugen. Nicht geringere Bedeutung muss man in dieser Hinsicht auch den militärischen und bürgerlichen Einrichtungen des Bundesstaates beimessen. Von den diesbezüglichen leicht anzustellenden Erwägungen soll hier abgesehen und nur ein sonst gewöhnlich nicht beachtetes, aber wesentliches Moment vorgebracht werden: während in fast allen Staaten Europas ein überaus

großer Theil der geistig befähigten Individuen sich dem Stande der Berufsofficiere widmet oder in das noch größere Heer von Staatsbeamten aller Art eingereiht wird, fehlt in Amerika die stehende Armee fast ganz, und der Civildienst ist in völlig anderer Weise organisiert, so dass weit weniger Personen aus der Masse des Bürgerthums heraustreten. Eine Folge dieser Thatsache äußert sich darin, dass viele geistig befähigtere Individuen sich anderweitig bethätigen, was natürlicherweise den technischen und industriellen Wissenschaften, sowie der Naturforschung und den Künsten zugute kommt. Es scheint eben die waffenstarrende und auch sonst in staatlicher Beziehung fast militärisch organisierte alte Welt unter ganz anderen Bedingungen zu arbeiten als die an kein gleich starkes Nachbarland grenzende, also nirgends gefährdete und deshalb so ganz unmilitärisch organisierte Republik jenseits des Oceans.

Eine weitere der raschen geistigen Entwicklung förderliche Thatsache dürfte in den wesentlich verschiedenen Erziehungsverhältnissen zu finden sein, welche in manchen Staaten Europas für eine moderne realistische und naturwissenschaftliche Ausbildung nicht gerade besonders günstig genannt werden dürfen, während diese in Amerika — sofern dort von einer systematischen Erziehung gesprochen werden kann — in den Vordergrund geschoben und zugleich eine möglichst frühzeitige Selbstständigkeit der jungen Männer angestrebt wird. Um hier nur an einem Falle diesen Unterschied zwischen amerikanischer und europäischer Er-

ziehung zu kennzeichnen, sei daran erinnert, dass George Washington im Alter von 16 Jahren umfassende Landvermessungen vorgenommen hat. In diesem Alter erfreut sich bekanntlich die gebildete Jugend Europas an den Schönheiten der Äneide und der Odysee, wenn ihre Lehrer es nicht vorziehen, diese Dichtungen als sprachliches Übungsmateriale zu betrachten, und ist somit völlig unfähig, selbstständig praktische Arbeiten auszuführen. Washington musste dagegen im Verlaufe der vorerwähnten Arbeiten fast allein auch in einer Wildnis des Alleghanygebirges, welche damals noch keines Menschen Fuß betreten hatte, thätig sein, und es gelang ihm trotzdem und trotz seines jugendlichen Alters seine schwierigen Aufgaben, bei welchen es sich um große Strecken wertvollen Landes handelte, zur vollständigen Befriedigung aller Betheiligten zu lösen. Ähnliche Fälle frühzeitiger Selbstständigkeit sind bei gebildeten Amerikanern wohl ebenso häufig, als sie gegenwärtig in der alten Welt zu den Seltenheiten gehören. Wie förderlich es für die allgemeine Entwicklung jedes Volkes ist, wenn sein junges Geschlecht nicht zu lange am Gängelbände geführt wird, sondern noch zu einem Zeitpunkte, wo es in der Fülle und Blüte der ersten Jugendkraft steht, mit nützlichen Kenntnissen ausgerüstet in das praktische Leben eintritt, braucht wohl nicht viel betont zu werden.

Erinnert man sich bei diesen Erwägungen auch der verschiedenen Eigenthümlichkeiten der Nordamerikaner, ihrer Zähigkeit und Ausdauer, ihrer Thatkraft

und raschen Entschlossenheit, so wird man die Überzeugung gewinnen, dass in Amerika die Vorbedingungen für eine erfolgreiche Pflege der Naturwissenschaften im allgemeinen vorhanden sind.

Jene Verhältnisse, welche insbesondere die Entwicklung der Sternkunde begünstigten, können, soweit sie nicht schon durch die bezüglichen Erörterungen im ersten Theile der vorliegenden Skizze dargelegt worden sind, auch leicht geschildert werden. Als seefahrende Nation von vornherein auf die Beobachtung des Himmels angewiesen, konnten sich die Amerikaner auf die Dauer der Pflege der Astronomie als Wissenschaft nicht entziehen, umsomehr als — wie dies hier des öfteren betont wurde — auch die Vermessung des ungeheuren Ländergebietes auf astronomischer Grundlage bis in die kleinsten Einzelheiten durchgeführt werden musste. Dieser stete Contact der Astronomie mit den Bedürfnissen des praktischen Lebens, seien diese nun nautischer oder geodätischer Natur, verhinderte eine starre Abschließung der Astronomen von der Öffentlichkeit; er machte in Verbindung mit anderen Thatsachen die Sternkunde populär im edleren Sinne dieses Wortes, und das ist ein nicht zu unterschätzender Gewinn für eine dem Volke eigentlich etwas fernliegende Wissenschaft.

Von hoher Bedeutung für die Entwicklung der amerikanischen Astronomie ist die Thatsache gewesen, dass sie eine Tochter der deutschen und nicht, wie man meinen sollte, der englischen Astronomie genannt werden darf. Die Zeit, zu welcher die Pflege der wissen-

schaftlichen Sternkunde in Amerika begann, war die Blüteperiode der Astronomie in Deutschland. Der Ruhm von Gauss und Bessel, von Encke, Hansen, Peters, Argelander und mancher anderer illustrier deutscher Forscher erfüllte damals die Welt, die von ihnen geschaffenen Methoden waren die besten ihrer und auch späterer Zeit. Es ist nur zu begreiflich, dass die amerikanischen Gelehrten die deutschen Meisterwerke als Muster und als Grundlagen für ihre Untersuchungen benützten; sie sicherten dadurch den eigenen Arbeiten die hohe Präcision und Gediegenheit, durch welche sich erstere auszeichnen. Erfreulicherweise hat in Amerika sich das Zusammenwirken der einzelnen Gelehrten sehr günstig gestaltet; eine einseitige Präponderanz, welche manchmal durchaus nicht nützliche Einflüsse zu üben geeignet ist und dann befremdende Erscheinungen zeitigt, hat sich bis nun noch nirgends wahrnehmen lassen.

An letzter Stelle möge eines Factors gedacht werden, welcher für astronomische Leistungen in Amerika öfter von Wichtigkeit gewesen zu sein scheint, wenn man auch seinen Einfluss nur an wenig Spuren merkt: es ist dies die Wirksamkeit der Frauen. Dabei denke man aber nicht so sehr an die eigentliche praktische Thätigkeit von Amerikanerinnen auf astronomischem Gebiete, obwohl diese nicht unbedeutend genannt werden darf, was die Leistungen von Miss Mitchell, Mrs. Fleming, Mrs. Lamb-Updegraff als Beobachterinnen und Rechnerinnen beweisen, sondern an die

stille, nur selten zutage tretende, aber gewaltige und mächtige indirecte Förderung der Arbeiten des stärkeren Geschlechtes durch die Frauen. Wer den Einfluss kennt, den A. Halls Gemahlin auf die Entdeckung der Monde des Planeten Mars genommen hat, und wer die fast schwärmerisch zu nennenden Worte gelesen hat, mit welchen B. A. Gould einen seiner großen Sternkataloge dem Andenken seiner frühverblichenen Gattin widmet, der wird die Antheilnahme der Frauen an der Entwicklung der Astronomie in Amerika zu schätzen und zu danken wissen.

Im Vorstehenden sind einige der wichtigsten Gründe, welche den im zweiten Abschnitt dieser Skizze geschilderten Werdegang der Sternkunde im Bereich der neuen Welt in so günstiger Weise beeinflussten, angeführt worden; ihr Zusammenwirken hat in Verbindung mit einigen anderen Erscheinungen, deren Erörterung hier unterbleiben kann, diese Wissenschaft daselbst zu so hoher Blüte gelangen lassen. Es ist bemerkenswert, dass diese herrliche Entfaltung der idealsten aller Naturwissenschaften in einer Epoche erfolgt ist, als deren Kennzeichen man prosaische Selbstsucht und das Streben nach materiellem Gewinn hervorzuheben pflegt, und in einem Lande stattgefunden hat, dessen Bewohner man gerne als Repräsentanten dieser Epoche betrachtet. Wie man sieht, widersprechen die Thatsachen dieser Meinung; sie liefern einen vollgiltigen Beweis dafür, dass Nordamerikas Astronomen auf große und glänzende Leistungen zurückblicken

können und dass deshalb ihr Land die sternbesäete Flagge nicht zu Unrecht führt. Mögen die schönen und erhebenden Erfolge, welche seine Bürger auf astronomischem Gebiete in der zweiten Hälfte des zu Ende gehenden Jahrhunderts davongetragen haben, günstige Vorboten für das kommende Säculum sein, und mögen auch während desselben die goldenen Worte befolgt werden, mit denen George Washington in seiner Abschiedsadresse dem amerikanischen Volk die Pflege der Naturwissenschaften empfahl: „Befördert — so ließ sich der scheidende erste Präsident der Union vernehmen — alle Einrichtungen zur Gewinnung und zur Verbreitung der Erkenntnis; dies ist eine Angelegenheit von höchster Wichtigkeit, denn je mächtiger in einem Staate die öffentliche Meinung in die Regierung desselben eingreifen darf, desto nothwendiger ist ihre Aufklärung.“

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: 1898

Band/Volume: [38](#)

Autor(en)/Author(s): Bidschof Friedrich

Artikel/Article: [Die Entwicklung der Astronomie in Amerika. 483-574](#)