

Die Astronomischen Konstanten [Fortsetzung]

Autor(en): **Gondolatsch, F.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft**

Band (Jahr): **10 (1965)**

Heft 88

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-900028>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

DIE ASTRONOMISCHEN KONSTANTEN

Von F. GONDOLATSCH, Heidelberg

II *

8. Präzessionskonstante.
9. Nutationskonstante.
10. Schiefe der Ekliptik.

Diese drei Konstanten sind Grössen von vollkommen anderer Art als die bisher betrachteten Konstanten; sie dienen zur Festlegung der Koordinatensysteme an der Sphäre. Die Positionsastonomie braucht in jedem Augenblick, in dem Beobachtungen angestellt werden, ein System von Koordinaten an der Himmelssphäre, in dem die Ortsangaben des Gestirns (gewöhnlich Rektaszension und Deklination) gemacht werden können. Die Grundlagen dieses Koordinatensystems sind durch die Ebenen der Ekliptik und des Aequators gegeben.

Die Erde hat nicht die Gestalt einer Kugel, sondern etwa die Form eines Rotationsellipsoids, das an den Polen abgeplattet, also längs des Aequators wulstartig überhöht ist. Die Gravitationswirkung der Körper des Sonnensystems auf das Erdellipsoid verursacht *Lageveränderungen* von Aequator und Ekliptik. Der Haupteffekt dieser Verlagerungen kommt von der Anziehung von Sonne und Mond auf den Aequatorwulst der Erde und besteht — in erster Näherung — in einer etwa kreisförmigen Bewegung des Aequatorpoles um den Pol der Ekliptik.

Wenn sich Aequator und Ekliptik verlagern, muss sich auch das äquatoriale Koordinatensystem an der Sphäre, gegenüber den Fixsternen, verschieben. Diese komplizierte kontinuierliche Bewegung des Koordinatensystems wird beschrieben durch die Präzessions- und Nutationsgrössen; die Aufteilung des Gesamtvorganges in einen Präzessions- und einen Nutationseffekt ist eine Trennung in einen säkularen (d.h. mit der Zeit fortschreitenden) und einen periodischen Teil der Verlagerungsvorgänge der Grundebenen. Die fundamentalen unter diesen die Bewegungen beschreibenden Grössen sind die Präzessions- und die Nutationskonstante. Die Schiefe der Ekliptik ist der Winkel zwischen Ekliptik und Aequator, in einem bestimmten Zeitpunkt. Die jetzt in

* Teil I in «Orion», Nr. 87 (1964), S. 263.

Gebrauch befindlichen Zahlenwerte aller drei Konstanten — Präzessionskonstante P , Nutationskonstante N , Schiefe der Ekliptik ε — stammen von Newcomb; alle drei Werte sind in das neue Konstanten-System 1964 ungeändert übernommen worden.

Die *Präzessionskonstante* wird aus der beobachteten Wirkung der Verschiebung des Himmelsäquators auf die Koordinaten der Fixsterne bestimmt. Dies ist eine der schwierigsten Aufgaben der Astrometrie, weil sowohl die Präzessionsbewegung des Koordinatensystems als die Eigenbewegungen der Sterne selbst eine der Zeit proportionale Aenderung der Sternörter bewirken. Die der Wirklichkeit entsprechende Trennung dieser beiden Ursachen ist nur unter Verwendung von Kenntnissen über Gesetzmässigkeiten in den Bewegungen der Sterne möglich. Diese Kenntnisse fehlten zu Newcombs Zeiten noch vollständig; es ist inzwischen seit langem bekannt, dass der Newcombsche Wert von P aus diesem Grunde einer Korrektur bedarf. Die bisher abgeleiteten Korrektionsbeträge für P enthalten aber noch keine befriedigende Lösung des angedeuteten sehr schwierigen Problems; sowohl die als Ausgangsmaterial verwendeten Eigenbewegungen als die angewandten Methoden sind noch verbesserungsfähig. Diese Erkenntnis führte zu dem Entschluss, die Verbesserung der Präzessionskonstante zwar für eine dringende Aufgabe für die nahe Zukunft zu betrachten, im Konstantensystem von 1964 aber den Newcombschen Wert zu belassen: P (Newcomb = System 1964) = $5025''.64$ = Konstante der «Allgemeinen Präzession in Länge». P stellt die Bewegung des Frühlingspunktes in bezug auf die Ekliptik in 1 tropischen Jahrhundert dar.

Die *Nutationskonstante* wird ebenfalls aus Sternbeobachtungen abgeleitet: aus der Wirkung der Nutationsbewegung auf die Oerter der Fixsterne. Die aus neueren Bestimmungen erhaltenen Werte weichen nur um geringe Beträge von Newcombs Wert ab. Man hat sich daher entschlossen, die Zahl aus der bisherigen Konvention in das neue System zu übernehmen und eine eventuelle Verbesserung der Nutationskonstante erst gemeinsam mit einer verbesserten Präzessionskonstante einzuführen. N (Newcomb = System 1964) = $9''.21$.

Der Wert der *Schiefe der Ekliptik* ist ε (Newcomb = System 1964) = $23^\circ 27' 8''.26$. Alle drei Werte P , N und ε gelten für den Zeitpunkt 1900.0.

11. Zahl der Ephemeridensekunden im tropischen Jahr.

Dies ist eine Definitionskonstante; sie dient dazu, die Zeiteinheit festzulegen, die den Konstanten des Systems zugrundeliegt und die damit auch in alle himmelsmechanischen Anwendungen eingeht. Die beiden anderen Einheiten sind die der Masse und der Länge. Die Masseneinheit ist die Sonnenmasse; die Entfernungseinheit ist die «Astronomische Einheit», die — wie wir gezeigt haben — letzten Endes

durch den Wert der Gauss'schen Gravitationskonstante festgelegt ist (Teil I, 6).

Wegen der kleinen Ungleichförmigkeiten in der Erdrotationsgeschwindigkeit, aus der die Mittlere Sonnenzeit abgeleitet wird, wurde es vor einigen Jahren notwendig, ein neues gleichförmiges astronomisches Zeitmass einzuführen, die Ephemeridenzeit. Die Definition der Ephemeridenzeit basiert auf dem Jahresumlauf der Erde um die Sonne, dem tropischen Jahr. Dieser Beziehung ist die in der Konstantenliste auftretende Angabe über die Ephemeridensekunde entnommen. 1 Ephemeridentag hat 86 400 Ephemeridensekunden; die Zahl der Ephemeridensekunden in 1 tropischen Jahr ist $s = 31\,556\,926$. Da die Länge des tropischen Jahres ein wenig veränderlich ist, muss hinzugesetzt werden: diese Angabe gilt für den Zeitpunkt 1900.0.

12. Die mittlere Entfernung des Mondes von der Erde a_{ζ}

ist die grosse Halbachse der Mondbahn. Die Umlaufsbewegung von Mond und Erde um ihren gemeinsamen Schwerpunkt ist keine reine Zweikörper-Bewegung; sie wird stark beeinflusst durch die Gravitationswirkung der zwar fernen, aber sehr massereichen Sonne. Diese Störungen der Mondbahn durch die Sonne bewirken, dass die grosse Halbachse der wirklichen mittleren Bahn des Mondes — hier mit a_{ζ} bezeichnet — etwas kleiner ist als die Halbachse der ungestörten Bahn. Zur Bestimmung von a_{ζ} stehen, wie bei der Sonnenparallaxe, drei Methoden zur Verfügung: das trigonometrische, das dynamische und das Radar-Verfahren. Dabei dürfte das neue Radar-Verfahren die sichersten Resultate liefern. In das neue Konstantensystem ist der aus Radarbestimmungen erhaltene Wert von a_{ζ} aufgenommen, mit dem allerdings die Mehrzahl der mit den anderen Methoden erhaltenen Resultate gut übereinstimmt: «gestörte» mittlere Entfernung des Mondes von der Erde $a_{\zeta} = 384\,400$ km. Die Zahl ist jetzt in Verbindung mit den Raketen-Experimenten oft genannt worden.

13. Konstante der «parallaktischen Ungleichheit» in der Mondbewegung P_{ζ} .

Der Sachverhalt mit dieser Konstante P_{ζ} ist einfacher, als der komplizierte Name vermuten lässt. Wir hatten soeben schon unter Nr. 12 Gelegenheit, die Störungen zu erwähnen, die die Sonne auf die Bahn des Mondes um den Schwerpunkt des Systems Erde + Mond ausübt. Ein grosser Teil dieser störenden Wirkungen hat periodischen Charakter; das kommt daher, dass die gegenseitigen Stellungen Erde — Mond — Sonne infolge der Bahnbewegungen von Erde und Mond zwar dauernd wechseln, sich aber nach bestimmten Zeiten immer wiederholen. Eine dieser Störungen hat die Periode von einem Mondphasen-Umlauf (z.B.

von Neumond bis Neumond); der Wert des Koeffizienten dieses Störungsgliedes ist proportional der Grösse der Sonnenparallaxe — das hat dieser Störung den Namen «parallaktische Ungleichheit» gegeben. Die Grösse dieses Koeffizienten (der «Konstante» der parallaktischen Ungleichheit) beträgt ziemlich genau $125''$; das bedeutet: dieser spezielle — mit den Mondphasen periodische — Gravitationseffekt der Sonne bewirkt, dass der Mond in seiner Bahn zur Zeit des ersten Viertels etwa 2 Bogenminuten zurückbleibt, zur Zeit des letzten Viertels um den gleichen Betrag vorseilt — gegenüber den Orten in seiner Bahn, die er einnehmen würde, wenn die störende Gravitationswirkung der Sonne nicht existierte.

Der Betrag von P_{ζ} wird aus Meridiankreisbeobachtungen des Mondes oder durch die Auswertung von Sternbedeckungs-Beobachtungen ermittelt. Diese Konstante der parallaktischen Ungleichheit ist mehrfach zur Bestimmung der Sonnenparallaxe verwendet worden; ihre Hauptbedeutung für ein Konstantensystem liegt darin, dass der analytische Ausdruck von P_{ζ} ausser π_{\odot} auch noch den mittleren Abstand des Mondes a_{ζ} und die Mondmasse μ enthält: wieder eine Bedingung, an der man prüfen kann, wie nahe an die Wahrheit die aus Beobachtungen abgeleiteten Werte der einzelnen Konstanten herankommen. Der in das Konstantensystem 1964 aufgenommene Wert von P_{ζ} ist — um die Widerspruchsfreiheit der Konstanten sicherzustellen — nicht den Mondbeobachtungen entnommen, sondern aus den schon mitgeteilten Beträgen von π_{\odot} , a_{ζ} und μ errechnet worden. Es ergab sich P_{ζ} (System 1964) = 124.986 , in sehr naher Uebereinstimmung mit den aus den besten Mondbeobachtungen sich ergebenden Werten von P_{ζ} .

14. Konstante der «Mondgleichung» in der Erdbewegung L.

Auch hier handelt es sich um die Gravitationswirkungen zwischen den drei Körpern Sonne, Erde, Mond; diesmal wird aber nicht die Mondbahn, sondern die Bewegung der Erde betrachtet. Die jährliche Umlaufbewegung der Erde um die Sonne wird aus der Beobachtung von Sonnenörterten ermittelt. Diese Beobachtungen werden an der Erdoberfläche angestellt und auf den Erdmittelpunkt reduziert. Die elliptische Jahres-Bahnbewegung um die Sonne wird aber nicht vom Erdmittelpunkt, sondern von dem (im Erdinneren gelegenen) Schwerpunkt des Massensystems Erde + Mond ausgeführt. Um diesen Schwerpunkt führt der Erdmittelpunkt — im Gleichklang mit dem Mondumlauf — in einem Monat eine Umlaufbewegung aus; diese Umlaufbewegung trägt den Namen «Mondgleichung» in der Erdbewegung. Die Beobachtungen werden auf den Erdmittelpunkt reduziert; die elliptische Bewegung führt der *Schwerpunkt* aus: das bringt es mit sich, dass sich diese Mondgleichung in der Erdbewegung bei der Verarbeitung der beobachteten Sonnenörter

herausfinden lässt. Der Effekt in der Bahnbewegung des Schwerpunkts (Erde + Mond) ist sehr klein; die Konstante L der «Mondgleichung» ist etwas grösser als $6''$. Dieser Betrag ist ebenso als Vorseilen und Zurückbleiben in der Bahnbewegung zu interpretieren, wie bei der vorhergehenden Nummer der Wert von $125''$ — nur eben hier ein sehr, sehr viel kleinerer Effekt. Der analytische Ausdruck für L enthält unter anderem die Mondmasse μ ; das gibt dieser Konstante ihre grosse Bedeutung: die gegenwärtig sicherste Methode zur Bestimmung der Masse des Erdmondes (in Einheiten der Erdmasse) besteht in der Ermittlung der Konstante L aus Beobachtungen. Die besten neuen Untersuchungen führen im Mittel zu dem Resultat L (System 1964) = 6.440 . Dieser Wert ist in das neue Konstantensystem aufgenommen; er führt zu dem schon mehrfach genannten Wert der Mondmasse $\mu = 1 : 81.30$.

15. Masse von Erde + Mond m_1 ,

in Einheiten der Sonnenmasse. Das Prinzip, nach dem die Massen der Planeten ermittelt werden, wurde schon unter Nr. 4 «Masse der Erde» (Teil I) kurz betrachtet: aus Gravitationswirkungen auf andere Körper des Planetensystems. Beim Erde-Mond-System scheiden leider die Nachbarplaneten Venus und Mars als Hilfsmittel zur Massenbestimmung aus. Diese Planetenscheibchen zeigen Phaseneffekte, die kleine unilgbare systematische Fehler in die Positionsmessungen der Planeten hineinbringen; die Phasen, und damit die Fehler, gehen so stark konform mit den zu ermittelnden Bahnstörungen, dass eine Bestimmung der störenden Masse Erde + Mond aus diesen Effekten unmöglich ist. Am geeignetsten zur Bestimmung der Erdmasse hat sich der Kleine Planet Eros erwiesen, der zeitweilig der Erde sehr nahe kommt und dann durch die Masse (Erde + Mond) in seiner Bahnbewegung stark beeinflusst wird. Aus diesen Eros-Untersuchungen ist der Zahlenwert von m_1 abgeleitet, der als bester Wert bezeichnet wurde und sich in Tabelle 1 (Teil I, s. 272) in der dritten Zahlenspalte findet: $m_1 = 1 : 328\ 452$.

Dass in das neue Konstantensystem ein abweichender Wert m_1 (System 1964) = $1 : 328\ 912$ aufgenommen ist, wurde in den Angaben zur Tabelle 1 erläutert. In der Diskrepanz zwischen den beiden genannten Massewerten drückt sich natürlich eine starke Unsicherheit aus, der die Bestimmung der Masse (Erde + Mond) noch unterliegt. Auf das gleiche Problem treffen wir bei mehreren der Grossen Planeten, deren Massen auch noch nicht genügend sicher bekannt sind. Die Aufgabe, verbesserte Massenwerte der vier inneren Planeten Merkur, Venus, Erde, Mars zu bestimmen, wird voraussichtlich schon in den nächsten Jahren aus zwei Anlässen wieder aufgegriffen werden können: Erstens steht die Verbesserung der Bewegungstheorien dieser vier Planeten, die gegenwärtig am Naval Observatory in Washington durchgeführt wird,

nahe vor dem Abschluss; die gegenseitige Abstimmung dieser vier Bahnverbesserungen wird auch verbesserte Massenwerte der vier Körper liefern. Zweitens darf man hoffen, dass sich aus den Bahnen von Raumsonden gute Werte für die Massen der inneren Planeten ableiten lassen.

16. Masse des Mondes μ ,

in Einheiten der Erdmasse. Auch der Zahlenwert für die Mondmasse ist uns an den gleichen Stellen, an denen von der Erdmasse die Rede war, schon begegnet. Hier besteht glücklicherweise keine Diskrepanz zwischen Beobachtung und Konstantensystem. Es ist μ (System 1964) = 1:81,30; der Wert wurde nach der in Nr. 14 geschilderten Methode «Mondgleichung in der Erdbewegung» ermittelt.

Jetzt haben wir uns durch die 16 Nummern unserer Konstantenliste durchgearbeitet; wir haben dabei viele Definitionen, Zahlenwerte, Bestimmungsmethoden und ein ganzes Netz gegenseitiger Beziehungen zwischen den astronomischen Konstanten kennen gelernt. Bei den Zahlenwerten konnte zweierlei auffallen: in einzelnen Fällen, z.B. bei der Sonnenparallaxe, sind mit verschiedenen Methoden ganz verschiedene Werte erhalten worden; und bei mehreren der Beziehungen der Konstanten untereinander stellte sich heraus, dass die aus den Beobachtungen abgeleiteten Zahlenwerte gar nicht mit einander vereinbar sind. Dies letztere Faktum hat — wie wir sahen — zur Folge, dass umgekehrt eine Liste widerspruchsfreier Konstantenwerte nur aufgestellt werden kann, wenn man bei einzelnen Konstanten bewusst von den beobachteten Werten abgeht.

Wie ist das Auftreten so bedeutender Diskrepanzen zu interpretieren und wie kommt man darauf, in einzelnen Fällen die Widerspruchsfreiheit höher zu veranschlagen als die Beobachtung? Diese beiden Probleme müssen uns jetzt noch beschäftigen. Zunächst die letztere Frage nach Sinn und Zweck des widerspruchsfreien Systems; sie lässt sich beantworten, wenn wir uns klarmachen, wie diese Konstanten und überhaupt alle Grössen, die in der Dynamik des Planetensystems vorkommen, aus den Beobachtungen gewonnen werden. Denken wir zum Beispiel an die Sonnenparallaxe oder an die Masse von Erde + Mond. Aus dem, was zur Beschreibung dieser Konstanten im vorhergehenden gesagt wurde, kann man entnehmen, dass lange Reihen von Beobachtungen angestellt und ausgewertet werden müssen, um den Zahlenwert solch einer Konstante zu erhalten. Das charakteristische dabei ist, dass man nicht den Zahlenwert selbst — als direktes Ergebnis einer Messreihe — erhalten kann; man bekommt vielmehr einen *Verbesserungszuschlag* zu einem schon bekannten Näherungswert der betreffenden

Grösse. Dies geschieht über einen Vergleich beobachteter Oerter eines Himmelskörpers mit den aus einer Ephemeride interpolierten Koordinaten; und solche Vergleiche zwischen Beobachtung und Rechnung zu ermöglichen, das ist der Hauptzweck — man möchte sagen, der ernsteste Zweck — der in astronomischen Jahrbüchern veröffentlichten Ephemeriden. Der eben erwähnte Näherungswert einer zu bestimmenden Konstante steckt in der Ephemeride; sie ist unter Zugrundelegung bestimmter Zahlenwerte der Konstanten — Astronomische Einheit, Mondmasse, Aberrationskonstante, was es auch sei — berechnet worden. Der Vergleich der Beobachtungsreihen mit den Ephemeriden liefert eine grosse Menge von Differenzen «Beobachtung minus Rechnung», abgekürzt $B - R$. Die Analyse dieser $B - R$ soll die Verbesserung der Konstanten bringen, derentwegen die Beobachtungen angestellt wurden. Damit solch eine Untersuchung der $B - R$ sinnvolle, richtige Resultate liefert, müssen an die Konstanten-Werte, mit denen die Ephemeriden gerechnet sind, zwei Forderungen gestellt werden. Erstens müssen die numerischen Werte der Konstanten während sehr langer Zeiten un geändert gehalten werden; zweitens müssen die verschiedenen in eine Ephemeride eingehenden Konstanten-Werte möglichst widerspruchsfrei zu einander passen.

Zur ersten Forderung: Es ist leicht einzusehen, dass während des ganzen Zeitraumes, aus dem man Beobachtungen für eine bestimmte Untersuchung zur Verfügung hat, die zugehörigen Ephemeridenwerte mit unveränderten Konstanten gerechnet sein müssen. Wenn man jahrzehntelange Reihen von beobachteten Sternbedeckungen durch den Mond analysiert, um aus den Differenzen «Beobachtung minus Rechnung» die Fluktuationen in der Erdrotation und Verbesserungen einer ganzen Reihe von Konstanten abzuleiten, dann müssen die Mondephemeriden, mit denen man die Beobachtungen vergleicht, während dieses ganzen Zeitraums mit der gleichen Mondparallaxe und der gleichen Mondmasse gerechnet sein; und auch alle anderen Konstanten, die in die Ephemeriden-Koordinaten eingehen — die Konstanten der Präzession, Nutation und Aberration — dürfen sich während dieser Zeit nicht geändert haben. Die Erfüllung dieser Forderung hat allen Bearbeitern, die Beobachtungen aus dem vorigen Jahrhundert oder aus noch früheren Zeiten zu verwenden hatten, sehr grosse Mühen bereitet; es waren umfangreiche Neurechnungen notwendig, weil bis etwa zum Jahre 1900 die Grundlagen der Ephemeriden von Land zu Land verschieden waren und oft wechselten. Es war ein sehr grosser Fortschritt, als 1896 auf einer Konferenz beschlossen wurde, in die Ephemeriden-Werke ein einheitliches System astronomischer Konstanten einzuführen. Man einigte sich bei den meisten Konstanten auf die von Newcomb kurz zuvor abgeleiteten Zahlenwerte. Dieses Newcombsche Konstanten-

system ist nun seit über sechs Jahrzehnten in Gebrauch. Obgleich die meisten dieser Werte durchaus noch verbesserungsfähig sind, hat es sich als grosser Segen erwiesen, dass man während so langer Zeit keine Aenderungen daran vorgenommen hat. Jedes Gremium, das — wie jetzt im Jahre 1964 — die Einführung neuer Konstantenwerte in die astronomischen Vorausberechnungen beschliesst, muss darauf bedacht sein, eine Liste von Zahlenwerten aufzustellen, von denen man eine Stabilität über mehrere Jahrzehnte erhoffen kann.

Zweitens : die Forderung der Widerspruchsfreiheit. Die Besprechung der 16 Nummern unserer Konstantenliste hat uns viel Anschauungsmaterial für die zwischen vielen Konstanten vorhandenen Verbundenheiten geliefert. Fast in jeder Ephemeride treten zugleich mehrere dieser Konstanten als Grundwerte auf. Eine richtige Interpretation der Differenzen « Beobachtung minus Rechnung » ist nur möglich, wenn die zwischen den von einander abhängigen Konstanten bestehenden Bedingungen, mindestens mit sehr grosser Annäherung, erfüllt sind. Sonst verschleiern die B — R die wahren Werte der Verbesserungen, die man erhalten will; ja sie können sogar sehr leicht Effekte vortäuschen, die gar nicht vorhanden sind. Dies letztere ist besonders gefährlich; denn die Bemühungen um die Erforschung des Planetensystems und der Bewegungen der Fixsterne gipfeln ja nicht in der Erarbeitung bestimmter charakteristischer Zahlenwerte, sondern gehen darauf aus, die den Vorgängen zugrundeliegenden Naturgesetze zu erforschen und die erkannten Gesetze immer wieder mit genaueren Zahlen zu prüfen.

In der Erfüllung dieser Forderung nach Widerspruchsfreiheit geht das Konstantensystem von 1964, wie mehrfach schon gezeigt wurde, bis zum Extrem : alle neu einzuführenden Konstantenwerte sind untereinander streng widerspruchsfrei, selbst auf Kosten kleinerer Diskrepanzen mit den Beobachtungen. Insofern verdient die Liste der neuen Werte ganz besonders, als « System », nämlich als eine Einheit untereinander sinnvoll verbundener Glieder, bezeichnet zu werden.

Im Jahre 1950 kam man auf einer Konstanten-Konferenz zu dem Entschluss, am Newcombschen Wertesystem noch nichts zu ändern. Dieses Haltung entsprach durchaus der damaligen Situation in bezug auf die Kenntnisse der Konstantenwerte und hat sich als völlig richtig erwiesen. Es lagen Neubestimmungen der Sonnenparallaxe vor, die untereinander stark differierten und die auch nicht in Harmonie zur als notwendig erkannten Verbesserung der Aberrationskonstante zu bringen waren. Präzessionskonstante, Erdabplattung, Massenwerte — alles war verbesserungsbedürftig; aber bei keiner einzigen dieser Konstanten konnte man mit Sicherheit sagen, wie gross die Verbesserung sein müsse.

1964 war man in dieser Hinsicht einen Schritt weiter. Für die Sonnenparallaxe lagen die Radar-Resultate vor; die Beobachtungen der Satelliten-Bahnen hatten einen verbesserten Wert der Erdabplattung geliefert; für die Mondmasse hatte sich ein wesentlich veränderter, zuverlässiger Wert ergeben. Diese wenigen Hinweise mögen zur Beleuchtung der Situation genügen – nach all dem, was bei der Diskussion unserer Konstantenliste schon zur Sprache gekommen ist. Um den neuen Resultaten Rechnung zu tragen, um aber auch angesichts der immer noch grossen Unsicherheiten ein festes Fundament zu haben, entschloss man sich, den ganzen Komplex der Konstanten-Werte zwar zu revidieren, aber dabei dem Prinzip der Widerspruchsfreiheit streng Genüge zu leisten. Ungeändert wurden vorläufig nur gelassen: die Präzessions- und Nutationskonstante und das System der Massen der Grossen Planeten.

Es ist sehr schwierig, ein Urteil über dieses Vorgehen zu fällen. Dass man mit dem neuen Wert der Aberrationskonstante nicht in Uebereinstimmung mit den neueren Beobachtungsergebnissen kommen konnte, ist auf jeden Fall nicht sehr befriedigend. Aber es ist unmöglich, abzuschätzen, wo bei der Aufstellung eines neuen Konstantensystems das für die Analyse erwünschte Optimum zwischen Widerspruchsfreiheit und Annäherung an die besten beobachteten Werte liegt.

Um alle Missverständnisse unmöglich zu machen, sei noch einmal klar ausgesprochen, dass die Zahlenwerte des neuen Konstantensystems lediglich für die Berechnung von Ephemeriden und für die Reduktion von Beobachtungen bestimmt sind; das System darf nie als Zusammenstellung der neuesten und besten aus Beobachtungen abgeleiteten Werte der betreffenden Grössen angesehen werden. Der Leser wird, nach all dem hier dargelegten, ohnehin verstehen, dass die Zitierung dieser Konstantenwerte in der Einleitung oder Erläuterung eines astronomischen Jahrbuchs nichts anderes bedeutet als: mit diesen Zahlen als Grundlagen sind die hier gegebenen Ephemeriden gerechnet worden.

Ein letztes Wort zu der auf Seite 13 aufgeworfenen Frage nach der Bedeutung der Diskrepanzen. Sowohl die Unterschiede, die sich bei der Anwendung verschiedener Methoden für die gleiche Konstante ergeben, als auch die Unstimmigkeiten in den Werten der von einander abhängigen Konstanten gehen in ihren Beträgen weit über das hinaus, was man durch unvermeidliche Fehler der Beobachtungen und Reduktionen erklären kann. Die Situation ist keineswegs so, dass man erwarten darf, mit weiterer Häufung der Beobachtungen und Steigerung der Genauigkeit werden alle Arten von Differenzen allmählich gegen Null konvergieren. Diese Unstimmigkeiten bedürfen, im Gegenteil, dringend der Aufklärung. Sie können von Fehlern in den Theorien herühren oder Anzeichen für die Existenz noch unbekannter Effekte sein.

In der 1840, also sechs Jahre vor der Neptun-Entdeckung, erschienen «Geschichte der induktiven Wissenschaften» von Whewell lesen wir im Zusammenhang mit der Erwähnung der Differenzen zwischen den berechneten und den beobachteten Uranus-Orten die folgenden Sätze: «In der Astronomie zeigt sich jeder Irrtum, wenn er sich erhebt, sogleich in den Tafeln, in den Ephemeriden, in der nächtlichen Beobachtungsliste und am anderen Morgen schon auf der Schiefertafel des Astronomen; hunderte von Sternwarten sind sogleich hinter ihm her, und nicht eher wird geruht, bis der Widerspruch aufgelöst, bis der Fehler auf seine Quelle zurückgeführt, und fortan für immer verschwunden ist.»

Wir würden uns jetzt vielleicht etwas weniger pathetisch ausdrücken; aber unsere Haltung gegenüber den Problemen dieser Art und unsere Hoffnung auf eine Lösung der Rätsel sind noch die gleichen wie damals.

Manuskript eingegangen Ende September 1964.

Anschrift des Verfassers :

Prof. Dr. F. GONDOLATSCH, Astronomisches Rechen-Institut,
Mönchhofstrasse 12-14, Heidelberg.

LE PROFIL DE LA LUNE

par W.-L. BURGAT

Toute observation de position faite par rapport à la lune est affectée d'une erreur due à la présentation de celle-ci au moment de la mesure: l'heure d'immersion ou d'émersion de l'étoile occultée sera modifiée en fonction de l'angle de position; la position de la lune, définie comme étant celle du centre de l'arc éclairé, dépendra du pourtour observé.

Ces variations sont dues aux trois phénomènes suivants :

1. Sa rotation sur une orbite elliptique fait varier le diamètre apparent de la lune de 29',3 à 33',5. La loi du mouvement étant connue, on en tire la correction d'échelle à apporter à la mesure.