I.

Die zeitweisen Lichtberaubungen der Sonne und des Mondes haben schon in den ältesten Zeiten die Aufmerksamkeit der Menschen in hohem Grade auf sich gezogen. Für sie war es naheliegend, die Ursachen solcher plötzlichen Erscheinungen und den Grund dieser tiefen Lichtstörungen feindseligen Naturgottheiten zuzuschreiben. Gegenwärtig zweifelt selbst derjenige, dem jede Vorstellung über den Vorgang abgehen sollte, nicht an dem sichern Eintreten einer in seinem Kalender angegebenen Sonnen- oder Mondfinsternis. Der pünktliche Verlauf der vorausberechneten Erscheinung ist im Gegenteil Veranlassung genug, die mühevollen und exakten Arbeiten der Astronomen zu bewundern. Nicht minder erhaben ist diese Wissenschaft, wenn sie nach sorgfältiger Prüfung das maßgebende Urteil abgiebt, ob die von Schriftstellern des klassischen Altertums aufgezeichneten Finsternisse an dem erwähnten Orte stattgefunden haben oder nicht.

Obwohl die Wiederkehr der Sonnen- und Mondfinsternisse annähernd an einen bestimmten Zeitabschnitt gebunden ist, so werden die Berechnungen derselben doch immer wieder vorgenommen; denn für die Astronomie selbst haben sie hohe Bedeutung. Das pünktliche oder weniger pünktliche Eintreffen ist die sichre Kontrolle von den Bewegungen der Erde und des Mondes. Sonnen- und Mondfinsternisse eignen sich außerdem zur Bestimmung geographischer Längenunterschiede.

Auch die Planeten Merkur und Venus können zuweilen vor der Sonnenscheibe als kleine schwarze (Flecken) Punkte vorüberziehn und einen kleinen Teil derselben bedecken. Die Vorausberechnung eines solchen Vorübergangs ist um so notwendiger, als sonst die nötigen Vorbereitungen zur Beobachtung einer so seltenen Erscheinung nicht getroffen werden könnten. Sie liefert das Material, die Entfernung von Sonne und Erde zu bestimmen, und dieselbe ist die Grundlage für die Entfernung der übrigen Planeten und Kometen.

Ich will nun versuchen, die Art und Weise der Berechnungen in kurzem Zusammenhang anzugeben. Die Arbeit kann absolut keine neuen Gesichtspunkte bieten. Mein Bemühen geht vielmehr dahin, den Gang der Rechnung zu erläutern und, soweit ich es zum Verständnis für notwendig halte, die in Betracht kommenden Größen nebenbei zu erklären.

Zunächst seien die Erd- und Mondbahn einer kleinen Betrachtung unterzogen. Bekanntlich durchläuft die Erde von der Sonne aus gesehen in einem Jahre eine nahezu kreisförmige Bahn. Umgekehrt scheint die Sonne von der Erde aus gesehen einen Umlauf durch die Sternbilder des Tierkreises zu machen; diese scheinbare Sonnenbahn schneidet den Himmelsäquator in dem Frühlings- und Herbstpunkt und bildet mit letzterem einen $\sphericalangle$ von circa $23\,^1/_2\,^0$. Letzterer, Schiefe der Ekliptik genannt, ist aber periodischen Ab- und Zunahmen unterworfen. Durch die Wirkung der Körper unsres Sonnensystems auf die Bahn der letzteren wird nämlich der Winkel gegenwärtig kleiner; doch bewegt sich die periodische Schwankung in engen Grenzen. Nach Leverrier ist die Schiefe der Ekliptik:

$$\varepsilon = 23,^0 46545 - 0,^0 0132164 \left(\frac{j.}{100}\right) - 0,^0 00000414 \left(\frac{j.}{100}\right)^2 + 0,^0 0026 \cos.\ \Omega.$$

wenn man mit j. die seit der Epoche 1800 verflossene Zeit in Einheiten des julianischen Jahres und unter Ω die Länge des aufsteigenden Mondknotens versteht.

Auch der Frühlingspunkt ist nicht fest, sondern rückt jährlich um etwa 50",211 rückwärts in der Ekliptik, und diese Verrückung wird außerdem noch von der Nutation der Erdachse beeinflußt. Die durch letzteren Umstand bewirkten Verschiebungen sind an die kurze Periode von 19 Jahren gebunden. Durch die Wirkungen der Präcession und Nutation werden aber die Länge und Breite, oder auch die Rectascension und Deklination der Sterne geändert. Der Bogen, den der durch die Pole der Ekliptik und den Stern gelegte Hauptkreis (Breitenkreis) auf der ersten abschneidet, wird vom Frühlingspunkt

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf

aus nach Osten gezählt und Länge genannt. Der durch die Pole des Himmelsäquators und den Stern gelegte Deklinationskreis bestimmt auf demselben einen Punkt, dessen östl. Entfernung vom Frühlingspunkt die Rectascension heißt. Demnach muß die Länge der Sterne wegen der Präcession immer größer werden. Diesen Störungen Rechnung tragend ist man doch im stande, die Länge, Deklination und gerade Aufsteigung der Sonne auf längere Zeiträume vorauszubestimmen. Von Sonnentafeln, in denen diese Größen für bestimmte Zeiten angegeben sind, seien angeführt diejenigen von Hansen und Olufsen und die Sonnentafeln von Leverrier, welche den Berechnungen meist zu Grunde gelegt werden.

Die Mondbahn bildet mit der scheinbaren Sonnenbahn einen Winkel von etwa 5°8′ und schneidet die Ekliptik in 2 Punkten, welche Knoten genannt werden. Der Mond geht durch den aufsteigenden Knoten, wenn seine Breite bei vorangehender südlicher Breite Null geworden ist. Den jeweiligen Ort desselben in seiner Bahn giebt man ebenfalls nach Länge und Breite, oder Rectascension und Deklination an. Letztere Größen im voraus zu bestimmen ist noch viel schwieriger als die Vorausberechnung der erwähnten Elemente für die Sonne. Denn die Schnittpunkte gehen in einem Jahre etwa 19° rückwärts (von Ost nach West). Diese Bewegung der Knoten ist nicht immer gleichförmig, sondern hängt von der Entfernung der Sonne und der Erde von dem Monde ab. Außerdem rückt die Apsidenlinie (Verbindungslinie des Perigäums und Apogäums) des Mondes jährlich um etwa 40,68° unter den Fixsternen von West nach Ost. Für elliptische Bewegung ist die Geschwindigkeit nicht gleichmäßig. Man nimmt für jeden Körper statt der Ellipse einen Kreis an, dessen Centrum der eine Brennpunkt der ersten ist. Auf letzterem denkt man sich einen Planeten, der sich gleichförmig bewegt und mit dem wirklichen gleichzeitig durch die Schnittpunkte mit der großen Axe geht. Für eine andere Zeit müssen 2 Punkte in den Bahnen einander entsprechen. Der vom Radius beschriebene Winkel, die mittlere Anomalie, ist nicht, wie es sein sollte, für den Mond constant, sondern die mittlere Bewegung gegenwärtig rascher als früher. Alle diese Beeinflussungen hat man berücksichtigt und den Ort des Mondes auf lange Zeiträume berechnet. Fast ausschließlich werden Hansen's Mondtafeln zu Grunde gelegt, wenn auch neuerdings an gewissen Werten kleine Correktionen anzubringen sind, wie dies Herr Lehmann in seinen „Tafeln zur Berechnung der Mondphasen" und Herr von Oppolzer in seinen „Syzygientafeln" gethan hat.

II.

Die Sonnenfinsternisse werden bekanntlich hervorgerufen durch den Schattenkegel des zur Zeit des Neumondes zwischen Erde und Sonne tretenden Mondes. Die Länge desselben ist abhängig von der Entfernung des Mondes von der Sonne und beträgt bald etwas mehr bald weniger als die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde. Die Gattung der Finsternis richtet sich nach den Gesichtswinkeln, unter denen uns zu derselben Zeit die Radien der Sonne und des Mondes erscheinen. Bei kleinster Entfernung von Mond und Erde ist der Gesichtswinkel etwa 16′,8,
bei mittlerer . . . . . „ 15′,6,
„ größter . . . . . „ 14′,4,
Der Gesichtswinkel der Sonne bei kleinster Entfernung von Sonne und Erde etwa 16′,3
bei mittlerer . . . . . „ 16′.
„ größter . . . . . „ 15′,7
So ist z. B. bei gleichzeitig kleinster Entfernung der Sonne und des Mondes von der Erde eine ringförmige Finsternis nicht möglich. Umgekehrt kann bei größter Entfernung des Mondes und der Erde, bei welcher der Schattenkegel die Erdoberfläche nicht mehr trifft, keine totale Finsternis vorkommen.

Die Möglichkeit einer Sonnenfinsternis wird außerdem bedingt durch die Zeit der wahren Conjunktion. Man muß also genau die Zeit wissen, wann die Differenz zwischen Sonnen- und Mondlänge Null ist. Ist der Mond zur Zeit der Conjunktion in der Nähe eines Knotens, so wird eine Verfinsterung stattfinden. Im allgemeinen muß eine Finsterniß eintreten, wenn der Abstand vom Knoten kleiner als 15°,24 ist, und sie ist unmöglich, wenn der Abstand größer als 18,°22 ist.

Man muß außerdem wissen, wie viel Sonne und Mond in einer Stunde an Länge zunehmen; denn davon ist die Dauer der Finsternis abhängig. Der Mond bewegt sich aber in einer Stunde ungefähr 30′ östlich, während die Sonne in derselben Zeit nur etwa $2^1/_2$′ östlich rückt. Es kommt nur darauf an, wielange der Mond vor der Sonnenscheibe verweilt; also kann man die Sonne als unveränderlich annehmen und die wirkliche östliche Stundenbewegung des Mondes um die stündliche Veränderung der Sonnenlänge vermindern Die erhaltene Größe nennt man die relative Stundenbewegung des Mondes.

Gleichzeitig muß man die Breite des Mondes, ja sogar die stündliche Änderung derselben kennen, die in den meisten Fällen sehr gering sein wird. Weil sich die Sonne immer in der Ekliptik befindet, so

Universitäts- und
Landesbibliothek Düsseldorf