DIE BABYLONISCHE MONDRECHNUNG.

DIE

BABYLONISCHE MONDRECHNUNG.

ZWEI SYSTEME DER CHALDÄER ÜBER DEN LAUF DES MONDES UND DER SONNE.

AUF GRUND MEHRERER VON J. N. STRASSMAIER S. J. COPIRTEN KEILINSCHRIFTEN DES BRITISCHEN MUSEUMS

VON

FRANZ XAVER KUGLER S. J.

MIT EINEM ANHANG ÜBER CHALDÄISCHE PLANETENTAFELN.

FREIBURG IM BREISGAU.
HERDER'SCHE VERLAGSHANDLUNG.
1900.
ZWEIGNIEDERLASSUNGEN IN WIEN, STRASSBURG, MÜNCHEN UND ST. LOUIS, MO.

Buchdruckerei der Herder'schen Verlagshandlung in Freiburg.

Vorbemerkungen.

Die grundlegenden Arbeiten von P. Jos. Epping und P. J. N. Strassmaier S. J. haben uns bereits vor einem Jahrzehnt über die Sternkunde der alten Babylonier überraschende Aufschlüsse gebracht. Zwar hatten schon die Alten — Griechen und Römer —, wie aus zahlreichen Lobsprüchen ihrer Schriftsteller hervorgeht, eine ausserordentlich hohe Meinung von der Tüchtigkeit der chaldäischen Astronomen. Allein wenn wir auch alles zusammenstellen, was Herodot, Berosus, Diodor von Sicilien, Strabo, Plinius, Cicero, Achilles Tatius, Simplicius u. a. darüber berichten, so vermögen wir daraus doch nur ein höchst verschwommenes Bild zu gewinnen. Genauere Angaben über babylonische Beobachtungen haben freilich Geminus und Ptolemäus hinterlassen; aber hieraus lässt sich nur der Schluss ziehen, dass die Chaldäer fleissige und geschickte Beobachter waren.

Mit diesem etwas bescheidenen Ruhme hätten sich jene alten Astronomen wohl für immer begnügen müssen, hätten sie ihre Aufzeichnungen einem weniger dauerhaften Material anvertraut, als es ihre Thontafeln sind. Mehr als zwei Jahrtausende reichten aber so glücklicherweise nicht hin, die Spuren einer hochentwickelten, aber untergegangenen Wissenschaft gänzlich auszutilgen.

Auf die reichen Schätze astronomischen Wissens, welche derartige babylonische Tafeln enthalten, hatte schon Plinius [1] hingewiesen, und dem modernen Forscherfleiss ist es gelungen, eine grosse Anzahl dieser wichtigen Documente zu retten und in eigenen Sammlungen zu bergen.

Allein sie blieben selbst zur Zeit, wo die grossen Entzifferungsarbeiten durch Jules Oppert ihren Abschluss gefunden hatten und die grammatischen Studien sich in voller Entwicklung befanden, noch immer ein versiegeltes Buch. „Bis vor kurzem“, so urtheilt ein auch in astronomischen Dingen wohlbewanderter Assyriologe über das 1889 erschienene „Astronomisches aus Babylon“ Eppings, „wussten wir über die Astronomie der Babylonier nicht viel mehr, als was sich aus den Angaben der Alten über dieselbe zusammenstellen liess, trotzdem dass Männer wie Oppert den astronomischen Texten ihr regstes Interesse zugewandt hatten [2]. Aber diese trifft darum nicht der

[1] Hist. nat. lib. 7, c. 57.

[2] Den Stand der Kenntnisse über babylonische Astronomie vor 1881 bezeichnet eine ausgedehnte Abhandlung von Professor A. H. Sayce: „The Astronomy and Astrology of the Babylonians with translations of the tablets relating to these subjects“ im dritten Bande der „Transactions of the Society of Biblical Archaeology“ (London 1874) p. 145 to 339. Es handelt sich hier um Tafeln meist astrologischen Inhalts, in welchen ein wissenschaftliches astronomisches System nicht zu entdecken war. Die ersten Mittheilungen über ein solches bot erst die in den „Stimmen aus Maria-Laach“ XXI, 277—292, im Jahre 1881 publicirte Abhandlung Eppings und Strassmaiers: „Zur Entzifferung der astronomischen Tafeln der Chaldäer“. Epping

leiseste Vorwurf. Ihre Arbeiten scheiterten zum grossen Theil an der Unausgiebigkeit der bisher veröffentlichten Texte. Eppings Arbeit deckt mit einem Male eine grosse Lücke zu. Lediglich auf ein paar bisher unveröffentlichten Tafeln fussend, die, wie sich durch seine Untersuchung herausgestellt hat, Vorausberechnungen für den Mond, die Planeten und den Sirius enthalten, erklärt er mit ungemeinem Scharfsinn die Texte fast allein aus ihnen selbst heraus, wobei ihm P. Strassmaier als Assyriologe zur Hand ging. Aber hier halfen assyriologische Kenntnisse oft verzweifelt wenig, so wenig, dass man Eppings Arbeit eine Entzifferungsarbeit im ureigentlichsten Sinne des Wortes wird nennen dürfen. Die Namen und Zeichen fast sämtlicher auf den Täfelchen erwähnten Sterne und Gestirne, die der Planeten nicht ausgenommen, waren Epping unbekannt, die astronomischen termini technici zum grössten Theil; die Ausdrucksweise derselben ist äusserst knapp und prägnant. Wenn es Epping trotz aller dieser Schwierigkeiten gelungen ist, fast alle Keilzeichen richtig zu erklären, so darf er auf eine grossartige Leistung zurückblicken." [1]

Von astronomisch-chronologischem Standpunkte aus gestaltete sich das Urtheil der Kritik nicht minder günstig. Zur Begründung desselben genügt es, an folgende Thatsachen zu erinnern: Epping hat den Anfang der seleucidischen Aera, den Charakter des babylonischen Jahres, den Anfang und die Eintheilung des babylonischen Tages sicher bestimmt und die Abhängigkeit des babylonischen Monatsanfangs vom Neulicht des Mondes nachgewiesen; er hat auch gezeigt, dass die Chaldäer nicht nur die heliakischen Auf- und Untergänge, Opposition und Rückläufigkeit der Planeten sowie ihre Stellung bei gewissen Fixsternen bis auf einige Grade genau im voraus anzugeben wussten, sondern auch im stande waren, das Neulicht des Mondes sowie die Mond- und Sonnenfinsternisse mit Erfolg vorauszuberechnen.

Leider überlebte Epping nur um ein paar Jahre die ersten schönen Erfolge seiner emsigen Forschung. Dem „Astronomisches aus Babylon" [2] waren noch mehrere Publikationen in der „Zeitschrift für Assyriologie" [3] und in den „Stimmen aus Maria-Laach" [4] gefolgt, als der verdienstvolle Forscher mitten

hatte bereits damals die Eintheilung des Tages in 6 Theile, deren jeder wieder in 60 Unterabtheilungen zerfällt, richtig erkannt. Betreffs der Namen der Planeten ergab seine Rechnung *dil-bat* = Venus (Bestätigung der bisherigen Ansicht der Assyriologen), *an-u* = Mars und *te-ut* = Jupiter. (Bis dahin galt *gut-tu* als Jupiter; Epping verwarf diese Deutung, aber irrte anfangs darin, dass er *gut-tu* = Mars setzte; erst in „Astronomisches aus Babylon" entpuppte sich *gut-tu* als „der leibhaftige Mercur".)

[1] P. Jensen in der Zeitschr. f. Assyriol. V, 121 ff. Diese Anerkennung ist um so werthvoller, als sie von einem Gelehrten ausgeht, der fast gleichzeitig mit Epping — nur in anderer, d. h. in philologischer Weise — mit der Entzifferung der astronomischen Sternnamen der Chaldäer sich beschäftigt hatte. (Vgl. P. Jensen, Kosmologie der Babylonier, Studien und Materialien. Strassburg, Trübner, 1890. Mehrere der darin gegebenen Erklärungen dürfen nicht nur als eine Bestätigung, sondern auch als eine werthvolle Ergänzung der Arbeiten Eppings und Strassmaiers angesehen werden.) Mit den verschiedenen Sternnamen der Chaldäer befassten sich auch mehrere interessante Abhandlungen von Professor Fritz Hommel, welche unter dem Titel „Die Astronomie der alten Chaldäer" im „Ausland" 1891 Nr. 12 f., 20 f. und 1892 Nr. 4 f. erschienen sind. Der Charakter ihres Gegenstandes ist allerdings fast ausschliesslich ein etymologischer und mythologischer; gleichwohl sind jene Arbeiten ein neuer Beweis von der ausserordentlichen Anziehungskraft, welche die Sternkunde der Alten auch auf den Sprachforscher auszuüben im stande ist, ein Umstand, welcher der Entzifferung der chaldäischen Astronomie nur förderlich sein kann.

[2] 44. Ergänzungsheft zu den „Stimmen aus Maria-Laach" (Freiburg i. Br., Herder, 1889).

[3] IV, 76 u. 168; V, 281 u. 341; VI, 89 u. 217; VII, 197 u. 220; VIII, 106 u. 149.

[4] XXXIX (1890), 225 ff.

in seinem freudigen Schaffen und neuen Plänen aus diesem Leben abberufen wurde[1]. Seine Methode aber wird ein sicherer Wegweiser bleiben für alle künftigen Arbeiten auf dem Gebiete der chaldäischen Astronomie, die mit vielen andern Resten einer längst verschollenen Cultur im Dunkel unerklärter Schriftzeichen versteckt liegt. Zwar hat er selbst noch einige Untersuchungen von Thontafeln des Britischen Museums hinterlassen, die P. Strassmaier gelegentlich der Oeffentlichkeit übergeben wird, und ist auch von anderer Seite manches geschehen, was mittelbar oder unmittelbar zur Förderung unserer Frage beigetragen hat; aber immerhin wird es noch jahrelanger, angestrengter Arbeit bedürfen, um das astronomische Wissen, die Beobachtungs- und Rechenkunst der alten Himmelsforscher am Euphrat vollständig kennen zu lernen und ihre Aufzeichnungen auch für die Chronologie und Sprachwissenschaft nutzbar zu machen. Hierbei wird sich ausserdem — soweit die bisherigen Erfahrungen reichen — immer mehr herausstellen, dass die übrigen alten Völker bei den Chaldäern in die Schule gegangen sind, ein Ergebniss, das für die vergleichende Ethnographie von erheblichem Werthe sein wird.

Leider lag das Arbeitsfeld, auf dem Epping einen grossen Theil seines Lebens gewirkt, lange Zeit brach. Da man in Fachkreisen sich darüber gewundert hat, so möchten ein paar Worte der Aufklärung hier am Platze sein.

Schon bald nach Eppings Tode erhielt sein Ordensgenosse P. Jos. Hontheim den Auftrag, das Studium der babylonischen Astronomie fortzusetzen. Die Wahl des Nachfolgers galt mit Recht als eine sehr glückliche. Ungeachtet seiner philosophischen Lehrthätigkeit fand er noch Zeit zunächst zu den nothwendigen astronomischen und sprachlichen Vorstudien, dann zu einer ersten Durchmusterung des keilinschriftlichen Materials und endlich zu einer genauern Untersuchung einzelner Partien, wobei es ihm gelang, einige arithmetische Beziehungen aufzudecken und damit einer spätern astronomischen Entzifferung theilweise vorzuarbeiten. Hierbei konnte er bereits auch die eine oder andere Periode von Zahlenreihen, mit denen sich sein Vorgänger wohl noch nicht eingehend befasst hatte, richtig bestimmen.

Allein kaum hatte er sich so mit der ihm gewordenen Aufgabe vertraut gemacht, als neue Berufsgeschäfte ihn nöthigten, vom begonnenen Werke abzustehen. Dies war zu bedauern, denn jetzt ruhte die Arbeit lange Zeit vollständig.

Erst vor etwa zwei Jahren sollte es den Bemühungen einiger Freunde Eppings gelingen, eine Wiederaufnahme seiner Forschungen zu veranlassen. So kam der Verfasser zur chaldäischen Astronomie.

Angenehm war seine Aufgabe wahrlich nicht. Denn wenn ihm auch über den Gegenstand, der zunächst behandelt werden sollte, einige Notizen vorlagen, so betrafen sie doch nur einfachere Zahlenreihen, deren Charakter sich an nicht lädirten Stellen ohnehin leicht verräth[2]. Dem gegenüber war weitaus der grösste Theil der Fragmente nicht bloss bezüglich der astronomischen Bedeutung der Rechnungen und des Sinnes einer ganzen Reihe mathematischer und astronomischer termini technici, sondern auch bezüglich des Verlaufs der arithmetischen Operationen in vollständiges Dunkel gehüllt. Dieses nach Möglichkeit zu lichten, hat der Verfasser keine Mühe

[1] Vgl. den Nachruf von Baumgartner in der Zeitschr. f. Assyriol. IX. Bd., am Schluss.

[2] Besonders nützlich erwiesen sich jedoch einige von Epping angefertigte Neumondrechnungen für die Jahre 103—100 v. Chr., welche der Verfasser nach einigen befriedigenden Stichproben unbesorgt glaubte benutzen zu dürfen.

gescheut; davon geben die folgenden Blätter — die ersten Früchte seiner chaldäischen Studien — Zeugniss.

Ihr Gegenstand ist das Wissen der Chaldäer über den Mond- und Sonnenlauf, wie es sich in zwei grossen Mondrechnungssystemen kundgibt.

Eine weitere Arbeit wird mehrere chaldäische Systeme der Planetenbewegung erörtern; doch schien es in Rücksicht auf deren innige Verwandtschaft mit dem Inhalte des vorliegenden Buches zweckmässig, schon jetzt einige Hauptresultate jener zweiten Untersuchung in einem besondern Anhang mitzutheilen. Beide Arbeiten stützen sich ausschliesslich auf mehrere Originaltexte des Britischen Museums, deren treffliche Copien dem paläographischen Geschick P. Strassmaiers zu verdanken sind.

Dass der Charakter der folgenden Untersuchungen vorwiegend ein mathematisch-astronomischer ist, leuchtet ein; allein es ist die Hoffnung nicht unbegründet, dass auch der Assyriologe einiges darin finden wird, was seiner Beachtung nicht ganz unwürdig ist — wenn auch die Form, in der es dargeboten wird, mancherlei Mängel aufweisen mag.

Leider war nämlich P. Strassmaier, auf dessen philologische Mitwirkung der Verfasser gerechnet hatte, infolge andauernder Krankheit nicht im stande, den oft geäusserten Wünschen des Verfassers zu entsprechen; nur einige werthvolle Bemerkungen, welche P. Strassmaier schon vor Jahren am Rande seiner Copien angebracht hatte, konnten als willkommene Citate aufgenommen werden. Bei solcher Lage der Dinge ist es kaum nöthig, hervorzuheben, dass der Verfasser nur dann eine Uebersetzung assyrischer Ausdrücke wagt, wenn die betreffenden Keilzeichen aus andern astronomischen Tablets schon genügend bekannt sind, oder wenn mathematische und astronomische Schlüsse die Annahme einer ganz bestimmten Bedeutung erzwingen oder doch wenigstens nahelegen.

Sollten aber derartige Uebersetzungen von philologischer Seite eine Verbesserung erfahren, so wäre dies nur zu begrüssen.

Die dem Buche beigegebenen keilinschriftlichen Tafeln sind eine Abschrift der Copien Strassmaiers; wenn es aber auch meiner wenig geübten Hand nicht gelingen wollte, die klaren, markanten Züge des erfahrenen Meisters nachzuahmen, so sind die einzelnen Keilzeichen doch alle richtig und erfüllen ganz ihren Zweck. Dieser ist ein doppelter. Vor allem bilden jene Keilinschriften die einzige Basis für die vorliegenden Untersuchungen, und darum hat der Leser der letztern auch ein Recht auf einen Einblick in die erstern. Das ist aber nicht nur schicklich, sondern sogar nothwendig, da ohne den vorliegenden Keiltext gewisse Argumentationen des Verfassers gar nicht verständlich sind, und weil obendrein mehrere Keilzeichen nur provisorisch transscribirt werden konnten, die späterhin von competenter Seite richtig gestellt werden müssen.

Eine kritische Textausgabe ist also keineswegs beabsichtigt; eine solche wird durch die vorliegende Arbeit erst möglich und verlangt ausserdem eine sorgfältige Collation mit dem Original im Britischen Museum.

Aber auch so bieten die Copien Strassmaiers alles, was für eine gedeihliche Bearbeitung nothwendig ist. An mehreren Stellen mussten bei der Transscription allerdings Aenderungen[1] vorgenommen werden; aber abgesehen

[1] Die Abweichungen von der Copie des Originals wurden stets bei den einzelnen Fragmenten angemerkt — gewöhnlich in der Form: „nicht —“.

davon, dass es sich hier in der Regel um schadhafte Partien handelt, kann der Fehler ebenso gut auf Seite des chaldäischen Abschreibers wie auf derjenigen des Paläographen zu suchen sein. Ausserdem verriethe es wenig Verständniss für die ausserordentlichen Schwierigkeiten, die gerade mit dem Copiren der in Rede stehenden Keilinschriften verbunden waren, wollte man einen absolut richtigen Text erwarten.

Da dieses Werk für weitere wissenschaftliche Kreise bestimmt ist, so mussten zuweilen erklärende Bemerkungen beigefügt und sogar wiederholt werden, was dem fachmännischen Leser überflüssig und lästig erscheinen könnte. Andererseits versteht es sich von selbst, dass auf weitläufige Auseinandersetzungen elementarer Begriffe nicht eingegangen werden konnte. Die gedrängte und doch überaus klare Darlegung derselben im ersten Theile des klassischen „Handbuchs der mathematischen und technischen Chronologie“ von Ideler bietet eine für die meisten Fälle ausreichende Vorbereitung.

Bei der überaus schwierigen Drucklegung fand ich bei dem Herrn Verleger das bereitwilligste Entgegenkommen.

Indem ich die folgenden Untersuchungen dem Urtheile von Astronomen und Assyriologen unterbreite, spreche ich zugleich die Hoffnung aus, dass dadurch auch andere und bessere Kräfte zu ähnlichen Studien angeregt werden.

Valkenburg (Holland), 3. December 1899.

F. X. Kugler S. J.

Inhalt.

Grundgedanke der Untersuchung.

Erster Theil.

Der Mondlauf und die Berechnung des Neu- und Vollmondes nach System I.

Corrigenda:

Seite 1, Z. 7 von oben: statt 11,242 lies 10,88.
Seite 3, Z. 8 von unten: statt n. 94 lies n. 98.
Seite 13, Z. 4 von unten: statt Serû lies Šerû.
Seite 15, Z. 21 von oben: statt Col. *H* lies Col. *I*.

Grundgedanke der Untersuchung.

(1) Eine möglichst genaue Kenntniss des Mond- und Sonnenlaufs war für die chaldäischen Astronomen aus zwei Gründen von Wichtigkeit: für die Messung der Zeit und für die Vorausberechnung der Finsternisse.

Zur Zeitmessung bedienten sie sich bekanntlich des sogen. gebundenen Mondjahres, indem sie das freie Mondjahr, welches 12 synodische Monate umfasst, mit dem um beiläufig 11,242 Tage längern Sonnenjahr durch passende Einschaltung eines 13. Monats in Einklang brachten. Die hier auftretende Combination der beiden bekannten grossen Zeitmasse der Natur, des synodischen Monats und des Jahreslaufes der Sonne, setzt schon eine gute Kenntniss der mittlern Mond- und Sonnengeschwindigkeit voraus.

Die Dauer der einzelnen synodischen Monate ist nun aber einem erheblichen Wechsel unterworfen, welcher in dem ungleichförmigen Laufe der beiden Gestirne seinen Grund hat. Wollte man also die wahren Anfänge der Monate berechnen, so bedurfte man auch jener anomalistischen Elemente. Ging man — wie es wirklich der Fall war — noch weiter, indem man die berechneten Neumonde benutzte, um den Eintritt des Neulichts zu bestimmen, so mussten noch eine ganze Reihe anderer Factoren: geographische Breite des Ortes, Declination des Mondes und Jahreszeit in Rechnung gezogen werden.

Nicht minder schwierig war die Vorausberechnung der Finsternisse. Die Grundlage derselben musste die genaue Fixirung der Zeit von Conjunction und Opposition bilden; dazu kam noch die Rücksicht auf die Berechnung der Breite des Mondes und — wenigstens für die Sonnenfinsternisse — die, wenn auch nur genäherte, Bestimmung der Parallaxen von Sonne und Mond.

Man wird freilich denken: Solch hohe Anforderungen dürfen an die Astronomie der damaligen Zeit nicht gestellt werden.

Aber es ist Thatsache, dass die Chaldäer sowohl Mond- als Sonnenfinsternisse vorausberechneten. Epping hat gelegentlich der Untersuchung chaldäischer Mondephemeriden[1] eine ganze Reihe solcher berechneten Finsternisse zusammengestellt und durch einen Vergleich mit dem „Canon der Finsternisse“ von Oppolzer gezeigt, dass die Resultate der Chaldäer mehrere Male gar nicht übel zutreffen.

Wir sind somit vor die Frage gestellt: Auf welchem Wege haben sie diese grossen astronomischen Leistungen vollbracht? wie haben sie die Syzygien (Neu- und Vollmond), das Neulicht, die Mond- und Sonnenfinsternisse berechnet? Theilweise hat schon Epping die Frage der Neumondrechnung gelöst und den Verlauf derselben mit Hilfe einiger Fragmente erklärt. Doch diese bil-

[1] Astronomisches aus Babylon S. 106 f.

deten bloss Theile eines grossen Systems, und zwar des einzigen, welches ihm näher bekannt geworden ist.

Die Bemühungen P. Strassmaier's haben jedoch eine viel weiter gehende Forschung ermöglicht. Seine zahlreichen Copien von Mondrechnungstafeln des Britischen Museums gestatten nicht nur eine vollständigere Erkenntniss des Bisherigen, sondern auch eine Untersuchung ganz neuer Systeme. Gerade solche Systeme von Mondrechnungen sind von hoher Wichtigkeit; denn sie gewähren nicht nur einen Rückschluss auf die Sorgfalt in den Beobachtungen, aus denen ihre Elemente geschöpft sind, sondern führen auch in das Verständniss der Mondephemeriden ein, welche ja nichts anderes als bestimmte Anwendungen jener allgemeinen Theorien darstellen.

Mit Rücksicht auf diese eminente Bedeutung der chaldäischen Mondrechnungstafeln entschloss ich mich, sie vor allen andern einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen.

Das hierzu benutzte Material gruppirt sich inhaltlich wie folgt:

1. Neu- und Vollmondtafeln, welche enthalten:
   a) nur Neumond- bezw. Neulichtangaben für drei aufeinanderfolgende Jahre: Nr. 272 (81—7—6).
   b) Neumonde (Obvers) und Vollmonde (Revers) für je ein Jahr:
   Nr. 99 (81—7—6);
   Sp. I, 143. 162. 165; 137 u. 187.
   Sp. II, 54. 74. 96. 99. 105. 110.
   c) Neu- oder Vollmonde für mehrere Jahre:
   Sp. II, 47. 80. 581.
2. Mondfinsternisstafeln: Nr. 93 (81—7—6) und Sp. II, 87.
3. Lehrtafel S + 2418.

Leider ist das Material grösstentheils äusserst fragmentarisch. Nur in Nr. 272, welches Strassmaier aus einer Reihe kleiner Fragmente zusammengesetzt hat, lassen sich die meisten Columnen verhältnissmässig leicht ergänzen. In Nr. 93 und S + 2418 sind zwar einige Stellen sehr gut erhalten, dagegen ist über die Hälfte weggebrochen. Die übrigen Tablets bieten nur einige mehr oder minder deutliche Columnen.

(2) Eine genauere Prüfung des vorliegenden Stoffes lässt nun zwei Hauptsysteme hervortreten, welche trotz einiger Berührungspunkte sich doch scharf voneinander abheben und zweifellos auf verschiedene Astronomenschulen hinweisen.

I. Hauptsystem.

a) Der vorzüglichste Repräsentant desselben ist Tablet Nr. 272 (81—7—6), eine grosse Tafel von ursprünglich 18 Columnen, welche dem Ende des 2. Jahrhunderts angehört und vorzüglich die Berechnung des Neulichts bezweckt. Deshalb wird sie im Laufe dieser Arbeit öfter Neulichttafel genannt.

b) Nur wenig in ihrer Anlage von jener verschieden sind die drei Fragmente Sp. I, 143, Sp. I, 162 und Sp. I, 165. Sie enthalten aber, wie schon bemerkt, nicht bloss Neu-, sondern auch Vollmonde, und zwar beide getrennt auf Vorder- und Rückseite des Tablets für je ein Jahr.

c) Die gleichen astronomischen Perioden wie in den vorgenannten Tablets finden sich auch in Nr. 99 (81—7—6); aber im Charakter mehrerer Columnen treten hier bedeutendere Verschiedenheiten auf. Die gleichmässige Berücksichtigung der Neu-und Vollmonde ist dieselbe wie vorhin. Alle drei Tablets: Sp. I, 143, Sp. I, 162 und Nr. 99 (81—7—6) bezeichnen wir daher als Syzygientafeln, und zwar, zum Unterschied von jenen des folgenden Systems, erster Art. Sie dienten wohl vorzüglich zur Berechnung von Finsternissen.

II. Hauptsystem.

Leider liegt uns hierüber keine Tafel vor, an welcher man den ganzen Verlauf des Systems zu überschauen Gelegenheit hätte. Daher konnte nur ein mühevolles vergleichendes Studium der verschiedensten Bruchstücke einen Zusammenhang herstellen.

Zu diesem System gehören

a) folgende Syzygientafeln:	Sp. II, 54. 74. 96. 99. 105. 110,
(zweiter Art)	Sp. I, 137. 187,
	Sp. II, 47. 80. 581;
b) die Mondfinsternisstafeln:	Nr. 93 (81—7—6) und Sp. II, 87;
c) die Lehrtafel	S + 2418.

Die Syzygientafeln enthalten mehrfach Finsternissangaben; in der That sind auch die Mondfinsternisstafeln aus Syzygientafeln jener Art hervorgegangen. Die Berechnung beider lehrt Tafel S + 2418.

Wir haben es hier mit keinerlei Abarten, sondern nur mit einer einzigen Art von Mondrechnungssystem zu thun.

Von System I werden im folgenden 11, von System II dagegen 12 fortlaufende Columnen untersucht. Daneben treten einzelne den Varianten eigenthümliche Columnen auf. So wünschenswerth es auch wäre, dass diese Untersuchung stets gleichen Schritt hielte mit der genetischen Entwicklung der Systeme, so ist dies doch nicht immer zweckmässig.

Zunächst werden wir System I in Angriff nehmen; denn dieses ist das weitaus einfachere; auch wird auf diese Weise ein sofortiger Anschluss an die bisherigen Arbeiten sowie an die Berichte griechischer Astronomen möglich.

Den ersten Theil des Buches bildet die Prüfung der Columnen, welche den Mondlauf und die Berechnung des Neumondes (und Vollmondes) nach System I enthalten.

Im zweiten Theile wird der Sonnenlauf und die daraus berechnete Dauer des Tages und der Nacht untersucht, und zwar in System II und System I zugleich.

Der dritte Theil endlich enthält alle übrigen Columnen von System II, welche über den Mondlauf, die Berechnung von Neu- und Vollmond und die Mond- und Sonnenfinsternisse handeln.

Der zuweilen unvermeidlich eintretende Mangel an Uebersichtlichkeit wird durch eine umfassende Charakteristik der beiden Systeme am Schlusse des zweiten und dritten Theiles (n. 62 und n. 94) beseitigt.

Bevor wir jedoch die Entzifferungsarbeit in Angriff nehmen, ist es sehr rathsam, uns nach einigen andern historischen Zeugnissen umzusehen und zu erfahren, was zwei hervorragende astronomische Schriftsteller der ältern Zeit über die chaldäischen Kenntnisse in betreff des Mond- und Sonnenlaufs berichten. Es geschieht dies jedoch nicht so sehr um einer allseitigen Erörterung willen, als vielmehr, um irrige Auffassungen zu beseitigen und womöglich auch Recht und Unrecht zu scheiden.

Wie sehr diese Vorsicht am Platze ist, das beweist die bekannte Rivalität der alten Culturvölker[1], welche Achilles Tatius kurz in die Worte kleidet: *Αἰγυπτίους λόγος ἔχει πρώτους τὸν οὐρανὸν ὡς καὶ τὴν γῆν καταμετρῆσαι, καὶ τὴν ἐμπειρίαν τοῖς ἑξῆς ἐν στήλαις ἀναγράψαι· Χαλδαῖοι δὲ εἰς ἑαυτοὺς μετάγουσι, Βήλῳ τὴν εὕρεσιν ἀναθέντες· οἱ δὲ Ἑλλήνων σοφοὶ ὅτε μὲν θεοῖς, ὅτε δὲ Ἥρωσιν, ὅτε δὲ τοῖς μετὰ ταῦτα σοφοῖς ἀνατιθέασιν*[2].

Nationale und religiöse Voreingenommenheit haben eben zu allen Zeiten den Blick für objective Wahrheit getrübt.

---

(3) **Historische Vorstudie über die chaldäischen Mondperioden und die Beziehungen Hipparchs zu Babylon** (nach Geminus und Ptolemäus).

Als erster Zeuge erscheint Geminus von Rhodus. Seine *Εἰσαγωγὴ εἰς τὰ φαινόμενα* kann sich allerdings mit der monumentalen *Μεγάλη Σύνταξις* (Almagest) des Ptolemäus in keiner Weise messen. Aber das Lehrbuch des erstern ist mehr als 150 Jahre älter als der Almagest, und ausserdem werden von ihm die Chaldäer als Urheber gewisser Mondperioden ausdrücklich genannt.

Geminus spricht im 6. Kapitel seines Buches vom synodischen Monat, den er also definirt: Monat ist die Zeit von einer Conjunction (*σύνοδος*) zur andern oder von einem Vollmond zum andern. Die mittlere Dauer desselben sei $= (29\frac{1}{2} + \frac{1}{33})$ Tage. Im 15. Kapitel kommt er auf das Verhältniss dieser Periode zur anomalistischen zu sprechen; letztere bezeichnet er als *ἀποκατάστασις* (Restitution) und definirt sie als Zeit, welche zwischen zwei langsamsten Bewegungen des Mondes verstreicht; sie betrage beiläufig $27\frac{1}{18}$ Tage.

Schon die Alten (*ἐκ παλαιῶν χρόνων*) hätten nun die Zeit bestimmt, welche eine ganze Anzahl von synodischen Monaten, Restitutionen und Tagen umfasse, und gefunden, dass 669 synodische Monate = 717 Restitutionen = 19756 Tagen seien. Diesen Zeitraum nennt er *ἐξελιγμός* (Aufrollung). Auch hätten sie festgestellt, dass der Mond innerhalb dieser Zeit 723 Rundläufe und noch dazu 32^0 zurücklege. Daraus ergebe sich zunächst die mittlere tägliche Bewegung des Mondes zu $\frac{723 \cdot 360 + 32}{19\,756} = 13^0\ 10'\ 35''$.

Wer ist aber der Urheber dieser Rechenweise? Niemand anders als die Chaldäer. Denn der griechische Astronom fügt hinzu: „Da die Ordnung der Zahlen so beschaffen ist, so wurde die mittlere Bewegung des Mondes von den Chaldäern gleich $13^0\ 10'\ 35''$ gefunden.“[3] Damit ist zugleich auch gesagt, dass jene grosse Periode von 669 synodischen Monaten von ihnen herrührt.

Geminus gibt sich nun daran, auf Grund dieses Mittelwerthes auch das Maximum und Minimum der täglichen Mondbewegung zu bestimmen. Aber da es scheint, dass die von ihm entwickelte Methode mit den Chaldäern nichts zu thun hat, so lassen wir dieselbe einstweilen auf sich beruhen.

Geminus spricht nicht weiter von der Dauer des synodischen Monats. Aber aus seinen Mittheilungen chaldäischer Beobachtungen lässt sie sich

---

[1] Dabei braucht man freilich nicht an jenen hohen Grad nationaler Eifersucht zu denken, welcher im modernen Völkerleben eine so grosse und verhängnissvolle Rolle spielt.

[2] Isagoge ad Arati Phaenomena cap. 1.

[3] Cap. 15, 2: *Τοιαύτης δὲ τῆς διατάξεως ὑπαρχούσης τῶν ἀριθμῶν ὑπὸ τῶν Χαλδαίων εὕρηται ἡ μέση κίνησις τῆς σελήνης μοιρῶν ιγ′, ι′, λε′.*

ohne weiteres berechnen. Da 669 synodische Monate = 19 756 Tagen sind, so beträgt die mittlere Dauer des synodischen Monats $\frac{19\,756}{669} = 29^d, 530\,643 = 29^d\ 12^h\ 44^m\ 7^s,5$. Dieser Werth ist schon ziemlich genau. Hansens Berechnung für 800 v. Chr. ergab nämlich $29^d\ 12^h\ 44^m\ 3^s,7$, also bloss 3,8 Sekunden weniger.

Unser Gewährsmann kannte allerdings noch einen genauern Werth des synodischen Monats, nämlich $29^d\ 12^h\ 44^m\ 3\frac{1}{3}^s$ (Isag. c. 6, wie Petavius auf Grund einer correcten Handschrift gezeigt hat [1]); allein er sagt nicht, woher derselbe stammt.

(4) Dieselben Perioden und dieselben Ausdrücke begegnen uns im Almagest des Ptolemäus (l. 4, c. 2). Aber es treten hier ganz neue Momente hinzu, welche für die vorliegende Arbeit von grösster Wichtigkeit sind.

Der alexandrinische Gelehrte weist hier vor allem auf die Nothwendigkeit hin, die Ungleichheiten der Mondbewegung und die Zeit, wo dieselben wiederkehren, kennen zu lernen, bevor man die übrigen Mondperioden bestimmen wolle. Eine Reihe von Beobachtungen habe nun gelehrt, dass die Punkte, in denen der Mond seine grösste und seine kleinste Geschwindigkeit habe, allmählich den ganzen Thierkreis durchlaufen und somit auch alle möglichen nördlichen und südlichen Breiten der Mondbahn einnehmen können. So sei es denn natürlich gewesen, dass die alten Mathematiker (*οἱ παλαιοὶ μαθηματικοί*) die Zeit zu bestimmen suchten, in welcher der gesamte in Länge zurückgelegte Weg des Mondes eine constante Grösse ergebe [2], da daraus allein der anomalistische Monat erschlossen werden könne. Ptolemäus deutet uns auch ihre Methode an. Sie bestimmten die Anzahl von Tagen und Stunden, welche zwischen je zwei Mondfinsternissen verflossen, und untersuchten, wie gross das Zeitintervall werden müsse, damit auf eine bestimmte Zahl von Conjunctionen eine bestimmte Länge der Mondbahn komme; letztere drückten sie in denselben Bogenmassen aus, deren auch wir uns bedienen.

Bevor wir auf diese Zahlenverhältnisse eingehen, wollen wir uns die Frage beantworten: Wer sind jene *παλαιοὶ μαθηματικοί*? Vor allem muss hier bemerkt werden, dass es nicht die Art jenes grossen Alexandriners ist, weitschweifig die astronomische Forschung bis in ihre Uranfänge zu verfolgen. Er pflegt nur an das anzuknüpfen, was von bedeutenden Fachgenossen vor ihm geleistet worden ist, um darauf weiter zu bauen, oder wenn nöthig, deren Methoden und Resultate zu verbessern. Dies betont Ptolemäus selbst im Eingang des erwähnten 2. Kapitels, und seine weitere Darlegung zeigt klar, dass es ihm nur auf das ankommt, was Hipparch und seine Schule gelehrt haben, deren Arbeiten ihm als die letzten grossen Fortschritte in der astronomischen Forschung erschienen. Da Hipparch etwa 300 Jahre vor ihm gelebt hat, so brauchen wir uns über den Ausdruck *παλαιοί* nicht zu wundern;

[1] Im Uranologium (De doctr. temp. vol. III).

[2] Jener Mondweg kann nur dann eine constante Grösse sein, wenn er ein ganzzahliges Vielfaches des anomalistischen Monats ist. Da man nun durch die Beobachtung leicht wissen konnte, wie oft eine Wiederkehr der gleichen Anomalie, etwa des Minimums der Mondgeschwindigkeit, stattfand, so brauchte man mit dieser Anzahl bloss in jenen vorerwähnten constanten Zeitraum zu dividiren und hatte die Dauer des anomalistischen Monats. Da ferner die Dauer des synodischen Monats von der anomalistischen Bewegung wesentlich abhängt, so war man zugleich sicher, dass der Mittelwerth von sämtlichen synodischen Monaten, die zwischen den beiden Finsternissen verstrichen, die wahre mittlere synodische Umlaufszeit darstellt.

sachlich fällt der Ausdruck mit *οἱ πρὸ ἡμῶν*, wie er Hipparch und seine Schule später im nämlichen Kapitel nennt, vollständig zusammen. Um jedoch deren Verdienste ins rechte Licht zu setzen, berührt Ptolemäus zuerst die ungenauen Resultate der noch ältern Forscher, die der Mathematiker von Rhodus zu berichtigen berufen gewesen sei. Darum fährt er nach Darlegung des oben erwähnten Beobachtungsprincips fort: Die noch ältern (*οἱ ἔτι παλαιότεροι*) waren der Ansicht, dass diese Zeit ungefähr 6585⅓ Tage betrage; denn sie sahen, wie in diesem Zeitraum ungefähr 223 Lunationen, 239 Restitutionen der Anomalie, eine 242malige Rückkehr zur selben Breite stattfinde und der Mond in Längenbewegung 241mal seinen Rundlauf und obendrein die 10⅔ Bogengrade vollende, welche die Sonne in dem nämlichen Zeitraum nach 18 Umwälzungen noch ausserdem zurücklege. Als eine solche Umwälzung galt ihnen die Rückkehr zu demselben Fixstern[1]. Um nun nicht mit Bruchtheilen von Tagen rechnen zu müssen, verdreifachten sie sämtliche Zahlen und kamen so auf die Periode von 19 756 Tagen, welche sie *ἐξελιγμός* nannten. Aus der Identität dieser Zahlenwerthe und technischen Ausdrücke mit jenen, die Geminus den Chaldäern zuschreibt, schliessen wir mit Recht, dass diese unter *οἱ ἔτι παλαιότεροι* gemeint sind.

Die Ausführungen von Ptolemäus haben so nicht nur den Bericht von Geminus bestätigt, sondern auch bedeutend erweitert. Wir wissen jetzt, dass die chaldäische Periode mit allen ihren Elementen schon vor Hipparch, also wohl schon im 3. Jahrhundert v. Chr. bekannt war, und kennen zugleich die Art und Weise, wie man dieselbe bestimmte. Zunächst gelten die diesbezüglichen Darlegungen des Almagest (l. 4, c. 2) allerdings den *παλαιοὶ μαθηματικοί*, d. h. der Schule Hipparchs; aber da Ptolemäus ohne weiteres fortfährt: „Die noch ältern haben geglaubt, dass diese Zeit 6585⅓ Tage betrage", so unterliegt es keinem Zweifel, dass *τὸν χρόνον τοῦτον* hier in der Bedeutung zu nehmen ist: die so bestimmte Zeit. Jedenfalls war also schon den Chaldäern das richtige Princip bekannt, welches bei Bestimmung der Mondperioden beobachtet werden musste.

(5) Waren aber auch ihre Resultate genau? Ptolemäus verneint dies und weist auf das Verdienst Hipparchs, seines grossen Vorgängers, hin, welcher an Stelle der chaldäischen neue und genauere gesetzt habe. Die diesbezüglichen drei Abschnitte des 2. Kapitels sind für uns bedeutsam genug, um hier wörtlich aufgenommen zu werden; sie lauten:

Almagest l. 4, c. 2, Halma I, 216:

Ἤδη μέντοι πάλιν ὁ Ἵππαρχος ἤλεγξεν, ἀπό τε τῶν Χαλδαϊκῶν καὶ τῶν καθ' ἑαυτὸν τηρήσεων ἐπιλογιζόμενος μὴ ἔχοντα ταῦτα ἀκριβῶς. Ἀποδείκνυσι γὰρ δι' ὧν ἐξέθετο τηρήσεων, ὅτι ὁ πρῶτος ἀριθμὸς τῶν ἡμερῶν, δι' ὅσων πάντοτε ὁ ἐκλειπτικὸς χρόνος ἐν ἴσοις μησί, καὶ ἐν ἴσοις κινήμασιν ἀνακυκλεῖται, $\overset{\iota\beta}{\text{Μ}}$*υριάδων*

[1] Es ist also nicht correct, wenn Ideler (Handbuch der mathem. und techn. Chronol. I, 206) sagt: diejenigen seien die Urheber jener grossen Perioden, welche Ptolemäus *παλαιοὶ μαθηματικοί* nennt, sondern es sind deren Fachgenossen aus früherer Zeit. Auch irrt der ebengenannte Chronologe darin, dass er die siderische Bewegung, von der bei Ptolemäus an der angezogenen Stelle die Rede ist (*ὡς τῆς ἀποκαταστάσεως αὐτῶν πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας θεωρουμένης*), mit der tropischen zu verwechseln scheint, da er (a. a. O. I, 207) glaubt, die Chaldäer wären im stande gewesen, aus der Dauer jener Periode und den von der Sonne zurückgelegten Bogengraden die Länge des tropischen Jahres zu berechnen.

ἐστὶ καὶ ἔτι ,ϛζ̄ ἡμερῶν καὶ μιᾶς ὥρας ἰσημερινῆς, ἐν αἷς μῆνας μὲν ἀπαρτιζομένους εὑρίσκει ,δσξζ̄, ὅλας δὲ ἀνωμαλίας ἀποκαταστάσεις ,δφογ̄, ζῳδιακοὺς δὲ κύκλους ,δχιβ̄, λείποντας μοίρας ζϛ″ ἔγγιστα, ὅσας καὶ ὁ ἥλιος εἰς τοὺς τμε̄ κύκλους λείπει πάλιν, ὡς τῆς ἀποκαταστάσεως αὐτῶν πρὸς τοὺς ἀπλανεῖς ἀστέρας θεωρουμένης.

Ὅθεν εὑρίσκει καὶ τὸν μηνιαῖον μέσον χρόνον, ἐπιμεριζομένου τοῦ προκειμένου τῶν ἡμερῶν πλήθους, εἰς τοὺς ,δσξζ̄ μῆνας, ἡμερῶν συναγόμενον κθ̄ λα′ ν″ η‴ κ⁗ ἔγγιστα.

Ἐν μὲν οὖν τῷ τοσούτῳ χρόνῳ τὰς ἀπὸ ἐκλείψεως σεληνιακῆς ἐπὶ ἔκλειψιν ἁπλῶς ἀνταποδιδομένας ἴσας διαστάσεις ἀποδεικνύει ὡς δῆλον γίγνεσθαι τὸ ἀποκαθίστασθαι τὴν ἀνωμαλίαν, ἐκ τοῦ πάντοτε διὰ τοῦ τοσούτου χρόνου, τούς τε τοσούτους μῆνας περιέρχεσθαι, καὶ ταῖς ἴσαις κατὰ μῆκος περιόδοις ,δχιᾱ, ἴσας ἐπιλαμβάνεσθαι μοίρας τνβ̄ ϛ″, ἀκολούθως ταῖς πρὸς τὸν ἥλιον συζυγίαις.

Εἰ δέ τις μὴ τὸν ἀπὸ ἐκλείψεως σεληνιακῆς ἐπὶ ἔκλειψιν ἀριθμὸν τῶν μηνῶν ἐπιζητοῖ, μόνον δὲ τὸν ἀπὸ συνόδου, ἢ πανσελήνου, ἐπὶ τὴν ὁμοίαν συζυγίαν, εὕροι ἂν ἔτι ἥττονα τὸν ἀποκαταστατικὸν τῆς τε ἀνωμαλίας καὶ τῶν μηνῶν ἀριθμόν, λαβὼν τὸ μόνον αὐτῶν κοινὸν μέτρον ἑπτακαιδέκατον, ὃς συνάγει μῆνας μὲν σνᾱ, ἀνωμαλίας δὲ ἀποκαταστάσεις σξθ̄. Οὐκέτι μέντοι ὁ προκείμενος χρόνος εὑρίσκετο καὶ τὴν κατὰ πλάτος ἀπαρτίζων ἀποκατάστασιν· ἡ γὰρ ἀνταπόδοσις τῶν ἐκλείψεων πρὸς τὰς διαστάσεις, μόνον τοῦ τε χρόνου καὶ τῶν κατὰ μῆκος περιόδων ἐφαίνετο σώζουσα τὰς ἰσότητας, οὐκέτι δὲ πρὸς τὰ μεγέθη καὶ τὰς ὁμοιότητας τῶν ἐπισκοτήσεων, ἀφ᾽ ὧν καὶ τὸ πλάτος καταλαμβάνεται.

Ἤδη μέντοι προκατειλημμένου τοῦ τῆς ἀνωμαλίας ἀποκαταστατικοῦ χρόνου, παραθέμενος πάλιν ὁ Ἵππαρχος διαστάσεις μηνῶν, ὁμοίας κατὰ πάντα τὰς ἄκρας ἐκλείψεις ἐχόντων, καὶ τοῖς μεγέθεσι καὶ τοῖς χρόνοις τῶν ἐπισκοτήσεων, ἐν αἷς οὐδὲν ἐγίγνετο διάφορον παρὰ τὴν ἀνωμαλίαν, ὡς διὰ τοῦτο καὶ τὴν κατὰ πλάτος πάροδον ἀποκαθισταμένην φαίνεσθαι, δείκνυσι καὶ τὴν τοιαύτην περίοδον ἀπαρτιζομένην ἐν μησὶ μὲν ,ευνη̄, περιόδοις δὲ πλατικαῖς ,εϡκγ̄.

Also Hipparch hat durch Rechnung, welche er auf Grund von chaldäischen und eigenen Beobachtungen anstellte, nachgewiesen, dass die Zahlenwerthe der Chaldäer nicht genau seien. Er zeigte nämlich, dass der kleinste von zwei Finsternissen eingeschlossene Zeitraum, welcher eine gleiche Anzahl von Monaten enthalte, und in welchem Mond und Sonne die gleiche Bewegung ausführen (*ἐν ἴσοις κινήμασιν*), 126 007$\frac{1}{24}$ Tage betrage. Er fand, dass diese Periode 4267 synodische und 4573 anomalistische Monate (*ἀνωμαλίας ἀποκαταστάσεις*) umfasse, und dass der Mond während dieser Zeit 4612 Rundläufe weniger $7\frac{1}{2}^0$ zurücklege, welch letztere auch der Sonne zur Vollendung von 345 Umläufen noch mangeln. Die Messung der Bewegung bezieht sich (auch hier) auf die Fixsterne. Hieraus bestimmte Hipparch zunächst die Dauer des mittlern synodischen Monats. Da 4267 synodische Monate auf 126 007$\frac{1}{24}{}^d$ kommen, so ist der Mittelwerth nahezu = $29^d\ 31'\ 50''\ 8'''\ 20''''$. Setzen wir diesen Werth in moderne Masse um, so folgt:

der mittlere synodische Monat = $29^d\ 12^h\ 44^m\ 3\frac{1}{3}{}^s$.

Im darauffolgenden Abschnitt wird die Grösse des anomalistischen Monats mit dem synodischen verglichen.

Die obige grosse Periode, die Hipparch festsetzte, umfasste 4267 synodische und 4573 anomalistische Monate. Das Verhältniss beider Zahlen gestaltete er einfacher, indem er beide durch 17 dividirte und so das Resultat erhielt:

251 synodische Monate = 269 anomalistische Umlaufszeiten.

Aber nach diesem Zeitraum kehre nicht auch dieselbe Mondbreite wieder. Allerdings werde durch die dann wiederkehrenden Finsternisse ein constanter Zeitabschnitt und eine constante Periode der Längenbewegung bezeichnet, aber die Grössen und Formen des Schattens, aus welchen man die Breite erkenne, bleiben nicht die nämlichen.

Im dritten Abschnitt endlich wird die Dauer der periodischen Breitenbewegung (des sogen. drakonitischen Monats) bestimmt, und zwar wiederum durch Vergleich mit dem synodischen Monat.

Nachdem Hipparch — so berichtet unser Gewährsmann — die Zeit der Wiederkehr der Anomalie (d. i. den anomalistischen Monat) bestimmt hatte, verglich er noch die Zeiträume von Monaten innerhalb zweier weit auseinanderliegender Finsternisse, welche in Grösse und Dauer der Beschattung vollkommen übereinstimmten und bei denen kein Unterschied bezüglich der Anomalie stattfand, so dass hierdurch auch augenscheinlich eine Wiederkehr der nämlichen Breite (*ἡ κατὰ πλάτος πάροδος*) eintrat. Er wies zugleich nach, dass sich diese Periode in 5458 (synodischen) Monaten oder in 5923 Breitenperioden (*περίοδοι πλατικαί*) vollziehe. Also fand Hipparch:

5458 synodische Monate = 5923 drakonitische Monate.

Vielleicht wird sich der Leser verwundern, dass hier auf Arbeiten Hipparchs so viel Gewicht gelegt wird, obschon dieselben mit den Chaldäern unmittelbar, wie es scheint, nichts zu schaffen haben. Allerdings verdienen sie hier eine Erwähnung, da sie als Correcturen der chaldäischen Angaben auftreten und theilweise auch auf chaldäischen Beobachtungen beruhen; aber dies rechtfertigt noch nicht eine so ausführliche Behandlung.

Statt einer Motivirung derselben wollen wir lieber eine neue Frage aufwerfen: Bedurften die Chaldäer wirklich der reformatorischen Eingriffe eines Hipparch, um die Ungenauigkeiten ihrer Mondperioden zu beseitigen? Sollten diese von allen antiken Autoren hochgepriesenen Beobachter und Rechner nie selbst auf den Gedanken gekommen sein, Hand ans Werk zu legen? Oder fehlte ihnen dazu das Material oder das richtige Verfahren? Gewiss nicht! Denn ersteres wurde ja gerade durch ihre Beobachtungen geliefert, und sie kannten auch, wie wir oben (n. 4) sahen, eine genaue, zielbewusste Methode.

Dieser Gedanke möge als Ueberleitung dienen zur Untersuchung des keilinschriftlichen Nachlasses der Chaldäer selbst, in welcher sich die angedeuteten Fragen von selbst beantworten.

Erster Theil.

Der Mondlauf und die Berechnung des Neu- und Vollmondes nach System I.

Die Tablets, welche diesem Systeme angehören, wurden bereits (n. 2) aufgeführt. Von allen verdient die Neulichttafel Nr. 272 (81—7—6) eine besonders sorgfältige Untersuchung, da dieses Tablet nahezu vollständig ist. Aber auch die übrigen (Syzygien-) Tafeln: Sp. I, 143. 162 u. 165 und Nr. 99 (81—7—6) sind für die Lösung wichtiger Einzelfragen (Alter des Systems, Lage der Jahrespunkte, Correctionen des Systems) trotz ihres fragmentarischen Charakters von Wichtigkeit.

(6) Neulicht-Tablet Nr. 272 (81—7—6).

Diese grosse Tafel, welche P. Strassmaier aus acht Bruchstücken, nämlich Sp. II, 52 u. 75, S. H. 81—7—6 Nr. 272. 277. 331. 333. 386 u. 589 zusammengesetzt hat, ist etwa 14″ lang und $4\frac{1}{2}$″ breit und auf Vorder- und Rückseite gleichmässig beschrieben. Glücklicherweise ist der Randtitel genügend erhalten, um uns über die Verfasser des Tablets, die Zeit und den Ort seiner Anfertigung einigen Aufschluss zu bieten. Es heisst dort:

tersitum ša Kidin(nu) ša ultu 3. 28 adi 3. 20 (?) . . . *(Bania?)* . . . *Nabû-balaṭ-su-iqbi* . . . *Marduk-tabik-ziru* (?)
arah kislimu umu 18 tu šanat 145 ša [ši-i šanat 3. 29 (= 209) Ar-ša-ka-a šarru].

Der Ausdruck *tersitum* kommt auch im Titel von Nr. 99 (81—7—6) vor (es heisst dort: *tirsitum ša umu 1-tu û ša ûmu 14-tu* . . .).

Somit bedeutet „tirsitum“: Mondrechnungstabelle oder wohl auch einfachhin Rechnungstabelle. Der Sinn der beiden ersten Zahlen ergibt sich aus dem Vergleich mit der letzten; *šanat 145* ist das Jahr der arsacidischen Aera, welchem das Jahr 209 der Seleuciden-Aera entspricht; diese Zahl würde aber 3. 29 ($= 3 \cdot 60 + 29$) geschrieben werden. Hieraus folgt, dass 3. 28 das Jahr 208 S. Ä. bedeutet. Da ferner das Tablet (wie man aus den Monatsnamen erkennt) sich über drei Jahre erstreckt und die beiden ersten Zahlen offenbar das Zeitintervall bestimmen, auf welches unsere Tafel sich bezieht, so muss die zweite Zahl 210 S. Ä. sein und 3. 30 geschrieben werden, nicht 3. 20, was die lädirte Tafel zu bieten scheint.

Das vorliegende Document ist sonach eine „Rechnungstabelle des Kidinnu, welche vom Jahre 208 S. Ä bis 210 S. Ä. (reicht und ausgefertigt ist von Bania (?), dem Sohne des) Nabû-balaṭ-su-iqbi . . . und Marduk-tabik-ziru (?), Sohn des Priesters Bel in Sipar . . . im Monat Kislev, 18. Tag, im Jahre 145, welches (gleich ist dem Jahre 209 S. Ä.)."

Der Text, welcher die Namen enthält, ist stark beschädigt. Bemerkenswerth ist, dass dabei *Sipar an. na* und *Sipar Šamaš* erwähnt wird. Dies erinnert an die bekannte Stelle bei Plinius (Hist. nat. l. 6, c. 30), wo er drei mesopotamische Städte anführt, in welchen noch zu seiner Zeit astronomische Studien in Blüthe waren. Als erste derselben wird nämlich gerade Hipparenum (= Sippara) als „Chaldaeorum doctrina clarum" gerühmt.

Der Zeitraum, über den sich die Mondrechnungen ausdehnen, liegt zwischen dem

J. 207 S. Ä. 29. Adar = —103 Ch. Ä. 23. März
und J. 210 S. Ä. 29. Adar II = —100 Ch. Ä. 18. April.

Die Ausfertigung datirt vom 18. Kislev des Jahres 145 A. Ä. = 209 S. Ä. = 22. December des Jahres —102 Ch. Ä.[1]

Dieses Datum hat das Befremdliche, dass es mitten in die Zeit fällt, für welche die Berechnungen gelten sollen. Das mag sich damit erklären, dass die Verfasser mit den Entwicklungen ihrer Columnen in die Vergangenheit zurückgriffen, um den Verlauf derselben besser übersehen oder andern zeigen zu können.

Epping verfügte bei seinen Publicationen[2] nur über ein Bruchstück des vorliegenden Tablets. Die erwähnten Bemühungen Strassmaiers haben es aber inzwischen ermöglicht, nach Erkenntniss der Columnengesetze fast das ganze Tablet zu restauriren. Die errechneten Werthe stimmen bis auf wenige mit den babylonischen überein, und die Verschiedenheiten beziehen sich fast ausschliesslich auf lädirte Stellen.

Es liegt mir jedoch in dieser Arbeit fern, den letzten Zweck des vorliegenden Tablets, d. i. die Berechnung des Neulichts, zu verfolgen. Dies geschieht später. Ich entnehme dem Tablet nur soviel Material, als für die klare Erkenntniss des Mond- und Sonnenlaufs, und zwar zunächst der chaldäischen Berechnung des Neumonds, nothwendig erscheint.

Deshalb folgen hier von den 18 Columnen der Tafeln nur 11 derselben: von *A* bis *L* einschliesslich.

Um schon jetzt den Leser von der Fülle des in den wenigen Columnen versteckten Materials zu überzeugen und ihm zugleich einen Leitfaden für die folgende Detailforschung zu bieten, möge hier eine kurze

(7) Inhaltsangabe der Columnen *A* bis *L*

Platz finden.

1. Col. *A* enthält die Unterschiede der babylonischen Neumondlängen[3] für jeden Monat; ihr liegt der mittlere synodische Monat und die anomalistische Bewegung der Sonne zu Grunde. Mit Hilfe derselben wird

[1] Auf die Rechtfertigung der Gleichung 18. Kislev 145 A. Ä. = 209 S. Ä. kann der Verfasser sich hier nicht einlassen, da dieselbe mit ein paar Worten nicht abgethan ist. Doch wird er den Beweis für den Satz: „Die chaldäischen Astronomen haben sowohl das Jahr der Seleuciden- als das der Arsacidenära mit dem Nisan begonnen und immer die Jahresgleichung: J. d. A. Ä. = J. d. S. Ä. — 64, eingehalten", nicht lange schuldig bleiben.

[2] Astron. aus Babyl. S. 8 ff. und „Die babylonische Berechnung des Neumondes", in den „Stimmen aus Maria-Laach" XXXIX (1890), 225.

[3] Schon jetzt sei bemerkt, dass die „baby-

2. Col. *B* gebildet. Sie stellt die Position des Neumondes in den fixen Zeichen des Thierkreises dar, lässt somit auch den Fortschritt der Sonne innerhalb der einzelnen synodischen Monate erkennen. Aus ihr geht hinwiederum

3. Col. *C* hervor, welche die wechselnde Dauer des astronomischen Tages angibt. Eine Ergänzung hierzu ist

4. Col. *D*, welche die halbe Länge der Nacht bezeichnet.

5. Col. *E* gibt Aufschluss über die Bewegung des Mondes in Breite; ihr liegt der drakonitische Monat zu Grunde.

6. Col. *F* enthält die Geschwindigkeit des Mondes zur Zeit der Conjunction.

7. Col. *G* gibt den Ueberschuss der Dauer des wechselnden synodischen Monats über 29 Tage bei der Voraussetzung einer gleichmässigen Sonnenbewegung.

8. u. 9. Col. *H* und *I* bezeichnen die in *G* vorzunehmenden Correctionen im Sinne der anomalistischen Sonnenbewegung.

10. Col. *K* enthält das Resultat dieser Correctionen, gibt somit den Ueberschuss der wahren Dauer der einzelnen synodischen Monate über 29 Tage an.

11. Col. *L* endlich liefert das Datum des Neumondes; ihren Ausgangspunkt bildet wohl der Moment des Eintritts einer totalen oder ringförmigen Sonnenfinsterniss; die Bildung der Columne selbst stützt sich auf Col. *K*.

Schon J. Epping hat in seinem „Astron. aus Babylon" über ein Fragment des vorliegenden Stoffes einige Aufschlüsse gegeben, welche später auf Anregung und unter Mitwirkung von Pfarradministrator Aug. Lorenz zur völligen Reife gediehen. Ihrer gemeinsamen Arbeit [1] gelang es, Col. *F* u. *G* richtig zu deuten und den Uebergang von hier zum Datum (Col. *L*) zu finden. So wurde die mittlere Mondgeschwindigkeit sowie der mittlere synodische und anomalistische Monat der Chaldäer festgestellt. Wenn ich trotzdem auf diese schöne Leistung nochmals kurz eingehe, so geschieht dies nicht nur, um ihre Untersuchungen in kurzer und übersichtlicher Darstellung mit meinen eigenen zu einem wohlgeordneten Ganzen zu verbinden, sondern auch, sie durch neue Gründe zu bestätigen, ausgiebiger zu verwerthen und zu erweitern.

Vollständig neu sind die Columnen *A*, *B*, *C*, *D* und *E*.

Allgemeine Charakteristik der nachstehenden Columnen.

(8) Bevor wir an die Untersuchung der mathematischen und astronomischen Deutung der einzelnen Columnen des Tablets herantreten, mag eine allgemeine Würdigung ihres Charakters gerechtfertigt erscheinen; denn dadurch wird das Verständniss erleichtert und lästigen Wiederholungen vorgebeugt.

Was zunächst die Zahlenwerthe anlangt, welche in den einzelnen Columnen je einem Neu- oder Vollmonde entsprechen, so liegt denselben

lonische Mondlänge" sich nicht auf den (beweglichen) Frühlingspunkt als Anfang der Zählung der Ekliptikgrade bezieht, sondern angibt, welche Position der Mond innerhalb eines bestimmten Thierkreisbildes der festen babylonischen Ekliptik einnimmt.

[1] „Die babylonische Berechnung des Neumondes" a. a. O.

Neulicht-Tafel

(linke Seite

von 208 bis 210 S. Ä.

	Zeile	Monat	A				B					C		D		E			
Obv.	1.	*Adâru*	*29*	*8*	*39*	*1*8	2	2	6	20	Arietis	2	56	1	32	6	5	30	*sik*[1]
	2.	*Nisannu*	*28*	*50*	*39*	*1*8	0	52	45	38	Tauri	3	14	1	23	9	46	30	*sik*
	3.	*Airu*	*28*	*32*	39	*1*8	29	25	24	56	„	3	26	1	17	5	54		*sik*
	4.	Simannu	*28*	*14*	*39*	*1*8	27	40	4	14	Gemin.	3	34	1	13	2	1	30	*sik*
	5.	Dûzu	*28*	24	40	2	26	4	44	16	Cancri	3	32	1	14	1	5*1*		*bar*[2]
	6.	*Âbu*	*2*8	42	40	2	24	47	24	18	Leonis	3	24	1	18	2	43	30	*num*[3]
	7.	Ulûlu I	29	0	40	2	23	48	4	20	Virginis	3	9	1	25	6	36		*num*
	8.	Ulûlu II	*2*9	18	40	2	23	6	44	22	Librae	2	51	1	34	9	16		*num*
	9.	Tišrîtu	*2*9	36	40	2	22	43	24	24	Scorpii	2	36	1	42	5	33	30	*num*
	10.	Araḫ-s.	*2*9	*54*	*40*	*2*	*22*	*38*	4	26	Arcit.	2	27	1	46	1	31		*num*
	11.	Kislimu	*29*	51	17	58	*22*	*29*	*22*	24	Capri	2	27	1	46	2	21	30	*bar*
	12.	Tebitu	*29*	33	17	58	*22*	*2*	*40*	*22*	Amph.	2	36	1	42	3	*14*	*0*	*sik*
	13.	Šabâtu	*2*9	15	17	58	21	17	58	20	Piscium	*2*	*50*	*1*	*35*	*7*	*6*	*30*	*sik*
	14.	Adâru	*2*8	57	17	58	20	15	16	18	Arietis	*3*	*7*	*1*	*27*	*8*	*45*	*30*	*sik*
	15.	Nisannu	*28*	39	17	58	18	54	34	16	Tauri	3	22	1	19	*4*	*53*		*sik*
	16.	Airu	*28*	21	17	22	17	15	52	14	Gemin.	3	32	1	14	*1*	*0*	*30*	*sik*
	17.	Simannu	*28*	*1*8	1	22	15	33	53	36	Cancri	3	35	1	12	*2*	*52*		*bar*
	18.	Dûzu	*28*	*3*6	1	22	14	9	54	58	Leonis	3	28	1	16	*3*	*44*	*30*	*num*
	19.	Âbu	*28*	*54*	*1*	22	13	3	56	20	Virginis	3	15	1	22	*7*	*37*	*0*	*num*
	20.	Ulûlu	*29*	*12*	*1*	*2*2	12	15	57	42	Librae	2	58	*1*	*31*	*8*	*15*		*num*
Rev.	21.	Tišrîtu	*29*	*30*	*1*	*2*2	11	45	59	4	Scorpii	2	41	1	40	*4*	*22*	*30*	*num*
	22.	Araḫ-s.	*29*	48	1	22	11	34	0	26	Arcit.	2	29	1	45	*0*	*30*	*0*	*num*
	23.	Kislimu	*29*	57	56	38	11	31	57	4	Capri	2	25	1	47	*3*	*22*	*30*	*bar*
	24.	Tebitu	29	39	56	38	11	11	53	42	Amph.	2	31	1	44	4	15	0	*sik*
	25.	Šabâtu	*2*9	21	56	38	10	33	50	20	Piscium	2	43	1	38	8	7	30	*sik*
	26.	Adâru	29	3	56	38	9	37	46	58	Arietis	3	1	1	29	7	44	30	*sik*
	27.	Nisannu	*28*	45	56	38	8	23	43	36	Tauri	3	18	1	21	3	52	0	*sik*
	28.	Airu	*28*	*27*	56	38	6	51	40	14	Gemin.	3	29	1	15	0	0	30	*bar*
	29.	Simannu	*28*	*11*	22	42	5	3	2	56	Cancri	3	35	1	12	0	53		*num*
	30.	Dûzu	*2*8	29	22	42	3	32	25	38	Leonis	3	31	1	14	4	45	30	*num*
	31.	Âbu	28	*47*	22	42	2	19	48	20	Virginis	3	20	1	20	8	38		*num*
	32.	Ulûlu	29	5	22	42	1	25	11	2	Librae	3	4	1	28	7	14		*num*
	33.	Tišrîtu	29	23	22	42	0	48	33	44	Scorpii	2	46	1	37	3	21	30	*num*
	34.	Araḫ-s.	29	41	22	42	0	29	56	26	Arcit.	2	33	1	43	0	31	0	*bar*
	35.	Kislimu	*29*	59	22	42	0	29	19	8	Capri	2	26	1	47	1	23		*sik*
	36.	Tebitu	*29*	46	35	18	0	15	54	26	Amph.	2	28	1	46	5	16		*sik*
	37.	Šabâtu	*29*	28	35	18	29	44	29	44	Amph.	2	39	1	40	9	8	30	*sik*
	38.	Adâru I	*29*	*10*	35	18	28	55	5	2	Piscium	2	54	1	33	6	43	30	*sik*
	39.	Adâru II	*28*	*52*	*35*	18	27	47	40	20	Arietis	3	12	1	24	2	51		*sik*

[1] *sik* = unten, südlich. [2] *bar* = Knoten. [3] *num* = oben, nördlich.

Anmerk. 1. In dieser und allen folgenden Tabellen sind die Ergänzungen der Fragmente durch Kleincursivdruck wiedergegeben.

2. Die Sternbilder der Ekliptik sind nach dem bekannten Gedächtnissvers des Ausonius benannt; doch möchten dem Nichtassyriologen auch die nachstehenden chaldäischen Namen erwünscht sein:

1. Ku(sarikku) . . . . . aries (♈).
2. Te(mennu, pidnu) . . . taurus (♉).
3. Mâšu . . . . gemini (♊).

Nr. 272 81—7—6

= ¼ der Tafel)

= 144 bis 146 A. Ä.

F			G				H			I				K				L					
11	30		3	59	52	30	20	20		7	19		lal[1]	3	52	33	30	Adâru	29	1	2	43	50
11	16	10	4	22	22	30	14	52	30	22	11	30	lal	4	0	11	0	Nisannu	28	5	2	54	50
11	52	10	4	14	1	40	8	5		30	16	30	lal	3	43	45	10	Airu	28	2	46	40	0
12	28	10	3	51	31	40	1	17	30	31	34		lal	3	19	57	40	Simannu	29	0	6	37	40
13	4	10	3	29	1	40	5	30		27	52		lal	3	1	9	40	Dûzu	28	3	7	47	20
13	40	10	3	6	31	40	12	17	30	15	34	30	lal	2	50	57	10	Âbu	28	5	58	44	30
14	16	10	2	44	1	40	19	5		3	30	30	tab[2]	2	47	32	10	Ulûlu I	28	2	46	16	40
14	52	10	2	21	31	40	16	7	30	19	38		tab	2	41	9	40	Ulûlu II	28	5	27	26	20
15	4		1	59	1	40	9	20		28	58		tab	2	27	59	40	Tišrîtu	29	1	55	26	0
14	28		2	8	37	30	2	22	30	31	30	30	tab	2	40	8	0	Araḫ-s.	28	4	35	34	0
13	52		2	31	7	30	4	15		29	10	30	tab	3	0	18	0	Kislimu	29	1	35	52	0
13	16		2	53	37	30	11	2	30	18	8		tab	3	11	45	30	Tebitu	28	4	47	37	30
12	40		3	16	7	30	17	50		0	18		tab	3	16	25	30	Šabâtu	29	2	4	3	0
12	4		3	38	37	30	17	22	30	17	4	30	lal	3	21	33	0	Adâru	28	5	25	36	0
11	28		4	1	7	30	10	35		27	39	30	lal	3	33	28	0	Nisannu	28	2	59	4	0
11	18	10	4	23	37	30	3	47	30	31	27		lal	3	52	10	30	Airu	29	0	51	14	30
11	54	10	4	12	46	40	3			30	29		lal	3	42	17	40	Simannu	28	4	33	32	10
12	30	10	3	50	16	40	9	47	30	20	41	30	lal	3	29	35	10	Dûzu	28	2	3	7	20
13	6	10	3	27	46	40	16	35		4	6	30	lal	3	23	40	10	Âbu	28	5	26	47	30
13	42	10	3	5	16	40	18	37	30	14	31		tab	3	19	47	40	Ulûlu	29	2	46	35	10
14	18	10	2	42	46	40	11	50		26	21		tab	3	9	7	40	Tišrîtu	28	5	55	42	50
14	54	10	2	20	16	40	5	2	30	31	23	30	tab	2	51	40	10	Araḫ-s.	28	2	47	23	0
15	2		1	57	46	40	1	45		31	47	30	tab	2	29	34	10	Kislimu	28	5	16	57	10
14	26		2	9	52	30	8	32	30	23	15		tab	2	33	7	30	Tebitu	29	1	50	4	40
13	50		2	32	22	30	15	20		7	35		tab	2	40	17	30	Šabâtu	28	4	30	22	10
13	14		3	54	52	30	19	52	30	11	57	30	lal	2	42	55	0	Adâru	29	1	13	17	10
12	38		3	17	22	30	13	5		25	2	30	lal	2	52	20	0	Nisannu	28	4	5	37	10
12	2		3	39	52	30	6	17	30	31	20		lal	3	8	32	30	Airu	29	1	14	9	40
11	26		4	2	22	30	0	30		31	50		lal	3	30	32	30	Simannu	28	4	44	42	10
11	20	10	4	24	52	30	7	17	30	25	48	30	lal	3	59	4	0	Dûzu	28	2	43	46	10
11	56	10	4	11	31	40	14	5		11	43	30	lal	3	59	48	10	Âbu	29	0	43	34	20
12	32	10	3	49	1	40	20	52	30	9	9		tab	3	58	10	40	Ulûlu	28	4	41	45	0
13	8	10	3	26	31	40	14	20		23	29		tab	3	50	0	40	Tišrîtu	29	2	31	45	40
13	44	10	3	4	1	40	7	32	30	31	1	30	tab	3	35	3	10	Araḫ-s.	29	0	6	15	40
14	20	10	2	41	31	40	0	45		31	46	30	tab	3	18	18	10	Kislimu	28	3	20	7	0
14	56	10	2	19	1	40	6	2	30	27	7		tab	2	46	8	40	Tebitu	29	0	6	48	50
15			1	56	31	40	12	50		14	17		tab	2	10	48	40	Šabâtu	28	2	17	4	20
14	24		2	11	7	30	19	37	30	5	20	30	lal	2	5	47	0	Adâru I	28	4	22	51	20
13	48		2	33	37	30	15	35		20	55	30	lal	2	12	42	0	Adâru II	29	0	35	33	20

[1] *lal* = minus. [2] *tab* = plus.

4. Pulukku . . . . . . cancer (♋).
5. Arû . . . . leo (♌).
6. Serû . . . . virgo (♍).
7. Zibânîtu . . . . . . libra (♎).
8. Aqrabu . . . . scorpius (♏).
9. PA . . . . arcitenens (♐).
10. Enzu . . . . caper (♑).
11. GU . . . . amphora (♒).
12. Nûnu (ZIB) . . . . pisces (♓).

Die in Klammer beigefügten astronomischen Zeichen kommen der Kürze halber später fast ausschliesslich zur Anwendung.

stets die bekannte Sexagesimaltheilung zu Grunde, d. h. was immer für eine Grösse — ob ein Bogen- oder Zeitmass — damit gemeint ist, zerfällt doch jedesmal die Einheit erster Ordnung in 60 Theile der zweiten, die Einheit der letztern in ebensoviele der dritten u. s. f. Dies ist in einigen Fällen bereits von Epping nachgewiesen, gilt aber auch für alle übrigen, wie gelegentlich gezeigt werden soll.

Es mag auffallen, dass manche Columnen oft mehrere Unterabtheilungen von Ziffern aufweisen, und zwar oft dort, wo diese scheinbar scrupulöse Genauigkeit mit der Wirklichkeit in handgreiflichem Widerspruch steht. Das gilt beispielsweise von den „Mondlängen" der Col. *B*, wo nicht nur Grade und Minuten, sondern auch Sekunden und Terzen angegeben werden, obwohl selbst in den erstern schon Abweichungen von dem Thatsächlichen vorkommen. In den später zu erörternden „Syzygien"- und „Finsternisstafeln" finden sich sogar noch zwei bis drei dieser anscheinend höchst überflüssigen Unterabtheilungen mehr. Der Grund hiervon liegt jedoch weder in unbegründeter Aengstlichkeit noch in einer gewissen Sucht, durch Genauigkeit zu imponiren, sondern vielmehr wenigstens theilweise in dem wohlbegründeten Streben, die den einzelnen Columnen zu Grunde liegenden astronomischen Perioden des Mond- und Sonnenlaufs möglichst getreu zu wahren. Wollte man sich da mit gekürzten Werthen begnügen, so würden sich schon nach einiger Zeit erhebliche Fehler herausstellen. Anders verhält es sich für gewöhnlich mit den secundären und tertiären Columnen, die aus jenen primären als endgiltiges Resultat hervorgehen, wie z. B. Col. *C* und *D* aus *B*. Da durfte man sich mit zwei Abtheilungen begnügen, und man that es auch, wenngleich nicht immer.

Fassen wir nun die Bildungsgesetze der Columnen selbst ins Auge! Mehrfach entwickeln sie sich nach dem Princip der einfachen arithmetischen Reihe, welche periodisch steigt und fällt. Hierbei werden jedoch nicht zwei wirklich vorkommende Glieder als Grenze angenommen, sondern das Maximum sowohl als das Minimum ist ein ideales, das nie gerade getroffen, sondern stets beim Uebergang der steigenden in die fallende Reihe, oder umgekehrt, überschritten wird. Sind die einzelnen Glieder einer Columne: $a\, b \cdots x\, y\, z \,\|\, a_1\, b_1\, c_1 \cdots x_1\, y_1\, z_1 \mid a_2\, b_2 \cdots$, wo die Reihe von a bis z steigt, von a_1 bis z_1 fällt, um darauf von a_2 an wieder zu steigen, so liegt das ideale Maximum (M) zwischen z und a_1, das ideale Minimum (m) zwischen z_1 und a_2. Die Differenz (d) der einzelnen Glieder innerhalb der steigenden oder fallenden Reihe ist in der Regel constant. Nur beim Ueberschreiten der Grenzwerthe tritt scheinbar eine Abweichung ein. Der Uebergang von z nach a_1 wird in der Weise bewerkstelligt, dass man den Werth z zunächst um δ_1 bis zum Maximum zunehmen lässt und von diesem hierauf den Rest $d - \delta_1 = \delta_2$ subtrahirt. Ganz analog findet der Uebergang von z_1 zu a_2 (also durch das ideale Minimum) statt: man lässt z_1 bis zum Minimum (m) (um δ_1) abnehmen und addirt dann zu m die Differenz $d - \delta_1 = \delta_2$.

Es ist also $2\,M = z + a_1 + d$ und $2\,m = z_1 + a_2 - d$.

Daraus ergeben sich die beiden allgemeinen Formeln für die Grenzübergänge:

$$a_1 = (2\,M - d) - z \text{ und } a_2 = (2\,m + d) - z_1,$$

während die beiden Grenzwerthe mit Hilfe der Gleichungen

$$M = \frac{z + a_1 + d}{2} \text{ und } m = \frac{z_1 + a_2 - d}{2}$$

bestimmt werden können. Kennt man aber M und m, so folgt daraus ohne weiteres der Mittelwerth $\mu = \frac{M+m}{2}$. Dieser Formeln werden wir uns künftig häufig bedienen. Nach einem so einfachen Gesetze verlaufen beispielsweise die Columnen F und G. Aber die Sache liegt nicht immer so einfach.

Zuweilen ist die Differenz nicht constant $= d$, sondern unterliegt einem gesetzmässigen Wechsel, indem die Differenzen der aufeinander folgenden Glieder selbst wieder eine arithmetische Reihe von der eben beschriebenen Art bilden. Eine derartige Bildungsregel offenbart sich in Col. B; die zugehörige Differenzreihe zweiter Art (A) haben die Chaldäer gleich daneben gestellt.

Eine andere Abweichung bietet sich dort, wo ein Uebergang von einem Maximum herab durch null zu einem negativen Minimum stattfindet. Der Nullpunkt ist natürlich stets zwischen jenen Gliedern, deren Summe gleich der gewöhnlichen Differenz d ist. Die absoluten Werthe des Maximums und Minimums sind einander gleich, und da die monatlichen Differenzen der Glieder ebenfalls gleich sind, so folgt, dass der mittlere Werth sämtlicher Glieder $= 0$ ist, indem den positiven Gliedern im Durchschnitt gleichwerthige negative entgegenstehen. Es sind dies gewisse Correctionscolumnen, durch welche dem ungleichmässigen Sonnenlauf Rechnung getragen wird. Unser „plus" und „minus" lautet dort „tab" und „lal" und steht hinter den Zahlen, die addirt oder subtrahirt werden sollen; Beispiel: Col. H.

Der äussern Form nach mit der eben genannten Klasse verwandt sind jene Columnen, denen eine bestimmte Function der Mondbreite zu Grunde liegt, d. h. wo angegeben wird, in welchem (nördlichen oder südlichen) Abstand von der Ekliptik der Mond im Augenblick der Conjunction oder Opposition sich befindet. An Stelle des „tab" und „lal" tritt aber hier „num" (oben, nördlich) und „sik" (unten, südlich), während der Nullpunkt (Knoten) durch „bar" gekennzeichnet ist. Unmittelbar nach dem letztern wird ausserdem noch eine bestimmte Correction angebracht. Als Beispiel hierfür diene Col. E.

Neben diesen Columnen findet man aber noch solche, in denen sich unmittelbar gar kein Bildungsgesetz verräth. Sie sind entweder durch Zusammenwirken mehrerer andern entstanden, wie Col. K aus G, H und I, oder aber nach einer eigenen, complicirten astronomischen Regel aus einer frühern Columne gebildet worden. Solcher Art ist Col. C.

Schon aus dieser Uebersicht mag der Leser entnehmen, wie selbst die blosse Erkenntniss des arithmetischen Verlaufs der Columnen — abgesehen von ihrer astronomischen Bedeutung — mitunter nicht leicht ist, zumal das Gesetz der Reihen häufig durch Beschädigungen der Tafeln verdeckt wird. Und doch ist die Ueberwindung dieser Schwierigkeiten nur eine Vorschule für das Studium der viel verwickelteren Verhältnisse der Syzygien- und Finsternisstafeln des II. Systems. Dies ist auch der Hauptgrund, warum wir die Neulichttafel Nr. 272 und ihre Verwandten bezüglich des Mondlaufs an erster Stelle untersuchen, obwohl sie einer jüngern Zeit angehören.

Nun noch eine kurze Verständigung betreffs einiger Bezeichnungen.

Die Lage des idealen Maximums haben wir in den Tafeln stets durch einen doppelten, die des Minimums durch einen einfachen Horizontalstrich, den Durchgang durch null aber mittelst einer Punktreihe angedeutet.

Ein bestimmtes Glied einer Columne wird durch den Buchstaben der letztern mit der Nummer der betreffenden Zeile als Index näher bezeichnet. So ist G_{13} der Werth der Col. G in der 13. Zeile (d. h. für den 13. Neu- oder Vollmond).

Dies vorausgeschickt, gehen wir über zur Erklärung der einzelnen Columnen, und zwar zunächst von Col. F bis L, da gerade die Resultate ihrer Untersuchung einen interessanten Vergleich mit den oben erwähnten Berichten der griechischen Astronomen über die Chaldäer gestatten und zugleich an Eppings Arbeiten anschliessen.

Col. F.

Die tägliche Winkelbewegung des Mondes (Mondgeschwindigkeit).

Structur der Columne. Die charakteristischen Werthe.

(9) Eppings Untersuchung lässt über den Charakter der Columne keinen Zweifel übrig: sie stellt sicher die wechselnde tägliche Bewegung des Mondes dar. Das verräth sich schon darin, dass der Zahlenwerth der ersten Abtheilung nicht viel über 15 hinauf und nie über 10 hinab geht, und die Identität des mittlern Zahlenwerthes mit jenem der mittlern Mondgeschwindigkeit gibt eine schon genügende Entscheidung. Dazu kommt dann noch der weiter unten erbrachte Nachweis, dass der Col. F der anomalistische Monat zu Grunde liegt und ihr ideales Minimum dem Apogäum, ihr ideales Maximum dem Perigäum der Mondbahn entspricht. Der Maximalwerth (M) folgt aus F_{36} und F_{37} in Verbindung mit der regelmässigen Differenz der einzelnen Glieder der Columne $d = 0 - 36$. Indem wir die hier vorliegenden Grössenklassen als Grade, Minuten und Sekunden bezeichnen, erhalten wir gemäss der in n. 8 aufgestellten Formel

$$M = \frac{14^0\ 56'\ 10'' + 15^0 + 36'}{2} = 15^0\ 16'\ 5''.$$

In ähnlicher Weise folgt aus F_{29} und F_{30} das ideale Minimum (m) $= 11^0\ 5'\ 5''$ und aus M und m der Mittelwerth (μ) $= 13^0\ 10'\ 35''$. Mit diesem Ergebniss hat sich Epping begnügt. Er bemerkt nur noch: „Ein tieferes Eingehen auf die arithmetische Verwerthung dieser Columne für die Berechnung des Neumondes ist uns freilich versagt, da das Material dazu noch fehlt.“

Wir wollen uns nun etwas eingehender mit dieser wichtigen Columne, und zwar vor allem mit ihren Grenzwerthen befassen.

Aber zuvor noch eine Bemerkung über den Mittelwerth (μ). Zunächst möge nicht übersehen werden, wie vollkommen derselbe mit den Angaben von Geminus über die chaldäische Mondgeschwindigkeit, welche aus dem Saros hervorgeht, übereinstimmt (vgl. n. 3). Da aber der Werth $13^0\ 10'\ 35''$ doch nicht ganz exact ist, so wollen wir, bevor wir den Chaldäern den Tribut unserer Bewunderung zollen, zusehen, ob sich nicht eine bessere Gelegenheit dazu bietet. In der That wird sich auch aus der Col. A des nämlichen Tablets ein genauerer Werth für die (mittlere) siderische Mondgeschwindigkeit ergeben als aus Col. F. Sie beträgt nämlich $13^0\ 10'\ 34''\ 51'''\ 3{,}6''''$, während sie in Wirklichkeit $13^0\ 10'\ 34''\ 52'''\ 41''''$ ausmachte (vgl. n. 52). Der Mittelwerth der Col. F wurde somit von den Chaldäern selbst nur als bequemer Näherungswerth gebraucht.

Schwierigkeiten einer schematischen Darstellung des Mondlaufs.

(10) Wenden wir uns nun kurz den beiden Grenzwerthen M und m zu!

Stünde der Mond ausschliesslich unter dem Einfluss der irdischen Anziehungskraft, so hätten wir eine rein elliptische Bahn vor uns, und die Berechnung der Winkelgeschwindigkeit des Mondes in den verschiedenen Punkten seiner Bahn wäre ein verhältnissmässig einfaches Problem der Mechanik. Der Rechnung zufolge würde dann der Mond vom Perigäum aus in einem Tage einen Bogen zurücklegen, der vom Centrum der Erde aus gesehen unter einem Winkel von beiläufig $14^0\ 47'$ erscheint, während die Winkelgeschwindigkeit im Apogäum etwa $11^0\ 53'$ betrüge. Allerdings liesse sich die Mondbewegung auch dann nur annähernd schematisch darstellen; denn das Anwachsen der Winkelgeschwindigkeit vom Apogäum zum Perigäum verläuft durchaus nicht nach dem Gesetze einer einfachen arithmetischen Reihe, sondern erfährt gegen das Perigäum hin eine Steigerung. Die Schwierigkeit einer schematischen Wiedergabe der Mondbewegung liegt aber vor allem in den bekannten Störungen, welche die Anziehungskraft der Sonne auf den Erdtrabanten hervorruft, von denen namentlich die „Evection" und „Variation" sich bemerklich machen.

Die Evection (von Ptolemäus entdeckt) besteht wesentlich in einer periodischen Aenderung der Excentricität der Mondbahn. Ihre Ursache liegt darin, dass bald der Mond bald die Erde der Sonne näher ist, letztere somit eine ungleiche Attraction auf Erde und Mond ausübt, sie auseinander zieht. Dieser Einfluss ist am grössten, wenn Neu- und Vollmond mit den Apsiden zusammentreffen; dagegen verräth sich die Störung namentlich durch eine Längenverschiebung in den Quadraturen, ein Umstand, welcher denn auch Ptolemäus zu seiner schönen Entdeckung führte. Da sich in den zahlreichen mir vorliegenden astronomischen Keilinschriften nirgends etwas von einer systematischen Beobachtung oder Berechnung der Quadraturen finden lässt, so ist vorderhand nicht einmal die Vermuthung berechtigt, die Chaldäer hätten um jene periodische Störung gewusst.

Dies gilt um so mehr von der viel später entdeckten Variation, die eine Aenderung der Mondlänge in den Oktanten hervorruft und auf eine durch die Sonne bewirkte Steigerung der Tangentialkraft des Mondes in den Syzygien und Verminderung in den Quadraturen zurückzuführen ist.

Beide Störungen ändern die Mondgeschwindigkeit in erheblicher Weise: während nämlich die mittlere stündliche Bewegung $32'\ 56'',5$ beträgt, beläuft sich die Ungleichheit, welche durch die Evection erzeugt wird, auf etwa $42''$, jene der Variation auf $40''$.

Schon aus diesen kurzen Andeutungen geht hervor, wie verwickelt die Mondbewegung ist. Auch die Chaldäer mussten diese zahlreichen Unregelmässigkeiten bemerken; aber da sie dieselben nicht in ihre Elemente auflösen konnten, so stellten sie lieber den Mondlauf in der denkbar einfachsten Weise dar, indem sie die Mondgeschwindigkeit gleichmässig zu- oder abnehmen liessen. Bei der schematischen Wiedergabe des (scheinbaren) Sonnenlaufes verfuhren sie weit genauer (vgl. Col. A und B); hier konnten sie es auch, da die rein elliptische Bahn der Erde von Störungen nur verhältnissmässig wenig beeinflusst wird. Gerade diese Verschiedenheit in der Darstellung des Mond- und Sonnenlaufs ist ein sprechender Beweis dafür, dass die Chaldäer die thatsächlichen Verhältnisse möglichst berücksichtigten.

Infolge jener störenden Einflüsse steigt das Maximum der Mondgeschwindigkeit bis 15° 21′ hinauf und sinkt bis 11° 46′ herab. Aber das sind natürlich Fälle, die nur bei einem möglichst gleichsinnigen Zusammenwirken aller Störungen eintreten. Dies findet aber um so seltener statt, als die letztern sich nach ganz verschiedenen Perioden vollziehen. Wenn demnach die Chaldäer als Maximum ihrer Voll- oder Neumondgeschwindigkeit 15° 16′ 5″ ansetzen, so sind sie von dem aus mehreren Perioden (von 251 synodischen Monaten) gewonnenen Durchschnittswerth des Maximums sicher nur um wenige Bogenminuten entfernt. Ihr Minimum (= 11° 5′ 5″) weicht dagegen von der Wirklichkeit erheblich ab.

Wie kamen aber die Chaldäer zu diesen beiden Grenzwerthen?

Chaldäische Bestimmung der grössten und kleinsten Mondgeschwindigkeit.

(11) Die beiden wichtigsten und unabhängigen Grössen der Col. F sind zweifellos die mittlere Mondgeschwindigkeit (= 13° 10′ 35″) und der mittlere anomalistische Monat, beziehungsweise dessen Verhältniss zum synodischen, welches gleichfalls (vgl. n. 12) in ihr versteckt liegt. Ueber die chaldäische Art der Bestimmung dieser bedeutsamen Elemente lassen die Berichte von Geminus und Ptolemäus (vgl. n. 4) keinen Zweifel zu: wir wissen, dass sie aus riesigen, mehrere Jahrhunderte umspannenden Zeiträumen hervorgegangen sind. Es ist auch schon a priori klar, dass so genaue Grössen aus den überaus schwankenden Grenzwerthen der Mondgeschwindigkeit nicht errechnet werden konnten. Wohl aber ist das Umgekehrte in irgend einer Weise der Fall: entweder beruht das Maximum (M) wesentlich auf Beobachtung und wurde dann daraus sowie aus dem Mittelwerth (μ) das Minimum (m) berechnet, oder aber man berechnete sowohl das Maximum als das Minimum aus der mittlern Aenderung der Mondgeschwindigkeit, der mittlern Geschwindigkeit und dem anomalistischen Monat.

Nach dem ersten Erklärungsversuch würde also das Minimum gemäss der Formel entstehen: $m = 2\,\mu - M$.

Freilich dürfen wir hierbei nicht voraussetzen, M sei ganz genau = 15° 16′ 5″ aus Beobachtungen hervorgegangen. Die Anlage des ganzen Systems machte hier nämlich eine — wenn auch unbedeutende — Correction nothwendig. Der Grund hiervon liegt in dem abgerundeten Werth der allgemeinen Differenz $d = 36'$ der Col. F, welcher die Winkelbewegung des Mondes während $1^d,976024886\cdots$, um die der mittlere synodische Monat grösser ist als der anomalistische, bedeutet. Um nämlich d zu erhalten, hatte man die Aufgabe zu lösen: in einem halben anomalistischen Monat (= $13^d,77728\cdots$) ändert sich die Mondgeschwindigkeit um $M - m$; wie viel beträgt die Aenderung in $1^d,976\cdots$? Es liegt auf der Hand, dass ein so glattes Resultat wie $d = 36'$ daraus nicht folgen konnte, wenn M wirklich genau der Beobachtung entsprach. Vielmehr wird sich anfangs ein d herausgestellt haben, das um etwas grösser oder kleiner ausfiel als 36′. Es war aber im Interesse der Einfachheit des Systems, dafür den abgerundeten Werth zu setzen. Durch Rückwärtsrechnen konnte sodann das Maximum endgiltig = 15° 16′ 5″ fixirt werden. Der etwaige Einwand, jener hohe Werth sei verhältnissmässig selten und somit einer Beobachtung wenig zugänglich, verliert seine Kraft, wenn man bedenkt, dass die Chaldäer schon Jahrhunderte vorher genaue Beobachtungen angestellt und ununterbrochen fortgesetzt hatten. Freilich mussten sie dabei auch des grossen Unterschiedes ihrer berechneten und beobachteten *kleinsten* Mondgeschwindigkeit gewahr werden; aber — ob sie das Räthsel zu lösen vermochten oder nicht — jedenfalls konnten sie dieser Thatsache nicht Rechnung tragen, ohne ihr einfaches Schema zu zerstören und zahlreiche Correctionen einzuführen; da war es doch vernünftiger, das zu niedrige künstliche Minimum beizubehalten.

Von den chaldäischen Grenzwerthen der Mondgeschwindigkeit weichen jene des Geminus (l. c. c. 15) ein wenig ab, obschon er den Mittelwerth den Chaldäern entlehnt. Nach einem von ihm selbst, wie es scheint, construirten Schema [1] erhält er $M = 15^0\ 14'\ 35''$ und $m = 11^0\ 6'\ 35''$; er fügt aber bei, durch Beobachtung habe sich $M = 15^0\ 11'\ 35''$, $m = 11^0\ 16'\ 11''\ 35'''$ und die tägliche *Aenderung* der Mondgeschwindigkeit $= 18'$ ergeben [2]. In der letzten Angabe ist uns zugleich eine Handhabe für einen *zweiten Erklärungsversuch* geboten. Von wem jene Beobachtungen herrühren, sagt Geminus freilich nicht; aber das ist auch nicht von Belang; es genügt zu wissen, dass die Instrumente der Alten eine durchschnittliche Aenderung der Mondgeschwindigkeit von beiläufig $\delta = 18'$ ergaben. Einen ähnlichen Werth können also auch die Chaldäer gefunden haben, wenn er nicht gar von ihnen herstammt. Aus δ folgte aber sehr einfach die Differenz der Col. *F* mittelst der Proportion $d : \delta =$ (syn. Umlauf — anom. Umlauf): $1^d = 1{,}976 : 1$ $=$ (angenähert) $2 : 1$. Also $d = 2\,\delta = 2 \cdot 18' = 36'$. Hieraus konnte man aber zunächst die Aenderung der Geschwindigkeit während $\frac{1}{4}$ anomalistischen Monats berechnen und fand so genau $2^0\ 5'\ 30''$, welche zum Mittelwerth $13^0\ 10'\ 35''$ addirt $M = 15^0\ 16'\ 5''$ und davon subtrahirt $m = 11^0\ 5'\ 5''$ ergaben.

Von den beiden Erklärungsversuchen hat sicher der zweite am meisten für sich; er leidet nicht wie der erste an der in der ausschliesslichen Berücksichtigung des obersten Grenzwerthes liegenden Einseitigkeit. Ausserdem schwankt der Durchschnittswerth der täglichen Aenderung verhältnissmässig weniger als die während mehrerer Perioden von 251 Lunationen beobachteten höchsten Werthe, ist also leichter zu beobachten. Weiterhin konnte man nach der zweiten Methode viel schneller zum Ziele kommen; es genügte ja eine durch mehrere Monate fortgesetzte Beobachtung der täglichen Aenderung in der Mondgeschwindigkeit. Endlich erklärt sich so die glatte Differenz $36'$ einfacher.

---

[1] Der Gedankengang von Geminus ist kurz folgender: $M + m$ sollten eigentlich gleich dem doppelten Mittelwerth (μ), also $= 26^0\ 21'\ 20''$ sein; aber eine nicht sehr genaue Beobachtung von M und m ergibt nur den Gesamtbetrag von 26^0, der Rest von $21'\ 20''$ entzieht sich der Wahrnehmung; dieser muss also auf M und m gleichmässig vertheilt werden; ausserdem muss M unter 16^0 und m unter 12^0 bleiben. Beides wird folgendermassen erreicht. Da der Mond in $6\frac{7}{8}$ Tagen vom Minimum zur Mitte und von da in der nämlichen Zeit zum Maximum geht, so erhält man bei der Annahme einer täglichen Aenderung von $18'$ eine Steigerung der Geschwindigkeit von m bis μ und ebenso von μ bis M gleich $6\frac{7}{8} \cdot 18' = 2^0\ 4'$. Daraus folgt $m = 13^0\ 10'\ 35'' - 2^0\ 4' = 11^0\ 6'\ 35''$ und $M = 13^0\ 10'\ 35'' + 2^0\ 4' = 15^0\ 14'\ 35''$. $M + m$ wird so wirklich gleich $26^0\ 21'\ 20''$.

[2] *Εὕρηται ἄρα ἡ μὲν ἐλαχίστη κίνησις τῆς σελήνης μοιρ. ιᾱ, πρώτων ἑξηκοστῶν ιξ, δευτέρων δὲ ια, τρίτων λε. Ἡ μεγίστη κίνησις μοιρ. ιε, ιᾱ, λε. Ἡ δὲ ἡμερησία παραύξησις πρώτων ἑξηκοστῶν ιη.*

Weitere Analyse von Col. F.

Verhältniss des anomalistischen Monats zum synodischen.

(12) Da der Columne *F* sicher der anomalistische Lauf des Mondes zu Grunde liegt, wie er sich gerade zur Zeit des Neumondes kundgibt, so wird es nicht schwer sein, daraus zu ermitteln, wie viele anomalistische Monate nach babylonischer Rechenweise genau auf eine bestimmte Anzahl synodischer Monate kommen. Damit ist dann auch das Grössenverhältniss beider gegeben. Diese Untersuchung ist um so interessanter, als Ptolemäus — wie wir oben dargelegt haben — berichtet, Hipparch habe die diesbezüglichen Resultate der Chaldäer einer Verbesserung unterworfen und gefunden, dass auf 251 synodische Monate gerade 269 anomalistische treffen. Wir wollen nun sehen, was sich aus der Columne *F* ergibt. Um des leichtern Verständnisses willen werden wir zunächst nicht die Zahlenwerthe des Tablets benutzen, sondern aus der gesetzmässigen Weiterentwicklung derselben diejenige Gruppe herausgreifen, welche mit einem Maximum der Geschwindigkeit beginnt. Die nebenstehende Columne ist eine solche; der erste Neumond trifft mit dem Perigäum fast zusammen. Da der Mond bei den folgenden Umläufen jedesmal um etwa 1,976 Tage das Perigäum früher erreicht als die Conjunction mit der Sonne, so gewinnt die anomalistische Bewegung einen immer grösser werdenden Vorsprung. Dieser beträgt zur Zeit des 8. Neumondes schon etwas mehr als einen halben anomalistischen Monat und erreicht kurz vor dem Ablauf des 14. synodischen Monats einen vollen Umlauf. Diesen Moment, welcher durch den zweiten Maximalstrich angedeutet ist, wollen wir genauer bestimmen, indem wir die Frage beantworten: in wie vielen synodischen Monaten wird der Weg von der obern zur untern Maximalgrenze zurückgelegt? Eine naheliegende Lösung ist die folgende. Die beiden Grenzwerthe schliessen zunächst 13 volle synodische Monate ein und ausserdem noch zwei Bruchtheile, die den beiden Abständen der Grenzwerthe von den benachbarten Neumonden (I und XIV) entsprechen. Die Geschwindigkeit des I. Neumondes steht vom I. Maximum um 5″, die Geschwindigkeit des XIV. Neumondes vom II. Maximum um 33′ 55″ ab. Ihre Summe (= 34′) ist immer dieselbe, sofern sich das Gesetz der Columne selbst nicht ändert. Da nun auf einen synodischen Monat die constante Differenz von 36′ fällt, so machen obige Bruchtheile zusammen $\frac{17}{18}$ und somit der ganze Zeitabstand zwischen zwei Maxima $13\frac{17}{18}$ synodische Monate aus. Ganz allgemein können wir aber auch so verfahren: Die Differenz zwischen dem I. Maximum und dem folgenden Minimum ist $4^0\ 11'$, von hier zum II. Maximum ebenso gross. Dem Abstand der beiden Maxima entspricht also ein Wechsel der Geschwindigkeit von $8^0\ 22'$, und da auf 1 synodischen Monat 36′ kommen, so erhalten wir das Resultat $8^0\ 22' : 36' = 13\frac{17}{18}$ synodische Monate.

				Maximum: 15° 16′ 5″
I.	15°	16′		
II.	14	40		
III.	14	4		
IV.	13	28		
V.	12	52		
VI.	12	16		
VII.	11	40		Minimum:
VIII.	11°	6′	10″	11° 5′ 5″
IX.	11	42	10	
X.	12	18	10	
XI.	12	54	10	
XII.	13	30	10	
XIII.	14	6	10	
XIV.	14	42	10	Maximum: 15° 16′ 5″

Nach der obigen Erklärung kommen auf diese Zeit $13\frac{17}{18} + 1$ anomalistische Monate, da ja die anomalistische Bewegung in dieser Periode einen

Vorsprung von genau einem Umlauf erreicht hat. Es sind also gemäss den babylonischen Neumondtafeln $\frac{251}{18}$ synodische Monate $= \frac{269}{18}$ anomalistischen oder einfach 251 der erstern gleich 269 der letztern, und zwar ganz genau [1]. Entwickelt man die Columne F bis über 251 synodische Monate hinaus, so müssen sich nach Ablauf derselben die frühern Werthe für die Mondgeschwindigkeiten in derselben Reihenfolge wiederholen. Es tritt hier also eine frappante Uebereinstimmung der Hipparchischen und der chaldäischen Werthe zu Tage, aus welcher sich zweifellos ergibt, dass beide für ihre Rechnung ganz dieselben Beobachtungsdaten benutzten.

Der Astronom von Rhodos gesteht denn auch ein, dass er sich nicht nur auf seine eigenen Beobachtungen stütze, sondern auch auf die der Chaldäer. Das muss wenigstens aus dem Berichte des Ptolemäus (Almag., Halma I, 216) geschlossen werden (vgl. n. 5).

Col. G.

Der synodische Monat.

Auf Col. F folgt im Tablet die nicht minder wichtige Col. G.

Schon bei oberflächlicher Betrachtung verräth sich ein gesetzmässiger Zusammenhang zwischen beiden Columnen. Es entsprechen nämlich den geringern Werthen in F stets grössere in G und umgekehrt; also bedingt das Wachsthum in F ein Abnehmen in G.

Dies tritt natürlich noch überzeugender hervor, wenn G gleich F nach erkanntem Bildungsgesetz vollständig reconstruirt ist.

Doch bevor dies geschieht, ist es zweckmässig, uns über die Bedeutung der Columne und der in ihr vorkommenden Grössenklassen klar zu werden, was jedoch nur geschehen kann, wenn wir G mit den vier folgenden Columnen H, I, K und L sorgfältig vergleichen.

Beziehungen zwischen G und den folgenden Columnen.

(13) Zwischen G und H ist unmittelbar kein Zusammenhang zu bemerken, da beide ganz disparate Zahlenwerthe repräsentiren, wohl aber zwischen G, I und K einerseits und K und L andererseits.

Beziehungen zwischen G, I und K.

Sowohl G als K weisen vier Abtheilungen von Zahlen auf, deren erste sich in G bis zu 4, in K bis zu 3 erhebt, während die drei übrigen in 60 ihre oberste Grenze haben. Auch die angenäherte Gleichmässigkeit ihres Steigens und Fallens legt den Gedanken nahe, dass K aus I hervorgegangen sei. Um dies besser zu erkennen, stellen wir die Differenz einiger correspondirenden Glieder beider Columnen fest, indem wir (wie gewöhnlich) die Nummer der Zeile, der dieselben entnommen sind, dem Buchstaben der Columne als Index beifügen. Wir finden beispielsweise:

$$\begin{aligned}
K_{27} &= G_{27} - 0^{\mathrm{I}}\ 25^{\mathrm{II}}\ \ 2^{\mathrm{III}}\ 30^{\mathrm{IV}} \\
K_{28} &= G_{28} - 0^{\mathrm{I}}\ 31^{\mathrm{II}}\ 20^{\mathrm{III}} \\
K_{32} &= G_{32} + 0^{\mathrm{I}}\ \ 9^{\mathrm{II}}\ \ 9^{\mathrm{III}} \\
K_{33} &= G_{33} + 0^{\mathrm{I}}\ 23^{\mathrm{II}}\ 29^{\mathrm{III}}.
\end{aligned}$$

[1] Das nämliche Resultat hat Epping aus Col. G erhalten.

Hiernach könnte man annehmen, dass K aus G theils durch Addition, theils durch Subtraction gebildet worden. Wenn dem so ist, so darf man erwarten, dass eine der zwischen beiden liegenden Columnen hierüber Aufschluss gibt. In der That finden sich jene Differenzen in der Col. I. Man braucht damit nur die Werthe für I_{27}, I_{28}, I_{32}, I_{33} zu vergleichen, um sich hiervon zu überzeugen. Der chaldäische Astronom hat auch das arithmetische Operationszeichen beigefügt; unser plus = *tab,* unser minus = *lal.*

Damit wissen wir jedoch noch nicht, was die Columnen G und K sachlich ausdrücken. Hierüber kann uns erst

das Verhältniss von K zu L belehren.

In L haben wir — wie Epping an dem ihm vorliegenden Fragment (dem sogen. Tablet A in „Astronomisches aus Babylon") nachgewiesen hat — das Datum des Neumondes vor uns. Hierauf deuten schon die Namen der laufenden Monate und die beigefügten Zahlen 28 oder 29. Letztere scheinen um 1 zu klein, da ja der synodische Monat zwischen 29 und 30 Tagen schwankt. Aber wir müssen uns hier erinnern, dass die Chaldäer ihren Monat nach orientalischer Sitte nicht mit dem eigentlichen Neumond, sondern mit dem erst später eintretenden Neulicht begannen.

Auf den Monatstag folgen vier Abtheilungen von Zahlen. Sie bestimmen die Tageszeit für den Eintritt des Neumondes. Die erste Abtheilung geht nicht über 5, die zweite, dritte und vierte nicht über 59 hinaus. Hieraus folgt, dass die erste Zeiteinheit $\frac{1}{6}^{d}$ ist und diese in 60 der nächst niedrigern Ordnung zerfällt u. s. f. Epping hat für die erste das Zeichen (z), für die zweite (^{0} = Zeitgrad), für die dritte ($'$), für die vierte ($''$) gewählt. So ist denn $1^z = 4^h$; $1^0 = 4^m$; $1' = 4^s$; $1'' = 4^t$ unseres Zeitmasses.

Wenn es also z. B. in L_{26} heisst: Adar 29 1 13 17 10, so bedeutet dies, dass am 29. Adar $1^z\ 13^0\ 17'\ 10''$ oder am 29. Adar $4^h\ 53^m{,}1$ [nach babyl. Mitternacht] Neumond eintrat.

Durch Vergleichung der Col. K und L ergibt sich aber mit Nothwendigkeit, dass den Zahlen der erstern gleichfalls die angeführten Zeitmasse zu Grunde liegen; denn man sieht leicht, dass L nach der folgenden einfachen Regel aus K hervorgeht:

$$L_n + K_{n+1} = L_{n+1}.$$

So ist beispielsweise $L_{32} + K_{33} = L_{33}$ oder

$$\begin{array}{rl} \text{Ulûlu} & 28.^d\ 4^z\ 41^0\ 45'\ \ 0'' \\ + & (29^d)\ 3^z\ 50^0\ \ 0'\ 40'' \\ \hline & 58.^d\ 2^z\ 31^0\ 45'\ 40'' \\ = \text{Tišrîtu} & 29.^d\ 2^z\ 31^0\ 45'\ 40''. \end{array}$$

Hierzu muss nur noch bemerkt werden, dass zu jedem Werthe von L 29^d hinzuzudenken sind, da ja der synodische Monat immer einige Stunden länger währt als 29^d und K zweifellos das Zeitintervall zwischen je 2 Neumonden angeben soll. So kommen wir im gewählten Beispiel zum 58. Tag, vom Neulicht des Ulûlu an gerechnet. Dies ist aber gemäss L_{33} der 29. Tišrîtu. Somit hatte der Ulûlu 29 Tage. Hiesse es in L_{33} Tišrîtu 28, so hätte der Ulûlu 30 Tage gehabt.

Bei der Bildung von L versteht es sich nun von selbst, dass die Babylonier von einem sichern Datum ausgehen mussten; dies konnten sie natürlich nur zur Zeit einer Sonnenfinsterniss gewinnen. Daraus dürfen wir dann den weitern Schluss ziehen, dass, wenn die berechneten Neumonddaten von der Wahrheit erheblich abweichen — wie es sich thatsächlich herausstellt —, der Grund hierfür nur in einer zu primitiven Anlage der Columnen zu suchen ist, aus denen Col. K hervorgeht; vor allem wird sich dieser Mangel in der Columne G kundgeben, welche eben nicht genau dem anomalistischen Mondlauf entspricht.

Durch den innigen Zusammenhang von K mit L einerseits und K mit G andererseits liegt es auf der Hand, dass die Zahlen in G gleichfalls babylonische Zeitangaben sind, und es liegt die Vermuthung nahe, dass wir es hier mit der ersten angenäherten Berechnung des wechselnden synodischen Monats zu thun haben, indem man zunächst ein Element ganz ausser acht liess und erst durch Col. I das Zuviel und Zuwenig beseitigte. Der Hauptursachen der unregelmässigen Dauer des synodischen Monats sind nun bekanntlich zwei: die anomalistische Bewegung der Sonne und jene des Mondes. Der Einfluss der letztern ist wegen der grossen Winkelgeschwindigkeit des Mondes erheblich grösser. Wenn wir nun sehen, dass in Col. G die einzelnen Werthe bis über 2^s ($= 8^h$) variiren, während die Correctionen, welche dieselben durch Col. I erfahren, über 30^0 ($= 1^h\ 20^m$) nicht viel hinausgehen, so ist klar, dass wenn die Babylonier überhaupt eine solche Arbeitstheilung vornahmen, sie in der Col. G nur auf den Einfluss der anomalistischen Mondbewegung Rücksicht nahmen, während die Col. I der raschern oder langsamern Sonnenbewegung und der hierdurch erzeugten Verlängerung oder Verkürzung des synodischen Monats Rechnung trug.

Dann leuchtet auch ein, warum die Col. G unmittelbar auf die Col. der Mondgeschwindigkeiten folgt, und warum die Col. I ungefähr alle sechs Monate die Vorzeichen wechselt; letzteres weist ja unzweideutig auf den anomalistischen Rundlauf der Sonne.

Nach diesen einleitenden Erwägungen wollen wir die Zahlen der Col. G selbst sprechen lassen.

Structur der Col. G. Genauigkeit ihres mittlern Werthes.

(14) Die Columne bildet eine bald steigende, bald fallende arithmetische Reihe. Die constante Differenz derselben ist $d = 22^0\ 30'$. Eine scheinbare Ausnahme hiervon findet (ähnlich wie in Col. F) an den Stellen statt, wo das Maximum (z. B. zwischen G_{30} und G_{31}) oder das ideale Minimum (z. B. zwischen G_{37} und G_{38}) liegt. Zur Bestimmung von M und m dienen wiederum die allgemeinen Formeln (n. 8); hiernach ist:

$$M = \frac{G_{30} + G_{31} + d}{2} \qquad m = \frac{G_{37} + G_{38} - d}{2}$$

$$\begin{array}{rl@{\qquad}rl}
G_{30} = & 4^s\ 11^0\ 31'\ 40'' & G_{37} = & 1^s\ 56^0\ 31'\ 40'' \\
G_{31} = & 4^s\ 24^0\ 52'\ 30'' & G_{38} = & 2^s\ 11^0\ \ 7'\ 30'' \\
d = & +\ 22^0\ 30' & d = & -\ 22^0\ 30' \\
\hline
M = & \dfrac{8^s\ 58^0\ 54'\ 10''}{2} = 4^s\ 29^0\ 27'\ 5''. & m = & \dfrac{3^s\ 45^0\ \ 9'\ 10''}{2} = 1^s\ 52^0\ 34'\ 35''.
\end{array}$$

Ganz dieselben beiden Grenzwerthe treten auch in allen andern Tablets auf, in welchen die Columne G vorkommt; und wenn auch sonstige Veränderungen vorgenommen wurden, so liess man doch jene bestehen. Danach konnte denn auch die ganze Columne G mit Sicherheit reconstruirt werden.

Ist die in n. 13 gegebene Auffassung richtig, so haben wir jedem der beiden Grenzwerthe nur noch 29^d hinzuzufügen und erhalten den längsten und den kürzesten synodischen Monat — unter der Voraussetzung, dass die Sonne sich gleichmässig bewege.

Wie nun in Col. *F* die beiden Grenzwerthe in Einklang gebracht wurden mit der mittlern Geschwindigkeit, die man am genauesten beobachten konnte, so ist zu erwarten, dass auch in Col. *G* das arithmetische Mittel aus den beiden Grenzwerthen nichts anderes ist als jener mittlere synodische Monat, wie man ihn auf die früher erwähnte Art (vgl. n. 4) gefunden haben mag.

Da sich bereits herausgestellt hat, dass die Chaldäer das nämliche Verhältniss der Dauer des synodischen Monats zu jener des anomalistischen angeben wie Hipparch (vgl. n. 5), so liegt ausserdem die Vermuthung nahe, auch bezüglich der absoluten Dauer des mittlern synodischen Monats möchte Uebereinstimmung herrschen. Die Frage ist rasch gelöst. Das arithmetische Mittel obiger Grenzwerthe:

$$\begin{array}{rrrrrr} & 29^d & 4^z & 29^0 & 27' & 5'' \\ & 29^d & 1^z & 52^0 & 34' & 35'' \\ \hline \text{beträgt:} & 29^d & 3^z & 11^0 & 0' & 50'', \end{array}$$

also nach unserer Stundenzählung:

$$29^d\ 12^h\ 44^m\ 3\tfrac{1}{3}^s\ (= 29^d{,}530594136).$$

Das ist aber bis auf den Bruchtheil einer Sekunde genau der Werth des mittlern synodischen Monats, dessen Bestimmung Ptolemäus dem Astronomen von Rhodos zuschreibt.

Dauer des anomalistischen Monats.

(15) Es versteht sich nun ausserdem von selbst, dass Hipparch und die Chaldäer auch die absolute Dauer des anomalistischen Monats vollständig gleich annehmen. Da nach beiden auf 251 synodische Monate genau 269 anomalistische fallen, so ergibt die Multiplication der Dauer des synodischen Monats mit dem Bruch $\frac{251}{269}$ die Dauer des anomalistischen Monats:

$$27^d{,}55456925 = 27^d\ 13^h\ 18^m\ 34^s{,}7.$$

$$\text{Hansen gibt für 1800 an:}\quad 27^d\ 13^h\ 18^m\ 33^s{,}7$$

$$\text{und für 800:}\quad 27^d\ 13^h\ 18^m\ 36^s{,}6.$$

Da jedoch die moderne astronomische Rechnung die Beobachtungen der weit entlegenen Vorzeit unmöglich auf absolute Genauigkeit zu prüfen im stande ist, so kann man nicht entscheiden, ob sich die Babylonier um eine Sekunde oder einen Bruchtheil derselben geirrt haben oder nicht. Ptolemäus freilich war damit nicht so zufrieden, wie mit dem obigen Werthe des synodischen Monats [cf. Almagest. lib. 4, c. 2; Halma I, 222]. Deshalb suchte er die mittlere anomalistische Mondgeschwindigkeit des Hipparch zu verbessern. Diese beträgt gemäss lib. 4, c. 3 (Halma I, 223) $13^0\,3'\,53''\,56'''\,29''''\,38'''''\,38''''''$. Nach Ptolemäus ist dieser Werth um $11''''\,46'''''\,39''''''$ zu gross; die corrigirte mittlere anomalistische Geschwindigkeit ist somit $13^0\ 3'\ 53''\ 56'''\ 17''''\ 51'''''\ 59''''''$ (lib. 4, c. 6; Halma I, 263). Nach Ptolemäus beträgt also der mittlere anomalistische Monat $= \frac{360}{13{,}06498286}$ oder

$$27^d{,}55457048 = 27^d\ 13^h\ 18^m\ 34^s{,}89.$$

Da der alexandrinische Gelehrte in seinem ganzen Verfahren eine ungemeine Sorgfalt bekundet und sich eines noch grössern Zeitraumes bediente als Hipparch (das Intervall zwischen zwei Finsternissen betrug ungefähr 854½ Jahre), so dürfen wir seiner Angabe wohl vertrauen. Ihr Unterschied vom babylonischen Werth beträgt übrigens nur $0^s,2$ und vermindert deshalb durchaus nicht den Anspruch der chaldäischen Astronomie auf unsere volle Anerkennung.

Col. H und I.

Correction des synodischen Monats im Sinne der anomalistischen Bewegung der Sonne.

(16) Mit diesen Resultaten könnten wir uns zufrieden geben, wenn es sich bloss um die mittlere Dauer des synodischen Monats handelte. Aber da wir uns noch eingehender mit den wirklichen Neumonddaten befassen müssen, so ist es auch von Wichtigkeit, welcher Art die Correctionen waren, die in der oben nur kurz erwähnten Col. *I* enthalten sind. Es wurde schon hervorgehoben, dass sie sich unmöglich auf den Mondlauf, wohl aber auf das Sonnenjahr beziehen, da etwa alle sechs Monate ein Wechsel der Vorzeichen stattfindet. Da Col. *G* bereits den wahren mittlern synodischen Monat angibt, so versteht es sich von selbst, dass die Correctionen in *I* an jenem Werthe nichts ändern durften; nur die einzelnen synodischen Monate konnten durch Hinzufügung oder Wegnahme eines bestimmten Betrags geändert werden. Dieses Plus und dieses Minus mussten sich demnach nach Ablauf eines Jahres wieder aufheben; die Periode, welche der Col. *I* zu Grunde liegt, kann folgerichtig keine andere sein als das anomalistische Jahr. Das (positive) Maximum der Columne entspricht dem Perigäum, das Minimum (d. i. der grösste negative Werth) dem Apogäum der Sonnenbahn. Denn im erstern ist die Sonnenbewegung rascher; der Mond braucht also längere Zeit, um die Sonne einzuholen und mit ihr in Conjunction zu treten. Das Gegentheil hiervon findet im Apogäum statt.

Um das Bildungsgesetz von *H* zu verstehen, müssen wir von *I* ausgehen. Die regelmässige Differenz dieser Columne ist $6^0\ 47'\ 30''$ ($= 27^m\ 10^s$), der obere Grenzwerth 21^0 ($= 1^h\ 24^m$), der untere 0. Dies ist für jeden, der diese Columne nach Analogie der Col. *F* und *G* prüft, leicht verständlich.

Die Hauptregel, nach welcher *I* aus *H* gebildet wird, ist einfach:

$$I_n + H_{n+1} = I_{n+1}$$

oder beispielsweise $\quad I_{26} + H_{27} = I_{27}$

$$11^0\ 57'\ 30'' + 13^0\ 5' = 25^0\ 2'\ 30''.$$

Eine Nebenregel kommt an jenen Stellen zur Geltung, wo die Col. *I* ihr Maximum oder ihr Minimum erreicht. Der absolute Werth beider ist gleich, und zwar $32^0\ 28'$ ($= 2^h\ 9^m\ 54^s$), nur die Vorzeichen sind verschieden.

Ist I_n das dem Maximum (M) oder Minimum (m) vorangehende und I_{n+1} das folgende Glied, so ist in mathematischer Zeichensprache:

$$M - [H_{n+1} - (M - I_n)] = I_{n+1}$$

oder

$$2\,M - (H_{n+1} + I_n) = I_{n+1}.$$

Es sei z. B. I_{30} zu bestimmen. $I_{29} = 31^0\ 50'$ und $H_{30} = 7^0\ 17'\ 30''$ sind gegeben. Zunächst wird von H_{30} so viel weggenommen, als nothwendig ist, um $31^0\ 50'$ auf den Grenzwerth $32^0\ 28'$ zu bringen, also $0^0\ 38'$. Der von H_{30} bleibende Rest $= 6^0\ 39'\ 30''$ wird dann gleichfalls vom Grenzwerth subtrahirt, und man erhält so $I_{30} = 25^0\ 48'\ 30''$.

Wir können jetzt leicht die Frage beantworten: Auf welche Periode gründet sich die Anlage der Col. *H* und *I*? Je zwei Maximalstriche (z. B. Z. 22/23 und Z. 35/36) schliessen in Col. *I* einen Zeitraum von über 12 synodischen Monaten ein; desgleichen die diesen Maximalstrichen entsprechenden Minima in der Nachbarcolumne *H*. Da in dieser das eigentliche Gesetz der fraglichen Periode zu suchen ist, so ist es unsere Aufgabe, zu prüfen, wie vielen synodischen Monaten der Abstand beider Minima entspricht. Von der obern Nullgrenze bis H_{23} sind es $1^0\ 45'$, und von H_{35} bis zur untern Nullgrenze $0^0\ 45'$. Da nun einem synodischen Monat die Differenz $6^0\ 47'\ 30''$ entspricht, so repräsentiren die beiden kleinen Abstände zusammen eine Zeit von $\frac{0^0\ 45' + 1^0\ 45'}{6^0\ 47'\ 30''} = \frac{60}{163}$ synodischen Monaten; dazu kommen die 12 synodischen Monate von H_{23} bis H_{35}. Das gesamte Intervall beträgt demnach $12\frac{60}{163}$ synodische Monate. Da ferner nach chaldäischer Angabe die Dauer des synodischen Monats $= 29^d,530594$ ist, so stellt sich die fragliche Periode wirklich als ungefähre Jahresdauer[1] von $365^d\ 5^h\ 41^m\ 41^s$ heraus. Dieses Resultat ist nun freilich — mit der wahren Dauer des anomalistischen Jahres verglichen — um 32 Minuten zu klein. Daraus darf man jedoch nicht schliessen, die Verfasser unseres Tablets hätten diese Periode nicht besser gekannt.

Indem wir die weitere Erörterung dieser Frage für eine spätere Gelegenheit uns vorbehalten, möge es hier genügen, die Periode von *H* und ihre Aufgabe zu charakterisiren: die Periode ist das anomalistische Jahr, und die Wahl ihrer Grösse ermöglichte es, zwei sehr verschiedene Bewegungen, die der Sonne und des Mondes, durch ein einfaches Verhältniss darzustellen. Man konnte nämlich so 163 Jahre = 2016 synodischen Monaten setzen, eine Gleichung, die man immer beibehalten zu haben scheint. Wenigstens zeigen die wenigen vorliegenden Fragmente bei allen sonstigen Verschiedenheiten in Bezug auf die hier in Frage stehenden Zahlenverhältnisse dieselbe Regel.

Nach dieser kurzen Uebersicht über den Verlauf und den Zweck der Columnen *G* bis *L* wollen wir die beiden für uns wichtigsten, nämlich *F* und *G*, noch einer eingehendern Prüfung unterziehen.

Beziehungen zwischen Col. F und G.

(17) **a) Ihr astronomischer Zusammenhang.**

Wenn *F* wirklich die Geschwindigkeit am Tage der Conjunction und *G* die Dauer des synodischen Monats darstellt, so müssen die Maxima und Minima beider Columnen in einem gesetzmässigen Zusammenhang stehen. Nehmen wir ausserdem an, die Col. *F* beziehe sich auf den Moment des Neumondes selbst, so wird sich nicht nur annähernd, sondern sogar ganz genau folgendes ergeben müssen:

Erreicht Col. *G* ihr Maximum, so vergeht von der ersten Conjunction bis zum ersten Durchgang durchs Apogäum (Minimum in Col. *F*) dieselbe Zeit (*T*) wie vom zweiten Durchgang durchs Apogäum bis zur zweiten Conjunction, und zwar ist *T* gleich der halben Differenz des grössten synodischen Monats und des mittlern anomalistischen Monats.

Zum Verständniss dieses Satzes diene nachstehende Erwägung.

[1] Schon Epping hat dieselbe durch einen ähnlichen Gedankengang gefunden.

Da der synodische Lauf länger ist als der anomalistische, so kann es geschehen, dass der Mond innerhalb des erstern zweimal das verzögernde Apogäum oder das beschleunigende Perigäum oder endlich eine Stelle zwischen beiden passirt.

Im ersten Fall wird der synodische Monat nothwendig von längerer, im zweiten von kürzerer, im dritten von mittlerer Dauer sein. Für unsern Zweck genügt es, den ersten Fall näher zu prüfen.

Ein zweimaliger Durchgang des Mondes durchs Apogäum ist innerhalb eines synodischen Monats natürlich nur dann möglich, wenn die erste Conjunction um ein beliebiges Intervall vor und die zweite um ein ebensolches hinter jenem Durchgangspunkt liegt. Je nachdem nun diese beiden Intervalle einander gleich oder verschieden sind, wird auch die Dauer des synodischen Monats eine andere.

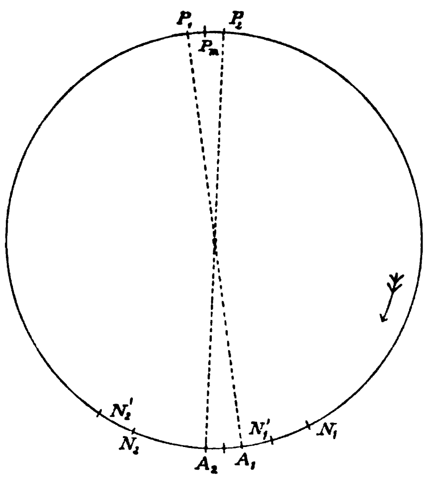


Fig. 1.

Dies lässt sich mit Hilfe nebenstehender Figur leicht verfolgen. Der Kreis stellt die Mondbahn dar, der Pfeil die Bewegungsrichtung. Die einzelnen Punkte bedeuten Oerter, und zwar A_1 und A_2 den ersten und zweiten Durchgang durchs Apogäum, P_1 und P_2 die entsprechenden Durchgänge durch das Perigäum, P_m das mittlere Perigäum, N_1 und N_2 den ersten und zweiten Neumond.

Der synodische Lauf $N_1\ P_m\ N_2$ setzt sich nun zusammen aus dem (mittlern) anomalistischen $A_1\ P_m\ A_2$ und der Summe der beiden Bogenstücke $N_1\ A_1 + A_2\ N_2$. Bezeichnen wir ersteres kurz mit a, letzteres mit b. Da die Zeit des mittlern anomalistischen Laufes constant ist, so ist die Monatsdauer einzig von der Zeit abhängig, in welcher a und b zurückgelegt werden. Diese ist aber am längsten, wenn $a = b$ ist; denn ist $a \lesseqgtr b$, so wird sie immer kürzer, und zwar um so mehr, je grösser die Differenz von a und b ist.

Zum Beweise nehmen wir einmal an, die Lage von N_1 und N_2 in unserer Figur genüge gerade der Bedingung: $a = b$; lassen wir dann den 1. Neumond näher gegen A_1 hin, etwa auf N_1' fallen, so wird offenbar der 2. Neumond jenseits N_2, etwa in N_2' liegen und $a < b$ sein müssen. Der Einfachheit halber mögen hierbei die Verschiebungen der beiden Neumonde zunächst als gleich vorausgesetzt werden, so dass $N_1\ N_1' = N_2\ N_2'$; diese sind zugleich die einzigen Bogenstücke, durch welche a und b sich in dem einen und dem andern Fall unterscheiden. Nun wird aber $N_1\ N_1'$ offenbar langsamer durchlaufen als $N_2\ N_2'$, da jener Bogen dem Apogäum näher liegt als dieser; folgerichtig wird auch die ganze Bogensumme $a + b$ in unserem ersten Falle langsamer durchlaufen als im zweiten, und somit ist dort auch die Monatsdauer eine grössere als hier. Dies wird um so mehr zutreffen, als der Bogen $N_2\ N_2'$ eben wegen der raschern Bewegung des Mondes noch etwas kürzer ausfällt als $N_1\ N_1'$.

Was wir hier für den Fall, dass $a < b$, bewiesen haben, gilt aus den gleichen Gründen auch unter der Bedingung, dass $a > b$, und man sieht auch ohne weiteres ein, dass die Monatsdauer um so kleiner ausfällt, je grösser der Unterschied von a und b ist.

Somit erreicht der synodische Monat sein Maximum, wenn der 1. Neumond vom 1. Durchgang durch das Apogäum gerade so weit entfernt ist als der 2. Durchgang vom 2. Neumond; da aber diese beiden Intervalle mit gleicher Geschwindigkeit zurückgelegt werden, so ist auch die dazu erforderliche Zeit T dieselbe, und zwar, wie ein Blick auf die Figur lehrt, $= \frac{1}{2}$ (grösster synodischer Monat — anomalistische Umlaufszeit) $= \frac{1}{2}$ ($29^d,7484$ — $27^d,55457$) $= 1^d,0969$.

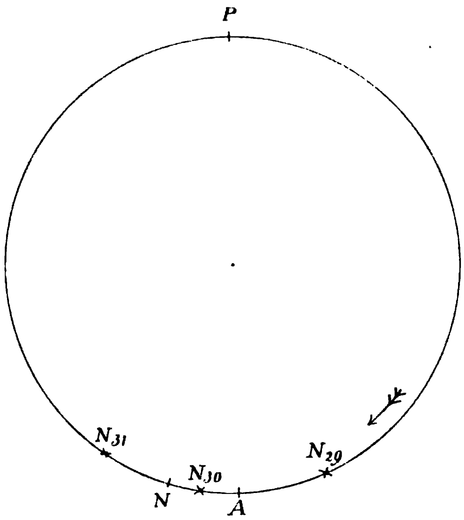


Fig. 2.

Kehren wir nun zu den Columnen F und G unserer Tablets zurück und machen wir die Probe, ob für den Fall, wo G ein Maximum erreicht, das Ende des Monats vom unmittelbar vorausgehenden Minimum in F (d. h. vom Durchgangspunkt durchs Apogäum) ebenfalls um $1^d,0969$ absteht. Wir benutzen hierzu folgende gut erhaltene Stelle aus Nr. 272, wovon jedoch bloss Zeile 29 bis 31 in Rechnung kommen. Das Apogäum A ist dadurch zeitlich fixirt, dass es zwischen F_{29} und F_{30} liegt, während der ideale Neumond (N), mit dem der längste Monat schliesst, durch das Maximum (M) zwischen G_{30} und G_{31} fixirt ist. Die Zahlenwerthe beider Columnen beziehen sich ja auf die Zeit der einzelnen wirklichen Neumonde, indem F die Geschwindigkeit derselben, G die Dauer des gerade vollendeten synodischen Monats angibt, und wir wissen auch, dass die Aenderung dieser Werthe von Zeile zu Zeile regelmässig ist und stets dem Unterschiede des jeweiligen synodischen Monats und des anomalistischen entspricht.

Zeile		Col. F				Col. G			
22.		14°	54′	10″		2ˢ	20°	16′	40″
23.		15	2			1	57	46	40
24.		14	26			2	9	52	30
25.		13	50			2	32	22	30
26.		13	14			3	54	52	30
27.		12	38			3	17	22	30
28.		12	2			3	39	52	30
29.		11	26			4	2	22	30
30.	(A)	11	20	10		4	24	52	30
31.		11	56	10	(M)	4	11	31	40

Dieser rein zeitlichen Vorstellung kommt durch die beigegebene Kreisfigur die räumliche zu Hilfe. N_{29} bedeutet den Ort der Conjunction, in der die Mondgeschwindigkeit F_{29} beträgt; N_{30} den Ort der nächsten Conjunction, wo die Geschwindigkeit F_{30} ist und wo der Monatslauf, dessen Dauer $= G_{30}$ ($+ 29^d$), beendigt ist; N_{31} endlich bezieht sich auf die Conjunction, mit der ein weiterer synodischer Monatslauf von der Dauer G_{31} ($+ 29^d$) vollendet ist. Zwischen N_{29} und N_{30} liegt das Apogäum (A), zwischen N_{30} und N_{31} der Ort der Conjunction (N), mit welcher der längste synodische Monat schliessen würde. Es gilt nun, die Zeit T zu bestimmen, die der Mond braucht, um von A nach N zu gelangen; diese Zeit stellt sich dar als eine Summe der Zeit t_1, die von A bis N_{30}, und der Zeit t_2, welche von N_{30} bis N verstreicht.

Nach diesen Erklärungen kann das Verständniss des Folgenden auf keine Schwierigkeiten stossen.

Bestimmung von t_1. Die Aenderung der Mondgeschwindigkeit von F_{29} bis F_{30} beträgt nach dem Bildungsgesetz der Columne 36′ und entspricht einer Zeit von G_{30} (+ 29^d) — 1 anomalistischen Monat. Da G_{30} (+ 29^d) = $29^d\ 4^s\ 24^0\ 52'\ 30'' = 29^d,7358$ und der babylonische anomalistische Monat = $27^d,55457$, so ändert sich die Mondgeschwindigkeit in $2^d,1812$ um 36′. Andererseits ist die Geschwindigkeitsänderung von A (wo $F = 11^0\ 5'\ 5''$ sein muss) bis N_{30} (wo $F = 11^0\ 20'\ 10''$) gleich 15′ 5″. Somit besteht die Proportion:

$$t_1 : 2^d,1812 = 15'\ 5'' : 36',$$

woraus:

$$t_1 = 0^d,914.$$

Bestimmung von t_2. Die Aenderung von G_{30} auf G_{31} beträgt (in babylonischem Zeitmass) $22^0\ 30'$ und vollzieht sich in einer Zeit, welche gleich ist der Differenz G_{31} (+ 29^d) — 1 anomalistischen Monat. Nun ist G_{31} (+ 29^d) = $29^d\ 4^s\ 11^0\ 31'\ 40'' = 29^d,6987$ und der anomalistische Monat wie vorhin $27^d,55457$. Somit ändert sich G in $2^d,14413$ um $22^0\ 30'$. Andererseits ist die Aenderung von G_{30} bis zum Maximum ($4^s\ 29^0\ 27'\ 5''$) = $4^s\ 29^0\ 27'\ 5'' - 4^s\ 24^0\ 52'\ 30'' = 4^0\ 34'\ 35''$. Es gilt daher die Proportion:

$$2^d,14413 : t_2 = 22^0\ 30' : 4^0\ 34'\ 35'',$$

woraus folgt:

$$t_2 = 0^d,436.$$

Die gesuchte Zeit T ist daher $t_1 + t_2 = 0^d,914 + 0^d,436 = 1^d,35$, während die Theorie $1^d,0969$ verlangt; der Unterschied beträgt $0^d,253$, also nahe ¼ Tag. Daraus ergibt sich der Schluss, dass Col. F und Col. G wohl annähernd, aber nicht genau einander entsprechen, und dass Col. G, obwohl sie genau denselben synodischen und denselben anomalistischen Monat enthält wie Col. F, doch nicht nach einem bestimmten Rechenschema aus ihr hervorgegangen ist, sondern in erster Linie sich auf die Beobachtung stützt. Die Untersuchung der gleichen Columnen eines andern Tablets (in n. 18) wird hierfür einen zweiten Beweis erbringen.

b) Arithmetische Verschiebungen von G gegen F.

(18) Für die Beurtheilung des Alters oder der etwa vorkommenden Aenderungen des Systems ist es weiterhin von Interesse, zu erfahren, wie Col. F und G nebeneinander verlaufen, ob ihre einmal angenommenen Beziehungen, die sich aus n. 17 ergaben, immer festgehalten wurden oder nicht. Hierbei erkennt man auch deutlich, wie die Chaldäer verfuhren, um sowohl in F als in G die Gleichung zu wahren: 251 synodische Monate = 269 anomalistische Monate.

α) Scheinbare gegenseitige Verschiebungen der Col. F und G.

Führt man von gegebenen Gliedern der Columne (etwa von Zeile 36 in Nr. 272) ausgehend ihre Weiterentwicklung durch, so wird man nach einiger Zeit gewahr, dass der Maximalstrich in F, welcher in unserem Tablet über dem Minimalstrich von G steht, auf gleiche Linie mit dem letztern kommt. Dies trifft dann ein, wenn schon das 6. Glied nach dem Minimum so gross ist, dass bei Hinzufügung der regelmässigen Differenz das Maximum überschritten würde. Da das aber keinen Sinn hätte, so muss der Maximalstrich von G eine Zeile höher hinaufgerückt werden. Beim weitern Verlauf bleiben nun Maximalstrich von G und Minimalstrich von F so lange auf derselben Linie, bis wiederum das 6. Glied nach einem Minimum von F vom idealen Maximum um weniger als die constante Differenz verschieden ist.

Folgerichtig rückt dann der Maximalstrich von F über den Minimalstrich von G hinauf, und so entsteht abermals eine scheinbare Verschiebung. Dies wird durch nebenstehendes Schema veranschaulicht. Bei a und b sind F und G gegeneinander verschoben; bei c fallen das Minimum der einen und das Maximum der andern in eine Linie; so bleibt es bis e, wo Col. G wiederum eine Stufe herabsinkt. In dieser Weise wiederholt sich das Spiel fort und fort. Die Störungen sind nur scheinbare. Selbst die einzelnen Zahlenwerthe in F und G kehren nebeneinander wieder. Die Periode, in der dies stattfindet, lässt sich auch ohne Durchführung der vollständigen Entwicklung bestimmen. Man braucht sich ja bloss daran zu erinnern, dass der Col. F der anomalistische, aber der Col. G sowohl der anomalistische als auch der synodische Monat zu Grunde liegt. Da nun nach Annahme der Babylonier auf 251 synodische Monate genau 269 anomalistische treffen, so müssen nach Ablauf dieser Zeit in den beiden Columnen ganz dieselben Zahlen wieder auftreten. Diese Beziehungen setzen uns nicht nur in den Stand, F aus G oder G aus F abzuleiten, sondern auch, wie alsbald (n. 26) gezeigt wird, das Alter der hierher gehörigen Tablets auf kürzerem Wege zu bestimmen, als es sonst geschehen könnte.

		Col. *F.*				Col. *G.*			
Z. 36	a)	14°	56′	10″					
		15			a′)	1ˣ	56°	31′	40″
						2	11	7	30
		:	:	:		:	:	:	:
		:	:	:		:	:	:	:
	b)	15	2	10		:	:	:	:
		14	54			1	56	46	40
		14	18		b′)	2	14	52	30
		13	42			2	37	22	30
		13	6			2	59	52	30
		12	30			3	22	22	30
		11	54			3	44	52	30
		11	18			4	7	22	30
	c)	11	28	10	c′)	4	29	1	40
		:	:	:		:	:	:	:
		:	:	:		:	:	:	:
	d)	11	6			4	14	52	30
		11	40	10	d′)	4	21	31	40
		11	16	10		3	59	1	40
		12	52	10		3	36	31	40
		13	28	10		3	14	1	40
		14	4	10		2	51	31	40
		14	40	10		2	29	1	40
	e)	15	16			2	6	31	40
					e′)	2	1	7	30

β) Wirkliche Verschiebungen der Col. F und G.

Ausser der erwähnten scheinbaren Unregelmässigkeit kommt aber auch eine solche vor, welche auf eigens angebrachten Aenderungen zu beruhen scheint.

Eine derartige wirkliche Verschiebung offenbart sich z. B. in Tablet Nr. 99 (81—7—6) (vgl. n. 23), wie folgende Zusammenstellung lehrt:

Zeile	Aus Nr. 99 (Obvers-Neumonde)		Entwickelt gemäss Nr. 272 (oder Sp. I. 162)	
	F Mondgeschwindigkt.	*G* Synod. Monat — 29ᵈ	*F* Mondgeschwindigkt.	*G* Synod. Monat — 29ᵈ
1.	12° 10′ ″	3ˣ 48° 49′ 35″	12° 10′ ″	3ˣ 34° 52′ 30″
2.	11 34	4 11 19 35	11 34	3 57 22 30
3.	11 12 10	4 25 4 35	11 12 10	4 19 52 30
4.	11 48 10	4 2 34 35	11 48 10	4 16 31 40
5.	11 24 10	3 40 4 35	11 24 10	3 54 11 40
6.	13 0 10	3 17 34 35	13 0 10	3 31 31 40
7.	13 36 10	2 55 4 35	13 36 10	3 9 1 40
8.	14 12 10	2 32 34 35	14 12 10	2 46 31 40
9.	14 48 10	2 10 4 35	14 48 10	2 24 1 40
10.	15 8	1 57 34 35	15 8	2 1 31 40
11.	14 32	2 20 4 35	14 32	2 6 7 30
12.	13 56	2 42 34 35	13 56	2 28 37 30
13.	13 20	3 5 4 35	13 20	2 51 7 30
14.	12 44	3 27 34 35	12 44	3 13 37 30

Während Col. F in beiden Tabellen ganz die gleiche ist, zeigt Col. G der ersten gegenüber den Zahlen der zweiten die erhebliche Verschiebung von $\mp 13^{0}\,57'\,5''$. Würde man in ähnlicher Weise, wie es in n. 17 geschehen ist, die Zeitdistanz eines Minimums in F von dem darauffolgenden Maximum in G an den Zahlen von Tablet Nr. 99 untersuchen, so würde man ein noch abweichenderes Resultat, nämlich $1^{d},447$ (statt $1^{d},097$) erhalten. Darin liegt ein neuer Beweis, dass man G nicht aus F berechnete, sondern selbständig auf Grund von Beobachtungen entwickelte.

Wir sagten oben, die in Nr. 99 eingehaltene Ordnung der Zahlen in G scheine auf einer eigens angebrachten Aenderung zu beruhen; dies lässt sich damit begründen, dass Sp. I, 162 und Nr. 272, in denen (wie auch in Sp. I, 143) die andere Ordnung gilt, 30 Jahre auseinander liegen und somit eine gewisse Garantie bieten, dass man während dieser Zeit ihr System beibehielt; dazu kommt aber noch, dass (aus später zu erörternden Gründen) Nr. 99 jünger zu sein scheint als die beiden erstgenannten Tablets.

Col. L.

Datum des Neumondes.

(19) Wie wir sahen, haben alle bisher betrachteten Columnen den gemeinsamen Hauptzweck, das astronomische Datum des Neumondes festzustellen, wie es sich in Col. L findet. Gerade sie bietet daher ein besonderes Interesse, indem sie über den Grad von Genauigkeit der chaldäischen Rechnung belehrt und zugleich die Grundlage bildet für die Gleichstellung der einzelnen Monatstage der S. Ä. mit den julianischen. Wir haben hier nur die berechneten Neumonddaten mit den chaldäischen Angaben zu vergleichen, und wir sind am Ziele. Dies geschieht in der auf S. 32 folgenden tabellarischen Uebersicht.

Col. I = Col. L aus Nr. 272 (81—7—6); Col. II gibt die chaldäischen Daten in unserem Zeitmass; Col. III enthält die für die geographische Länge von Babylon und Mitternacht als Tagesanfang berechneten Neumonddaten. Zur Erleichterung der Vergleichung ist noch Col. IV hinzugefügt, welche die Differenzen zwischen chaldäischer Angabe und unserer Berechnung darstellt.

Daraus erkennt man, dass die berechneten Daten von den chaldäischen $\frac{1}{2}$ bis $2\frac{1}{2}$ Stunden abweichen, und zwar alle in d e m s e l b e n Sinne. Die Differenz würde allerdings geringer ausfallen, wenn wir den babylonischen Tagesanfang der astronomischen Rechnungstafeln um etwa eine Stunde zurückverlegten. Dies geht jedoch nicht an. Denn zunächst hat schon E p p i n g überzeugend nachgewiesen, dass der Tagesanfang dort auf Mitternacht fällt [1]. Ausserdem werden wir (n. 26) erfahren, dass in einem um 30 Jahre ältern Tablet, als das vorliegende, die chaldäischen Neumonddaten um fast ebensoviel gegen die berechneten zurückbleiben, als sie hier grösser erscheinen.

Der Grund dieser bald positiven, bald negativen Abweichungen ist hauptsächlich darin zu suchen, dass Col. G sich wohl auf den richtigen mittlern synodischen Monat aufbaut, aber den anomalistischen Lauf des Mondes und die Monatsdauer, soweit sie hiervon abhängig ist, nicht genau wiedergibt. Theilweise beruhen die Ungenauigkeiten auch auf der mangelhaften Bestim-

[1] Astron. aus Babyl. S. 93 ff.

Chaldäische Neumonddaten von 207 S. Ä. Adar bis 210 Adar II.

(Durch Rechnung geprüft.)

Zeile	I = Col. *L* Babylonisches Datum in ursprünglichem Zeitmass						II. Babyl. Dat. in unserem Zeitm.	III. Berechnet für die Länge von Babylon (Mitternacht = 0^h)		IV. Differenz zwischen II u. III.
1.	*Ad.*	*29*	*9*	*2*	*43*	*50*	$4^h\ 11^m$	—103	März $23^d\ 2^h\ 57^m,3$	+ $1^h\ 13^m,7$
2.	*Nis.*	*28*	*5*	*2*	*54*		$20^h\ 11^m,6$		Apr. $21^d\ 19^h\ 2^m,1$	+ $1^h\ 9^m,5$
3.	Airu	28	2	46	40	0	$11^h\ 6^m,6$		Mai $21^d\ 9^h\ 55^m,5$	+ $1^h\ 11^m,1$
4.	Sim.	29	0	6	37	40	$0^h\ 26^m,5$		Juni $19^d\ 23^h\ 38^m,4$	+ $0^h\ 47^m,1$
5.	Dûz.	28	3	7	47	20	$12^h\ 30^m,1$		Juli $19^d\ 12^h\ 5^m,7$	+ $24^m,4$
6.	*Âbu*	*28*	*5*	*58*	*44*	*30*	$23^h\ 55^m$		Aug. $17^d\ 23^h\ 18^m,7$	+ $35^m,3$
7.	Ul. I	28	2	46	16	40	$11^h\ 5^m,1$		Sept. $16^d\ 9^h\ 28^m,6$	+ $1^h\ 36^m,5$
8.	Ul. II	28	5	27	26	20	$21^h\ 49^m,7$		Oct. $15^d\ 19^h\ 34^m,5$	+ $2^h\ 15^m,2$
9.	Tišr.	29	1	55	26	0	$7^h\ 41^m,7$		Nov. $14^d\ 5^h\ 54^m,3$	+ $1^h\ 47^m,4$
10.	Araḫ-s.	28	4	35	34	0	$18^h\ 22^m,3$		Dec. $13^d\ 16^h\ 59^m,7$	+ $1^h\ 22^m,6$
11.	Kisl.	28	1	35	52	0	$6^h\ 23^m,5$	—102	Jan. $12^d\ 4^h\ 48^m,9$	+ $1^h\ 34^m,6$
12.	Teb.	28	4	47	37	30	$19^h\ 10^m,5$		Feb. $10^d\ 17^h\ 12^m,2$	+ $1^h\ 58^m,3$
13.	Šab.	29	2	4	3	0	$8^h\ 16^m,2$		März $12^d\ 6^h\ 14^m,1$	+ $2^h\ 2^m,1$
14.	Ad.	28	5	25	36	0	$21^h\ 42^m,4$		Apr. $10^d\ 20^h\ 19^m,4$	+ $1^h\ 23^m$
15.	Nis.	*28*	*2*	59	4	0	$11^h\ 56^m,2$		Mai $10^d\ 10^h\ 37^m,5$	+ $1^h\ 18^m,7$
16.	Air.	29	*0*	51	14	30	$3^h\ 25^m$		Juni $9^d\ 1^h\ 53^m,3$	+ $1^h\ 21^m,7$
17.	Sim.	28	4	33	32	*10*	$18^h\ 14^m,1$		Juli $8^d\ 17^h\ 9^m,5$	+ $1^h\ 4^m,6$
18.	Dûz.	28	2	3	7	*20*[1]	$8^h\ 12^m,5$		Aug. $7^d\ 7^h\ 44^m,7$	+ $0^h\ 27^m,8$
19.	Âbu	28	5	26	*47*	30	$21^h\ 47^m,2$		Sept. $5^d\ 21^h\ 11^m,1$	+ $0^h\ 36^m,1$
20.	Ul.	22	2	*46*	35	10	$11^h\ 6^m,1$		Oct. $5^d\ 9^h\ 35^m,7$	+ $1^h\ 30^m,4$
21.	Tišr.	28	*5*	55	42	50	$23^h\ 42^m,8$		Nov. $3^d\ 21^h\ 20^m,6$	+ $2^h\ 22^m,2$
22.	Araḫ-s.	28	2	47	23	0	$11^h\ 9^m,5$		Dec. $3^d\ 8^h\ 44^m,6$	+ $2^h\ 24^m,9$
23.	Kisl.	28	5	16	57	10	$21^h\ 7^m,8$	—101	Jan. $1^d\ 19^h\ 43^m,0$	+ $1^h\ 24^m,8$
24.	Teb.	29	1	50	4	40	$7^h\ 20^m,2$		Jan. $31^d\ 6^h\ 11^m,8$	+ $1^h\ 8^m,4$
25.	Šab.	28	4	30	22	10	$18^h\ 1^m,5$		März $1^d\ 16^h\ 10^m,2$	+ $1^h\ 51^m,3$
26.	Adar.	29	1	13	17	10	$4^h\ 53^m,1$		März $31^d\ 2^h\ 31^m,4$	+ $2^h\ 21^m,7$
27.	Nis.	28	4	5	37	10	$16^h\ 22^m,5$		Apr. $29^d\ 14^h\ 52^m,0$	+ $1^h\ 20^m,5$
28.	Airu	29	1	14	9	40	$4^h\ 56^m,6$		Mai $29^d\ 3^h\ 13^m,9$	+ $1^h\ 42^m,7$
29.	Sim.	28	4	44	42	10	$19^h\ 0^m$		Juni $27^d\ 17^h\ 53^m,5$	+ $1^h\ 6^m,5$
30.	Dûz.	28	2	43	46	10	$10^h\ 55^m,1$		Juli $27^d\ 9^h\ 35^m,6$	+ $1^h\ 19^m,5$
31.	Âbu	29	0	43	34	20	$2^h\ 54^m,3$		Aug. $26^d\ 1^h\ 41^m,8$	+ $1^h\ 12^m,5$
32.	Ul.	28	4	41	45	0	$18^h\ 47^m,0$		Sept. $24^d\ 17^h\ 31^m,2$	+ $1^h\ 15^m,8$
33.	Tišr.	29	2	31	45	40	$10^h\ 7^m,0$		Oct. $24^d\ 8^h\ 40^m,9$	+ $1^h\ 26^m,1$
34.	Araḫ-s.	29	0	6	48	50	$0^h\ 27^m,2$		Nov. $22^d\ 22^h\ 43^m,6$	+ $1^h\ 43^m,6$
35.	*Kisl.*	*28*	*3*	*20*	*7*	*0*	$13^h\ 20^m,5$		Dec. $22^d\ 11^h\ 17^m,8$	+ $2^h\ 2^m,7$
36.	Teb.	29	0	6	15	40	$0^h\ 25^m,0$	—100	Jan. $20^d\ 22^h\ 10^m,1$	+ $2^h\ 14^m,9$
37.	Šab.	28	2	17	4	20	$9^h\ 8^m,3$		Febr. $19^d\ 7^h\ 33^m,8$	+ $1^h\ 34^m,5$
38.	Ad. I	28	4	22	*51*[2]	20	$17^h\ 31^m,4$		März $19^d\ 16^h\ 6^m,3$	+ $1^h\ 25^m,1$
39.	Ad. II	29	0	35[3]	*33*	*20*	$2^h\ 22^m,3$		Apr. $18^d\ 0^h\ 48^m,0$	+ $1^h\ 34^m$

[1] nicht 30. [2] nicht 41. [3] nicht 25.

mung von *I* (der Aenderung, welche vom ungleichmässigen Sonnenlauf herrührt); doch ist diese Fehlerquelle von untergeordneter Bedeutung.

Jetzt erklärt es sich auch, warum in den chaldäischen Mondephemeriden die Zeit der Mond- und Sonnenfinsternisse (wie schon Epping fand [1]) zuweilen zwar ziemlich genau stimmt, aber in vielen Fällen ganz erheblich von der berechneten (im positiven oder im negativen Sinne) abweicht.

[1] Astron. aus Babyl. S. 30.

(20) Indem wir die weitere Verfolgung dieses Gegenstandes auf n. 26 verschieben, wollen wir nur noch eine Reihe von Datengleichungen feststellen, welche sich aus obiger Tabelle ergeben (mit Beschränkung auf die nicht lädirten Monatstage).

Jahr S. Ä.	Datengleichungen	Jahr Ch. Ä.
208	. . . .	— 103
	28. Airu = 21. Mai	
	1. „ = *24. April*	
	29. Simannu = 20. Juni	
	1. „ = *23. Mai*	
	28. Dûzu = 19. Juli	
	1. „ = *22. Juni*	
	. . . .	
	28. Ulûlu I = 16. Sept.	
	1. „ = *20. Aug.*	
	28. Ulûlu II = 15. Oct.	
	1. „ = *18. Sept.*	
	29. Tišrîtu = 14. Nov.	
	1. „ = *17. Oct.*	
	28. Araḫ-s. = 13. Dec.	
	1. „ = *16. Nov.*	
	29. Kislimu = 12. Jan.	— 102
	1. „ = *15. Dec.*	
	28. Tebitu = 10. Febr.	
	1. „ = *14. Jan.*	
	29. Šabâtu = 12. Mai	
	1. „ = *12. Febr.*	
	28. Adâru = 10. Apr.	
	1. „ = *18. März*	
209	28. Nisannu = 18. Mai	
	1. „ = *13. April*	
	29. Airu = 9. Juni	
	1. „ = *12. Mai*	
	28. Simannu = 8. Juli	
	1. „ = *11. Juni*	
	28. Dûzu = 7. Aug.	
	1. „ = *11. Juli*	
	28. Âbu = 5. Sept.	
	1. „ = *9. Aug.*	
	29. Ulûlu = 5. Oct.	
	1. „ = *7. Sept.*	
	28. Tišrîtu = 3. Nov.	
	1. „ = *7. Oct.*	

Jahr S. Ä.	Datengleichungen	Jahr Ch. Ä.
	28. Araḫ-s. = 3. Dec.	
	1. „ = *6. Nov.*	
	28. Kislimu = 1. Jan.	— 101
	1. „ = *5. Dec.*	
	29. Tebitu = 31. Jan.	
	1. „ = *3. Jan.*	
	28. Šabâtu = 1. März	
	1. „ = *2. Febr.*	
	29. Adâru = 31. März	
	1. „ = *3. März*	
210	28. Nisannu = 29. April	
	1. „ = *2. April*	
	29. Airu = 29. Mai	
	1. „ = *1. Mai*	
	28. Simannu = 27. Juni	
	1. „ = *31. Mai*	
	28. Dûzu = 27. Juli	
	1. „ = *30. Juni*	
	29. Âbu = 26. Aug.	
	1. „ = *29. Juli*	
	28. Ulûlu = 24. Sept.	
	1. „ = *28. Aug.*	
	29. Tišrîtu = 24. Oct.	
	1. „ = *26. Sept.*	
	29. Araḫ-s. = 23. Nov.	
	1. „ = *26. Oct.*	
	28. Kislimu = 22. Dec.	
	1. „ = *25. Nov.*	
	29. Tebitu = 21. Jan.	— 100
	1. „ = *24. Dec.*	
	28. Šabâtu = 19. Febr.	
	1. „ = *23. Jan.*	
	28. Adâru I = 19. März	
	1. „ = *21. Febr.*	
	29. Adâru II = 18. April	
	1. „ = *21. März*	

Berechnung der Vollmonde.

(21) Der Berechnung der Neumonde, welche von Col. *F* bis Col. *L* sich erstreckt, ist diejenige der Vollmonde ganz analog, wie sich mit Sicherheit aus dem Revers von Sp. I, 162 erkennen lässt. Das Obvers hierzu ist soweit als nöthig in n. 26 restaurirt; es enthält dem 28. und 29. Tage der Daten zufolge nur Neumonde, während sich die zugehörigen Vollmonde im Revers finden. Bevor wir hierfür den Beweis erbringen, sind einige Bemerkungen über die Anlage des letztern am Platze.

Sp. I, 162. Revers (Vollmonde).

Zeile	F'				F			G				H			I				K				L	
1.	*2*⁰	12′	30″	‴	13⁰	15′	″	3ˣ	16⁰	45′	″	*13*⁰	*5*′	″	25⁰	41′	30	*lal*	2	51	3	30	Nisannu	. . . . .
2.	2	6	30		12	39		3	39	*15*		6	17	30	31	59		*lal*	3	7	16		Airu	1. . . .
3.	2	0	30		12	3		4	*1*	*45*		0	30		32	27		*lal*	3	*29*	18		Simannu	30 . . .
4.	1	54	30		11	*27*		*4*	*24*	*15*		7	*17*	30	25	9	30	*lal*	3	59	5	30	Dûzu	30 . . .
5.	*1*	*53*	*10*		11	*19*	10	4	12	9	10	14	5		11	4	30	*lal*	4	1	4	*40*	Âbu	1 . . .
6.	1	59	11	40	11	55	10	3	*49*	*39*	10	20	52	30	9	48		*tab*	3	59	27	10	Ulûlu	30 . . .
7.	2	5	11	40	12	31	10	3	27	9	10	14	20		24	8		*tab*	3	51	17	10	Tišrîtu	1 . . .
8.	2	11	11	40	13	7	10	3	4	39	10	7	32	30	31	40	30	*tab*	3	*36*	*19*	*40*	Araḫ-s.	1 . . .
9.	2	17	11	40	13	43	10	2	42	*9*	*10*	*0*	*45*		*32*	*25*	*30*	*tab*	3	14	34	40	Kislimu	
10.	2	23	11	40	*14*	*19*	10[1]	*2*	*19*	*39*	*10*	*6*	*2*	*30*	26	28		*tab*	2	46	7	10	Tebitu	
11.	*2*	*29*	11	40	*14*	*55*	*10*	*1*	*57*	*9*	*10*	12	50		13	38		*tab*	*2*	*10*	*47*	*10*	*Šabâtu*	
12.	*2*	*30*	*10*		15	1		*2*	*10*	*30*		19[3]	37	30	5	59	30	*lal*	*2*	*4*	*30*	*30*	*Adâru*	
13.	*2*	*24*	*10*		14	*25*[2]		*2*	33			15	35		21	34[4]	30	*lal*	*2*	11	25	*30*	*Nisannu*	

[1] nicht 12 20 10. [2] nicht 15. [3] nicht 12. [4] nicht 35.

Die Ergänzungen sind auf Grund der in Nr. 272 erkannten Gesetze vorgenommen und schliessen überall an die gut erhaltenen Zahlenwerthe an — ein Beweis, dass hier das gleiche System Geltung hat wie dort. Neu sind hier nur F' und L. F' ist nichts anderes als der sechste Theil von den entsprechenden Werthen der Nachbarcolumne F, enthält also die Winkelbewegung des Mondes für je vier Stunden am Tage des Vollmondes. Diese Columne findet sich aber in derartigen Tablets auch in der Abtheilung für Neumonde, wie man aus der ganz gleichartigen Syzygientafel Sp. I, 143 ersieht, wo F' sowohl im Obvers als im Revers vertreten und erhalten ist.

Eine Eigenthümlichkeit der Vollmondrechnung bietet sich jedoch in Col. L dar, von der weiter unten die Rede sein wird.

Nun zum Beweise, dass hier wirklich Vollmonde vorliegen! Zu diesem Zweck benutzen wir Col. F von Obvers und Revers der beiden Tablets Sp. I, 162 und Sp. I, 143; die Columnen sind in der auf S. 35 folgenden Tabelle nebeneinander gestellt. Betrachten wir zunächst die Zahlen von Sp. I, 162. Im Obvers (Neumond) sind sie sämtlich aus spätern Columnen (L, K und I) errechnet (vgl. n. 26), im Revers theilweise restaurirt. Um zu erkennen, ob sie zu einander passen, ist es natürlich nothwendig, zu wissen, ob Zeile 1 im Revers zeitlich auf Zeile 1 im Obvers folgt oder derselben vorausgeht, d. h. ob erstere sich auf einen Nisan- oder Adar-Vollmond bezieht. Da Col. L im Obvers von Sp. I, 162 mit einem Nisan beginnt und vier andere Tablets (Nr. 99, Sp. I, 187, Sp. II, 99 und Sp. II, 110) im Obvers ganz sicher mit einem Nisanvollmonde anfangen, so dürfen wir

Aus Sp. I, 162.

Zeile	Col. F Obvers	Col. F Revers
1.	*13° 24′ 10″*	13° 15′
2.	*14 0 10*	12 39
3.	*14 36 10*	12 3
4.	*15 12 10*	11 *27*
5.	*14 44*	11 *19* 10″
6.	*14 8*	11 55 10
7.	*13 32*	12 31 10
8.	*12 56*	13 7 10
9.	*12 20*	13 43 10
10.	*11 44*	*14 19* 10
11.	*11 8*	*14 55 10*
12.	*11 38 10*	15 1
13.	*12 34 10*	14 *25*

Aus Sp. I, 143.

Zeile	Col. F Obvers	Col. F Revers
1.	11° 40′ 10″	*14° 59′*
2.	12 16 10	*14 23*
3.	12 52 10	*13 47*
4.	13 28 10	*13 11*
5.	14 4 10	*12 35*
6.	14 40 10	11 *59*
7.	15 16	11 23
8.	14 40	11 23 10″
9.	14 4	11 59 10
10.	13 28	12 35 10
11.	12 52	13 11 10
12.	12 16	13 47 10
13.	11 40	14 23 10
		[14 59 10]

dasselbe auch wohl hier annehmen und darauf folgende Ueberlegung gründen.

Gehen wir beispielsweise von der Neumondgeschwindigkeit F_4 aus. Ihr Werth ist 15° 12′ 10″, bleibt also unter dem Maximum (15° 16′ 5″) noch um 3′ 55″ zurück. Wäre nun der synodische Monat dem anomalistischen gleich, so müsste die Geschwindigkeit des nächsten Vollmondes noch um ebensoviel über dem Minimum (11° 5′ 5″) sein, also 11° 9′ betragen; aber der synodische Monat ist um 1^d,976 länger, während dessen die Mondgeschwindigkeit sich um 36′ ändert; bis zur nächsten Opposition werden daher 18′ als Geschwindigkeitsänderung in Rechnung kommen. Somit wird der numerische Werth der Vollmondgeschwindigkeit F_4 erhalten, indem man von 11° 9′ um 3′ 55″ bis zum Minimum hinabgeht und von hier wieder um 18′ — 3′ 55″ = 14′ 5″ ansteigt; so ergibt sich 11° 5′ 5″ + 14′ 5″ = 11° 19′ 10″. Statt dessen gibt das Tablet 11° 27′ an, während sich erst in der nächsten Zeile der eben errechnete Werth findet. Ganz genau dieselbe Disharmonie nehmen wir in Sp. I, 143 wahr (vgl. obige Tabelle). Hier sollte beispielsweise dem F_6 im Obvers (= 14° 40′ 10″) im Revers 11° 23′ entsprechen; statt dessen findet sich dieser Werth eine Zeile tiefer.

Aber gerade diese Art der Störung wird den Zweck unserer Beweisführung nicht vereiteln; denn auch so lassen sich die nahen Beziehungen der Zahlenwerthe von F im Obvers und Revers nur durch die Annahme erklären, dass jenes die Neumonde, dieses die Vollmonde ein und desselben Jahres enthält. Die Verschiebung kann übrigens recht gut auf einem einfachen Versehen des Schreibers beruhen.

Aber vielleicht ist eine solche nicht einmal wirklich vorhanden. Dem wäre allerdings so, wenn wir den ersten Vollmond des Jahres nicht dem Nisan, sondern dem vorhergehenden Adar zuerkennen dürften.

Allein die schon oben angedeuteten Gründe für das Gegentheil sind zu schwerwiegend, als dass sie nicht die Entscheidung geben sollten.

Zunächst hat es zwar an sich nichts Befremdliches, wenn man vom Adar-Vollmond ausging; aber befremdlich wäre es, wenn man bald den Adar-, bald den Nisan-Vollmond an die erste Stelle gesetzt hätte. Das scheint wenigstens dem ausgeprägten Sinn der Chaldäer für Systematik zu widersprechen.

Aber weit gewichtiger ist der andere Grund, welcher sich aus der Col. *L* ergibt. Im Obvers (n. 26) steht dort nach den Monatsnamen der 28. oder 29. Tag nebst der Tageszeit für den Eintritt des Neumondes; folgerichtig erwartet man im Revers nach dem Monatsnamen den 14. oder 15. Tag nebst Tageszeit für den Vollmond, und zwar selbstverständlich für den Monat, der in derselben, nicht in der vorhergehenden Zeile steht.

Nun steht in der ersten Zeile von Sp. I, 162 Revers Nisan; also können die darauffolgenden Zahlen nur dem Nisanvollmonde gelten. Allein es erhebt sich hier sofort eine Schwierigkeit: statt der erwarteten Zahlen 14 oder 15 liest man dort bald 1 bald 30 (alles übrige ist abgebrochen). Was haben aber die beiden letztern mit dem Vollmonde zu thun?

Schon Epping stiess bei der Untersuchung eines kleinen Fragments auf dieselben Zahlen hinter den Monatsnamen [1]. Die betreffende Columne hat nun freilich mit unserer Col. *L* unmittelbar nichts zu schaffen, da sich jene auf die Berechnung des Neulichts bezieht. Allein der Sinn der fraglichen Zahlen dürfte hier ein ähnlicher sein wie dort. Nach Epping weist Araḫ-samna 1 auf den ersten des Monats hin und zeigt zugleich an, dass der vorhergehende Monat Tišri 30 Tage hatte; Kislev 30 dagegen weist zwar gleichfalls auf den ersten des Monats, sagt aber aus, dass der vorausgehende Araḫ-samna nur 29 Tage hatte. Mit Hilfe des Obvers von Sp. I, 162 ergibt sich nun die Anzahl der Tage, welche den einzelnen Monaten zukommt. Wir wollen damit die Angaben der Col. *L* vom Revers des nämlichen Tablets in folgendem vergleichen:

Adâru . .	29^d		
Nisannu . .	30^d	Nisannu . .	(30)
Airu . . .	29^d	Airu . . .	1
Simannu .	29^d	Simannu .	30
Dûzu . . .	30^d	Dûzu . . .	30
Âbu . . .	29^d	Âbu . . .	1
Ulûlu. . .	30^d	Ulûlu . .	30
Tišrîtu . .	30^d	Tišrîtu . .	1
Araḫ-samna	29^d	Araḫ-samna	1

Man sieht leicht, wie auch hier die obige Auffassung sich überall bestätigt: Airu 1 sagt aus, dass Nisan 30 Tage zählte; Simannu 30, dass Airu nur 29 Tage zählte u. s. f.

Es leuchtet auch ein, warum die Chaldäer in der Col. *L* der Vollmonde diese Bemerkung anbrachten; es hing eben davon das Datum der einzelnen Vollmonde ab. Freilich ist dasselbe in unserem Fragment völlig abgebrochen; doch leistet ein anderes Fragment (Sp. I, 165, S. 37) Ersatz, indem daselbst in Col. *L* des Revers neben 1 oder 30 stets 14 oder 15 folgt, was zweifellos auf den 14. bezw. 15. Tag, d. h. auf das Datum des Vollmondes hinweist (Nisan 1 15, Airu 30 14 u. s. f.). Alles weitere fehlt leider auch in diesem Fragment.

In derselben Folge wie in Col. *L* finden wir die Zahlen hinter den Monatsnamen in den Mondephemeriden, welche Epping zuerst untersucht hat. So heisst es beispielsweise in einem Tablet v. J. 201 S. Ä. [2]: Nisannu 1 14 etc., Airu 30 14 etc.; nur beziehen sich hier die auf 1 und 30 folgen-

[1] Astron. aus Babyl. S. 15. [2] Ebd. S. 161.

Sp. I, 165. Revers (Vollmonde). (Theilweise restaurirt.)

F			*G*				*H*			*I*				*K*				*L*		
.			.				.			.				.				.		
.			.				.			.				.				.		
.			.				.			.				.				.		
14	*51*		*1*	*59*	*22*	*10*	20	21		*10*	*41*	*30*	tab	2	10	*8*	*40*	Adâru	. .	. . .
15	*5*	*10*	*2*	*21*	57	10	13	33	30	2	52		lal	2	19	5	*10*	Nisannu	1	15
14	*29*	*10*	*2*	*44*	27	10	6	46		9	38		lal	2	34	49	*10*	Airu	30	14
13	*53*	*10*	*3*	*6*	57	10	0	1	30	9	*39*	30	lal	2	*52*	*17*	*40*	Simannu	1	14
13	*17*	*10*	*3*	*29*	*27*	10	6	49	0	*16*	*28*	*30*	lal	3	*12*	*58*	*40*	Dûzu	30	14
12	*41*	*10*	*3*	*51*	*57*	10	13	36	30	*30*	*5*		lal	*3*	*21*	*52*	*10*	Âbu	1	14
11	*5*	*10*	*4*	*14*	*27*	10	20	24		14	27		lal	4	0	*0*	*10*	Ulûlu	30	15
11	*29*	*10*	4	21	57		*14*	*48*	30	0	*31*	30	tab	4	22	18	*30*	Tišrîtu	30	. .
11	17		3	59	27		8	1		8	22	30	tab	4	7	49	*30*	Araḫ-s.	. .	. .
11	53		*3*	*36*	*57*		1	13	30	9	36		tab	3	46	*33*		.	. .	. .
12	29		3	14	27		5	34		15	10		tab	*3*	*29*	*37*		.	. .	. .
13	5		2	51	57		12	21	30	27	31	30	tab	3	19	*28*	*30*	.	. .	. .
13	41		2	29	27		19	9		18	15	30	tab	2	*47*	*42*	*30*	.	. .	. .

den Zahlen nicht auf den eigentlichen Vollmond des Nisan, Airu u. s. f., sondern auf gewisse Zeitpunkte kurz vor und nach demselben[1].

Die vorausgegangene Untersuchung berechtigt uns also zu dem Schluss: Tablet Sp. I, 162 enthält im Revers die zu den Neumonden des Obvers gehörigen Vollmonde, und zwar in der gewöhnlichen Ordnung, d. h. beginnend mit dem Nisanvollmonde. Daraus ergibt sich aber zugleich mit Bezugnahme auf obige Rechnung, dass die Zahlen von *F* im Obvers und Revers um eine Zeile gegeneinander verschoben sind. Dasselbe gilt von *G*; denn sowohl im Obvers als im Revers stehen neben den einzelnen Werthen von *F* immer die ihnen gesetzmässig entsprechenden Zahlen von *G*; folglich müssen auch letztere an der Verschiebung um eine Zeile theilnehmen. Ob nun die Verschiebung im Obvers oder im Revers zu suchen ist, das wird sich erst in n. 26 herausstellen.

Damit müssen einstweilen die Untersuchungen über Neu- und Vollmondrechnungen (im strengern Sinne) ihren Abschluss finden.

Eine vollständige Erkenntniss der chaldäischen Mondtheorie gestatten dieselben jedoch noch nicht; es fehlt nämlich in den beiden bisher betrachteten Columnen der drakonitische und der genaue siderische Umlauf des Mondes.

Ueber beide finden wir den erwünschten Aufschluss in drei miteinander innig verwandten Columnen *E*, *E'* und *E''*, von welchen die erste unserer Neulichttafel Nr. 272 angehört, die beiden andern aber den Syzygientafeln Nr. 99 und Sp. I, 143 eigenthümlich sind.

Col. E, E', E''.

Breite des Mondes zur Zeit der Syzygien.

Bestimmung der Dauer des drakonitischen Monats.

(22) Bekanntlich sind die Aussichten für das Eintreffen einer Finsterniss um so günstiger, je näher der Mond zur Zeit des Neu- oder Vollmondes einem der Schnittpunkte seiner Bahn mit der Ekliptik, d. h. dem Knotenpunkte steht. Daher war es für die Chaldäer, welche in der Vorausbestim-

[1] Astron. aus Babyl. S. 166

mung der Finsternisse eine ihrer vornehmsten Aufgaben sahen, von grosser Wichtigkeit, die Periode der Wiederkehr des Mondes zum gleichnamigen (aufsteigenden oder absteigenden) Knoten zu kennen. Diese Periode ist der sogen. drakonitische Umlauf oder Drachenmonat. Sie ist natürlich zugleich die Periode der Rückkehr zur nämlichen Breite. Da sich nun die Knotenlinie von Osten nach Westen (monatlich etwa $1^0,4$) dreht, also dem Monde entgegenkommt, so befindet sich dieser schon vor Ablauf eines siderischen Rundganges wieder im Knoten. Somit ist der drakonitische Umlauf kürzer als der siderische. Der moderne Werth beträgt $27^d,21222 = 27^d\ 5^h\ 5^m\ 35^s,81$.

Auch dieses für die Finsternisse so bedeutsame Element war den Chaldäern wohl bekannt, und zwar wiederum genauer, als man aus jener oft citirten Periode (von 223 synodischen Monaten = 242 Restitutionen der nämlichen Breite) schliessen sollte.

Unserer „historischen Vorstudie" zufolge setzte Hipparch 5458 synodische Monate = 5923 Breitenperioden (drakonitischen Monaten).

Wir werden nun sofort den Beweis antreten, dass die Chaldäer in System I ganz genau ebenso verfuhren.

a) Beweis aus Col. E von Nr. 272 81—7—6.

In der grossen Tafel (vgl. n. 7) geht der Col. der Mondgeschwindigkeiten (F) eine Columne voraus, die mit der Breite des Mondes in ganz evidentem Zusammenhang steht. Dies gibt sich darin kund, dass ihre Zahlen vom Maximum nach etwa drei synodischen Monaten auf 0 herabsinken, um nach etwa abermals drei Monaten wiederum einen höchsten absoluten Werth zu erreichen. Wir sagen: absoluten Werth; denn in Wahrheit geht er unter 0 herab, trägt also das Negationszeichen. Dies ist im Tablet auch ganz klar angegeben. Den Zahlen über der Null ist ein *num* (= *eliš* = nördlich, oben), jenen unter der Null ein *sik* (= *šapliš* = südlich, unten) beigegeben, während der Werth unmittelbar nach dem Durchgange durch null mit *bar* (= Durchgangs[Knoten-]punkt) bezeichnet ist. Da uns das Jahr des Tablets bekannt ist, so ist es möglich, diese Conjectur durch die Berechnung der Mondbreiten vollständig zu rechtfertigen. Die auf S. 39 folgenden Tabellen zeigen, dass dem *num* wirklich nördliche, dem *sik* südliche Breite entspricht, und dass die Stelle des *bar* sich nahezu mit der Lage des Knotens deckt.

Kennen wir nun noch das Bildungsgesetz der nebenstehenden Columne, so ist es nicht schwer, die ihr zu Grunde liegende Periode ausfindig zu machen.

Von Zeile 2 auf 3, 3 auf 4, 6 auf 7, 8 auf 9 u. s. f. ergibt sich überall die gleiche Differenz $3^{I}\ 52^{II}\ 30^{III}$. Zwischen 1 und 2, 7 und 8, 25 und 26, 31 und 32, 37 und 38 bestehen ganz ungleiche Differenzen; es sind eben, wie sofort klar wird, die Zahlen, welche den idealen höchsten und tiefsten Werth einschliessen. Die Summe der einzelnen Paare beträgt überall (mit Ausnahme von 25 und 26 wegen der irrthümlichen Zahl in Zeile 26) 15 52 0. Nach der früher dargelegten Methode findet man daher das

$$\text{Maximum} = \frac{15^{I}\ 52^{II}\ 0^{III} + 3^{I}\ 52^{II}\ 30^{III}}{2} = 9^{I}\ 52^{II}\ 15^{III}\ [1];$$

[1] In allen Zahlenwerthen, welche hier vorkommen, bezeichnen die als Indices beigegebenen römischen Ziffern bloss die Rangstufe der aufeinanderfolgenden Grössen. Es versteht sich daher von selbst, dass die nämlichen Indices, welche bei den Zahlenreihen nicht identischer, sondern nur verwandter Columnen stehen, keine Gleichartig-

Aus Nr. 272 81—7—6. **Col. E.**

Zeile	I. Col. *E*	II. Neumond-Breiten v. 23. März —103 Ch. Ä. bis 19. März —100 „	Zeile	I. Col. *E*	II. Neumond-Breiten v. 23. März —103 Ch. Ä. bis 19. März —100 „
1.	6 5 30 *sik*	— 4° 28′,7	20.	8 15 *num*	+ 4° 53′,2
2.	9 46 30 *sik*	— 4° 59′,5	21.	4 22 30 *num*	+ 3° 36′,4
3.	5 54 *sik*	— 4° 18′,8	22.	0 30 0 *num*	+ 1° 14′,2
4.	2 1 30 *sik*	— 2° 23′	23.	3 22 30 *bar*	— 1° 13′,2
5.	1 51 *bar*	+ 0° 15′,3	24.	4 15 0 *sik*	— 3° 46′,2
6.	2 43 30 *num*	+ 2° 42′,5	25.	8 7 30 *sik*	— 4° 55′,3
7.	6 36 *num*	+ 4° 48′,5	26.	7 44[1] 30 *sik*	— 4° 42′,6
8.	9 16 *num*	+ 4° 59′,5	27.	3 52 0[2] *sik*	— 3° 14′,0
9.	5 33 30 *num*	+ 4° 2′,5	28.	0 0 30 *bar*	— 55′,5
10.	1 31 *num*	+ 1° 53′,1	29.	0 53[3] *num*	+ 1° 38′,2
11.	2 21 30 *bar*	— 0° 12′,7	30.	4 45 30 *num*	+ 3° 46′,3
12.	3 14 0 *sik*	— 3° 10′,3	31.	8 38 *num*	+ 4° 54′,3
13.	7 6 30 *sik*	— 4° 51′,3	32.	7 14 *num*	+ 4° 31′,6
14.	8 45 30 *sik*	— 4° 53′,8	33.	3 21 30 *num*	+ 3° 5′,4
15.	4 53 *sik*	— 2° 58′,2	34.	0 31 0 *bar*	+ 0° 33′,9
16.	1 0 30 *sik*	— 1° 36′,1	35.	1 23 30 *sik*	— 2° 8′,7
17.	2 52 *bar*	+ 0° 57′,8	36.	5 16 *sik*	— 4° 11′,5
18.	3 44 30 *num*	+ 3° 18′,0	37.	9 8 30 *sik*	— 5° 0′,7
19.	7 37 0 *num*	+ 4° 45′,1	38.	6 43 30 *sik*	— 4° 23′,6

[1] nicht 24. [2] nicht 3 1 52. [3] nicht 52.

ebenso gross ist das (negative) Minimum. Von Zeile 4 auf 5, 10 auf 11, 33 auf 34 ist zwar keine constante Differenz, aber wie zu erwarten, die constante Summe von $3^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}$, welche gleich der allgemeinen Differenz ist. Somit ist hier der Durchgang durch null. (Daraufhin musste Zeile 27 richtig gestellt werden.) Es findet sich aber auch eine scheinbare Störung in der Columne. Von Zeile 5 auf 6, 11 auf 12, 28 auf 29, 34 auf 35, also jedesmal unmittelbar nach dem *bar*, gilt nicht die Differenz $3^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}$, sondern nur $0^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}$, also gerade um 3^{I} weniger. Es wurde also hier regelmässig eine Correction eingeschoben. Es fragt sich nun, nach welcher Zeit die durch jene Zahlencolumne ausgedrückte Kreisbewegung wieder zum gleichen Ausgangspunkt zurückkehrt. Unmittelbar können wir dies aus der Columne nicht herauslesen. Wir müssen vorerst das Verhältniss untersuchen, in welchem die fragliche Bewegung zur synodischen steht.

Zunächst kann man schon aus der Folge der Zahlen und beigegebenen Zeichen (*num, bar, sik*) mit einiger Wahrscheinlichkeit nach Analogie mit den Columnen *F* und *G* schliessen, dass von Monat zu Monat ausser der vollen Revolution noch ein weiteres Stück Weg zurückgelegt wird, d. h. dass die zu untersuchende Periode kürzer ist als der synodische Monat. So finden wir beim zweiten Neumond die äusserst südliche Position ($9^{\mathrm{I}}\ 46^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}$ *sik*); nach drei Monaten dagegen ist 0 schon überschritten und der nördliche Theil der Bahn erreicht ($1^{\mathrm{I}}\ 51^{\mathrm{II}}$ *bar*); nach weitern drei Monaten ist die höchste

keit der Grössenklasse ausdrücken. Wir sehen uns zu dieser Bezeichnung genöthigt, weil es noch nicht völlig klar ist, welche Masse den betreffenden Columnen zu Grunde liegen. Wir müssen uns einstweilen begnügen, sie als drakonitisch zu charakterisiren und ihr Verhältniss zu einander zahlenmässig festzustellen. Dasselbe Verfahren werden wir in allen ähnlichen Fällen auch späterhin einhalten.

nördliche Lage überschritten ($9^{\mathrm{I}}\ 16^{\mathrm{II}}$ *num*), und noch ehe zwölf synodische Monate um sind, hat die Bewegung den südlichsten Punkt schon wiederum hinter sich (8 45 30 *sik*). So hat denn die fragliche Bewegung bereits eine volle Revolution mehr vollzogen als der Neumond, mit andern Worten: auf $n + 1$ Perioden kommen n synodische Monate. Aber wie gross ist die Zahl n? Schon die eben angestellte Erwägung zeigt, dass sie etwas kleiner ist als 12. Zur genauern Bestimmung dient uns das oben erkannte Bildungsgesetz der Columne.

Unsere Aufgabe ist gelöst, sobald wir wissen, nach wie vielen synodischen Monaten in der Columne eine Wiederkehr des Maximums (oder Minimums) von $9^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 15^{\mathrm{III}}$ stattfindet. Da jede Zeile einem Neumond entspricht, so entfällt auf einen synodischen Monat eine Aenderung der Zahlenwerthe von $3^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}$. Von einem Maximum zum andern findet aber eine solche von 4 ($9^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 15^{\mathrm{III}}$) statt. Wäre nun die Differenz der einzelnen Glieder der Columne überall dieselbe, so ergäbe eine einfache Division vom erstgenannten Werthe in den letztern den zeitlichen Abstand der Maxima, ausgedrückt in synodischen Monaten. Dem ist aber nicht so; denn wir haben noch die von den Chaldäern unmittelbar nach dem *bar* angebrachte Correction zu berücksichtigen. Zwischen je zwei Maxima kommt hiernach zweimal statt $3^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}$ bloss die Differenz $0^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}$ vor, also zusammen 6^{I} weniger. Wollen wir demnach mit der Grösse $3^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}$ als einer constanten monatlichen Differenz rechnen, so müssen wir die Distanz der beiden Maxima um 6^{I} erhöhen und dann erst die angedeutete Division ausführen. So ergibt sich das gesuchte

$$n = \frac{4\ (9^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 15^{\mathrm{III}}) + 6^{\mathrm{I}}}{3^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}} = \frac{5458}{465} = 11\frac{343}{465} \text{ (synodische Monate).}$$

Auf diesen Zeitraum kommen $12\frac{343}{465}$ der fraglichen Perioden, und so ergibt sich das interessante Resultat:

5458 synodische Monate = 5923 Perioden (d. h. drakonitische Monate).

Damit ist nicht nur obiger Wahrscheinlichkeitsschluss als richtig nachgewiesen, sondern auch dargethan, dass unsere Columne sich wirklich auf dem drakonitischen Lauf des Mondes aufbaut. Ausserdem finden wir hier dasselbe Verhältniss der Dauer des synodischen Monats zum drakonitischen wie bei Hipparch. Da er obendrein auch ganz genau denselben synodischen Monat angibt (vgl. n. 14), so versteht sich von selbst, dass sein drakonitischer Monat kein anderer ist als derjenige, welcher der chaldäischen Columne (E) zu Grunde liegt. Die Dauer des letztern ergibt sich aus der Proportion:

$$5458 : 5923 = x : 29{,}53059136$$
$$x = 27^{\mathrm{d}}{,}21222 = 27^{\mathrm{d}}\ 5^{\mathrm{h}}\ 5^{\mathrm{m}}\ 35^{\mathrm{s}}{,}81.$$

Wir erhalten somit ganz genau den modernen Werth des drakonitischen Monats und finden zugleich die dritte vollständige Uebereinstimmung zwischen den Resultaten der Chaldäer und des Hipparch.

Der hierdurch erbrachte Nachweis würde an und für sich schon genügen; aber mit Rücksicht auf den theils übereinstimmenden, theils abweichenden Charakter von Columnen anderer Tablets, die gleichfalls dieselbe Mondperiode enthalten, sowie auch um eine vollständige Erklärung aller Varianten von System I anzubahnen, ist es zweckdienlich, auch auf diese Quellen näher einzugehen.

b) Nachweis des drakonitischen Monats in Nr. 99 81—7—6 und in Sp. I, 143.

(23) Zunächst ist eine kurze Charakteristik beider Fragmente am Platze. Zu Nr. 99 (81—7—6) macht Strassmaier die Bemerkung: „Eine Tafel 3″ hoch und 6″ breit (vollständig wohl 9″, da rechts etwa vier Zahlenzeilen weggebrochen sind); schlecht erhalten, von den Arabern nass geputzt und weggerieben; vielleicht lassen sich die Zahlen nach einem Gesetze ergänzen.“ Dies klingt allerdings wenig ermunternd.

Der Randtitel lautet nach Strassmaier: *tir-si-tum ša ûmu 1-tu û ša ûmu 14-tu . . . Iddin-Bel aplu ša Bel-ahe-uṣur apil. . . .* Hiernach enthält also das Tablet Mondrechnungen für den 1. und 14. Tag (oder für Neumond und Vollmond) . . . vom Astronomen Iddin-Bel, Sohn des Bel-ahe-uṣur.

Trotz des schlechten Zustandes der Tafel war eine theilweise Wiederherstellung derselben — freilich nicht ohne grosse Mühewaltung — möglich, was der Leser aus der auf S. 42 folgenden Tabelle erkennt.

Sie enthält die Syzygien für ein volles Jahr mit einem II. Adar. Dass überhaupt ein Schaltjahr vorliegt, ergibt sich aus der je 14 Zeilen enthaltenden, also 13 Monate umfassenden Vorder- oder Rückseite. Auf der letztern sind nun die Monatsnamen von Ulûlu (einfachhin — nicht Ul. atrû) bis Šabâtu erhalten. Ein Ulûlu II ist also ausgeschlossen, dagegen muss ein Adâru II angenommen werden. Ergänzt man die fehlenden Monatsnamen des Revers, so erhält man als ersten den Nisan. Im Obvers sind alle Monatsnamen zerstört; allein es kann nicht zweifelhaft sein, dass in der ersten Zeile ein Adar stehen muss, da es sich hier um Neumonde handelt und die astronomische Jahresrechnung vom Neumond des Adar ausgeht.

Es ist nun noch zu zeigen, dass Obvers wirklich Neumonde und Revers die zugehörigen Vollmonde enthält. Dies kann hier nicht aus Col. *F* oder *G* bewiesen werden, da diese nur im Obvers enthalten sind; dagegen ergibt es sich leicht aus Col. *B* (der Mondlängen). Im Obvers entspricht nämlich der Stellung des Mondes im Widder der Monat Adar oder Nisan, während im Revers die Stellung der Wage dem Nisan entspricht. Folglich handelt es sich dort um Neumonde, hier um Vollmonde. — Die Zusammengehörigkeit beider endlich erhellt daraus, dass die Mondlängen vom Revers und Obvers Zeile um Zeile aneinander anschliessen; so muss gemäss späteren Untersuchungen auf den Neumond in $4^0\ 38'\ 30''$ ♈ wirklich der Vollmond in $19^0\ 16'$ ♎ folgen, wie wir in Zeile 1 lesen.

Col. *A*, *B*, *C*, *F* und *G* entsprechen den gleichnamigen in Nr. 272; Col. *D* (Dauer der halben Nacht) fehlt hier ganz. Auch scheint die Abtheilung für Neumonde mit der Col. *L*, d. h. den Daten der Neumonde, abzuschliessen, also keinerlei Neulicht-Rechnung zu folgen. Dafür kommt der drakonitische Monat in zwei Columnen, nämlich in *E'* und *E''* zum Ausdruck. Col. $\varDelta$ erweist sich als Hilfscolumne zur Bildung von *E''*.

Vom andern Tablet: Sp. I, 143, ist noch weit weniger vorhanden; es lassen sich nur $\varDelta$, *E''*, *F*, *F'* ($=\frac{1}{6}F$), *G*, *H* und *I* erkennen; zum Glück ist gerade *E''* im Revers aussergewöhnlich gut erhalten. Wir beschränken uns darauf, $\varDelta$ und *E''*, wo es nöthig ist, zu ergänzen, alles übrige aber beiseite zu lassen, da es doch nichts Neues bietet.

Gehen wir nun zur Untersuchung der Columnen *E'*, $\varDelta$ und *E''* über.

(24) 1. Col. *E'* des Tablets Nr. 99.

Sie ähnelt in ihrer Structur der Col. *E* von Nr. 272 ungemein; wesentlich ist es sogar dieselbe, nur sind sämtliche Zahlengrössen im Ver-

Tablet Nr. 99 81—7—6 (restaurirt). Ina a-mat Bel û Bilit-ia purussû.

	Zeile	Monat	I. A	II. B	III. C	IV. E'	V. Δ	VI. E''	VII. F	VIII. G
Obvers (Neumonde).	1.	Addâru	29° 5' 30''	4° 38' 30'' Arietis	2ˣ 57° 58'	2ᴵ 56ᴵᴵ 40ᴵᴵᴵ num	46ᴵᴵ 26ᴵᴵᴵ 18ᴵⱽ	ᴵ 43ᴵᴵ 38ᴵᴵᴵ 49ᴵⱽ	12° 10'	8ˣ 48° 49' 35''
	2.	Nisannu	28 47 30	3 26 Tauri	3 15 15	5 31 40 num	45 52 53	1 29 31 42	11 34	4 11 19 35
	3.	Airu	28 29 30	1 55 30 Geminorum	3 27 34	5 3 num	45 19 33	1 42 2 45	11 12	4 25 4 35
	4.	Simannu	28 11 30	0 7 Cancri	3 34 26	2 28 num	44 47 38	57 15 7	11 48	4 2 34 35
	5.	Dûzu	28 27 30	28 34 30 Cancri	3 34 3	0 7 bar	45 20 58	11 54 9	12 24	3 40 4 35
	6.	Âbu	28 45 30	27 20 Leonis	3 22 16	0 42 sik	45 54 18	34 0 9	13 0	3 17 34 35
	7.	Ulûlu	29 3 30	26 23 30 Virginis	3[1] 6 58	3 17 sik	46 27 38	44 27 47	13 36	2 55 4 35
	8.	Tišrîtu	29 21 30	25 45 Librae	2 49[2] 21	5 52 sik	47 0 58	1 31 28 45	14 12	2 32 34 35
	9.	Araḫ-s.	29 29 30	25 24 30 Scorpii	2 35 2	4 42 40 sik	47 34 18	1 37 50 57	14 48	2 10 4 35
	10.	Kislimu	29 57 30	25 22 Arcitenentis	2 26 32	2 7 40 sik	48 7 38	49 43 19	15 8	1 57 34 35
	11.	Tebitu	29 48 30	25 10 30 Capri	2 27 26	0 27 20 bar	47 45 11	1 58 8	14 32	2 20 4 35
	12.	Šabâtu	29 30 30	24 41 Aquarii	2 36 40	1 2 20 num	47 11 51	45 13 43	13 56	2 42 34 35
	13.	Addâru I	29 12 30	23 53 30 Piscium	2 51[3] 32	3 27 20 num	46 38 31	55 52 14	13 20	3 5 4 35
	14.	Addâru II	28 54 30	22 48 Arietis	3 8 53	6 12 20 num	46 5 11	1 41 57 25	12 44	3 27 34 35
Revers (Vollmonde).	1.	Nisannu	28 56 30	19 16 [4] Librae	3 6 45	4 14 10 sik	Von dieser Columne ist nur noch ein sehr undeutliches Bruchstück erhalten; alles übrige ist weggebrochen.			
	2.	Airu	28 38 30	17 54 30 Scorpii	3 21 58	6 20 30 sik				
	3.	Simannu	28 20 30	16 15 Arcitenentis	3 31 39	3 45 30 sik				
	4.	Dûzu	28 18 30	14 33 30 Capri	3 34 41	1 10 30 sik				
	5.	Âbu	28 36 30	13 9[5] Aquarii	3 27 56	1 24 30 bar				
	6.	Ulûlu	28 54 30	12 3 30 Piscium	3 15 34	1 59 30 num				
	7.	Tišrîtu	29 12 30	11 16 Arietis	2 58 3	4 34 30 num				
	8.	Araḫ-s.	29 30 30	10 46 30 Tauri	2 40 54	6[6] 0 10 num				
	9.	Kislimu	29 48 30	10 35 Geminorum	2 29 29	3 25 10 num				
	10.	Tebitu	29 57 30	10 32 30 Cancri	2 24 30	0 50[7] 10 num				
	11.	Šabâtu	29 39 30	10 12 Leonis	2 30[8] 53	1 44 50 bar				
	12.	Addâru I	29 21 30	9 33 30 Virginis	2 42 56	2 19 50 sik				
	13.	Addâru II	29 3 30	8 36 Librae	3 0 21	4 54 50 sik				
	14.	Nisannu	28 45 30	7 21 30 Scorpii	3 17 36	5 39 50 sik				

Randtitel:

Tir-si-tum ša ûmu 1-tu û ša ûmu 14-tu . . .
Iddin-Bel aplu ša Bel-ahe-uṣur apil . . .

[1] nicht 2. [2] nicht 19. [3] nicht 21. [4] nicht 20. [5] nicht 30. [6] nicht 4. [7] nicht 39. [8] nicht 19.

hältniss von 3 : 2 verkleinert. So ist das Maximum hier nicht $9^{I}\ 52^{II}\ 15^{III}$, sondern nur $6^{I}\ 34^{II}\ 50^{III}$, und dementsprechend die gewöhnliche Differenz nicht $3^{I}\ 52^{II}\ 30^{III}$, sondern nur $2^{I}\ 35^{II}$. Auch die Correction nach *bar* fehlt nicht; nur wird hier, wie zu erwarten, die Differenz um 2^{I} statt um 3^{I} vermindert. So versteht sich denn von selbst, dass diesen Zahlen genau dieselbe Grösse des drakonitischen Monats zu Grunde liegen muss wie der Col. E in Nr. 272, und so ist die Ausrechnung überflüssig.

Während nun in dem ebengenannten Tablet auf E sofort die Col. F der Mondgeschwindigkeiten folgt, sind in Nr. 99 noch zwei weitere Columnen eingeschoben, welche auch in Sp. I, 143 vorkommen, nämlich Δ und E'', von denen erstere auf den siderischen, letztere auf den drakonitischen Mondlauf gegründet ist. Beide gehören zusammen und erläutern sich wechselseitig.

2. Col. Δ und E'' aus Nr. 99 und Sp. I, 143.

Um eine leichtere Uebersicht zu ermöglichen, mögen hier die gleichartigen Columnen aus beiden Tablets aufeinander folgen.

a) Aus Nr. 99. Obvers (Neumonde).

Zeile	Col. Δ			Col. E''				
1.	46^{II}	26^{III}	13^{IV}	^{I}	43^{II}	38^{III}	49^{IV}	plus
2.	45	52	53	1	29	31	42	plus
3.	45	19	33	1	42 [1]	2	45	plus
4.	44	47	38		57	15	7	plus
5.	45	20	58		11	54	9	plus
6.	45	54	18		34	0	9	minus
7.	46	27	38		* 44	27	47	minus
8.	47	0	58	1	31	28	45	minus
9.	47	34	18	1	37	50	57	minus
10.	48	7	38		49	43	19	minus
11.	47	45	11		1	58	8	minus
12.	47	11	51		45	13	43	plus
13.	46	38	31		* 55	52	14	plus
14.	46	5	11	1	41	57	25	plus

[1] nicht 43.

b) Aus Sp. I, 143. Revers (Vollmonde).

Zeile	Col. Δ					Col. E''					
1.	45^{II}	42^{III}	53^{IV}	20^{V}	^{VI}	1^{I}	4^{II}	57^{III}	36^{IV}	40^{V}	^{VI}
2.	45	9	33	20			19	48	3	20	
3.	44	57	37	46	40		25	9	34	26	40
4.	45	30	57	46	40		* 34	40	32	13	20
5.	46	4	17	46	40	1	20	44	50		
6.	46	37	37	46	40	1	49	31	32	13	20
7.	47	10	57	46	40	1	2	20	34	26	40
8.	47	44	17	46	40		14	36	16	40	
9.	48	8	31	6	40		33	32	14	26	40
10.	47	35	11	6	40		* 45	7	25	33	20
11.	47	1	51	6	40	1	32	9	16	40	
12.	46	28	31	6	40	1	38	16	12	13	20
13.	45	55	11	6	40		52	21	1	6	40

Fassen wir zunächst die Col. Δ des ersten Tablets ins Auge. Die Zahlenwerthe steigen daselbst über 48 hinauf und sinken unter 45 hinab. Die Differenz ist regelmässig $= 0\ 33\ 20$; nur nicht von Δ_3 auf Δ_4 und von Δ_{10} auf Δ_{11}. Dort liegt eben das ideale Minimum (m), hier das ideale Maximum (M). Nach dem gewöhnlichen Verfahren ergibt sich:

$$m = 44\ 46\ 55\ 30$$
$$M = 48\ 13\ \ 4\ 30$$
$$\mu = 46\ 30.$$

Die Periode der Columne ist zweifellos die des siderischen Monats, wie weiter unten (n. 25) nachgewiesen wird.

Untersuchen wir nun die Differenzen von Col. E'' des nämlichcn Tablets, so stellt sich heraus, dass dieselben durch Δ bereits dargestellt sind. Somit ist Δ Hilfscolumne zum Aufbau von E''. Aber in welcher Weise? Die Hauptregel können wir kurz so fassen:

$$E''_n \pm \Delta_{n+1} = E''_{n+1},$$

d. h. man bildet aus einem Glied von E'' das folgende, indem man das Δ der nächsten Zeile dazu zählt oder davon abzieht.

Dadurch steigen die Werthe in E'' regelmässig bis zu einer gewissen Grenze hinauf und von hier durch null zu einer untern Grenze hinab. Ein Nullübergang liegt zwischen Zeile 5 und 6, sowie zwischen Zeile 11 und 12. Man erkennt dies (wie gewöhnlich) daran, dass $\Delta_6 - E''_5 = E''_6$ und gleicherweise $\Delta_{12} - E''_{11} = E''_{12}$ ist, wobei die absoluten Werthe von E'' in die Formel einzusetzen sind. Wie in Col. E', findet aber auch hier unmittelbar nach dem Nullpunkt eine Correction statt, indem die zugehörige Differenz aus Δ um 36^{II} vermindert wird. So entsteht $E''_7 = 44^{\text{II}}\ 27^{\text{III}}\ 47^{\text{IV}}$, indem zum vorhergehenden absoluten Werthe von $E''_6 = 34^{\text{II}}\ 0^{\text{III}}\ 9^{\text{IV}}$ nicht Δ_6 ($= 46^{\text{II}}\ 27^{\text{III}}\ 38^{\text{IV}}$), sondern nur $10^{\text{II}}\ 27^{\text{III}}\ 38^{\text{IV}}$ addirt wird. (Alle solche Correctionsstellen sind durch ein Sternchen [*] bezeichnet.) Schon daraus kann man schliessen, dass es sich hier um etwas Aehnliches handelt wie in Col. E'. Um jedoch hierfür einen strengern Beweis zu erbringen, ist es nothwendig, zunächst die beiden Grenzwerthe der Columne zu fixiren. Sie liegen zwischen Zeile 2 und 3 und Zeile 8 und 9. Vergleicht man damit die Lage der Grenzwerthe in E' (S. 42), so findet man, dass der erstere Grenzwerth in E'' dem höchsten *num* in E', der letztere dem tiefsten *sik* in E' entspricht. Um diese Lage über und unter dem Nullpunkt kenntlich zu machen, wurden die Wörtchen „plus" und „minus" beigefügt.

Der höchste positive Werth (M) zwischen Zeile 2 und 3 ist nun

$$M = \frac{E''_2 + E''_3 + \Delta_3}{2} = \frac{1^{\text{I}}\ 29^{\text{II}}\ 31^{\text{III}}\ 42^{\text{IV}} + 1^{\text{I}}\ 42^{\text{II}}\ 2^{\text{III}}\ 45^{\text{IV}} + 45^{\text{II}}\ 19^{\text{III}}\ 33^{\text{IV}}}{2}$$
$$= 1^{\text{I}}\ 58^{\text{II}}\ 27^{\text{III}}.$$

Gerade so gross ist das Minimum (m), welches aus Zeile 8 auf Zeile 9 folgt.

Damit lässt sich die in E'' versteckte Periode berechnen, indem man ähnlich verfährt wie bei der Berechnung des drakonitischen Monats im Neulicht-Tablet Nr. 272. Nur ist zu beachten, dass man statt einer regelmässigen Differenz, wie dort, hier den Mittelwerth der Col. Δ ($= 46^{\text{II}}\ 30^{\text{III}}$) setzen muss.

Die Distanz von einem Maximum zum andern beträgt $4\ (1^{\text{I}}\ 58^{\text{II}}\ 27^{\text{III}}) = 7^{\text{I}}\ 53^{\text{II}}\ 46^{\text{III}}$. Dazu kommt die Correction (Zeile 7 und 13) von zweimal $0^{\text{I}}\ 36^{\text{II}} = 1^{\text{I}}\ 12^{\text{II}}$.

Somit beträgt die Zeit, nach welcher die fragliche Bewegung eine volle Revolution mehr ausgeführt hat, also die Anzahl der abgelaufenen synodischen Monate $= \dfrac{7^{\text{I}}\ 53^{\text{II}}\ 46^{\text{III}} + 1^{\text{I}}\ 12^{\text{II}}}{0^{\text{I}}\ 46^{\text{II}}\ 30^{\text{III}}} = \dfrac{5458}{465} = 11\dfrac{343}{465}$.

Das ist genau dasselbe Resultat, welches wir oben (n. 22) aus Nr. 272 erhielten; auch hier kommen daher auf 5458 synodische Monate 5923 drakonitische.

Wir haben uns bislang auf Col. Δ und E'' aus Nr. 99 beschränkt; gehen wir nun noch kurz auf die gleichnamigen Columnen von Sp. I, 143 ein. Diese enthalten allerdings 1—2 Zahlenglieder mehr; aber ihre Structur und Bedeutung ist ganz dieselbe. Das ergibt sich aus der Zusammenstellung der Bildungselemente beider Columnen:

		Nr. 99 81—7—6.	**Sp. I, 143.**
Δ	Maximum	$48^{\text{II}}\ 13^{\text{III}}\ 4^{\text{IV}}\ 30^{\text{V}}$	$48^{\text{II}}\ 13^{\text{III}}\ 4^{\text{IV}}\ 26^{\text{V}}\ 40^{\text{VI}}$
	Minimum	$44^{\text{II}}\ 46^{\text{III}}\ 55^{\text{IV}}\ 30^{\text{V}}$	$44^{\text{II}}\ 46^{\text{III}}\ 55^{\text{IV}}\ 33^{\text{V}}\ 20^{\text{VI}}$
	Mittel	$46^{\text{II}}\ 30^{\text{III}}$	$46^{\text{II}}\ 30^{\text{III}}$
	Monatl. Differenz	$0^{\text{II}}\ 33^{\text{III}}\ 20^{\text{IV}}$	$0^{\text{II}}\ 33^{\text{III}}\ 20^{\text{IV}}$
E''	Maximum	$1^{\text{I}}\ 58^{\text{II}}\ 27^{\text{III}}$	$1^{\text{I}}\ 58^{\text{II}}\ 27^{\text{III}}$
	Minimum	$1^{\text{I}}\ 58^{\text{II}}\ 27^{\text{III}}$	$1^{\text{I}}\ 58^{\text{II}}\ 27^{\text{III}}$
	Correction	$0^{\text{I}}\ 36^{\text{II}}$	$0^{\text{I}}\ 36^{\text{II}}$

Man sieht: die in Nr. 99 gewählten Abkürzungen sind ganz zweckmässig, da sie die Genauigkeit der drakonitischen Periode nicht beeinträchtigen.

Wir haben somit in ein und demselben Tablet (Nr. 99) zwei drakonitische Columnen: E' und E'', die beide sowohl unter sich als auch von E des Neulicht-Tablets Nr. 272 verschieden sind.

Allerdings zeigt eine nähere Prüfung der Grenzwerthe der drei Columnen, dass zwischen denselben eine einfache Proportionalität obwaltet:

$$\begin{array}{ccccc} E & : & E' & : & E'' \\ 9^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 15^{\mathrm{III}} & : & 6^{\mathrm{I}}\ 34^{\mathrm{II}}\ 50^{\mathrm{III}} & : & 1^{\mathrm{I}}\ 58^{\mathrm{II}}\ 27^{\mathrm{III}} = 15 : 10 : 3; \end{array}$$

aber damit ist der specifische Charakter der einzelnen Columnen noch nicht erklärt. Wir werden indes nicht fehlgehen, wenn wir sowohl E als auch E' als Grössen ansprechen, welche die Breite des Neu- bezw. Vollmondes ausdrücken sollen — freilich in verschiedenen Massen. Dasjenige von E müsste $\frac{2}{3}$ jenes von E' sein. Aber was sind das für Masse?

Hier wird uns vielleicht E'', die zweite drakonitische Columne von Nr. 99, den Weg zeigen. Zunächst ist nicht zweifelhaft, dass auch sie die Breite des Mondes z. Z. der Syzygien ausdrückt, und zwar sind die einzelnen Angaben genauer als in E und E', da zugleich die unregelmässige Bewegung in Länge (Col. Δ), von der ja die Aenderung der Breite theilweise abhängt, berücksichtigt ist. Es fehlen nun hier allerdings die in E und E' vorkommenden Positionszeichen *num, sik* und *bar;* allein diese konnten für E'' aus E' des nämlichen Tablets entnommen werden.

Da E'' an zweiter Stelle steht, so liegt ausserdem nahe, dass hier die Breite bereits in jenem Masse ausgedrückt ist, das in den aus den Rechnungstafeln hervorgehenden Mondephemeriden für Distanzen gebraucht wird. Das dort vorkommende Hauptmass ist ü (= *ammat*), auf welches wir (in n. 68) noch ausführlicher zu sprechen kommen. Da 1 ü $= 2^0,5$, so würde das Maximum von $E'' = 1^{\mathrm{I}}\ 58^{\mathrm{II}}\ 27^{\mathrm{III}} = 4^0\ 56'\ 7'',5$ sein. Somit hätten die Chaldäer die Neigung der Mondbahnebene zur Ebene der Ekliptik beiläufig $= 4^0\ 56'$ angenommen. Wir glauben nicht, dass hiergegen ein triftiger Einwand vorgebracht werden kann. Die grösste mittlere Mondbreite ist allerdings grösser ($5^0\ 8'\ 40''$); aber gerade zur Zeit des Neu- und Vollmondes kommt sie dem aus den chaldäischen Tafeln gefundenen Werth sehr nahe. Tycho de Brahe bestimmte denselben zuerst genauer und fand $4^0\ 58'\ 30''$ [1], während noch Kopernikus an dem von Ptolemäus angenommenen constanten Betrag von 5^0 festhielt.

Kehren wir nun zu Col. E und E' zurück. Das Maximum von E beträgt $9^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 15^{\mathrm{III}}$; das von E' $6^{\mathrm{I}}\ 34^{\mathrm{II}}\ 50^{\mathrm{III}}$. Sollen auch diese beiden die grösste Mondbreite, welche wir oben erlangt haben, darstellen, so ist die Hauptmasseinheit in $E = \frac{1}{2}^0$, in $E' = 45'$. Dass $\frac{1}{2}^0$ als Bogenmass benutzt worden sein soll, hat gewiss nichts Auffallendes; es ist sogar in hohem Grade a priori wahrscheinlich, da man von alters her den Durchmesser der Sonne $= \frac{1}{2}^0 = \frac{1}{720}$ der Sonnenbahn annahm [2].

Anders liegen die Verhältnisse in Col. E'. $45'$ als Bogenmass muthet fremdartig an, obschon sich später (in n. 68) $15'$ als Bogenmass herausstellt und somit auch das Dreifache desselben als Bogenmass nicht von vornherein als ganz willkürlich und ungereimt zu verwerfen ist. Wir ziehen es indes

---

[1] Vgl. Lalande, Astron. n. 1491. [2] Vgl. Rud. Wolf, Handb. d. Astron. I, n. 205.

vor, hier noch keine bestimmte Deutung zu versuchen. Es möge vorerst genügen, zu wissen, dass das Maximum von E' genau $= \frac{4}{3}$ jenes von E und $\frac{10}{3}$ jenes von E'' ist.

Der siderische Monat.

(25) Die Col. $\varDelta$ des Tablets Nr. 99, welche zur Bildung von E'' dient, bietet uns zugleich Gelegenheit, eine andere wichtige Mondperiode zu bestimmen, nämlich die Zeit, welche verstreicht, bis der Mond wieder zum nämlichen Fixstern zurückkehrt. Da das Rechnungsverfahren (aus n. 12) schon bekannt ist, so genügen die Zahlen ohne Erläuterung. Die doppelte Distanz des Maximums (48^{II} 13^{III} 4^{IV} 30^{V}) vom Minimum (44^{II} 46^{III} 55^{IV} 30^{V}), dividirt durch die monatliche Differenz (33^{III} 20^{IV}), ergibt den Bruch $\frac{2783}{225} = 12\frac{83}{225}$. In so viel synodischen Monaten finden also $13\frac{83}{225}$ der fraglichen Revolutionen statt, oder auf 2783 synodische Monate kommen 3008 der letztern. Was für eine Periode ist dies? Keine andere als die siderische des Mondes; denn aus der

Proportion $3008 : 2783 = 29{,}530594136 : x$
erhält man $x = 27^d{,}32169 = 27^d\ 7^h\ 43^m\ 14^s$.

Der von der modernen Astronomie acceptirte Werth des siderischen Monats beträgt nur um 2,6 Sekunden weniger, nämlich $27^d\ 7^h\ 43^m\ 11^s{,}42$.

Um jeden Zweifel hieran auszuschliessen, wollen wir die Dauer des siderischen Monats noch auf eine andere Weise bestimmen. Der nächste Gedanke wäre nun, hierzu die mittlere siderische Mondgeschwindigkeit zu benutzen, wie sie sich aus der Col. F des Tablets Nr. 272 ergibt. Wir hätten dann nur die einfache Aufgabe zu lösen: in einem Tage legt der Mond $13^0\ 10'\ 35''$ zurück; in wieviel Tagen vollendet er eine volle Revolution ($= 360^0$)? Doch da jener Mittelwerth, wie er aus der alten chaldäischen Periode von 223 synodischen Monaten hervorgegangen ist, im System I sicher nur als ein abgerundeter Werth beibehalten wurde, so ist er zu einer Berechnung des genauen siderischen Monats nicht geeignet. Die passenden Daten haben wir vielmehr in Col. A von Nr. 272 zu suchen, welche den Unterschied der Neumondlängen von Monat zu Monat enthält. Wie n. 50 gezeigt wird, ergibt sich daraus die mittlere Verschiebung des Neumondes $= 29^0\ 6'\ 19''\ 20'''$. Während eines mittlern synodischen Monats ($= 29^d{,}530594136$) durchläuft also der Mond einen Bogen von $389^0\ 6'\ 19''\ 20'''$; in welcher Zeit legt er 360^0 zurück? Die Antwort lautet: in $27^d{,}32169 = 27^d\ 7^h\ 43^m\ 14^s$, also ganz wie oben.

Wie gross ist nun der siderische Monat des Hipparch? Nach Almagest (lib. 4, c. 2; Halma I, 216) legt der Mond in $126007^d\ 1^h$ $(4612 \cdot 360 - 7\frac{1}{2})^0$ zurück. Daraus folgt die Dauer des siderischen Monats

$$= 27^d{,}32169 = 27^d\ 7^h\ 43^m\ 14^s.$$

Dies ist die vierte vollständige Uebereinstimmung zwischen dem Philosophen von Rhodos und den Chaldäern.

Von selbst drängt sich jetzt die Frage in den Vordergrund: Wem von beiden gebührt das Verdienst, die Mondbewegung zuerst so genau erforscht zu haben? Ihre Beantwortung hängt von dem Zusammenwirken mehrerer Umstände ab, unter denen das Alter des babylonischen Systems und die Zeit, in der Hipparch seine Beobachtungen anstellte, eine bevorzugte Stelle einnehmen.

Tablet Sp. I, 162. Obvers (Neumonde). (Reconstruirt.)

Zeile	F	G	H	I	K	L		L'	λ $^{-132}/_{-131}$ Ch. Ä.		L'—λ
1.	13° 24′ 10″	3ˢ 16° 31′ 40″	16° 10′ 0″	—20° 21′ 30″	2ˢ 56° 10′ 10″	Adâru II	28ᵈ 3ˢ 39° 34′ 40″	28ᵈ 14ʰ 30ᵐ	April	12ᵈ 16ʰ 20ᵐ	— 1ʰ 50
2.	14 0 10	2 54 1 40	9 22 30	—29 44 0	2 24 17 40	Nisannu	29 0 3 52 20	29 0 15	Mai	12 1 40	— 1 25
3.	14 36 10	2 31 31 40	2 35 5	—32 19 0	1 59 12 40	Airu	28 2 3 5 0	28 8 12	Juni	10 9	— 0 48
4.	15 12 10	2 9 1 40	4 12 30	—28 24 30	1 40 37 10	Simannu	28 3 43 42 10	28 14 55	Juli	1 16	— 1 5
5.	14 44	1 58 37 30	11 0 0	—17 24 30	1 41 13 0	Dûzu	28 5 24 55 10	28 21 40	Aug.	7 23 40	— 2 0
6.	14 8	2 21 7 30	17 47 30	+ 0 23 0	2 21 30 30	Âbu	28 1 46 25 40	28 7 6	Sept.	6 8 40	— 1 34
7.	13 32	2 43 37 30	17 25 0	+17 48 0	3 1 25 30	Ulûlu	28 4 47 51 10	28 19 11	Oct.	5 20 10	— 1 0
8.	12 56	3 6 7 30	10 37 30	+28 25 30	3 34 33 0	Tišrîtu	28 2 22 24 10	28 9 30	Nov.	4 10	— 0 30
9.	12 20	3 28 37 30	3 50 0	+32 15 30	4 0 53 0	Araḫ-s.	28 0 23 17 10	28 1 33	Dec.	4 2	— 0 27
10.	11 44	3 51 7 30	2 57 30	+29 43 0	4 20 50 30	Kislimu	28 4 44 7 40	28 18 57	Jan.	2 20 10	— 1 13
11.	11 8	4 13 37 30	9 45 0	+19 58 0	4 33 35 30	Tebitu	28 3 17 43 10	28 13 11	Febr.	1 14 15	— 1 4
12.	11 38 10	4 22 46 40	16 32 30	+ 3 25 30	4 26 12 10	Šabâtu	29 1 43 45 20	29 6 51	März	3 8 10	— 1 19
13.	12 14 10	4 0 16 40	18 32 30	—15 14 30	3 45 2 10	Adâru	28 5 28 57 30	28 21 56	April	1 23 30	— 1 34

Alter des Systems I.

(26) Gemäss n. 6 gehört die grosse Neulicht-Tafel Nr. 272 dem Jahre —102 Ch. Ä. an und umfasst nach unzweifelhaften Angaben ihrer Verfasser Neumondrechnungen von 207 S. Ä. Adar 29ᵈ bis 210 S. Ä. Adar II 29ᵈ = —103 Ch. Ä. März 23ᵈ bis —100 Ch. Ä. April 18ᵈ.

Auf Grund dieser sichern Zahlen war es uns möglich, (in n. 19) zu constatiren, dass die chaldäischen Rechnungsresultate von der Wirklichkeit bis zu 2¼ Stunden abweichen.

Daraus erhellt, wie wenig eine Uebereinstimmung der von uns für ein bestimmtes Jahr berechneten Neumonddaten mit den in einer babylonischen Rechnungstafel vorgefundenen einen Schluss auf das sichere oder auch nur wahrscheinliche Alter der letztern gestatten würde.

Ausser der eben erwähnten grossen Tafel trägt keines der mir vorliegenden hierher gehörigen Fragmente eine Jahreszahl. Hier muss die Rechnung das Fehlende ersetzen, und glücklicherweise ist wenigstens bei einem Tablet (Sp. I, 162) eine zuverlässige Altersbestimmung möglich.

Der Leser erinnert sich, dass wir die Rückseite dieser Tafel schon in n. 21 besprochen und verwerthet haben. Die Vorderseite (Neumonde) ist mit Nr. 272 in allen erhaltenen Columnen gleichartig. Da *I*, *K* und *L* recht gut erhalten sind, so lassen sich durch Rückrechnung *H*, *G* und *F* bestimmen. Die Ausführung bietet nebenstehende Tabelle.

Von allen Columnen sind jedoch hier nur *G* und *L* von unmittelbarem Nutzen.

Führt man Col. *G* in Nr. 272 (vgl. S. 12 f.) mit Hilfe der bekannten Bildungsregel (n. 18) nach oben und unten weiter fort, so stösst man nach einer bestimmten Zeit auf die Zahlen von *G* in Sp. I, 162, und zwar in derselben Folge, wie sie sich in diesem Tablet finden. Geht man um 251 Monate weiter, so kehren dieselben Zahlen abermals wieder u. s. f.

Damit sind die innerhalb eines Jahrhunderts möglicherweise für unser Tablet Sp. I, 162 passenden Jahreszahlen schon auf einige wenige Fälle beschränkt.

Untersuchen wir nun diese genauer. Hierbei nehmen wir einmal Sp. I, 162 und das andere Mal Nr. 272 als das ältere Tablet an.

Im erstern Fall kommt man in Col. G aufwärts schreitend von G_1 in Nr. 272 nach 95 synodischen Monaten genau auf den Werth G_{13} in Sp. I, 162; im zweiten erreicht man abwärts den gleichen Werth in 156 Monaten.

Unserem Ausgangspunkt G_1 in Nr. 272 entspricht das Neumonddatum 207 S. Ä. Adar $29^d = -103$ Ch. Ä. März 23^d; wir wissen somit, dass der Neumond, welcher zu G_{13} in Sp. I, 162 gehört, um $95 + n \cdot 251$ synodische Monate weiter rückwärts oder um $156 + n \cdot 251$ synodische Monate vorwärts zu suchen ist.

Auf diese Weise ergeben sich auch alle andern Neumonde der Jahre Ch. Ä., welche möglicherweise dem Tablet Sp. I, 162 entsprechen, und wir sind dann in der Lage, die noch zu berechnenden Neumonddaten mit den chaldäischen zu vergleichen. Zu den eben angeführten Formeln ist noch zu bemerken, dass n an und für sich 0 oder irgend eine ganze Zahl sein kann.

Angesichts der vollständigen Gleichartigkeit in den Mondrechnungen[1] beider Tablets ist die Annahme kaum zulässig, dass sie um Jahrhunderte auseinander liegen. Wir haben es höchstens mit einem Altersunterschied von 50 Jahren zu thun. Gleichwohl wurde die Prüfung der möglichen Jahre um das Doppelte ausgedehnt. Hierzu diente Col. L. Sie setzte uns in den Stand, aus den verschiedenen möglichen Fällen den einzig richtigen herauszufinden.

Zu diesem Zwecke wurden die Neumonddaten für alle in Frage kommenden Jahre näherungsweise berechnet (babylonische Mitternacht $= 0^h$) und die Resultate mit den Angaben von Col. L', welche die Tageszeit des babylonischen Neumondeintritts in unserem Zeitmass enthält, verglichen. Es stellte sich hierbei heraus, dass nur die Neumonde des Jahres $^{-132}/_{-131}$ Ch. Ä. $=$ 179 S. Ä. den Anforderungen Genüge leisten. Die betreffenden Werthe finden sich in Col. λ. Die darauffolgende Col. gibt den Unterschied zwischen babylonischer Angabe und unserer Rechnung an. Nach den in Nr. 272 gemachten Erfahrungen nimmt es durchaus nicht wunder, dass die Differenzen die Höhe von 2^h erreichen; auch kann es nicht überraschen, dass sie alle das gleiche Vorzeichen, und zwar *minus,* haben.

Bei der oben angestellten Untersuchung gingen wir natürlich von der Voraussetzung aus, dass Col. G keinerlei Störung erlitten habe. Nun fanden wir aber in n. 21 sowohl in F als in G eine Verschiebung entweder im Obvers oder Revers. Wäre ersteres der Fall, so könnte man unsere ganze Altersbestimmung nicht gelten lassen.

Es ist deshalb angezeigt, noch weitere Belege für die Richtigkeit des errechneten Jahres beizubringen, und zwar solche, die gerade jene Möglichkeit ausschliessen. Ist das Jahr des Tablets Sp. I, 162 wirklich vom Jahre 179 S. Ä. $= {}^{-132}/_{-131}$, so muss ein bestimmtes Neumonddatum desselben von

[1] In andern Tablets desselben Systems kommen in mehreren Columnen Abweichungen von Nr. 272 vor.

einem bestimmten des Tablets Nr. 272 ungefähr ebensoweit abstehen, wie die correspondirenden julianischen Daten, die sich aus unserer Rechnung ergaben.

Gehen wir beispielsweise von Z. 11 des ältern Tablets auf Zeile 30 des jüngern über (vgl. S. 32). Wir haben dann die beiden Zeitabstände L'_{11} bis L'_{30} und λ_{11} bis λ_{30} zu bestimmen:

$$\text{I. } \begin{cases} L'_{11} = 179 \text{ S. Ä. Tebitu } 28^d\ 13^h\ 11^m \\ L'_{30} = 210 \text{ S. Ä. Dûzu } 28^d\ 10^h\ 55^m \end{cases}$$

$$\text{II. } \begin{cases} \lambda_{11} = -131 \text{ Ch. Ä. Feb. } 1^d\ 14^h \\ \lambda_{30} = -101 \text{ Ch. Ä. Juli } 27^d\ 9^h\ 30^m. \end{cases}$$

Das durch I dargestellte Intervall umfasst über 30 Jahre, auf welche 11 chaldäische Schaltmonate kommen. Somit beträgt der Zeitraum von Ende Tebitu 179 bis Ende Tebitu 209 $30 \cdot 12 + 11 = 371$ synodische Monate. Hierzu kommen noch sechs Monate von Ende Tebitu bis Ende Dûzu. Das ganze Intervall ist daher = 377 synodische Monate = 11 133 Tage. Da ausserdem die Tageszeit in L'_{30} gegen die in L'_{11} um $2^h\ 16^m$ zurückbleibt, so ist das Intervall I = 11 132 Tage $21^h\ 44^m$. Damit muss Intervall II übereinstimmen. Das trifft wirklich zu; denn es beträgt 11 132 Tage $19^h\ 30^m$.

Selbstverständlich müssen dann auch die Daten eines andern Tablets aus dem Jahre 179 S. Ä. mit jenen von Sp. I, 162 im Einklang stehen. Ein solches ist nachweisbar Nr. 555 des Britischen Museums. In diesem Fragment heisst es u. a.:

Tebitu . . . mušu 14 2 kas-bu mi-du atalû Sin,

d. h. Tebitu nachts d. 14. zwei Doppelstunden nach Sonnenuntergang eine Mondfinsterniss (findet statt).

Nehmen wir, wie der chaldäische Astronom in Sp. I, 162, Mitternacht von Babylon = 0^h an und beachten wir, dass der Sonnenuntergang zu der obigen Zeit in Babylon etwa um 5^h stattfand und damit nach bürgerlicher Zählweise der neue Tag, d. h. der 14. Tebitu begann, so muss die in Frage stehende Finsterniss auf 179 S. A. Tebitu $13^d\ 21^h$ (astronomische Zeit) angesetzt werden. Bezieht man das entsprechende Datum in Oppolzers Kanon gleichfalls auf Mitternacht in Babylon, so ergibt sich —131 Ch. Ä. Jan. $17^d\ 22^h\ 26^m$. Hieraus folgt die Datengleichung 179 S. Ä. Tebitu 13^d = —131 Ch. Ä. Jan. 17^d. Also 1. Tebitu = 5. Januar.

Zum gleichen Resultat führt ein Vergleich von L'_{11} = Tebitu $28^d\ 13^h\ 11^m$ und λ_{11} = Febr. $1^d\ 14^h\ 15^m$ in Tablet Sp. I, 162. Denn es ist hier 28. Tebitu = 1. Febr. und folgerichtig 1. Tebitu = 5. Januar.

Gemäss Tablet Sp. I, 162, welches ja mit einem Adar II beginnt, muss das Jahr 178 S. Ä. ein Schaltjahr sein; dies wird bestätigt durch ein anderes, gleichfalls noch nicht publicirtes Tablet (Sp. I, 147).

Wir haben also eine hinreichende Garantie dafür, dass unser Tablet Sp. I, 162 aus dem Jahre 179 S. Ä. = $^{-132}/_{-131}$ Ch. Ä. stammt; somit war das System I wenigstens schon im Jahre 133 v. Chr. den Babyloniern bekannt.

Es ist jedoch keine Willkür, wenn wir das Alter des Systems noch weiter hinaufrücken.

Zunächst ist es doch nicht wahrscheinlich, dass unter allen Fragmenten das einzige, dessen Alter sich bestimmen lässt (Sp. I, 162), gerade das erste dieser Art ist. Aber auch die Zahlen des Tablets selbst weisen bestimmt darauf hin, dass man das System schon früher kannte. Die Neumonddaten weichen nämlich unserer Untersuchung zufolge bis zu 2^h von der Wirklichkeit ab; eine solche Dissonanz war bei der ersten Aufstellung des Systems ausgeschlossen, da man doch zweifellos von sichern Daten einer Mond- oder Sonnenfinsterniss ausging. Allerdings kann sich ein solcher Fehler mit Rücksicht auf die Anlage der Col. *G* schon in einigen Jahren herausbilden; aber dieser Zuwachs an Altersjahren ist keineswegs belanglos.

Denn es ist weiterhin zu beachten, dass in unsern Tablets nicht einfachhin die Dauer gewisser Mondperioden angegeben, sondern ein sehr ausgebildetes System der Mond- und Sonnenbewegung dargeboten wird. Von der blossen Kenntniss solcher Perioden bis zur Durcharbeitung eines wohl 21 Columnen umfassenden Systems (es sind in Sp. I, 162 3 Columnen mehr als in Nr. 272, welches 18 Columnen enthält), in welchem die verschiedensten Ungleichheiten vorkommen und harmonisirt werden sollen, ist noch ein weiter Weg.

Einen sichern Anhaltspunkt bezüglich des Alters der chaldäischen Perioden haben wir damit freilich noch nicht gewonnen; aber wir irren wohl nicht mit der Annahme, die betreffenden Perioden seien schon wenigstens in den vierziger Jahren des 2. Jahrhunderts nicht bloss den Chaldäern bekannt, sondern auch von ihnen als einzig genau anerkannt gewesen.

Wir fanden aber im Laufe dieses ersten Theiles unserer Untersuchung, dass alle diese Mondperioden: nämlich die synodische, die siderische, die anomalistische und die drakonitische Umlaufszeit, ganz genau mit jenen übereinstimmen, welche im Almagest (Halma I, 216) Hipparch zugeschrieben werden.

Es ist daher wohl an der Zeit, die Erwägungen zusammenzustellen, welche geeignet sind, die zwischen Hipparch und den Chaldäern obwaltende Prioritätsfrage zu lösen oder wenigstens der Lösung nahe zu bringen.

Erörterung der Prioritätsfrage.

a) Zeit der astronomischen Wirksamkeit Hipparchs.

(27) Ehe wir die Gründe vorführen, welche für das Prioritätsrecht der Babylonier sprechen, ist eine kurze Orientirung über die Beobachtungen, die nachweisbar dem Astronomen von Rhodos angehören, nothwendig.

Die erste ihm gewöhnlich zugeschriebene Beobachtung bezieht sich auf das Herbstäquinoctium 161 v. Chr. Man beruft sich hierbei auf die Stelle des Almagest lib. 3, c. 2 (Halma I, 153), wo von Beobachtungen der Aequinoctien die Rede ist, deren sich Hipparch bei Feststellung der Jahresdauer bediente. Es sind dies die sechs Herbstäquinoctien vom 17., 20., 21., 32., 33. und 36. und die drei Frühlingsäquinoctien vom 32., 43. und 50. Jahre der dritten Periode des Kalippus. Da nun die älteste dieser Beobachtungen aus dem 17. Jahre der obengenannten Periode stammt, so neigt man zu der Annahme hin, schon damals, also im Jahre 161 v. Chr., sei Hipparch als Astronom thätig gewesen. Allein beweisen lässt sich dies keineswegs, da weder der griechische Wortlaut noch der Zusammenhang mit andern Stellen eine solche Deutung fordert. Ptolemäus sagt (l. c.) von Hipparch nur: *Εἶτα παρατίθεται πρῶτον μετοπωρινῶν ἰσημερινῶν χρόνους. . .*

Erst für das 32. Jahr der dritten Periode des Kalippus liegen beweiskräftige Angaben vor. Mit dem Herbstäquinoctium dieses Jahres bringt nämlich Hipparch (Almag. Halma I, 156) Beobachtungen von Mondfinsternissen in Verbindung, welche er nach dem Zeugniss von Ptolemäus selbst angestellt hat. Somit kann von einer Thätigkeit Hipparchs als eines astronomischen Beobachters erst in dem eben genannten Jahre, d. h. 146 v. Chr., mit Sicherheit die Rede sein. Uebrigens beginnt eine genaue, systematische Beobachtung der Aequinoctien gleichfalls erst mit diesem Jahre, und Frühlingsäquinoctien scheinen vor demselben überhaupt weder von Hipparch noch von seinen Vorgängern beobachtet worden zu sein, da der Almagest nirgends davon spricht. Auch kann es dem aufmerksamen Leser der Stelle Halma I, 153 und 154 nicht entgehen, dass zwischen der Art und Weise, wie die Herbstäquinoctien und wie die Frühlingsäquinoctien gewürdigt werden, ein auffallender Unterschied besteht. Erstere werden nur kurz aufgezählt, letztere dagegen mit Hipparchs eigenen Worten beschrieben. Das öfter wiederholte φησίν ist gewiss nicht zwecklos, da Ptolemäus nichts weniger als redselig ist. Es kann nur so gedeutet werden, dass er hier Hipparch berichten lässt, was dieser mit eigenen Augen gesehen hat (im Gegensatz zu den Beobachtungen der Herbstäquinoctien), oder aber, dass die andern Beobachtungen minderwerthig seien, daher nur geringe Beachtung verdienen. In jedem Falle, d. h. ob Hipparch vor dem Jahre 146 gar keine oder nur unbedeutende Beobachtungen anstellte, ist ein hervorragender Einfluss des später so berühmt gewordenen Mannes auf die Entwicklung der Astronomie vor der Mitte der vierziger Jahre des 2. Jahrhunderts äusserst unwahrscheinlich.

Seiner eigentlich bedeutenden astronomischen Laufbahn bleibt übrigens auch so noch ein Zeitraum von wenigstens 20 Jahren. Wir wissen nämlich (zufolge Almag. Halma I, 295), dass er noch im 52. Jahre der dritten Periode des Kalippus, d. h. im Jahre 126 v. Chr. Mondbeobachtungen anstellte. Erst gegen das Ende dieser Zeit, nämlich in das Jahr 130, fällt seine wohl bedeutsamste Entdeckung, die der Präcession.

b) Gründe für den chaldäischen Ursprung der Mondperioden in System I.

Die Zeit, welcher diese Perioden entstammen, könnte allerdings, selbst wenn man mit uns eine namhafte Wirksamkeit Hipparchs erst mit dem Jahre 146 v. Chr. annimmt, mit der letztern recht gut zusammenfallen. Aber es fehlt dennoch nicht an Gründen, welche der Ansicht von Ptolemäus (Almag. Halma I, 216), Hipparch sei es gewesen, der die alten chaldäischen Perioden, namentlich den synodischen Monat verbessert habe, entschieden widersprechen oder die Zulässigkeit des Alexandriners als vollgiltigen Zeugen bestreiten. Dies ergibt sich aus folgenden Erwägungen:

1. Hipparch stützte sich nach der Angabe von Ptolemäus auf babylonische Beobachtungen von Finsternissen. Er benutzte Perioden von 4267 und 5458 synodischen Monaten, über deren Beginn ihn nur die babylonische Messkunst genau unterrichten konnte. Die Chaldäer mussten also die einzelnen Umstände der Finsternisse (Grösse der Beschattung, Schnelligkeit der Mondbewegung etc.) schon vor mehreren Jahrhunderten sorgfältig wahrgenommen und aufgezeichnet haben. Ohne diese ihre Sorgfalt wäre selbst die grösste Genauigkeit des spätern Griechen in diesem Punkte umsonst gewesen; denn Hipparch konnte (vgl. Almag. Halma I, 217) nur mit solchen Finsternissen operiren, die in einer Reihe von Einzelheiten mit den von ihm beobachteten übereinstimmten. Auch Ptolemäus selbst setzte auf die babylonischen Angaben grosses Vertrauen, da er dieselben gleichfalls benutzte (Almag. Halma I, 245), um die Resultate Hipparchs zu verbessern. Es wäre nun doch gewiss höchst befremdend, wenn die Chaldäer selbst von ihren soliden Beobachtungen einen nur mangelhaften Gebrauch gemacht hätten.

2. Aber nehmen wir einmal an, sie wären erst durch Hipparch belehrt worden, ihre Perioden seien ungenau, so ist es doch geradezu unglaublich, dass die weltberühmte Astronomenkaste, dass die Träger einer vielleicht Jahrtausende zählenden Tradition gelehrigen Schülern gleich schon nach kurzer Zeit ihre bisherigen Ueberzeugungen opferten und auf die Autorität eines Fremden hin das traditionelle System über den Haufen warfen. Ganz gewiss hätten die neuen Perioden erst nach längerem Widerstreben und nach wiederholten Controllbeobachtungen in Babylon Eingang gefunden. Aber setzen wir auch den Fall, Hipparchs Genialität habe schon in kurzer Zeit die Chaldäer für seine Ansicht gewonnen, so müsste man sich doch sehr darüber wundern, dass er in andern, viel deutlicher zu Tage tretenden Dingen nicht den geringsten Einfluss auf seine Fachgenossen am Euphrat ausgeübt hat. Nur eines sei hier erwähnt. Wir sahen oben, wie Hipparch wenigstens 18 Jahre hindurch eifrig die Aequinoctien beobachtete. Wenn nun die Chaldäer mit ihm wirklich in Beziehungen gestanden hätten und seiner Autorität gefolgt wären, so würden sie vor allem ihre Jahrespunkte geändert haben. Diese wichen nämlich, wie wir weiter unten darthun werden, nicht weniger als um fünf volle Grade von der Wahrheit ab. Aber von einer derartigen Verbesserung findet sich selbst nahezu ein viertel Jahrhundert nach dem Tode Hipparchs bezw. seiner letzten auf uns gekommenen Beobachtung noch keine Spur (vgl. Tablet Nr. 272, 81—7—6).

3. Nicht zu unterschätzen ist auch die Thatsache, dass Geminus, der doch wohl mit Rhodos (und Alexandrien?), d. h. mit dem Wirkungsfelde Hipparchs, in näherer Beziehung stand als mit dem um diese Zeit vom Weltverkehr sich mehr und mehr abschliessenden Babylon, von jenen neuen, exacten Perioden Hipparchs nichts zu berichten weiss und nur den alten Saros der Chaldäer erwähnt. Freilich kannte Geminus den genauen babylonisch-hipparchischen synodischen Monat von $29^d\ 12^h\ 44^m\ 3\frac{1}{3}^s$ (vgl. n. 3); Hipparchs Name wird jedoch nicht genannt. Ja es macht sogar den Eindruck, als ob Geminus die Kenntniss jenes genauern Beobachtungsresultates schon bei den ältern Griechen, wenigstens bei Kalippus, voraussetze. Im 6. Kapitel seiner Elemente bespricht er nämlich u. a. die Gründe, warum man im griechischen Kalender die alte Oktaëteris aufgegeben und an ihre Stelle die 19jährige Schaltperiode gesetzt habe. Er führt aus: die Oktaëteris sei auch nach der Einführung der 16- und 160jährigen Periode noch unvollkommen geblieben. Man habe nämlich die Dauer des Monats nicht genau (zu klein) genommen. In Wirklichkeit betrage dieselbe 29 Tage und in Sexagesimaltheilen des Tages 31 der ersten, 50 der zweiten, 8 der dritten und 20 der vierten Ordnung. Nachdem dann der Autor die Unrichtigkeit der Oktaëteris noch von einer andern Seite beleuchtet hat, fährt er fort: „Da demnach die Oktaëteris in allen Stücken fehlerhaft war, so haben die Astronomen Euktemon, Philippus und Kalippus eine andere Periode, die 19jährige, aufgestellt.“ Hiernach scheint wenigstens Kalippus, der als letzter an die Zeitkreise die verbessernde Hand anlegte, die obige genaue Dauer des synodischen Monats gekannt zu haben und bestrebt gewesen zu sein, den Durchschnittswerth der künstlichen Monate seines Cyklus jener möglichst nahe zu rücken. Wollte Geminus das nicht sagen, so hatte die Anführung der exacten Zahlen, die man etwa erst einer spätern Zeit verdankte, als Begründung für die von jenen griechischen Astronomen erkannte Nothwendigkeit, die Oktaëteris zu verbessern, kaum einen Sinn. Dies ist um so mehr der Fall, als Geminus sonst nirgends den genauen

synodischen Monat erwähnt. Wenn aber schon Kalippus (um 330 v. Chr.) jenen exacten Werth kannte, so darf nicht Hipparch als Entdecker angesehen werden. Wussten dies aber die ältern Griechen aus sich oder von andern? Die Lösung dieser Frage wird zugleich durch die Beantwortung jener andern gegeben: Welches Volk war um diese Zeit im Besitze exacter Beobachtungen von Finsternissen, deren Alter um mehrere Jahrhunderte hinaufreichte? Sicher kein anderes als die Chaldäer. Wäre dem nicht so, so würde weder Hipparch noch Ptolemäus zu den babylonischen Beobachtungen seine Zuflucht genommen haben, wenn sie sich über die nähern Umstände der Finsternisse aus älterer Zeit vergewissern wollten.

4. Hiermit steht freilich die Angabe von Ptolemäus im Widerspruch, da er Hipparch ausdrücklich als Corrector der babylonischen Mondperioden bezeichnet. Aber hier sind drei Dinge wohl zu beachten. Erstens: Zwischen der schriftstellerischen Thätigkeit des Ptolemäus und den Beobachtungen Hipparchs mögen wohl 250 Jahre liegen, während Geminus kaum ein halbes Jahrhundert nach Hipparch seine Studien begann. Zweitens: Ptolemäus spricht bloss im allgemeinen von zwei Perioden, die eine von 4267, die andere von 5458 synodischen Monaten, ohne irgendwelche weitere Angabe über specielle Beobachtungen Hipparchs, deren er doch sonst im einzelnen gedenkt. Es erweckt dies den Eindruck, als ob sich seine Behauptungen bloss auf einige kurze Notizen jenes Astronomen stützten. Nun ist aber die Nachwelt nur zu leicht geneigt, alles Treffliche, was sich unter den Papieren eines berühmten Mannes findet, als ein Erzeugniss seines Genies zu betrachten, wenngleich es in Wirklichkeit einem andern angehört, den die Ungunst der Verhältnisse nicht ans Licht treten liess. Drittens: Hierzu stimmt die Wahrnehmung, dass Ptolemäus wohl über eine Reihe von babylonischen Beobachtungen verfügte, aber ganz sicher keinen Einblick in die chaldäischen Systeme des 2. und 3. Jahrhunderts hatte, wie sie im Laufe dieser Schrift zur Erörterung kommen. Zum Beweise genügt schon die einzige Thatsache, dass die von den Chaldäern angenommene Dauer des längsten und kürzesten Tages, die doch in keinem Tablet, das Berechnungen von Neu- und Vollmonden enthält, fehlen — ihm unbekannt war. So war Ptolemäus nicht einmal in der Lage, einen Vergleich anzustellen zwischen dem, was die Babylonier und was Hipparch geleistet haben. Mit Rücksicht auf diese drei Erwägungen sind die Angaben des Ptolemäus wenig geeignet, die Prioritätsrechte der Babylonier zu erschüttern.

Was aber die weiter oben angeführten Gründe, welche nicht unmittelbar das Zeugniss von Ptolemäus angreifen, betrifft, so dürfte wenigstens der erste und zweite jeden unbefangenen Leser zu der Ueberzeugung führen, welche auch der Verfasser gewonnen hat: nicht Hipparch, sondern die Chaldäer sind die Urheber der verbesserten Mondperioden.

Freilich wäre es wünschenswerth, diese Thatsache durch Tablets beweisen zu können, welche älter sind als Hipparchs astronomische Thätigkeit. Solch einen greifbaren Beweis werden wir allerdings für ein anderes Prioritätsrecht der Babylonier, welches die Erkenntniss der Ungleichheit der Jahreszeiten betrifft, erbringen. Aber hier müssen wir zufrieden sein, unter zwei uns vorliegenden Tablets mit bestimmbarem Alter eines gefunden zu haben, dessen Abfassung wenigstens älter ist als die Entdeckung der Präcession durch Hipparch.

Zweiter Theil.

Der Sonnenlauf nach System II und I.

(28) Indem wir es unternehmen, diesen wichtigen Gegenstand im Sinne der chaldäischen Lehre zu erörtern, betreten wir ein Arbeitsfeld, das noch gänzlich unbebaut vor uns liegt.

Freilich bietet die scheinbare Bewegung unseres Tagesgestirns nicht so zahlreiche und erhebliche Unregelmässigkeiten, wie sie dem Mondlaufe eigen sind; aber dennoch war es für die Alten in mehrfacher Hinsicht schwieriger, die Bewegungselemente der Sonne festzustellen, als diejenigen des Mondes.

Der Gründe sind namentlich drei: die verhältnissmässig langsame Bewegung der Sonne (sie beträgt durchschnittlich nur 59′ 8″ im Tage), die Unmöglichkeit, den Fortschritt der Sonne am Himmel durch directen Vergleich mit den Fixsternen zu messen, und endlich das blendende Licht, welches die Sonnenränder nicht so scharf hervortreten lässt wie der matte Silberglanz die Umrisse des Mondes und infolge dessen auch keine genaue Bestimmung des geometrischen Mittelpunktes der Sonnenscheibe gestattet.

Wenn nun die Chaldäer trotz dieser Schwierigkeiten die in Frage stehenden Bewegungselemente ziemlich gut zu bestimmen wussten, so verdienen sie um so mehr unsere Bewunderung.

In der That kannten diese geschickten Astronomen nicht nur die mittlere Geschwindigkeit der Sonne und somit das siderische Jahr, sondern auch ihren anomalistischen Lauf, ihre grösste und kleinste Geschwindigkeit. Mit diesen letztern hängt aber nothwendig eine Ungleichheit der Jahreszeiten zusammen, welche ihnen gleichfalls bekannt war. Wahrscheinlich haben sie sogar aus dieser die Ungleichförmigkeit des Sonnenlaufs gefolgert und näher bestimmt. Eine hinreichende Kenntniss der Dauer der Jahreszeiten setzt ferner voraus, dass die vier Jahrespunkte (die Aequinoctien und Solstitien) ziemlich gut beobachtet wurden. Dann mussten aber die Babylonier auch gewahr werden, wie diese Punkte langsam gegen Westen rücken, und damit hatten sie die Präcession entdeckt. Inwieweit diese letztere Annahme gerechtfertigt ist, wird ein eingehendes Studium der babylonischen Ekliptik lehren. Dabei haben wir zugleich Gelegenheit, mehrere Rechnungsverfahren darzulegen, unter welchen namentlich die Berechnung der Tagesdauer von Wichtigkeit ist.

So bietet sich denn auch hier ein reicher Stoff zu astronomischen Untersuchungen, deren Ergebnisse durch Vergleiche mit den Leistungen der griechischen Astronomie an culturhistorischer Bedeutung gewinnen dürften.

Indem wir das wenige, welches die Geschichte der Astronomie über die chaldäische Lehre vom Sonnenlauf zu berichten weiss, zum Vergleiche mit unsern Resultaten auf eine spätere Gelegenheit verschieben, wollen wir hier sofort auf das keilinschriftliche Beweismaterial eingehen.

Von System I sind es die vier Columnen A, B, C und D aus den beiden Tablets Nr. 272 (81—7—6) und Nr. 99 (81—7—6), welche uns über die Gesetze des Sonnenlaufes und mehrerer damit zusammenhängender Erscheinungen belehren.

Sie sollten eigentlich, wenn nicht an allererster Stelle, so doch wenigstens gleich nach den übrigen Columnen von System I abgehandelt werden. Aber aus didaktischen Gründen muss ich den Leser bitten, mir zunächst auf ein anderes Gebiet zu folgen und den

Sonnenlauf von System II

(29) kennen zu lernen. Erst dann lässt sich auch der Sonnenlauf von System I mit allseitigem Erfolge studiren.

Es ist nicht zweckdienlich, eine Charakteristik des ganzen Systems schon hier zu geben; der geeignete Platz hierfür ist im Eingang zum III. Theil: denn wir entnehmen dem System II hier nur drei Columnen, nämlich A, C und D. Hiervon enthält: A [1] das Jahr der Seleucidenära und den Monat, C die Positionen der Neu- oder Vollmonde, ausgedrückt in Graden, Minuten und Sekunden der als festliegend angenommenen Ekliptiksternbilder (wir wollen diese Positionen als babylonische Mondlängen bezeichnen), D endlich die aus C berechnete wechselnde Dauer des Tages.

Col. C.

Babylonische Länge der Neu- und Vollmonde.

Den Ausgangspunkt der Untersuchung bildet Col. C der grossen Mondfinsternisstafel Nr. 93 (81—7—6), von der sich ein bedeutendes Stück unter den übrigen Tafeln des Systems II in n. 64 transcribirt findet.

Ihr Randtitel lautet: *ša ûmu 14-tu;* die Angaben beziehen sich also auf den 14.[d] des Monats, d. h. auf den Vollmondtag.

Die Tafel umfasst eine lange Reihe von Jahren, indem sie sich (zufolge Col. A) vom Airu 137 S. Ä. bis Âbu 160 S. Ä. erstreckt. Gerade diese grosse Ausdehnung ermöglicht die Lösung mehrerer wichtiger Fragen.

Da es sich hier um Mondfinsternissangaben handelt, so finden wir in Col. C natürlich nur Vollmondlängen; allein man braucht ja nur um 180^0 weiter zu zählen und hat damit zugleich die jeweilige Sonnenlänge. Allerdings erhält man so die Positionen nur alle sechs (oder fünf) Monate (= Intervall von einer Finsterniss zur andern). Die Gesetzmässigkeiten von C in Nr. 93 führen jedoch auf die Entdeckung einer Verwandtschaft dieser Columne mit andern, die den Fragmenten Sp. II, 110 und Sp. II, 453 angehören und welche für jeden Monat des Jahres die Mondstellung angeben. Daraufhin lassen sich die Vollmondlängen für jeden Monat des Zeitraumes

[1] Diese Columne des Tablets ist die einzige, welche Epping und Strassmaier bearbeitet und lediglich zu chronologischen Zwecken verwendet haben (vgl. Zeitschr. f. Assyriol. VIII, 166).

Aus Tafel Nr. 93 81—7—6.

Babylonische Mondlängen zur Zeit des Vollmondes für 137 S. Ä. — 160 S. Ä.

	Zeile	*A* Jahre S. Ä.	*A* Babyl. Monate	*C* Mondlänge				Schaltjahre	Jahre Ch. Ä. u. jul. Datum
Obvers.	1.	137	Airu	20 [1]	15		Scorpii	137	10. Mai —174
	2.		Araḫ-s.	12	44		Tauri		4. Nov. „
	3.	138	Nisannu	9	52	30	Scorpii		30. April—173
	4.		Tišrîtu	1	40		Tauri		24. Oct. „
	5.		Adâru	1	22	30	Librae		20. März —172
	6.	139	Ulûlu	20	36		Piscium		13. Sept. „
	7.		Adâru	20	36		Virginis		10. März —171
	8.	140	Ulûlu	9	45		Piscium	140	2. Sept. „
	9.		Adâru	9	32		Virginis		27. Febr. —170
	10.	141	Âbu	29	22	30	Amphorae		23. Aug. „
	11.		Šabâtu	28	28		Leonis		16. Febr. —169
	12.	142	Âbu	19			Amphorae	142	12. Aug. „
	13.		Tebitu	17	24		Cancri		7. Jan. —168
	14.	143	Simannu	10	30		Capri		3. Juli „
	15.		Kislimu	6	20		Cancri		26. Dec. „
	16.	144	Simannu	0	7	30	Capri		21. Juni —167
	17.		Kislimu	25	16		Geminorum		16. Dec. „
	18.	145	Simannu	19	45		Arcitenentis	145	10. Juni —166
	19.		Kislimu	14	12		Geminorum		5. Dec. „
	20.	146	Airu	9	22	30	Arcitenentis		7. Juni —165
	21.		Tišrîtu	3	8		Tauri		26. Octob. „
	22.	147	Nisannu	0	52	30	Scorpii		20. April —164
	23.		Tišrîtu	22	4		Arietis		13. Oct. „
	24.	148	Nisannu	20	30		Librae	148	10. April —163
	25.		Tišrîtu	11			Arietis		3. Oct. „
	26.		Adâru II	10	7	30	Librae		30. März —162
	27.	149	Ulûlu	29	56		Piscium		22. Sept. „
	28.		Šabâtu	29	56		Leonis		18. Febr. —161
Revers.	29.	150	Âbu	20	22	30	*Piscium* [2]		13. Aug. —161
	30.		Sabâtu	18 [3]	*52*		*Leonis*		7. Febr. —160
	31.	151	Âbu	10			Amphorae	151	2. Aug. „
	32.		Sabâtu	7 [4]	48		Leonis		26. Jan. —159
	33.	152	Dûzu	29	37	30	Capri		22. Juli „
	34.		Tebitu	26	44		Cancri		16. Jan. —158
	35.	153	Dûzu	19	15		Capri	153	12. Juli „
	36.		Kislimu	15	40		Geminorum		6. Dec. „
	37.	154	Airu	10	45		Arcitenentis		1. Juni —157
	38.		Araḫ-s.	4	36		Geminorum		26. Nov. „
	39.	155	Airu	0	22	30	Arcitenentis		21. Mai —156
	40.		Araḫ-s.	23	32 [5]		Tauri		14. Nov. „
	41.	156	Airu	20 [6]			Scorpii	156	10. Mai —155
	42.		Araḫ-s.	12	28		Tauri		3. Nov. „
	43.		Adâru II	11	30		Librae		31. März —154
	44.	157	Ulûlu	1	24		Arietis		24. Sept. „
	45.		Adâru	1	7	30	Librae		21. März —153
	46.	158	Ulûlu	20	20		Piscium		13. Sept. „
	47.		Adâru	20	20		*Virginis*		9. März —152
	48.	159	Ulûlu	9	30		*Piscium*	159	2. Sept. „
	49.		Adâru	9	14		*Virginis*		26. Febr. —151
	50.	160	Âbu	29	7	30	*Amphorae*		23. Aug. „

[1] nicht 30. [2] nicht Leonis. [3] nicht 17. [4] nicht 17. [5] nicht 36. [6] nicht 10.

von 137 S. Ä. bis 160 S. Ä. errechnen und hieraus wiederum das Bildungsgesetz von *C* bis ins einzelne feststellen. Die Beifügung von Jahr und Monat (in Col. *A*) geschieht hauptsächlich mit Rücksicht auf chronologische Folgerungen, welche sich aus *C* und *A* zugleich ergeben. Damit ist der Gang der folgenden Untersuchung skizzirt; nun zur Ausführung!

Col. C in Nr. 93 81—7—6.

(30) Die auf S. 56 stehende Tabelle enthält neben *A* und *C* die Schaltjahre und das julianische Datum der Vollmonde.

Da die Längenangaben nicht immer auf den sechsten, sondern von Zeit zu Zeit auch auf den fünften Monat fallen, so ist von vornherein eine regelmässige Differenz der aufeinanderfolgenden Glieder nicht zu erwarten; aber selbst wenn man das in Rechnung zieht, so ergibt sich nur stellenweise eine gewisse Regelmässigkeit. Dazu kommen namentlich im Revers eine Reihe lädirter Stellen und irrthümlicher Zahlenwerthe, welche der Erkenntniss des Bildungsgesetzes im Wege stehen.

Der erste Schritt zur Klarlegung der verwickelten Verhältnisse war die Wahrnehmung, dass beim Ueberspringen je einer Zeile, also bei einem Vorrücken um elf oder zwölf Monate öfters hintereinander dieselbe Differenz oder doch wenigstens eine Differenz derselben Art auftritt (vgl. die folgende Tabelle).

Bildungsgesetz der babylonischen Vollmondlängen in Nr. 93.

Differenzreihe I.

Nummer der Zeile im Tablet Nr. 93	Mondpositionen	Differenzen	Anzahl der verflossen. Monate
2.	12° 44′ ♉		
		360°—11° 4′	12
4.	1 40 ♉		
		330 —11 4	11
6.	20 36 ♓		
		180	6
7.	20 36 ♍		
		360 —11 4	12
9.	9 32 ♍		
		360 —11 4	12
11.	28 28 ♌		
		330 —11 4	11
13.	17 24 ♋		
		360 —11 4	12
15.	6 20 ♋		
		360 —11 4	12
17.	25 16 ♊		
		360 —11 4	12
19.	14 12 ♊		
		330 —11 4	11
21.	3 8 ♉		
		360 —11 4	12
23.	22 4 ♈		
		360 —11 4	12
25.	11 ♈		
		360 —11 4	12
27.	29 56 ♓		
		150	5
28.	29 56 ♌		
		360 —11 4	12
30.	18 52 ♌		
		360 —11 4	12
32.	7 48 ♌		
		360 —11 4	12
34.	26 24 ♋		
		330 —11 4	11
36.	15 40 ♊		
		360 —11 4	12
38.	4 36 ♊		
		360 —11 4	12
40.	23 32 ♉		
		360 —11 4	12
42.	12 28 ♉		
		330 —11 4	11
44.	1 24 ♈		
		360 —11 4	12
46.	20 20 ♓		
		180	6
47.	20 20 ♍		
		360 —11 4	12
49.	9 14 ♍		

Differenzreihe II.

Nummer der Zeile	Mondpositionen	Differenzen	Anzahl der verflossen. Monate
1.	20° 15′ ″ ♏		
		360°—10° 22′ 30″	12
3.	9 52 30 ♏		
		330 — 8 30	11
5.	1 22 30 ♎		
8.	9 45 ♓		
		360 —10 22 30	12
10.	29 22 30 ♒		
		360 —10 22 30	12
12.	19 ♒		
		330 — 8 30	11
14.	10 30 ♑		
		360 —10 22 30	12
16.	0 7 30 ♑		
		360 —10 22 30	12
18.	19 45 ♐		
		360 —10 22 30	12
20.	9 22 30 ♐		
		330 — 8 30	11
22.	0 52 30 ♏		
		360 —10 22 30	12
24.	20 30 ♎		
		360 —10 22 30	12
26.	10 7 30 ♎		
29.	20 22 30 ♓		
		330 — 8 30	11
31.	10 ♒		
		360 —10 22 30	12
33.	29 37 30 ♑		
		360 —10 22 30	12
35.	19 15 ♑		
		330 — 8 30	11
37.	10 45 ♐		
		360 —10 22 30	12
39.	0 22 30 ♐		
		360 —10 22 30	12
41.	20 ♏		
		330 — 8 30	11
43.	11 30 ♎		
		360 —10 22 30	12
45.	1 7 30 ♎		
48.	9 30 ♓		
		360 —10 22 30	12
50.	29 7 30 ♒		

So haben wir von Zeile 7 bis Zeile 27 entweder (360° — 11° 4′) oder (330° — 11° 4′); die erste Bogenlänge entspricht zwölf, die letztere elf synodischen Monaten. Die nämlichen Differenzen finden wir, wenn wir von Zeile 2 auf Zeile 4 und von da auf Zeile 6 übergehen. Von Zeile 6 auf Zeile 7 werden 180° = 6 · 30° eingeschoben, und dann wiederholen sich die regelmässigen Sprünge. Von Zeile 27 auf Zeile 28 findet eine Einschiebung von 150° = 5 · 30° statt; zwischen Zeile 46 und 47 dagegen werden wieder 180° eingeschaltet. Wir wollen diese Reihe als Differenzreihe I bezeichnen. Die erwähnten Einschaltungen sind stets zwischen den Fischen (♓) und der Jungfrau (♍). Daraus ergibt sich, dass zwischen diesen beiden Sternbildern der Vollmond von Monat zu Monat eine Längenverschiebung von 30° erleidet.

Eine ganz andere Differenzreihe (II) erhalten wir, wenn wir die Zählung bei Zeile 1 beginnen. Von Zeile 1 bis Zeile 3 sind es (360° — 10° 22′ 30″); von Zeile 3 bis Zeile 5 nur (330° — 8° 30′). Dieselben Differenzen treten erst wieder von Zeile 8 auf Zeile 10 ein und gehen bis Zeile 26. Hierauf folgt abermals eine Unterbrechung bis Zeile 29, wo die Regel wieder in Kraft tritt. So geht es weiter. Zwischen den beiden in diesen Differenzen vorkommenden Werthen ist ein Unterschied von (30° — 1° 52′ 30″). Da nun 10° 22′ 30″ = 5 · 1° 52′ 30″ + 1° ist, so lässt sich die grosse Differenz von (360° — 10° 22′ 30″) zerlegen in:

$$6 \cdot 30^0 + 5 \cdot (30^0 - 1^0\, 52'\, 30'') + (30^0 - 1^0).$$

Danach hätten wir ausser den schon oben erhaltenen sechsmonatlichen Differenzen von 30° noch fünf weitere von je 30° — 1° 52′ 30″ (= 28° 7′ 30″) und nur eine einzige von 29°.

Die zweite Differenz (28° 7′ 30″) müsste dann zur Geltung kommen, wenn der Vollmond sich in den Sternbildern von der Jungfrau bis zu den Fischen befindet. Die dritte Differenz (von 29°) dürfte den Uebergang der zwei andern Differenzen bilden. Allerdings leuchtet hierbei nicht ein, warum der eine Uebergang (etwa der von den Fischen zum Widder) vermittelt, der andere (von der Jungfrau zur Wage) schroff erfolgen sollte. Eine vollständige Lösung dieser Frage kann uns nur eine Vollmondtafel bringen, deren Mondlängen nach demselben System berechnet sind, und zwar für die einzelnen Monate. Unter dem äusserst fragmentarischen Material finden sich auch glücklicherweise Syzygientafeln, auf denen Vollmondlängen mit hinreichender Deutlichkeit und genügender Ausdehnung verzeichnet sind. Es sind dies, wie schon erwähnt, Sp. II, 110 und Sp. II, 453. Durch Combination beider mit Nr. 93 wird es uns gelingen, den fraglichen Zahlenmechanismus vollends aufzuklären.

Vergleichung der Vollmondlängen der Mondfinsternisstafel Nr. 93 mit jenen der Täfelchen Sp. II, 110 und Sp. II, 453.

(31) Es mögen zunächst die Columnen der beiden letztern hier folgen:

Aus Sp. II, 110.

Zeile	Länge d. Vollmondes	Differenz
1.	9° 7′ 30″ ♏	
		30°—1° 52′ 30″
2.	7 15 ♐	
		30 —1 52 30
3.	5 22 30 ♑	
		30 —1 52 30
4.	3 40 ♒	
		30 —1 52 30
5.	1 37 30 ♓	
		30 —0 45 30
6.	0 52 ♈	

Aus Sp. II, 453.

Zeile	Länge d. Vollmondes	Differenz
1.	15° 32′ ″ ♈	
		30°
2.	15 32 ♉	
		30
3.	15 32 ♊	
		30
4.	15 32 ♋	
		30
5.	15 32 ♌	
		30
6.	15 32 ♍	

Aus Sp. II, 110.

Zeile	Länge d. Vollmondes	Differenz
6.	0° 52′ ″ ♈	30°
7.	0 52 ♉	30
8.	0 52 ♊	30
9.	0 52 ♋	30
10.	0 52 ♌	30
11.	0 52 ♍	30 — 0° 14′ 30″
12.	0 37 30 ♎	30 — 1 52 30
13.	28 45 ♎	

Aus Sp. II, 453.

Zeile	Länge d. Vollmondes	Differenz
6.	15° 32′ ″ ♍	30° — 1° 9′ 30″
7.	14 22 30 ♎	30 — 1 52 30
8.	12 30 ♏	30 — 1 52 30
9.	10 37 30 ♐	30 — 1 52 30
10.	8 45 ♑	30 — 1 52 30
11.	6 52 30 ♒	30 — 1 52 30
12.	5 ♓	30 — 0 32
13.	4 28 ♈	30
14.	4 28 ♉	30
15.	4 28 ♊	30
16.	4 28 ♋	30
17.	4 28 ♌	

Der Nachweis, dass es sich hier wirklich um Vollmondangaben handelt, ergibt sich unschwer aus der jeweiligen Dauer des Tages, die — wie in allen Mondtafeln — unmittelbar neben der Voll- oder Neumondlänge steht, aus welchen sie auch berechnet ist. Die Gesetze, nach welchen die Chaldäer diese Rechnung vornahmen, sind in Tablet S + 2418, Col. *I*, Zeile 2—14 niedergelegt und kommen später (n. 41) zur Erörterung. Gestützt auf diese Kenntniss war es möglich, umgekehrt aus der Dauer des Tages fehlende Voll- oder Neumondlängen zu errechnen. Dies geschah auch in Zeile 1 von Sp. II, 110.

In den eben erwähnten beiden Tablets erkennen wir sofort die oben gefundenen allgemeinen Differenzen von 30° und $(30^{\circ} - 1^{\circ}\,52'\,30'')$. Aber von der dritten Differenz (29°) sehen wir nichts. Dagegen treten zwei neue Differenzen auf, die aber in beiden Tablets wieder ganz verschieden sind; sie finden sich zwischen ♓ und ♈ einerseits und zwischen ♍ und ♎ andererseits.

Beginnen wir mit Sp. II, 110. Hier bemerkt man zunächst zwischen ♈ und ♍ hintereinander 5 Differenzen von je 30°. Nach oben und unten ist diese Gruppe von 2 Differenzen begrenzt, die zusammen $2 \cdot 30^{\circ} - 1^{\circ}$ ausmachen. Sie bilden den Uebergang zu den andern Differenzen von je $30^{\circ} - 1^{\circ}\,52'\,30''$. Fassen wir nun 12 solcher Differenzen (von Zeile 1 bis 13) zusammen, so ergibt sich als Summe: $360^{\circ} - 10^{\circ}\,22'\,30''$, ein Werth, der uns schon in Nr. 93, Differenzreihe II (n. 30) begegnete und darauf hindeutet, dass die Bildungsregel der Columne in beiden Tablets identisch ist. Die wahre Zusammensetzung der in Nr. 93 auf zwölf Monate entfallenden Längenverschiebung von $360^{\circ} - 10^{\circ}\,22'\,30''$ ist somit: $5 \cdot 30^{\circ} + 5 \cdot (30^{\circ} - 1^{\circ}\,52'\,30'') + (2 \cdot 30^{\circ} - 1^{\circ})$. Es werden also an den beiden Uebergangsstellen die 30° um so viel vermindert, dass die Verminderung zusammen 1° ausmacht.

Eine willkommene Ergänzung hierzu bietet das andere Fragment. Im Tablet Sp. II, 453 erkennen wir die Uebergänge am Anfang und Ende der andern Gruppe von $30^{\circ} - 1^{\circ}\,52'\,30''$, welche zwischen ♎ und ♓ liegt. Die Uebergangswerthe sind aber auch von den vorhergehenden verschieden; sie betragen zusammen $2 \cdot 30^{\circ} - 1^{\circ}\,41'\,30''$. Fassen wir die Bogensumme für zwölf Monate, welche die Gruppe von Zeile 7 bis Zeile 13 einschliesst, zusammen, so finden wir genau denselben Werth, wie in der Differenzreihe I (n. 30), nämlich $360^{\circ} - 11^{\circ}\,4'$. Somit ist die Zusammensetzung dieser Differenz $= 5 \cdot 30^{\circ} + 5\,(30^{\circ} - 1^{\circ}\,52'\,30'') + (2 \cdot 30^{\circ} - 1^{\circ}\,41'\,30'')$.

Da von allen Uebergangswerthen keiner mit dem andern übereinstimmt, so ist ferner anzunehmen, dass sie innerhalb der bereits bestimmten Grenzen variiren.

Eines bleibt uns in der arithmetischen Entwicklung noch räthselhaft: woher kommen die in Nr. 93 zweimal auftretenden Gruppen von $6 \cdot 30^0$? Sind hier einer Correctur halber einmal 30^0 statt $(30^0 - 1^0\ 52'\ 30'')$ gesetzt, oder ergibt sich diese Unregelmässigkeit aus der Anlage des Systems selbst? Wir könnten die Lösung dieser Schwierigkeit auf verschiedene Weise erreichen. Ich wähle hier diejenige, welche mich selbst zum vollständigen Verständniss der Col. *C* geführt hat.

Bestimmung der beiden Scheidepunkte der raschen und langsamen Sonnenbewegung (27.° Piscium und 13.° Virginis).

(32) Dazu dient die ausgedehnte tabellarische Uebersicht auf S. 61 bis 65.

Den Ausgangspunkt für die Herstellung derselben bilden die Mondlängen, welche in Nr. 93 den einzelnen Monaten beigegeben sind. Von hier aus wurden nach oben und unten auf Grund der vorhin erörterten Gesetzmässigkeiten die Columnen entwickelt. So ergaben sich von selbst die Uebergangswerthe. In einer beigefügten Columne sind in übersichtlicher Weise die gleichartigen Differenzen zu Gruppen zusammengefasst, wodurch auch die Uebergänge klar hervortreten. Vor allem bemerken wir, dass alle Uebergangswerthe, welche eine Gruppe von $5 \cdot 30^0$ einschliessen, stets zusammen $2 \cdot 30^0 - 1^0$, dagegen jene, welche am Anfang und Ende der Gruppe 5 $(30^0 - 1^0\ 52'\ 30'')$ stehen, immer $2 \cdot 30^0 - 1^0\ 41'\ 30''$ betragen. Weiter fällt uns auf, dass die Gruppe von $6 \cdot 30^0$ nicht zweimal, sondern viel öfter auftritt. Hierbei zeigt sich aber auch, dass dieselbe stets innerhalb bestimmter Grenzen bleibt, wie deutlich aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

Zeile	Anfang	Ende	Zeile	Anfang	Ende
30—36	20° 36′ ♓	20° 36′ ♍	166–172	18° 52′ ♓	18° 52′ ♍
67—73	17 24 ♓	17 24 ♍	191—197	26 44 ♓	26 44 ♍
92—98	25 16 ♓	25 16 ♍	203—209	15 40 ♓	15 44 ♍
104—110	14 12 ♓	14 12 ♍	228—234	23 32 ♓	23 32 ♍
129—135	22 4 ♓	22 4 ♍	265—271	20 20 ♓	20 20 ♍

Diese Tabelle lehrt, dass wenigstens von 14° 12′ ♓ bis zu 26° 44′ ♍ auf jeden Monat 30° gerechnet wurden. Damit haben wir jedoch noch nicht die genauen Grenzen. Forschen wir daher weiter. Zwischen Zeile 5 und 6 bemerken wir beim Uebergang von 12° 45′ ♓ auf 12° 44′ ♈ eine Differenz, die nur um 1′ geringer ist als 30°; daher kann 12° 45′ ♓ nicht weit von der Grenze liegen, und wir dürften wohl nicht sehr irren, wenn wir dieselbe bei 13° ♓ annehmen. Desgleichen ergibt sich von Zeile 197 auf 198 zwischen 26° 44′ ♍ und 24° 52′ 30″ ♎ ein Unterschied, der von den folgenden regelmässigen Differenzen (von $30^0 - 1^0\ 52'\ 30''$) nur um 30″ abweicht. Daher muss 26° 44′ ♍ der andern Grenze ganz nahe sein. Setzen wir sie auf 27° ♍ an! Danach stellen wir folgende Conjectur auf: Bei der Berechnung der Länge des Vollmondes wurde von 13° ♓ bis 27° ♍ für jeden Monat eine Verschiebung von 30° angenommen; dagegen von 27° ♍ bis 13° ♓ eine

Entwicklung der babylonischen Längen des Vollmondes von 137 bis 160 S. Ä.

(† = Schaltjahr; * = entnommen der Mondfinsternistafel Nr. 93.)

Zeile	Jahr S. Ä.	Monat	Länge des Vollmondes				Differenz	Zeile	Jahr S. Ä.	Monat	Länge des Vollmondes				Differenz
						♎									
1.	137 †	Airu *	20°	15′	″	♏		29.	139	Âbu	22°	′	″	♒	30°—1° 24′
2.		Simannu	18	22	30	♐		30.		Ulûlu *	20	36		♓	
3.		Dûzu	16	30		♑	5 · (30°—1° 52′ 30″)	31.		Tišrîtu	20	36		♈	
4.		Âbu	14	37	30	♒		32.		Araḫ-samna	20	36		♉	
5.		Ulûlu	12	45		♓	30°—0° 1′	33.		Kislimu	20	36		♊	6 · 30°
6.		Tišrîtu	12	44		♈		34.		Tebitu	20	36		♋	
7.		Araḫ-samna *	12	44		♉		35.		Šabâtu	20	36		♌	
8.		Kislimu	12	44		♊	5 · 30°	36.		Adâru *	20	36		♍	30°—1° 28′ 30″
9.		Tebitu	12	44		♋		37.	140 †	Nisannu	19	7	30	♎	
10.		Šabâtu	12	44		♌		38.		Airu	17	15		♏	
11.		Adâru I	12	44		♍	30°—0° 59′	39.		Simannu	15	22	30	♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
12.		Adâru II	11	45		♎		40.		Dûzu	13	30		♑	
13.	138	Nisannu *	9	52	30	♏		41.		Âbu	11	37	30	♒	
14.		Airu	8			♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)	42.		Ulûlu *	9	45		♓	30°—0° 13′
15.		Simannu	6	7	30	♑		43.		Tišrîtu	9	32		♈	
16.		Dûzu	4	15		♒		44.		Araḫ-samna	9	32		♉	
17.		Âbu	2	22	30	♓	30°—0° 42′ 30″	45.		Kislimu	9	32		♊	5 · 30°
18.		Ulûlu	1	40		♈		46.		Tebitu	9	32		♋	
19.		Tišrîtu *	1	40		♉		47.		Šabâtu	9	32		♌	
20.		Araḫ-samna	1	40		♊	5 · 30°	48.		Adâru I *	9	32		♍	30°—0° 47′
21.		Kislimu	1	40		♋		49.		Adâru II	8	45		♎	
22.		Tebitu	1	40		♌		50.	141	Nisannu	6	52	30	♏	
23.		Šabâtu	1	40		♍	30°—0° 17′ 30″	51.		Airu	4			♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
24.		Adâru *	1	22	30	♎		52.		Simannu	3	7	30	♑	
25.	139	Nisannu	29	30		♎		53.		Dûzu	1	15		♒	
26.		Airu	27	37	30	♏	5 · (30°—1° 52′ 30″)	54.		Âbu *	29	22	30	♒	30°—0° 54′ 30″
27.		Simannu	25	45		♐		55.		Ulûlu	28	28		♓	
28.		Dûzu	23	52	30	♑		56.		Tišrîtu	28	28		♈	
29.		Âbu	22			♒		57.		Araḫ-samna	28	28		♉	

Zeile	Jahr S. Ä.	Monat	Länge des Vollmondes				Differenz
58.	141	Kislimu	28°	28′	″	♊	5 · 30°
59.		Tebitu	28	28		♋	
60.		Šabâtu *	28	28		♌	30°—0° 5′ 30″
61.		Adâru	28	22	30	♍	
62.	142 †	Nisannu	26	30		♎	
63.		Airu	24	37	30	♏	
64.		Simannu	22	45		♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
65.		Dûzu	20	52	30	♑	
66.		Âbu *	19			♒	30°—1° 36′
67.		Ulûlu	17	24		♓	
68.		Tišrîtu	17	24		♈	
69.		Araḫ-samna	17	24		♉	
70.		Kislimu	17	24		♊	6 · 30°
71.		Tebitu *	17	24		♋	
72.		Šabâtu	17	24		♌	
73.		Adâru I	17	24		♍	30°—1° 16′ 30″
74.		Adâru II	16	7	30	♎	
75.	143	Nisannu	14	15		♏	
76.		Airu	12	22	30	♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
77.		Simannu *	10	30		♑	
78.		Dûzu	8	37	30	♒	
79.		Âbu	6	45		♓	30°—0° 25′
80.		Ulûlu	6	20		♈	
81.		Tišrîtu	6	20		♉	
82.		Araḫ-samna	6	20		♊	5 · 30°
83.		Kislimu *	6	20		♋	
84.		Tebitu	6	20		♌	
85.		Šabâtu	6	20		♍	30°—0° 35′
86.		Adâru	5	45		♎	
87.	144	Nisannu	3	52	30	♏	
88.	144	Airu	2°	′	″	♐	5 . (30°—1° 52′ 30″)
89.		Simannu *	0	7	30	♑	
90.		Dûzu	28	15		♑	
91.		Âbu	26	22	30	♒	30°—1° 6′ 30″
92.		Ulûlu	25	16		♓	
93.		Tišrîtu	25	16		♈	
94.		Araḫ-samna	25	16		♉	
95.		Kislimu *	25	16		♊	6 · 30°
96.		Tebitu	25	16		♋	
97.		Šabâtu	25	16		♌	
98.		Adâru	25	16		♍	30°—1° 46′
99.	145 †	Nisannu	23	30		♎	
100.		Airu	21	37	30	♏	
101.		Simannu *	19	45		♐	4 · (30°—1° 52′ 30″)
102.		Dûzu	17	52	30	♑	
103.		Âbu	16			♒	30°—1° 48′
104.		Ulûlu	14	12		♓	
105.		Tišrîtu	14	12		♈	
106.		Araḫ-samna	14	12		♉	
107.		Kislimu *	14	12		♊	6 · 30°
108.		Tebitu	14	12		♋	
109.		Šabâtu	14	12		♌	
110.		Adâru I	14	12		♍	30°—1° 4′ 30″
111.		Adâru II	13	7	30	♎	
112.	146	Nisannu	11	15		♏	
113.		Airu *	9	22	30	♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
114.		Simannu	7	30		♑	
115.		Dûzu	5	37	30	♒	
116.		Âbu	3	45		♓	30°—0° 37′
117.		Ulûlu	3	8		♈	

Zeile	Jahr S. Ä.	Monat	Länge des Vollmondes				Differenz
			°	′	″		
117.	146	Ulûlu	3°	8′		♈	
118.		Tišrîtu *	3	8		♉	
119.		Araḫ-samna	3	8		♊	
120.		Kislimu	3	8		♋	5 · 30°
121.		Tebitu	3	8		♌	
122.		Šabâtu	3	8		♍	30°—0° 23′
123.		Adâru	2	45		♎	
124.	147	Nisannu *	0	52	30	♏	
125.		Airu	29			♏	5 · (30°—1° 52′ 30″)
126.		Simannu	27	7	30	♐	
127.		Dûzu	25	15		♑	
128.		Âbu	23	22	30	♒	30°—1° 18′ 30″
129.		Ulûlu	22	4		♓	
130.		Tišrîtu *	22	4		♈	
131.		Araḫ-samna	22	4		♉	
132.		Kislimu	22	4		♊	6 · 30°
133.		Tebitu	22	4		♋	
134.		Šabâtu	22	4		♌	
135.		Adâru	22	4		♍	30°—1° 34′
136.	148 †	Nisannu *	20	30		♎	
137.		Airu	18	37	30	♏	
138.		Simannu	16	45		♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
139.		Dûzu	14	52	30	♑	
140.		Âbu	13			♒	
141.		Ulûlu	11	7	30	♓	30°—0° 7′ 30″
142.		Tišrîtu *	11			♈	
143.		Araḫ-samna	11			♉	
144.		Kislimu	11			♊	5 · 30°
145.		Tebitu	11			♋	
146.		Šabâtu	11			♌	
147.		Adâru I	11			♍	

Zeile	Jahr S. Ä.	Monat	Länge des Vollmondes				Differenz
			°	′	″		
147.	148 †	Adâru I	11°			♍	30°—0° 52′ 30″
148.		Adâru II *	10	7	30	♎	
149.	149	Nisannu	8	15		♏	
150.		Airu	6	22	30	♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
151.		Simannu	4	30		♑	
152.		Dûzu	2	37	30	♒	
153.		Âbu	0	45		♓	30°—0° 49′
154.		Ulûlu *	29	56		♓	
155.		Tišrîtu	29	56		♈	
156.		Araḫ-samna	29	56		♉	5 · 30°
157.		Kislimu	29	56		♊	
158.		Tebitu	29	56		♋	
159.		Šabâtu *	29	56		♌	30°—0° 11′
160.		Adâru	29	45		♍	
161.	150	Nisannu	27	52	30	♎	
162.		Airu	26			♏	5 · (30°—1° 52′ 30″)
163.		Simannu	24	7	30	♐	
164.		Dûzu	22	15		♑	
165.		Âbu *	20	22	30	♒	30°—1° 30′ 30″
166.		Ulûlu	18	52		♓	
167.		Tišrîtu	18	52		♈	
168.		Araḫ-samna	18	52		♉	
169.		Kislimu	18	52		♊	6 · 30°
170.		Tebitu	18	52		♋	
171.		Šabâtu *	18	52		♌	
172.		Adâru	18	52		♍	30°—1° 22′
173.	151 †	Nisannu	17	30		♎	
174.		Airu	15	37	30	♏	
175.		Simannu	13	45		♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
176.		Dûzu	11	52	30	♑	

Zeile	Jahr S. Ä.	Monat	Länge des Vollmondes				Differenz
			°	′	″		
177.	151 †	Âbu *	10°			♒	
178.		Ulûlu	8	7	30	♓	30°—0° 19′ 30″
179.		Tišrîtu	7	48		♈	
180.		Araḫ-samna	7	48		♉	
181.		Kislimu	7	48		♊	
182.		Tebitu	7	48		♋	5 · 30°
183.		Šabâtu *	7	48		♌	
184.		Adâru I	7	48		♍	30°—0° 40′ 30″
185.		Adâru II	7	7	30	♎	
186.	152	Nisannu	5	15		♏	
187.		Airu	3	22	30	♐	
188.		Simannu	1	30		♑	5 · (30°—1° 52′ 30″)
189.		Dûzu *	29	37	30	♑	
190.		Âbu	27	45		♒	30°—1° 1′
191.		Ulûlu	26	44		♓	
192.		Tišrîtu	26	44		♈	
193.		Araḫ-samna	26	44		♉	
194.		Kislimu	26	44		♊	6 · 30°
195.		Tebitu *	26	44		♋	
196.		Šabâtu	26	44		♌	
197.		Adâru	26	44		♍	30°—1° 51′ 30″
198.	153 †	Nisannu	24	52	30	♎	
199.		Airu	23			♏	
200.		Simannu	21	7	30	♐	4 · (30°—1° 52′ 30″)
201.		Dûzu *	19	15		♑	
202.		Âbu	17	22	30	♒	30°—1° 42′ 30″
203.		Ulûlu	15	40		♓	
204.		Tišrîtu	15	40		♈	
205.		Araḫ-samna	15	40		♉	
206.		Kislimu *	15	40		♊	6 · 30°

Zeile	Jahr S. Ä.	Monat	Länge des Vollmondes				Differenz
			°	′	″		
207.	153 †	Tebitu	15°	40′		♋	
208.		Šabâtu	15	40		♌	
209.		Adâru I	15	40		♍	30°—1° 10′
210.		Adâru II	14	30		♎	
211.	154	Nisannu	12	37	30	♏	
212.		Airu *	10	45		♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
213.		Simannu	8	52	30	♑	
214.		Dûzu	7			♒	
215.		Âbu	5	7	30	♓	30°—0° 31′ 30″
216.		Ulûlu	4	36		♈	
217.		Tišrîtu	4	36		♉	
218.		Araḫ-samna *	4	36		♊	5 · 30°
219.		Kislimu	4	36		♋	
220.		Tebitu	4	36		♌	
221.		Šabâtu	4	36		♍	30°—0° 28′ 30″
222.		Adâru	4	7	30	♎	
223.	155	Nisannu	2	15		♏	
224.		Airu *	0	22	30	♐	
225.		Simannu	28	30		♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
226.		Dûzu	26	37	30	♑	
227.		Âbu	24	45		♒	30°—1° 13′
228.		Ulûlu	23	32		♓	
229.		Tišrîtu	23	32		♈	
230.		Araḫ-samna *	23	32		♉	
231.		Kislimu	23	32		♊	6 · 30°
232.		Tebitu	23	32		♋	
233.		Šabâtu	23	32		♌	
234.		Adâru	23	32		♍	
235.	156 †	Nisannu	21	52	30	♎	30°—1° 39′ 30″
236.		Airu *	20			♏	

Zeile	Jahr S. Ä.	Monat	Länge des Vollmondes				Differenz
237.	156 †	Simannu	18°	7′	30″	♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
238.		Dûzu	16	15		♑	
239.		Âbu	14	22	30	♒	
240.		Ulûlu	12	30		♓	30°—0° 2′
241.		Tišrîtu	12	28		♈	
242.		Araḫ-samna*	12	28		♉	
243.		Kislimu	12	28		♊	5 · 30°
244.		Tebitu	12	28		♋	
245.		Šabâtu	12	28		♌	
246.		Adâru I	12	28		♍	30°—0° 58′
247.		Adâru II*	11	30		♎	
248.	157	Nisannu	9	37	30	♏	
249.		Airu	7	45		♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
250.		Simannu	5	52	30	♑	
251.		Dûzu	4			♒	
252.		Âbu	2	7	30	♓	30°—0° 43′ 30″
253.		Ulûlu*	1	24		♈	
254.		Tišrîtu	1	24		♉	
255.		Araḫ-samna	1	24		♊	5 · 30°
256.		Kislimu	1	24		♋	
257.		Tebitu	1	24		♌	
258.		Šabâtu	1	24		♍	30°—0° 16′ 30″
259.		Adâru*	1	7	30	♎	
260.	158	Nisannu	29	15		♎	
261.		Airu	27	22		♏	5 · (30°—1° 52′ 30″)
262.		Simannu	25	30		♐	
263.		Dûzu	23	37		♑	
264.		Âbu	21	45		♒	

Zeile	Jahr S. Ä.	Monat	Länge des Vollmondes				Differenz
264.	158	Âbu	21°	45′	″	♒	30°—1° 25′
265.		Ulûlu*	20	20		♓	
266.		Tišrîtu	20	20		♈	
267.		Araḫ-samna	20	20		♉	
268.		Kislimu	20	20		♊	6 · 30°
269.		Tebitu	20	20		♋	
270.		Šabâtu	20	20		♌	
271.		Adâru*	20	20		♍	30°—1° 27′ 30″
272.	159 †	Nisannu	18	52		♎	
273.		Airu	17			♏	
274.		Simannu	15	7	30	♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
275.		Dûzu	13	15		♑	
276.		Âbu	11	22	30	♒	
277.		Ulûlu*	9	30		♓	30°—0° 16′
278.		Tišrîtu	9	14		♈	
279.		Araḫ-samna	9	14		♉	
280.		Kislimu	9	14		♊	5 · 30°
281.		Tebitu	9	14		♋	
282.		Šabâtu	9	14		♌	
283.		Adâru I*	9	14		♍	30°—0° 44′
284.		Adâru II	8	30		♎	
285.	160	Nisannu	6	7	30	♏	
286.		Airu	5	45		♐	5 · (30°—1° 52′ 30″)
287.		Simannu	2	52	30	♑	
288.		Dûzu	1			♒	
289.		Âbu*	29	7	30	♒	

Anmerk. Die vorstehenden Entwicklungen dienen in erster Linie zur Feststellung der Bildungsregel der Col. *C*; aber sie können auch dazu dienen, etwaige Fragmente, welche einem jener 24 Jahre des Tablets Nr. 93 angehören, leichter zu erkennen und an der richtigen Stelle einzureihen.

solche von nur $30^0 - 1^0\ 52'\ 30'' = 28^0\ 7'\ 30''$. Fiel eine der Grenzen zwischen zwei Vollmonde, so kam bis zur Grenze die eine und von da an die andere Differenz zur Geltung.

Diese ungleichen Aenderungen in den Vollmondstellungen rühren aber nicht etwa von einer Unregelmässigkeit des Mondlaufs her (dieser wurde vielmehr hier ganz regelmässig angenommen), sondern von der anomalistischen Sonnenbewegung. Da nun der Verschiebung des Vollmondes von 27^0 Virginis bis 13^0 Piscium eine solche der Sonne von 27^0 Piscium bis 13^0 Virginis entspricht, so wurde innerhalb dieser Grenzen der monatliche Sonnenlauf auf $28^0\ 7'\ 30''$ angesetzt, während derselbe aus analogem Grunde von 13^0 Virginis bis 27^0 Piscium volle 30^0 betragen musste. Das ist natürlich nur dann richtig, wenn die Aenderungspunkte 27^0 ♍ und 13^0 ♓ für den Vollmond oben richtig bestimmt sind. Dafür sollen aber jetzt Beweise erbracht werden.

Bestätigung der im vorigen Abschnitt gewonnenen Ergebnisse.

(33) **a) Beweis durch rechnerische Probe.**

In Sp. II, 453 (vgl. Tabelle n. 31) liegt zwischen Zeile 6 und 7 der Uebergang von einer Differenzengruppe zur andern. In Zeile 6 hat der Vollmond eine Länge von $15^0\ 32'$ ♍ erreicht. Von da bis zur Grenze (27^0 ♍) sind es $11^0\ 28'$; für diese gilt noch die Differenzregel von 30^0. Nun aber kommt jene von $28^0\ 7'\ 30''$ zur Anwendung. Die $18^0\ 32'$, welche mit $11^0\ 28'$ zusammen 30^0 ausgemacht hätten, müssen also reducirt werden. Da das Verhältniss von $\frac{30^0}{28^0\ 7'\ 30''} = \frac{16}{15}$ ist, so ergibt die Reduction $\frac{18^0\ 32' \cdot 15}{16} = 17^0\ 22'\ 30''$. Die gesamte Verschiebung des Vollmondes in Länge ist demnach $= 11^0\ 28' + 17^0\ 22'\ 30'' = 28^0\ 50'\ 30''$; Zeile 7 muss somit $14^0\ 22'\ 30''$ ♎ ($= 15^0\ 32'$ ♍ $+\ 28^0\ 50'\ 30''$) stehen. Dies trifft auch zu.

Von Zeile 12 auf Zeile 13 findet eine Längenverschiebung von 5^0 ♓ bis $4^0\ 28'$ ♈, also um $29^0\ 28'$ statt. Das erklärt sich so: Von 5^0 ♓ bis 13^0 ♓ besteht noch die Differenzregel von $28^0\ 7'\ 30''$. Von der monatlichen Verschiebung von 30^0 sind demnach schon $8^0 \cdot \frac{30^0}{28^0\ 7'\ 30''} = 8^0 \cdot \frac{16}{15} = 8^0\ 32'$ zur Geltung gekommen, und es bleiben nur mehr $21^0\ 28'$ übrig. Die gesamte Längenverschiebung von einem Vollmond zum andern ist deshalb $8^0 + 21^0\ 28' = 29^0\ 28'$.

Diese zwei Beispiele würden an und für sich genügen, die schematische Rechnungsweise der Babylonier zu kennzeichnen; es ist jedoch von hoher Bedeutung, dass uns auch ein directes Zeugniss der Babylonier vorliegt.

b) Beweis aus einer Stelle der Lehrtafel S + 2418.

Fast gleichzeitig mit dieser Untersuchung der Vollmondlängen beschäftigte ich mich nämlich mit der Entzifferung von S + 2418. Das ganze Tablet ist eine bis ins einzelne gehende Unterweisung zur Berechnung der Syzygien und Finsternisse. (Der III. Theil dieses Buches wird den Zusammenhang dieses wichtigen Documentes mit den Tafeln der Mond- und Sonnenfinsternisse durch vielfache parallele Erörterung ausser allen Zweifel stellen.) S + 2418 Col. I enthält von Zeile 2 bis Zeile 14 (links) eine detaillirte Angabe zur Berechnung der Dauer des astronomischen Tages aus dem Stand der Sonne in der Ekliptik. Rechts davon befinden sich folgende Bemerkungen:

lu ina . . . .
adi 27 šerû . . . . . .
28 7 30 · [ša-al] 13 nûne
tir a-du 1 du itti
13 nûne tab. Ultu 27 šerû
adi 13 nûne 30 tab. Ša-al
27 šerû tir a-du 56 15
du itti 27 šerû tab.

Man erkennt hier zunächst die Stellen, wo bei den Vollmondlängen ein Wechsel der Differenzen eintritt, nämlich 27° Virginis und 13° Piscium. Ausserdem finden wir die uns von vorhin als Längendifferenzen bekannten Zahlen 30 und 28 7 30. Nur die Grösse 56 15 ist neu; sie erklärt sich jedoch unschwer, wenn man bedenkt, dass 56′ 15″ der 30. Theil von 28° 7′ 30″ ist.

Somit ist der Sinn des babylonischen Textes ganz gewiss kein anderer als dieser: Von Vollmond zu Vollmond werden von 13° Piscium bis 27° Virginis volle 30° addirt; von da an bis 13° Piscium nur 28° 7′ 30″. (Der folgende Satz gibt an, wie letztere Differenz zu stande kommt.) Von 27° Virginis bis 13° Piscium geht man zwar (in Gedanken) von Monat zu Monat um 30° weiter, berechnet aber für den einzelnen Grad nur 56′ 15″, welche zu 27° Virginis hinzugefügt werden. Das Resultat ist hier selbstredend das nämliche, das sich aus der frühern Rechnungsweise ergibt [1].

Mit Rücksicht auf die Bemerkung am Schlusse von n. 32 steht somit auch fest, dass die Sonne des babylonischen Schemas auf ihrem Wege von 13° Virginis bis 27° Piscium monatlich 30°, im übrigen Theile der Ekliptik hingegen nur 28° 7′ 30″ zurücklegt. Ganz dasselbe gilt natürlich auch für die Längenverschiebung der aufeinander folgenden Neumonde (wie n. 41 sich zeigen wird).

Merkwürdige Darstellung der ungleichförmigen Sonnenbewegung.

(34) Es drängt sich nun die Frage auf: Woher kommt es, dass die Babylonier die Ungleichheit der Sonnenbewegung gerade auf diese Weise ausdrückten?

Auffallend ist jedenfalls das Verhältniss der beiden ungleichen monatlichen Bewegungen von 28° 7′ 30″ und 30°; es ist nämlich genau 15 : 16.

Wollte man mystischen Regungen nachgeben, so könnte man darin einen Anklang an die astromusikalischen Ideen der Pythagoräischen Schule erkennen.

$^{16}/_{15}$ ist nämlich das Intervall eines grossen Halbtones, wie er in der Octav zweimal (c/f und h/c) vorkommt und eine bekannte Dissonanz erzeugt. Es könnte somit die Idee auftauchen, dass man durch jenes Verhältniss die durch unregelmässige Sonnenbewegung erzeugte Dissonanz in der Musik der

[1] Absichtlich beschränke ich mich auf die Wiedergabe des Realsinnes jener Stelle, obschon die Bedeutung der einzelnen Ausdrücke mir nicht mehr fremd ist. Dieselbe kann nämlich erst später (vgl. n. 85) vollständig begründet werden, und so ist es zwecklos, schon jetzt darauf einzugehen.

Sphären ausdrücken wollte. Freilich wissen wir nicht mit Sicherheit, ob die Chaldäer jener Pythagoräischen Lehre beipflichteten oder gar ihre Urheber sind; aber es ist höchst wahrscheinlich, dass Pythagoras in Babylon war und von dort die Kenntniss der „musikalischen Proportionen" nach Griechenland brachte. Auch mag das bekannte Streben der chaldäischen Gelehrten, himmlische Erscheinungen mit irdischen Vorgängen in Verbindung zu bringen, sie dazu geführt haben, geometrische Analogien in den Bewegungen des gestirnten Himmels und der schwingenden Saite aufzusuchen, wodurch die obige Deutung des Verhältnisses 15 : 16 eine allerdings noch schwankende Basis erhielte. Indes, ich will dem Leser nicht mit phantastischen Conjecturen aufwarten; sie sind zwar amüsanter als trockene Zahlenargumente und zuweilen auch nützlich. Allein es ist besser, auf dem festen Boden einer gründlichen Beweisführung zu bleiben, selbst auf die Gefahr hin, manchen Leser zu langweilen, als sich der schwimmenden Barke einer unsichern Speculation zu überlassen.

Von diesem Standpunkt aus kann man in jenem Verhältniss 15 : 16 nur einen genäherten Ausdruck für die Beziehung der kleinsten zur grössten Sonnengeschwindigkeit erblicken. Betrüge die kleinste Geschwindigkeit 57′ 14″, und die grösste 1° 1′ 3″, so hätten wir in der That jenes Verhältniss. In Wirklichkeit ist erstere um einige (″) kleiner, letztere um ebensoviel grösser. Dieser Fehler wird aber dadurch wieder beseitigt, dass man der raschern Sonnenbewegung 194°, der langsamern nur 166° zutheilte. Dadurch wird für 14° über 180° hinaus eine um 1° 1′ 3″ — 57′ 14″ = 3′ 49″ grössere tägliche Bewegung angenommen. Hätte man diesen Zuschuss von circa 14 · 3′ 49″ auf die raschere Bewegung innerhalb einer Ekliptikhälfte von 180° vertheilt, so würde dadurch die obige Maximalgeschwindigkeit von 1° 1′ 3″ um etwa 18″ höher ausfallen, sich also auf 1° 1′ 21″ belaufen. In zwei Tablets von System I werden wir in der That nahezu auf diesen Werth als Ausdruck für die grösste Sonnengeschwindigkeit stossen (vgl. n. 54).

Ob jedoch die Babylonier dem einfachen Verhältniss 15 : 16 zuliebe jene merkwürdige Theilung der Ekliptik in zwei Bogenstücke von 194° und 166° vornahmen, bleibt dahingestellt; jedenfalls blieb für sie, nachdem einmal 28° 7′ 30″ für die langsamere, 30° für die schnellere monatliche Verschiebung festgesetzt war, nichts übrig, als jene Eintheilung der Ekliptik zu treffen.

Aber warum bilden gerade 27° Piscium und 13° Virginis die Grenzpunkte? Der Grund scheint vorderhand kein anderer zu sein als der, dass man in der Mitte zwischen 13° Virginis und 27° Piscium, also bei 20° Arcitenentis, den Ort der raschesten, dagegen diametral hierzu, also bei 20° Geminorum, den Ort der langsamsten Sonnenbewegung annahm. Ob diese Lage der Apsiden mit der Wirklichkeit übereinstimmt, und ob die Babylonier daran als einem Ergebniss von Beobachtung oder Rechnung festhielten, lässt sich erst später erörtern.

Dies ist die Art und Weise, nach welcher die Babylonier in System II die Längen des Neu- und Vollmondes berechnet haben.

Auf grosse Genauigkeit können die einzelnen Angaben keinen Anspruch erheben. Das erkennen wir schon daraus, dass man die Sonnengeschwindigkeit nur ungefähr alle Halbjahre sich ändern liess, während dieselbe sich stetig und mit jedem Tage ändert.

Wenn wir aber auch diesen Mangel einer getreuen Wiedergabe des unregelmässigen Sonnenlaufes nicht gar zu stark betonen wollen, so müssen wir doch die weit nothwendigere Forderung stellen, dass der Col. *C* möglichst genau die wahre mittlere Geschwindigkeit der Sonne zu Grunde liege.

Doch bevor wir die gewonnenen Resultate zur Feststellung dieses wichtigen Elementes der Sonnenbewegung benutzen, wollen wir noch eine Frage berühren, die sich bei der Betrachtung der langen Kette von Monatsnamen und Mondlängen aufdrängt: Wie haben die Chaldäer das Mond- und das Sonnenjahr in Einklang gebracht?

Hypothese über eine astronomische Schaltregel der Babylonier.

(35) So ungenau nun auch die einzelnen Mondlängen zur Zeit der Syzygien sind, so erfüllte das ganze System doch einen offenbaren Hauptzweck: nämlich das reine Mond- und das reine Sonnenjahr durch passenden Ausgleich in Harmonie zu bringen. Anderswo vollzieht sich dieser Ausgleich nach der Metonischen Schaltweise in einem 19jährigen Cyklus. Auch in unserem Falle werden Mond- und Sonnenjahr innerhalb 19 Jahren in Einklang gebracht, womit aber keineswegs gesagt sein soll, dass die chaldäische Schaltregel sich mit der des Meton deckt[1]. Die Anlage der von uns zur Syzygientafel erweiterten Mondfinsternisstafel Nr. 93 gestattet, dies sofort einzusehen. Wir bemerken daselbst, dass nach 19 Jahren, die sich aus 12 Gemeinjahren zu je 12 Monaten und 7 Schaltjahren zu je 13 Monaten zusammensetzen, Mond und Sonne fast genau ihre frühere Position in der Ekliptik einnehmen, und dass nach Ablauf dieses Zeitraums, der 235 synodische Monate umfasst, regelmässig der gleichnamige Monat wiederkehrt.

Ein Beispiel genüge: Zeile 1 lesen wir J. 137 † Airu, 20° 15′ ♏; Zeile 236, also genau 235 Monate später, J. 156 † Airu, 20° ♏. Die Differenz der Vollmondlängen gleichnamiger Monate beträgt demnach nur 15′.

Die Chaldäer haben somit durch eine passende Schaltung ein wohlgeordnetes gebundenes Mondjahr eingerichtet.

Wir stellen uns nun aber die weitere Frage: Ist die Einschaltung selbst eine ganz willkürliche oder unterliegt sie einem bestimmten Gesetz? Wenn das letztere der Fall ist, so darf man erwarten, dass es sich möglichst genau an die oben betrachteten Längen des Mondes zur Zeit der Syzygien anschliesst. Durchmustert man nun dort die verschiedenen Stellungen des Nisan-Vollmondes in der Ekliptik, so zeigt sich, dass immer dann ein Gemeinjahr eintritt, wenn die Mondlänge noch nicht bis 27° Librae zurückgeschoben, oder besser gesagt, zurückgeblieben ist. Dies wird durch zwei kritische Fälle beleuchtet. Im Jahre 150 S. Ä. hat der Vollmond des Nisan eine Länge von 27° 52′ 30″ Librae; er ist gegen jenen des Vorjahres um mehr als 10° in der Ekliptik zurück, aber noch nicht bis 27° Librae; das Jahr ist ein gemeines. Im Jahre 142 S. Ä. hat der Vollmond des Nisan eine Länge von 26° 30′ Librae; hier ist die in Frage stehende Grenze bereits überschritten; wir haben ein Schaltjahr. Diese Wahrnehmung kann jedoch nur den Ausgangspunkt für eine Schalt-Hypothese bilden. Denn in Wirklichkeit konnte nicht die Stellung des Nisan-Vollmondes, sondern diejenige des Neumondes für den

[1] Es ist hier nicht der Ort, auf die bekannte Controverse über die Zulässigkeit der Metonischen Regel bei der Feststellung der babylonischen Schaltjahre einzugehen. Es kann sich hier nur darum handeln, festzustellen, welche Schaltmethode in dem System II unserer Mondrechnungstafeln eingehalten wurde (vgl. Anhang des Buches).

Charakter des betreffenden Jahres ausschlaggebend sein. Die Astronomen setzten den Jahresanfang jedenfalls auf den Anfang des Nisan. Als solcher galt nun freilich im bürgerlichen Leben der Tag, an dem die feine Mondsichel, das Neulicht, zum erstenmal nach erfolgter Conjunction sich einem scharfen Auge darbot. Auch die Astronomen nahmen darauf Rücksicht. Aber sie gingen hierbei von dem wirklichen Neumond aus; er bildete ihre Hauptstütze bei der Datumsbestimmung. Auch in unserer Frage ist es daher vor allem nothwendig, die Stellung der verschiedenen Nisan-Neumonde in der Ekliptik, besonders für jene beiden kritischen Jahre, zu kennen. Es wird nicht schwer sein, dieselben aus den entsprechenden Vollmondpositionen zu berechnen. Natürlich halten wir uns hierbei an die von den babylonischen Astronomen selbst aufgestellte Regel. Da die Sonne, nachdem sie 27^0 Piscium passirt hat, innerhalb eines mittlern synodischen Monats nicht mehr 30^0, sondern nur $28^0\ 7'\ 30''$ durchläuft, so folgt, dass die nächsten Neumonde von den unmittelbar darauffolgenden Vollmonden um $180 + \frac{28^0\ 7'\ 30''}{2} = 194^0\ 3'\ 45''$ abstehen müssen. Die Längen der Nisan-Neumonde für die einzelnen Schaltjahre des Tablets Nr. 93 sind demnach folgende:

J. 137 S. Ä.	$8^0\ 3'\ 45''$	Arietis
„ 140 „	$5^0\ 3'\ 45''$	„
„ 142 „	$12^0\ 26'\ 15''$	„
„ 145 „	$9^0\ 26'\ 15''$	„
„ 148 „	$6^0\ 26'\ 15''$	„
„ 151 „	$3^0\ 26'\ 15''$	„
„ 153 „	$10^0\ 48'\ 45''$	„
„ 156 „	$7^0\ 48'\ 45''$	„
„ 159 „	$4^0\ 48'\ 15''$	„

Die vorstehende Tabelle zeigt, dass in den meisten Fällen 10^0 Arietis nicht erreicht wird; würde dies immer stattfinden, so hätten wir eine rasche und sichere Lösung. Im 10. Grad Arietis liegt nämlich für das Tablet Nr. 93 der Frühlingspunkt, wie in n. 40 mit aller nur wünschenswerthen Evidenz nachgewiesen wird. Allein die Jahre 142 und 153 machen uns einen Strich durch die Rechnung. Beim erstern steht der Nisanneumond sogar zwischen dem 12. und 13. Grad Arietis. Danach wäre es wahrscheinlich, dass 13^0 Arietis die fragliche Grenze ist. (Nach Analogie mit dem ganzen übrigen Rechenmechanismus der Babylonier ist es wohl eine ganze Anzahl von Graden.)

Ist diese Annahme richtig, so wird jedes Jahr, dessen erster Neumond eine Länge von mehr als 13^0 Arietis hat, ein Gemeinjahr sein. Dies trifft im ganzen Tablet Nr. 93 zu.

Die Entscheidung gibt das Jahr 150 S. Ä. Die Länge des ersten Neumondes ist hier $13^0\ 48'$ Arietis; die Grenze ist nur um einen Bruchtheil eines Grades überschritten, und das genügt, das Jahr zu einem gemeinen zu stempeln.

Wir dürfen diese thatsächlichen Verhältnisse nicht als ein zufälliges Zusammentreffen von der Hand weisen. Für denjenigen wenigstens, der sich längere Zeit mit der rechnenden Astronomie der Chaldäer beschäftigt und den ausgeprägten Sinn derselben für eine strenge Systematik zu bewundern Gelegenheit gehabt hat, wäre ein willkürliches Vorangehen auch in diesem Punkte unverständlich. Allerdings dürfen wir uns nicht verhehlen, dass noch eine andere Deutung unserer Resultate möglich scheint. Es ist schon oben bemerkt worden, dass die Astronomen auf das Neulicht, das für den bürgerlichen Monatsanfang massgebend war, ebenfalls Rücksicht genommen haben. Den ersten Tag des Monats bestimmten auch sie nach dem Neulicht, das sie aus der Zeit des Neumondes berechneten. Es wäre deshalb möglich, dass die Position des Neulichtes in der Ekliptik die Entscheidung gab, etwa in der Art, dass es in einem Schaltjahr unter 0^0 Tauri, in einem Gemeinjahr darüber hinaus erscheinen musste. Letztere Grenze hat viel für sich; 0^0 Tauri bildete nämlich sehr wahrscheinlich den Ausgangspunkt der Zählung in der festen babylonischen Ekliptik. Aber wenn dem so wäre, so würde mehr als einmal der Fall vorkommen, dass der grössern Neumondlänge eine viel geringere Neulichtlänge entspricht, so dass z. B. das Neulicht, welches dem Neumond von 14^0 Arietis entspricht, noch vor 0^0 Tauri eintrifft, während jenes, das zum Neumond von 10^0 Arietis gehört, sich bereits im Sternbild des Stieres befindet. Der Grund hiervon liegt darin, dass der Zeitunterschied von Neumond und Neulicht einem ausserordentlichen Wechsel unterworfen ist. Er betrug beispielsweise im Nisan 189 S. Ä. ungefähr 46 Stunden, während er im Nisan des Vorjahres nur 27 Stunden ausmachte. Das ist eine Differenz von 19 Stunden, während welcher der Mond bei seiner durchschnittlichen Geschwindigkeit von $13^0\ 10'\ 35''$ über 10^0 zurücklegen würde. Um so viel wäre also das eine Neulicht dem andern voraus, wenn die Länge des Neumondes in beiden Fällen die gleiche gewesen wäre. Man begreift: ein so schwankendes Phänomen war nicht geeignet, ein Kriterium für die Schaltung abzugeben.

Anders liegt die Sache, wenn wir die Position des dem Nisan vorausgehenden Neumondes ins Auge fassen. Wir sind hier vor die Thatsache gestellt, dass für einen Zeitraum von 24 Jahren die Position des Neumondes vor dem 13. Grad Arietis mit einem Schaltjahr, diejenige nach dem 13. Grad Arietis mit einem Gemeinjahr zusammentrifft.

Ob darin aber auch ein von den Chaldäern selbst bestimmtes Kriterium liegt, wage ich noch nicht fest zu behaupten; darum nannte ich die entwickelte Ansicht nur eine Hypothese; ob dieselbe mehr ist — dies muss erst die weitere Forschung zeigen. Sollte diese zu einer Bestätigung derselben führen, so ist es zugleich wahrscheinlich, dass sich die ganze Schalteinrichtung auf eine Zeit bezieht, wo der 13. Grad Arietis Frühlingspunkt war.

Berechnung der mittlern Sonnengeschwindigkeit und der Dauer des siderischen Jahres.

a) Aus dem Bildungsgesetz von Col. C.

(36) Wir wissen bereits, dass die Sonne des babylonischen Systems innerhalb 235 synodischen Monaten nahezu 19 volle siderische Umläufe ausführt. In jedem der zwölf Gemeinjahre zählt der Sonnenbogen $349^0\ 37'\ 30''$, in jedem der sieben Schaltjahre $28^0\ 7'\ 30''$ mehr. Demnach durchläuft die Sonne in 235 mittlern synodischen Monaten $6839^0{,}75$, in einem Monat also $29^0{,}105319$. Hieraus liesse sich leicht die mittlere Sonnengeschwindigkeit (Grösse des Winkels, unter welchem der von der Sonne in ihrem Jahreslauf von West nach Ost in einem Tage durchschnittlich beschriebene Bogen einem irdischen Beobachter erscheint), sowie auch die Dauer des siderischen Jahres (Periode der Wiederkehr zum nämlichen Fixstern) finden. Erstere würde sich $= 0^0{,}985599$, letztere $= 365^d{,}26019$ herausstellen.

Allein diese Resultate geben nicht genau die im babylonischen System angenommenen Grössen wieder. Der Grund hiervon liegt darin, dass die Sonne nach 235 synodischen Monaten nicht genau 19 volle siderische Umläufe vollendet hat, dass somit auch keine vollkommene Restitution der Anomalie erfolgt, wie sich die alten griechischen Astronomen ausdrückten.

Gross ist jedoch der Fehler nicht, wie ein Vergleich mit den Ergebnissen der folgenden exacten Methode lehrt:

Von 27° Piscium bis 13° Virginis, also für 166° der Ekliptik, war die monatliche Sonnenverschiebung 28° 7′ 30″; für die übrigen 194° eine solche von 30°. Hiernach müssen auf einen siderischen Umlauf $\frac{166}{28,125} + \frac{194}{30} =$ 12,3688 ⋯ synodische Monate entfallen. Multiplicirt man diese Zahl mit der mittlern Dauer des synodischen Monats (= $29^d,530594$), so ergibt sich die Dauer des siderischen Jahres = $365^d,260634 = 365^d\ 6^h\ 15^m\ 18^s,8$ und durch Division dieses Werthes in 360° die mittlere Sonnengeschwindigkeit = $0^0,985594 = 0^0\ 59'\ 8''\ 8'''\ 18''''$. Für jetzt möge es genügen, zu bemerken, dass ersteres um $6^m\ 8^s$ zu gross und letztere entsprechend, d. h. um $3'''\ 16''''$ zu klein angenommen wurde.

b) Berechnung aus der Angabe der Babylonier über die grösste und kleinste Geschwindigkeit der Sonne.

Nachdem wir auf indirectem Wege zur Kenntniss der babylonischen Sonnengeschwindigkeit gelangt sind, ist es von Interesse, zu erfahren, ob in den Tablets keine directen Angaben über diesen wichtigen Gegenstand vorliegen. Solche finden sich wirklich in der Lehrtafel S + 2418 Zeile 37. Es heisst dort:

Zi Šamaš ina lu-bar-meš ina maš-mašu 55 32; ina pa 1 2 44 (7 12),

d. h. das *Zi* der Sonne in den Thierkreisbildern: in den Zwillingen (beträgt) 55 32; in dem Schützen 1 2 44 (7 12).

Zi Šamaš oder auch *Zi ša Šamaš,* wie es an andern Stellen desselben Tablets heisst, bedeutet wörtlich: Leben der Sonne (*Zi* = *napištu,* Leben); hier bedeutet aber *Zi:* tägliche Bewegung oder Geschwindigkeit, was ja auch sehr gut mit der andern Bedeutung harmonirt.

Für diese Ansicht sprechen zunächst die erwähnten zwei Thierkreisbilder und die beigefügten Zahlenangaben. Es werden die Zwillinge und der Schütze genannt, innerhalb welcher wirklich die Punkte der langsamsten und raschesten Sonnenbewegung zu suchen sind. Hiernach könnte *ina maš-mašu 55 32* bedeuten, dass die Sonne im Sternbild der Zwillinge täglich 55′ 32″ zurücklege; *ina pa 1 2 44* hingegen, dass ihre Geschwindigkeit im Sternbild des Schützen 1° 2′ 44″ betrage. Auf letztern Werth folgen zwar noch die zwei Zahlen 7 und 12. Allein es scheint, dass diese zum Folgenden gehören, und zwar aus zwei Gründen.

Zunächst kommt die nämliche Stelle schon drei Zeilen früher vor; dort heisst es aber *ina pa 1 2 44 Zi;* hier fehlen also 7 und 12. Man darf darin nicht etwa eine Abkürzung erblicken; denn der Verfasser des Lehrtablets zeichnet sich durch eine grosse, fast pedantische Genauigkeit aus. Einen zweiten Grund finden wir durch einen Vergleich der beiden muthmasslichen Grenzwerthe der Sonnengeschwindigkeit. Man fragt sich mit Recht: Warum sollten die Babylonier den obern bis auf (‴) und (⁗) genau angeben, während sie sich beim untern mit (″) begnügen?

Ist unsere Annahme richtig, so muss das arithmetische Mittel der beiden babylonischen Werthe den wahren Betrag der mittlern Sonnengeschwindigkeit ergeben; das trifft wirklich zu, da:

$(55' \, 32'' + 1^0 \, 2' \, 44'') : 2 = 0^0 \, 59' \, 8''$ (mittlere Geschwindigkeit d. Sonne).

Dürften wir spätern Untersuchungen (n. 85 und 86) vorgreifen, so könnten wir schon hier durch eine Parallele zwischen *Zi ša Šamaš* und *Zi ša Sin* einen zweiten Beweis erbringen, da *Zi ša Sin* in ganz analoger Weise die tägliche Verschiebung des Mondes bedeutet. Doch einstweilen mögen obige Ausführungen genügen. Erst im Zusammenhang mit der Prüfung des *Zi ša Sin* wird es sich auch lohnen, die Frage zu untersuchen, warum das Maximum des *Zi ša Šamaš* um etwa 1′ zu gross und das Minimum um ebensoviel zu klein angenommen wurde.

Lu-bar-meš wurde mit „Thierkreisbilder“ übersetzt; dies geschah nicht nur mit Rücksicht auf die Bedeutung von *pa* und *maš-mašu*, sondern auch auf den astronomischen Sinn von *bar* und *qabal lu-bar*, von denen ersteres mit „Knoten“, letzteres mit „Ekliptik“ zu übersetzen ist (vgl. n. 78).

Die babylonische Ekliptik. (Einstweilige Orientirung.)

(37) Mehr als die Sonnengeschwindigkeit und die Dauer des siderischen Jahres vermögen wir aus Col. *C*, für sich allein betrachtet, nicht zu erkennen.

Diese bietet zwar die Positionen des Mondes zur Zeit der Conjunction und Opposition in der babylonischen Ekliptik; allein mehr sagt sie uns nicht über dieselbe. Auch die Eintheilung dieser Ekliptik in 12 mal 30⁰ ist eine schon längst bekannte Thatsache; aber es entsteht nun die Frage: war sie eine feste oder bewegliche, d. h. richtete man sich nach den unverrückbaren Sternbildern oder nach den sogen. Zeichen, welche ursprünglich mit jenen zusammenfielen, aber infolge des Rückgangs der Jahrespunkte gegen dieselben im Laufe der Jahrhunderte verschoben wurden und nur den Namen von ihnen beibehielten?

In der That wird sich das erstere herausstellen und so bestätigt werden, was schon Picus Mirandulanus (lib. 6 contra Astrol. c. 4) behauptet: die Chaldäer haben sich nicht der Zeichen, sondern der Bilder bedient.

Diese Erkenntniss darf uns jedoch noch nicht genügen. Denn dadurch, dass wir beispielsweise wissen, der Mond stand im 15.⁰ Arietis der festen babylonischen Ekliptik, kennen wir keineswegs den Ort desselben mit hinreichender Genauigkeit. Wenn nämlich auch die Eintheilung der Ekliptik so getroffen wurde, dass die einzelnen Theile (von je 30⁰) den Namen der entsprechenden Sternbilder wirklich verdienten, so war doch für die Wahl des Anfangs und somit auch für das Ende der einzelnen zwölf Haupttheile der Ekliptik ein gewisser Spielraum gelassen. So berichtet denn auch Achilles Tatius[1], der freilich dem 4. Jahrhundert angehört, dass die Sternbilder der Chaldäer (und Aegypter) mit den in Griechenland gebräuchlichen nicht übereinstimmten. Wir dürfen daher nicht ohne weiteres den festen Thierkreis

[1] Vgl. Petavius, Var. dissert. lib. 2, c. 1, p. 38.

der Griechen auf den babylonischen Himmel übertragen, und somit bleibt uns nichts übrig, als durch Berechnung der Neu- und Vollmondlängen für die Jahre, denen unsere Tablets entstammen, einen Vergleich zwischen der babylonischen und unserer astronomischen (beweglichen) Ekliptik zu ermöglichen.

Bei diesen Untersuchungen werden sich aber noch andere höchst bedeutsame Thatsachen bezüglich der geographischen Breite des Beobachtungsortes (Babylon) und der Dauer der Jahreszeiten herausstellen.

Um die Hauptergebnisse der folgenden Nummern nach Art von Thesen vorauszuschicken, behaupten wir:

1. Die babylonische Ekliptik ist fest[1];

2. die Jahrespunkte wurden auf den 10.^{0} des Widders, des Krebses, der Wage und des Steinbocks gesetzt;

3. die Jahrespunkte liegen um beiläufig 6^0 zu weit nach Osten;

4. der längste Tag von Babylon ist $14^h\,24^m$, was einer geographischen Breite von etwa 35^0 entspricht;

5. der längste Tag der babylonischen Tablets stimmt mit den Angaben des Vedakalenders und der chinesischen Astronomen vollständig überein;

6. die Babylonier kannten den Unterschied der astronomischen Jahreszeiten schon vor Hipparch und haben die Dauer des Frühlings und des Sommers nahezu so bestimmt, wie sie im Almagest, Halma I, 184 angegeben wird.

Provisorische Berechnung der Dauer des längsten babylonischen Tages.

(38) Schon a priori kann man annehmen, dass in den verschiedenen Mondrechnungstafeln sich Columnen finden müssen, in denen die wechselnde Dauer von Tag und Nacht zum Ausdruck gebracht ist. Denn für die Möglichkeit der Wahrnehmung einer Finsterniss war es natürlich entscheidend, ob die Sonne über oder unter dem Horizonte stand, und ebenso war der Eintritt des Neulichtes von der Zeit des Sonnenuntergangs abhängig.

Doch bevor wir unsere Tablets auf das Vorhandensein der fraglichen Zahlencolumnen untersuchen, ist es rathsam, die Grenzen kennen zu lernen, innerhalb welcher die Länge von Tag und Nacht am babylonischen Himmel wechselt. Die Länge des Tages hängt natürlich vom kürzern oder längern Verweilen der Sonne über dem Horizonte ab. Dieses hinwiederum ist bedingt durch die Polhöhe des Ortes (= geographische Breite) und die Ent-

[1] Schon Epping hat diese Thatsache erkannt und den Beweis hierfür in Aussicht gestellt (Zeitschr. für Assyriol. VIII, 169, Anm. 1). Aus welchem Tablet er dieses Ergebniss gewonnen hat, ist uns unbekannt. Epping fügt noch hinzu, die feste babylonische Ekliptik beziehe sich auf das Jahr —2048 ($\mp$ einiger Jahre), in welchem der Anfang des Stieres im Frühlingspunkte stand. Dies wäre allerdings beiläufig richtig, wenn das siderische Jahr genau wäre und wenn man die Präcession gänzlich vernachlässigt hätte. Aber ersteres ist nicht der Fall, und es bleibt unentschieden, ob man die Präcession ganz oder nur theilweise ausser acht liess. Auch wissen wir nicht, welches Alter den verschiedenen Rechnungssysteme n zukommt. Daher können wir jene Zahlenangabe weder unterschreiben noch auch sie in bestimmter Weise berichtigen.

fernung der Sonne vom Aequator (= Declination). Letztere ist zur Zeit der Solstitien am grössten und wächst ausserdem mit der Ekliptikschiefe (Neigung der Ekliptikebene zur Ebene des Aequators), die ja bekanntlich auch säcularen Schwankungen untersteht. Am längsten Tage ist die Declination der Sonne = der Schiefe der Ekliptik. Zur Berechnung des erstern genügt somit die Kenntniss der geographischen Breite (φ) von Babylon und die damalige Schiefe der Ekliptik (ε). Für φ nehmen wir den Werth $32^0\ 30'$ an, den auch Epping seinen Rechnungen zu Grunde legte; für ε dagegen mit Eratosthenes (— 229) $23^0\ 51'\ 16''$ [1].

Aus diesen beiden Daten φ und ε folgt auf Grund der einfachen trigonometrischen Beziehung $\cos\sigma = -\,tg\,\varepsilon \cdot tg\,\varphi$ zunächst der halbe Tagesbogen $\sigma = 106^0\ 21'\ 43''$, welchem eine Dauer des längsten babylonischen Tages von $14^h\ 10^m\ 54^s$ entspricht. Damit haben wir zugleich den kürzesten Tag $= 24^h - 14^h\ 10^m\ 54^s = 9^h\ 49^m\ 6^s$.

Im babylonischen Zeitmass (vgl. n. 13) würde das Resultat lauten:

Dauer des längsten Tages $= 3^s\ 32^0\ 43'\ 24''$
„ „ kürzesten „ $= 2^s\ 27^0\ 16'\ 36''$.

Jetzt ist es an der Zeit, nach ähnlichen Angaben in den babylonischen Mondtafeln zu fahnden. Wirklich findet sich auch in mehreren Tafeln je eine Columne, deren Zahlenwerthe sich ungefähr innerhalb jener beiden Grenzen zu bewegen scheinen.

Col. D.

Die wechselnde Dauer des Tages.

(39) Es ist von vornherein klar: kommt in den Tafeln die Dauer des Tages vor, so kann dies wohl nur in jener Columne sein, die unmittelbar auf die Columne der Neu- oder Vollmondlängen folgt; denn so verlangt es die logische Ordnung. Sehen wir uns nun diese Columne (D) näher an!

In Sp. II, 96 Obvers (vgl. n. 41), welches der Col. C zufolge Neumonde [2] enthält, hat D seinen grössten Werth, wenn der Mond (und die Sonne) im Krebs steht, dagegen seinen kleinsten, wenn sie sich im Steinbock befindet:

	C:		D:
Z. 4.	$23^0\ 33'\ 45''$	♋	3 34 11 30
Z. 10.	$20^0\ 16'$	♑	2 25 22 8.

Umgekehrt finden wir in Sp. II, 110 Revers (vgl. ebd.), welches Vollmonde enthält, dass das Maximum von D der Stellung des Mondes im Steinbock, dagegen das Minimum derjenigen im Krebs entspricht:

[1] Es ist dies derselbe Werth, dessen sich sowohl Hipparch als Ptolemäus bedienten. Denn letzterer bemerkt (Almag. lib. 1, c. 10), er habe durch wiederholte Beobachtung festgestellt, dass der Winkel zwischen den beiden Solstitien grösser als $47\frac{2}{3}$, aber kleiner als $47\frac{3}{4}$ sei — ein Resultat, das auch schon Eratosthenes gefunden und Hipparch benutzt habe. Nehmen wir die Hälfte des Mittels aus beiden Zahlen, so ergibt sich obige Schiefe der Ekliptik.

[2] Ob es sich um Neu- oder Vollmonde handelt, erkennt man auf Grund von n. 32 aus Col. C selbst dann ohne Schwierigkeit, wenn die Monatsnamen zerstört sind. Man hat sich ja nur daran zu erinnern, dass die monatliche Differenz von 30^0 bei Neumondlängen nur von 13^0 Virginis bis 27^0 Piscium, bei Vollmondlängen nur von 27^0 Virginis bis 13^0 Piscium vorkommt. (Im dritten Theil werden sich noch weitere Kriterien ergeben.)

	C:		*D:*
Z. 3.	5° 22′ 30″	♑	3 33 23
Z. 9.	0° 52′	♋	2 25 13 4.

Beide Tablets verrathen so übereinstimmend die Bedeutung von D als Dauer der einzelnen Tage, z. Zt. des Neu- oder Vollmondes; denn zur Zeit, wo der Neumond im Krebs oder der Vollmond im Steinbock steht, ist die Sonne ihrer höchsten Culmination jedenfalls nicht fern, und die Tage sind daher dann am längsten; das Gegentheil hiervon muss stattfinden, wenn der Neumond im Steinbock oder der Vollmond im Krebs steht. Doch muss es auffallen, dass das Maximum unserer Columnen über das von uns berechnete merklich hinausgeht, das Minimum dagegen um etwa ebensoviel unter dem berechneten bleibt. Bevor wir jedoch diese Disharmonie näher erörtern, wollen wir uns die Frage beantworten: Wie sind die Chaldäer zu jenen Werthen für die wechselnde Tagesdauer gekommen?

Ein Vergleich der einzelnen Zahlen der Columnen überzeugt sofort, dass man es hier nicht mit einer Zu- und Abnahme nach Art einer gewöhnlichen arithmetischen Reihe zu thun hat. Wenn man nun nicht annehmen will, dass man in die Rechnungstafeln eine Reihe von unmittelbaren Beobachtungsresultaten einschob, die man bei ungefähr den gleichen Sonnenlängen, wie sie sich im Tablet vorfinden, früher einmal festgestellt hatte, so liegt es wohl am nächsten, dass die Chaldäer die Tagesdauer aus den vorausgehenden Längen des Neu- und Vollmondes nach einem eigenen, complicirtern Schema berechneten. Es wäre nun keine Riesenarbeit, aus den Zahlenverhältnissen beider Columnen durch eine exacte Analyse jenes Schema herauszuschälen. Aber es steht doch ein anderer Weg offen, der viel schneller zum Ziele führt. Die Chaldäer haben nämlich in jenem schon wiederholt citirten Lehrtablet S + 2418 auch die Berechnung der Tagesdauer mit unzweideutiger Klarheit entwickelt, so dass man dieselbe bloss auf die in Frage stehenden Columnen anzuwenden braucht, um die Richtigkeit unserer Conjecturen zu erkennen.

Zur bessern Uebersicht lassen wir hier gleich hintereinander die Transcription des keilinschriftlichen Passus und die Wiedergabe seiner astronomischen Bedeutung folgen.

(40) **Babylonisches Schema zur Berechnung der Tagesdauer aus der Stellung der Sonne in der Ekliptik.**

(S + 2418 Obv. Col. I, Z. 2—14, links.)

1. Transscription:

10	*ku*	*3*		*ša*	*al*	*10*	*ku*	*tir*	*a-du*	*40*	*du*	*itti*	*3*	*tab*
10	*te*	*3*	*20*	*ša*	*al*	*10*	*te*	*tir*	*a-du*	*24*	*du*	*itti*	*3 20*	*tab*
10	*mašu*	*3*	*32*	*ša*	*al*	*10*	*mašu*	*tir*	*a-du*	*8*	*du*	*itti*	*3 32*	*tab*
10	*pulukku*	*3*	*36*	*ša*	*al*	*10*	*pulukku*	*tir*	*a-du*	*8*	*du*	*ultu*	*3 36*	*lal*
10	*arû*	*3*	*32*	*ša*	*al*	*10*	*arû*	*tir*	*a-du*	*24*	*du*	*ultu*	*3 32*	*lal*
10	*šerû*	*3*	*20*	*ša*	*al*	*10*	*šerû*	*tir*	*a-du*	*40*	*du*	*ultu*	*3 20*	*lal*
10	*zibânîtu*	*3*		*ša*	*al*	*10*	*zibânîtu*	*tir*	*a-du*	*40*	*du*	*ultu*	*3*	*lal*
10	*aqrabu*	*2*	*40*	*ša*	*al*	*10*	*aqrabu*	*tir*	*a-du*	*24*	*du*	*ultu*	*2 40*	*lal*
10	*PA*	*2*	*28*	*ša*	*al*	*10*	*PA*	*tir*	*a-du*	*8*	*du*	*ultu*	*2 28*	*lal*
10	*enzu*	*2*	*24*	*ša*	*al*	*10*	*enzu*	*tir*	*a-du*	*8*	*du*	*itti*	*2 24*	*tab*
10	*GU*	*2*	*28*	*ša*	*al*	*10*	*GU*	*tir*	*a-du*	*24*	*du*	*itti*	*2 28*	*tab*
10	*nûnu*	*2*	*40*	*ša*	*al*	*10*	*nûnu*	*tir*	*a-du*	*40*	*du*	*itti*	*2 40*	*tab*

2. Wiedergabe der astronomischen Bedeutung.

Stand der Sonne	Dauer des Tages	Zu- oder Abnahme des Tages für jeden weitern Grad der Aenderung der Sonnenlänge — ausgedrückt in (′) [$1' = 4^s$]
10^0 Arietis	3^s ^{0} = 12^h ^{m}	Für jeden folgenden Grad werden 40′ zu 3^s ^{0} addirt
10 Tauri	3 20 = 13 20	„ „ „ „ „ 24 „ 3 20 „
10 Geminorum	3 32 = 14 8	„ „ „ „ „ 8 „ 3 32 „
10 Cancri	3 36 = 14 24	„ „ „ „ „ 8 von 3 36 subtrahirt
10 Leonis	3 32 = 14 8	„ „ „ „ „ 24 „ 3 32 „
10 Virginis	3 20 = 13 20	„ „ „ „ „ 40 „ 3 20 „
10 Librae	3 = 12	„ „ „ „ „ 40 „ 3 „
10 Scorpii	2 40 = 10 40	„ „ „ „ „ 24 „ 2 40 „
10 Arcitenentis	2 28 = 9 52	„ „ „ „ „ 8 „ 2 28 „
10 Capri	2 24 = 9 36	„ „ „ „ „ 8 zu 2 24 addirt
10 Amphorae	2 28 = 9 52	„ „ „ „ „ 24 „ 2 28 „
10 Piscium	2 40 = 10 40	„ „ „ „ „ 40 „ 2 40 „

Die erste Columne des Keiltextes beginnt mit dem Zeichen ≺ (= *u*), an welches sich der Reihe nach alle Thierzeichen anschliessen. Hierauf folgen Zahlen, die in Grösse und Variation jenen der babylonischen Tageslänge gleichen. Das Maximum ist 3—36, das Minimum 2—24, und sie stehen am richtigen Platze, nämlich hinter dem Zeichen des Krebses und des Steinbocks, während sich, wie gleichfalls zu erwarten ist, neben Widder und Wage der Mittelwerth 3 findet. Der nun folgende Theil weist durchweg homogene Zeilen auf, in denen bloss einige Zeichen und Zahlen variiren. Nach *ša al,* dessen Bedeutung uns erst später klar wird, wiederholt sich die erste Abtheilung der Columne (≺ mit den Thierzeichen); sie scheint daher der Ausgangspunkt weiterer arithmetischer Entwicklungen zu sein. Wirklich folgt denn auch eine Columne von Zahlen, welche durch die Zeichen für *ki* (= *itti*) . . . *tab* (= *šanû*) [h. e. zu . . . hinzuzufügen] und *ta* (= *ultu*) . . . *lal* (= *matû* [h. e. von . . . zu subtrahiren] mit jener andern Zahlencolumne in Verbindung gebracht wird, die auch im Anfang steht und wohl als Tageslänge aufzufassen ist. Danach haben wir zunächst für zwölf Hauptpositionen der Sonne die Tageslänge direct angegeben, während die Zwischenwerthe durch Addition oder Subtraction eines der Sonnenverschiebung entsprechenden Zeittheiles gefunden werden muss. Die nächste Annahme ist nun diese, dass die Chaldäer mit der vorletzten Columne: 40, 24, 8, 8, 24, 40, 40, 24, 8, 8, 24, 40 die Anzahl der (′) ($1' = 4^s$) bezeichnen wollten, um welche die Tagesdauer zu- oder abnimmt, wenn sich die Sonne um 1^0 in der Ekliptik verschoben hat. Es wird sich bald zeigen, dass diese Auffassung wirklich zutreffend ist.

Aber bevor wir unsere Rechnung anstellen, müssen wir über den Ausgangspunkt Klarheit haben, d. h. wir müssen genau wissen, für welchen Grad des Widders, Stiers etc. man die Tageslängen 3^s, 3^s 20^0 etc. (im Anfang des Schemas) ansetzte. Man erwartet, dass man von 0^0 ausging. Auch die Griechen setzten ja die Jahrespunkte (Aequinoctien und Solstitien) auf 0^0 ♈ und ♎, 0^0 ♋ und ♑. Ausserdem schwebt mir die Stelle bei Hipparch (ad Arati, Eudoxi Phaenom. lib. 2) vor, wo er im Anschluss an die Sentenz des Aratus, der Anfang des Krebses treffe mit dem Solstitium zusammen, fortfährt: Auf diese Weise haben fast alle oder die meisten alten Mathematiker den Thierkreis eingetheilt [1]. Diese Bemerkung, welche uns später

[1] *Καὶ ὑπὸ τῶν ἀρχαιων δὲ μαθηματικῶν πάντων χεδόν, ἢ τῶν πλείστων τοῦτον τὸν τρόπον ὁ ζωδιακὸς κύκλος διῄρητο.*

noch nützlich sein wird, könnte hier zum Irrlicht werden. Die Anwendung des Schemas auf die Tageslängen in den Mondtafeln führt nämlich zu einem negativen Resultat. Die Wahrheit liegt viel näher: man muss nur die Vorstellung von einer beweglichen Ekliptik mit dem Frühlingspunkt bei 0° ♈ fallen und das allererste Zeichen in unserer Columne, nämlich das $\prec$ (= *u*), zur Geltung kommen lassen. Als Zahl aufgefasst, könnte es 10 und $\frac{1}{10}$ bedeuten, also entweder 10° oder $\frac{1}{10}$ eines Thierkreises = 3°. Die natürlichste Erklärung ist die erstere; sie ist auch die vollkommen richtige, wie die folgende Nummer beweist.

Berechnung der Tagesdauer in den Syzygientafeln auf Grund des obigen babylonischen Schemas.

(41) Die bereits vorhin gegebene Realübersetzung von S + 2418 Obv. Z. 2—14 besteht, wie wir jetzt zeigen wollen, in allen Stücken die arithmetische Probe. Zunächst folgen hier (nebenstehend) aus zwei verschiedenen Neu- und Vollmondtafeln die Columnen der Mondlänge und der Tagesdauer, denen wir jedesmal die von uns nach obigem Schema aus dem Sonnenstande berechnete Tagesdauer beigeben. Zu den Vollmondlängen wurden ausserdem noch die diametralen Sonnenpositionen hinzugefügt. Die vollständige Uebereinstimmung unserer Berechnung mit den babylonischen Angaben schliesst jeden Zweifel daran aus, dass wir den astronomischen Sinn des Schemas S + 2418 Obv. Zeile 2—14 vollkommen erkannt haben. Nur noch das eine oder andere Beispiel zur

I. Aus Sp. II, 96 (Neumond).

Zeile	*C* Babyl. Länge des Neumondes				*D* Dauer des Tages (nach babyl. Angabe)				Dauer des Tages (berechnet)			
1.	29°	11′	15″	♈	3^{x}	12°	48′[2]	30″	3^{x}	12°	47′	30″
2.	27	18	45	♉	3	26	45[2]	30	3	26	55	30
3.	25	26	15	♊	3	34	3	30	3	34	3	30
4.	23	33	45	♋	3	34	11	30	3	34	11	30
5.	21	41[1]	15	♌	3	27	19	30	3	27	19	30
6.	20	16		♍	3	13	9	20	3	13	9	20
7.	20	16		♎	2	53	9	20	3	53	9	20
8.	20	16		♏	2	35	53	36	2	35	53	36
9.	20	16		♐	2	26	37	52	2	26	37	52
10.	20	16		♑	2	25	22	8	2	25	22	8
11.	20	16		♒	2	32	6	24	2	32	6	24

[1] nicht 21.

[2] Offenbares Verschreiben.

II. Aus Sp. II, 110. Revers (Vollmond).

Zeile	*C* Babyl. Länge des Vollmondes				Stand der Sonne	*D* Dauer des Tages (nach babyl. Angabe)				Dauer des Tages (berechnet)			
1.	.	.	.	♏	♉	3^{x}	19°	25′					
2.	7°	15′		♐	♊	3	30	54		3^{x}	30°	54′	
3.	5	22	30″	♑	♋	3	33	23		3	33	23	
4.	5	30[1]		♒	♌	3	32	52		3	32	52	
5.	1	37	30	♓	♍	3	23	21		3	23	21	
6.	0	52		♈	♎	3	6	5	20″	3	6	5	20″
7.	0	52		♉	♏	2	46	5	40	2	46	5	40
8.	0	52		♊	♐	2	31	39	12	2	31	39	12
9.	0	52		♋	♑	2	25	13	4	2	25	13	4
10.	0	52		♌	♒	2	26	46	48	2	26	46	48
11.	0	52		♍	♓	2	36	20	48	2	36	20	48
12.	0	37	30	♎	♈	2	53	45		2	53	45	
13.	28	45		♎	♈	3	12	20		3	12	20	

[1] nicht 40.

Erläuterung der vorstehenden Rechnungen! In Sp. II, 96, Zeile 3 steht der Neumond (und somit auch die Sonne) in $25^0\ 26'\ 15''$ ♊; gesucht die Tageslänge. Steht die Sonne in 10^0 ♊, so ist gemäss dem babylonischen Schema (n. 40) die Tageslänge $3^s\ 32^0$; dazu kommen für jeden weitern Grad $8'$, also für $15^0\ 26'\ 15''$ ($= 15^0,4375$) $123',5 = 2^0\ 3'\ 30''$. Demnach beträgt die Dauer des Tages $= 3^s\ 34^0\ 3'\ 30''$. — In Sp. II, 110, Zeile 8 befindet sich der Vollmond in $0^0\ 52'$ ♊; gesucht die Tageslänge. Der augenblickliche Stand der Sonne ist $0^0\ 52'$ ♐; stünde sie in 10^0 ♐, so wäre die Tageslänge $2^s\ 28^0$; es ist somit noch der Zuwachs zu berechnen, der auf $10^0 - 0^0\ 52'$ kommt. Er beträgt $24 . 9',133 \ldots = 3^0\ 39'\ 12''$. Also entspricht der Länge des Vollmondes von $0^0\ 52'$ ♊ eine Tagesdauer von $2^s\ 31^0\ 39'\ 12''$, wie auch das Tablet angibt. Diese Beispiele mögen genügen, um zu zeigen, wie die Chaldäer gerechnet haben.

Erwägen wir nun kurz, was sich daraus ergibt.

(42) Mit voller Bestimmtheit erkennen wir, dass die Chaldäer ihre Zählung in der Ekliptik nicht mit dem eigentlichen Frühlingspunkte oder mit sonst einem astronomischen Jahrespunkte beginnen; denn diese liegen in S + 2418, sowie in Sp. II, 96 und Sp. II, 110 stets auf dem zehnten Grade des betreffenden Thierkreisbildes. Die babylonische Ekliptik war also eine feste, an die Fixsterne gebundene. Dafür musste sich aber ihr Frühlingspunkt immer mehr gegen die Reihenfolge der Thierzeichen, d. h. nach Westen, verschieben. Danach ist es von hohem Interesse, zu erfahren, ob sich nicht Tablets aus älterer Zeit finden, in denen die Jahrespunkte etwa noch den 15. oder 12. Grad einnehmen, oder solche aus jüngerer Zeit, in welchen jene schon auf den 9. oder 8. Grad zurückgeschoben sind. Bevor wir jedoch an diese Frage herantreten können, müssen wir vor allem untersuchen, für welche Zeit die in den bisher untersuchten Tablets gefundene Lage der Jahrespunkte galt. Für die drei oben erwähnten Tablets, in welchen die Jahrespunkte im $10.^0$ von ♈, ♋, ♎ und ♑ liegen, fehlen uns nun leider die Jahreszahlen. Aber es ist zu hoffen, dass in der Mondfinsternisstafel Nr. 93. (81—7—6), deren Alter uns bekannt ist, dasselbe Gesetz gilt, und somit wenigstens für eine spätere Untersuchung der angeregten Frage ein Anhaltspunkt gewonnen ist. Dass sich dies wirklich so verhält, lehrt die auf S. 80 folgende Zusammenstellung einer Gruppe von gefundenen und berechneten Tageslängen; es wurde hierzu die am besten erhaltene Partie des Tablets ausgewählt.

Diese Columnen geben uns einen neuen Beweis, dass die wichtige Finsternisstafel Nr. 93 nichts anderes ist als eine Anwendung der in S + 2418 niedergelegten Regeln. Erstere ist wohl spätestens im Anfang des 2. Jahrhunderts ausgefertigt; S + 2418 ist jedenfalls älter, und wir begehen sicher keinen argen Missgriff, wenn wir einstweilen sein Alter wenigstens bis etwa in die Mitte des 3. Jahrhunderts hinauf rücken [1]. Danach wäre um diese Zeit nach babylonischer Anschauung der Frühlingspunkt auf 10^0 Arietis gefallen. Es ist nun freilich auffallend, dass man dabei auch im folgenden Jahrhundert, nämlich bis zum Jahre 160 S. Ä. = — 151 Ch. Ä. verharrte. Aber es wäre verfehlt, daraus zu schliessen, die Babylonier hätten den Rückgang des Frühlingspunktes nicht gekannt. Vielmehr ist von vornherein zu erwarten,

[1] Nach der Schrift zu urtheilen, gehört S + 2418 dem 4. oder 3. Jahrhundert an (Mittheilung Strassmaiers).

Aus Nr. 98 81—7—6 (Berechnung der Tagesdauer)[1].

Zeile	*C* Babyl. Länge des Vollmondes	Stand der Sonne	*D* Dauer des Tages (nach babyl. Angabe)	Dauer des Tages (nach unserer Berechnung)
13.	17° 24′ ♋	♑	2^z 24° 59′ 12″	2^z 24° 59′ 12″
14.	10 30 ♑	♋	3 35 56	3 35 56
15.	6 20 ♋	♑	2 24 29 20	2 24 29 20
16.	0 7 30 ♑	♋	3 34 41	3 34 41
17.	25 16 ♊	♐	2 25 57 5?	2 25 57 52
18.	19 45 ♐	♊	3 33 18	3 33 18
19.	14 12 ♊	♐	2 27 26 24	2 27 26 24
20.	9 22 30″ ♐	♊	3 31 45[1]	3 31 55
21.	3 8 ♉	♏	2 44 35[2] 40	2 44 34 40
22.	0 52 30 ♏	♉	3 13 55	3 13 55
23.	22 4 ♈	♎	2 51 57 20	2 51 57 20

[1] soll heissen 55. [2] soll heissen 34.

dass sie trotz dieser Kenntniss aus Liebe zu einem einfachen festen System eine erheblichere Verschiebung des Aequinoctiums abwarteten, bevor sie in ihrem Schema auf die Präcession Rücksicht nahmen. Leider steht mir nun aus der Zeit nach 152 v. Chr. keine Tafel des Systems II zu Gebote, in welcher Col. *C* und *D* erhalten ist. Die angedeutete Frage kann daher jetzt noch nicht erörtert werden; doch wird System I uns Gelegenheit bieten, dieselbe mit einigem Erfolg wieder aufzunehmen.

Dazu ist es aber noch nicht an der Zeit; denn die in den vorigen Nummern behandelte Materie birgt noch andere merkwürdige Thatsachen, welche zuvor festgestellt zu werden verdienen. Die wichtigste derselben ist

(43) der Widerspruch der babylonischen Angaben bezüglich des längsten und kürzesten Tages mit der bislang angenommenen geographischen Breite von Babylon (32° 30′).

Der Berechnung in n. 38 zufolge sollte der längste Tag von Babylon $14^h\ 10^m\ 54^s$ betragen; statt dessen ergibt sich aus dem Schema in n. 40 eine Dauer von $14^h\ 24^m$. Die Differenz zwischen den beiden Werthen ist zu gross, als dass man dieselbe auf Rechnung der Refraction setzen könnte, vermöge welcher die Sonne nach ihrem Untergang noch über den Horizont scheinbar hinaufgehoben wird. Nun entspricht jener grössern Tagesdauer eine Polhöhe (= geographische Breite) von 34° 57′[2], weist also auf einen um etwa $2\frac{1}{2}°$ weiter nördlich liegenden Ort hin, und wir stehen somit vor einem merkwürdigen Räthsel. Man ist versucht, zu schliessen: entweder stammen die Tafeln des Systems II (vorab S + 2418) gar nicht aus Babylon, oder dieses lag wirklich weit nördlicher, d. h. ungefähr 35° vom Aequator entfernt.

Vielleicht kann hier Ptolemäus, der sich ja mehrfach auf babylonische Beobachtungen beruft, Auskunft geben.

[1] Aus mehreren zutreffenden Correcturen in Col. *D* dieser Tafel, welche noch von Eppings Hand herrühren, kann man mit Sicherheit schliessen, dass er das Rechenschema (n. 40) wenigstens im wesentlichen bereits gekannt hat.

[2] Dieser Werth ergibt sich bei der von Hipparch und Ptolemäus angenommenen Schiefe der Ekliptik: $\varepsilon = 23° 51' 16'' = 23°,854$. Zufolge der modernen Berechnungen war diese für jene Zeit zu gross. Setzt man $\varepsilon = 23°,800$, wie es für —800 Ch. Ä. zutrifft, so müsste der grössten Tageslänge von $14^h\ 24^m$ eine Polhöhe $\varphi = 35° 0' 59''$ entsprechen. Wenn die Bestimmung jenes längsten Tages einer noch spätern Zeit entstammt, so wird φ noch etwas grösser ausfallen. Aber es kann sich nur um einige Minuten handeln; denn für —100 Ch. Ä. ist $\varepsilon = 23°,7107$ und $\varphi = 35° 7' 49''$.

Im Almagest lib. 13 (Halma I, 419) berichtet der alexandrinische Astronom, die meisten und besten Beobachtungen, nämlich die der Chaldäer, seien in einem „Klima“ angestellt worden, wo der längste Tag $14\frac{1}{4}$ Aequinoctialstunden dauere. Das stimmt sehr nahe mit unserer ersten Annahme überein. Es unterliegt auch wohl keinem Zweifel, dass hier Ptolemäus die Stadt Babylon bezw. die in ihrer Nähe befindlichen Sternwarten im Auge hat.

Aber sonderbarerweise findet man bei demselben Autor auch ganz andere Berichte. Im Almagest lib. 4, c. 10 (Halma I, 276) gibt er nämlich nahezu die gleiche grösste Dauer der babylonischen Nacht an wie unsere Tablets, und zwar gerade dort, wo er von drei Finsternissen spricht, die zu Babylon beobachtet worden seien. Seine Worte lauten: *Ἀλλὰ τοῦ ἡλίου ὄντος περὶ τὰ ἔσχατα τοῦ τοξότου, ἐν Βαβυλῶνι ἡ τῆς νυκτὸς ὥρα χρόνων ἐστὶ ιη̄· ἡ γὰρ νύξ ἐστιν ἰσημερινῶν ὡρῶν ιδ̄ καὶ β πέμπτων.* Also: wenn die Sonne am Ende des Schützen steht, so hat die Nacht in Babylon $14\frac{2}{5}$ Aequinoctialstunden. Damit ist aber auch gesagt, dass der längste babylonische Tag noch etwas mehr als $14\frac{2}{5}^h$ ($= 14^h\ 24^m$) beträgt [1].

Mit dieser zweiten Angabe steht eine dritte im Einklang, welche sich in seiner „Geographie“ findet. In lib. 8, c. 20, § 27 dieses Buches sagt er nämlich ausdrücklich: *ἡ μὲν Βαβυλὼν ἔχει τὴν μεγίστην ἡμέραν ὡρῶν ιδ̄ γιβ́.* Also der längste Tag von Babylon dauert ($14\frac{1}{3} + \frac{1}{12}$) Stunden ($= 14^h\ 25^m$). So Ptolemäus.

Merkwürdigerweise unterscheidet auch der Araber Arzachel zwei verschiedene Babylon: ein altes, dessen Polhöhe $= 35^0\ 0'$, und ein neues, dessen Polhöhe $= 30^0\ 30'$ sei [2].

Die erstere Angabe steht mit der soeben angeführten im schönsten Einklang; aber es bleibt ungewiss, ob der Astronom von Toledo sich hierin auf die betreffenden Stellen des „Almagest“ bezw. der „Geographie“ oder auf eine selbständige arabische Tradition stützt. Jedenfalls ist letzteres durchaus nicht ausgeschlossen: hatte doch sein Stammesgenosse Albategnius gewisse genauere Kenntnisse über die chaldäische Astronomie, die er nicht aus Ptolemäus geschöpft haben konnte (vgl. n. 53).

Hier treten somit zwei Zeugen für die Existenz eines alten Babylon auf, dessen Polhöhe 35^0 betragen habe. Aus einer andern Angabe von Ptolemäus, welche besagt, zur Zeit des Wintersolstitiums gehe für Babylon die Sonne um $4^h\ 38^m$ unter, hat schon Lalande [3] berechnet, dass die geographische Breite jener Stadt sogar 36^0 betragen haben müsse.

Soviel steht demnach fest: Sowohl unsere Tablets (und zwar nicht bloss die des Systems II, sondern ebenso die des Systems I, wie in n. 57 sich ergeben wird) als auch die eben genannten Astronomen weisen uns auf einen Ort von ungefähr 35^0 nördlicher Breite hin.

Und sollten sie sich dennoch — und zwar um 2 bis $2\frac{1}{2}^0$ — irren? Das ist kaum glaublich. Es liegt nun zwar keine vollständige Uebereinstimmung der verschiedenen Zeugnisse vor; aber gerade darin gibt sich ihre Selbständigkeit und somit ihr Werth zu erkennen. Ptolemäus scheint von den uns

[1] Die Sonne hatte nämlich 0^0 Capri noch nicht erreicht; die Länge der Nacht nahm somit noch ein wenig zu.

[2] Vgl. Kepler, Opera omnia (ed. Frisch) VI, 557: Excerpta ex Tabulis Rudolphinis. Dort wird auch darauf hingewiesen, dass der Unterschied der geographischen Länge von Babylon und Alexandrien im „Almagest“ auf 50^m, in der „Geographie“ dagegen auf $1^h\ 24^m$ angesetzt sei.

[3] Mém. de l'Acad. 1757, p. 429.

vorliegenden Tafeln der beiden Systeme keine Kenntniss gehabt, sondern auf anderem Wege die geographische Lage von Babylon erfahren zu haben.

Ob nun im Euphratlande wirklich zwei Babylon existirten oder nicht, dies lässt sich noch nicht entscheiden; aber dass das System II unserer Tafeln der Sternwarte eines Babylon entstammt, welche ungefähr 35^0 nördliche Breite besass, daran kann man wohl kaum mehr zweifeln. Damit ist natürlich die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass man auf den Observatorien des südlichen Euphratlandes sich desselben Mondsystems bediente und darin auch das in n. 40 angeführte Schema seiner Einfachheit halber beibehielt.

Aus der Dauer des längsten Tages in unsern Tablets ergibt sich aber noch eine *zweite* interessante Thatsache, nämlich

eine **vollständige** *Uebereinstimmung mit alten* **indischen** *und* **chinesischen** *Angaben.*

(44) Schon von anderer Seite (vgl. die diesbezügliche Literatur bei M. Cantor, Geschichte der Mathematik I, 82 sq.) wurde darauf hingewiesen, dass die Dauer des längsten Tages, welche der *Vedakalender* angibt, nicht nur mit jener von den *Chinesen* angenommenen übereinstimmt, sondern auch nur wenig kleiner ist als diejenige, die Ptolemäus in seiner Geographie für Babylon festsetzt.

Nach dem Vedakalender dauert nämlich der längste Tag 18 muhûrta, d. h. $\frac{18}{30}$ von 24^h oder $14^h\,24^m$, während ihn die Chinesen auf 60 khe oder (da jeder khe $= 14^m\,24^s$) gleichfalls auf $14^h\,24^m$ ansetzen.

Das ist aber haarscharf die nämliche Dauer, welche sich in der unzweideutigsten Weise aus dem babylonischen Schema in n. 40 ergab.

Solange man freilich nur die Ptolemäischen Berichte zum Vergleich heranziehen konnte, war ein überzeugender Beweis eines Zusammenhangs der indischen und chinesischen Angaben mit denen der Babylonier unmöglich, zumal, wie oben gezeigt wurde, die betreffenden Stellen bei Ptolemäus mehr oder minder voneinander abweichen; man musste sich also mit einer blossen *Wahrscheinlichkeit* begnügen. Diese letztere ist nun durch den Nachweis der *vollständigen Identität der babylonischen, chinesischen und indischen Angaben* zur unumstösslichen *Gewissheit* erhoben. Auch jetzt noch an den Zufall appelliren wollen, geht nicht mehr an. Denn da die Dauer des längsten Tages von der Polhöhe des Ortes abhängt, so musste sich schon ohnehin in den drei Ländern ein ganz verschiedenes Resultat ergeben; wenn man aber auch zufällig überall Beobachtungsorte mit ungefähr gleicher Breite gewählt hätte, so konnte erst wieder ein neuer Zufall zu identischen Resultaten führen. Wenn daher M. *Cantor* im Anschluss an die Arbeiten von A. *Weber* über den Vedakalender bemerkt[1]: „Die Wahrscheinlichkeit ist daher nicht zu unterschätzen, dass die Zahlenangaben für den längsten Tag sich von einem der drei Punkte nach den beiden andern verbreitet haben werde, und zwar so, dass Babylon als Verbreitungsmittelpunkt zu gelten hätte", so darf man jetzt eine solche Verbreitung mit aller Sicherheit annehmen.

Die Untersuchung des babylonischen Schemas (n. 40) führte uns zu einer Reihe interessanter Einzelheiten, die sich hauptsächlich an die Thatsache anschliessen, dass die Babylonier ihre Jahrespunkte auf den 10. Grad der be-

[1] L. c. p. 82.

treffenden Sternbilder setzen und als Dauer des längsten Tages 14^h 24^m annehmen.

Eine weitere Prüfung dieses Schemas kann zu neuen Ergebnissen nicht führen; bringen wir aber das bereits Gewonnene mit den Gesetzmässigkeiten im Sonnenlauf der Col. *C* in Verbindung, so werden wir zu zwei neuen astronomischen Thatsachen gelangen; die eine derselben betrifft die astronomischen Jahreszeiten, die andere das Verhältniss der festen babylonischen Ekliptik zur beweglichen des Hipparch.

Die astronomischen Jahreszeiten der Chaldäer.

(45) Die physischen Jahreszeiten, welche mit den klimatischen Verhältnissen des Ortes wechseln und einer allgemeinen, zahlenmässigen Bestimmung gar nicht fähig sind, lassen wir hier ganz unberührt. Ebensowenig ist hier von der thatsächlich im babylonischen Kalender vorkommenden künstlichen Viertheilung des Jahres die Rede. Dieselbe wird in einer speciellen Arbeit vom Verfasser erörtert werden. Es handelt sich für jetzt nur um die astronomischen Jahreszeiten, d. h. um die vier Zeiträume, die verstreichen, während die Sonne in der Mittagslinie eine mittlere, eine grösste, abermals eine mittlere, eine kleinste und schliesslich wiederum eine mittlere Höhe erreicht. Nach den Tablets des Systems II bilden der 10. Grad des Widders, des Krebses, der Wage und des Steinbocks die Grenzen der Jahreszeiten; denn der erste Punkt bezeichnet das Frühlingsäquinoctium, der zweite das Sommersolstitium und den längsten Tag, der dritte das Herbstäquinoctium und der vierte das Wintersolstitium und den kürzesten Tag; der längste, mittlere und kürzeste Sonnentag hängt aber zusammen mit der höchsten, mittlern und tiefsten Culmination der Sonne.

Eine eingehendere Untersuchung der babylonischen Mondlängen zur Zeit der Syzygien hat uns ferner gelehrt, dass man der Ungleichheit der Sonnenbewegung in folgender Weise Rechnung trug: man nahm an, die Sonne lege von 13^0 Virginis bis 27^0 Piscium im Laufe eines mittlern synodischen Monats volle 30^0 zurück; dagegen von 27^0 Piscium bis 13^0 Virginis nur $28^0\ 7'\ 30''$. Die Wahl dieser beiden Scheidepunkte in der Ekliptik wurde bestimmt durch die ungefähre Lage der Apsiden oder auch durch die auf Beobachtung beruhende genauere Kenntniss der Jahrespunkte und Jahres-

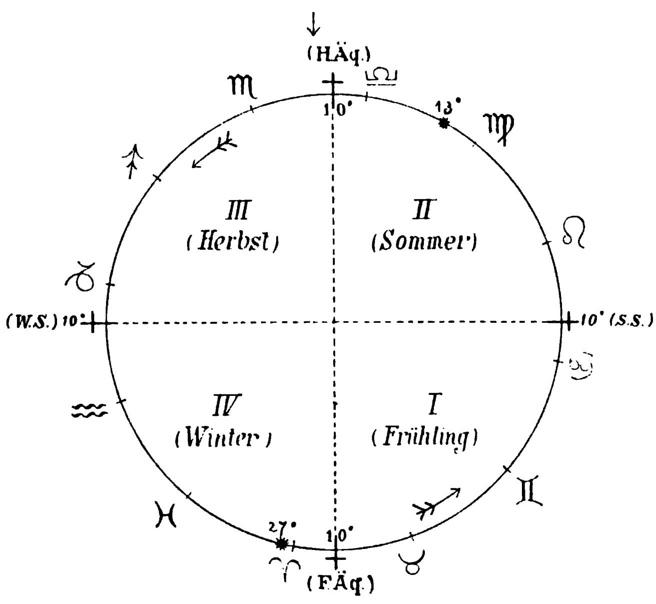


Fig. 3.

zeiten. Deshalb können wir auch umgekehrt aus jenen ersten die letzteren zurückberechnen. Zur Erleichterung der Vorstellung mag vorstehende Figur erwünscht sein. Die Sonne bewegt sich in der Richtung der Pfeile durch die zwölf Sternbilder der Ekliptik. Jedes derselben umfasst 30^0. Die Lage der Jahrespunkte im 10. Grad des betreffenden Thierkreises ist durch ein Kreuz (+) angedeutet: die oben erwähnten Scheidepunkte, bei denen die Sonne des babylonischen Schemas ihre Geschwindigkeit ändert, werden durch zwei Sternchen (**) angegeben. Die vier Quadranten entsprechen den vier Jahreszeiten.

I. Beginnen wir mit dem Frühling. Wie lange braucht die Sonne, um vom Frühlingsäquinoctium (F. Ä.) nach dem Sommersolstitium (S. S.) zu gelangen? Die Antwort ist leicht. Hier bewegt sich nämlich die Sonne ganz innerhalb jenes Ekliptikbogens, auf dem sie gemäss dem Schema pro Monat nur $28^0\ 7'\ 30'' = 28^0,125$ zurücklegt. Da der mittlere synodische Monat $29^d,530594$ beträgt, so kommen auf $1^0\ \frac{29,530594}{28,125} = 1^d,04998$; also vollendet die Sonne den ganzen Frühlingsbogen der Ekliptik in $90 \cdot 1^d,04998$ oder 94,4982 Tagen.

II. Die Berechnung des Sommers ist ein wenig complicirter. Während die Sonne von 10^0 Cancri (S. S.) bis zu 13^0 Virginis fortschreitet, legt sie wie bisher 1^0 in 1,04998 Tagen zurück. Das Intervall von 63^0 wird demnach in $63 \cdot 1,04998 = 66^d,14874$ vollendet. Der Rest von 27^0 wird dagegen verhältnissmässig rascher durchlaufen; denn von 13^0 Virginis an rückt die Sonne in $\frac{29,530594}{30} = 0^d,984353$ einen Grad fort; auf den Bogen von 27^0 entfallen also: $27 \cdot 0,984353 = 16^d,57753$. Fügen wir diesen Werth dem vorigen hinzu, so ergibt sich die Dauer des Sommers = 92,72627 Tagen.

III. Vom Herbstäquinoctium (H. Ä) bis zum Wintersolstitium (W. S.) beträgt der monatliche Fortschritt der Sonne stets 30^0. Das Intervall von 90^0 wird also in $3 \cdot 29^d,530594$ oder in 88,591782 Tagen zurückgelegt; dies ist die Dauer des Herbstes.

IV. Vom Wintersolstitium (W. S.) bis 27^0 Piscium kommen $0^d,984353$, von da bis zum Frühlingsäquinoctium (F. Ä.) $1^d,04998$ auf einen Grad. Demnach dauerte der babylonische Winter $77 \cdot 0,984353 + 13 \cdot 1,049998 =$ 89,44492 Tage.

(46) Prüfen wir nun zunächst die vier gewonnenen Resultate. Da wir nicht wissen, auf welche Zeit die babylonischen Messungen sich beziehen, ob auf den Anfang des 2. Jahrhunderts oder eine viel ältere Zeit, etwa auf den Anfang der Nabonassarischen Aera, so wollen wir sowohl für 200 als 700 v. Chr. eine Berechnung der Jahreszeitendauer anstellen. Die Ergebnisse derselben sind folgende:

	Jahr	Stand der Sonne im Anfang der Zeichen	Verflossene Tage der Julian. Aera	Dauer der Jahreszeiten
A)	—700	♈ (0°)	$1465469^d,8074$	
	„	♋ (90°)	$1465564^d,0113$	$94^d,2039$ (Frühling)
	„	♎ (180°)	$1465655^d,8988$	$91^d,8875$ (Sommer)
	„	♑ (270°)	$1465744^d,3766$	$88^d,4778$ (Herbst)
	—699	♈ (360°)	$1465835^d,0573$	$90^d,6807$ (Winter).
B)	—200	♈ (0°)	$1648090^d,8507$	
	„	♋ (90°)	$1648184^d,8944$	$94^d,0437$ (Frühling)
	„	♎ (180°)	$1648277^d,1996$	$92^d,3052$ (Sommer)
	„	♑ (270°)	$1648365^d,8182$	$88^d,6186$ (Herbst)
	—199	♈ (360°)	$1648456^d,1000$	$90^d,2818$ (Winter).

Ein Vergleich mit den zur bessern Uebersicht zusammengestellten babylonischen Werthen der Jahreszeiten:

Frühling:	$94^{d},4982$
Sommer:	$92^{d},7263$
Herbst:	$88^{d},5918$
Winter:	$89^{d},4449$,

zeigt, dass diese mehr mit den Resultaten (*B*) für das Jahr 200 stimmen. Aber auch da bemerkt man noch erhebliche Abweichungen. Am besten ist die Dauer des babylonischen Herbstes mit der Rechnung in Einklang; der Unterschied beträgt nur etwas über eine halbe Stunde. Dagegen ist der babylonische Frühling und Sommer jeweils um $\frac{1}{2}$ Tag zu lang und dafür der Winter naturgemäss entsprechend zu kurz.

Trotz alledem liegt in diesem Ergebniss ein nicht zu unterschätzendes Zeugniss für die Tüchtigkeit der babylonischen Beobachtungskunst. Wir dürfen eben an die Astronomie der Alten nicht den Massstab der modernen Wissenschaft anlegen. Jene entbehrten noch völlig unsere feinern Instrumente, und das Gesetz der Refraction, das gerade in der vorliegenden Frage von einschneidender Bedeutung ist, war ihnen auch nicht bekannt. Deshalb verdient es Anerkennung, wenn sich die Babylonier bei Bestimmung der Jahrespunkte nicht einmal um einen Tag geirrt haben. Wir machen jetzt schon darauf aufmerksam, dass damit die babylonischen Angaben in den Ephemeriden über den Eintritt der Sonne in die Jahrespunkte [*man-du* (*manzazu Šamaš*) = Stillstand der Sonne und *šuqalulu šatti* = Gleichheit des Jahres] im Widerspruche zu stehen scheinen. Aber dies sind gar nicht die natürlichen Jahrespunkte, sondern die künstlichen, wie schon daraus hervorgeht, dass sie das Jahr in gleiche Abschnitte theilen.

(47) Zur bessern Würdigung der babylonischen Angaben diene auch hier ein Vergleich mit den entsprechenden der griechischen Astronomen.

Die ältesten Angaben derselben über die astronomischen Jahreszeiten finden sich bei Geminus (l. c. c. 1). Nach ihm beträgt der Frühling $94\frac{1}{2}$, der Sommer $92\frac{1}{2}$, der Herbst $88\frac{1}{8}$, der Winter $90\frac{1}{8}$ Tage. Ungefähr dieselben Zahlen fand später auch Ptolemäus[1] durch eigene Beobachtungen; er fügt aber hinzu, dass schon Hipparch zum nämlichen Resultate gelangt sei.

Es bietet sich hier die interessante Wahrnehmung, dass die bedeutendsten griechischen Astronomen die Jahreszeiten nicht besser bestimmten als die Chaldäer. Ihr Frühjahr und Sommer stimmt sogar mit dem babylonischen nahezu überein.

Die Tablets, aus denen wir letztere berechneten, sind nun älter als Hipparchs astronomische Thätigkeit. Deshalb ist zunächst die bisherige Annahme, Hipparch habe zuerst die Ungleichheit der Jahreszeiten erkannt, gänzlich fallen zu lassen. In der That ist aber auch kein zwingender Grund vorhanden, die Stelle (Almag. lib. 3, c. 4; Halma I, 184), wo Ptolemäus seinen Vorgänger mit jener wichtigen astronomischen Thatsache in Verbindung bringt, so zu verstehen, als wolle er ihm die Priorität jener Entdeckung zu-

[1] Ptolemäus (Almag. lib. 3, c. 4) gibt an, der Herbst umfasse ἡμέρας πη καὶ η′ [= $88\frac{1}{8}^{d}$], der Winter ϛ και η′ (ἔγγιστα) [= $90\frac{1}{8}^{d}$]; nach Geminus (ed. Halma p. 9) ist in naher Uebereinstimmung damit die Dauer des Herbstes = ἡμέραι π η η″ [= $88\frac{1}{8}^{d}$] und jene des Winters = ϛ η″ [= $90\frac{1}{8}^{d}$].

schreiben. Es heisst ja dort nur: *ὑποθέμενος γὰρ τὸν μὲν ἀπὸ ἐαρινῆς ἰσημερίας μέχρι θερινῆς τροπῆς χρόνον ἡμερῶν ϟδ∠″, τὸν δὲ ἀπὸ θερινῆς τροπῆς μέχρι μετοπωρινῆς ἰσημερίας ἡμερῶν ϟβ∠″, διὰ μόνων τούτων τῶν φαινομένων ἀποδείκνυσι* . . . (nämlich: dass das Centrum des von der Sonne beschriebenen Kreises nicht mit der Erde, dem Centrum der Fixsternsphäre, coincidire, sondern um $\frac{1}{24}$ des Radius gegen den 6. Grad der Zwillinge verschoben sei). Der nächstliegende Sinn dieser Worte deutet sogar darauf hin, dass Hipparch von der bereits bekannten thatsächlichen Dauer des Frühlings und des Sommers bloss ausging, nicht aber sie selbst erst feststellte. Doch könnte auch das letztere gemeint sein; beweisen lässt es sich aber keineswegs.

Was immer aber Ptolemäus sagen wollte — die Thatsache bleibt unberührt: die Babylonier haben die Dauer des Frühlings und des Sommers, welche Hipparch als Ausgangspunkt für seine Rechnung benutzte, schon vor diesem gekannt.

Folgerichtig müssen wir auch schliessen, dass sie die Jahrespunkte ziemlich gut, wenigstens ebenso gut wie Hipparch und Ptolemäus, zu bestimmen wussten. Daraus, dass letztere bei Feststellung des Frühlings und des Sommers sich im gleichen Sinne und um dieselbe Grösse geirrt haben, wie ihre ältern Collegen am Euphrat, darf man sogar den weitern Schluss ziehen, dass diese sich auch ähnlicher Methoden bedienten wie jene.

Es ist angesichts dieser Verhältnisse allerdings recht merkwürdig, dass keine dieser babylonischen Jahrespunktbestimmungen auf uns gekommen ist. Der bekannte Chronologe Petavius ist darüber ganz untröstlich: „Dolendum est igitur — so klagt er in dem Werke „De doctrina temporum“ c. 26 — idque in tota hac astrorum scientia comprimis incommodum est, quod tam paucae aequinoctiorum et solstitiorum observationes vel a maioribus nostris instituti sunt vel ad posterorum memoriam traditae. Optandum enim erat ut Babylonii et Aegyptii, qui in solis ac lunae defectibus notandis satis magnam diligentiam praestiterunt, eandem et in anni cardinibus illis considerandis adhiberent.“ In der That nehmen Hipparch und Ptolemäus, die sonst auf die ältern babylonischen Beobachtungen der Chaldäer hohen Werth legten, dort, wo es sich um die Jahrespunkte handelte, ausschliesslich ihre Zuflucht zu ihren griechischen Vorgängern Euktemon und Meton, obwohl diese ihnen nichts bieten konnten als Beobachtungen von Solstitien, nicht aber von Aequinoctien, und obwohl Ptolemäus bedauert, dass selbst jene nach dem Urtheil Hipparchs ungenau seien (*τὰς τῶν τροπῶν τηρήσεις δυσδιακρίτους εἶναι*).

(48) Um uns einen Begriff zu bilden von den Schwierigkeiten, welche man damals bei Bestimmung der Jahrespunkte zu überwinden hatte, wollen wir kurz auf letztere eingehen. Zur Beobachtung der Solstitien und wohl auch der Aequinoctien diente den Chaldäern jedenfalls der Gnomon, über dessen Construction und Gebrauch nach dem Zeugnisse von Herodot (II, 109) die Griechen von den Babyloniern unterrichtet wurden. Das Princip des Apparats ist ungemein einfach. Im Sommersolstitium erreicht die culminirende Sonne ihren höchsten Punkt und ein senkrechter Gegenstand wirft dann den kürzesten Mittagsschatten; das Entgegengesetzte tritt im Wintersolstitium ein. Aus mehreren aufeinanderfolgenden Schattenbeobachtungen konnte man nun durch Interpolation die Zeiten bestimmen, zu welchen die Sonne vor und nach einem Solstitium die nämliche Höhe erreichte, und aus diesen das Mittel nehmen. Zur Bestimmung der Aequinoctien konnte man sich des Gnomons in

der Weise bedienen, dass man an mehreren aufeinanderfolgenden Tagen den wahren Mittag bestimmte und abermals durch Interpolation den Augenblick fixirte, in welchem Sonnen- und Aequatorhöhe gleich waren.

Bei beiden Bestimmungen kam es natürlich vor allem auf deutlich bestimmbare Schattenunterschiede an. Diese waren jedoch nicht so leicht zu gewinnen. Berechnet man nach der Formel $l = h \cdot tg\ (\varphi - \delta)$ (wo l die Schattenlänge, h die Höhe des Gnomons, φ die Polhöhe des Ortes und δ die Declination der Sonne bedeutet) die Schattenlängen eines 10 m hohen Stabes, so findet man gegenwärtig die Aenderung derselben vom 19.—20. Juni, sowie vom 21.—22. Juni nur etwa 1,2 mm. Dieser Unterschied lässt sich freilich durch Anwendung eines bedeutend höhern Gnomons noch verstärken; aber damit nimmt auch der störende Einfluss des unbestimmten Halbschattens zu. Um diesen Uebelstand zu beseitigen, kamen schon frühe (vor dem 5. Jahrhundert) die Chinesen auf die Idee, am obern Ende des Gnomons eine Oeffnung anzubringen und die hierdurch erzeugte schärfer begrenzte Lichtfläche am Ende des Gnomonschattens zu beobachten. Dadurch erlangte der Gnomon eine grössere Leistungsfähigkeit. Der 277 Fuss hohe Gnomon, welchen Toscanelli 1468 in der Kathedrale von Florenz errichtete, indem er an der hohen Mauer eine Platte mit einer Oeffnung einsetzte, gestattete, den Mittag bis auf eine halbe Sekunde genau zu bestimmen [1]. Solcher Gnomone bediente sich auch die Gregorianische Kalendercommission zur Richtigstellung der Jahrespunkte.

Es ist nun sehr wahrscheinlich, dass auch die Chaldäer eine derartige Verbesserung der Gnomone vorgenommen haben. Dies lässt sich nicht nur aus den Beziehungen zwischen chinesischer und babylonischer Astronomie, auf welche wir in n. 44 geführt wurden, vermuthen, sondern auch mit Rücksicht auf ihre verhältnissmässig guten Bestimmungen der Jahreszeiten und also auch der Jahrespunkte voraussetzen.

Gehen wir nun zur zweiten Folgerung über, welche sich aus der Col. *C* in Verbindung mit den babylonischen Jahrespunkten ergibt, nämlich zum

Verhältniss der festen babylonischen Ekliptik zur beweglichen (Hipparchs).

(49) Berechnet man die Mondlängen, welche den Momenten der einzelnen Vollmonde der Finsternisstafel Nr. 93 entsprechen, indem man sich zur Angabe der Längengrade der Hipparchischen Ekliptik (mit 12 Zeichen von je 30^0 und 0^0 Arietis stets im Frühlingspunkt) bedient, so gelangt man, wie von vornherein klar ist, zu Werthen, die von den babylonischen abweichen. Zur Bestimmung dieser Abweichung genügte es, für die Vollmonde der ersten Jahre des Tablets die Rechnung anzustellen. Wir wollen indes einen noch kürzern Weg einschlagen. In n. 59, wo sich genauere Berechnungen doch nicht umgehen lassen, wird zugleich für unsern gegenwärtigen Fall die Hauptarbeit ausgeführt. Es finden sich dort die berechneten Neumondlängen für die Zeit (des Tablets Nr. 272) 103—101 v. Chr., und ein Vergleich mit den babylonischen Angaben lehrt, dass sie unter diesen durchschnittlich um $3^0\ 14'$ zurückbleiben. Ausserdem wird in n. 58 festgestellt, dass der Frühlingspunkt jenes Tablets auf $8^0\ 15'$ Arietis angesetzt wurde. Bedenkt man nun, dass unser Tablet Nr. 93 um 70 Jahre älter ist, so würde man, da die Präcession

[1] R. Wolf, Handbuch der Astronomie n. 164.

in 70 Jahren beiläufig 1° beträgt, dieselbe Durchschnittsdifferenz zwischen den berechneten Längen und den Angaben von Nr. 93 erhalten, wenn der Frühlingspunkt dieses Tablets bei 8° 15′ + 1°, d. h. bei 9° 15′ läge. Thatsächlich liegt er aber bei 10°. Deshalb wird die gesuchte Durchschnittsdifferenz noch um 10° — 9° 15′ = 45′ grösser sein als jene im Tablet Nr. 272, d. h. rund 4° betragen. Somit entspricht 0° Arietis der Hipparchischen Ekliptik 4° Arietis (statt 10° Arietis) der babylonischen; der im Tablet angenommene Frühlingspunkt liegt also beiläufig um 6° zu hoch, d. h. zu weit nach Osten.

Der hier zu Tage tretende Irrthum bezüglich der Lage des Frühlingspunktes um volle 6° ist gewiss kein erfreuliches Ergebniss. Es scheint ja daraus in unwiderleglicher Weise hervorzugehen, dass die Babylonier von der Präcession rein nichts wussten. Trotz alledem ist es gerathen, über diese Frage jetzt noch kein endgiltiges Urtheil zu fällen, da hier noch andere Dinge zu berücksichtigen sind (vgl. n. 60).

Die vorausgegangenen Untersuchungen bezogen sich ausschliesslich auf die Columnen des Systems II, welche den Sonnenlauf darstellen oder auch von demselben abhängen. Gehen wir nun zu einer ähnlichen Würdigung der einschlägigen Columnen des Systems I über.

Der Sonnenlauf nach System I.

Von sämtlichen Tablets dieses Systems erweisen sich für den vorliegenden Zweck nur zwei als brauchbar: die Neulichttafel Nr. 272 und die Syzygientafel Nr. 99; denn nur diese beiden enthalten die Columnen *A*, *B*, *C* (und *D*), von denen die beiden ersten sich auf die Neu- bezw. Vollmondlängen beziehen, die beiden letzten die wechselnde Dauer des Tages und der halben Nacht darstellen (vgl. die Tafeln S. 12 u. 42).

Wir untersuchen hier zunächst Col. *A* und *B* von Nr. 272, und zwar beide gemeinschaftlich.

Col. A. Monatliche Aenderung der Länge des Mondes.

Col. B. Länge des Neu- bezw. Vollmondes.

(50) Die **Anlage der Längencolumnen** ist von derjenigen, die wir in System II beobachteten, sehr verschieden. Zwar legen die Chaldäer hier wiederum die Dauer des mittlern synodischen Monats zu Grunde; aber die Ungleichheit der Sonnenbewegung kommt viel naturgetreuer zum Ausdruck als in System II. Offenbar hatte man es hier auf grössere Genauigkeit abgesehen. Dies ergibt sich klar aus der auf S. 89 folgenden Tabelle.

Auf das Datum in der ersten Columne, welche bloss zum Zweck einer leichtern Orientirung beigegeben ist, folgt die Hauptcolumne *B*, welche die Neumondlängen für drei volle Jahre umfasst (208—210 S. Ä.). Ihr zur Seite ist Col. *A*, welche nichts anderes enthält als die Differenzen der aufeinanderfolgenden Glieder in *B*; im Original geht sie dieser voraus. *A* ist also Hilfscolumne zur Bildung von *B*, und zwar nach der Gleichung: $A_{n+1} + B_n = B_{n+1}$.

Gesetz der Neumond-Längen in dem Neulicht-Tablet Nr. 272 von 208—210 S. Ä. (= $-{}^{103}/_{-102}$ bis $-{}^{101}/_{-100}$ Ch. Ä.).

Zeile	Datum	*B* Neumond-Längen					*A* Monatliche Differenzen			
1.	Adâru 29.	2°	2′	6″	20‴	♈	29°	8′	39″	18‴
2.	Nisannu 28.	0	52	45	38	♉	28	50	39	18
3.	Airu 28.	29	25	24	56	♉	28	32	39	18
4.	Simannu 29.	27	40	4	14	♊	28	14	39	18
5.	Dûzu 28.	26	4	44	16	♋	28	24	40	2
6.	Âbu 28.	24	47	24	18	♌	28	42	40	2
7.	Ulûlu I 28.	23	48	4	20	♍	29	0	40	2
8.	Ulûlu II 28.	23	6	44	22	♎	29	18	40	2
9.	Tišrîtu 29.	22	43	24	24	♏	29	36	40	2
10.	Araḫ-samna 28.	22	38	4	26	♐	29	54	40	2
11.	Kislimu 29.	22	29	22	24	♑	29	51	17	58
12.	Tebitu 28.	22	2	40	22	♒	29	33	17	58
13.	Šabâtu 29.	21	17	58	20	♓	29	15	17	58
14.	Adâru 28.	20	15	16	18	♈	28	57	17	58
15.	Nisannu 28.	18	54	34	16	♉	28	39	17	58
16.	Airu 29.	17	15	52	14	♊	28	21	17	58
17.	Simannu 28.	15	33	53	36	♋	28	18	1	22
18.	Dûzu 28.	14	9	54	58	♌	28	36	1	22
19.	Âbu 28.	13	3	56	20	♍	28	54	1	22
20.	Ulûlu 29.	12	15	57	42	♎	29	12	1	22
21.	Tišrîtu 28.	11	45	59	4	♏	29	30	1	22
22.	Araḫ-samna 28.	11	34	0	26	♐	29	48	1	22
23.	Kislimu 28.	11	31	57	4	♑	29	57	56	38
24.	Tebitu 29.	11	11	53	42	♒	29	39	56	38
25.	Šabâtu 28.	10	33	50	20	♓	29	21	56	38
26.	Adâru 28.	9	37	46	58	♈	29	3	56	38
27.	Nisannu 28.	8	23	43	36	♉	28	45	56	38
28.	Airu 29.	6	51	40	14	♊	28	27	56	38
29.	Simannu 28.	5	3	2	56	♋	28	11	22	42
30.	Dûzu 28.	3	32	25	38	♌	28	29	22	42
31.	Âbu 29.	2	19	48	20	♍	28	47	22	42
32.	Ulûlu 28.	1	25	11	2	♎	29	5	22	42
33.	Tišrîtu 29.	0	48	33	44	♏	29	23	22	42
34.	Araḫ-samna 29.	0	29	56	26	♐	29	41	22	42
35.	Kislimu 28.	0	29	19	8	♑	29	59	22	42
36.	Tebitu 29.	0	15	45	26	♒	29	46	35	18
37.	Šabâtu 28.	29	44	29	44	♒	29	28	35	18
38.	Adâru I 28.	28	55	5	2	♓	29	10	35	18
39.	Adâru II 29.	27	47	40	20	♈	28	52	35	18

Die Differenzen in *B* (also die einzelnen Glieder in *A*) sind nicht constant, sondern steigen in Form einer arithmetischen Reihe bis gegen ein ideales Maximum (*M*) hinauf und von dort bis gegen ein ideales Minimum (*m*) hinab. Das Reihengesetz selbst wird durch folgende Werthe genauer bestimmt:

$$d = 0^0\ 18' \qquad M = 30^0\ 1'\ 59''\ 0''' \qquad \mu = 29^0\ 6'\ 19''\ 20'''$$
$$m = 28^0\ 10'\ 39''\ 40'''.$$

Alle vier Werthe sind für die folgenden Entwicklungen von Wichtigkeit.

Ermittlung der Apsiden.

(51) Gemäss Tablet Nr. 93 liegt die Erdnähe der Sonne im 20. Grad des Schützen, die Erdferne im 20. Grad der Zwillinge (vgl. n. 34). Dieses Tablet ist nun freilich etwa 70 Jahre älter als das Tablet Nr. 272. Trotzdem sollte die Lage der Apsiden daselbst von jener des ältern Tablets nicht viel abweichen, da die Bewegung der Apsiden in einem Jahrhundert nur etwa 19′ beträgt.

Die Untersuchung lässt sich an einem der drei Maxima oder Minima von Col. A anstellen. Wählen wir das Maximum vom Jahre 210 S. Ä., das zwischen A_{35} und A_{36} liegt. A_{35} bezeichnet den Längenunterschied zwischen den Neumondlängen von Araḫ-s. 29^d und Kislimu 28^d, A_{36} jenen der Neumondlängen von Kislimu 28^d und Tebitu 29^d. Da nun $A_{35} = 29^0\ 59'\ 22''\ 42'''$ und $A_{36} = 29^0\ 46'\ 35''\ 18'''$, ersteres also dem idealen Maximum ($= 30^0\ 1'\ 59''\ 0'''$) bedeutend näher liegt, und andererseits A_{35} nahezu die Längenverschiebung der Sonne innerhalb des Schützen darstellt, so ist jetzt schon klar, dass der Punkt der schnellsten Sonnenbewegung in diesem Thierkreisbild angenommen wurde. Noch genauer lässt sich seine Lage auf folgende Weise errechnen. A_{36} ist um $\delta = 15'\ 23''\ 42'''$ kleiner als das Maximum; da nun der allgemeine Unterschied (d) der Glieder in $A = 18'$ ist, so ist leicht zu finden, dass A_{36} nur mit $p = \frac{d - \delta}{d} \cdot M = \frac{18' - 15'\ 23''\ 42'''}{18'} \cdot 30^0\ 1'\ 59'' = 4^0\ 20'\ 47''$ am Betrag des Maximums theilhat. Hieraus folgt, dass der Endpunkt des letztern $= B_{35} + p = 0^0\ 29'\ 19''\ 8'''$ ♑ $+\ 4^0\ 20'\ 47'' = 4^0\ 50'\ 6''\ 8'''$ ♑ ist. Der Anfangspunkt muss dann $4^0\ 50'\ 6''\ 8'''$ ♑ $-\ 30^0\ 1'\ 59 = 4^0\ 48'\ 7''\ 8'''$ ♐ sein. Mitten zwischen beiden, also in $19^0\ 49'\ 6''\ 38'''$ ♐, ist der Punkt der schnellsten Sonnenbewegung zu suchen. So geht denn die Apsidenlinie durch $19^0\ 49'$ Arcitenentis et Geminorum. Es ergibt sich folglich eine Länge, die, statt etwas grösser zu sein als in Nr. 93, noch unter jener zurückbleibt, und es macht den Eindruck, als ob man sich dort eines abgerundeten Werthes (20^0) bedient habe. Jedenfalls ist aber ein so nahes Zusammentreffen ein nicht zu unterschätzender Anhaltspunkt für die Ansicht, der $20.^0$ der genannten Sternbilder habe wirklich beiläufig als Ort der schnellsten und langsamsten Sonnenbewegung gegolten. Freilich stand damit die wirkliche Lage der Apsiden entschieden im Widerspruch.

Um dies zeigen zu können, müssen wir, der spätern Erörterung (n. 59) des Verhältnisses der chaldäischen Ekliptik von Nr. 272 zur beweglichen Ekliptik vorgreifend, schon jetzt erwähnen, dass die Neumondlängen auf der erstern gezählt durchschnittlich um $3^0\ 14'$ grösser ausfallen als nach der Zählung auf der letztern.

War nun $19^0\ 49'\ 38''$ Geminorum wirklich die Lage des Apogäums der Sonne, so musste dasselbe auf etwa $16^0\ 35'\ 38''$ Geminorum der beweglichen Ekliptik fallen. Aber dieser Werth ist um beiläufig 10^0 zu hoch, während Hipparchs Bestimmung der Wahrheit sehr nahe kommt.

Zur Entschuldigung könnte man allerdings auf die ausserordentlichen Schwierigkeiten hinweisen, welche den Alten bei der Bestimmung der Apsiden im Wege standen. Man braucht ja nur daran zu erinnern, wie selbst noch der Araber Albategnius sich hierin um 4^0 irrte. Aber 10^0 ist doch eine zu grosse Abirrung von der Wirklichkeit!

Bei dem Versuche, diesen räthselhaften Fehler zu erklären, bieten sich zwei Möglichkeiten dar: e n t w e d e r haben die Chaldäer vor vielen Jahrhunderten die Punkte der schnellsten und langsamsten Sonnenbewegung auf ähnliche Weise wie Hipparch (Almag. lib. 3, c. 4; Halma I, 184) mittelst der Ungleichheit der Jahreszeiten bestimmt und auch das Fortrücken jener Punkte von Westen nach Osten zwar erkannt, aber einen zu hohen Werth dafür angesetzt, oder aber sie waren bei ihrem System überhaupt nicht darauf bedacht, die wirkliche Lage der beiden Apsiden wiederzugeben, sondern nur die Unregelmässigkeit des Sonnenlaufs darzustellen, und begnügten sich dabei bezüglich der Punkte der schnellsten und langsamsten Bewegung mit einer rohen Abschätzung.

Die erste Annahme hat nun bedeutend mehr für sich als die zweite. Zunächst kannten die Chaldäer die Dauer des Frühlings und des Sommers ebenso gut wie Hipparch; sie konnten also auch dieselben Schlüsse daraus ziehen wie der griechische Astronom. Dann findet sich in Nr. 272, wie aus n. 55 erhellt, wirklich eine Verschiebung der Apsiden von Westen nach Osten, und zwar eine solche, die erheblich zu gross ist.

(52) Aus den in n. 50 gewonnenen Werthen erhält man zweitens

die mittlere Geschwindigkeit der Sonne und die Dauer des siderischen Jahres

auf folgende Weise:

Aus dem grössten und kleinsten Werth der Col. A ergab sich als Mittel $\mu = 29^0\ 6'\ 19''\ 20''' = 29^0{,}1053703$. So gross ist die Winkelbewegung der Sonne innerhalb eines mittlern synodischen Monats, welcher nach System I (vgl. n. 14) $29^d{,}53059413$ beträgt; in einem Tage legt also die Sonne $\frac{29{,}1053703}{29{,}53059413} = 0^0{,}98560006 = 0^0\ 59'\ 8''\ 9'''\ 36''''\ 47'''''$ zurück.

Dieser Betrag der Sonnengeschwindigkeit liegt bereits um $1'''\ 18''''$ der Wahrheit näher als jener des Systems II (vgl. n. 36).

In ebenso einfacher Weise folgt aus Obigem durch Anwendung der Proportion $29^0{,}1053703 : 360^0 = 29^d{,}53059413 : x^d$

die Dauer des siderischen Jahres

$$= 365^d{,}25953 = 365^d\ 6^h\ 13^m\ 43^s{,}4.$$

Dieser Werth ist bereits um $1^m{,}5$ genauer als der des Systems II (n. 36).

Die Wichtigkeit dieser Ergebnisse nöthigt uns, sie etwas eingehender zu würdigen.

(53) Vergleichen wir damit zunächst die Resultate moderner Messung und Rechnung. Anfangs der zweiten Hälfte dieses Jahrhunderts ergaben wiederholte Beobachtungen der Meridiandurchgänge auf der Sternwarte von Paris (Annal. de l'observ. 12—13) eine Dauer des siderischen Jahres von $365^d{,}2563744 = 365^d\ 6^h\ 9^m\ 10^s{,}75$, welche von dem arithmetischen Mittel der Werthe von Gauss und Hansen $= 365^d{,}25637085$ nur um weniges abweicht. Diesem entspricht eine mittlere Geschwindigkeit von $0^0\ 59'\ 8''\ 11'''\ 33''''\ 56'''''$. Das siderische Jahr der Chaldäer, welches der Tafel Nr. 272 zu Grunde liegt, war demnach um $4\frac{1}{2}$ Minuten zu gross und die Geschwindigkeit der Sonne entsprechend um etwa $2'''$ zu klein. — Aber auch die weniger vollkommenen Hilfsmittel der frühern Jahrhunderte führten zu Ergebnissen, die mit den chaldäischen wenig harmoniren. So fand Tycho de Brahe das siderische Jahr $= 365^d\ 6^h\ 9^m\ 26^s{,}725$. Ja selbst bei Hipparch, dem Zeitgenossen jener Chaldäer, welche die Tafel Nr. 272 aufstellten, findet man weit bessere Angaben. Gemäss Almag. lib. 3, c. 2 (Halma I, 165) beträgt das von ihm be-

stimmte tropische Jahr $365^d\ 14'\ 48''$ diei $= 365^d\ 5^h\ 55^m\ 12^s$. Da er nun auf 100 Jahre eine Präcession der Aequinoctien von rund 1^0 annahm, so legt nach ihm die Sonne in einem tropischen Jahre nur $359^0{,}99$ zurück. Die Dauer des siderischen Jahres J_s folgt somit aus der Proportion:

$$365^d\ 5^h\ 55'\ 12'' : J_s = 359^0{,}99 : 360$$
$$J_s = 365^d{,}2568 = 365^d\ 6^h\ 10^m.$$

Da Hipparch die Präcession zu klein annahm, so ist sein siderisches Jahr zwar gleichfalls ungenau, aber doch bedeutend genauer als das chaldäische in Nr. 272.

Deshalb darf man jedoch über die chaldäische Beobachtungskunst noch nicht den Stab brechen.

Zunächst darf aus einer schematischen Darstellung des Sonnenlaufs nicht geschlossen werden, die Chaldäer hätten den Sonnenlauf nicht genauer gekannt, als er sich dort kundgibt. Nach dem Zeugnisse des Arabers Albategnius haben sie auch wirklich $365^d\ 6^h\ 11^m$ angenommen, ein Werth, welcher der Wahrheit schon bedeutend näher kommt.

Aber auch das siderische Jahr unserer Tafel bedeutet schon einen erheblichen Fortschritt gegen das Jahr des Meton und Euktemon, das nach Almag. lib. 3 (Halma I, 164) $365\frac{1}{4} + \frac{1}{76} = 365^d\ 6^h\ 19^m$ betrug. Es sollte (nach Hipparchs Angabe) die Zeit zwischen zwei Sommersolstitien sein, also ein tropisches Jahr darstellen, und dennoch war es bedeutend grösser als das siderische sowohl von System I als System II unserer Tafeln.

Endlich sind die Schwierigkeiten, welche bei der Bestimmung des siderischen Jahres auftreten, wohl zu beachten.

Während eine genauere Ermittlung des tropischen Jahres, sei es durch Fixirung der Aequinoctien oder der Solstitien, verhältnissmässig leicht ist, war die Feststellung des exacten siderischen Jahres ein wahres Meisterstück der astronomischen Beobachtungskunst. „Longitudo anni siderii subtilioris est observationis", sagt Kepler. Der Grund ist klar: wir sehen die Sonne und die andern Fixsterne nicht gleichzeitig am Himmel; eine unmittelbare Beobachtung kann also nicht die Frage beantworten: nach welcher Zeit kehrt die Sonne zum nämlichen Fixstern wieder zurück? Man musste demnach seine Zuflucht zu indirecten Methoden nehmen, die aber bekanntlich häufig zu Quellen von mehr oder minder bedeutenden Fehlern werden. Den Astronomen von Babylon standen nun mehrere Wege offen. Der herrliche, oft lange Zeit ungetrübte Himmel und der vollständig freie Horizont gestatteten ihnen ebenso gut wie den Aegyptern den Augenblick wahrzunehmen, wo ein hell leuchtender Fixstern (etwa der Sirius) zum erstenmal nach der Conjunction mit der Sonne in der Morgendämmerung aufglänzte oder zum letztenmal in der Abenddämmerung sichtbar war; da sich nun dieser sogen. heliakische Auf- und Untergang ein und desselben Sternes erst nach Ablauf eines vollen Rundlaufes der Sonne in der Ekliptik wiederholt, so hatte man darin einen Massstab für die Länge des siderischen Jahres. Gerade diese Art von Beobachtungen war, wie zahlreiche Tablets beweisen, den Babyloniern sehr geläufig. Es ist indes schwer zu sagen, welchen Grad von Genauigkeit dieses Verfahren selbst in Anbetracht der günstigen topographischen Verhältnisse in Babylon erreichte. Da zur genauen Bestimmung des siderischen Jahres ein Intervall von ein oder zwei Jahren zwischen zwei heliakischen Auf- oder Untergängen sicher nicht genügte, so wurde die Schwierigkeit, eine Garantie für gleiche

Beobachtungsbedingungen zu Anfang und Ende des gewählten Zeitraumes zu gewinnen, noch erhöht. Man hatte es so mit einer Reihe veränderlicher Grössen zu thun, wo namentlich die wechselnde Schärfe des Auges und die Beschaffenheit der Atmosphäre das Resultat unsicher machen mussten.

Ob sich die Babylonier dessen bewusst waren oder nicht — jedenfalls begnügten sie sich mit den Beobachtungen der heliakischen Aufgänge nicht, sondern stützten sich, wie eingangs dieser Schrift schon dargelegt worden, besonders auf grosse, Jahrhunderte umfassende Zeiträume, die durch zwei günstige Finsternissbeobachtungen scharf begrenzt waren. Auch Hipparch hatte sich, wie wir in der „Vorstudie“ sahen, eines solchen riesigen Zeitraumes bedient. Dieser betrug etwa 345 Jahre. Es ist nun recht interessant, zu erfahren, wie gross denn das siderische Jahr (J_s) des Hipparch ausgefallen wäre, wenn er demselben die dort angeführten Beobachtungen zu Grunde legte.

Nach Hipparchs Angabe legte die Sonne in einem Zeitraume von $126007\frac{1}{2}\frac{1}{4}$ Tagen $345 \cdot 360^0 - 7^0{,}5 = 124192^0{,}5$ zurück. Zur Lösung unserer Aufgabe bedarf es demnach nur der Proportion:

$$124192^0{,}5 : 360^0 = 126007\tfrac{1}{2}\tfrac{1}{4} : J_s,$$

woraus $$J_s = 365^d{,}25971 = 365^d\ 6^h\ 14^m\ 5^s$$

sich ergibt.

Man sieht, wie übrigens schon aus der Identität aller übrigen Perioden der Chaldäer mit denen, welche Hipparch mit Hilfe jenes Zeitraumes berechnete, zu erwarten war, das erhaltene Resultat ist von dem chaldäischen sehr wenig (nur 21 Sekunden) verschieden. Wegen der eben erwähnten Uebereinstimmung aller übrigen Perioden ist sogar anzunehmen, der kleine Unterschied komme hier nur daher, dass die Chaldäer in Col. *A* von System I sich mit vier Zahlenabtheilungen begnügten und $29^0\ 6'\ 19''\ 20'''$ als mittlere monatliche Verschiebung der Sonne annahmen, während dieselbe der Messung zufolge noch um ein weniges kleiner war.

(Hätte man statt des erwähnten Betrags $29^0\ 6'\ 20'\ 20'',04$ angenommen, so wäre man zum ganz richtigen siderischen Jahre geführt worden.)

Als Folge der zu niedrig angesetzten Sonnengeschwindigkeit ergibt sich im Laufe mehrerer Jahrhunderte ein erheblicher Fehler in der Sonnenlänge; er beträgt für System I (Tablet Nr. 272) in 321 Jahren 1^0; in System II (Tablet Nr. 93) schon in 236 Jahren 1^0. In der Voraussetzung, ein und dasselbe System sei mehrere Jahrhunderte lang eingehalten worden, konnte es also geschehen, dass die Aequinoctialpunkte von der Sonne um mehrere Tage früher erreicht wurden, als nach dem babylonischen Tablet der Fall war. Das konnte und musste auch dann geschehen, wenn man den wahren Betrag der Präcession in Rechnung brachte. Es ist ja recht gut denkbar, dass man auch das tropische Jahr zu gross annahm. Man konnte so einen Unterschied des tropischen und siderischen Jahres erhalten, der mit dem wahren Betrag der Präcession ungefähr im Einklang war, während der wirkliche Frühlingspunkt gegen jenen des Systems sich immer mehr verschob. Doch das ist vorderhand eine reine Möglichkeit, die man allerdings nicht ausser acht lassen darf.

Anhangsweise mag hier auch daran erinnert werden, dass wir aus der in System I auftretenden mittlern monatlichen Sonnenverschiebung schon in n. 25 die Dauer des siderischen Monats berechnet haben. Auf ähnliche Weise kann natürlich auch leicht die siderische Geschwindigkeit des Mondes gefunden werden. Im mittlern synodischen Monat legt nämlich der Mond

$360^0 + 29^0\ 6'\ 19''\ 20''' = 389^0,1053703$ zurück; dividirt man nun diesen Werth durch die bekannte Dauer des chaldäischen Monats ($= 29^d,530594136$), so erhält man als mittlere tägliche Winkelbewegung des Mondes $13^0\ 10'\ 34''\ 51'''\ 3'''',6$. Darauf haben wir schon in n. 9 hingewiesen und betont, dass $13^0\ 10'\ 35''$ von den Babyloniern gewiss nur als Näherungswerth betrachtet worden ist.

Als drittes Ergebniss folgen aus n. 50

die Beträge der grössten und kleinsten Sonnengeschwindigkeit.

(54) Es lässt sich allerdings nicht sicher behaupten, die Chaldäer seien bei der Anlage von Col. A von einem bestimmten Maximum und Minimum der Sonnenbewegung ausgegangen. Das hält uns jedoch nicht von der Erörterung der Frage ab: Welche Grösse kommt zufolge der schematischen Darstellung des Sonnenlaufs in A jenen beiden Grenzwerthen thatsächlich zu? Die Antwort bietet sich durch folgende Erwägung. Durch monatliche Zunahme von $d = 18'$ steigt die Längendifferenz zwischen zwei Neumonden bis zu $30^0\ 1'\ 59''$ hinan. Betrachten wir nun den Fall, wo innerhalb eines Monats gerade dieses Maximum der Sonnenbewegung eintritt. Gewiss ist auch nach chaldäischer Ansicht die tägliche Bewegung der Sonne während dieses Monats keine constante Grösse, sondern wird bis zur Mitte desselben zu- und hierauf abnehmen. $30^0\ 1'\ 59''$ ist also selbst wieder ein mittlerer Werth zwischen einem Monatsbogen, den die Sonne mit gleichbleibender Anfangs- oder Endgeschwindigkeit, und jenem, den sie mit einer durchgängigen Maximalgeschwindigkeit durchlaufen würde. Ersterer betrüge $30^0\ 1'\ 59'' - 9'$; letzterer $30^0\ 1'\ 59'' + 9' = 30^0,18305$. Hiernach findet man die tägliche Winkelbewegung der Sonne zur Zeit ihrer grössten Schnelligkeit $\frac{30,18305}{29,530594} = 1^0,0221 = 1^0\ 1'\ 19'',56$.

In gleicher Weise lässt sich auch die kleinste Geschwindigkeit bestimmen; sie beträgt $\frac{28,02735}{29,530594} = 0^0,9491 = 56'\ 56'',7$.

Gegenwärtig beträgt die grösste Geschwindigkeit (am 1. Januar) $1^0\ 1'\ 9'',9$; die kleinste (am 2. Juli) $57'\ 11'',5$. Die aus dem babylonischen Schema errechneten Werthe weichen allerdings davon ab; aber da sie einer viel ältern Zeit angehören, so ist das ganz im Einklang mit der Wirklichkeit. Die Excentricität der Erdbahn befindet sich ja seitdem in der Periode eines langsamen Abnehmens (während sie beispielsweise 1800 noch 0,0167921 betrug, war sie 1874 nur noch 0,0167607); die grösste und kleinste Geschwindigkeit der Erde nähern sich somit mehr und mehr der gleichförmigen Geschwindigkeit der Kreisbahn. Eine nähere Prüfung unserer Ergebnisse an der Hand der Berechnungen Leverriers verlohnt sich doch jetzt noch nicht der Mühe [1].

[1] Mit der wechselnden Geschwindigkeit der Sonne steht nun freilich die schwankende Grösse ihres Durchmessers im Zusammenhang; allein für eine chaldäische Messung des letztern fehlt uns jeder Anhaltspunkt. Hier ist auch kaum etwas zu hoffen. Aristarch und Archimedes setzten den scheinbaren Sonnendurchmesser für das ganze Jahr auf 30′ an, und nach Ptolemäus (Almag. lib. 5, c. 14; Halma I, 345) war er gleich dem des Mondes zur Zeit der Erdferne = 31′ 20″. Selbst die Angaben eines Kepler sind noch recht ungenau. Was soll man dann von den viel ältern chaldäischen Zeiten erwarten? Man hat zwar schon die Vermuthung geäussert (vgl. G. Rawlinson, The five great Monarchies, 2^d ed., II, 578), die Chaldäer müssten schon eine Art von Teleskop gekannt haben; allein bislang entbehrt diese Meinung noch jeder wissenschaftlichen Grundlage.

(55) An vierter Stelle endlich mögen die Resultate von n. 50 dazu dienen,

die Dauer des anomalistischen Jahres,

d. h. die Zeit, innerhalb welcher die Sonne zum Apogäum oder Perigäum ihrer Bahn zurückkehrt, abzuleiten. Dies geschieht am einfachsten so: Da die Differenz $M - m = 30^0\ 1'\ 59'' - 28^0\ 10'\ 39''\ 40''' = 1^0\ 51'\ 19''\ 20'''$ beträgt, so variiren die monatlichen Längenunterschiede innerhalb zweier aufeinanderfolgenden Maxima, d. h. während der Zeit, innerhalb welcher die Sonne vom Perigäum ausgehend zu diesem wieder zurückkehrt, um das Doppelte $= 3^0\ 42'\ 38''\ 40'''$. Andererseits ist die monatliche Aenderung $= 18'$. Hieraus und aus der bekannten Dauer des synodischen Monats folgt gemäss der Proportion $18' : 3^0\ 42'\ 38''\ 40''' = 29^d{,}53059413 : x^d$ die Dauer des anomalistischen Jahres $x = 365^d{,}26790 = 365^d\ 6^h\ 25^m\ 46^s$.

Unter Berücksichtigung der jährlichen Bewegung des Perigäums von $11''{,}464$ im Sinne der Zeichen beträgt aber das anomalistische Jahr in Wirklichkeit um 12^m weniger, nämlich bloss $365^d\ 6^h\ 13^m\ 49^s{,}9$.

Da ferner die soeben berechnete chaldäische Periode sich um $12^m\ 2^s{,}6$ von der in n. 50 erhaltenen des siderischen Jahres unterscheidet, so kann man nicht annehmen, es handle sich in beiden Fällen um dieselbe Periode, welche das eine Mal genauer und das andere Mal weniger genau genommen worden sei. Vielmehr liegt es auf der Hand, dass man von dem siderischen Jahre ein anomalistisches unterschied und somit letzteres als solches auch erkannte.

Andererseits war dieses anomalistische Jahr der Chaldäer gegenüber ihrem siderischen etwa $7\frac{1}{2}^m$ zu gross, was darauf hinzuweisen scheint, dass die Bewegung der Apsiden zwar erkannt und im richtigen Sinne (d. i. der Zeichen) genommen, aber 2,6 mal zu gross angesetzt worden war. Diese irrige Annahme musste auf Jahrhunderte hinaus eine ganz erhebliche Verschiebung der Apsiden im Gefolge haben.

Col. C.

Berechnung des Tagebogens und der Lage der Jahrespunkte nach System I.

(Beziehungen zwischen Col. *B* und *C*.)

(56) In der vorhergehenden Abhandlung hielten wir uns an die Col. *A* und *B* des Neulichttablets Nr. 272. Wir könnten nun sofort zur Untersuchung der Columnen *C* und *D* desselben Tablets schreiten; allein es stehen daselbst Werthe, die bedeutende Abkürzungen aufweisen und daher nicht gut geeignet sind, um daraus die Regeln der Berechnung und besonders die Lage der vier Jahrespunkte genau festzustellen. Aus diesem Grunde wollen wir zuvor die Col. *C* des damit verwandten Tablets Nr. 99 untersuchen.

Der restaurirte Text sowie eine kurze Beschreibung desselben findet sich bereits in n. 23. Hier interessiren uns nur Col. *B* und *C*, welche für die S. 96 u. 97 folgende Tabelle den Ausgangspunkt bilden. Um aber zu zeigen, dass *B* in derselben Weise wie in Nr. 272 gebildet ist, wurde derselben noch die Hilfscolumne *A* vorausgeschickt. Das ihr innewohnende Gesetz ist dasselbe wie in der gleichnamigen Columne jenes andern Tablets; nur wurde hier von den Chaldäern eine Kürzung der dortigen Werthe vorgenommen, wie man aus den folgenden Zahlen erkennt:

Nr. 99, Col. *A*:

M . . 30° 2′ . .
m . . 28 10 . .
d . . 0 18 . .

Nr. 272, Col. *A*:

M . . 30° 1′ 59″ 0‴
m . . 28 10 39 40
d . . 0 18.

Damit ist zugleich dargethan, dass auch Col. *B* von der nämlichen Art sein muss wie in Nr. 272.

Die dritte Columne (*C*) stellt die Grösse des Tagebogens zur Zeit des Neu- und Vollmondes dar. Zur Begründung dieser Ansicht genügt einstweilen der Hinweis auf Zeile 11 im Obvers (Neumond), wo neben dem Zeichen des Steinbocks, und auf Zeile 10 im Revers (Vollmond), wo neben dem Zeichen des Krebses der kleinste Werth von *C* vorkommt.

Damit ist jedoch noch wenig geschehen. Es gilt jetzt, eine unserer Hauptaufgaben in Angriff zu nehmen, nämlich die Jahrespunkte der Ekliptik zu bestimmen.

Zunächst muss natürlich versucht werden, ob nicht Col. *C* aus *B* gleichfalls nach

Zu Tablet Nr. 99 (Berechnung der Tagesdauer und des babylonischen Frühlingspunktes).

Obvers (Neumond).

Zeile	I. (*A*) Differenzen der Mondlängen	II. (*B*) Mondlängen		Dauer des Tages in babylonischem Zeitmass: III. (*C*) 1. nach babyl. Angabe	IV. 2. berechnet nach S + 2418, Col. I, Frühlingspunkt = 10° ♈	V. 3. berechnet nach S + 2418, Col. I, aber Frühlingspunkt = 8° ♈	VI. 4. berechnet nach dem neuen Schema u. Frühlingspunkt = 8° ♈	Differenz VI–III	Correction von VI für Frühlingspunkt = 8° 0′ 30″	VII. Abgerundete Zahlen der Tageslängen	Zeile
1.	29° 5′ 30″	4° 38′ 30″	♈	2 47 (?) 58	2^z 56° 25′ 40″	2^z 57° 45′ 40″	2^z 57° 59′ 6″			^{z} ° ′	1.
2.	28 47 30	3 26	♉	3 15 15	3 15 37 20	3 16 57 20	3 15 15 36	+ 36″	− 18″	3 15 15	2.
3.	28 29 30	1 55 30	♊	3 25 (?) 35 (?)	3 28 46 12	3 29 34 12	3 27 34 12				3.
4.	28 11 30	0 7	♋	3 24 (?) 30 (?)	3 34 40 56	3 34 57 4	3 34 25 36				4.
5.	28 27 30	28 34 30	♋	3 3 (?) ?	3 38 31 24	3 34 35 14	3 34 3 6				5.
6.	28 45 30	27 20	♌	3 22 15 (?)	3 25 4 0	3 24 16	3 22 16			3 22 16	6.
7.	29 3 30	26 23 30	♍	2[1] 5 (?) 58	3 9 14 20	3 7 44 20	3 6 57 58	− 2	+ 18	3 6 58	7.
8.	29 21 30	25 45	♎	2 19[2] 41 (?)	2 49 30 0	2 48 10	2 49 21	+ 0	+ 18	2 49 21	8.
9.	29 39 30	25 24 30	♏	2 35 2	2 33 50 12	2 33 2 12	2 35 2 12	+ 12	+ 12	2 35 2	9.
10.	29 57 30	25 22	♐	2 26 32	2 25 57 4	2 25 41 4	2 26 31 36	− 24	+ 6	2 26 32	10.
11.	29 48 30	25 10 30	♑	2 27 26	2 26 1 24	2 26 17 24	2 27 26	+ 0	− 6	2 27 26	11.
12.	29 30 30	24 41	♒	2 36 40	2 33 52 24	2 34 40 24	2 36 40 24	+ 24	− 12	2 36 40	12.
13.	29 12 30	23 58 30	♓	2 21[3] 32	2 49 15 40	2 50 35 40	2 51 32 6	+ 6	− 18	2 51 32	13.
14.	28 54 30	22 48	♈	3 8 (?) ?	3 8 32	3 9 52	3 8 52 48				14.

[1] muss heissen 3. [2] sicher nicht 19 — wohl 49. [3] sicher nicht 21 — wohl 51.

Zeile	I. (*A*) Differenzen der Mondlängen	II. (*B*) Mondlängen	Dauer des Tages in babylonischem Zeitmass: III. (*C*) 1. nach babyl. Angabe	IV.	V. 3. berechnet nach S + 2418, Col. I, aber Frühlingspunkt = 8° ♈	VI. 4. berechnet nach dem neuen Schema u. Frühlingspunkt = 8° ♈	Differenz VI—III	Correction von VI für Frühlingspunkt = 8° 0′ 30″	VII. Abgerundete Zahlen der Tageslängen	Zeile
1.	28° 56′ 30″	19° 16′ 20″(0?) ♎	2 . .	. . . . .						1.
2.	28 38 30	17 54 30 ♏	3 . .	. . . . .						2.
3.	28 20 30	16 15 ♐	. 37(?) 38(?)	. . . . .		3ˢ 33° 39′ ″				3.
4.	28 18 30	14 33 30 ♑	. . .	. . . . .		. . . .				4.
5.	28 36 30	13 9 [1] ♒	. 37(?) 27(?)	. . . . .	3ˢ 29° 56′ 24″	3 27 56 24				5.
6.	28 54 30	12 3 30 ♓	3 (4?)5 [2] 34	. . . . .	3 17 17 40	3 15 33 54	— 6″	+ 18″	3ˢ 15° 34′	6.
7.	29 12 30	11 16 ♈	2 55(?) 8	. . . . .	2 57 49 20	2 58 2 24	— 36	+ 18	2 58 8	7.
8.	29 30 30	10 46 30 ♉	2 40 54	. . . . .	2 38 53 24	2 40 53 24	— 36	+ 12	2 40 54	8.
9.	29 48 30	10 35 ♊	2 29 29	. . . . .	2 27 39 20	2 29 29	+ 0	+ 6	2 29 29	9.
10.	29 57 30	10 32 30 ♋	2 24 30	. . . . .	2 24 20 20	2 24 30 30	+ 30	— 6	2 24 30	10.
11.	29 39 30	10 12 ♌	2 19 [3] 43(?)	. . . . .	2 30 52 48	2 30 52 48			2 30 58	11.
12.	29 21 30	9 33 30 ♍	2 42 56	. . . . .	2 41 2 20	2 42 56 6	+ 6	— 18	2 42 56	12.
13.	29 3 30	8 36 ♎	3 0 21	. . . . .	2 0 24	3 0 21 36	+ 36	— 18	3 0 21	13.
14.	28 45 30	7 21 30 ♏	3 17 36(?) [4]	. . . . .	3 19 33 40	3 17 36 18	+ 18	— 18	3 17 36	14.

Revers (Vollmond).

[1] nicht 30. [2] sicher nicht 45; es kann nur 15 dort stehen. [3] sicher nicht 19. [4] entweder 36 oder 38.

Anmerk. Die in Col. *A*, *B* und *C* des Tablets gut erhaltenen Ziffern sind durch **Fettdruck** hervorgehoben.

dem in n. 40 enthaltenen Schema von System II entwickelt ist, somit die Jahrespunkte auch hier auf den 10. Grad fallen. Das Ergebniss der Probe ist in Columne IV enthalten. Die Berechnung beschränkt sich auf das Obvers; denn schon hier wird es völlig klar, dass Col. *B* auf ganz andere Weise berechnet wurde. Die Abweichung kann auf zwei Ursachen beruhen: auf der Wahl anderer Jahrespunkte und einer andern Zu- und Abnahme der Tage als in System II.

Was die erstere betrifft, so wäre die Kenntniss des Alters von Nr. 99 ein erwünschter Anhaltspunkt; allein es fehlt hierüber jede Angabe, und nur durch indirecten Schluss ergibt sich eine gewisse Wahrscheinlichkeit, dass es dem 1. Jahrhundert angehöre. Einen Hauptgrund für diese Annahme bildet der Umstand, dass von Tablet Spalte I, 162 bis zum Tablet Nr. 272, also von 133 bis 100 v. Chr., in den Neumondcolumnen *F* und *G* keine Correctionen angebracht wurden, während eine solche sich wohl in Nr. 99 findet (hierauf wurde bereits in n. 18 ausdrücklich aufmerksam gemacht). Daraus sollte man schliessen dürfen: dieses Tablet fällt in eine spätere Zeit, wo sich die Nothwendigkeit einer Aenderung herausstellte. Doch darin liegt noch kein zwingender Beweis für ein geringeres Alter. Nehmen wir indes das Wahrscheinlichere an: es sei Nr. 99 etwas jünger als Nr. 272 und falle in den Anfang des 1. Jahrhunderts; dann ist es aber, wenn man die Präcession nicht ganz vernachlässigte, sehr leicht möglich, dass man die Jahrespunkte des Systems II, welche im Anfang des 2. Jahrhunderts, ja mit ziemlicher Sicherheit schon bedeutend früher, auf den 10. Grad fielen, hier um wenigstens 1 bis 2 Grade herabsetzte. Nehmen wir einmal an, sie fallen auf den 8. Grad der betreffenden Thierkreisbilder.

(57) Mit dieser Voraussetzung gehen wir aufs neue an die Berechnung der Tageslängen; die Resultate sind in Col. V gegeben. Bei oberflächlicher Vergleichung von Col. V und Col. III. hat uns aber unsere Hoffnung vollständig getäuscht. Dennoch ist nicht alles verloren; denn die beiden Columnen sind nicht aller Beziehungen bar. In Obvers Zeile 9 und 12 und ebenso in Revers Zeile 8 bemerkt man nämlich in den ersten und dritten Zahlen Uebereinstimmung, während in den zweiten (cursiv gedruckten) Zahlen stets die gleiche Differenz von 2^0 auftritt:

	Col. III:	Col. V:	Sonnenposition (annähernd):
Obv. Z. 9:	2^z *35*^{0} 2′	2^z *33*^{0} 2′	$25\frac{1}{2}^0$ ♏
Z. 12:	2 *36* 40	2 *34* 40	$24\frac{3}{4}$ ♒
Rev. Z. 8:	2 *40* 54	2 *38* 53	$10\frac{3}{4}$ ♏

Ein Zufall kann hier um so weniger angenommen werden, als dies (wie aus der beigefügten Sonnenposition hervorgeht) überall da eintrifft, wo die Aenderung der Tageslänge nach dem Schema dieselbe ist — nämlich 24′ pro Grad (vgl. n. 40). Dies weist aber zugleich darauf hin, dass man es hier mit einem neuen — vom alten theilweise verschiedenen — Schema zu thun hat. Jetzt haben wir einen festen Operationspunkt gewonnen.

Zunächst lässt sich der eben erwähnte Unterschied in den drei Zahlenwerthen der Columnen III und V dadurch beseitigen, dass man die dem Sonnenstand in 8^0 ♏ entsprechende Tageslänge $= 2^z\ 42^0$ (statt — wie bisher — $2^z\ 40^0$) und jene der Sonnenposition in 8^0 ♒ entsprechende $= 2^z\ 30^0$ (statt $2^z\ 28^0$) setzt. Natürlich hat diese Umgestaltung des frühern Schemas noch andere im Gefolge.

Bei allen sonstigen Aenderungen muss jedoch die Tageslänge in den vier Jahrespunkten dieselbe bleiben. Den $2^z\ 42^0$ bei 8^0 ♏ geht sonach 3^z bei 8^0 ♎ voraus. Auf eine Verschiebung der Sonne um 30 Grad kommt also hier ein Unterschied in der Tagesdauer $= 18^0$ und somit auf 1 Grad 36′ (gegen 40′ im frühern System). Aus gleichem Grunde muss im ♑ die Differenz pro Grad nicht mehr 8′, sondern 12′ sein. Denn steht die Sonne bei 8^0 ♑, so haben wir das Minimum der Tageslänge $= 2^z\ 24^0$. Von hier bis zu 8^0 ♒, wo die Tagesdauer nach obiger Correctur $2^z\ 30^0$ ausmacht, beträgt die Differenz 6^0; auf 1^0 der Sonnenverschiebung kommen demnach 12′.

So sind denn bereits die drei charakteristischen Werthe des neuen Systems gewonnen: 12′, 24′, 36′; sie stehen in dem einfachen Verhältniss 1 : 2 : 3, während die des alten Systems 8′, 24′, 40′ sich verhielten wie 1 : 3 : 5.

Durch diese drei Werthe sowie durch das Maximum und Minimum der Tageslänge war das alte System vollständig bestimmt. Somit können wir auch auf Grund der soeben gefundenen Zahlen folgendes Schema aufstellen, das wohl auch eines Tages noch im keilschriftlichen Text entdeckt werden dürfte.

Neues Schema zur Berechnung der Tagesdauer.

Stand der Sonne	Dauer des Tages	Zu- oder Abnahme des Tages für jeden weitern Grad der Sonnenverschiebung — ausgedrückt in (′) [1′ = 4^s]
8^0 Arietis	3^z ^{0} = 12^h ^{m}	Für jeden folgenden Grad werden 36′ zu 3^z ^{0} addirt
8 Tauri	3 18 = 13 12	„ „ „ „ „ 24 „ 3 18 „
8 Geminorum	3 30 = 14	„ „ „ „ „ 12 „ 3 30 „
8 Cancri	3 36 = 14 24	„ „ „ „ „ 12 von 3 36 subtrahirt
8 Leonis	3 30 = 14	„ „ „ „ „ 24 „ 3 30 „
8 Virginis	3 18 = 13 12	„ „ „ „ „ 36 „ 3 18 „
8 Librae	3 = 12	„ „ „ „ „ 36 „ 3 „
8 Scorpionis	2 42 = 10 48	„ „ „ „ „ 24 „ 2 42 „
8 Arcitenentis	2 30 = 10	„ „ „ „ „ 12 „ 2 30 „
8 Capri	2 24 = 9 36	„ „ „ „ „ 12 zu 2 24 addirt
8 Amphorae	2 30 = 10	„ „ „ „ „ 24 „ 2 30 „
8 Piscium	2 42 = 10 48	„ „ „ „ „ 36 „ 2 42 „

Das vorstehende Schema muss nun noch seine Probe bestehen. Wendet man dasselbe auf die Neu- und Vollmondlängen der Col. II an, so ergeben sich die Zahlenwerthe der Col. VI. In der That zeigt sich überall da, wo die Col. III klare, sichere Angaben enthält, eine gute Uebereinstimmung mit den Resultaten in Col. VI. Das ist ein evidenter Beweis, dass wir das Richtige getroffen haben. Doch ist nicht volle Uebereinstimmung da. Die berechneten Werthe unterscheiden sich an einzelnen Stellen von den babylonischen um 6 bis 36″. Diese Differenz wird zwar theilweise beseitigt, wenn wir alle Zahlen über 30″ in der vierten Abtheilung als 1′ berechnen oder die (″) ganz unberücksichtigt lassen; aber dafür entstehen andere Unebenheiten.

Den richtigen Weg weisen hier die Vorzeichen der Differenzen von Col. VI und Col. III. Fast durchweg (nur Z. 8 im Obvers macht eine kleine Ausnahme) sind dieselben positiv, wo die Tagesdauer nach obigem Schema durch Addition, negativ dagegen, wenn dieselbe durch Subtraction gefunden wurde. Daraus folgt, dass Addend und Subtrahend zu gross waren, was nur daher kommen konnte, dass der Anfangspunkt nicht bei 8^0 des betreffenden Thierkreisbildes, sondern etwas höher lag. Eine Verschiebung von nur 30 Bogensekunden genügt jedoch, um vollste Harmonie herzustellen. Legen wir nämlich den Anfangspunkt 8^0 0′ 30″ unserer Rechnung zu Grunde, so erhalten wir an Zeit höchstens 24″ mehr oder weniger, als die chaldäische Columne angibt. Da diese aber nur Minuten enthält, so dürfen auch wir die wenigen Sekunden vernachlässigen und die abgerundeten Werthe der Col. VII den babylonischen der Col. III als vollkommen gleichartig in Bedeutung und Entstehung gegenüberstellen. Mag nun das Tablet auch sehr schlecht erhalten sein, so wird doch dadurch die Sicherheit des Resultates nicht im mindesten beeinträchtigt. Sämtliche (74 an der Zahl) gut erhaltenen Ziffern der Col. III rechtfertigen dasselbe; das ist mehr als genug.

So haben wir denn bei der eben angestellten Untersuchung zwei wichtige Funde zugleich gemacht: ein zweites Schema zur Berechnung der Tagesdauer und eine neue Position der Jahrespunkte.

Bezüglich des erstern verdient besonders hervorgehoben zu werden, dass die chaldäische Berechnung mit der Natur ziemlich gut übereinstimmt (wie im Rückblick auf System I [n. 62] durch eine Vergleichungstabelle gezeigt wird), und dass auch hier wie in System II

$$\begin{array}{lcl} \text{der längste Tag} & = 3^{s}\ 36^{0} = & 14^{h}\ 24^{m} \\ \text{„ kürzeste „} & = 2^{s}\ 24^{0} = & 9^{h}\ 36^{m} \end{array}$$

angenommen wurde. Daraus ergeben sich natürlich die nämlichen Folgerungen, welche wir aus dem babylonischen Schema von System II gezogen haben (vgl. n. 43 u. 44).

Dem obigen längsten bezw. kürzesten Tage würde eine Polhöhe (= geographische Breite) von $35^{0}\ 7'\ 49''$ entsprechen.

Von nicht geringerem Interesse ist der zweite Fund: die neue Lage der Jahrespunkte, ein Resultat, das uns antreibt, die an Tablet Nr. 99 angestellten Versuche noch weiter auszudehnen. Wir haben ja bislang das wichtigste Tablet vom gleichen System, nämlich Nr. 272, in dieser Frage noch gar nicht berücksichtigt. Dies soll jetzt geschehen.

Berechnung der Jahrespunkte im Tablet Nr. 272.

(58) Der grossen Tafel entnehmen wir wieder die beiden Columnen B (die Neumondlängen) und C (die Dauer des Tages); daran reiht sich noch D (Dauer der halben Nacht). Sowohl C als D sind aus B hervorgegangen, ersteres direct, letzteres indirect nach der Gleichung $D = \frac{6^{s} - C}{2}$[1]. Beide sind unter I und II in der auf S. 101 folgenden Tabelle den aus B von uns errechneten Werthen vorangestellt. Freilich bieten sie nur zwei Abtheilungen von Zahlen; dafür sind die Zahlen deutlicher und bilden eine lange Reihe. Nach den (in n. 57) vorausgeschickten Erörterungen kommen wir hier sehr rasch zum Ziele. Col. III enthält die Tageslängen, berechnet nach dem neuen Schema und mit dem Frühlingspunkt 8^{0} Arietis. Natürlich sind die Sekunden ganz weggelassen. Vergleichen wir nun I und III, so zeigt es sich, dass wir gleich auf den ersten Schuss die Scheibe getroffen haben; aber noch nicht das Schwarze! Denn berechnet man — wie es am natürlichsten ist — die babylonischen Minuten ($'$), welche mehr als 30 betragen, als 1^{0}, so erhält man in mehreren Zeilen bald einen um 1^{0} zu niedrigen, bald einen um ebensoviel zu hohen Zeitwerth. Dies ist in der δ-Columne durch + und — angedeutet. Aber dies Mehr oder Minder ist ebensowenig gesetzlos wie in dem entsprechenden Versuche in Nr. 99. Ueberall wo zu viel ist, war bei der Berechnung von C aus B eine Summation vorausgegangen; wo zu wenig, eine Subtraction. Dies wird durch die Columne „Stand der Sonne“ (von der es nach dem babylonischen Schema abhängt, ob die Dauer des Tages zu- oder abnimmt) und das beigefügte Zeichen in Klammer veranschaulicht. Daraus folgt, dass der Frühlingspunkt auch hier höher liegt als 8^{0}; aber auch höher als $8^{0}\ 0'\ 30''$. Eine Verschiebung um 15 Bogenminuten ist gerade hinreichend gross, um die obwaltenden Differenzen auszugleichen, ohne neue hervorzurufen. Unter dieser neuen Supposition führt uns eine wiederholte Rechnung zu den Zahlen der

[1] Wegen der in I und II geltenden Abkürzung beträgt die Summe $C + 2\,D$ überall da, wo in I eine ungerade Zahl von Graden steht, nur $5^{s}\ 59^{0}$.

Tabelle zur Berechnung der Jahrespunkte im Tablet Nr. 272.

Zeile	I. Col. *C.* Babylon. Dauer des Tages	II. Col. *D.* Babylon. Dauer der halben Nacht	III. Dauer des Tages, berechnet nach Schema II und Frühlingspkt. = 8°	Stand der Sonne	δ III—I	IV. Dauer des Tages, berechnet nach Schema II, aber Frühlingspkt. = 8° 15′	V. Dauer der dem IV entsprechenden halben Nacht	VI. Abgerundete Werthe für die Dauer 1. des Tages	VII. 2. der halben Nacht
1.	2ˢ 56°	1ˢ 32°	2ˢ 56° 26′	♈		2ˢ 56° 16′	1ˢ 31° 52′	2ˢ 56°	1ˢ 32°
2.	3 14	1 23	3 13 43	♉		3 13 35	1 23 13	3 14	1 23
3.	3 26	1 17	3 26 34	♉ (+)	+	3 26 28	1 16 46	3 26	1 17
4.	3 34	1 13	3 33 56	♊		3 33 53	1 13 3	3 34	1 13
5.	3 32	1 14	3 32 22	♋		3 32 26	1 13 47	3 32	1 14
6.	3 24 [+]	1 18	3 23 16	♌ (−)	—	3 23 23	1 18 19	3 23	1 18
7.	3 9	1 25	3 8 31	♍		3 8 40	1 25 40	3 9	1 26
8.	2 51	1 34	2 50 56	♎		2 51 5	1 34 28	2 51	1 35
9.	2 36	1 42	2 36 7	♏		2 36 13	1 41 54	2 36	1 42
10.	2 27	1 46	2 27 4	♐		2 27 7	1 46 27	2 27	1 47
11.	2 27	1 46	2 26 54	♑		2 26 51	1 46 35	2 27	1 47
12.	2 36	1 42	2 35 37	♒		2 35 31	1 42 15	2 36	1 42
13.	?	?	2 49 51	♓		2 49 50	1 35 5	2 50	1 35
14.	3 8 (?)	1 26 (?)	3 7 21	♈		3 7 12	1 26 24	3 7	1 27
15.	3 22	1 19	3 22 22	♉		3 22 16	1 18 52	3 22	1 19
16.	3 32	1 14	3 31 51	♊		3 31 48	1 14 6	3 32	1 14
17.	3 35	1 12	3 34 29	♋ (−)	—	3 34 32	1 12 44	3 35	1 13
18.	3 28	1 16	3 27 32	♌		3 27 39	1 16 11	3 28	1 16
19.	3 15	1 22	3 14 57	♍		3 15 7	1 22 27	3 15	1 23
20.	2 58	?	2 57 27	♎ (−)	—	2 57 36	1 31 12	2 58	1 31
21.	2 40 [+]	1 40	2 40 30	♏		2 40 36	1 39 42	2 41	1 40
22.	2 29	1 45	2 29 17	♐		2 29 20	1 45 20	2 29	1 46
23.	2 25	1 47	2 24 42	♑		2 24 39	1 47 41	2 25	1 48
24.	2 31	1 44	2 31 17	♒		2 31 11	1 44 25	2 31	1 45
25.	2 43	1 38	2 43 32	♓ (+)	+	2 43 23	1 38 19	2 43	1 39
26.	3 1	1 29	3 0 59	♈		3 0 50	1 29 35	3 1	1 30
27.	3 18	1 21	3 18 10	♉		3 18 3	1 20 59	3 18	1 21
28.	3 29	1 15	3 28 35	♊		3 29 27	1 15 17	3 29	1 16
29.	3 35	1 12	3 35 25	♋		3 35 22	1 12 19	3 35	1 13
30.	3 31	1 14	3 30 41	♌		3 30 56	1 14 32	3 31	1 15
31.	3 20	1 20	3 20 16	♍		3 20 22	1 19 49	3 20	1 20
32.	3 4	1 28	3 3 57	♎		3 4 6	1 27 57	3 4	1 28
33.	2 46	1 37	2 46 19	♏		2 46 28	1 36 46	2 46	1 37
34.	2 33	1 43	2 33	♐		2 33 6	1 43 27	2 33	1 44
35.	2 26	1 47	2 25 30	♑		2 25 33	1 47 14	2 26	1 47
36.	2 27 [+]	1 46	2 28 26	♒ (+)	+	2 28 24	1 45 48	2 28	1 46
37.	2 39	1 40	2 38 42	♒		2 38 36	1 40 32	2 39	1 41
38.	2 54	1 33	2 54 33	♓ (+)	+	2 54 24	1 32 28	2 54	1 33
39.	3 12	1 24	3 11 52	♈		3 11 43	1 24 9	3 12	1 24

Col. IV und V, deren zweckmässige Abkürzungen in Col. VI und VII zusammengestellt sind. Freilich differiren auch jetzt noch drei vorgefundene und berechnete Werthe (die Stellen sind in Col. I durch [+] angegeben). Aber wir müssen diese Differenzen auf einen Irrthum zurückführen, der entweder bei der ursprünglichen Abfassung oder bei der Abschrift mit unterlaufen ist. Wären auch die zugehörigen halben Nachtlängen im nämlichen Sinne abweichend, so könnte man vielleicht einiges Bedenken haben; diese stimmen aber in allen drei Fällen mit den berechneten überein.

So kann es denn kaum mehr zweifelhaft sein, dass im Tablet Nr. 272 der Frühlingspunkt bei 8° 15′ angenommen wurde.

Zur vollständigen Kenntniss der chaldäischen Ekliptik ist es jedoch ausserdem nothwendig, auch hier (wie in n. 49 . . für System II) eine

(59) Vergleichung der chaldäischen Ekliptik mit der beweglichen (Hipparchs)

anzustellen. Das einzige, aber ausreichende Material hierzu bieten die Neumondlängen des nämlichen Tablets.

Vergleich der babylonischen und der berechneten Neumondlängen.

Zeile	Babylon. Datum	Babylon. Neumondlängen des Tablets Nr. 272	Jul. Datum (Ch. Ä.) (Mitternacht in Babylon = 0h)	Berechnete Neumondlängen (0° ♈ = Frühlingspunkt)
1.	Adâru 29.	2° 2′ 6″ 20‴ ♈	—103. März 23.	29° 11′ 30″ ♓
2.	Nisannu 28.	0 52 45 38 ♉	April 21.	27 30 42 ♈
3.	Airu 28.	29 25 24 56 ♉	Mai 21.	26 2 36 ♉
4.	Simannu 29.	27 40 4 14 ♊	Juni 19.	24 17 0 ♊
5.	Dûzu 28.	26 4 44 16 ♋	Juli 19.	22 31 48 ♋
6.	Âbu 28.	24 47 24 18 ♌	Aug. 17.	21 4 6 ♌
7.	Ulûlu I 28.	23 48 4 20 ♍	Sept. 16.	20 5 30 ♍
8.	Ulûlu II 28.	22 6 44 22 ♎	Oct. 15.	19 31 42 ♎
9.	Tišrîtu 29.	22 43 24 24 ♏	Nov. 14.	19 26 12 ♏
10.	Araḫ-s. 28.	22 38 4 26 ♐	Dec. 13.	19 27 18 ♐
11.	Kislimu 29.	22 29 22 24 ♑	—102. Jan. 12.	19 8 48 ♑
12.	Tebitu 28.	22 2 40 22 ♒	Febr. 10.	19 20 12 ♒
13.	Šabâtu 29.	21 17 58 20 ♓	März 12.	18 20 12 ♓
14.	Adâru 28.	20 15 16 18 ♈	April 10.	17 4 36 ♈
15.	Nisannu 28.	18 54 34 16 ♉	Mai 10.	15 26 30 ♉
16.	Airu 29.	17 15 52 14 ♊	Juni 9.	13 40 0 ♊
17.	Simannu 28.	15 33 53 56 ♋	Juli 8.	11 57 12 ♋
18.	Dûzu 28.	14 9 54 38 ♌	Aug. 7.	10 28 36 ♌
19.	Âbu 28.	13 3 56 20 ♍	Sept. 5.	9 24 48 ♍
20.	Ulûlu 29.	12 15 57 42 ♎	Oct. 5.	8 49 0 ♎
21.	Tišrîtu 28.	11 45 59 4 ♏	Nov. 3.	8 38 18 ♏
22.	Araḫ-s. 28.	11 34 0 26 ♐	Dec. 3.	8 41 30 ♐
23.	Kislimu 28.	11 31 57 4 ♑	—101. Jan. 1.	8 42 42 ♑
24.	Tebitu 29.	11 11 53 42 ♒	Jan. 31.	8 26 36 ♒
25.	Šabâtu 28.	10 33 50 20 ♓	März 1.	7 45 48 ♓
26.	Adâru 29.	9 37 46 58 ♈	März 31.	6 31 30 ♈
27.	Nisannu 28.	8 23 43 36 ♉	April 29.	4 53 30 ♉
28.	Airu 29.	6 51 40 14 ♊	Mai 29.	3 1 36 ♊
29.	Simannu 28.	5 3 2 56 ♋	Juni 27.	1 16 42 ♋
30.	Dûzu 28.	3 32 25 38 ♌	Juli 27.	29 43 54 ♋
31.	Âbu 29.	2 19 48 20 ♍	Aug. 26.	28 35 30 ♌
32.	Ulûlu 28.	1 25 11 2 ♎	Sept. 24.	27 58 6 ♍
33.	Tišrîtu 29.	0 48 33 44 ♏	Oct. 24.	27 45 48 ♎
34.	Araḫ-s. 29.	0 29 56 26 ♐	Nov. 22.	27 48 32 ♏
35.	Kislimu 28.	0 29 19 8 ♑	Dec. 22.	28 0 6 ♐
36.	Tebitu 29.	0 15 15 26 ♒	—100. Jan. 20.	27 52 24 ♑
37.	Šabâtu 28.	29 44 29 44 ♒	Febr. 19.	27 16 24 ♒
38.	Adâru I 28.	28 55 5 2 ♓	März 19.	26 8 30 ♓

In der vorstehenden Tabelle steht neben der chaldäischen Angabe das julianische Datum nebst den zugehörigen Längen, bezogen auf den wahren Frühlingspunkt des betreffenden Jahres; nur sind die Positionen hier wiederum nicht in der heute gebräuchlichen Art, sondern durch Theile der 12 Thierzeichen (0^0 Arietis = Frühlingspunkt) ausgedrückt. Auf diese Weise wird ein unmittelbarer Vergleich unserer Rechnung mit den babylonischen Angaben ermöglicht.

Das Resultat ist ein höchst auffallendes. Zunächst stellt sich heraus, dass die chaldäischen Angaben durchschnittlich um $3^0\ 14'$ die Ergebnisse der Berechnung übersteigen. Wenn nun, wie andererseits aus n. 58 erhellte, die Jahrespunkte auf $8^0\ 15'$ ♈, ♋, ♎ und ♑ gesetzt wurden, so entsprechen diese Positionen dem 5. Grad der gleichnamigen Zeichen der beweglichen Ekliptik. So trifft z. B. der chaldäische Frühlingspunkt auf 5^0 Arietis statt — wie es sein sollte — auf 0^0 Arietis. Der Fehler ist hier um 1^0 geringer als in System II; aber er ist immer noch gross genug.

Diese merkwürdige Thatsache nöthigt, zu der wichtigen Frage Stellung zu nehmen:

(60) Haben die Babylonier die **Präcession der Aequinoctien** gekannt?

Bekanntlich wird von der Geschichte Hipparch als Entdecker der Präcession bezeichnet. Er fand nämlich (130 v. Chr.) durch Vergleichung seiner Beobachtungen mit den 160 Jahre ältern des Timocharis und Aristyllus, dass die Länge aller Fixsterne um 2^0 zugenommen hatte, d. h., dass sie um ebensoviel nach Osten gerückt schienen. Die moderne Astronomie zeigte indes, dass nicht eine Bewegung der Sterne nach Osten, sondern eine Verschiebung des Frühlingspunktes nach Westen vorliegt. Es handelt sich jedoch hier nicht um eine Erklärung, sondern die einfache Wahrnehmung der Thatsache. War diese den Babyloniern bekannt?

Aus den Ergebnissen von n. 49 und 59 möchte jemand allerdings leicht den Schluss ziehen, dass dies keineswegs der Fall sei.

Nehmen wir einmal wirklich an, man habe in den Tablets beider Systeme die Präcession ganz vernachlässigt. Auf welche Zeit muss dann die Feststellung des Systems bezw. die Bestimmung der Jahrespunkte angesetzt werden?

Zur richtigen Beantwortung dieser Frage ist es nothwendig, darauf zu achten, dass nicht allein die Vernachlässigung der Präcession an der fehlerhaften Lage des babylonischen Frühlingspunktes schuld sein kann, sondern dass auch der zu klein angenommene Betrag der Sonnengeschwindigkeit nothwendig dabei betheiligt ist. Infolge der letztern bleibt ja die Sonne des babylonischen Systems nach Ablauf von mehreren Jahrhunderten um einige Grade zurück. Die hierdurch entstehende Verschiebung der Länge des wahren Frühlingspunktes ist gleich gerichtet mit der, welche durch die Vernachlässigung der Präcession erzeugt wird; sie beträgt gemäss Nr. 272 in 321 Jahren, gemäss Nr. 93 nach ungefähr 236 Jahren 1^0, während durch die Nichtbeachtung der Präcession allein schon nach etwa 70 Jahren ein Fehler von 1^0 entsteht. Nennen wir die Anzahl der Jahre, innerhalb welcher sich in Nr. 272 der Fehler von 5^0 herausgebildet hat, t, so gilt zufolge einfacher Ueberlegung die Gleichung

$$\frac{1}{70}\,t + \frac{1}{321}\,t = 5, \text{ woraus folgt: } t = 287 \text{ Jahre.}$$

Da unser Tablet vom Jahre 103 v. Chr. ist, so fiele also die Bestimmung des darin geltenden Frühlingspunktes auf 390 v. Chr. $\mp$ mehrere Jahre.

Eine analoge Schlussweise würde für Nr. 93 auf 500 v. Chr. $\mp$ mehrere Jahre zurückführen.

Damit könnte man einverstanden sein, wenn wirklich zu jener Zeit die allerersten einigermassen brauchbaren Bestimmungen der Aequinoctien ausgeführt worden wären, und man folgerichtig noch keine Gelegenheit gehabt hätte, auf den Rückgang des Frühlingspunktes aufmerksam zu werden. Allein das ist doch kaum glaublich[1]. Die Chaldäer beobachteten auch wenigstens schon am Ende des 8. Jahrhunderts v. Chr. recht sorgfältig Mond- und Sonnenfinsternisse und mussten so gewahr werden, dass die Sonne zur Zeit der Aequinoctien oder Solstitien nicht mehr bei dem nämlichen Sterne stand wie mehrere Jahrhunderte zuvor, sondern noch um mehrere Grade von demselben entfernt war. Es ist auch nicht gut denkbar, dass man nach Ablauf mehrerer Jahrhunderte zwar die nothwendigen Correcturen vornahm, ohne jedoch deren Ursachen wo anders zu suchen, als in der Ungeschicklichkeit der Vorfahren, die sich um mehrere Sonnendurchmesser bei ihren Messungen geirrt haben sollten.

Aber noch ein anderer Umstand spricht gegen die Annahme einer gänzlichen Vernachlässigung der Präcession der Aequinoctien: nämlich die Thatsache, dass in drei verschiedenen Tablets, von denen zwei (Nr. 99 und Nr. 272) demselben System angehören, die Jahrespunkte jedesmal eine andere Lage haben (10^0, $8^0\,15'$, $8^0\,0'\,30''$); als neues Beweismoment scheint hier ausserdem hinzuzukommen, dass im zweiten und dritten Fall keine abgerundete Zahl von Graden steht, was darauf hindeutet, dass man es hier nicht mit den ursprünglichen Jahrespunkten eines Systems zu thun hat, sondern mit solchen, die sich durch Annahme eines gewissen Präcessionsbetrags herausgebildet haben. Alle diese Erwägungen gewähren jedoch noch zu wenig Sicherheit, als dass es räthlich wäre, sich auf eine weitere Verfolgung der chaldäischen Präcessionsfrage hier einzulassen; ihre Lösung wird erst dann möglich sein, wenn neue Tafeln aus bedeutend älterer Zeit aufgefunden werden sollten, aus denen in ähnlicher Weise wie in Nr. 272 oder Nr. 93 die Lage des Frühlingspunktes ersichtlich ist.

Beziehungen zwischen den Jahrespunkten des römischen Kalenders und der chaldäischen Ekliptik.

(61) Bei Besprechung der chaldäischen Ekliptik in Tablet Nr. 272 und Nr. 99 wurde der Nachweis geführt, dass die Chaldäer ihre Jahrespunkte ungefähr auf den achten Grad der fixen Ekliptik ansetzten, während dieselben thatsächlich ungefähr auf den dritten Grad fallen sollten. Dadurch wurde der Beginn der einzelnen Jahreszeiten um etwa fünf Tage verschoben.

Es ist nun recht merkwürdig, dass nach dem Zeugniss von Plinius[2] und Columella[3] die Aequinoctien und Solstitien des römischen Kalenders gleichfalls auf den achten Grad zu liegen kamen. Dies geschah in der Weise, dass man die Anfänge der Zeichen in westlicher Richtung verschob, so dass die Sonne den Widder 8 Tage früher erreichte als den Frühlingspunkt. Zum Beweise diene die Stelle bei Columella lib. 11, c. 14:

[1] Vgl. Ideler a. a. O. I, 27. [2] Hist. nat. lib. 18, c. 59. [3] De re rustica libri XII, lib. 9, c. 14.

„Ab aequinoctio primo, quod mense Martio circa VIII Calendas Aprilis in octava parte Arietis conficitur.“ Interessant ist auch die Begründung, welche diese Einrichtung im nämlichen Buche erfährt: „Nec me fallit Hipparchi ratio, quae docet solstitia et aequinoctia non octavis sed primis partibus signorum confici. Verum in hac ruris disciplina sequor nunc Eudoxi et Metonis antiquorum fastus astrologorum, qui sunt aptati publicis sacrificiis: quia et notior ista vetus agricolis concepta opinio.“

Mit der Interpretation dieser Stelle haben sich namentlich Scaliger, Petavius[1] und Kepler[2] eingehend beschäftigt. Letztern hat dazu die kühne, aber unbewiesene These Scaligers veranlasst: „Vetustissima fuit illa opinio et cum ipsis Olympiadibus nota, solstitium committi in octava parte Cancri“, welche der Chronologe in seiner unglücklichen „Diatriba de Aequinoctiorum Anticipatione“ aufgestellt hatte. So sehr nun der schwäbische Astronom geneigt ist, die Einrichtung des römischen Ruraljahres den Chaldäern zuzuschreiben (als solche erscheinen ihm wohl die „antiqui astrologi“ bei Columella), so hält er es doch für sehr unwahrscheinlich, dass jene Astronomen selbst die wirklichen Jahrespunkte auf den 8. Grad der Zeichen angegeben haben sollen. Doch fährt er fort: „Posito, quod ipsi Chaldaei de octavis signorum partibus fuerint locuti, dicendum esset illos de eo dicere, quando primum animadverterentur decrementa umbrae. Id vero secundum magis et minus esset verum.“ Diese Lösung hat etwas Bestechendes; aber wir wissen bereits, dass die Sache etwas anders liegt: die Chaldäer setzten die Anfänge der Jahreszeiten wirklich auf den 8. Grad, aber nicht der Zeichen, sondern der Sternbilder. Columella selbst kennzeichnet den Unterschied zwischen der alexandrinischen und babylonischen Auffassung, der in der oben citirten Stelle dunkel bleibt, lib. 11, c. 2 klar mit folgenden Worten: „Sextodecimo Calend. Ianuarii sol in Capricornium transitum facit; brumale solstitium, ut Hipparcho placet.... Nono Calend. Ianuarias brumale solstitium (sicut Chaldaei observant) significat.“

Zunächst werden uns hier jene „alten Astrologen“, deren Fasti die Jahrespunkte auf den 8. Grad der Zeichen und somit um eine Woche später ansetzen als Hipparch, geradezu als Chaldäer vorgestellt. Columella wusste also, dass letztere ihre Jahrespunkte auf den 8. Grad setzten, ohne jedoch das Verhältniss der babylonischen Ekliptik zu derjenigen des Hipparch zu kennen; da er nun beide confundirte, so musste er auch schliessen, dass die Jahreszeiten des Hipparch um eine Woche gegen die der Chaldäer zurück seien. Es ist aber auch möglich, dass er letzteres erfahren hatte und daraus ersteres folgerte. Um das Jahr 100 v. Chr. betrug die Differenz freilich nur 5 Tage. Aber Columella schrieb 160 Jahre später. Machen wir nun die nächstliegende Annahme, die Jahrespunkte der Chaldäer seien um das Jahr 100 v. Chr. in den römischen Ruralkalender aufgenommen worden, so mussten die von der Schule Hipparchs festgehaltenen Jahrespunkte infolge der Präcession von jenen des Ruralkalenders um nahezu 7 Tage abweichen.

Hiernach kann es nicht mehr zweifelhaft sein, dass Columella über die Jahrespunkte der Chaldäer — wenn auch nur unvollständig — belehrt war, und dass er die Jahrespunkte des römischen Kalenders mit jenen identificirt. Andererseits aber ist Kepler ganz im Recht, wenn er zu jener Stelle Columellas bemerkt: „Id puto hallucinationem Columellae, qui cum sciret de diebus

[1] Var. dissert. lib. 2, c. 2 sqq.; lib. 3, c. 2 sqq. [2] Opera omnia (ed. Frisch) VIII, 273 sqq.

8, quibus postponunt Chaldaei aequinoctia, ipse anticipaverit tantundem Hipparchi aequinoctium, existimans hunc potius errare quam Chaldaeos, vel existimans aequinoctium Caesaris esse Chaldaicum, cum esset Hipparchi." Letzteres bedarf zwar insofern einer Berichtigung, als auch das Aequinoctium des julianischen Kalenders um mehr als einen Tag von demjenigen Hipparchs abirrt; aber so viel ist sicher, dass Sosigenes, der astronomische spiritus familiaris Cäsars, offenbar nur zum Scheine die Jahrespunkte auf dem 8. Grad der Zeichen liess, indem er den Anfangspunkt der Ekliptik um ebenso viel westwärts verschob.

Doch dieser Irrthum Columellas beeinträchtigt unsere Argumentation durchaus nicht; denn wir behaupten keine vollständige Identität zwischen den julianischen und chaldäischen Jahrespunkten, sondern nur einen historischen Zusammenhang beider; andererseits aber ist es kaum zweifelhaft, dass vor der Kalenderreform die römischen Jahrespunkte wirklich mit den babylonischen zusammentrafen: eine Uebereinstimmung, welche man, sei es aus Rücksicht auf die Tradition (auf die Columella ausdrücklich hinweist) oder auf das Ansehen der chaldäischen Astronomie überhaupt, wenigstens äusserlich aufrecht erhalten wollte, obschon der 8. Grad Arietis, Cancri etc. der Ekliptik Cäsars etwas anderes bedeutet als die gleichen Benennungen auf der babylonischen Ekliptik[1].

Die Annahme eines solch hervorragenden Einflusses chaldäischer Einrichtungen auf die damaligen Culturvölker darf nicht überraschen.

Wie aus den zeitgenössischen Schriften hervorgeht, stand die babylonische Sternkunde vor der cäsarianischen Reform und auch noch lange nachher bei Griechen und Römern in hohem Ansehen. Dazu kam, dass die gleichfalls vom Euphrat ausgehende Astrologie in den weitesten Kreisen ihren berückenden Zauber ausübte und dem wohlverdienten wissenschaftlichen Rufe der Chaldäer noch den falschen Nimbus einer überirdischen Weisheit hinzufügte. So ist es leicht erklärlich, wie auch ihr Kalender als höchste Norm der Zeitrechnung angesehen und selbst bei der ländlichen Bevölkerung Anklang finden konnte. Von diesem Standpunkte allein lassen sich auch die citirten Stellen Columellas verstehen.

Freilich appellirt der gelehrte Landwirt bei der Rechtfertigung seines Ruralkalenders auch an die Autorität von Eudoxus und Meton. Doch darauf scheint um so weniger Gewicht gelegt werden zu dürfen, als wir gerade bezüglich der Jahrespunkte des Eudoxus bei den alten Schriftstellern den verschiedensten Ansichten begegnen. So lehrte dieser Astronom gemäss Geminus (l. c. c. 16), dass die Sonne am 6. Tage nach dem Eintritt in das Zeichen des Widders das Aequinoctium und am 4. Tage nach dem Eintritt in das Zeichen des Steinbocks das Wintersolstitium erreiche; im Gegensatz hierzu berichtet jedoch Hipparch (Ad phaen. II), Eudoxus habe die Jahrespunkte in die Mitte der Zeichen gesetzt.

Nach alledem mag der Leser selbst entscheiden, ob die Annahme, Eudoxus und Meton seien die eigentlichen Urheber der erwähnten Jahrespunkte,

[1] Es mag hier daran erinnert werden, dass auch die Auf- und Untergänge der Sterne im cäsarianischen Kalender sich mehrfach auf ältere und südlichere Beobachtungen beziehen (vgl. Ideler a. a. O. II, 144) und somit auf einen ägyptischen oder chaldäischen Ursprung hinweisen. Plinius findet sogar (Hist. nat. lib. 18, c. 66) dort einen Einklang zwischen dem cäsarianischen und chaldäischen Kalender, wo ein solcher im Widerspruch steht mit der geographisch so verschiedenen Lage Italiens und Babylons. So verbirgt sich (wie Plinius berichtet) das Siebengestirn in Attica am dritten Tage vor den Nonen des April, in Böotien erst am folgenden Tage, nach Cäsar und den Chaldäern aber an den Nonen selbst („Caesari autem et Chaldaeis nonis“).

historisch genügend begründet ist, oder ob es nicht viel mehr mit den Thatsachen unserer Tablets und dem Zeugniss Columellas selbst in Einklang steht, wenn wir die besprochene Eigenthümlichkeit des römischen Kalenders auf den Einfluss der babylonischen Sternkunde zurückführen.

Rückblick auf System I.

(62) Die Arbeiten des ersten und zweiten Theiles bieten eine, wenn auch nicht erschöpfende, so doch hinreichende Erkenntniss 16 verschiedenartiger Columnen des nämlichen Systems, von denen 11 ein und derselben Tafel (Nr. 272, 81—7—6) angehören.

Aus Rücksicht auf eine möglichst zweckmässige und durchgreifende Untersuchung der einzelnen Columnen schien es angezeigt, nicht durchweg die genetische Ordnung der Tafeln einzuhalten, sondern jene Columnen zunächst zu besprechen, die an bereits Bekanntes anknüpfen, und selbst einen grossen Theil von System II einzuschieben, weil eine zielbewusste Analyse mehrerer Columnen von System I das Verständniss jener voraussetzt.

Jetzt aber ist es auch erwünscht, das Gesamtbild des Systems, d. h. alle Columnen als Glieder eines Systems, wie es uns in den Tafeln entgegentritt, zu überschauen und hierbei zugleich in Kürze die wichtigsten Resultate der weitläufigen Untersuchung uns vorzuführen. Hierbei halten wir uns hauptsächlich an die Neulicht-Tafel Nr. 272 (S. 12 u. 13). Die Varianten der dortigen Columnen, wie sie in verschiedenen Fragmenten auftreten, werden durch Eckklammer [ ] angedeutet und folgen sofort auf die gleichnamigen Columnen von Nr. 272.

1. Col. A.

Wechselnde Verschiebung der Sonne von einem Neumond oder Vollmond zum andern während eines mittlern synodischen Monats (nn. 50 ff.).

Bildungsgesetz der Columne:

$$\delta = 0^0\ 18' \quad \begin{matrix} M = 30^0\ 1'\ 59''\ 0''' \\ m = 28^0\ 10'\ 39''\ 40''' \end{matrix} \quad \mu = 29^0\ 6'\ 19''\ 20'''.$$

Genau genommen sollte $\mu = 29^0\ 6'\ 20''\ 20''',04$ betragen; der Fehler beträgt also 1 Bogensekunde. Die in M und m liegende Darstellung des ungleichförmigen Sonnenlaufs ist eine gute Nachbildung der natürlichen Verhältnisse.

Col. A dient nach der Formel $A_{n+1} + B_n = B_{n+1}$ zum Aufbau von

2. Col. B.

Längen des Neu- oder Vollmondes, ausgedrückt in Graden, Minuten und Sekunden der (unbeweglichen) zwölf Ekliptik-Sternbilder (nn. 50 ff.).

Eigenthümlichkeit der chaldäischen Ekliptik: Die Jahrespunkte liegen in Nr. 272 bei $8^0\ 15'$ Arietis, Cancri, Librae, Capri; in Nr. 99 bei $8^0\ 0'\ 30''$ der nämlichen Sternbilder. Die Längen des Neumondes erscheinen in Nr. 272 mit jenen der beweglichen Ekliptik (0^0 Arietis = Frühlingspunkt) verglichen durchschnittlich um $3^0\ 14'$ zu gross, also müssten auch die Jahrespunkte auf $3^0\ 14'$ Arietis etc. fallen; sie liegen aber bei $8^0\ 15'$, also um beiläufig 5^0 zu weit nach Osten (n. 60). Dieser Fehler scheint auf eine Vernachlässigung der Präcession hinzudeuten; doch ist eine andere Erklärungsweise nicht ausgeschlossen (vgl. unten).

Aus Col. A und B ergeben sich:

1. die Lage der Apsiden der Sonnenbahn = $19^0\ 49'$ Geminorum (Apogäum, Ort der langsamsten Sonnenbewegung) und $19^0\ 49'$ Arcitenentis (Perigäum, Ort der schnellsten Sonnenbewegung); sie ist beiläufig um 10^0 zu hoch (vgl. 4., unten);

2. die Dauer des siderischen Jahres = $365^d\ 6^h\ 13^m\ 43^s,4$ und die mittlere siderische Geschwindigkeit der Sonne (tägliche Winkelbewegung) = $0^0\ 59'\ 8''\ 9'''\ 36''''$.

Das siderische Jahr ist um $4\frac{1}{2}$ Minuten zu gross, die Sonnengeschwindigkeit um $2'''$ zu klein; die Folge hiervon ist: in 321 Jahren bleibt die Sonne des babylonischen Systems gegen die wirkliche Lage um 1^0 zurück, ein Umstand, der auch bei Beachtung der Präcession den obigen Irrthum in der Lage der Jahrespunkte herbeiführen konnte (n. 60).

Ist das siderische Jahr auch ungenau, so ist es doch ebenso genau als jenes, welches sich aus Hipparchs Angaben (Almag. lib. 4, 2; Halma I, 216) berechnet, und weit genauer (um $5^m\ 17^s$) als das des Meton und Euktemon. Auch folgt nicht, dass die Chaldäer das siderische Jahr nicht besser kannten (nach Albategnius setzten sie es = $365^d\ 6^h\ 11^m$) (n. 53);

3. die Grenzwerthe der Sonnengeschwindigkeit. Grösste Geschwindigkeit = $1^0\ 1'\ 19'',56$; kleinste Geschwindigkeit = $56'\ 56'',7$, Ergebnisse, die gar nicht übel stimmen (n. 54);

4. die Dauer des anomalistischen Jahres = $365^d\ 6^h\ 25^m\ 46^s$; es ist um 12^m zu gross; folgerichtig nahm man eine zu rasche Verschiebung der Apsiden an, was sehr geeignet ist, die zu grosse Länge der Apsiden (1) zu erklären (n. 55);

5. die Dauer des mittlern siderischen Monats = $27^d\ 7^h\ 43^m\ 14^s$, ganz genau, wie die Rechnung nach den Angaben Hipparchs (Almag. lib. 4, c. 2; Halma I, 216) ergibt (n. 25), und die siderische Geschwindigkeit des Mondes = $13^0\ 10'\ 34''\ 51'''\ 3'''',6$.

Der siderische Monat ist bloss um 3 Sekunden zu gross; die Geschwindigkeit des Mondes $1''',6$ zu klein (nn. 8. 53).

Aus Col. B geht hervor:

8. Col. C.

Wechselnde Dauer des Tages (Tagebogen) zur Zeit des Neu- oder Vollmondes, ausgedrückt in dem bekannten babylonischen Zeitmass ($1^z = 4^h$, $1^0 = 4^m$, $1' = 4^s$, $1'' = 4^t$).

I. Chaldäisches Schema zur Berechnung der Tagesdauer in unserem Zeitmass.			Verhältnisszahlen der Aenderungen	II. Unsere Rechnung für —100 v. Chr. u. $35^0\ 7'\ 49''$ geogr. Br.	
Stand der Sonne in der chaldäischen Ekliptik	Dauer des Tages	Zu- od. Abnahme des Tages auf je 1^0 der Sonnenverschiebung		Stand der Sonne in der beweglichen Ekliptik	Dauer des Tages
$8^0\ 15'$ [$8^0\ 0'\ 30''$] Arietis	12^h	$+ 2^m\ 24^s$	3	0^0 Arietis	12^h
„ Tauri	13 12^m	+ 1 36	2	0 Tauri	13 6^m
„ Geminorum	14	+ 48	1	0 Geminorum	14
„ Cancri	14 24	— 48	1	0 Cancri	14 24
„ Leonis	14	— 1 36	2	0 Leonis	14
„ Virginis	13 12	— 2 24	3	0 Virginis	13 6
„ Librae	12	— 2 24	3	0 Librae	12
„ Scorpii	10 48	— 1 36	2	0 Scorpii	10 54
„ Arcitenentis	10	— 48	1	0 Arcitenentis	10
„ Capri	9 36	+ 48	1	0 Capri	9 36
„ Amphorae	10	+ 1 36	2	0 Amphorae	10
„ Piscium	10 48	+ 2 24	3	0 Piscium	10 54

Durch Vergleich von I und II erkennt man, dass das chaldäische Schema nicht übel mit der Natur übereinstimmt.

Aus B und C zusammen ergibt sich so:

a) der längste Tag $= 3^s\ 36^0 = 14^h\ 24^m$
der kürzeste Tag $= 2^s\ 24^0 = \ 9^h\ 36^m$.

b) die Polhöhe (= geogr. Breite) des Beobachtungsortes $= 35^0\ 7'\ 49''$ (n. 57).

[Mit a und b stimmen mehrere Angaben von Ptolemäus und dem Araber Arzachel nahe überein (n. 42); da derselbe Gegenstand in der Uebersicht von System II wiederkehrt, so möge dies hier genügen.]

c) die Einrichtung der chaldäischen Ekliptik und ihr Verhältniss zur beweglichen Hipparchs, wie es schon oben (Col. B) angedeutet ist (nn. 56. 57. 58. 59).

Der Umstand, dass in zwei Tablets desselben Systems (Nr. 272 und Nr. 99) ein Unterschied in der Lage der Jahrespunkte auftritt und dass diese nicht durch eine runde Zahl von Graden angegeben ist, lässt stark vermuthen, den Chaldäern sei der Rückgang der Jahrespunkte nicht unbekannt gewesen (n. 60).

Aus C folgt durch einfache Rechnung: $\left(D = \frac{6^s - C}{2}\right)$.

4. Col. D.

Wechselnde Dauer der halben Nacht (= Zeit von Sonnenuntergang bis Mitternacht).

Ueber die astronomische Verwerthung dieser Columne lässt sich hier, da wir einer andern Arbeit über die Berechnung des Neulichts aus dem Neumond nicht vorgreifen wollen, nur andeuten, dass sie dazu dient, die Zeit zwischen Neumond (Col. L) und dem Sonnenuntergang am 1. des Monats zu berechnen (n. 58).

5. Col. E.

Breite des Neu- oder Vollmondes, ausgedrückt in Halbgraden.

Die Bildungselemente der Columne sind:

$M = 9^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 15^{\mathrm{III}}$ *num* $= 4^0\ 56'\ 7'',5$ nördlich $\quad d = 3^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}$
$m = 9^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 15^{\mathrm{III}}$ *sik* $= 4^0\ 56'\ 7'',5$ südlich $\quad \delta = 0^{\mathrm{I}}\ 52^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}$ (Differenz, welche statt d nach jeder Ueberschreitung des Nullpunktes einmal vorkommt).

Beim Nullpunkt (Knoten) steht *bar*.

Wäre d constant, so wäre die Periode von E der siderische Monat; da aber je einmal nach *bar* d um 3^{I} vermindert wird, d. h. $= \delta$ ist, so ist die Periode kürzer; auf $11\frac{343}{465}$ synodische Monate kommen deren $12\frac{343}{465}$, oder 5458 synodische Monate = 5923 Perioden [= drakonitische Umläufe] (ganz genau wie Hipparch, Almag. lib. 4, c. 2; Halma I, 217); daraus:

Dauer des drakonitischen Monats $= 27^d\ 5^h\ 5^m\ 35^s,81$
(sehr exact!) (n. 22).

Mit E verwandt ist

6. [Col. E'] (aus Nr. 99).

Ihr Bildungsgesetz ist demjenigen von E vollständig analog:

$M' = 6^{\mathrm{I}}\ 34^{\mathrm{II}}\ 50^{\mathrm{III}}$ *num* (= nördlich) $\quad d' = 2^{\mathrm{I}}\ 35^{\mathrm{II}}$
$m' = 6^{\mathrm{I}}\ 34^{\mathrm{II}}\ 50^{\mathrm{III}}$ *sik* (= südlich) $\quad \delta' = 0^{\mathrm{I}}\ 35^{\mathrm{II}}$.

Die Periode ist auch hier der genaue **drakonitische** Monat $= 27^d\ 5^h\ 5^m\ 35^s,81$.

Zwischen den Zahlen von E und E' besteht die einfache Proportion:

$$M : M' = d : d' = \delta : \delta' = 3 : 2.$$

Daraus darf man wohl schliessen, E und E' bezeichnen dieselbe Grösse (die Mondbreite); nur die angewandten Masse stehen im Verhältniss von 2 : 3 (n. 24).

Zu Col. E' in naher Beziehung ist

7. [Col. E''] (aus Nr. 99 oder Sp. I, 143).

Breite des Neu- oder Vollmondes, ausgedrückt in „ammat".

Das Bildungsgesetz zeigt jedoch merkliche Unterschiede von jenem der Col. E und E'.

$M'' = 1^{\mathrm{I}}\ 58^{\mathrm{II}}\ 27^{\mathrm{III}}$ (ohne Positionsangabe; aber entspricht dem „num" in Col. E')
$m'' = 1^{\mathrm{I}}\ 58^{\mathrm{II}}\ 27^{\mathrm{III}}$ „ „ „ „ „ „sik" „ „ „ .

d'' ist nicht constant, sondern wechselt innerhalb gewisser Grenzen; die Chaldäer haben daraus eine eigene Columne (Δ) gemacht, welche E'' vorangeht und mit Hilfe deren letztere gebildet wird:

$\delta'' = d'' - 36^{\mathrm{II}}$ (so stets nach dem Durchgang durch null) (n. 24).

8. [Col. Δ.]

$$M = 48^{\mathrm{II}}\ 13^{\mathrm{III}}\ 4^{\mathrm{IV}}\ 30^{\mathrm{V}} \quad \mu = 46^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}} \quad d = 0^{\mathrm{II}}\ 33^{\mathrm{III}}\ 20^{\mathrm{IV}}.$$
$$m = 44^{\mathrm{II}}\ 46^{\mathrm{III}}\ 55^{\mathrm{IV}}\ 30^{\mathrm{V}}$$

Der Aufbau von E'' erfolgt nach der Regel $E''_n \mp \Delta_{n+1} = E''_{n+1}$.

Die Grenzwerthe von E'' stehen zu jenen von E' im Verhältniss wie 10 : 3. E' enthält auch ganz genau die oben erhaltene drakonitische Periode.

Zweifellos liegt auch in E'' die Mondbreite vor, und zwar gemessen durch $\bar{u}$ = *ammat* (1 *ammat* = $2^0,5$).

Sonach folgt hier wie aus E: Grösste Mondbreite zur Zeit der Syzygien $= 4^0\ 56'\ 7'',5$ (um nur etwa $2'$ geringer, als von Tycho de Brahe gefunden wurde).

Δ enthält den **siderischen** Lauf des Mondes (hier speciell die Periode der Rückkehr zum Knotenpunkt, unter der Voraussetzung, dass dieser sich nicht bewege). Daraus fanden wir (nn. 25. 52)

die **Dauer des siderischen Monats** $= 27^d\ 7^h\ 43^m\ 14^s$
(genau wie aus Col. A) und
die **siderische Geschwindigkeit des Mondes** $= 13^0\ 10'\ 34''\ 51'''\ 3'''',6$.

9. Col. F.

Geschwindigkeit (tägliche Winkelbewegung) des Mondes am Tage des Neu- oder Vollmondes.

$$\left.\begin{array}{l} M = 15^0\ 16'\ 5'' \\ m = 11^0\ \ 5'\ 5'' \end{array} \quad \mu = 13^0\ 10'\ 35'' \quad d = 0^0\ 36'\right\}$$ schon von Epping erkannt und richtig gedeutet.

Neu kommt hier folgendes hinzu:

a) Der **Mittelwerth** $\mu = 13^0\ 10'\ 35''$ wurde von den Chaldäern nicht als ganz genau angesehen; es war ein bequemer Näherungswerth, den sie dem alten **Saros** (vgl. Vorstudie, Geminus, n. 3) entnahmen. Daraus würden sich für die Dauer des siderischen Monats $27^d\ 7^h\ 43^m\ 6^s$, also 5^s zu wenig ergeben, während der chaldäische Werth um 3^s zu gross ist (siehe oben) (n. 9).

b) Das Maximum $M = 15^0\ 16'\ 5''$ ist für ein Schema recht brauchbar, obschon die grösste Geschwindigkeit in Wirklichkeit $15^0\ 21'$ erreicht; das Minimum $m = 11^0\ 5'\ 5''$ ist bedeutend zu niedrig (sollte sein $11^0\ 46'$).

Beiden Grenzwerthen kommen die im Schema des Geminus ($M = 15^0\ 14'\ 35''$; $m = 11^0\ 6'\ 35''$) ziemlich nahe.

c) Chaldäische Bestimmung der Grenzwerthe. Entweder beruht M wesentlich (eine kleine Correction zu Gunsten einer glatten schematischen Entwicklung war jedenfalls nöthig) auf Beobachtung und wurde daraus gemäss $m = 2\,\mu - M$ das Minimum berechnet, oder (was wahrscheinlicher) man berechnete sowohl M als m mit Hilfe der mittlern Aenderung der Mondgeschwindigkeit (nach Geminus l. c. $= 18'$), der mittlern Geschwindigkeit und der Periode des anomalistischen Monats (n. 11).

d) Die der Columne zu Grunde liegende Periode ist dadurch bestimmt, dass 269 derselben (d. h. anomalistische Monate) = 251 synodischen Monaten sind (ganz genau wie nach Hipparch im Almag. lib. 4, c. 2; Halma I, 217) (n. 12).

10. [Col. F′] (aus Sp. I, 143 und 162).

Winkelbewegung des Mondes während $1^z = 4^h$.

Sämtliche Werthe der Columne sind genau $= \frac{1}{6}$ der entsprechenden von Col. F. Welche besondere Bedeutung F' hat, ist aus den Bruchstücken nicht ersichtlich. Wahrscheinlich kommt sie bei der Berechnung der Finsternisse zur Geltung (die Dauer der Mondfinsternisse überschreitet 4^h fast nie).

Mit Col. F steht in wesentlichem Zusammenhang

11. Col. G.

Dauer der synodischen Monate unter der Voraussetzung einer gleichförmigen Bewegung der Sonne.

$$\begin{matrix} M = (29^d)\ 4^z\ 29^0\ 27'\ \ 5'' \\ m = (29^d)\ 1^z\ 52^0\ 34'\ 35'' \end{matrix} \quad \mu = (29^d)\ 3^z\ 11^0\ 0'\ 50''\quad \delta = 22^0\ 30'.$$

Hieraus folgt (nach Epping):

1. die Dauer des mittlern synodischen Monats $(\mu) = 29^d\ 12^h\ 44^m\ 3\frac{1}{3}^s$;

2. 269 anomalistische Monate = 251 synodische Monate;

3. die Dauer des mittlern anomalistischen Monats $= 27^d\ 18^h\ 18^m\ 34^s,7$.

Als neue Beiträge zur Untersuchung von G seien erwähnt:

a) Nach Almag. l. c. erhielt Hipparch $29^d\ 31'\ 50''\ 8'''\ 20''''$, welche $= 29^d\ 12^h\ 44^m\ 3\frac{1}{3}^s$ sind, also haarscharf den chaldäischen Werth, und da auch Hipparch die Gleichung aufstellte: 251 synodische Monate = 269 anomalistische Umlaufszeiten, so nahm er auch genau die obige Dauer des anomalistischen Monats an.

Das Urtheil der Spätern über Hipparchs Mondperioden gilt daher auch von den Chaldäern. Ptolemäus nennt jene Bestimmung des synodischen Monats äusserst genau; der anomalistische Monat fällt nach seinen Angaben nur um $0^s,2$ grösser aus.

Die Chaldäer (Hipparch) setzten nämlich die mittlere anomalistische Geschwindigkeit $= 13^0\ 3'\ 53''\ 56'''\ 29''''\ 38'''''\ 38''''''$; Ptolemäus aber $= 13^0\ 3'\ 53''\ 56'''\ 17''''\ 51'''''\ 59''''''$ (n. 14).

b) Zwischen Col. *F* und Col. *G* erwartet man mathematisch fassbare Beziehungen, nämlich *G* sollte am grössten sein, wenn die den Monat begrenzenden Conjunctionen (Oppositionen) des Mondes vom Apogäum (ideales Minimum in *F*), dagegen am kleinsten, wenn sie vom Perigäum (ideales Maximum in *F*) gleichweit abstehen.

Das ist aber nur annähernd der Fall (ein Beweis, dass *G* nicht aus *F* errechnet wurde) (n. 17).

Doch entspricht einem bestimmten *F* regelmässig ein bestimmtes *G* (ein für die Reconstruction mancher Tablets wichtiger Umstand).

Mehrfach vorkommende gegenseitige Verschiebungen von *F* und *G* beweisen aber auch, dass man nicht immer die Columnen des Systems unverändert beibehielt (n. 18).

12. Col. H [1]

entspricht dem **anomalistischen Lauf der Sonne** und enthält die **monatlichen Aenderungen** ($\pm$) **der in Col. I befindlichen Zeitcorrectionen** (n. 16).

$$M = +\ 21^0 = +\ 1^h\ 24^m \qquad m = -\ 21^0 = -\ 1^h\ 24^m \qquad d = 6^0\ 47'\ 30''.$$

H ist Hilfscolumne von

13. Col. I.

Correction der in G angenommenen Dauer des synodischen Monats mit Rücksicht auf den anomalistischen Lauf der Sonne. (NB. Dieser entspricht nur in grober Annäherung dem in Col. *A*.) (n. 16.)

$$M = +\ 32^0\ 28' = +\ 2^h\ 9^m\ 52^s$$
$$m = -\ 32^0\ 28' = -\ 2^h\ 9^m\ 52^s.$$

(Hiernach bewirkt die Unregelmässigkeit des Sonnenlaufs allein eine Schwankung der Dauer des synodischen Monats von $4^h\ 19^m\ 44^s$.)

Aus *G* und *I* folgt

14. Col. K.

Endgiltig bestimmte Zeit zwischen je zwei aufeinander folgenden Conjunctionen oder Oppositionen (n. 13).

Hieraus ergeben sich in Verbindung mit einem durch eine Sonnen- oder Mondfinsterniss festgestellten Neu- oder Vollmonddatum in

15. Col. L

die Daten der (folgenden) Neu- und Vollmonde.

Hierbei fanden wir:

a) Die Daten weichen bis zu $\pm\ 2\frac{1}{2}$ Stunden von der Wirklichkeit ab. Der Grund hiervon liegt hauptsächlich darin, dass Col. *G* nicht den anomalistischen Mondlauf wiedergibt (nn. 19 u. 26).

b) Aus der Fehlerhaftigkeit der Daten ergibt sich natürlich auch die Unmöglichkeit, darauf eine Bestimmung des Alters der Rechnungstafeln zu gründen; es müssen hier andere Wege eingeschlagen werden (n. 26).

c) Doch kann ein Vergleich der errechneten Neumonddaten mit den chaldäischen der Tablets Nr. 272 und Sp. I, 162 dazu dienen, die Annahme

[1] Die Bedeutung von *H* und *I*, sowie die Entstehung von *K* aus *G* und *I* erklärt zu haben, ist das Verdienst Eppings. Die Arbeit des Verfassers beschränkte sich hierin auf den Nachweis derselben Bildungsgesetze in andern Tafeln, besonders in den Vollmond-Tafeln (n. 21).

Eppings: man habe in den Rechnungstafeln den Tagesanfang auf Mitternacht angesetzt, zu bestätigen.

d) Die Mangelhaftigkeit von *L* erklärt auch die Thatsache, warum die Mondephemeriden die Zeit der Mond- und Sonnenfinsternisse bald nahezu richtig, bald aber auch erheblich irrig angeben (n. 19).

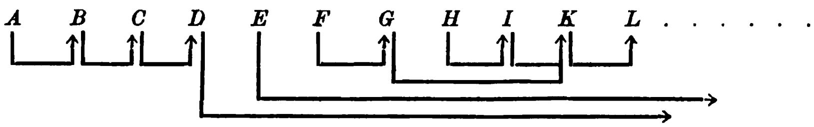
e) Die Col. *L* der Vollmondtafeln zeigt die Eigenthümlichkeit, dass zwischen dem Monatsnamen und dem Vollmondtag entweder 30 oder 1 steht; sie geben an, ob der vorhergehende Monat 30 oder bloss 29 Tage hatte (n. 21).

---

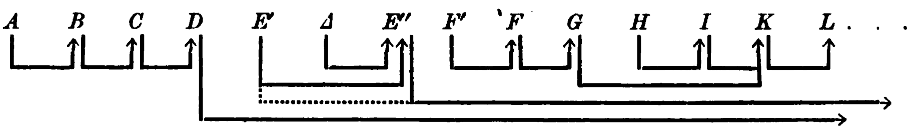
(63) Obige Inhaltsangabe der einzelnen Columnen möge schliesslich noch durch folgendes Schema, welches die Stellung derselben als Glieder eines Systems veranschaulicht, ergänzt werden. Die Richtung der Pfeile bedeutet die Hinordnung einer Columne zur andern. *D* und ganz gewiss auch *E* finden ihre Verwerthung erst in einer spätern (hier noch nicht bearbeiteten) Columne.

Graphische Darstellung von System I.

a) Nach Nr. 272.



b) Nach Nr. 99 und Sp. I, 148.



A = Wechselnde Winkelbewegung der Sonne während eines mittlern synodischen Monats;
B = Länge des Neu- oder Vollmondes;
C = Dauer des Tages (Tagebogen);
D = Dauer der halben Nacht;
E = Breite des Neu- oder Vollmondes (ausgedrückt in Halbgraden);
E' = Function der Neu- oder Vollmondbreite;
Δ = Hilfscolumne für *E''*;
E'' = Breite des Neu- oder Vollmondes (ausgedrückt in „ammat");
'F = Geschwindigkeit des Mondes (am Neu- od. Vollmondtag) = Winkelbewegung während 24^h;
F^v = „ „ „ „ „ „ = „ „ 4^h;
G = Dauer des synodischen Monats unter Voraussetzung einer gleichförmigen (mittlern) Sonnenbewegung;
H = Monatliche Aenderungen in der nachfolgenden Col. *I*, entsprechend dem anomalistischen Lauf der Sonne;
I = Zeitcorrectionsgrösse, welche in *G* zur Berücksichtigung des ungleichförmigen Sonnenlaufs angebracht wird;
K = Endgiltig bestimmte Zeit zwischen zwei aufeinander folgenden Conjunctionen oder Oppositionen;
L = Datum des Neu- oder Vollmondes (Mitternacht = 0^h).

Wollen wir endlich mit wenigen Worten die wichtigsten sichern Ergebnisse der Untersuchung von System I zusammenfassen, so dürfen wir behaupten:

1. Das System entspricht einem Ort von beiläufig 35^0 nördl. Breite, was mit mehreren Angaben von Ptolemäus und den Arabern in Bezug auf die Breite von Babylon im Einklang steht.

2. Sämtliche Perioden des Mondlaufs, und zwar nicht nur die anomalistische und synodische, sondern auch die siderische und drakonitische, sind sehr genau; die mittlere Geschwindigkeit des Mondes kannten die Chaldäer noch besser, als man bislang annahm. Das Maximum der Mondbreite zur Zeit der Syzygien ist recht befriedigend.

Die Breite wird bald in „ammat" (1 ammat = $2^0,5$), bald in Halbgraden (1 Halbgrad = 30 Bogenminuten) angegeben.

3. Das siderische Jahr sowie die ganze Darstellung des Sonnenlaufs, vor allem die grösste und kleinste Sonnengeschwindigkeit, zeugen trotz gewisser Mängel von hoher astronomischer Tüchtigkeit.

4. Sämtliche Mondperioden sowie das siderische Jahr (und somit die mittlere Sonnengeschwindigkeit) sind vollständig dieselben wie die des Hipparch bei Ptolemäus (Almag. lib. 4, c. 2; Halma I, 216 sqq.); die Priorität aber ist auf seiten der Chaldäer.

5. Die chaldäische Ekliptik ist fest; die Jahrespunkte liegen um 100 v. Chr. bei 8^0 $15'$ Arietis, Cancri, Librae, Arcitenentis und sind um 5^0 zu weit nach Osten, der Frühlingsanfang ist um 5 Tage zu spät.

6. In den chaldäischen Rechnungstafeln von System I bildet Mitternacht den Tagesanfang. (Bestätigung der schon von Epping auf anderem Wege erkannten Thatsache.)

7. Die berechneten Daten der Neu- und Vollmonde sind noch recht ungenau; daraus erwächst den Chaldäern kein Vorwurf; die vielen Unregelmässigkeiten des Mond- und Sonnenlaufs lassen sich nicht schematisch wiedergeben.

Hieraus erklären sich auch die fehlerhaften Angaben betreffs der Mond- und Sonnenfinsternisse in den Mondephemeriden.

Dritter Theil.

Der Mondlauf, die Syzygien und Finsternisse nach System II.

(64) Ein sehr ausgebildetes System von Mondrechnungen haben wir im ersten Theile dieses Buches bereits kennen gelernt. Aber es ist nicht die einzige Art, wie der Chaldäer die Unregelmässigkeiten des Erdtrabanten durch einen arithmetischen Mechanismus darzustellen suchte. Dies beweist zur Genüge die folgende Abhandlung, welche uns ein ganz neues System vorführt. Die Verschiedenheit desselben von dem früher behandelten beruht nicht in einem wesentlich andern Zwecke der ganzen Einrichtung, sondern vielmehr in einer wesentlich andern Auffassung und Behandlung ein und derselben Grössenklassen.

Zwei Columnen der hier zu untersuchenden Tablets, nämlich *C* und *D*, haben wir schon im II. Theile (Sonnenlauf, n. 29—49) in gebührender Weise ausgenutzt, um daraus die Lehre der Chaldäer über den Sonnenlauf zu entwickeln. Alles übrige liegt bislang noch im Dunkel, welches jedoch — so hoffen wir — durch die folgenden Erörterungen zum grössten Theil sich aufhellen dürfte.

Als Ausgangspunkt und zugleich als Leitfaden für den Zusammenhang der sieben ersten Columnen dient uns hier wiederum die Mondfinsternisstafel Nr. 93, welche wir schon bei der Untersuchung des Sonnenlaufs benutzten. Die arithmetischen Gesetze der einzelnen Columnen müssen jedoch wie dort hauptsächlich an den Syzygientafeln studirt werden. Diesen liegt in mehreren Fällen ganz dasselbe System zu Grunde wie Tablet Nr. 93, und gewiss sind sie vorzüglich dazu angefertigt, um daraus die Daten der ungefähr jedes halbe Jahr stattfindenden Finsternisse herauszuheben und in besondern Tafeln der Mond- und Sonnenfinsternisse zu vereinigen.

Diese theilweise parallele Untersuchung der Syzygien- und Finsternisstafeln gestattet uns, den ersten Haupttheil eines grossen Systems (II), welcher 12 Columnen umfasst, zu verstehen, und zwar nicht allein den Verlauf und Zweck der einzelnen Columnen, sondern auch ihr Zusammenwirken zu einem gemeinsamen Ziel klar zu erkennen.

Dieser erste Haupttheil des Systems II beginnt mit der Jahreszahl und dem Monat und schliesst mit dem Datum und der Tageszeit des Neu- oder Vollmondes, bezogen auf Sonnen**untergang** als Tagesanfang.

Von den Syzygientafeln, die herangezogen werden sollen, bieten freilich die einzelnen nur wenige und obendrein noch mangelhaft erhaltene Columnen; aber sie ergänzen sich wechselseitig, indem

Sp. II, 80 die Columnen *A, B;*
Sp. II, 110 „ „ . *B, C, D;*
Sp. II, 96 „ „ . . *C, D, E;*
Sp. I, 187 „ „ . . . *(D), E, F, G, H;*
Sp. II, 47 „ „ . . . *(D), E, — G, H;*
Sp. II, 99 „ „ . . . . *E, F, G, H;*
Sp. II, 74 „ „ . . . . *G, H, I, K;*
Sp. II, 581 „ „ . . . . *H, I, K;*
Sp. I, 137 „ „ . . . . *H, I, K, L;*
Sp. II, 54 „ „ . . . . *(H), I, K, L, M*

liefert. So ist zwischen Col. *A* und *M* eine sichere Verbindung hergestellt. Dabei muss allerdings bemerkt werden, dass die verschiedenen Fragmente nicht ein und demselben Tablet angehören, sondern sogar aus verschiedenen Jahren stammen. Dieser Umstand erschwert freilich die Untersuchung nicht wenig, ist aber für die Sicherheit der Erkenntniss des ganzen Systems belanglos.

Eine beruhigende Bestätigung für unsere Conjecturen und Rechnungen bietet glücklicherweise die schon früher erwähnte und benutzte Lehrtafel S + 2418, während andererseits die Zahlencolumnen der Mondrechnungstafeln den Sinn der technischen Ausdrücke jenes Tablets erschliessen helfen, die sonst in immerwährendes Dunkel gehüllt blieben.

Sämtliche Rechnungstafeln, welche in diesem dritten Theile untersucht werden, sind in den auf S. 117 bis 121 folgenden Tabellen ihrer genetischen Ordnung nach zusammengestellt; es sind getreue Uebertragungen der Strassmaierschen Copien.

Col. A.

Jahr der S. Ä. und Monat.

(65) Diese erste Columne *(A)* bietet in den Syzygientafeln (Sp. II, 80) nur das Jahr der seleucidischen Aera nebst dem Monat. In den Tafeln der Finsternisse dagegen kehrt ausserdem alle paar Jahre die Bemerkung wieder „5 Monate" (abgek. Zeichen). Dies geschieht überall dort, wo das Intervall zwischen zwei aufeinander folgenden Finsternissen nicht — wie gewöhnlich — 6, sondern nur 5 Monate beträgt. Diese Ausnahme kann nicht überraschen; sie beruht, wie bei Besprechung der Col. *E* (n. 75) klar wird, auf dem Zurückweichen der Knotenlinie. Merkwürdig ist jedoch, dass unter allen Schaltmonaten des grossen Tablets Nr. 93 (81—7—6) niemals ein zweiter Elul vorkommt. (Vgl. hierzu den Anhang des Buches.)

Col. B.

Der wechselnde Durchmesser des Mondes.

(66) Die hier auftretenden Zahlen scheinen zwischen den Grenzen $2^{I}\,17^{II}$ und $1^{I}\,58^{II}$ zu schwanken; sie umfassen bis zu 6 Ziffergruppen, von denen die 5 letzten in der Zahl 60 ihre obere Grenze haben. Daraus geht hervor, dass die Einheit der ersten Grössenklasse 60 Einheiten der folgenden enthält u. s. w. So viel erkennt man schon aus dem Finsternisstablet Nr. 93 (81—7—6). Ueber den

I.

Aus Nr. 93 81—7—6.

Obvers.

Zeile	Col. *A*	Col. *B*	Col. *C*	Col. *D*	Col. *E* I.	Col. *E* II.	Col. *F*	Col. *G*	Col. Ɏ
5.	(5 arah) Ad.	2 7 7 46 40 *tab*	1 22 30 Librae	2 54 15	1 42 34 58	*lal u*	0 18 12	13 20 *tab*	4 19 14 0 44 25
6.	139 [S. Ä.] Ul.	2 10 26 17 46 40 *lal*	20 36 Pisc.	3 12 56	1 53 38 24	*u lal*	1 32 24	14 22 *lal*	5 17 25 36 6
7.	Ad.	2 1 45 11 6 40 *tab*	20 36 Virg.	2 47 54(?)	38 30	*lal u*	10 59	11 54 *tab*	1 36 3 39 45
8.	140 „ Ul.	2 15 48 53 20 *lal*	9 45 Pisc.	3 27(?) 6(?)	50 29 26	*u u*	9 2 24	15 44 *lal*	1 40 26 19 10
9.	Ad.	1 59 13 20 *lal*	9 32 Virg.	2 39 58 48(?)	23 14 58(?)	*u lal*	21 16 28	11 32 *lal*	3 42 58 45 55
10.	141 „ Âbu	2 12 58 8 53 20 *tab*	29 22 30 Amph.	3 24 15	17 7 11(?)	*lal u*	20 15 12	14 48 *tab*	5 49 5 24 4 26
11.	Šab.	2 4 35 55 33 20 *lal*	28 28 Leonis	2 35 23(?) ?	24(?) 49(?) 33(?)	*? u*	31(?) 33 43(?)	12(?) 54(?) *lal*	13 20 22 14(?)
12.	142 „ Âbu	2 7 35 33 20 *tab*	19 Amph.	3 26 27	1 24 24	*lal u*	31 28	13 26 *tab*	2 26 22 12 24
13.	(5 arah) Teb.	2 12 44 26 40 *lal*	17 24 Cancri	2 24 59 12	1 45 47	*u lal*	13 50 *bat*	14 58 *lal*	2 13 41 22 42
14.	143 „ Sim.	1 59 27 2 13 20 *tab*	10 30 Capri	3 35 56	1 25 50 36	*lal u*	3(?) 6 34	11 22 *tab*	13 7 53
15.	Kisl.	2 16 2 35 33 20 *tab*	6 20 Cancri	2 24 29 20	54(?) 2 12	*u lal*	10 0 3 38	15 34 *tab*	3 18 11 42 42 12
16.	144 „ Sim.	2 1 31 28 53 20 *lal*	0 7 30 Capri	3 34 41	18 53 46	*lal u*	14 18 22	12 8 *lal*	2 1 8 8 53 20
17.	Kisl.	2 10 40 *tab*	25 16 Gem.	2 25 57 55(?)	17 42(?) 36	*u lal*	20 21 6	14 12 *tab*	1 20 24 27 34 33
18.	145 „ Sim.	2 6 54 4 26 40 *lal*	19 45 Arcit.	3 33 18	48 43	*lal u*	25 31 10	13 30 *lal*	5 23 45(?) 24 4 26 40
19.	Kisl.	2 5 17 24 26 40 *tab*	14 12 Gem.	2 27 26 24	1 19 27 24	*u lal*	30 38(?) 34	13 50 *tab*	2 34(?) 9 23 27 24 26 40
20.	146 „ Airu	2 12 16 40 *lal*	9 22 30 Arcit.	3 31 45	1 55 59 48	*lal u*	26 43 58	14 52 *lal*	5 47(?) 34 9 4 26 40
21.	(5 arah) Tišr.	1 58 27 2 13 20 *lal*	3 8 Tauri	2 44 35(?) 40	1 51 19 12	*u lal*	(?)1 8 2(?) *bat*	11 22 *lal*	32 43 14 26 40

(Randtitel: ša ûmu 14-tu.)

NB. Etwa 3 Zahlencolumnen sind am Ende weggebrochen.

II. Sp. II, 80 (Eckstück einer grossen Tafel).

Obvers							Revers								
Col. *A*	Col. *B*						Col. *A*	Col. *B*						Col. *C*	
Adâru I	.	.					Jahr: 194 S. Ä. Nisannu	2	0	41	41	4	40	21	21
Adâru II	2	14	.	.	.	.	Airu	2	3	37	22(?)	40		19	.
Nisannu	2	15	.	.	.	.	Simannu	2	5	23	42	13	20	17(?)	
Airu	2	12	.	.	.	.	Dûzu	2	9	9	37	46	40	.	
Simannu	2	9	42	.	.	.	Âbu	2	11	55	33	20	0		
Dûzu	2	5	56				Ulûlu	2	14	41	28	53	20		
Âbu	2	4	?	45	.	.	Tišrîtu	2	16	42	13	20	0		
Ulûlu	2	1	25	.			Araḫ-s.	2	13	56	17	.	.		
Tišrîtu	1	58	39	4	26	40	Kislimu	2	11	10	22(?)	.	.		
Araḫ-s.	1	59	43(?)	46	40	.	Tebitu	2	8	24	.	.	.		
Kislimu	2	2	28	43	13	.	Šabâtu	2	5	38	.	.	.		
Tebitu	2	5	14(?)	36(?)	46(?)		Adâru	2	2	51(?)	.	.	.		
Šabâtu	2	8	0	.	.	.	.	2	0	.	.	.	.		
Adâru	2	10	45(?)	58	.	.	.	.	.	57	.	.	.		

III. Sp. II, 110.

Obvers: Ina a-mat Bel u Bilit-ia purussû. (Alles übrige vom Obvers ist zerstört.)

Revers.

Zeile	Col. *B.*						Col. *C*				Col. *D*			
1.	.	.	.	.	.	.				Scorpii	3	19	25	
2.	2	1	1	6	40		7	15		Arcitenentis	3	30	54	
3.	1	3	47	2	13	20	5	22	30	Capri	3	33	23	
4.	.	6	32	47	46	40	3	40		Aquarii	3	32	52	
5.	.	9	18	43	20		1	37	30	Piscium	3	23	21	
6.	.	12	4	48	53			52		Arietis	3	6	5	20
7.	.	14	50	44	26	40		52		Tauri	2	46	5	40
8.	.	16	32	57	46	40		52		Geminorum	2	31	39	12
9.	.	13	47	2	13	20		52		Cancri	2	25	13	4
10.	.	11	1	6	40			52		Leonis	2	26	46	48
11.	.	8	15	11	6	40		52		Virginis	2	36	20	48
12.	2	5	29	15	33	20		37	30	Librae	2	53	45	
13.	.	2	43	20			28	45		Librae	3	12	30	

IV. Sp. II, 96.

Obvers.

Zeile	Col. *C*				Col. *D*				Col. *E* I.				Col. *E* II.	Col. *G* (wahrscheinlich)
1.	30(?)	11	15	Arietis	3	12	48	30	4	50	51	33	*lal u*	10(?)
2.	27	18	45	Tauri	3	26	45	40	2	51(?)	5	41	*lal u*	10(?)
3.	25(?)	26	15	Gemin.	3	34	3	30		39	19	42	*u u*	10(?)
4.	23	52	45	Cancri	3	34	11	30	3	30	25	33	*u u*	
5.	21	21	15	Leonis	3	27	19	30	3	29	11	.	. .	
6.		20	16	Virginis	3	13	9	20	4(?)	54	14	3	. .	
7.		20	16	Librae	2	53	9	20	4	57	58	21(?)	. .	
8.		.	16	Scorpii	2	35	53	36	2	21	42	31(?)	. .	
9.		.	.	Arciten.	2	25(?)	37	52	1	13	5(?)	.	. .	
10.		.	.	.	2	25	22	8	3	54	18(?)	.	. .	
11.		.	.	.	2	32	6	24	6	1	4	.	. .	
12.		.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. .	
13.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	. .	

NB. Col. *F* fehlt hier. Die Rückseite ist vollständig zerstört.

V. Sp. I, 187 (Mittelstück einer grossen Tafel).

	Zeile	Col. *D*	Col. *E* I.	Col. *E* II.	Col. *F*	Col. *G*	Col. *H*
Obvers.	1.	. . . .	. . . .	. .	. . . .	15 14	2 40
	2.	. . . .	. . . .	. .		14 32	2 49 33 . . . .
	3.	. . . .	. . . .	. .		13 50	3 15 4 56 57 46 40
	4.	. . . .	. . . .	. .	(leerer Raum)	13 8	3 40 53 34 48 53 20
	5.	. . . .	. . . .	*u lal*		12 26	4 6 42 13 20
	6.	. . . .	3 43 42 45	*u lal*		11 44	4 32 30 41 51 6 40
	7.	. . 25 40	44 8 6	*u lal*	8 22 39 *rim*	11 6	4 45 2 47 46 30 .
	8.	. 1 18 40	2 52 11 39	*lal lal*		11 48	4 45 45 54 32 . .
	9.	. . 2 12	4 57 27 20	*lal lal*		12 30	4 19 58 17 2 12 .
	10.	. . 7 44	7 3 43 3	*lal lal*	(leerer Raum)	13 ?	3 54 8 38 31 5 .
	11.	. . . 16	5 14 1 15	*lal u*		13 54	3 28 20
	12.	. . . 48	3 7 45 33	*lal u*		14 36	3 2 31 21 . . .
	13.	. . . 30	16 14 18	*u* —	20 6 23 *rim*	15 18	2 51 34 . . . .
Revers.	1.	. . .1 25	1 7 43 12	*lal u*	26 41 *bat* (?)	. .	. . . .
	2.	. . .7 24	3 44 37 17	*lal u*		. .	. . . .
	3.	. . .4 13	5 43 23 .	*lal u*		. .	. . . .
	4.	. . .4 2	6 41 51 18	*lal u*	(leerer Raum)	. .	. . . .
	5.	. . .6 51	4 43 5 36	*lal u*		. .	. . . .
	6.	. 1 18 40	2 42 11 54	*lal u*		. .	. . . .
	7.	. 2 28 40	1 12 7 36	*u* —	20 22 3 (?)	. .	. . . .
	8.	. 25 23 12	3 54 19 20	— *u*		14 51 (?)	. . . .
	9.	. 26 27 44	6 0 35 .	*u u*	(leerer Raum)	14 10	. . . .
	10.	. 25 22 16	6 17 9 .5	*u lal*		13 28	. . . .
	11.	. 32 36 48	4 10 . .	*u lal*		12 45	. . . .
	12.	. .7 41 20	1 45 . .	*u lal*	8 34 *bat*	14 4	. . . .
	13.	. . .2 40	2 20 . .	*lal lal*		11 32	. . . .

VI. Sp. II, 47.

	Col. *D*	Col. *E* I.	Col. *E* II.	Col. *G*	Col. *H*
Obvers.		: : : :	: :		
	. . . .	5 33 12	. .	. .	. . . .
	. . . .	4 47 55 30 (?)	. .	. .	. . . .
	. . . .	3 31 39 51	*u lal*	. .	. . . .
	. . . .	. 46 48 18	*u lal*	14 .	. . . .
	. . . .	. 55 51 33	*lal lal*	13 46	3 . . . . . .
	. . . .	. . 7 15	*lal lal*	13 4	3 43 6 . . . .
	. . . .	. . 22 57	*lal lal*	12 22	4 7 54 48 . . .
	. . . .	. . 14 21	*lal u*	11 40	4 33 43 27 24 . .
	. . . .	. . .8 39	*lal u*	11 10	4 55 34 4 26 . .
	. . . .	. . .5 54	*lal u*	11 52	4 44 33 20 . . .
	. . . .	. . . 45	*u u*	12 34	4 18 54 41 28 56 20
	. . . .	. . .8 27	*u u*	13 16	3 52 46 2 57 46 40
	. . . .	. . 44 9	*u u*	13 48	3 27 7 25 26 19 .
	. . . .	. . .2 9	*u lal*	14 20	. . . .
Revers.	: : : :	: : : :	: :	: :	: : : : : : :
	. . . .	. . . .	*u lal*	11 14	4 53 17 24 23 41 (?) .
	. . . .	. . . .	*u lal*	11 56 (?)	4 41 40 29 37 46 .
	. . . .	. . . .	*u lal*	12 38	4 15 51 52 6 . .
	. . . .	. . . .	*lal lal*	13 20	3 50 3 12 35 30 .
	. . . .	. . . 14	*lal lal*	14 2	3 24 14 34 4 36 .
	. . . .	. . . 27	*lal lal*	14 44	2 54 26 (?) 55 33 (?) . .
	. . . .	. . 59 51	*lal u*	15 26	2 40 35 56 33 . .
	. . . .	. . . .	*lal u*	15 46	2 40
	. . . .	. . . .	*lal u*	15 4	2 40 23 (?) . . . .
	. . 27 30	2 51 32 15	*u u*	14 22	2 54 58 (?) . . . .
	. .4 55 30	4 40 17 .7	*u u*	13 40	3 30 . . . . .
	. 33 23 30	6 (?) 59 3 39	*u u*	12 48	3 20 . . . . .
	. 34 51 30	5 36 10 59 (?)	*u lal*	12 16	. . . .
	. 39 20 30	3 37 24 55 (?)	*u lal*	11 34	. . . .
	. .4 52 40	52 20 30	*u lal*	11 14	. . . .
	. . .2 40	2 52 5 27	*lal lal*	11 .	. . . .
		4 58 21 9	*lal lal*	. .	. . . .

NB. Wie in Sp. II, 96 fehlt auch hier Col. *F*.

VII. Sp. II, 99 (Mittelstück einer grossen Tafel).

	Zeile	Col. *E* I.				Col. *E* II.		Col. *F*	Col. *G*		Col. *H*						
Obvers.	1.	.	.	.	8	*u*	*u*	20 6 23 *rim*	15	18	2	41	.	.	.	.	.
	2.	.	.	.	1	*u*	*u*		15	54	2	40					
	3.	.	.	.	2	*u*	*u*		15	12	2	40					
	4.	.	.	.	1	*u*	*lal*	(leerer Raum)	14	30	2	50	48	.	.	.	.
	5.	.	.	.	.	.	*lal*		13	48	3	16	31	21	25	.	.
	6.	.	.	.	.	.	.		13	6	3	42	20				
	7.	.	.	.	.	.	.	18 40 7 *rim*	12	24	4	8	8	38	31	6	.
	8.	.	.	.	.	.	.		11	42	4	33	57	17	2	12	.
	9.	.	.	.	.	.	.		11	8	4	55	40				
	10.	.	.	.	.	.	.	(leerer Raum)	11	50	4	54	19	30	21	.	.
	11.	.	.	.	.	.	.		11	20	.	.	.	.	.	.	.
	12.	.	.	.	.	.	.		11	.	.	.	.	.	.	.	.
	13.	.	.	.	.	.	.	. . . .	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	14.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.
Revers.	1.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2.	.	.	.	.	.	.		.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3.	.	.	.	.	.	.	(leerer Raum)	12	.	.	.	.	.	.	.	.
	4.	.	.	.	.	.	.		12	.	.	.	.	.	.	.	.
	5.	.	.	.	.		*u*		13	.	3	.	.	.	.	.	.
	6.	.	.	.	.	*lal*	*u*	2 9 50 *bat*	14	26	3	11	.	.	.	.	.
	7.	.	.	.	45	*lal*	*u*		14	58	2	59	.	.	.	.	.
	8.	.	.	1	54	*u*	*u*		15	40	2	50 (?)	.	.	.	.	.
	9.	.	11	27	36	*u*	*u*	(leerer Raum)	14	32	2	40 (?)	.	.	.	.	.
	10.	.	.	16	42	*u*	*lal*		14	50	2	.	.	.	.	.	.
	11.	.	.	1	.	*u*	*lal*		14	8	2	.	.	.	.	.	.
	12.	.	.	.	26	*u*	*lal*	10 8 54 *rim*	13	26	.	.	.	.	.	.	.
	13.	.	.	.	24	*lal*	*lal*	(leerer Raum)	12	45	.	.	.	.	.	.	.
	14.	.	.	.	6	*lal*	*lal*		.	.	.	.	.	.	.	.	.

VIII. Sp. II, 74 (Fragment aus der Mitte einer grossen Tafel).

Obvers:

Zeile	Col. *G*		Col. *H*							Col. *I*					Col. *K*			
1.	.	.	4	11	8	.	.	13	20	47	33	8	40	*lal*	9	28	45	*lal*
2.	.	.	4	36	57	2	13	40		57	3	45		*lal*	8	14		*lal*
3.	.	.	4	56	21	41	6	40		57	3	45		*lal*	4	24		*lal*
4.	.	.	4	41	19	45	11	6	40	57	3	45		*lal*	1	14		*lal*
5.	.	.	4	15	31	6	40			57	3	45		*lal*	2	18		*tab*
6.	.	.	3	49	42	28	8	53		57	3	45		*lal*	5	45		*tab*
7.	.	.	.	23	58	49	37	46	40	3	45	34 (?)	30	*lal*	9	57	25	*tab*
8.	.	.	.	.	.	11	6	40							9	52	32	*tab*
9.	.	.	.	.	.	.	53	20	.						5	42	32	*tab*
10.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	(leerer Raum)					1	42	32	*tab*
11.	.	.	.	.	.	.	.	.	.						2	7	28	*lal*
12.	.	.	.	.	.	.	.	.	.						5	6	.	.

Revers (ist fast völlig abgerieben; doch finden sich unverkennbare Spuren von *F*, *G* und *H* in den letzten drei Zeilen):

Col. *G*		Col. *H*							Col. *I*			Col. *K*			
11	30	3	51	13	10	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
12	12	4	26	15	48	8	53	20	.	.	.	.	.	.	.
12	54	4	0	27	9	27	46	40	57	3	.	.	.	.	.

IX. Sp. II, 581.

		Col. *H*							Col. *I*					Col. *K*	
53	3	3	0	.	.	.	.	.							
	44	3	19	24	12	.	.	.							
		3	45	12	50	22	21	.							
		4	11	1	28	53	20	.							
		4	36	50	8	24	26	40							
		4	56	20	22	13		20							
		4	41	36	40				12	.	.				
		4	15	38	1	28	53	20	57	3	45				
	58	3	49	49	22	57	46	40	57	3	45				
		3	24	0	44	26 (?)	40		57	3	45		*lal*		
	42	2	58	12	5	55	23	20	57	3	45		*lal*		
		2	40	32	57	43	40		57	3	45		*lal*	3	
		2	40						39	26	11	30	*lal*	7	.
		2	40	5										10	uš
		1	55	1	58	31	6	40						8	10 (?)
		.	10	50	37	2	13	20	(leerer Raum)					4	21
		.	.	39	15	32	20							1	21
		.	.	.	55 (?)	4	26	40						3	34 (?)
		.	.	.	.	34	32	20						7	36
		.	.	.	.	.	20		48	3	33	30	*lal*	9	20 (?)

X. Sp. I, 187 (Obvers).

Col. *H*							Col. *I*					Col. *K*				Col. *L*		
.	.	.	.	46	40													
.	.	.	24	25	40		50 (?)	.	.	.	.							
4	41	40	29	37	46	40	50 (?)	.	.	.	.							
4	15	51	51	6	40		30 (?)	.	.	.	.							
3	50	3	12	25	33	20						10	uš		*tab*			
3	24	14	34	4	26	40						7	52		*tab*	3	.	.
2	58	25	55	33	20		(leerer Raum)					3	52		*tab*	3	2	.
2	40	38 (?)	55	23	20								8		*lal*	2	40	.
2	40											4	8		*lal*	2	35	50 (?)
2	40	21	51	6	40							8	8		*lal*	2	32	12 (?)
2	44 (?)	48	8	53	20		55	9	27	30	*lal*	9	23	55		2	50	14 (?)

NB. Vom Revers sind nur ein paar Zahlen erhalten.

XI. Sp. II, 54 (mittlerer Theil einer grossen Tafel).

Zeile		Col. *H*				Col. *I*					Col. *K*				Col. *L*			Col. *M*				
Obvers.	1.	.	.	20		57	3	45		*lal*	9	20	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	2.	.	8	53	20	57	3	45		*lal*	7	35	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	3.	.	.	.	.	57	3	45		*lal*	4	5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
	4.	.	.	6	40	57	3	45		*lal*	0	35	.	*lal*	.	.	.	.	.	.	.	.
	5.	.	2	13	20	57	3	45		*lal*	2	55	.	*tab*	.	.	.	.	.	.	.	.
	6.	.	.	33	20	51	3	9	30	*lal*	6	28	55	*tab*	.	.	.	.	.	.	.	.
	7.	.	55	33	20						10	uš		*tab*	.	.	.	.	.	.	.	.
	8.	.	31	6	40						.	.	5	*tab*	.	.	.	.	.	.	.	.
	9.	.	.	.	.	(leerer Raum)					.	.	6	*tab*	.	.	.	.	.	.	.	.
	10.	.	.	.	.						.	.	6	*tab*	.	.	.	.	.	.	.	.
	11.	.	28	53	20						.	.	4	*lal*	3	.	.	Ṭebitu	.	.	.	.
	12.	.	57	45	40						6	49	4	*lal*	3	41	51	Šabâtu	.	.	.	.
	13.	.				36[1]	23	35	30	*lal*	9	36	5	*lal*	3	54		Adâru	.	.	.	.
Revers.	1.	.	.	.	40	41	3	45	.	*lal*	9	22	30	*lal*	3	22	50	Nisannu	14	.	.	.
	2.	.	.	.	.	.	.	.	.	*lal*	5	42	30	*lal*	2	50	41	Airu	15	.	.	.
	3.	.	.	.	.	.	.	.	.	*lal*	2	12	30	*lal*	2	28	23	Simannu	14	4	.	.
	4.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	17	30	*tab*	2	6	4	Dûzu	15	.	.	.
	5.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	30	*tab*	1	49	16	Âbu	14	.	.	.
	6.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	10	10	*tab*	2	26	6	Ulûlu	13	.	.	.
	7.	.	.	.	.						.	.	.	*tab*	2	50		Tišrîtu	13	.	.	.
	8.	.	.	.	.						.	.	.	*tab*	2	58	37	Araḫ-s.	12	4	.	.
	9.	.	.	.	.						.	.	56	*tab*	3	20	22	Kislimu	13	2	.	.
	10.	.	.	.	.						.	49	4	*lal*	3	42	10	Ṭebitu	12	5	.	.
	11.	.	.	.	.						4	49	4	*lal*	4	3	59	Šabâtu	13	.	.	.
	12.	.	.	.	.						8	43	54	*lal*	4	18	18	Adâru	.	.	.	.
	13.	.	.	.	.						9	22	30	*lal*	3	49	30	Nisannu	.	.	.	.

[1] In der Strassmaierschen Copie steht 36 unter 40.

nähern gesetzmässigen Verlauf der Columne gibt jedoch erst Sp. II, 80 und Sp. II, 110 Aufschluss. Letzteres stellt zugleich die Verbindung mit dem Folgenden her.

Sp. II, 80.

Obvers (?).

Zeile	Col. *A*	Col. *B*					
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
1.	Adâru I	2	13	28	19	1	20
2.	Adâru II	2	16	9	4	34	40
3.	Nisannu	2	15	14	37	46	40
4.	Airu	2	12	28	42	13	20
5.	Simannu	2	9	42	46	40	0
6.	Dûzu	2	6	56	51	6	40
7.	Âbu	2	4	10	55	33	20
8.	Ulûlu	2	1	25	0	0	0
9.	Tišrîtu	1	58	39	4	26	40
10.	Araḫ-samna	1	59	42	46	40	0
11.	Kislimu	2	2	28	42	13	20
12.	Tebitu	2	5	14	36	46	40
13.	Šabâtu	2	8	0	32	20	0
14.	Adâru	2	10	46	27	52	20
		(unten letzte Zeile)					

Revers (?).

Zeile	Col *A*	Col. *B*					
	194 S. Ä.						
1.	Nisannu	2	0	51	51	6	40
2.	Airu	2	3	37	46	40	0
3.	Simannu	2	6	23	42	13	20
4.	Dûzu	2	9	9	37	46	40
5.	Âbu	2	11	55	33	20	0
6.	Ulûlu	2	14	41	28	53	20
7.	Tišrîtu	2	16	42	13	20	0
8.	Araḫ-samna	2	13	56	17	46	40
9.	Kislimu	2	11	10	22	13	20
10.	Tebitu	2	8	24	26	40	0
11.	Šabâtu	2	5	38	31	6	40
12.	Adâru	2	2	52	35	33	20
13.	Nisannu	2	0	6	40	0	0
14.	Airu	1	58	15	11	6	40
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Sp. II, 110 (Revers).

Zeile	Col. *B*					
1.	1	58	15	11	6	40
2.	2	1	1	6	40	
3.	2	3	47	2	13	20
4.	2	6	32	57	46	40
5.	2	9	18	53	20	
6.	2	12	4	48	53	20
7.	2	14	50	44	26	40
8.	2	16	32	57	46	40
9.	2	13	47	2	13	20
10.	2	11	1	6	40	
11.	2	8	15	11	6	40
12.	2	5	29	15	33	2
13.	2	2	43	20		

In Sp. II, 110 ist Col. *B* deutlich erhalten; nur die erste Abtheilung der Ziffern ist abgebrochen (es ist nur je ein aufrechter Keil sichtbar). Da jedoch Sp. II, 80 in allen übrigen Theilen vollständige Gleichartigkeit aufweist, so kann die Richtigkeit der mit Hilfe dieses Tablets vorgenommenen Ergänzungen nicht beanstandet werden. Man erkennt jetzt leicht, dass sich die ganze Columne von Glied zu Glied durch Addition (bis zum Maximum) oder durch Subtraction (bis zum Minimum) einer und derselben Grösse regelmässig aufbaut. Die regelmässige Differenz ist

$$d = 0^{\mathrm{I}}\ 2^{\mathrm{II}}\ 45^{\mathrm{III}}\ 55^{\mathrm{IV}}\ 33^{\mathrm{V}}\ 20^{\mathrm{VI}}.$$

Nur an den Grenzübergängen ist eine scheinbare Störung zu bemerken. Zum Glück sind gerade hier die Zahlen gut erhalten.

Ein Maximum liegt zwischen B_6 und B_7 von Sp. II, 80 (Revers).

Der Maximalwerth der Col. *B* ist daher $= \frac{B_6 + B_7 + d}{2}$;

$$\begin{aligned} B_6 &= 2^{\mathrm{I}}\ 14^{\mathrm{II}}\ 41^{\mathrm{III}}\ 28^{\mathrm{IV}}\ 53^{\mathrm{V}}\ 20^{\mathrm{VI}} \\ B_7 &= 2\ \ 16\ \ 42\ \ 13\ \ 20\ \ 0 \\ d &= \quad 2\ \ 45\ \ 55\ \ 33\ \ 20 \end{aligned}$$

$$\text{Max.} = \frac{4^{\mathrm{I}}\ 34^{\mathrm{II}}\ 9^{\mathrm{III}}\ 37^{\mathrm{IV}}\ 46^{\mathrm{V}}\ 40^{\mathrm{VI}}}{2} = 2^{\mathrm{I}}\ 17^{\mathrm{II}}\ 4^{\mathrm{III}}\ 48^{\mathrm{IV}}\ 53^{\mathrm{V}}\ 20^{\mathrm{VI}}.$$

In Sp. II, 110 findet man zwischen B_7 und B_8 genau dasselbe Maximum.

Das Minimum lässt sich aus B_9 und B_{10} von Sp. II, 80 (Obv.) bestimmen: denn es ist der Minimalwerth $= \frac{B_9 + B_{10} - d}{2}$;

$$\begin{array}{lllllll} B_9 & = 1^{I} & 58^{II} & 39^{III} & 4^{IV} & 26^{V} & 40^{VI} \\ B_{10} & = 1 & 59 & 42 & 46 & 40 & 0 \\ d & = & 2 & 45 & 55 & 33 & 20 \end{array}$$

$$\text{Min.} = \frac{3^{I}\ 55^{II}\ 35^{III}\ 55^{IV}\ 32^{V}\ 20^{VI}}{2} = 1^{I}\ 57^{II}\ 47^{III}\ 57^{IV}\ 46^{V}\ 40^{VI}.$$

Wir haben oben bemerkt, dass ähnliche Zahlen in der Col. *B* der Mondfinsternisstafel Nr. 93 vorkommen. Es ist von vornherein wahrscheinlich, dass hier eine vollständige Gleichartigkeit vorliegt. Um den Beweis hierfür zu erbringen, bleibt uns nichts anderes übrig, als von einem bestimmten Werthe von *B* in Nr. 93 nach dem bereits erkannten Bildungsgesetz von *B* in Sp. II, 80 auf die nächstfolgenden Werthe überzugehen. Gelingt dies, so ist die Identität beider Columnen dargethan. Bevor wir jedoch diesen Versuch anstellen, müssen wir auf gewisse Zeichen achten, die den Zahlen von *B* der Finsternisstafel beigegeben sind. Es sind die schon von früher bekannten: *tab* und *lal*, welche in den Mondrechnungen der Neulichttafeln die Bedeutung hatten: „zu addiren“ und „zu substrahiren“. Dieser Sinn ist hier ausgeschlossen; denn die Zeichen *tab* und *lal* fehlen in der Col. *B* der Syzygientafeln Sp. II, 80 und Sp. II, 110 vollständig, und niemand wird ohne diese Angabe herausfinden, welche Zahl positiv und welche negativ zu nehmen wäre. Aber es ist noch eine zweite Deutung möglich: *tab* könnte aussagen, dass die fragliche Grösse noch im Zunehmen begriffen, *lal* dagegen, dass sie bereits im Abnehmen begriffen sei. Dies ist in der That der wahre Sinn der Zeichen an dieser Stelle, wie folgende Probe beweist. Gehen wir beispielsweise von B_7 *tab* aus, so kommen wir durch fünfmalige Addition der regelmässigen Differenz *(d)* zunächst zu einem Werth, der noch unterhalb des idealen Maximums liegt. Im folgenden (6.) synodischen Monat wird letzteres überschritten, und wir gelangen zu B_8 *lal*. Rücken wir um 6 synodische Monate weiter, d. h. subtrahiren wir 6 *d*, so kommen wir, ohne das ideale Minimum zu überschreiten, zu einer Zahl, die mit B_9 *lal* vollkommen übereinstimmt u. s. w. Zum Belege folgt die Genesis der Werthe B_7 bis B_{11}:

(B_7) =	2^{I}	1^{II}	45^{III}	11^{IV}	6^{V}	40^{VI}	*tab* (= zunehmend)
+ 5 *d* (=	0	13	49	37	46	40)	
	2	15	34	48	53	20	
							(Maximum)
(B_8) =	2	15	48	53	20	0	*lal* (= abnehmend)
— 6 *d* (=	0	16	35	33	20	0)	
(B_9) =	1	59	13	20	0	0	*lal* (= abnehmend)
							(Minimum)
	1	59	8	31	6	40	
+ 5 *d* (=	0	13	49	37	46	40)	
(B_{10}) =	2	12	58	8	53	20	*tab* (= zunehmend)
+ *d* (=	0	2	45	55	33	20)	
	2	15	44	4	26	0	
							(Maximum)
	2	15	39	37	46	20	
— 4 *d* (=	0	11	3	42	13	0)	
(B_{11}) =	2	4	35	55	33	20	*lal* (= abnehmend).

Jetzt ist auch sofort verständlich, warum in der Col. B der Syzygientafeln die Ausdrücke *tab* und *lal* ganz fehlen. Ein Blick genügte ja, um zu sehen, ob die Zahlenwerthe an einer bestimmten Stelle im Steigen oder Fallen waren. Der Grund freilich, warum dieser Umstand überhaupt von Bedeutung war, kann erst ausfindig gemacht werden, nachdem wir das Wesen der Columne erkannt haben.

(67) Um hierüber Klarheit zu gewinnen, ist es vor allem nothwendig, die Periode zu erforschen, auf die sich Col. B gründet. Wir verfahren hierbei wie früher in analogen Fällen, indem wir zunächst bestimmen, wie viele (n) synodische Monate zwischen zwei Maxima liegen; dies geschieht bekanntlich nach der Formel

$$n = \frac{2\ (\text{Max.}-\text{Min.})}{\text{Diff.}}$$

Setzen wir die Werthe ein, so erhalten wir $n = 13\frac{4}{4}\frac{2}{4}\frac{3}{8}$. Nach der ebenfalls früher schon gegebenen Erklärung entfallen auf diese Zeit $n + 1 = 14\frac{4}{4}\frac{2}{4}\frac{3}{8}$ der in Rede stehenden Perioden. Es kommen somit auf 6247 synodische Monate 6695 Perioden. Da der mittlere synodische Monat $29^d,53059136$ dauert, so folgt die Länge unserer Periode aus der Proportion

$$29{,}53059136 : x = 6695 : 6247,$$
$$x = 27^d\ 13^h\ 18^m\ 31^s{,}9\ (= 27^d{,}554536).$$

Dies ist ziemlich genau die Zeit eines mittleren anomalistischen Umlaufs.

Das Maximum der Col. B steht daher entweder mit dem Perigäum oder dem Apogäum der Mondbahn in Zusammenhang. Die Entscheidung dieser Frage wird nun freilich das chaldäische System in seinem weitern Verlauf selbst geben. Es wird sich dabei herausstellen, dass das Maximum unserer Col. B dem Perigäum, das Minimum dem Apogäum der Mondbahn entspricht.

Zum gleichen Resultat können wir auch jetzt schon durch den rechnerischen Nachweis gelangen, dass der Unterschied der Mondlänge, welche dem Maximum von B einer Tafel von bekanntem Alter (Nr. 93) entspricht, und der Länge eines sichern Perigäums (etwa aus der schon untersuchten Tafel Nr. 272) der Verschiebung des Perigäums gleichkommt, welche sich innerhalb der Zeitpunkte jenes Maximums in B und dieses Perigäums vollzieht.

Wir haben also nur diese beiden Zeitpunkte und die zugehörigen Längen festzustellen. In Nr. 93 geht $B_{15} = 2^{I}\ 16^{II}\ 2^{III}\ 35^{IV}\ 33^{V}\ 20^{VI}$ *tab* unmittelbar einem Maximum (M) voraus; zum letzteren fehlen nur $1^{II},037$. Nach dem babylonischen Schema ändert sich aber B innerhalb eines halben anomalistischen Monats ($= 13^d,7773$) um den Betrag:

$$M - m = 0^{I}\ 19^{II}\ 16^{III}\ 51^{IV}\ 6^{V}\ 40^{VI} = 19^{II},281.$$

Die Zeit, welche von B_{15} bis M verstreicht, ist somit $t = \frac{13{,}7773 \cdot 1.037}{19{,}281} = 0^d{,}741$ oder rund 18^h.

Nun gehört B_{15} zu einem Vollmond des Kislimu 143 S. Ä. = — 168 Ch. Ä. 26. December 16^h; der Zeitpunkt des M ist also — 168 Ch. Ä. December $27^d\ 10^h$.

Die zugehörige Länge berechnet sich aus Col. C. $C_{15} = 6^0\ 20'$ Cancri. Da aber der Mond nach der Opposition noch um $0^d,74$ weiterläuft, bis er M erreicht und während dieser Zeit noch etwa $15 \cdot 0{,}74 = 11^0$ zurücklegt, so ist die Länge von $M = 17^0\ 20'$ Cancri.

Andererseits findet sich in Nr. 272 zwischen F_{36} und F_{37} ein Maximum (Perigäum). Der Neumond auf Zeile 36 gehört dem 29. Tebitu 210 S. Ä. = — 100 Ch. Ä. Jan. $20^d\ 22^h$ an. Die Länge dieses Neumondes ist $0^0\ 16'$ Aquarii. Die Zeit, die von der Conjunction bis zum Perigäum verstreicht, ergibt sich ähnlich wie vorhin = $1^d\ 3^h$. Also war — 100 Jan. $22^d\ 1^h$ der Mond im Perigäum. Nehmen wir für die Zeit von $1^d\ 3^h$ eine Verschiebung des Mondes von 17^0 an, so beträgt die Länge jenes Perigäums $17^0\ 16'$ Aquarii.

Zwischen $17^0\ 20'$ Cancri und $17^0\ 16'$ Aquarii ist aber eine Differenz von rund 210^0.

Sehen wir nun zu, ob das Perigäum von —168 Ch. Ä. Dec. $27^d\ 10^h$ bis — 100 Ch. Ä. Jan. $20^d\ 22^h$, d. h. während eines Zeitraumes von $24496^d,25$ wirklich einen solchen Bogen durchläuft.

In $3232^d,57$ führt das Perigäum eine volle Revolution aus; in $24496^d,25$ daher $\frac{24496,25}{3232,57} = 7,5779$ Revolutionen, d. h. ausser 7 Umläufen noch $0,5779 \cdot 360^0 = 208^0$. Dieser Werth stimmt bis auf 2^0 mit der oben erhaltenen Differenz überein.

Vorstehende Bauschrechnung ist für unsern Zweck: festzustellen, dass das Maximum der Col. B in den Finsternisstafeln das Perigäum bezeichnet, vollauf genügend. Eine genauere Rechnung ist sogar zwecklos, da wir wissen, dass die Längenpositionen des Mondes nach dem babylonischen Schema nur in roher Annäherung mit der Natur übereinstimmen können. In gleicher Weise liesse sich zeigen, dass das Minimum von B mit dem Apogäum zusammentrifft. Doch dies ist nach dem Vorausgegangenen schon ohnehin klar, da wir ja wissen, dass vom Maximum zum Minimum ein halber anomalistischer Monat verfliesst, mithin einem Minimum nothwendig ein Apogäum des Mondes entspricht.

(68) Dabei können wir natürlich nicht stehen bleiben; denn uns interessirt vor allem die Frage: welche Grössenklasse wird durch Col. B repräsentirt?

Von allen Werthen, deren Grösse an die Periode des anomalistischen Monats in der Weise geknüpft ist, dass sie bis zum Perigäum steigen und von da bis zum Apogäum fallen, bieten sich uns nur zwei dar: der scheinbare Durchmesser der Mondscheibe und die Mondgeschwindigkeit (resp. eine Function derselben). Letztere hat mit Col. B unmittelbar nichts zu schaffen; es wird vielmehr im weitern Verlauf der Untersuchung gezeigt werden, dass die Geschwindigkeiten des Mondes erst in Col. G zur Geltung kommen. Andererseits mag schon jetzt darauf hingewiesen werden, dass die Zahlen der eben genannten Columne sich aus jenen der Col. B in gesetzmässiger Weise ableiten lassen.

So bleibt denn nichts anderes übrig, als in Col. B die wechselnden scheinbaren Monddurchmesser zu suchen. Sehen wir uns aber die beiden Grenzwerthe dieser Columne, $2^{I}\ 17^{II}\ 48^{III}\ 53^{IV}\ 20^{V}$ und $1^{I}\ 57^{II}\ 47^{III}\ 57^{IV}\ 46^{V}\ 40^{VI}$, an, so regen sich neue Bedenken. Was haben denn diese Werthe mit dem scheinbaren Monddurchmesser zu schaffen? Dieser, d. h. der Winkel, unter dem der wirkliche Durchmesser einem irdischen Beobachter erscheint, ist ja im Mittel etwas über $31'$ gross und schwankt zwischen $33'$ und $29\frac{1}{2}'$. Dieser Contrast soll uns jedoch an der Richtigkeit unserer Voraussetzung nicht irre machen. Wir wollen uns vielmehr die Frage stellen: Gibt es ein Masssystem, dass in Verbindung mit jenen Zahlen des Maximums und des Minimums zwei Werthe darstellt, die den gehegten Erwartungen entsprechen? In der That führt die Annahme, dass die erste Grössenklasse (^{I}) der vierte

Theil eines Grades (= 15′) ist, zu einem sehr befriedigenden Resultate. Wir dürfen alsdann

$$\begin{aligned} & 2^{\mathrm{I}}\ 17^{\mathrm{II}}\ \ 4^{\mathrm{III}}\ 48^{\mathrm{IV}}\ 53^{\mathrm{V}}\ 20^{\mathrm{VI}} = 34'\ 16'',2 \text{ (Maximum)} \\ & 1^{\mathrm{I}}\ 57^{\mathrm{II}}\ 47^{\mathrm{III}}\ 57^{\mathrm{IV}}\ 46^{\mathrm{V}}\ 40^{\mathrm{VI}} = 29'\ 26'',9 \text{ (Minimum)} \\ \text{und } & 2^{\mathrm{I}}\ \ 7^{\mathrm{II}}\ 26^{\mathrm{III}}\ 23^{\mathrm{IV}}\ 20^{\mathrm{V}} \qquad = 31'\ 51'',5 \text{ (Mittel)} \end{aligned}$$

setzen und gelangen so zu Werthen, die als Ausdrücke für die scheinbaren Monddurchmesser aufgefasst geradezu ausgezeichnet sind, indem sie zwar nicht die Feinheit neuerer Messkunst erreichen, aber alle jene Beobachtungsergebnisse übertreffen, die vor Erfindung des Fernrohres bekannt geworden sind.

Zum Beweise werden im folgenden eine Reihe von Angaben der alten und der modernen Messungsresultate in historischer Ordnung zusammengestellt.

	Beobachter:	Scheinbare Monddurchmesser: Maximum:	Minimum:	Mittel:
I. (ältere)	Ptolemäus	35′ 20″	31′ 20″	33′ 20″
	Albategnius [1] . . .	35 20	29 30	32 25
	Kopernikus	35 38	27 34	31 36
II. (neuere)	Cassini	33 38	29 30	31 34
	Lalande	33 31	29 22	31 26
	Moderne Forscher .	32 55	29 30	31 12,5

Beginnen wir mit dem mittlern Werthe, so folgt schon aus den wenigen Angaben, dass die ältern Beobachter denselben zu hoch ansetzten, und dass die Verminderung desselben gleichen Schritt hielt mit der Verfeinerung der Instrumente. Sehr deutlich tritt dies auch in den Beobachtungen Keplers hervor.

Vor der Erfindung des Fernrohres (1587—1592) fand er den mittlern scheinbaren Monddurchmesser bald 31′ 55″, bald 32′ 15″, bald auch 32′ 35″ [2]. Später dagegen ergab sich ihm der Mittelwerth 31′ 22″ [3].

Der babylonische Mittelwerth ist somit nicht allein bedeutend besser als der des Ptolemäus und des Albategnius, sondern stimmt auch sehr nahe mit der ersten Keplerschen Angabe überein.

Was die beiden Grenzwerthe anlangt, so zeigen die ältern und neuern Beobachtungen im Minimum die geringste Verschiedenheit. Albategnius gibt sogar ganz denselben Werth an, der auch heute noch acceptirt werden kann, nämlich 29′ 30″. Es ist deshalb zu erwarten, dass auch die babylonische Angabe nicht viel davon abweicht. So ist es in der That; denn wir finden das babylonische Minimum = 29′ 27″. Erhebliche Differenzen bieten dagegen die Maxima der ältern und der neuern Forscher; Ptolemäus, Albategnius und Kopernikus finden den grössten scheinbaren Monddurchmesser über 2′ zu gross; die babylonische Angabe weist dagegen nur die Hälfte des Fehlers auf. Aehnliche Resultate wie die Chaldäer hat auch Kepler (ohne Fernrohr) erhalten, nämlich 34′ 0″ und 34′ 40″. Kepler gibt sogar nach Darlegung seiner eigenen Methode, den scheinbaren Monddurchmesser zu bestimmen, zu, dass auch mit dem bekannten Instrument der Alten, dem Diopter, gute Resultate erhalten werden könnten — „si quis dioptram Hipparchicam dextre adhibeat!“

---

[1] Kepler, Opp. (ed. Frisch) II, 348, Note.

[2] Kepler, Astronomiae pars optica; Opera omnia (ed. Frisch) II, 348.

[3] Epit. astron. Copern. p. 861. (In der Ed. Frisch fand ich es nicht, nur bei Lalande, Astron. n. 1505.)

Trotz aller dieser günstigen Vergleichungsresultate mag dem Leser unsere Annahme, die Hauptmasseinheit der Col. *B* sei $= \frac{1}{4}$ Grad, aus dem dann durch Sexagesimaltheilung untergeordnete Masseinheiten gebildet würden, als willkürlich erscheinen. Dem ist aber keineswegs so. Wir wissen, dass die Viertheilung des Tages bei den Chaldäern gebräuchlich war. Es ist deshalb naheliegend, dass sie auch den Weg, den die Sonne, das Hauptgestirn, in einem Tage zurücklegt, in 4 Theile zerlegten und einen solchen Theil, der nahezu $= \frac{1}{4}^0$ ist, als Masseinheit benutzten.

Noch mehr! Das von uns angenommene Mass ($= 15'$) lässt sich mit dem, was Epping über astronomische Bogenmasse der Chaldäer festgestellt hat, sehr gut vereinbaren. In einem Briefe an Strassmaier bemerkt er: „$\bar{u}$ ist ein Bogenmass, so dass 1 $\bar{u}$ $= 2^0{,}5$ ungefähr“ (Z. A. V, 287). Nun ist aber $15'$ genau $= \frac{1}{16} \cdot 2^0{,}5 = \frac{1}{10}\, u$.

Weiterhin fand Epping neben $\bar{u}$ (= ammat) noch die kleinern Bogenmasse: *si*, *ubanu* und $\bar{u}$. Eine genauere Bestimmung ihrer Grösse gelang ihm jedoch nicht. In seinem „Astronomisches aus Babylon“ S. 116 gibt er an, 1 *si* (gemeint ist das später *ubanu* gelesene Zeichen) = 7 bis $8'$; in Z. A. V, S. 287 dagegen 1 *ubanu* $= 6'$. Das Mass *si* ist nach ihm = 10 bis $12'$ (Z. A. IV, 77). Ausserdem unterscheidet Epping zwei verschiedene *u*; er bemerkt hierüber (Z. A. V, 287): „Sicher ist *u* (<) kleiner als 1 *ammat*; ausserdem tritt eine doppelte Art auf, wobei ich das eine Mass auf *ammat* bezogen habe, so dass $1\, u = 10 \cdot \frac{1}{60}$ *ammat*, das andere auf das Gradmass, also $1\, u = 10 \cdot \frac{1}{60}$ Bogengrad.“ Wie jedoch die Chaldäer in ein und demselben Tablet und noch dazu in zwei aufeinanderfolgenden Zeilen das nämliche Zeichen in ganz verschiedener Bedeutung gebraucht haben sollen, ist schwer zu begreifen; sie hätten sich ja dadurch selbst verwirrt. Viel näher liegt es, dass *u* nur eine Bedeutung hat und $\frac{1}{10}$, nämlich $\frac{1}{10}\, \bar{u} = 15'$ bedeutet, ein Mass, mit dem nach obiger Darlegung der Monddurchmesser bestimmt wurde[1]. Nebenbei mag hier auch darauf hingewiesen werden, dass ein Thierkreisbild ($= 30^0$) in genau 12 $\bar{u}$ zerfällt. Da nun, wie in n. 78 gezeigt wird, ein Ekliptikbogen von $30^0 = 1$ *kas-bu* ist, so dürfte sich folgende Gleichung herausstellen:

$$1\, u = \tfrac{1}{10}\, \bar{u} = \tfrac{1}{120}\, \textit{kas-bu}.$$

Auf eine noch einheitlichere Theilung der Bogenmasse werden wir geführt, wenn wir — was mit Eppings Angaben (siehe oben) nahe übereinstimmt — 1 *si* $= 12'{,}5$ annehmen; denn so ergeben sich folgende einfache Beziehungen:

$$1\, si = \tfrac{1}{12}\, \bar{u}; \qquad 1\, \bar{u} = \tfrac{1}{12}\, \textit{kas-bu}; \qquad 1\, \textit{kas-bu} = \tfrac{1}{12}\ \text{Thierkreis}.$$

Endlich ist kaum zweifelhaft, dass 1 *ubanu* $= \frac{1}{2}$ *si* $= \frac{1}{24}\, \bar{u}$ ist.

Kehren wir nach dieser kleinen Abschweifung wieder zu unserer Col. *B* zurück.

Gegen ihre Deutung als Ausdruck für den wechselnden Monddurchmesser mag freilich eingewendet werden, es sei doch recht unwahrscheinlich, dass eine so schwierige und daher wenig zuverlässige Bestimmung als massgebend an die Spitze eines ganzen Systems gestellt wurde. (Es wird sich nämlich zeigen, dass zwei wichtige Columnen (*G* und *H*) aus *B* abgeleitet werden.)

Darauf ist zu erwidern, dass eine wiederholte Bestimmung des grössten und kleinsten Monddurchmessers bei Einhaltung einer constanten Methode

[1] Dass $u = 15'$, ist selbstverständlich vor der Hand nur eine annehmbare Conjectur, die bei weitern Untersuchungen geprüft zu werden verdient.

wenigstens die Lage des Apogäums und des Perigäums ziemlich gut fixiren konnte, und damit war auch der eigentliche Zweck der Col. *B* erreicht. Auf eine absolut genaue Messung des scheinbaren Monddurchmessers kam es also gar nicht an, wenn man nur den grössten und kleinsten Werth als solchen erkannte und die wahre anomalistische Periode im System beibehielt.

Der erste Platz unter den eigentlichen astronomischen Columnen gebührt aber gerade jener, welche die Lage der Apsiden der Mondbahn bestimmt; denn davon hängt das wichtigste Element in der Berechnung der Mondbewegung, nämlich der Wechsel der Mondgeschwindigkeit und damit zugleich die Dauer der einzelnen synodischen Monate ab.

Diese Wichtigkeit haben denn auch die Chaldäer selbst der Columne *B* beigelegt, indem sie dieselbe zum Ausgangspunkt für die Aufstellung der Columnen *G* und *H* wählten. Doch hierüber später.

[Col. C und D.]
Mondlänge und Tagebogen zur Zeit der Syzygien.

(69) Zu einer wohlgeordneten Mondrechnungstafel gehört wesentlich auch die Kenntniss der Stellung des Mondes am Himmel zur Zeit des Neu- und Vollmondes. Diesem Zwecke dienen in unsern vorliegenden Tafeln die Columnen *C* und *E*. Die Untersuchung der erstern ist bereits im zweiten Theile dieser Arbeit (n. 29—49) weitläufig erörtert worden; es sei nur daran erinnert, dass in den „Mondlängen" der Col. *C* lediglich auf die anomalistische Bewegung der Sonne und auch auf diese nur in roher Annäherung Rücksicht genommen wurde. Aus den Mondlängen der Col. *C* wurde die Dauer des Sonnentages zur Zeit der einzelnen Neu- oder Vollmonde berechnet, wie wir dies (n. 40 und 41) gezeigt haben. Die Resultate dieser Berechnungen sind in Col. *D* zusammengestellt. Die Zusammengehörigkeit der beiden Columnen *C* und *D* mit der vorhergehenden ist durch das Täfelchen Sp. II, 110 erwiesen, während Sp. II, 96 ihre Verbindung mit Col. *E* herstellt, mit deren Untersuchung wir uns nun zu befassen haben.

Col. E.
Function der Breite des Neu- oder Vollmondes.

(70) Wenn schon die Entzifferung der bisherigen Columnen mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden war, so ist dies noch in weit höherem Masse in der Col. *E* der Fall, wo nur einige Stellen durch ihre Regelmässigkeit verrathen, dass es sich hier nicht etwa um Beobachtungsresultate, sondern wie in den andern Columnen um Rechnungsergebnisse handelt. Dazu kommen ausserdem noch eigenthümliche Zeichenpaare, wie sie uns bislang noch nicht begegnet sind.

Wir zeigen hier zunächst den Weg, auf dem wir zur Kenntniss der arithmetischen Gesetzmässigkeit und astronomischen Bedeutung der Zahlen gelangt sind; an zweiter Stelle werden wir den Sinn der beigegebenen Zeichenpaare erklären.

a) Arithmetische Structur der Columne.

Wie aus den folgenden Tabellen erhellt, steigen die Zahlenwerte anscheinend bis gegen 7^{I}. Bildet man die Differenzen der aufeinanderfolgenden

Glieder, so treten mehrere Male folgende zwei Zahlenreihen auf: $1^{I}\,58^{II}\,45^{III}\,42^{IV}$ und $2^{I}\,6^{II}\,15^{III}\,42^{IV}$, von denen wir erstere (der Kürze halber) mit d_1, letztere mit d_2 bezeichnen wollen. An einigen Stellen ist dies sofort ersichtlich. Aber auch bei den Grenzübergängen Obv. Z. 10/11 und Rev. Z. 3/4 und Z. 9/10 treten dieselben Unterschiede auf, wobei sich zugleich herausstellt, dass $7^{I}\,12^{II}$ der constante Grenzwerth (M) ist:

$$\begin{array}{llllll} \text{Revers: } E_3 = & 5^{I}\,43^{II}\,23^{III}\,0^{IV} & & E_9 = & 6^{I}\,0^{II}\,35^{III}\,12^{IV} \\ E_4 = & 6\;\;41\;\;51\;\;18 & & E_{10} = & 6\;\;17\;\;9\;\;6 \\ d_1 = & 1\;\;58\;\;45\;\;42 & & d_2 = & 2\;\;6\;\;15\;\;42 \end{array}$$

$$2\,M = E_3 + E_4 + d_1 = 14^{I}\,24^{II}\;0^{III}\;0^{IV} = E_9 + E_{10} + d_2 = 14^{I}\,24^{II}\;0^{III}\;0^{IV}$$

$$M = 7^{I}\,12^{II}.$$

Col. E aus Sp. I, 187.

Zeile	Obvers. Col. E	Obvers. Differenz	Revers. Col. E	Revers. Differenz
1.	. . . . .		1 7 43 12	2 36 54 6
2.	. . . . .		3 44 37 18	1 58 45 42
3.	. . . . .		5 43 23 0	1 58 45 42
4.	. . . . .		6 41 51 18	1 58 45 42
5.	. . . . .		4 43 5 36	2 0 53 42
6.	3 43 42 45	2 59 34 39	2 42 11 54	3 54 19 30
7.	44 8 6	3 35 19 45	1 12 7 36	2 42 11 54
8.	2 52 11 39	2 6 15 42	3 54 19 30	2 6 15 42
9.	4 57 27 20	2 6 15 42	6 0 35 12	2 6 15 42
10.	7 3 43 3	2 6 15 42	6 17 9 6	2 6 . .
11.	5 14 1 15	2 6 15 42	4 10	2 35 . .
12.	3 7 45 33	2 59 34 39	1 45 . .	
13.	16 14 18		2 20 . .	

Der ganze Verlauf der Columne macht den Eindruck, als ob in der Mitte zwischen zwei Grenzen, z. B. bei Z. 6/7 (Revers) ein Durchgang durch 0 (····) sei, so dass also die Zahlen von $+\,7^{I}\,12^{II}$ durch 0 gegen $-\,7^{I}\,12^{II}$ abnehmen. Unter dieser Voraussetzung ist aber die Differenz beim Nullübergang erheblich grösser als d_1 und d_2 und ausserdem scheinbar ohne Gesetzmässigkeit. Ferner sind auch noch die unmittelbar vorausgehende oder folgende Differenz oder beide zugleich unregelmässig. Sollten sich etwa alle diese Unregelmässigkeiten einander ausgleichen? Um diese Frage zu lösen, muss zunächst die Regel gefunden werden, nach welcher die Hauptdifferenzen d_1 und d_2 Geltung haben.

a) Erklärung der ersten Unregelmässigkeit.

(71) Sowohl in Sp. I, 187 als in Sp. II, 96 (vgl. S. 130) fällt es auf, dass im Obvers und im Revers d_1 stets im ersten, d_2 stets im zweiten Halbjahr vorkommt. Dies legt den Gedanken nahe, beide möchten wohl vom Laufe der Sonne abhängig sein. Wie nun die Col. C lehrt, theilten die Chaldäer den Sonnenlauf in 2 Theile, einen mit rascherer Bewegung von 13° Virginis bis 27° Piscium und einen mit langsamerer von 27° Piscium bis 13° Virginis. Es wäre jetzt zu untersuchen, ob gerade bei diesen Grenzpunkten ein Uebergang von d_1 in d_2 stattfindet; man müsste hierbei in der Differenzreihe auf einen entsprechenden Uebergangswerth stossen, der natürlich kleiner ausfällt als d_2, aber grösser als d_1. In Sp. I, 187 Revers Z. 5/6 steht eine Zahl (= $2^{I}\,0^{II}\,53^{III}\,42^{IV}$),

die möglicherweise ein solcher Uebergangswerth ist. Allerdings scheinen an jener Stelle die Differenzen d_1 und d_2 nicht aneinander zu stossen; aber es ist auch leicht möglich, dass d_2 unter den grössern Differenzen beim Null-Durchgang, nämlich Z. 6/7 und Z. 7/8, nur versteckt liegt.

Diese Vermuthung wird durch die Thatsache gestützt, dass in dem andern Tablet (Sp. II, 96) wirklich ein an den Sonnenlauf der Col. C gebundener Uebergang von d_1 auf d_2 auftritt. In Col. E daselbst ist die Differenz Z. 4/5 $= d_1$; darauf folgt Z. 5/6 der vermuthliche Uebergangswerth $2^{\mathrm{I}}\ 0^{\mathrm{II}}\ 34^{\mathrm{III}}\ 42^{\mathrm{IV}}$, und sofort schliesst sich Z. 6/7 die Differenz d_2 an.

Glücklicherweise ist in diesem Fragment auch die Col. C wenigstens theilweise erhalten. Diese nach bereits erkannten Gesetzen reconstruirte Columne, welche im folgenden Schema neben Col. E gestellt ist, führt zur vollständigen Lösung der Frage.

Aus Sp. II, 96.

(Beziehungen zwischen Columne C und E.)

Zeile	Col. C				Col. E				Differenzen			
1.	29°	11′	15″	Arietis	4	50	51	33	1	58	45	42
2.	27	18	45	Tauri	2	51	5	51	3	30	25	33
3.	25	26	15	Geminorum		59	19	42	2	51	5	51
4.	23	33	45	Cancri	3	30	25	33	1	58	45	42
5.	21	41	15	Leonis	*5*	29	11	15	2	0	34	42
6.	20	16		Virginis	*6*	54	14	3	2	6	15	42
7.	20	16		Librae	4	47	58	21	2	6	15	42
8.	20	16		Scorpii	2	*41*	42	39	3	54	48	45
9.	20	16		Arcitenentis	1	13	6	6	2	41	42	39
10.	20	16		Capricornii	3	51	*48*	*45*	2	6	15	42
11.	20	16		Aquarii	6	1	4	27	2	6	15	42
12.	20	16		Piscium	*6*	*16*	*39*	*51*				
13.	18	48	45	Arietis								

Aus C erkennt man leicht, dass es sich um Neumondlängen handelt, deren monatliche Verschiebung bei 13° Virginis von 28° 7′ 30″ in 30° übergeht; dieser Uebergang findet von Z. 5 auf Z. 6 statt. Wirklich entspricht dieser Lage auch der Uebergangswerth in der zu E gehörigen Differenzreihe, und wie die folgende Rechnung beweist, sogar ganz genau.

Da der Unterschied $d_2 - d_1 = 0^{\mathrm{I}}\ 7^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}$ ist, so beträgt der Zuwachs, welchen die Verschiebung in E beim Uebergang von d_1 in d_2 erfährt, pro Grad $\frac{7^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}}{30} = 0^{\mathrm{I}}\ 0^{\mathrm{II}}\ 15^{\mathrm{III}}$. Nun steht Z. 5 die Sonne in 21° 41′ 15″ Leonis; von hier bis 13° Virginis gilt nach unserer Voraussetzung in E die Differenz d_1. Von 13° Virginis bis 20° 16′ Virginis (Z. 6), also für 7° 16′, tritt d_2 in Kraft. Zu der bisherigen Verschiebung $d_1 = 1^{\mathrm{I}}\ 58^{\mathrm{II}}\ 45^{\mathrm{III}}\ 42^{\mathrm{IV}}$ kommt dementsprechend ein Zuwachs von $7\tfrac{4}{15} \cdot 0^{\mathrm{I}}\ 0^{\mathrm{II}}\ 15^{\mathrm{III}} = 1^{\mathrm{I}}\ 49^{\mathrm{II}}$. Folgerichtig beträgt die Differenz zwischen E_5 und $E_6 = 2^{\mathrm{I}}\ 0^{\mathrm{II}}\ 34^{\mathrm{III}}\ 42^{\mathrm{IV}}$, q. e. d.

Auf Grund dieser Erkenntniss lässt sich natürlich auch aus Col. E umgekehrt die zugehörige Col. C wiederherstellen, wie dies später (in Sp. I, 187) geschehen wird.

β) Erklärung der zweiten Unregelmässigkeit.

(72) Eine Hauptschwierigkeit ist beseitigt, indem als Grundlage der Col. E eine Differenzreihe erkannt ist, die sich lediglich aus den zwei Grössen d_1

$= 1^{\text{I}}\ 58^{\text{II}}\ 45^{\text{III}}\ 42^{\text{IV}}$ und $d_2 = 2^{\text{I}}\ 6^{\text{II}}\ 15^{\text{III}}\ 42^{\text{IV}}$ mit Einhaltung der Grenzen 27° Piscium und 13° Virginis zusammensetzt.

Nun ist es möglich, auch die zweite Frage zu beantworten: Woher kommt in der Nähe des Nulldurchganges die numerische Stauung der Differenzen?

Es kommt dies jedenfalls daher, dass die gewöhnliche Differenz, sei es d_1 oder d_2, an jenen Stellen einen ganz bestimmten Zuwachs (ω) erfährt. Dieser Zuwachs vertheilt sich jedesmal auf zwei aufeinanderfolgende Stellen; ist er überall constant, wie wir erwarten dürfen, so müssen, wenn die Summe der zwei unregelmässigen Differenzen, die innerhalb des Bereiches der allgemeinen Differenz d_1 aufeinander folgen, mit s_1, dagegen jene im Bereiche von d_2 mit s_2 bezeichnet wird, folgende Gleichungen gelten:

$$\omega = s_1 - 2\,d_1 \text{ und } \omega = s_2 - 2\,d_2.$$

Dieser Voraussetzung entsprechen alle controllirbaren Fälle, von welchen folgende zwei genügen; der erstere ist dem Tablet Sp. II, 96, der letztere dem Tablet Sp. I, 187 (Revers) entnommen:

Z. 2/3	$=$	3^{I}	30^{II}	25^{III}	33^{IV}	Z. 6/7	$=$	3^{I}	54^{II}	19^{III}	30^{IV}
Z. 3/4	$=$	2	51	5	51	Z. 7/8	$=$	2	42	11	54
s_1	$=$	6	21	31	24	s_2	$=$	6	36	31	24
$2\,d_1$	$=$	3	57	31	24	$2\,d_2$	$=$	4	12	31	24
ω	$=$	2	24.			ω	$=$	2	24.		

Hiermit ist es eine ausgemachte Sache, dass die monatliche Werthverschiebung von E in der Nähe des Nullpunktes innerhalb zweier synodischen Monate im ganzen um $2^{\text{I}}\ 24^{\text{II}}$ gesteigert wird. Aber damit ist das W i e noch im völligen Dunkel gelassen.

Eine sorgfältige Untersuchung sämtlicher Fragmente führte indes zur Feststellung folgender R e g e l:

(73) Sobald der Werth von Col. E (er sei $= E_n$) durch die gewöhnliche monatliche Verschiebung von d_1 oder d_2 die Grenze $\pm\,2^{\text{I}}\ 24^{\text{II}}$ überschreitet, wird der Uebergang zum nächsten Gliede (E_{n+1}) in folgender Weise bewerkstelligt: Man bestimmt zunächst den Ueberschuss (δ) von E_n über $2^{\text{I}}\ 24^{\text{II}}$ und subtrahirt denselben von der monatlichen Differenz d: es sei $d - \delta = \Delta$. Dieser Rest wird alsdann verdoppelt, zu δ addirt, und die so erhaltene Summe ist der Betrag der monatlichen Verschiebung von E_n bis E_{n+1}. Die Operation ist also nichts weiter als eine Zerlegung der gewöhnlichen Differenz d (d_1 oder d_2) in zwei Theile, von denen der erste gleich dem Ueberschusse von E_n über die festgesetzte Grenze $2^{\text{I}}\ 24^{\text{II}}$ ist, der zweite gleich dem Rest; jener wird einfach, dieser d o p p e l t in Anschlag gebracht.

In Form einer Gleichung lässt sich die ganze Operation einfach so ausdrücken:

$$E_{n+1} = 2\,(E_n - d) - 2^{\text{I}}\ 24^{\text{II}}.$$

Als Beispiel möge der Uebergang von E_2 auf E_3 in Sp. II, 96 dienen.

$E_2 = 2^{\text{I}}\,51^{\text{II}}\,5^{\text{III}}\,51^{\text{IV}};\ \delta = 2^{\text{I}}\,24^{\text{II}} - E_2 = 27^{\text{II}}\,5^{\text{III}}\,51^{\text{IV}};\ \Delta = d - \delta = 1^{\text{I}}\,58^{\text{II}}\,45^{\text{III}}\,42^{\text{IV}}$
$- 27^{\text{II}}\,5^{\text{III}}\,51^{\text{IV}} = 1^{\text{I}}\,31^{\text{II}}\,39^{\text{III}}\,51^{\text{IV}};\ \delta + 2\,\Delta = 3^{\text{I}}\,30^{\text{II}}\,25^{\text{III}}\,33^{\text{IV}},$
und endlich $E_3 = E_2 - (\delta + 2\,\Delta) = -\ 39^{\text{II}}\,19^{\text{III}}\,42^{\text{IV}}$;

dieselbe Zahl findet sich für E_3 im Tablet. Das Minuszeichen deutet an, dass der Nullpunkt bereits überschritten ist.

Obige Gleichung führt natürlich rascher zum Ziel; hiernach ist:

$$E_3 = 2\,(2^{\mathrm{I}}\,51^{\mathrm{II}}\,5^{\mathrm{III}}\,51^{\mathrm{IV}} - 1^{\mathrm{I}}\,58^{\mathrm{II}}\,45^{\mathrm{III}}\,42^{\mathrm{IV}}) - 2^{\mathrm{I}}\,24^{\mathrm{II}} = -\,39^{\mathrm{II}}\,19^{\mathrm{III}}\,42^{\mathrm{IV}}.$$

Da die gesamte Steigerung des monatlichen Unterschiedes, welche sich auf 2 Monate vertheilt, in der Nähe des Nullpunktes constant $= 2\;24^{\mathrm{II}}$ ist, und die Steigerung, die auf den 1. Monat entfällt, nach der eben beschriebenen Methode gefunden wird, so kennt man auch sofort die Zunahme der monatlichen Differenz im 2. Monat. Einer einfachen Ueberlegung zufolge ist

$$E_{n+2} = E_n - E_{n+1}.$$

So ist in Sp. II, 96:

$$E_4 = E_2 - E_3 = 2^{\mathrm{I}}\,51^{\mathrm{II}}\,5^{\mathrm{III}}\,51^{\mathrm{IV}} - (-\,39^{\mathrm{II}}\,19^{\mathrm{III}}\,42^{\mathrm{IV}}) = 3^{\mathrm{I}}\,30^{\mathrm{II}}\,25^{\mathrm{III}}\,33^{\mathrm{IV}}.$$

Doch genug der Zahlen! Der **arithmetische** Verlauf der Columne ist jetzt völlig klar. Aber ein anderes Räthsel harrt noch der Lösung: welches ist denn der **astronomische** Sinn dieser höchst merkwürdig construirten Columne? Eine vollständige, durchgreifende Erklärung wird erst dann gefunden werden können, wenn auch die Bedeutung der den Zahlen beigegebenen Zeichenpaare bekannt ist. Aber auch ohne dieses Hilfsmittel spricht schon das Resultat der bisherigen Untersuchung entschieden für die Ansicht, dass Col. *E* die „Breite", d. h. den jeweiligen senkrechten Bogenabstand des Mondes von der Ekliptik zum Ausdruck bringt.

b) Astronomische Bedeutung der Zahlen in Col. E.

(74) Zunächst hat der Uebergang der Zahlen von $+\,7^{\mathrm{I}}\,12^{\mathrm{II}}$ durch 0 auf $-\,7^{\mathrm{I}}\,12^{\mathrm{II}}$ und umgekehrt grosse Aehnlichkeit mit der Ab- und Zunahme der Breite des Mondes. Freilich sind die Grenzwerthe der letztern numerisch erheblich geringer, indem sie höchstens $\mp\,5^0\,18'$ betragen; aber wir sagen auch nicht einfachhin, Col. *E* sei die Mondbreite, sondern behaupten nur, sie stehe in wesentlichem Zusammenhange mit derselben. Wir haben ja schon bei der Untersuchung der Tafeln von System I nicht weniger als 3 ganz evident drakonitische Columnen kennen gelernt, und dennoch entsprachen die Zahlen ihrer Grenzwerthe niemals jenen der Breite, wenn man sie in Graden und Minuten ausdrückt. Etwas Aehnliches ist auch hier leicht möglich: die abweichenden Grenzwerthe sind also kein Grund gegen unsere Ansicht. Letztere gewinnt aber noch mehr an Wahrscheinlichkeit, wenn man eine astronomische Motivirung des eigenthümlichen Bildungsgesetzes der Zahlen von Col. *E* versucht. Betrachten wir dieselbe als eine Function der jeweiligen Breite des Mondes, so lassen sich die zwei scheinbaren Störungen der Columne in folgender Weise erklären. Zunächst ist die Aenderung in der babylonischen Breite von einem Neu- oder Vollmond zum andern um so grösser, je bedeutender die Längenverschiebung des Neu- oder Vollmondes ist. Ist letztere 30^0, so ist die Breitenverschiebung $2^{\mathrm{I}}\,6^{\mathrm{II}}\,15^{\mathrm{III}}\,42^{\mathrm{IV}}$; ist jene nur $28^0\,7'\,30''$, so ist auch die Breitenverschiebung etwas kleiner, nämlich $1^{\mathrm{I}}\,58^{\mathrm{II}}\,45^{\mathrm{III}}\,42^{\mathrm{IV}}$. Dabei setzen wir aber gleiche Neigung der Mondbahn zur Ekliptik voraus. Thatsächlich ist die Neigung beider einer beständigen Aenderung unterworfen; sie ist am grössten (etwa 5^0) an den beiden Knotenpunkten und sinkt in der Mitte zwischen beiden auf 0^0 herab; dort ist daher die Aenderung der Breite ceteris paribus am grössten, hier am kleinsten. Um dieser Ungleichheit wenigstens in etwa Rechnung zu tragen, erfuhren die chaldäischen Mondbreiten in der

Nähe der Nullpunkte jedesmal die erhebliche Steigerung von $2^{\mathrm{I}}\,24^{\mathrm{II}}$. Damit ist auch diese zweite Ungleichheit des babylonischen Schemas gerechtfertigt.

Doch wir wollen noch einen Schritt weiter gehen. Wenn es richtig ist, dass in Col. E die Breitenbewegung des Mondes mittelbar oder unmittelbar dargestellt wird, so muss die Periode derselben natürlich der drakonitische Monat sein. Hierfür den Beweis zu erbringen, ist angesichts der doppelten Correction der Columne weit umständlicher als sonst. Doch ist der Grundgedanke derselbe wie früher (n. 22); es handelt sich auch hier um die Lösung der Frage: In wievielen synodischen Monaten haben wir eine Periode mehr als synodische Mondumläufe?

Der Wechsel von Col. E innerhalb eines siderischen Jahres lässt sich in folgender Weise bestimmen:

Von 27° Piscium bis 13° Virginis beträgt derselbe

$$\frac{166}{28{,}125}\cdot 1^{\mathrm{I}}\,58^{\mathrm{II}}\,45^{\mathrm{III}}\,42^{\mathrm{IV}} = 11^{\mathrm{I}}{,}68263.$$

Von 13° Virginis — 27° Piscium etwas mehr, nämlich

$$\frac{194}{30}\cdot 2^{\mathrm{I}}\,6^{\mathrm{II}}\,15^{\mathrm{III}}\,42^{\mathrm{IV}} = 13^{\mathrm{I}}{,}60820.$$

Dazu kommt noch die Steigerung von $2^{\mathrm{I}}\,24^{\mathrm{II}}$ beim aufsteigenden und eine ebenso grosse beim absteigenden Knoten — zusammen $= 4^{\mathrm{I}}{,}8$. Innerhalb eines siderischen Jahres macht also die Verschiebung der Zahlenwerthe von Col. E $11^{\mathrm{I}}{,}68263 + 13^{\mathrm{I}}{,}60820 + 4^{\mathrm{I}}{,}8 = 30^{\mathrm{I}}{,}09083$ aus. Wieviel kommt hiervon auf einen synodischen Monat?

Gemäss dem babylonischen Systeme (n. 36) entfallen auf 1 siderisches Jahr $\frac{166}{28{,}125} + \frac{194}{30} = 12{,}368889$ synodische Monate; also entspricht einem synodischen Monat durchschnittlich eine Verschiebung in E

$$= 30^{\mathrm{I}}{,}09083 : 12{,}368889 = 2^{\mathrm{I}}{,}4327836.$$

Es ist nun leicht, die Frage zu beantworten: Nach wievielen synodischen Monaten kehrt in Col. E das Maximum wieder? Zwischen zwei aufeinander folgenden obern Grenzwerthen, also während E von $+\,7^{\mathrm{I}}\,12^{\mathrm{II}}$ durch 0 nach $-\,7^{\mathrm{I}}\,12^{\mathrm{II}}$ und von hier durch 0 nach $+\,7^{\mathrm{I}}\,12^{\mathrm{II}}$ zurückgeht, beträgt die gesammte Aenderung 4mal $7^{\mathrm{I}}\,12^{\mathrm{II}} = 28^{\mathrm{I}}{,}8$. Diese vollzieht sich auf Grund des vorigen Resultates in $28{,}8 : 2{,}4327836 = 11{,}83829$ mittlern synodischen Monaten.

Nach frühern Auseinandersetzungen (n. 22) ist aber ferner klar, dass auf diese zwischen 2 Maxima von E verfliessende Zeit genau $11{,}83829 + 1$ der fraglichen Perioden kommen. Die Dauer der letztern ergibt sich somit aus der Proportion:

$$11{,}83829 : 12{,}83829 = x^{\mathrm{d}} : 29^{\mathrm{d}}{,}530594136,$$

woraus folgt $\quad x = 27^{\mathrm{d}}{,}23039.$

Man erhält somit eine Dauer, die der Periode des drakonitischen Monats ($27^{\mathrm{d}}{,}21222$) nahe kommt. Der Unterschied beträgt 26 Minuten.

Würde es sich allerdings um die wirkliche Breite handeln, so wäre eine solche Abweichung unerträglich; andererseits aber ist dieselbe zu gering, um daraus nicht den innigen Zusammenhang der Col. E mit der drakonitischen Bewegung klar zu erkennen.

Damit sind jedoch unsere Argumente, die wir den blossen Zahlen (d. h. ohne Berücksichtigung der beigegebenen Zeichen) entnehmen, keineswegs erschöpft. Die Finsternisstafeln bieten uns nämlich eine weitere Bestätigung dafür, dass die Zahlen der Col. *E* eine Function der Breite sind. Bekanntlich sind Finsternisse nur innerhalb gewisser Breitengrenzen möglich. So beträgt die äusserste Breite des Mondes bei Sonnenfinsternissen $1^0\,34',4$ und bei Mondfinsternissen $1^0\,2',6$. Ist darum unsere Speculation richtig, so müssen die Zahlen von *E* in der uns bekannten Mondfinsternisstafel Nr. 93 sich innerhalb gewisser enger Grenzen halten. Wirklich wird auch nirgends der Werth $1^{\text{I}}\,45^{\text{II}}$ überschritten, und weitaus die meisten Werthe bleiben bedeutend unter demselben.

Damit ist den Zahlen der Col. *E* einstweilen Genüge geschehen, und wir können nun an die Lösung der zweiten Aufgabe herantreten, nämlich an die

c) Erklärung der Zeichenpaare der Col. E:
lal lal lal u u u u lal.

(75) Sie bilden, wie schon erwähnt, die 2. Abtheilung der Col. *E* und begleiten stets die Zahlenwerthe, deren Zusammenhang mit der Breite des Mondes soeben nachgewiesen wurde. Es ist deshalb auch wahrscheinlich, dass jene Doppelzeichen den Zweck haben, die Lage des Mondes zur Ekliptik zu bestimmen.

Um uns jedoch nicht in unfruchtbaren Conjecturen zu ergehen, wollen wir zunächst untersuchen, ob dem Wechsel der Zeichen ein Gesetz zu Grunde liegt und welches.

Unter allen mir vorliegenden Fragmenten leistet Tablet Sp. II, 47 hierzu die besten Dienste; denn es bietet gerade die fragliche Abtheilung in wünschenswerther Deutlichkeit und zugleich in hinreichender Ausdehnung.

Aus Sp. II, 47.
Zeichenpaare der Col. *E*.

Obvers		*Revers*	
:	:	:	:
u	*lal*	*u*	*lal*
u	*lal*	*u*	*lal*
lal	*lal*	*u*	*lal*
lal	*lal*	*lal*	*lal*
lal	*lal*	*lal*	*lal*
lal	*u*	*lal*	*lal*
lal	*u*	*lal*	*u*
lal	*u*	*lal*	*u*
u	*u*	*lal*	*u*
u	*u*	*u*	*u*
u	*u*	*u*	*u*
u	*lal*	*u*	*u*
.	.	*u*	*lal*
.	.	*u*	*lal*
.	.	*u*	*lal*
.	.	*lal*	*lal*
.	.	*lal*	*lal*
.	.	:	:

Man sieht daraus ohne weiteres, dass dasselbe Zeichenpaar für 3 aufeinanderfolgende Neu- oder Vollmonde vorkommt. So folgen 3 *lal lal* hintereinander; hierauf tritt im 2. Gliede ein Wechsel ein, indem *lal* in *u* übergeht, und so haben wir für die 3 folgenden Syzygien *lal u*. Nach abermals 3 Monaten geht dieses Zeichen über in *u u* und dieses nach derselben Frist in *u lal*. Dasselbe Spiel erneut sich, wie es scheint, für die 12 folgenden synodischen Monate.

Doch mögen immerhin von Zeit zu Zeit kleine Störungen der Regelmässigkeit vorkommen, wie sie sich auch in andern Tafeln vorfinden. Es muss sich später zeigen, ob diese Ausnahmen auf einem Irrthum beruhen oder in der Natur der Sache begründet sind. Vorerst kümmert uns dies nicht.

Die Regel wird also sein, dass nach Ablauf von 6 synodischen Monaten ein vollständiger Zeichenwechsel eintritt, so dass z. B. *u u* in *lal lal* oder *u lal* in *lal u* übergeht. Wie richtig diese Voraussetzung ist, erkennt man leicht aus der grossen Mondfinsternisstafel Nr. 93 (vgl. den Auszug auf S. 135).

Da ferner schon jetzt einleuchtet, dass die Periode des Wechsels mit dem veränderlichen Stande der Sonne und somit auch des Neu- und Vollmondes zusammenhängt, so lässt sich erwarten, dass ein Neumond und der nächste Vollmond in Col. *E* (in der Regel) ganz entgegengesetzte Zeichen aufweisen. Zur Prüfung und Bestätigung dieser Ansicht werden uns die Syzygientafeln Sp. I, 187 und Sp. II, 99 dienen.

Aus Nr. 98 81—7—6 (Obvers).

Zeile	Jahr und		Monat	Zeichenpaare der Col. *E*
3.	138 S. Ä.		Nisannu	*u u*
4.	„	„	Tišrîtu	*lal lal*
5.	„	„	Adâru	*lal u*
6.	139	„	Ulûlu	*u lal*
7.	„	„	Adâru	*lal u*
8.	140	„	Âbu	*u u*
9.	„	„	Tebitu	*u lal*
10.	141	„	Âbu	*lal u*
11.	„	„	Šabâtu	?
12.	142	„	Âbu	*lal u*
13.	„	„	Tebitu	*u lal*
14.	143	„	Simannu	*lal u*
15.	„	„	Kislimu	*u lal*
16.	144	„	Simannu	*lal u*
17.	„	„	Kislimu	*u lal*
18.	145	„	Simannu	*lal u*
19.	„	„	Kislimu	*u lal*
20.	146	„	Airu	*lal u*
21.	„	„	Tišrîtu	*u lal*
22.	147	„	Nisannu	*lal u*
23.	„	„	Tišrîtu	*u lal*
24.	148	„	Nisannu	*lal u*
25.	„	„	Tišrîtu	*u lal*

Vorerst muss jedoch gezeigt werden, dass die eben genannten Tablets wirklich Syzygientafeln sind, d. h. zugleich Neu- und Vollmonde enthalten. Das geschieht durch folgende Erwägung. Beide Tablets sind mit Sp. II, 96 vollständig gleichartig. Dieses enthält aber ausserdem noch Zeile für Zeile die Positionen der Neumonde in der Ekliptik (die babylonischen Mondlängen) und der daraus berechneten Tagelängen. Somit entspricht auch in Sp. I, 187 und Sp. II, 99 jede Zeile einer Conjunction oder Opposition des Mondes. Nun zählt Obvers und Revers gleich viele Zeilen, und zwar Sp. I, 187 je 13, Sp. II, 99 je 14. Dieser Umstand deutet darauf hin, dass ersteres (sowohl in Obvers als Revers) 12 synodische Monate, also ein Gemeinjahr umfasst, letzteres dagegen 13 synodische Monate oder ein Schaltjahr. Da aber niemals zwei Schaltjahre aufeinander folgen, so kann wenigstens Sp. II, 99 nicht lauter Neumonde oder lauter Vollmonde enthalten, sondern beide zusammen: entweder so wie sie zeitlich aufeinander folgen oder getrennt auf verschiedenen Seiten der Tafel. Das letztere trifft zu. Denn in keiner Columne der Tafel schliesst der Anfang vom Revers an das Ende vom Obvers an, wohl aber passen die gleichstelligen Zeilen beider zu einander. Ganz dasselbe gilt aber auch für Sp. I, 187. Es ist somit einstweilen hinreichend sicher, dass die eine Seite der Tafel die Neumonde, die andere die Vollmonde eines und desselben Jahres enthält. Einen durchschlagenden Beweis hierfür werden wir ausserdem in n. 83 erbringen.

Aus Sp. II, 99.

Zeichenpaare der Col. *E*.

Zeile	Obvers	Revers
1.	*u u*	*lal lal*
2.	*u u*	*lal lal*
3.	*u u*	*lal lal*
4.	*u lal*	*lal u*
5.	*u lal*	*lal u*
6.	*u lal*	*lal u*
7.	*lal lal*	*u u*[1]
8.	*lal lal*	*u u*
9.	*lal lal*	*u u*
10.	*lal u*	*u lal*
11.	*lal u*	*u lal*
12.	*lal u*	*u lal*
13.	*u u*	*lal lal*
14.	*u u*	*lal lal*

[1] Im Tablet steht *lal u;* es wird sich später zeigen, dass jene Ausnahme hier **nicht** zulässig ist.

Führen wir nun die Reconstruction der Col. *E* durch und stellen die einander entsprechenden Zeilen von Obvers und Revers nebeneinander, so tritt der totale Gegensatz der Zeichenpaare beim Neumond und dem darauffolgenden Vollmonde hell zu Tage.

Es steht also fest, dass die fraglichen Zeichen nach je 3 Monaten eine einfache Aenderung erleiden, alle 6 Monate dagegen wie auch von Neu- auf Vollmond vollständig sich umkehren. Es kann somit keinem Zweifel unterliegen, dass die Zeichen die Stellung des Mondes zur Ekliptik angeben sollen, also wohl die nördliche und südliche Lage. Haben wir nämlich heute Neumond bei nördlicher Breite, so wird der nächste Vollmond im allgemeinen südlich von der Ekliptik liegen, da er jetzt in Opposition zur Sonne kommt, die inzwischen ihre Lage nur um etwa 15° geändert hat. Nach einem halben (Gemein-) Jahr kommt die Sonne nördlich von der Mondbahn zu stehen, der entsprechende

Vollmond hat also südliche Breite. Damit sind wir aber noch nicht am Ziel. Es handelt sich jetzt darum, uns vor allem über den Sinn der vierfachen Opposition klar zu werden, der in den Zeichenpaaren ausgedrückt ist. Hätten wir es nur mit *lal u* und *u lal* zu thun, so wäre die Deutung leichter; wir würden dann hier dasselbe haben, was sich uns früher im System I (n. 22) durch die Zeichen *sik* = *šapliš* und *num* = *eliš* offenbart hat. [Ersteres bedeutet dort, dass der Mond südliche, letzteres, dass er nördliche Breite habe. Den Uebergang von Norden nach Süden oder umgekehrt bildet das Zeichen *bar*.]

So einfach liegt hier die Sache nicht. Um der Lösung näher zu kommen, müssen wir noch bedenken, dass es für die Anlage von Finsternisstafeln von Bedeutung ist, nicht nur die Position des Mondes im Augenblick des Neu- oder Vollmondes zu kennen, sondern auch seine Bewegungsrichtung (nach oben = nördlich oder nach unten = südlich). Es ist deshalb die Conjectur nicht unbegründet, dass in jedem Zeichenpaare das erste Glied die Position des Mondes zur Zeit der Conjunction oder Opposition bedeutet, das zweite Glied dagegen die südliche oder nördliche Richtung der Bahn. Aber welches Zeichen bedeutet „südlich“ und welches „nördlich“? Da uns die Bedeutung des Zeichens *nêr* vollkommen dunkel ist, dagegen *lal*, mit dem es leicht verwechselt werden kann, nach anderweitigen Untersuchungen auch hier einen guten Sinn ergibt, so wollen wir einstweilen die Lesung *lal* als richtig voraussetzen; hierzu müsste nun *u* den Gegensatz bilden. Wir haben schon im Laufe der Prüfung der Col. *B* gesehen, dass *lal* in der Bedeutung vorkommt: „im Fallen oder Abnehmen begriffen“; es steht dann im Gegensatz zu *tab*, welches „im Zunehmen begriffen“ bedeutet. *Lal* und *tab* kommen aber auch sonst in den astronomischen Tafeln mehrfach zusammen vor und drücken dann gewöhnlich aus, dass eine Zahl subtrahirt (*lal*) oder addirt (*tab*) werden soll. (Die Trennung und das Hinzufügen wird überdies schon durch die Keilfiguren selbst versinnbildet.) In unserer Columne findet sich nun kein *tab*; aber sollte das copulative *u* nicht seine Stelle einnehmen können? Beide haben ja die Grundbedeutung gemein, dass sie eine Zunahme ausdrücken. Da nun für den Bewohner der nördlichen Halbkugel der Mond um so höher steigt, je weiter er nach Norden kommt, und seine tiefste Lage im äussersten Südpunkte seiner Bahn erreicht, so ist es nach den vorausgegangenen Erwägungen wahrscheinlich, dass die Babylonier mit *u* die nördliche Lage oder Bewegungsrichtung, mit *lal* das Gegentheil davon bezeichnet haben.

Die astronomische Prüfung dieser Conjectur ist nicht schwer, wenn wir nur über eine Finsternisstafel verfügen, deren Alter uns genau bekannt ist oder errechnet werden kann. Zum Glück ist Nr. 93 eine solche. Da wir diese Tafel, deren Entzifferung uns vollständig gelungen ist, zum Gegenstand einer besondern Abhandlung machen wollen, so beschränken wir uns hier darauf, mitzutheilen, dass die Berechnung der Mondknoten unsere Voraussetzungen in allen Fällen als richtig beweist: es findet sich nämlich überall da, wo der Vollmond den aufsteigenden Knoten passirt, das Zeichenpaar *lal u*; wo er dagegen von Norden kommend die Ekliptik kreuzt, steht immer *u lal*. Es wird demnach jedes der beiden Symbole — entsprechend der Periode von 18,6 Jahren, in welchen die Knoten von O. nach W. ihren Rundlauf vollenden — nach und nach die ganze Ekliptik passiren. Man kann diese Verschiebung schon an den babylonischen Längen des verfinsterten Vollmondes erkennen, die ja in den einzelnen Fällen höchstens um einige Grade von der Knotenlänge differiren. So rückt die Vollmondlänge zur Zeit des absteigenden Knotens vom Ulûlu 140 S. Ä. bis zum Tišritu 148 S. Ä. in der Ekliptik von 9° Virginis bis zu 11° Arietis, ohne dass das zugehörige Zeichen *u lal* sich ändert. Dasselbe gilt für die Vollmondlängen in der Nähe des aufsteigenden Knotens; nur das Zeichen wird umgekehrt. — Es fragt sich nun: kommen ausser den beiden eben erwähnten Symbolen auch die andern zwei bei einer Finsterniss vor oder nicht? In der That tritt sowohl *u u* als *lal lal* in Nr. 93 auf. Dies ist aber nicht in Widerspruch mit der von uns gegebenen Erklärung. Nach dieser bedeutet ja *u u*, dass der Mond die Ekliptik im Augenblick der Opposition (oder Conjunction) in nördlicher Richtung überschritten hat und sich noch weiter nach Norden bewegt; *lal lal* dagegen belehrt uns, dass der Mond bereits den absteigenden Knoten passirt hat und in südlicher Richtung fortschreitet. In beiden Fällen aber sind wegen der geringen Neigung der Mondbahn zur Ekliptik Finsternisse möglich.

Bevor wir noch ein weiteres und zwar das durchschlagendste Kriterium hinzufügen, wollen wir uns die Aufeinanderfolge der Zeichenpaare an einer Figur klar machen.

In Fig. 4 schneiden sich Mondbahn und Ekliptik in der Knotenlinie *AB*; der Pfeil deutet die Richtung der Mondbewegung an; die Punkte auf der Mondbahn stellen die Positionen des Mondes zur Zeit der Conjunction bezw. Opposition dar.

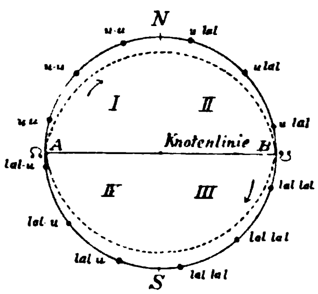


Fig. 4.

Im ersten Quadranten steht der Mond über der Ekliptik und bewegt sich nach Norden; dies wird durch *u u* ausgedrückt. Im zweiten Quadranten hat der Mond den nördlichsten Punkt seiner Bahn schon überschritten und bewegt sich bereits nach Süden; das chaldäische Symbol hierfür ist *u lal*. Im dritten Quadranten befindet sich der Mond südlich vom absteigenden Knoten und geht noch weiter nach Süden; dementsprechend steht dort *lal lal*. Im vierten Quadranten endlich ist der Mond noch im Süden von der Ekliptik, bewegt sich aber in nördlicher Richtung; das wird durch *lal u* angedeutet.

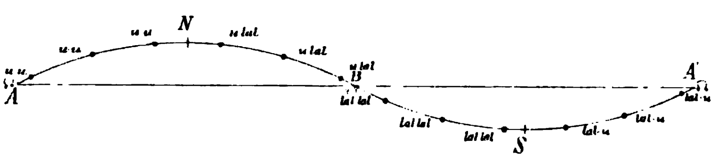


Fig. 5.

Fig. 5 ist bloss ein anderer Ausdruck für die nämliche Sache. Die Ekliptik ist dort in eine Gerade ausgestreckt; um sie schmiegt sich wellenförmig der nördliche und südliche Theil der Mondbahn. (Der Neigungswinkel der beiden Bahnebenen wurde der Deutlichkeit halber grösser angenommen, als er in Wirklichkeit ist.)

d) Harmonie zwischen Abtheilung I und II der Col. E.

(76) Sind unsere bisherigen Erklärungen richtig, so müssen selbstverständlich Zahlen und Zeichenpaare der Columne *E* miteinander übereinstimmen und zwar in folgender Weise: Das Maximum (+ 7ᴵ 12ᴵᴵ) liegt zwischen *u u* und *u lal*; das Minimum (— 7ᴵ 12ᴵᴵ) zwischen *lal lal* und *lal u*; desgleichen ent-

spricht dem Uebergang von (+) zu (—) ein Wechsel der Zeichen von *u lal* in *lal lal*, dem Uebergang von (—) zu (+) ein solcher von *lal u* in *u u*. Mögen auch sonst — wie wir sofort sehen werden — Ausnahmen von den bisher aufgestellten Regeln vorkommen, so darf doch jene Harmonie zwischen Zahlen und Zeichen niemals gestört werden. Tritt daher in der ersten Abtheilung eine Unregelmässigkeit ein, so muss sich eine solche auch in der zweiten finden.

Sämmtlichen hier gestellten Anforderungen wird in den Tafeln Genüge geleistet. Um sich hiervon zu überzeugen, braucht man bloss die reconstruirten Columnen von Sp. II, 96 und Sp. I, 187 anzusehen (siehe n. 77). Zunächst steht dort vor und nach dem Doppelstrich, der die beiden Grenzwerthe $\pm 7^{\mathrm{I}}\, 12^{\mathrm{II}}$ kennzeichnet, stets *u u* und *u lal* oder *lal lal* und *lal u*, während oben und unten vom punktirten Strich, der den Null-Durchgang andeutet, immer entweder *u lal* und *lal lal* oder *lal u* und *u u* zu finden ist.

Ferner bemerkt man in Sp. I, 187, Obv. Z. 12/13 die Ausnahme, dass der Null-Durchgang schon im 2. Monat nach der Ueberschreitung des Grenzwerthes eintritt; es darf daher Zeile 13 nicht *lal u*, sondern muss *u u* heissen. Die Copie des Tablets ist freilich gerade an jener Stelle zweifelhaft; aber zum Glück lässt sich mit Evidenz nachweisen, dass Sp. I, 187, Obv. Z. 13, und Sp. II, 99, Obv. Z. 1 identisch sind; dies erhellt schon aus folgender Zusammenstellung:

Sp. I, 187 (Z. 13): *16 14 18 u* | *20 + 6 23 rim* | *15 18* | *2 41 34 . . .*
Sp. II, 99 (Z. 1): . . . . . *8 u u* | *20 6 23 rim* | *15 18* | *2 41 3. . . .*

und wird bei Besprechung der Col. *G* noch weiter erörtert werden.

Die klare Stelle in dem letztgenannten Tablet hat aber wirklich das erwartete *u u*.

Es drängt sich nun noch die Frage auf: Darf und muss ein solcher Ausnahmefall, wo also schon im 2. Monat nach dem obern oder untern Grenzübergang der Nullpunkt (d. h. der Knoten) passirt wird, wirklich von Zeit zu Zeit vorkommen oder nicht?

Auf Grund der oben gegebenen Erklärung der Col. *E* als Function der Breite des Mondes lässt sich diese Frage mit Sicherheit bejahen. Zum Beweise dient folgende Erwägung:

Wären die Knotenpunkte der Mondbahn unverändert stets dieselben, so wäre jene Ausnahme niemals zulässig; aber bekanntlich bewegen sich beide von Ost nach West (also dem wirklichen Mondlauf und dem scheinbaren Jahreslauf der Sonne entgegen), und zwar jährlich um etwa $19\frac{1}{3}^{0}$. Die Rückkehr der Sonne zum Knoten (sei es dem aufsteigenden oder dem absteigenden) beträgt daher erheblich weniger als ein volles tropisches Jahr, nämlich nur etwa 346,6 Tage. Auf einen Quadranten entfallen also im Mittel $\frac{346{,}6}{4} =$ 86,65 Tage. Aber auf diesen kommen nicht nothwendig 3 synodische Monate; denn da die mittlere Dauer des synodischen Monats $= 29^{\mathrm{d}}{,}53$, so umfasst jener vierte Theil des draconitischen Jahres bloss $86{,}65 : 29{,}53 = 2{,}934$ Monate. Der Fehlbetrag von 0,066 Monaten steigert sich in $3 : 0{,}066 = 45{,}45$ Monaten gerade auf einen vollen Monat.

Daraus folgt, dass in der Col. *E* im Laufe von $45\frac{1}{2}$ Monaten einmal der Fall eintreten muss, dass in dem Cyclus der Zeichenpaare ein einziges nicht drei-, sondern nur zweimal vorkommt. Ein solcher Fall liegt in Sp. I, 187, Obvers, vor, wo auf zwei *lal u* sofort *u u* folgt.

Durch diese Erklärung ist auch die Frage beantwortet, warum die Chaldäer in der Col. A ihrer Finsternisstafeln von Zeit zu Zeit, so bei 138 Adâru, 142 Tebitu, 146 Tišrîtu, die Bemerkung „5 Monate" beifügen. Eine Finsterniss kann ja bekanntlich nur dann stattfinden, wenn sich die Sonne in der Nähe des Knotens befindet. Gewöhnlich werden daher von einer Finsterniss zur andern 6 Monate vergehen; aber alle 45½ Monate wird nach der oben angestellten Rechnung einmal schon nach 5 Monaten ein Zusammentreffen von Mond und Sonne in der Nähe des Knotens und damit eine Finsterniss eintreten.

Der arithmetische Verlauf und selbst der astronomische Charakter als Function der Breite ist nun festgestellt. Aber es entsteht nun die weitere Frage: welche Function der Breite haben die Babylonier gewählt? Die Grenzwerthe $\mp 7^{\mathrm{I}}\ 12^{\mathrm{II}}$ sind, wenn wir darunter die gewöhnlichen Elongationsmasse Grade und Minuten verstehen, um 2^0 zu hoch resp. zu tief. Selbst wenn man annimmt, die Babylonier hätten die Bogendistanz des äussersten Neumondrandes vom äussersten Sonnenrand als Neumondbreite aufgefasst, so würde der Fehler nur um etwa 1^0 vermindert. Man könnte ferner daran denken, dass es sich um den Abstand von Sonne und Mond nicht im eigentlichen Augenblick der Conjunction, sondern schon eine bestimmte Zeit vor derselben handle — aber um welche? Alles das sind vage Conjecturen, die wissenschaftlich bislang nicht begründet werden können.

Am vernünftigsten scheint noch folgende Annahme zu sein. Man stellte durch vieljährige Beobachtungen fest, um welche Bogendistanz die zwei Auf- oder Untergangspunkte von Mond und Sonne zur Zeit des Vollmondes voneinander abstehen, und notirte jedesmal den Ueberschuss dieses Horizontalbogens über 180^0. Dieser Ueberschuss steigert sich um so mehr, je grösser die wahre Mondbreite wird; er wird in der That im Maximum gegen 7^0. Ist die Breite $= 0$, so ist auch jener Ueberschuss $= 0$. Die so für den Vollmond angestellten Beobachtungen liessen sich dann auf den im Sonnenglanz verschwindenden Neumond übertragen.

Freilich galten dann die Angaben der Col. E direct nur jedesmal für jenen Ort, in dessen Horizont die Conjunction oder Opposition stattfand. Aber da es scheint, dass die Chaldäer ihr Schema ganz universell, d. h. nicht mit ausschliesslicher Rücksicht auf den Horizont von Babylon entwickelten, so hat diese Annahme nichts Befremdliches.

Immerhin muss diese Erklärung noch durch weitere Argumente bestätigt werden (vgl. n. 78).

e) Theilweise Reconstruction dreier Fragmente (Col. C, [D] und E).

(77) Gestützt auf diese eingehende Analyse der arithmetischen und astronomischen Bedeutung der Col. E ist es nun möglich, die vollständige Synthese derselbe aufzubauen und auch die damit zusammenhängende Col. C und aus dieser die Col. D zu reconstruiren. Eine solche Synthese ist bezüglich der Columnen der Fragmente Sp. II, 96 und Sp. I, 187 in folgendem durchgeführt.

Sp. II, 96 bedarf kaum einer Erklärung. Zunächst wurde Col. C restaurirt und daraus dann sowohl Col. D als die erste Abtheilung (die Zahlen) der Col. E entwickelt. Von den zugehörigen Zeichenpaaren konnten die fehlenden im Anschluss an die erhaltenen und den Verlauf der restaurirten Zahlencolumne (E) hergestellt werden.

Im zweiten Fragment fehlt Col. *C* vollständig; aber die letzten Ziffern von Col. *D* sind theilweise erhalten. Aus Col. *E* wurde nun zunächst Col. *C* berechnet und daraus *D*. In der Uebereinstimmung der letztern mit den babylonischen Ziffern liegt die beste Garantie für die Richtigkeit der Rechnung.

Der Col. *E* wurde eine Columne der Differenzen beigegeben, weil man daraus den Verlauf der Col. *E* am leichtesten erkennt.

Die Correcturen, die an einigen Stellen sowohl in Zahlen als Zeichen angebracht werden mussten, sind aus sichern Beweisquellen hervorgegangen und können bei einem sachkundigen Leser nicht die geringsten Bedenken erregen.

Sp. II, 96 (Reconstruction) *.

Zeile	*C* Babylon. Länge des Neumondes in der fixen Ekliptik.	*D* Dauer des Tages. $1^z = 4^h$; $1^o = 4^m$; $1' = 4^s$; $1'' = 4^t$	*E* I. Babylon. Breite des Neumondes	*E* II. Nördliche od. südliche Position und Richtung	Differenz der Breiten von Monat zu Monat
1.	*29*° 11′ 15″ ♈	3^z 12° 47′[2] 30″	4 50 51 33	*lal u*	1 58 45 42
2.	27 18 45 ♉	3 26 55[3] 30	2 51 5 51	*lal u*	3 30 25 33
3.	*25* 26 15 ♊	3 34 3 30	39 19 42	*u u*	2 51 5 51
4.	23 *38* 45 ♋	3 34 11 30	3 30 25 33	*u u*	1 58 45 42
5.	21 41[1] 15 ♌	3 27 19 30	*5*[4] 29 11 *15*	*u u*	2 0 34 42
6.	20 16 ♍	3 13 9 20	*6* 54 14 3	*u lal*	2 6 15 42
7.	20 16 ♎	2 53 9 20	4 47 58 21	*u lal*	2 6 15 42
8.	*20* 16 ♏	2 35 53 36	2 *41*[5] 42 *39*	*u lal*	3 54 48 45
9.	*20* *16* ♐	2 26 37 52	1 13 6 *6*	*lal lal*	2 41 42 39
10.	*20* *16* ♑	2 25 22 8	3 54 *48* *45*	*lal lal*	2 6 15 42
11.	*20* *16* ♒	2 32 6 24	6 1 4 *27*	*lal lal*	2 6 15 42
12.	*20* *16* ♓	*2* *46* *50* *40*	*6* *16* *39* *51*	*lal u*	2 0 58 21
13.	*18* *48* *45* ♈	*3* *5* *52* *30*	*4* *15* *41* *30*	*lal u*	

[1] nicht 21. [2] nicht 48. [3] nicht 45. [4] nicht 3. [5] nicht 21.

Die Reconstruction der beiden Tablets ist eine Illustration des innigen Zusammenhangs zwischen Col. *C* und *E*.

In Sp. II, 96 ist C theilweise erhalten, und zwar genügend, um sie unabhängig von *E* entwickeln und dann aus der restaurirten Columne die Col. *E* berechnen zu können. So kommen wir zu Werthen, die genau den dortigen Angaben der Chaldäer entsprechen.

In Sp. I, 187 (S. 141) ist das Umgekehrte der Fall: *C* ist total zerstört; aber es lässt sich aus *E* berechnen. Im ersten Tablet haben wir ausserdem die beiden scheinbaren Störungen in *E* getrennt; im letztern fallen sie einmal im Obvers und Revers zusammen.

* Die geschlängelten Linien in *C* bedeuten die beiden bekannten Wechselstellen in der Ekliptik: 27° Piscium und 13° Virginis; ihnen entsprechen in der letzten Columne die ebenfalls durch Schlangenlinie bezeichneten Uebergangswerthe. In Col. *E* gibt der Doppelstrich die obere Grenze $+7^{\mathrm{I}}\ 12^{\mathrm{II}}$, der einfache die untere Grenze — $7^{\mathrm{I}}\ 12^{\mathrm{II}}$, der punktirte den Durchgang durch 0 an. Diesem letztern entsprechen in der folgenden Columne die Differenzen, unter denen eine doppelte Punktreihe herläuft. Alle durch Rechnung restaurirten Zahlen sind, wie gewöhnlich, durch Kleincursivdruck kenntlich gemacht.

Aus Sp. I, 187 (Reconstruction).

	Zeile	*C* Babyl. Länge des Mondes (vollständig berechnet aus Col. *E*)				*D* Dauer des Tages in babyl. Zeitmass (berechnet aus *C*)				*E* Babyl. Breite des Mondes I.				*E* II.	Differenzen d. babyl. Breiten			
Obvers (Neumond).	1.	16°	18′	45″	♈	3^z	4°	12′	30″		51	2	30	lal u	3	36	16	57
	2.	14	26	15	♉	3	21	46	30	2	45	14	27	u u	1	58	45	42
	3.	12	33	45	♊	3	32	20	30	4	44	0	9	u u	1	58	45	42
	4.	10	41	15	♋	3	35	54	30	6	42	45	51	u u	1	58	45	42
	5.	8	48	45	♌	3	32	9	34	5	42	28	27	u lal	1	58	45	42
	6.	6	56	15	♍	3	21	13	30	3	43	42	45	u lal	2	49	34	39
	7.	6	32		♎	3	2	18	40		54[1]	8	6	u lal	3	35	19	45
	8.	6	32		♏	2	42	18	40	2	51[2]	11	39	lal lal	2	6	15	42
	9.	6	32		♐	2	29	23	12	4	57	27	21	lal lal	2	6	15	42
	10.	6	32		♑	2	24	27	44	7	3	43	3	lal lal	2	6	15	42
	11.	6	32		♒	2	27	32	16	5	14	1	15	lal u	2	6	15	42
	12.	6	32		♓	2	38	36	48	3	7	45	33	lal u	3	23	59	51
	13.	5	56	15	♈	2	57	17	30		16	14	18	u u[3]				
Revers (Vollmond).	1.	0	22	30	♏	3	13	35		1	7	43	12	lal lal[4]	2	36	54	6
	2.	28	30		♏	3	27	24		3	44	37	18	lal lal[4]	1	58	45	42
	3.	26	27	30	♐	3	34	13		5	43	23	0	lal lal[4]	1	58	45	42
	4.	24	45		♑	3	34	2		6	41	51	18	lal u	1	58	45	42
	5.	22	52	30	♒	3	26	51		4	43	5	36	lal u	2	0	53	42
	6.	21	32		♓	3	12	18	40	2	42	11	54	lal u	3	54	19	30
	7.	21	32		♈	2	52	18	40	1	12	7	36	u u	2	42	11	54
	8.	21	32		♉	2	35	23	12	3	54	19	30	u u	2	6	15	42
	9.	21	32		♊	2	26	27	44	6	0	35	12	u u	2	6	15	42
	10.	21	32		♋	2	25	32[5]	16	6	17	9	6	u lal	2	6	15	42
	11.	21	32		♌	2	32	36	48	4	10	53	24	u lal	2	25	38	0
	12.	21	32		♍	2	47	41	20	1	45	15	24	u lal	4	0	15	24
	13.	20	0		♎	3	6	40		2	15			lal lal				

[1] nicht 44. [2] nicht 52. [3] nicht *u* —. [4] nicht *lal u*. [5] nicht 22.

Es folgt nun noch (S. 142) die Reconstruction eines andern Tablets (Sp. II, 99), in dem sowohl die Col. *C* als auch (fast vollständig) Col. *E* zerstört ist. Aber wie ist hier eine Wiederherstellung möglich?

Die bisherige Methode ist allerdings nicht anwendbar. Aber die schon in n. 75 gemachte und in n. 83 noch näher zu erörternde Wahrnehmung, dass Sp. II, 99 zeitlich unmittelbar sich an Sp. I, 187 anschliesst, ermöglicht es uns, die erste Zeile von *C* und *E* im Obvers und Revers festzustellen; sie lautet genau wie die letzte Zeile der entsprechenden Columnen in Sp. I, 187. Entwickelt man nun von diesem sichern Ausgangspunkt aus die beiden Columnen nach den bekannten Gesetzen, indem man zuerst *C* herstellt und daraus *E* berechnet, so stösst man im Obvers ganz genau auf die noch erhaltenen chaldäischen Ziffern und Zeichen, woraus umgekehrt mit Evidenz folgt, dass die beiden Tafeln wirklich zwei aufeinander folgenden Jahren angehören.

Die Reconstruction von *E* in Sp. II, 99 (S. 142) wurde aber noch aus einem andern Grunde vorgenommen. Gerade in diesem Tablet ist nämlich die darauf folgende Col. *F* gut erhalten. Zur Erklärung derselben bedürfen wir aber der abgebrochenen Col. *E*; deshalb durften wir die Mühe nicht scheuen, sie selbst auf einem Umweg wieder herzustellen.

Aus Sp. II, 99 (Reconstruction).

Zeile	Obvers (Neumond)			Revers (Vollmond)		
	C Babyl. Länge des Mondes (vollständig berechnet)	*E* Babyl. Breite des Mondes (berechnet) I.	II.	*C* Babyl. Länge des Mondes (vollständig berechnet)	*E* Babyl. Breite des Mondes (grösstentheils berechnet) I.	II.
1.	5° 56′ 15″ ♈	16 14 18	*u u*	*20 0* ♎	*2 15*	*lal lal*
2.	*4 3 45* ♉	*3 18 52 51*	*u u*	*18 7 30* ♏	*4 18 15 42*	*lal lal*
3.	*2 11 15* ♊	*5 17 38 33*	*u u*	*16 15* ♐	*6 17 1 24*	*lal lal*
4.	*0 18 45* ♋	*7 7 35 43*	*u lal*	*14 22 30* ♑	*6 8 12 54*	*lal u*
5.	*28 26 15* ♋	*5 8 50 3*	*u lal*	*12 30* ♒	*4 9 27 12*	*lal u*
6.	*26 33 45* ♌	*3 10 4 21*	*u lal*	*10 37 30* ♓	*1 57 23 0*	*lal u*
7.	*25 28* ♍	*0 7 36 42*	*lal lal*	*10 20* ♈	*2 13 52 24*	*u u*[1]
8.	*25 28* ♎	*3 22 4 3*	*lal lal*	*10 20* ♉	*4 25* 11 54	*u u*
9.	*25 28* ♏	*5 28 19 45*	*lal lal*	*10 20* ♊	*6* 31 27 36	*u u*
10.	*25 28* ♐	*6 49 24 33*	*lal u*	*10 20* ♋	*5 46* 16 42	*u lal*
11.	*25 28* ♑	*3 43 8 51*	*lal u*	*10 20* ♌	*3 40* 1 0	*u lal*
12.	*25 28* ♒	*0 49 46 18*	*lal u*	*10 20* ♍	*0 43 30* 36[2]	*u lal*
13.	*25 28* ♓	*2 54 22 33*	*u u*	*9 30* ♎	*2 56 29* 34[3]	*lal lal*
14.	*23 41 15* ♈	*4 53 31 15*	*u u*	*7 37 30* ♏	*4 55 15 16*	*lal lal*

[1] nicht *lal u*. [2] nicht 26. [3] nicht 24.

f) Chaldäische Anweisung zur Berechnung der Mondbreite.

(78) Was sich mit vieler Mühe aus den Zahlencolumnen der Fragmente Sp. I, 187 und Sp. II, 96 ergab, setzt uns nun auch in den Stand, folgende Stelle des Tablets S + 2418, wenigstens dem wesentlichen Inhalt nach, zu entziffern.

S + 2418. Col. I, Z. 20—32[1].

[Z. 20.] *Epiš eribu ša num u sik ša Sin araḫ ana araḫ (?) 12 dagal ma al an Sin 2 24 qabal-ti qaq-qar ki ṣari (?)*

[Z. 21.] *ultu 27 nûne adi 13 šerû araḫ ana araḫ (?) 1 58 45 42 tab u lal lib-bu-u ša qabaltu mat-gir (= iššakan)*

[Z. 22.] *du-ma 3 52 11 39 num 1 58 56 42 ina libbi KUDU-ma 1 53 25 57 kat (= šumêlu ?)*

[Z. 23.] *in-nu-u ki-i KUDU-ma 2 24 lal 30 34 3 lal 30 34 3 lal 1 52 25 57*

[Z. 24.] *lal-ma 1 22 21 54 num ar(kat) 3 52 11 39 num iššakan 30 34 3 adi 1 58 45 42*

[Z. 25.] *tab-ma 2 29 19 45 sik iššakan lib-bu-u ša 13 šerû mat-gir 2 (?) uš ki ša al 13*

[Z. 26.] *šeru tir 0 15 du ki 1 55 45 42 tab ana num lu ana sik ša (šum ?)-ma lu bar 13 zibânîtu*

[Z. 27.] *ultu 13 šerû adi 13 zibânîtu 30 (Sin ?) ana (1 ?) kas-bu 30 9 (?) 15 du 7 30 7 30 ki ki 1 58 45 42*

[1] Diese provisorische Transscription wird erst im folgenden berichtigt.

[Z. 28.] *ultu 2 6 15 42 adi 7 12 num num ki 7 12 sik al (sap?) lu ša al 7 12 tir*

[Z. 29.] . . . *ki KUDU-ma* . . . *ša ultu nûne adi šerû ina qabal lu-bar gab-bi a-šar*

[Z. 30.] . . . *pulukku 2* . . . *te 30 20 ultu nûne adi šerû iššakan eliš qabal u šapliš*

[Z. 31.] . . . *itti a-ḫa-meš tab-ma 6 21 31 24 1 58 45 42*

[Z. 32.] . . . *58 31 24 2 24 itti šu tab-ma 6 21 31 24 mat-gir.*

Das Ganze gibt die Erklärung zur Col. *E* der Finsternisstafeln und der entsprechenden Syzygientafeln (z. B. Sp. II, 96). Einen handgreiflichen Beweis liefert zunächst die Identität einer ganzen Reihe von Zahlen. Die Differenzen der Col. *E*, nämlich 1 58 45 52 und 2 6 15 42, sind auch hier, z. B. Z. 21 und 28, deutlich erkennbar. Ausserdem finden sich die charakteristischen Punkte der Ekliptik 13° Virginis und 27° Piscium, bei denen die Sonnengeschwindigkeit wechselt und auch in der Col. *E* eine Aenderung in der „Breite" eintritt. Die volle Identität mit dieser enthüllt sich aber namentlich in dem arithmetischen Zusammenhang der einzelnen Zahlen (die von mir vorgenommenen Correcturen der ursprünglichen Transscription beeinträchtigen die Richtigkeit der Deutung nicht im geringsten). Dieser Zusammenhang geht aus der folgenden Darlegung hervor.

Z. 20 gibt den Zweck der Berechnung an:

epišu eribu[1] *num u sik ša Sin araḫ ana araḫ 12* . . .,

d. h. zu bestimmen den Untergang des Mondes nördlich und südlich (von der Ekliptik), Monat für Monat zwölfmal . . . „*Eribu*" scheint die oben aufgestellte Ansicht zu bestätigen, dass die Zahlenwerthe der Col. *E* in den Finsternisstafeln nicht die Breite einfachhin, sondern die Bogendistanz der zwei Untergangspunkte von Mond und Sonne (im Horizont) zur Zeit der Conjunction repräsentiren. Diese Horizontalelongation ist natürlich von der wahren Breite abhängig, und wir wollen daher die Benennung „Mondbreite" beibehalten. Merkwürdigerweise heisst es hier *num u sik*, während in den Tafeln der Finsternisse dafür *u* und *lal* stehen; wir haben hier einen neuen Beleg dafür, dass nördlich (oben) sowohl durch *num* als auch *u*, südlich (unten) sowohl durch *sik* als auch durch *lal* ausgedrückt wird. Doch scheinen *u* und *lal* in dieser Bedeutung nur in Form der Doppelzeichen *u u, u lal, lal lal, lal u* vorzukommen.

Die auf ša Sin folgenden Keilzeichen sind nicht klar, aber gewiss nicht num arḫu, sondern *araḫ ana araḫ* zu lesen, da nur dies einen Sinn gibt.

12 soll wohl bedeuten: für 12 aufeinanderfolgende Monate. Im folgenden:

dagal-ma al ilu Sin 2 24 qabal-ti qaq-qar ki ṣa-ri (?),

kennen wir zunächst die Bedeutung des Zahlenwerthes 2 24. Sie ist eine zweifache. 2 24 drückt sowohl den Zuwachs der Breitenverschiebung aus, welche gemäss n. 72 in der Nähe der beiden Knoten eintritt, als auch den nördlichen oder südlichen Breitenabstand, mit welchem jener Zuwachs beginnt.

[1] Hiergegen möchte jemand allerdings einwenden, das *eribu* gelesene Zeichen könne auch blosse Wortendung sein; allein da sonst im nämlichen Tablet neben *epišu* niemals jenes Zeichen vorkommt, so glaubte ich die Bedeutung *eribu* = Untergang beibehalten zu müssen.

Gerade das letztere wird auch in obiger Stelle angedeutet. Ihr Sinn ist: es wird erweitert von der Mondbreite 2^{I} 24^{II} an in dem Mittelstück des Kreises (sc. der Mondbahn nördlich und südlich von der Ekliptik). . . .

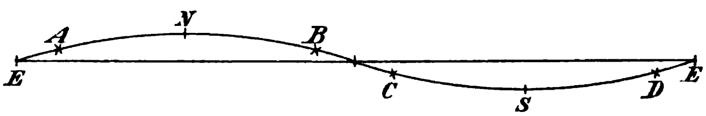


Fig. 6.

Zur Erläuterung diene die nebenstehende Figur. *EE* sei die Ekliptik, die Wellenlinie *ENSE* die Mondbahn, die Punkte *A, B, C* und *D* die Stellen, wo die Breite $= \pm 2^0\ 24'$ beträgt; dann ist das Mittelstück *AB* und *CD* *qabal-tu qaq-qar*.

Zur Rechtfertigung der gegebenen Realübersetzung diene ausserdem: *dagal-ma* = *rapiš-ma; al* hat hier wohl dieselbe Bedeutung wie in dem oft vorkommenden *ša-al*, welches immer eine Aenderung der Operationen einleitet und dem Sinn nach mit von . . . an oder über . . . hinaus gegeben werden darf (vgl. n. 85).

Nun erwartet man eine Angabe über den Betrag der monatlichen Breitenverschiebung; er wird auch in der folgenden Zeile angegeben:

[Z. 21.] *ultu 27 nûne adi 13 šerû araḫ ana araḫ 1 58 45 42 tab u lal lib-bu-u ša qabal-tu mat-gir (= iššakan).*

Also: Von 27^0 Piscium bis 13^0 Virginis werden monatlich $1^0\ 58'\ 45''\ 42'''$ addirt oder subtrahirt und so als Grenze die Mitte (*N* und *S* in der Figur) erreicht.

Diese Uebersetzung stützt sich vor allem auf die Bedeutung der Zahlenwerthe (vgl. nn. 70 u. 71). Die Bedeutung von *lib-bu-u* = Grenze wird in n. 85 festgestellt.

Z. 22—25 incl. enthält ein Rechenexempel und lehrt die Art, wie man in der Nähe der Knoten, von einer bestimmten Breite ausgehend, die nächstfolgenden berechnet.

[Z. 22.] *du-ma 3 52 11 39 num 1 58 45 42 ina libbi KUDU-ma 1 53 25 57 kat (šumêlu?)*

[Z. 23.] *in-nu-u ki-i KUDU-ma 2 24 lal 30 34 3 lal 30 34 3 ina 1 53 25 57*

[Z. 24.] *lal-ma 1 22 51 54 num ar(kat) 3 52 11 39 num iššakan 30 34 3 adi 1 58 45 42*

[Z. 25.] *tab-ma 2 29 19 45 sik iššakan; libbu-u ša 13 šerû 2 uš ki.*

Der Gang der Rechnung ist folgender: Angenommen, die augenblickliche Neumondbreite sei $3^0\ 52'\ 11''\ 39'''$ nördlich. Um die folgenden Neumondbreiten zu finden, wird davon zunächst der Betrag der bisherigen monatlichen Breitenverschiebung $= 1^0\ 58'\ 45''\ 42'''$ subtrahirt und so $1^0\ 53'\ 25''\ 57'''$ vorerst erhalten; dabei wird die Grenze $2^0\ 24'$ um $2^0\ 24'$ minus $1^0\ 53'\ 25''\ 57'''$, d. h. um $30'\ 34''\ 3'''$ überschritten; diese aber werden doppelt in Anschlag gebracht, die Breite des folgenden (2.) Neumondes beträgt somit nicht $1^0\ 53'\ 25''\ 57'''$, sondern $30'\ 34''\ 3'''$ weniger, also $1^0\ 22'\ 51''\ 54'''$ nördlich. Die Breite des 3. Neumondes erhält man, indem man jene $30'\ 34''\ 3'''$ zu $1^0\ 58'\ 45''\ 42'''$ addirt $= 2^0\ 29'\ 19''\ 45'''$ südlich.

Die Grenze für diese Rechenweise ist 13° Virginis, wo die andere monatliche Aenderung (der Breite) statthat.

Die drei aufeinanderfolgenden babylonischen Neumondbreiten sind also:

						Breitenverschiebung
I.	3°	52′	11″	39‴	nördlich	
						2° 29′ 19″ 45‴
II.	1	22	51	54	„	
						3 52 11 39
III.	2	29	19	45	südlich	
					Summa:	6° 21′ 31″ 24‴

$$= 2 \cdot (1^\circ\ 58'\ 45''\ 42''') + 2^\circ\ 24'.$$

Der Zuschuss von 2° 24′, den die Aenderung der babylonischen Breite in der Nähe der Knoten erfährt, vertheilt sich also auf zwei Breitenverschiebungen. Dasselbe fanden wir in Col. *E* der Finsternisstafeln, und obwohl die uns vorliegenden Zahlen der Copie (Z. 22—25) nicht in allen Ziffern mit jenen unserer Rechnung übereinstimmen, so ist es doch zweifellos, dass letztere mit dem Original in Einklang sind.

Du in *du-ma* scheint hier nicht = *alâku,* gehen, zu sein, wiewohl es in dieser Bedeutung auf den fortschreitenden Mond (bezw. Neumond) bezogen werden könnte; die gewiss willkürliche (beispielsweise) Annahme des Werthes 3° 52′ 11″ 59‴ legt vielmehr die Bedeutung *kânu* = feststellen, festsetzen nahe; *du-ma* dürfte daher am besten mit angenommen [die Breite sei = . . .] wiedergegeben werden.

Ina libbi ist zweifelsohne = davon und gehört zu *KUDU-ma*[1], welches hier gewiss = subtrahiren ist.

Das nächste Wortzeichen hat Strassmaier „*šumêlu*“ (= links) lautirt und übersetzt. Die Bedeutung „links“ passt hier nun nicht, wohl aber die Bedeutung „nördlich“[2], welche sich nach orientalischer Auffassung bekanntlich daraus ableitet. Aber ist jenes Zeichen wirklich = *šumêlu*? Und warum auf einmal *šumêlu* statt des gewöhnlichen *eliš (num)*? Bleiben wir lieber bei dem Silbenwerth *Kat* jenes Keilzeichens und beachten die Gleichung: *kat* = *ḳaṣâru* (bewahren, für sich behalten), so sagt uns *kat,* dass der vorhergehende Zahlenwerth 1 53 25 57 im Sinne zu behalten, d. h. noch nicht als Werth für die Mondbreite hingeschrieben werden darf, da er (gemäss Z. 23) zuvor eine Correction erfahren muss.

Z. 23: *in-nu-u ki-i KUDU-ma 2 24 lal* ist wohl sicher = insoweit vermindert wird über 2° 24′ herab (nämlich um 30′ 34″ 3‴). Gegen Ende der Zeile kann es nicht *mišlu* = ½ heissen; es sind vielmehr dort zwei Zeichen *ina* und *ana* im Original oder in der Copie ineinander gerathen. Es heisst demnach: *30′ 34″ 3‴ ina 1° 53′ 25″ 57‴ lal* = 30′ 34″ 3‴ werden von 1° 53′ 25″ 57‴ subtrahirt. Das enklitische *ma* in *lal-ma* und *tab-ma* verbindet stets (nicht bloss hier) die letzte arithmetische Operation mit dem Endergebniss und ist daher mit „und so schliesslich“ zu übersetzen, z. B. . . . *lal-ma 1 22 51 54 num* . . . *iššakan* = wird subtrahirt und so schliesslich 1° 22′ 51″ 54‴ nördlich erhalten. Das Zeichen für *arkat* (Z. 24) bedeutet hier folgend auf. Der Schluss (Z. 25): *2 UŠ ki* wird wohl mit Rücksicht

[1] Die Bedeutung von *KUDU-ma* = subtrahiren wird erst später (n. 90) mit Sicherheit nachgewiesen.

[2] Es scheint eine solche Nebenbedeutung des Wortes *šumêlu* nicht bekannt zu sein; bei Delitzsch, Assyrisches Handwörterbuch (S. 668), fand ich sie wenigstens nicht.

auf die später festzustellende Bedeutung von *UŠ* = (monatliche) Aenderung: die zweite Aenderung tritt ein bedeuten (vgl. n. 86). In der That tritt bei 13° Virginis an Stelle der bisherigen monatlichen Verschiebung eine andere, wie uns schon bekannt ist.

Damit ist der Passus Z. 22—25 genügend erklärt.

[Z. 25 u. 26.] . . *ša-al 13 šerû tir 0 15 du itti 1 58 45 42 tab*

= wenn es über 13° Virginis hinausgeht, so werden für jeden Fortschritt in der (Mond-) Länge um 1 Grad 0′ 15″ zur bisherigen monatlichen Aenderung der Breite, welche 1° 58′ 45″ 42‴ beträgt, addirt.

[Z. 26.] *ana num lu ana sik ša du-ma lu-bar 13 zibânîtu*

wohl = nordwärts (oder) südwärts vom Durchgang durch den Thierkreis (erreiche der Mond) 13° Librae (Länge).

Es wird hier des Falles gedacht, wo der Mond, während seine Länge von 13° Virginis bis 13° Librae sich verschiebt, zugleich durch die Ekliptik geht. Dies ergibt sich noch klarer aus

[Z. 27.] *ultu 13 šeru adi 13 zibânîtu 30 (Sin?) 1 kas-bu 30 0 15 du 7 30 7 30 itti itti 1 58 45 42 (tab)*

= von 13° Virginis bis 13° Librae werden für 30°, d. i. *1 kas-bu*, 30 mal 0′ 15″ (d. h. im Ganzen) 7′ 30″ zweimal zu 1° 58′ 45″ 42‴ addirt.

Nach *zibânîtu* muss es also 30 statt *Sin* heissen. *Kas-bu*, sonst = Doppelstunde, ist hier sicher = 30° oder gleich dem Bogen eines Thierkreisbildes. Es kommt ja auf 1 *kas-bu* 30 mal 0′ 15″ Zuschuss.

Andererseits steht die hier angenommene Bedeutung des Wortes mit der gewöhnlichen im Einklang. Da die scheinbare Bahn der Gestirne von 360° in 12 Doppelstunden vollendet wird, so entsprechen 30° wirklich einer Doppelstunde.

[Z. 28.] . . . *2 6 15 42 (adi?) 7 12 araḫ ana araḫ ki* (?) *7 12 sik (šap? al?) lu · ša al 7 12 tir*

Hier sind mehrere störende Lädirungen. Aber der Sinn der Stelle ist sicher der folgende: Von der Mondlänge 13° Librae (eigentlich von 13° Virginis an — was aber schon Z. 27 berücksichtigt) beträgt die monatliche Aenderung der Breite 2° 6′ 15″ 42‴, bis diese 7° 12′ erreicht. 7° 12′ *sik* ist die äusserste südliche Breite.

Der Ueberschuss über 7 12 (wird von 7 12 subtrahirt); zu dieser Ergänzung passt *KUDU-ma* (wird subtrahirt) in Z. 29.

[Z. 29.] . . . . *ki* (?) *KUDU-ma . . . ša ultu nûne adi šeru ina qabal lu-bar gabbi ašar*

[Z. 30.] . . . . *pulukku* (?) *2 . . . te 30 20 ultu nûne adi šerû iššakan eliš qabal u šapliš.*

[Z. 31.] . . . . *itti a-ḫa-meš tab-ma 6 21 31 24 1 58 45 42.*

[Z. 32.] . . . . *57 31 24 2 24 itti eribu tab-ma 6 21 31 24 mat-gir.*

Z. 29 bezieht sich auf die Aenderung der Breite nach Ueberschreitung des Grenzwerthes, und zwar während der Neumond sich von den Fischen zur Jungfrau befindet. *Qabal lu-bar* verräth sich hier ziemlich deutlich als term. techn. für Ekliptik. [In naher Beziehung hierzu steht *lu-bar-meš,* ein Ausdruck, den wir mit Rücksicht auf die Stelle (S + 2418, Z. 37): „*Zi Šamaš ina lu-bar-meš ina maš-mašu 55 52 ina PA 1 2 44*“ mit Ekliptik-Sternbilder übersetzten (vgl. n. 36).] *Ina qabal lu-bar gabbi ašar* ist daher wohl = in der Ekliptik alle Positionen.

Z. 30: *Ultu nûne adi šerû* . . . gehört offenbar zu Z. 31. Der Sinn ist: Während der Neumond zwischen den Fischen und der Jungfrau steht, ist die Summe zweier Breitenverschiebungen (*itti a-ḫa-mes tab-ma* = zusammen addirt) oberhalb und unterhalb (*eliš qabal u šapliš*) der Ekliptik $6^0\ 21'\ 31''\ 24'''$. Dieser Werth ergibt sich aus zweimal $1^0\ 58'\ 45''\ 42''' = 3^0\ 57'\ 31''\ 24'''$ durch Addition des uns bekannten Zuwachses $2^0\ 24'$, welchen die Aenderung der Breite in der Nähe der Ekliptik erfährt.

Col. F.

Angaben über Eintritt, Grösse oder Ausfall der Finsternisse.

(79) Auf die Columne der „babylonischen Mondbreite“ folgt in mehreren Tablets (Sp. II, 47; Sp. II, 96; Sp. II, 296) sofort Col. G, die — wie sich im nächsten Kapitel herausstellen wird — eine Function der Mondgeschwindigkeit darstellt. Im Gegensatz hierzu tritt in einigen Tablets (Sp. I, 187 und Sp. II, 99) zwischen beide die Col. F, welche in mehr als einer Hinsicht merkwürdig ist. Ihre Eigenthümlichkeit zeigt sich vor allem darin, dass sie nur alle 5—6 Monate Angaben aufweist. Schon daraus lässt sich vermuthen, es handle sich um Daten zur Vorausberechnung von Finsternissen. Ein Vergleich derselben mit den zugehörigen Zahlen und Zeichenpaaren der Col. E stellt die Richtigkeit dieser Annahme vollends ausser Zweifel. Der Eintritt der Finsternisse ist ja bekanntlich nur dann möglich, wenn die Breite eine gewisse Grenze nicht überschreitet. Enthält demnach Col. F Finsternissdaten, so müssen zunächst die entsprechenden Zahlenwerthe von E sich stets innerhalb enger Grenzen bewegen, und ausserdem darf neben der vermuthlichen Finsternissangabe von je 3 gleichen Zeichenpaaren der Col. E nur das erste [1] *u u* und *lal lal*, sowie das dritte [3] *lal u* und *u lal* vorkommen, niemals aber das mittlere derselben, weil dann der Mond noch oder schon zu weit vom Knoten entfernt ist.

Die einzigen Fragmente, die uns eine diesbezügliche Prüfung gestatten, sind Sp. I, 187 und Sp. II, 99. Es folgen hier die Neu- und Vollmondangaben beider Tablets, die — wie schon erwähnt — zwei aufeinanderfolgenden Jahren angehören.

a) Neumondangaben:

Sp. I, 187:	E_7 =	0	54	8	6	*u*	*lal*	[3]	F_7 =	8	22	39	*rim*
Sp. II, 99:	E_{13}, E_1 =	0	16	14	18	*u*	*u*	[1]	F_{13}, F_1 =	20	6	23	*rim*
	E_7 =	0	7	36	42	*lal*	*lal*	[1]	F_7 =	18	40	7	*rim*

b) Vollmondangaben:

Sp. I, 187:	E_1 =	1	7	43	12	*lal*	*lal*	[1]	F_1 =	28	41	10	?
	E_7 =	1	12	7	36	*u*	*u*	[1]	F_7 =	20(?)	22(?)	3(?)	?
	E_{12} =	1	45	15	24	*u*	*lal*	[3]	F_{12} =		8	34	*bat*
Sp. II, 99:	E_6 =	1	57	23	0	*lal*	*u*	[3]	F_6 =	2	9	50	*bat*
	E_{12} =	0	43	30	36	*u*	*lal*	[3]	F_{12} =	10	8	54	*rim*

Der Leser erkennt aus der vorstehenden Tabelle sofort, dass die vorhin angedeuteten Kriterien in beiden Fragmenten zutreffen: die Werthe, welche den entsprechenden Stellen der Col. *E* (Grenzwerth $\mp$ 7' 12'') entnommen sind, erreichen nie die Grösse $\mp$ 2', und von den bekannten 3 gleichen Zeichenpaaren (3 *u u*, 3 *u lal* u. s. f.) steht immer das erste [1.], wenn die beiden Glieder eines Paares gleich, dagegen stets das dritte [3.], wenn dieselben ungleich sind. Von der Richtigkeit dieser Behauptung überzeugt ein Blick auf die in n. 77 ausgeführten Restaurationen.

Somit unterliegt es keinem Zweifel, dass die Col. *F* sich ausschliesslich auf jene Neu- und Vollmonde bezieht, bei denen eine Finsterniss in Frage war. So stehen wir denn hier vor der interessanten Thatsache, dass die Chaldäer mittelst eines eigenen Systems sowohl Mond- als auch Sonnenfinsternisse vorausberechnet haben.

Diese Wahrnehmung ermuntert zu einer eingehenden Prüfung der vorliegenden Columne. Zwei Dinge sind hier wohl zu beachten: die Zahlenwerthe und die Wortzeichen *rim* und *bat*. In unsern zwei Fragmenten Sp. I, 187 und Sp. II, 99 kommt ersteres viermal, letzteres zweimal sicher vor. Sollte durch diese Zahlen und Wortzeichen etwa die Grösse oder Dauer der einzelnen Finsternisse angedeutet werden?

In dieser Vermuthung bestärkt zunächst der Gedanke, dass bei *bat* im Vergleich zu *rim* verhältnissmässig niedrige Zahlenwerthe vorkommen, während die entsprechenden Werthe von *E* gerade dann ihren höchsten Betrag erlangen. Die Vollmondangaben Sp. I, 187, E_{12} und Sp. II, 99, E_6 scheinen wenigstens darauf hinzudeuten. Drückt nämlich *bat* wirklich einen geringen Grad von Verfinsterung oder gar nur eine Beschattung durch die Penumbra aus, so kann es nur mit einer relativ grossen Breite auf gleicher Linie des Tablets stehen. Gleichwohl ist damit obige Conjectur noch nicht sicher begründet; denn sie stützt sich lediglich auf ein paar Zahlen, von denen möglicherweise die eine oder andere unrichtig ist. Wir bedürfen daher weiterer Kriterien. Ein solches ergibt sich zunächst aus dem Umstande, dass in der Abtheilung für Neumonde (bezw. Sonnenfinsternisse) nur *rim*, aber nicht *bat* vorkommt, während sich letzteres zweimal hintereinander in der Abtheilung für Vollmonde (bezw. Mondfinsternisse) findet. Gemäss unserer Deutung der beiden Ausdrücke müsste daraus gefolgert werden, dass während zweier aufeinanderfolgenden Jahre zwei Mondfinsternisse unmittelbar hintereinander verschwindend klein werden bezw. ausfallen können. Dies stimmt wirklich mit den Thatsachen überein. Während nämlich auf einen Saros ungefähr 40 Sonnenfinsternisse kommen, finden während derselben Zeit nur etwa 29 Mondfinsternisse statt, und zwar geschieht der Ausfall der sonst alle 5 oder 6 Monate eintreffenden Finsternisse in der Regel gleich zweimal hintereinander. (So folgte auf die zweite Finsterniss von 1896, welche am 23. August war, mit Uebergehung des Jahres 1897 erst am 8. Januar 1898 eine weitere.)

Aber dies gilt natürlich für alle Orte der Erde insgesamt; für ein und denselben Ort dagegen — etwa für Babylon — sind die Mondfinsternisse häufiger als die Bedeckungen der Sonne. Aber die in Col. *F* verzeichneten Finsternissangaben können sich unmöglich auf den Horizont von einem einzelnen Orte beziehen; denn erstens käme auf diesen jährlich nicht einmal eine Mondfinsterniss, alle zwei Jahre nicht einmal eine Sonnenfinsterniss, und zweitens wäre es auch höchst unwahrscheinlich, dass schon in *F* die geographische Lage von Babylon mit in Rechnung gezogen sein sollte. Dieser Specialfall mochte gemäss der ganzen übrigen Anlage des Systems erst in einer spätern Columne Berücksichtigung finden.

Nach allen bisher angestellten Prüfungen ist es ziemlich sicher, dass *bat* immer vorkommt, wenn eine Finsterniss ausfällt und zwar nur dann; dafür sprechen die dem *bat* vorangehenden hohen Breiten und die zwei aufeinanderfolgenden *bat* in der Abtheilung für Mondfinsternisse.

Eine Bestätigung erfährt das gewonnene Resultat durch einen Vergleich der Col. *F* der bekannten Mondfinsternisstafel Nr. 93 (81—7—6) mit den Angaben des Oppolzerschen Canons für die nämliche Zeit. Darüber belehrt die folgende Tabelle.

Zeile	Jahr		Col. *E*					Col. *F*				Can. d. Finst.		
												halbe Dauer		Grösse
	S. Ä.	Ch. Ä. (—)										part.	tot.	
4.	138	173 Oct.	1	17	8	12	*lal lal*	30	15	22		57^{m}	$—^{\mathrm{m}}$	$3^{\mathrm{z}}.1$
5.	138	172 März	1	42	34	58	*lal u*	0	18	12		—	—	—
6.	139	„ Sept.	1	53	38	24	*u lal*	1	32	24	[?]	—	—	—
7.	„	171 März		38	30		*lal u*		10	59		97	—	$11^{\mathrm{z}}.5$
8.	140	„ Sept.		50	29	26	*u u*	9	2	24		97	—	$11^{\mathrm{z}}.4$
9.	„	170 Febr.		23	14	48 (?)	*u lal*	21	16	28		108	43	$15^{\mathrm{z}}.5$
10.	141	„ Aug.		17	7	11	*lal u*	20	15	12		110	48	$18^{\mathrm{z}}.6$
11.	„	169 Febr.	?	24 (?)	49 (?)	33 (?)	*? u*	31 (?)	33	43		36		$1^{\mathrm{z}}.2$
12.	142	„ Aug.	1	24	24		*lal u*	31 (?)	28			39		$1^{\mathrm{z}}.4$
13.	„	168 Jan.	1	45	47		*u lal*		13	50	*bat*	—	—	—
14.	143	„ Juli	1	25	50	36	*lal u*	3	6	34		—	—	—
15.	„	„ Dec.		54 (?)	2	12	*u lal*	10	23 (?)	38		102	22	$13^{\mathrm{z}}.0$
16.	144	167 Juni		18	53	48	*lal u*	14	18	22		106	36	$15^{\mathrm{z}}.1$
17.	„	„ Dec.		17	42 (?)	36	*u lal*	20	21	6		109	44	$17^{\mathrm{z}}.1$
18.	145	166 Juni		48	43		*lal u*	25	31	10		100	14	$12^{\mathrm{z}}.4$
19.	„	„ Dec.	1	19	27	24	*u lal*	30	48 (?)	34		26	—	$0^{\mathrm{z}}.6$
20.	146	165 Juni	1	55	59	48	*lal u*	26	43	58		—	—	—
21.	„	„ Oct.	1	51	19	12	*u lal*	1	8	2	*bat*	—	—	—
22.	147	164 April		44	14	58	*lal u*	8	21	32		91	—	$9^{\mathrm{z}}.3$
23.	„	„ Oct.		49	34	24	*u lal*	9	8	16		85	—	$7^{\mathrm{z}}.8$
24.	148	163 April		13	2		*lal u*	19	24 (?)	20		110	49	$19^{\mathrm{z}}.4$
25.	„	„ Oct.		12	10	24	*u lal*	19	25	44		111	50	$20^{\mathrm{z}}.4$
26.	„	162 März	1	20	18	48		30	47	8		40	—	$1^{\mathrm{z}}.5$
27.	149	„ Sept.	1	13	55	12	(leerer	29	47 (?)	22 (?)		74	—	$5^{\mathrm{z}}.7$
28.	„	161 Febr.	1	43	27	48 (?)	Raum)	30 (?)	?	22		—	—	—
29.	150	„ Aug.	1	.	.	.		?	?	?	*bat*	—	—	—

Wir haben in dieselbe auch die entsprechende Col. *E* aufgenommen, damit der Leser zugleich einen neuen Beweis für die Richtigkeit unserer frühern Deutung dieser Columne als Function der Mondbreite erhalte. Man erkennt nämlich leicht, dass im allgemeinen die Grösse und Dauer der Finsterniss im umgekehrten Verhältniss zu den Zahlenwerthen von E stehen. So entsprechen den kleinsten Werthen E_{10}, E_{17}, E_{24} und E_{25} die grössten Werthe des Canons der Finsternisse, und umgekehrt ist auf derselben Linie mit den hohen Werthen E_5, E_6; E_{13}, E_{14}; E_{28} (und E_{29}) ein Ausfall der Finsterniss im Canon zu bemerken.

Mehr aber interessirt hier eine Wahrnehmung in der Col. *F*: es findet sich nämlich bei ihren Zahlen nirgends ein *rim*, doch dreimal deutlich ein *bat*. Beachten wir zunächst den letztern Umstand. Ist unsere obige Conjectur stichhaltig, so darf neben *bat* keine Finsterniss (des Canons) verzeichnet sein. So ist es in der That. In allen 3 Fällen correspondirt das *bat* der Chaldäer mit einem Ausfall der Finsterniss. Damit ist unsere Sache unwiderleglich dargethan; denn es wird keinem Sachverständigen einfallen, in dem Zusammentreffen aller dieser Momente das Spiel eines blinden Zufalls zu sehen.

Allerdings fehlt es nicht an Ausnahmen, die anscheinend die Richtigkeit der aufgestellten Regel in Frage stellen. So bemerkt man an 5 Stellen, Z. 5, 6, 14, 20 und 28, kein *bat*, obschon es zufolge jener Regel dort stehen sollte. Doch dieser Einwand kann erst später hinreichend gelöst werden. Vor der Erkenntniss der arithmetischen Gesetze von Col. *F* ist jeder Erklärungsversuch verfrüht. Es scheint zwar, als ob der Ausfall von *bat* in Z. 14, 20 und 28 so gerechtfertigt werden könnte: In der Finsternisstafel genügte ein *bat*, um zwei aufeinanderfolgende Nichteintritte von Finsternissen zu kennzeichnen; in den Syzygientafeln (Sp. I, 187 und Sp. II, 99) war dies anders; dort gehörten die zwei Ausnahmsfälle verschiedenen Tablets an und mussten somit einzeln angemerkt werden. Der wahre Grund des Ausfalls von *bat* liegt jedoch ganz wo anders. Nur Z. 5 müsste wirklich *bat* stehen, während es Z. 6, 14, 20 und 28 nicht einmal stehen darf.

Auffallend scheint auf den ersten Blick auch das gänzliche Fehlen von *rim* in der Col. *F*. Aber dies klärt sich sofort auf, wenn wir in *rim* den Gegensatz von *bat* annehmen; *rim* entsprach dann immer dem Eintreffen einer Finsterniss. Es bildete sonach die Regel und verstand sich von selbst, während die Ausnahme (durch *bat*) angegeben werden musste.

Bedeutung der numerischen Angaben in Col. F.

(80) Eine noch weit schwierigere Aufgabe als die bisherige erwächst uns aus der eigenthümlichen Folge der Zahlen in Col. *F*. Sie laufen so wirr durcheinander, dass es ohne Mithilfe einer diesbezüglichen chaldäischen Anweisung, wie wir sie für andere Berechnungen dem oft genannten Tablet S + 2418 entnommen haben, kaum möglich scheint, eine vollständige Lösung der Frage herbeizuführen. Allerdings war eine solche Anweisung in S + 2418 zweifellos vorhanden; aber leider scheint dieselbe ganz zerstört zu sein.

So blieb uns nichts anderes übrig, als durch eine eingehende Prüfung der einzelnen Werthe von *F* etwaigen Gesetzmässigkeiten auf die Spur zu kommen. Es stellte sich bald heraus, dass die Vergleichung der einzelnen Glieder der Col. *F* für sich allein zu keinem Resultate führte. Hiernach waren zwei Möglichkeiten offen: entweder beruhte *F* lediglich auf frühern Beobachtungen, die man mit Hilfe der Sarosperiode auch auf die künftige Zeit übertrug und sie in die Rechnungstafeln als selbständiges Element einführte, oder aber *F* wurde aus einer frühern Columne mit Hilfe eines eigenen Schemas abgeleitet.

Die folgende Darlegung wird beweisen, dass letzteres der Fall ist. Aber aus welcher Columne soll Col. *F* hervorgegangen sein? Zur richtigen Beantwortung dieser Frage ist die bereits sicher erwiesene Thatsache massgebend, dass es sich in *F* um Finsternissangaben handelt, und zwar entweder um fertige Resultate von Finsternisserscheinungen oder wenigstens um Elemente derselben. Ist ersteres der Fall, so könnte kaum etwas anderes als die Dauer oder die Grösse der Finsterniss gemeint sein. Gegen die Deutung als Dauer der Finsterniss sprechen jedoch gewichtige Gründe. Erstens haben die Zahlen gar keine Beziehungen zu den Oppolzerschen Angaben (vgl. die Tabelle), und zweitens wäre es dann höchst sonderbar, dass die Col. *G*, in der die Geschwindigkeit des Mondlaufs am Tage der Finsterniss zum Ausdruck kommt, auf Col. *F* folgt, statt ihr voranzugehen. Gerade die Mondgeschwindigkeit bildet ja ein wesentliches Element bei der Berechnung der Dauer der Verfinsterung.

Anders verhält es sich mit der Grösse der Finsternisse. Die nothwendigen Elemente zu ihrer Berechnung waren schon in den Columnen *B*, *C* und *E* wenigstens insoweit enthalten, um darauf ein genähertes Rechnungsresultat zu gründen. Namentlich aber musste *E*, die babylonische Mondbreite, dabei zur Geltung kommen.

Die feste Ueberzeugung hiervon spornte trotz des anfänglichen Misserfolges zu wiederholten Untersuchungen an.

Eine einfache Proportionalität zwischen correspondirenden Werthen von *E* und *F* verräth sich nirgends; auch nehmen die Zahlen in beiden Columnen zuweilen gleichzeitig zu, während an andern Stellen *F* mit der Zunahme von *E* abnimmt. Dagegen variiren die Werthe von *F*, welche numerisch nahe bei einander liegenden Werthen von *E* entsprechen, zwischen engen Grenzen, und ausserdem findet innerhalb dieser nur eine Abnahme oder nur eine Zunahme statt. Damit stossen wir aber auf eine offenbare Gesetzmässigkeit. Um letztere ins Licht treten zu lassen, stellen wir die uns zugänglichen Werthe von *E* aus verschiedenen Tablets nach steigenden Grössen zusammen und setzen das entsprechende *F* daneben.

Tabellarische Darstellung des Zusammenhanges zwischen Col. E und Col. F.

Gruppe	Tablet	Neu- oder Vollmond	Zeile	Col. *E* nach steigenden Werthen geordnet					Col. *F*				Col. *Φ*		
	Sp. II, 99	Neumond	7.	0	7	36	42	*lal lal*	18	40	7	*rim*	18	40	7
	Nr. 93	Vollmond	25.	0	12	10	24	*u lal*	19	25	44		19	25	44
	„	„	24.	0	13	2		*lal u*	19	34	20		19	34	20
I.	Sp. II, 99	Neumond	1.	0	16	14	18	*u u*	20	6	23	*rim*	20	6	23
	Nr. 93	Vollmond	10.	0	17	7	12[1]	*lal u*	20	15	12		20	15	12
	„	„	17.	0	17	42	36	*u lal*	20	21	6		20	21	6
	„	„	9.	0	23	14	48	*u lal*	21	16	28		21	16	28
						⋮				⋮					
	Nr. 93	Vollmond	7.	0	38	30	0	*lal u*	10[2]	59			23	49	
	Sp. II, 99	„	12.	0	43	30	36	*u lal*	10	8	54	*rim*	24	39	6
	Nr. 93	„	23.	0	49	34	24	*u lal*	9	8	16		24	39	44
II.	„	„	8.	0	50	9[1]	36	*u u*	9	2	24		25	45	36
	Sp. I, 187	Neumond	7.	0	54	8	6	*u lal*	8	22	39	*rim*	26	25	21
	Nr. 93	Vollmond	22.	0	54	14	48	*lal u*	8	21	32		26	26	28
						⋮				⋮					
	Nr. 93	Vollmond	27.	1	13	55	12		29	47	12		29	47	12
	„	„	4.	1	17	8	12	*lal lal*	30	15	22		30	15	22
III.	„	„	19.	1	19	27	24	*u lal*	30	48	34		30	48	34
	„	„	26.	1	20	18	48		30	57	8		30	57	8
	„	„	12.	1	24	24		*lal u*	31	38[3]			31	38	
						⋮				⋮					
	Sp. I, 187	Vollmond	12.	1	45	15	24	*u lal*		8	34	*bat*	34	56	34
	Nr. 93	„	13.	1	45	47		*u lal*		13	50	*bat*	35	1	50
IV.	Sp. II, 87	„	?	1	48	55	18	*lal u*	0	45	13	*bat*	35	33	13
	Nr. 93	„	21.	1	51	12[1]	12	*u lal*	1	8	2	*bat*	35	56	2
	„	„	6.	1	53	38	24	*u lal*	1	32	24		36	20	24
	Sp. II, 99	„	6.	1	57	23		*lal u*	2	9	50	*bat*	36	57	50

[1] corrigirte Ziffer. [2] nicht „— 10 59“ wie in der Copie bezw. im Original. [3] nicht 28.

Wie aus der vorstehenden tabellarischen Uebersicht erhellt, treten auf diese Weise vier Gruppen hervor, innerhalb welcher folgende Gesetzmässigkeit waltet: Sind E und E' irgend zwei Glieder innerhalb ein und derselben Gruppe und F und F' die entsprechenden Werthe der folgenden Columne, so gilt in der I., III. und IV. Gruppe die Gleichung:

$$10\,(E' - E) = F' - F$$

und in der II. Gruppe:

$$10\,(E' - E) = F - F'.$$

$$\text{Z. B. in Gruppe I}\left\{\begin{array}{lrrrrr} \text{Nr. 93:} & E_{17} = 0^{0} & 17' & 42'' & 36''' & \qquad F_{17} = 20^{\mathrm{I}}\ 21^{\mathrm{II}}\ 6^{\mathrm{III}} \\ \text{„ „} & E_{25} = 0 & 12 & 10 & 24 & \qquad F_{25} = 19\ \ 25\ \ 44 \end{array}\right.$$
$$10\ (5\ \ 32\ \ 12) = 55\ \ 22,$$

$$\text{in Gruppe II}\left\{\begin{array}{lrrrrr} \text{Nr. 93:} & E_{22} = 0^{0} & 54' & 14'' & 48''' & \qquad F_{22} = 8^{\mathrm{I}}\ 21^{\mathrm{II}}\ 32^{\mathrm{III}} \\ \text{„ „} & E_{23} = 0 & 49 & 34 & 24 & \qquad F_{23} = 9\ \ 8\ \ 16 \end{array}\right.$$
$$10\ (4\ \ 40\ \ 24) = 46\ \ 44.$$

Die nämlichen Relationen wie zwischen den einzelnen Gliedern der Gruppen I, III und IV gelten auch zwischen Gruppe I einerseits und Gruppe III andererseits, d. h. es ist

$$10\,(E_{\mathrm{III}} - E_{\mathrm{I}}) = F_{\mathrm{III}} - F_{\mathrm{I}}$$

$$\begin{array}{llrl} \text{z. B.:} & \text{(III) Nr. 93} & E_{26} = 1^{0}\ 20'\ 18''\ 48''' & \qquad F_{26} = 30^{\mathrm{I}}\ 57^{\mathrm{II}}\ 8^{\mathrm{III}} \\ & \text{(I) „} & E_{17} = 0\ \ 17\ \ 42\ \ 36 & \qquad F_{17} = 20\ \ 21\ \ 6 \\ \hline & & 10\,(1\ \ 2\ \ 36\ \ 12) = & \qquad 10\ \ 36\ \ 2. \end{array}$$

Zwischen je zwei andern Gruppen findet jedoch eine derartige Beziehung nicht statt. Woher dies? Woher kommt ausserdem in F das so plötzliche und bedeutende Herabsinken der Werthe von I auf II und besonders von III auf IV?

Den Schlüssel zu diesem Geheimniss chaldäischer Rechenkunst bot uns die Beantwortung der naheliegenden Frage: Wie müssten in Col. F die einzelnen Werthe von Gruppe III und IV lauten, wenn die zwischen I und III bestehende Beziehung für die gesamte Columne Giltigkeit hätte?

Die aus Col. E zu diesem Zweck berechneten Zahlen reihen sich in Col. Φ unmittelbar an die entsprechenden Angaben von Col. F. Ein Vergleich beider enthüllt uns eine für unsere Frage wichtige Gesetzmässigkeit: in II haben wir die constante Summe $F + \Phi = 34^{\mathrm{I}}\ 48^{\mathrm{II}}$, in IV dagegen den gleichen Werth als constante Differenz $\Phi - F = 34^{\mathrm{I}}\ 48^{\mathrm{II}}$. Z. B.:

$$\begin{array}{lr} \text{(II.) [Nr. 93]} & F_7 = 10^{\mathrm{I}}\ 59^{\mathrm{II}} \\ & \Phi_7 = 23\ \ 49 \\ \hline & F_7 + \Phi_7 = 34^{\mathrm{I}}\ 48^{\mathrm{II}} \end{array} \qquad \begin{array}{lr} \text{(IV.) [Nr. 93]} & \Phi_{12} = 34^{\mathrm{I}}\ 56^{\mathrm{II}}\ 34^{\mathrm{III}} \\ & F_{12} = 0\ \ 8\ \ 34 \\ \hline & \Phi_{12} - F_{12} = 34^{\mathrm{I}}\ 48^{\mathrm{II}}. \end{array}$$

Es sind also die Werthe von F_{II} nichts als Ergänzungen der nach der allgemeinen Regel berechneten zu $34^{\mathrm{I}}\ 48^{\mathrm{II}}$, die Werthe von F_{IV} dagegen die einzelnen Ueberschüsse solcher regelrechten Rechnungsergebnisse über die nämliche Grösse. Damit löst sich der scheinbare Wirrwarr der Zahlen in ein einheitliches System auf.

Die Babylonier berechneten demnach zunächst gesondert unsere Col. Φ und daraus erst in der angedeuteten Weise die Col. F.

Der Beweis hierfür lässt sich an einigen Angaben der Tablets in überzeugender Weise erbringen.

Es finden sich in Col. F mehrere Werthe, die in keine der vier obenerwähnten Gruppen passen, obschon sie den entsprechenden Zahlen in E zufolge im wesentlichen gewiss nicht auf einem Versehen beim Copiren beruhen.

So steht (vgl. S. 117) in Nr. 93 neben $E_{18} = 0\ 48\ 43$ *lal u* $F_{18} = 25\ 31\ 10$. In Wirklichkeit gehört dieser Werth der Hilfscolumne Φ an, während gemäss dem Werthe von E_{18}, der offenbar in die Gruppe II gehört, $F_{18} = 34^{\mathrm{I}}\ 48^{\mathrm{II}}$ minus $25^{\mathrm{I}}\ 31^{\mathrm{II}}\ 10^{\mathrm{III}} = 9^{\mathrm{I}}\ 16^{\mathrm{II}}\ 50^{\mathrm{III}}$ stehen müsste.

Weiter lesen wir im nämlichen Tablet:

$$E_{20} = 1\ 55\ 59\ 48\ \textit{lal u};\ F_{20} = 36^{1}\ 43\ 58;$$

dies ist nicht falsch; aber nach der sonstigen Schreibweise müsste es heissen:

$$F_{20} = 36^{\mathrm{I}}\ 43^{\mathrm{II}}\ 58^{\mathrm{III}}\ \text{minus}\ 34^{\mathrm{I}}\ 38^{\mathrm{II}} = 1^{\mathrm{I}}\ 55^{\mathrm{II}}\ 58^{\mathrm{III}}\ \textit{bat}.$$

Jetzt erklärt sich ungezwungen, warum an solchen Stellen kein *bat* beigefügt wurde, obschon zur Zeit, auf welche sich die Angabe bezieht, die Finsterniss ausfiel.

Ein Gegenstück zu den eben erwähnten Ausnahmen bietet Z. 16 unseres Tablets:

$$E_{16} = 0\ 18\ 33^{2}\ 48\ \textit{lal u};\ F_{16} = 14\ 18\ 22.$$

Dem E_{16} zufolge gehören die Werthe zu Gruppe I, für welche Col. F und Φ identisch sind; das berechnete Φ_{16} ist aber $20^{\mathrm{I}}\ 29^{\mathrm{II}}\ 38^{\mathrm{III}}$, d. h. $34^{\mathrm{I}}\ 48^{\mathrm{II}}$ minus $14^{\mathrm{I}}\ 18^{\mathrm{II}}\ 22^{\mathrm{III}}$. Somit müsste es heissen: $F_{16} = 20\ 29\ 38$.

Dabei gehen wir jedoch von der Voraussetzung aus, dass das letzte in Gruppe I verzeichnete Werthepaar wirklich richtig angegeben ist und dahin gehört, nämlich:

$$E_9 = 0\ 23\ 14\ 48\ \textit{u lal};\ F_9 = 21\ 16\ 28\ (= \Phi_9).$$

Da aber eine Unterlassung der vorzunehmenden Ergänzung wahrscheinlicher ist als eine unbefugte Vornahme derselben, so hat von den beiden Angaben des Tablets F_{16} eine grössere Wahrscheinlichkeit für sich als E_9; es scheint daher die Grenze, mit der die erwähnte Ergänzungsregel in Kraft tritt, eher bei $E = 0^0\ 18'$ zu liegen als höher.

In zwei Fällen des Tablets Nr. 93, nämlich Z. 5 und Z. 14, hat der Chaldäer sogar eine Ergänzung zu $34^{\mathrm{I}}\ 48^{\mathrm{II}}$ vorgenommen, obschon die Werthe zur Gruppe III gehören, in der sonst durchweg die Zahlen der Col. Φ und nicht deren Complemente eingesetzt wurden:

$$E_5 = 1\ 42\ 34\ 58\ \textit{lal u};\ F_5 = 0\ 18\ 12.$$

Nach der Regel (der Gruppe III) müsste $F_5 = 34\ 29\ 48$ stehen; statt dessen heisst es $34^{\mathrm{I}}\ 48^{\mathrm{II}}$ minus $34^{\mathrm{I}}\ 29^{\mathrm{II}}\ 48^{\mathrm{III}}$.

Ebenso
$$E_{14} = 1\ 25\ 50\ 36\ \textit{lal u};\ F_{14} = 3\ 6\ 34.$$

Man erwartet $F_{14} = 31\ 41\ 26$, statt dessen analog dem vorigen Fall die Differenz $34^{\mathrm{I}}\ 48^{\mathrm{II}}$ minus $31^{\mathrm{I}}\ 41^{\mathrm{II}}\ 26^{\mathrm{III}}$ gesetzt wird.

Beruht diese Ausnahme von der Regel auf einem Versehen des chaldäischen Verfassers oder liegt ihr vielleicht doch ein astronomischer Sinn zu Grunde? Darüber wagen wir einstweilen noch keine Entscheidung.

[1] Die Copie hat 26 (offenbar verschrieben).

[2] Die Copie hat 53 (jedoch an schadhafter Stelle). Die Uebereinstimmung aller andern Ziffern schliesst hierbei jede Willkür aus.

Doch etwas verdient schon jetzt hervorgehoben zu werden: in beiden Fällen findet nach Oppolzer keine Finsterniss statt.

Dieser Umstand scheint die Sicherheit unserer frühern Deutung von *bat* wieder zu erschüttern. Doch dem ist nicht so. Denn Col. F konnte ihrer ganzen Anlage nach nur annähernd die Bedingungen für Eintritt und Grösse der Finsternisse angeben; es konnte also wohl geschehen, dass das babylonische Schema noch einen geringen Grad der Verfinsterung angab, während infolge anderer Umstände, die in dieser Columne noch nicht berücksichtigt wurden, die Finsterniss thatsächlich ausfiel.

(81) Damit haben sämtliche uns bislang zugänglichen Werthe der Col. F ihre arithmetische Erklärung beziehungsweise Berichtigung gefunden. Bis auf einige wenige gehören alle den Vollmond- resp. Mondfinsternisstafeln an; nur drei derselben sind Neumondtafeln entnommen. Auch diese fügen sich den allgemeinen Gesetzen. Fassen wir letztere kurz zusammen.

Die erste Gesetzmässigkeit offenbart sich zwischen Col. E und der Hilfscolumne Φ, welche sich in die Gleichung kleiden lässt:

$$10\,(E' - E) = (\Phi' - \Phi),$$

worin E und Φ sowie E' und Φ' correspondiren.

Die zweite Gesetzmässigkeit besteht in der fixen obern Grenzmarke der Col. F: $F_m = 34^{\text{I}}\ 48^{\text{II}}$, bei deren Ueberschreiten die Zählung wieder von Null beginnt, während dem Ueberschusswerth selbst das Wörtchen *bat* beigefügt wird.

Die dritte Gesetzmässigkeit steht in naher Beziehung zur zweiten: sie zeigt sich darin, dass, während die Werthe der Col. E von etwa $0^0\ 18'$ bis 1^0 ansteigen, in der entsprechenden Partie der Col. F statt der nach der Regel gewonnenen Zahlen (in Col. Φ) deren Complemente zu F_m figuriren.

Als vierte Gesetzmässigkeit endlich muss noch hinzugefügt werden: Dem $F_m = 34^{\text{I}}\ 48^{\text{II}}$ entspricht in Col. E genau $\frac{1}{10}$ des Betrages, nämlich $E = 1^0\ 44'\ 24''$, während $F = 17^{\text{I}}\ 24^{\text{II}}$ zur Breite $E = 0$ gehört. Beide Relationen berechnen sich ohne weiteres auf Grund der ersten Regel.

Im Gegensatz zu den sonstigen Beziehungen zwischen Col. E und F ist die Frage, ob auch die Zeichenpaare der erstern auf F irgend welchen Einfluss ausüben, entschieden zu verneinen. Von der Wahrheit dieser Behauptung überzeugt ein Blick auf die Tabelle zu n. 80.

Auch scheint es, dass man für Voll- und Neumond, also für Mond- und Sonnenfinsternisse, (einstweilen) das nämliche System gelten liess. Denn wie die eben erwähnte Tabelle lehrt, fügen sich die drei den Neumondtafeln entnommenen Fälle den für die Vollmondangaben geltenden Regeln. Ob dies auch bei höhern Breiten zutrifft, ist freilich aus Mangel an Beweisstücken nicht zu entscheiden.

Obschon mit der vorstehenden systematischen Untersuchung die Hauptarbeit gethan ist, so stehen wir doch noch nicht am erwünschten Ziel, d. i. der klaren Erkenntniss des astronomischen Sinnes sämtlicher Zahlen von F.

Mit Bestimmtheit wissen wir zunächst nur, dass Col. F Angaben über Mond- und Sonnenfinsternisse enthält, dass sich ihre Zahlen und Zeichen aus den entsprechenden babylonischen Mondbreiten gesetzmässig ableiten und dass gleichzeitig mit der Breite $1^0\ 44'\ 24'''$ eine bestimmte Grenzmarke (*bat*) in F erreicht wird, die, wie ein Vergleich mit dem Finsternisscanon Oppolzers lehrt, sehr nahe dem Grenzpunkte für die Möglichkeit einer (Mond-)Finsterniss liegt.

Wenn wir aber alle diese Umstände zusammennehmen, so gewinnt die schon anfänglich aufgestellte Vermuthung, die Zahlen von F möchten die Grösse der Finsterniss bezeichnen, eine festere Stütze. Oder was anderes könnte damit gemeint sein?

Eine Bestätigung dieser Ansicht in allen vorliegenden Zahlenwerthen lässt sich allerdings nicht erbringen, da der chaldäische Verfasser — wie es uns scheint — die Bildung von F aus Φ nicht correct durchgeführt hat. Aber trotz einzelner Unsicherheiten sind dennoch die Zahlenbelege, welche wir Tablet Nr. 93 entnehmen, beweiskräftig genug, um etwaige Zweifel zu zerstreuen. Sie finden sich in Col. F der folgenden Tabelle.

Zeile	Col. F				Col. F'				Can. Finst.
4.	30	15	22		4	32	38		$3^z.1$
5.	0	18	12		0	18	12[1]		—
6.	1	32	24		1	32	24	*bat*	—
7.	10	59			10	59			$11^z.5$
8.	9	2	24		9	2	24		$11^z.4$
9.	21	16	28		13	31	32		$15^z.5$
10.	20	15	12		14	32	38		$18^z.6$
11.									
12.	31	38			3	10			$1^z.4$
13.		13	50	*bat*		13	50	*bat*	—
14.	3	6	34		3	6	34[2]		—
15.	10	3	38		10	3	38		$13^z.0$
16.	14	18	22		14	18	22		$15^z.1$
17.	20	21	6		14	6	54		$17^z.1$
18.	25	31	10		9	16	50		$12^z.4$
19.	30	48	34		3	59	26		$0^z.6$
20.	36	43	58		1	55	58	*bat*	—
21.	1	8	2	*bat*	1	8	2	*bat*	—
22.	8	21	32		8	21	32		$9^z.3$
23.	9	8	16		9	8	16		$7^z.8$
24.	19	34	20		15	13	40		$19^z.4$
25.	19	25	44		15	22	16		$20^z.4$
26.	30	57	8		3	50	52		$1^z.5$
27.	29	47	12		5	0	48		$5^z.7$
28.	0	9	22		0	9	22[1]		—
29.	.	.	.	*bat*	.	.	.	*bat*	—
34.	31 (?)	1	42		3	47	18		$2^z.8$

[1] verschwindend kleine Finsterniss.

[2] geringer Grad von Finsterniss.

An F reihen sich daselbst die Complementärwerthe von F', welche die in Φ berechneten zu $34^{\mathrm{I}}\ 48^{\mathrm{II}}$ ergänzen. In der dritten Columne (Can. Finst.) wird die Grösse der betreffenden Finsternisse nach Oppolzers Canon in Mondzollen angegeben.

Die ganze Tabelle beleuchtet die oben im Detail behandelte Thatsache, dass dem Ausfall (—) der Finsterniss im „Canon der Finsternisse“ in Col. F entweder ein *bat* oder doch ein recht geringer Zahlenwerth entspricht.

Von den drei Ausnahmen (Z. 5, 14 und 29) sind die erste und dritte äusserst geringfügig. Aber selbst wenn Col. F endgiltig und nicht provisorisch die Grösse der Finsterniss angeben sollte, so lässt sich diese kleine Dissonanz noch recht gut verstehen. Denn so fortgeschritten die chaldäische Rechnungsmethode auch sein mochte, so kann sie doch der Wirklichkeit nicht so nahe kommen wie jene der heutigen Wissenschaft. Thatsächlich haben ja auch die Chaldäer noch am Ende des 2. Jahrhunderts v. Chr. in der Berechnung von Finsternissen sich geirrt. So fand schon Epping[1] in einer Mondephemeride vom Jahre 189 S. Ä. am 1. Kislev (15. December) eine Finsterniss verzeichnet, welche nicht stattfand; die Möglichkeit des Eintritts war eben überschritten.

[1] Astron. aus Babyl. S. 19.

Unsere Ansicht über Col. F wird demnach durch vorstehende Tabelle in einer Weise gerechtfertigt, wie wir es besser nicht erwarten können. Prüfen wir die einzelnen Zahlenwerthe näher!

(82) Die erste Abtheilung der Zahlen von F' zeigt eine offenbare Beziehung zu den Oppolzerschen Angaben: sie fallen und steigen nämlich im allgemeinen in derselben Weise wie diese. Die Abweichungen beider werden gegen die obere und untere Grenze am stärksten; die bedeutenste ist 5. Im Mittel aber verhalten sich die Grössen der ersten Abtheilung von F' zu jenen des Canons beiläufig wie 10 : 12. Das babylonische Mass für die Grösse der Finsternisse würde sich demnach zu dem gewöhnlichen „Mondzoll" etwa wie 6 : 5 verhalten. Dies stimmt allerdings nicht mit den Angaben der chaldäischen Mondephemeriden überein. Epping fand nämlich, dass dort zwei chaldäische Mondzolle beiläufig 1,8 unserer Mondzolle ausmachen[1]. Daraus darf man jedoch höchstens schliessen, dass die Werthe der Col. F noch etwas Unfertiges sind und in einer spätern Columne eine Correction erfahren müssen, oder aber, dass jene Mondephemeriden nicht aus System II, sondern aus einem andern, wahrscheinlich aus unserem System I hervorgegangen sind. (Die Columnen E' und E'' daselbst weisen wenigstens in den Vollmondabtheilungen ganz bestimmt auf eine spätere Berechnung der Finsternisse.)

Fassen wir nun die Ergebnisse von Col. F kurz zusammen:

1. Col. F hat den Zweck, das Eintreffen oder Ausfallen einer Finsterniss, sowie die Grösse der Beschattung anzugeben, aber nur insoweit dieselben von der wechselnden Mondbreite abhängen.

2. In den Syzygientafeln wird das Eintreffen durch das Zeichen für *rim* angemerkt (mag die Finsterniss eine totale oder partiale sein); das Zeichen für *bat* dagegen hebt den Ausfall hervor. In den eigentlichen Finsternisstafeln steht *rim* — da es auch wirklich überflüssig ist — niemals, wohl aber wird der Ausfall durch *bat* angegeben.

3. Der Ausgangspunkt für die Berechnung der Col. F liegt in der „Breitencolumne E. Mit der Mondbreite $E_m = 1^0\,44'\,24''$ hört die Möglichkeit einer Mondfinsterniss auf. Aus E geht (die im Tablet fehlende Hilfscolumne) Φ hervor, in welcher zunächst dem obigen Werthe E_m jener von $\Phi_m = 34^{I}\,48^{II}$ entspricht (wo $1^{I} = 3'$). Alle übrigen Werthe werden mittelst der Gleichung

$$10\,(E_m - E) = (\Phi_m - \Phi)$$

gebildet, wo E eine beliebige Breite und Φ der dazu passende gesuchte Werth der Hilfscolumne ist. Einer Aenderung von 1^0 in E entspricht also eine solche von 10^{I} in Φ. Für die Breite 0 ergibt sich so $\Phi = 17^{I}\,24^{II}$.

Aus Φ entsteht Col. F in folgender Weise. Die dem Φ_m ($= 34^{I}\,48^{II}$) entsprechende Stelle wird zum Nullpunkt der Zählung, und zwar nach der positiven und nach der negativen Seite hin: ist Φ kleiner als Φ_m, so ist F gleich dem Fehlbetrag (so wird aus $\Phi = 30^{I}\,40^{II}$ $F = 4^{I}\,8^{II}$); ist Φ grösser als Φ_m, dann bildet F den Ueberschuss (so entsteht aus $\Phi = 35^{I}\,58^{II}$ $F = 1^{I}\,10^{II}$ *bat*). Das ist die Regel, welche jedoch — wohl aus einer gewissen Nachlässigkeit — nicht überall consequent beobachtet wird.

4. Die Zahlenwerthe der Col. F bedeuten die Grösse der Finsterniss unter alleiniger Berücksichtigung der Mondbreite; dies scheint nach einem Ver-

[1] Astron. aus Babyl. S. 105.

gleich mit Oppolzers Canon ausser Zweifel; noch etwas unsicher bleibt jedoch die Einheit des Schattenmasses (= § Mondzoll?).

Der damit erbrachte Nachweis einer systematischen Vorausbestimmung der Mondfinsternisse ist schon deshalb interessant, als man bisher mit Ideler[1] glauben mochte, dass die Babylonier Mondfinsternisse nur „mit Hilfe der nach ihnen benannten Periode vorausgesehen haben, indem sie vermittelst derselben von einer Mondfinsterniss zur andern fortrechneten".

Wir haben uns bislang fast ganz auf die Prüfung der Tafeln beschränkt, welche Mondfinsternisse enthalten, und nur nebenbei auch der Sonnenfinsternisse gedacht. Aus der „Tabellarischen Uebersicht des Zusammenhangs zwischen Col. E und Col. F" (S. 151), wo sich auch drei Angaben über Sonnenfinsternisse finden, lässt sich nun wenigstens soviel mit Sicherheit folgern, dass man bei der Bestimmung der Werthe von F auch hier in ähnlicher Weise verfuhr wie bei den Mondfinsternissen.

Leider gestattet das äusserst dürftige Material keine weitern Schlüsse. Wenn wir daher bei Diodor (Bibl. hist. II, c. 31) von den Chaldäern lesen: „*Περὶ δὲ τῆς κατὰ τὸν ἥλιον ἐκλείψεως ἀσθεστάτας ἀποδείξεις φέροντες, οὐ τολμῶσι προλέγειν, οὐδ' ἀκριβῶς ὑπὲρ αὐτῆς παραγράφειν τοὺς χρόνους*", d. h. betreffs der Sonnenfinsternisse sind ihre Erklärungen sehr schwach, und sie wagen es nicht, solche anzusagen und die Zeit ihres Eintritts genau zu bestimmen — so sind wir auf Grund unserer Rechnungstafeln zu einer wirksamen Widerlegung dieses Ausspruches noch nicht in der Lage. Bringen wir aber damit die Thatsache in Verbindung, dass in den Mondephemeriden Sonnenfinsternisse wirklich angesagt werden, so sind wir befugt, an der Richtigkeit der ersten Behauptung Diodors ernstlich zu zweifeln und die zweite (*οὐ τολμῶσι* . . .) ganz zu streichen.

Col. G.

Function der Mondgeschwindigkeit.

(83) Diese Columne ist in den Fragmenten der Syzygientafeln Sp. I, 187 und Sp. II, 99 genügend erhalten, um zuverlässige Schlüsse zu gestatten. Das Bildungsgesetz gibt sich kund in der constanten Differenz der einzelnen Glieder $d = 0^{I}\ 42^{II}$, sowie in den charakteristischen Grenzwerthen. Der obere liegt etwas unter 16^{I}, der untere etwas über 11^{I}. Zur genauern Bestimmung derselben verfahren wir in der gewohnten Weise und finden so:

das Maximum $(M) = 15^{I}\ 57^{II}$
„ Minimum $(m) = 11^{I}\ 4^{II}$
und folglich den Mittelwerth $(\mu) = 13^{I}\ 30^{II}\ 30^{III}$.

Daraufhin sind wir zu der auf S. 158 folgenden Reconstruction berechtigt.

Wenn der Leser sich die Zahlenwerthe der Mondgeschwindigkeiten ins Gedächtniss zurückruft, so wird ihm die grosse Aehnlichkeit derselben mit den hier vorliegenden gewiss in die Augen springen. Obwohl wir jedoch daraus noch lange nicht schliessen dürfen, dass die Col. G Mondgeschwindigkeiten enthält, so liegt doch die Vermuthung nahe, dass sie mit denselben in naher Beziehung stehe. Wenn dem so ist, so muss nothwendig der Col. G

[1] Handbuch d. techn. u. mathem. Chronol. S. 208.

	Aus Sp. I, 187.				Aus Sp. II, 99.			
Zeile	Obvers		Revers		Obvers		Revers	
1.	15	14	*12*	*8*	15	18	*11*	*22*
2.	14	32	*12*	*50*	15	54	*11*	*28*
3.	13	50	*13*	*32*	15	12	*12*	*10*
4.	13	8	*14*	*14*	14	30	*12*	*52*
5.	12	26	*14*	*56*	13	48	*13*	*34*
6.	11	44	*15*	*38*	13	6	14	*16*
7.	11	6	*15*	*34*	12	24	14	58
8.	11	48	14	52	11	42	15	40
9.	12	30	14	10	11	8	15	32
10.	13	12	13	28	11	50	14	50
11.	13	54	12	46	*12*	*32*	14	8
12.	14	36	12	4	*13*	*14*	13	26
13.	15	18	11	22	*13*	*56*	12	44
14.					*14*	*38*	*12*	*2*
					[15	20]	[11	20]
					[15	52]	[11	30]

die Periode des anomalistischen Monats zu Grunde liegen. So verhält es sich in der That.

Denn wenden wir die schon früher (n. 12) beschriebene Methode der Rechnung an, so finden wir, dass zwischen zwei aufeinanderfolgenden Maxima der Col. G

$$2 \cdot \frac{15^{I}\, 57^{II} - 11^{I}\, 4^{II}}{0^{I}\, 42^{II}} = 13\tfrac{20}{21}$$

synodische Monate liegen. Demnach kommen $14\frac{20}{21}$ der fraglichen Perioden auf $13\frac{20}{21}$ synodische Monate; somit entsprechen 293 synodische Monate 314 Perioden. Das ist nun allerdings nicht das frühere Verhältniss 251 : 269; aber es kommt ihm doch ziemlich nahe, und ausserdem werden wir nachweisen, dass wir es hier mit Abkürzungen von Werthen zu thun haben, welch letztere sich ganz sicher nach der Periode des anomalistischen Monats richten.

Vergleicht man Obvers und Revers von G (in den beiden Fragmenten), so stellt sich zunächst heraus, dass letzteres nicht einfachhin die Fortsetzung des erstern ist. Ihre Zusammengehörigkeit lässt sich nur so erklären, dass eben die eine Seite der Tafel Neumond-, die andere Vollmondangaben desselben Jahres enthält (wie mit Rücksicht auf Col. E schon in n. 75 sich als wahrscheinlich ergab).

Die correspondirenden Werthe von Obvers und Revers liefern hierfür einen zwingenden Beweis. Greifen wir beispielsweise aus Sp. I, 187 Zeile 6 heraus und verfahren ganz so wie in n. 21. Im Obvers steht $11^{I}\, 44^{II}$. Von hier bis zu m ($= 11^{I}\, 4^{II}$) fehlen noch $0^{I}\, 40^{II}$. Bezieht sich die Angabe auf den Neumond, so muss der zum Vollmond gehörige Werth (da $M = 15^{I}\, 57^{II}$ und $\frac{1}{2}\, d = 0^{I}\, 21^{II}$) $15^{I}\, 57^{II} - (0^{I}\, 40^{II} - 0^{I}\, 21^{II}) = 15^{I}\, 38^{II}$ sein und noch vor M liegen. Dies trifft genau in Revers Z. 6 zu. Ebenso wurde mit gleichem Erfolge Col. G in Sp. II, 99 geprüft.

Schon in n. 76 war davon die Rede, dass die beiden Fragmente zwei aufeinanderfolgenden Jahren angehören; dasselbe tritt hier nach ausgeführter Reconstruction zu Tage; es zeigt sich nämlich im Obvers und Revers, dass Sp. I, 187, Z. 13 = Sp. II, 99, Z. 1. Daraus allein kann man freilich nur schliessen, dass die Tablets entweder aufeinander folgen oder um 293 synodische Monate bezw. ein rundes Vielfaches dieser Zeit auseinanderliegen. Allein da obige Gleichung zwischen Z. 13 des einen und Z. 1 des andern auch in den übrigen Columnen der beiden Tablets wiederkehrt, obwohl sie nicht jene Periode von 293 synodischen Monaten aufweisen, so ist die unmittelbare zeitliche Aufeinanderfolge beider Tablets ausser Frage.

Beziehungen zwischen Col. B und G.

(84) Die Columne, deren arithmetische Verhältnisse und Periode uns jetzt klar sind, weist in den Syzygientafeln nur Zahlen auf; in der Finsternisstafel Nr. 93 ist ausserdem entweder ein *tab* oder ein *lal* beigefügt. Durch die in

Col. B gemachten Erfahrungen belehrt, drängt sich uns natürlich die Vermuthung auf, dass jene Zeichen in Col. G dieselbe Bedeutung haben könnten wie in B. Diese Vermuthung erhält eine sichere Stütze dadurch, dass durchs ganze Tablet hindurch beide Columnen auf jeder Zeile das nämliche Zeichen (sei es *lal* oder *tab*) aufweisen. Wollen wir daher nicht ein Spiel des Zufalls annehmen, so dürfen wir schon jetzt schliessen: auch in Col. G bedeutet *tab* im Zunehmen begriffen, dagegen *lal* im Abnehmen begriffen. Zur nähern Prüfung wählen wir die den früher (n. 66) benutzten Werthen der Col. B von Zeile 7—11 entsprechende Stelle der Col. G. Wir haben hier nebeneinander:

Zeile	B							G		
7.	2	1	45	11	6	40	*tab*	11	58	*tab*
8.	2	15	48	53	20	0	*lal*	15	44	*lal*
9.	1	59	13	20	0	0	*lal*	11	32	*lal*
10.	2	12	58	8	53	20	*tab*	14	48	*tab*
11.	2	4	35	55	33	20	*lal*	12	54	*lal*

Geht man nun durch successive Addition und Subtraction der regelmässigen Differenz $d = 0\ 42$ mit Berücksichtigung der Grenzwerthe von G_7 auf G_{11} über, so wird sich bestätigen, dass *tab* = zunehmend, *lal* = abnehmend ist.

$$
\begin{array}{rrrl}
G_7 = & 11 & 58 & tab \\
+5\,d(= & 3 & 30) & \\
 & 15 & 28 & \\
 & & & \text{Maximum} \\
G_8 = & 15 & 44 & lal \\
-6\,d(= & 4 & 12) & \\
G_9 = & 11 & 32 & lal \\
 & & & \text{Minimum} \\
 & 11 & 18 & \\
+5\,d(= & 3 & 30) & \\
G_{10} = & 14 & 48 & tab \\
+d\ \ (= & 0 & 42) & \\
 & 15 & 30 & \\
 & & & \text{Maximum} \\
 & 15 & 42 & \\
-4\,d(= & 2 & 48) & \\
G_{11} = & 12 & 54 & lal.
\end{array}
$$

Vergleicht man ferner diese Entwicklung mit jener der Col. B (n. 66), so bemerkt man, dass der Zeitpunkt des Maximums und Minimums in beiden Columnen ungefähr der gleiche ist, und dass, während B um 0 2 45 55 33 20 sich ändert, G eine Verschiebung um 0 42 erleidet.

Auch diese Conformität beider Columnen spricht sehr dafür, dass Col. G mit der Mondgeschwindigkeit in Zusammenhang steht. Col. B bedeutet ja nach unsern frühern Untersuchungen den scheinbaren Monddurchmesser. Dieser erscheint um so grösser, je mehr der Mond sich der Erde nähert; in gleichem Masse wächst aber auch die Mondgeschwindigkeit. Das Umgekehrte tritt ein, wenn sich der Mond dem Apogäum zu bewegt; dann wird sowohl der Monddurchmesser als auch die Geschwindigkeit kleiner.

Da nun zwischen *B* und *G* offenbar gesetzmässige Relationen zu Tage treten, so ist es wohl möglich, dass die Chaldäer *G* aus *B* thatsächlich auch abgeleitet haben. Wenn dem so ist, so darf man erwarten, dass sich in dem Tablet S + 2418, das schon betreffs Col. *C*, *D* und *E* so gute Dienste gethan hat, auch hierüber einige Aufschlüsse finden. Wie richtig diese Erwartung ist, lehrt folgender Passus:

(85) S + 2418, Obvers, Col. I [Zeile 14 bis 19].

[Z. 14.] *Epiš UŠ ša Zi Sin araḫ ana araḫ 42 tab u lal lib-bu-u ša 15 56 54 22 30 mat gir.*

[Z. 15.] *ša al 15 56 54 22 30 tir ultu 15 56 54 22 30 lal lib-bu-u ša 11 4 4 41 15*

[Z. 16.] *sik gir-tab . ša al 11 4 4 41 15 lal u itti 11 4 4 41 15 tab . Ana tar-ṣi 2 17 4 48 53 20*

[Z. 17.] *15 56 54 22 30 Zi iššakan . ana tar-ṣi 1 57 47 57 46 40 11 4 4 41 15.*

[Z. 18.] *ana tar-ṣa 2 13 20 15 Zi . ana tarṣa 1 58 31˙6 40 11 15 Zi . ša al 2 13 20*

[Z. 19.] *rabû ṣiḫru a du 15 11 15 du ana Zi ṣiḫru u rabû tab u lal.*

Da die ganze Stelle ziemlich gut erhalten ist, so wollen wir hier sogleich die Realübersetzung beifügen und dann erst auf die Untersuchung der Einzelheiten übergehen.

Realübersetzung.

[Z. 14.] Um zu machen die Aenderung der (täglichen) Bewegung des Mondes von Monat zu Monat, werden 42′ addirt oder subtrahirt. Als Grenzwerth wird $15^0\ 56'\ 54''\ 22'''\ 30''''$ oben erhalten.

[Z. 15.] Ueber $15^0\ 56'\ 54''\ 22'''\ 30''''$ der Ueberschuss (d. h. von 42′) wird von $15^0\ 56'\ 54''\ 22'''\ 30''''$ subtrahirt (und so) als Grenzwerth $11^0\ 4'\ 4''\ 41'''\ 15''''$

[Z. 16.] unten erhalten. Ueber $11^0\ 4'\ 4''\ 41'''\ 15''''$ hinab der Ueberschuss (d. h. von 42′) wird zu $11^0\ 4'\ 4''\ 41'''\ 15''''$ addirt. — Zur Zeit wo (der Monddurchmesser) $2^{\text{I}}\ 17^{\text{II}}\ 4^{\text{III}}\ 48^{\text{IV}}\ 53^{\text{V}}\ 20^{\text{VI}}$ (beträgt), werden

[Z. 17.] $15^0\ 56'\ 54''\ 22'''\ 30''''$ als tägliche Bewegung des Mondes berechnet; zur Zeit wo (jener) $1^{\text{I}}\ 57^{\text{II}}\ 47^{\text{III}}\ 57^{\text{IV}}\ 46^{\text{V}}\ 40^{\text{VI}}$ (beträgt, nur) $11^0\ 4'\ 4''\ 41'''\ 15''''$.

[Z. 18.] Entsprechend dem (Monddurchmesser =) $2^{\text{I}}\ 13^{\text{II}}\ 20^{\text{III}}$ ist die tägliche Mondbewegung = 15^0; entsprechend dem (Monddurchmesser =) $1^{\text{I}}\ 58^{\text{II}}\ 31^{\text{III}}\ 6^{\text{IV}}\ 40^{\text{V}}$ ist die tägliche Mondbewegung = $11^0\ 15'$. Wird der Monddurchmesser von $2^{\text{I}}\ 13^{\text{II}}\ 20^{\text{III}}$ an

[Z. 19.] grösser oder kleiner, so werden pro Einheit (der Aenderung des Durchmessers) $15'\ 11''\ 15'''$ zur (vorhergehenden) kleinern oder grössern täglichen Mondbewegung addirt bezw. subtrahirt.

Rechtfertigung vorstehender Uebersetzung.

[Z. 14] gibt zunächt den Zweck des Abschnittes an: die Berechnung des *UŠ* vom *Zi* des Mondes. Was dieses jedoch bedeutet, kann erst am

Ende dieses Kapitels festgestellt werden; einstweilen wollen wir die angedeuteten arithmetischen Operationen verfolgen. Von Monat zu Monat *(araḫ ana araḫ)* werden 42 addirt oder subtrahirt *(tab u lal)*. Der Copie des Tablets zufolge heisst es weiter: *lib-bu-u 4 14 56 54 22 30 mat gir;* aber da [Z. 17] die offenbar nämliche Zahl 15 56 54 22 30 lautet und andererseits der voranstehende terminus technicus an andern Stellen (S + 2418, Z. 21 u. 25, vgl. n. 78), *lib-bu-u (ša)* (welch letzteres wie 3 geschrieben wird), so ist die Transscription *lib-bu-u (ša) 15 56 54 22 30* die allein richtige. Der hier angeführte Werth steht im Gegensatz zu *lib-bu-u (ša) 11 4 4 41 15* in der folgenden Zeile [15]. Dieser Gegensatz drückt sich aber nicht nur in den beiden Zahlen aus. Auf erstere folgt noch *mat gir*, auf letztere dagegen *sik gir-tab*. *Mat* kommt auch sonst bei Mondangaben häufig vor. Nach Epping[1] bezieht es sich auf den Aufgang des Mondes. Da nun die gewöhnliche Bedeutung von *sik* = unten, so dürften wir nicht fehlgehen, wenn wir *mat* und *sik* mit oben und unten übersetzen. Es hindert ausserdem nichts die Annahme, dass diese zunächst örtlichen termini hier das numerische Steigen und Fallen ausdrücken sollen.

So liegt es denn nahe, dass *lib-bu-u*[2] beidemal „Grenze" bedeutet, die dann noch durch das auf die Zahl folgende *mat* oder *sik* als obere oder untere näher bezeichnet wird. Wir wollen uns jedoch mit dieser Muthmassung noch nicht zufrieden geben. Zu dieser Vorsicht mahnt uns auch die Bedeutung von *lib-bu* = Mitte, welche ja gerade das Gegentheil von „Grenze" auszudrücken scheint. Man könnte sogar geneigt sein, *lib-bu-u* als mittlern Werth aufzufassen, der durch successive monatliche Vermehrung auf 15 56 54 22 30 anwächst und durch eine ebensolche Verminderung auf 11 4 4 41 15 herabsinkt. Wir müssen uns daher nach Stellen umsehen, bei denen alle Zweideutigkeit ausgeschlossen ist. Eine solche bietet uns der nächste Abschnitt [Z. 20 ff.] des nämlichen Tablets, den wir schon in n. 78 abgehandelt haben. Dort findet sich [Z. 25]: *lib-bu-u ša 13 Virginis mat-gir.* Nun haben wir bereits den Nachweis geführt, dass der Ekliptikpunkt 13^0 Virginis wirklich nichts anderes ist als ein Grenzpunkt, mit welchem eine Aenderung in den arithmetischen Operationen bei Berechnung der „Breite" des Mondes stattfindet. Eine Bedeutung wie Mitte oder mittlerer Werth ist dort nicht wohl zulässig. So sind wir berechtigt, einstweilen auch hier an der Bedeutung *lib-bu-u* = Grenzpunkt (und wohl auch Grenzwerth) festzuhalten. Wo es sich nur, wie speciell in dem obigen Passus, um eine regelmässig abwechselnd steigende und fallende Reihe handelt, ist die Wahl des Ausdruckes *lib-bu-u* nicht einmal sehr gesucht; denn das natürlichste Bild dieses Steigens und Fallens ist eine wellenförmige Curve, deren höchster und tiefster Punkt in der Mitte des Wellenberges und Wellenthales liegen.

Die Chaldäer begnügen sich indes nicht damit, die beiden Grenzwerthe anzugeben, sondern sie zeigen auch, wie der Uebergang vom obern zum untern stattfindet.

[Z. 15] steht nämlich: *ša-al 15 56 54 22 30 tir ultu 15 56 54 22 30 lal lib-bu-u ša 11 4 4 41 15 sik gir-tab.*

Der höchste Grenzwerth wird hier wiederholt, und zwar mit vorausgehendem *ša-al* und folgendem *tir*. Eine ähnliche Ausdrucksweise begegnete

[1] Astron. aus Babyl. S. 139.

[2] Schon P. Hontheim deutete das Wort *libbu-u* an jener Stelle als „Grenzwerth" und theilte es dem Verfasser mit.

uns schon früher (n. 40) im nämlichen Tablet (Obvers Col. I, Z. 2—13); sie bildet dort einen stereotypen Bestandtheil des Schemas zur Berechnung der Tageslänge. Wir lesen daselbst beispielsweise: *10 PA 2 28; ša al 10 PA tir a-du 8 du ultu 2 28 lal.* Der Sinn dieser Worte ist sicher kein anderer als dieser: bei 10^0 Arcitenentis (Sonnenstand) dauert der Tag $2^s\ 28^0 = 9^h\ 52^m$; von 10^0 Arcitenentis an werden für jeden Fortschritt der Sonne um einen Grad 8 babylonische Zeitminuten ($= 32^m$) von $2^s\ 28^0$ abgezogen. *Ša al* . . . . . bezeichnet demnach in beiden Fällen, dass die bisher geltende arithmetische Regel zu ändern ist, indem etwa die Subtraction an Stelle der Addition tritt oder die zu addirende oder zu subtrahirende Zahl selbst durch eine neue ersetzt wird. Etwas Näheres lässt sich erst aus der Bedeutung des Wortes *tir* erschliessen. Gemäss Z. 15 ist das *tir* von dem obern Grenzwerth 15 56 54 22 30 zu subtrahiren. Wenn wir uns nun erinnern, wie die Chaldäer ihre Zahlencolumnen zu bilden pflegen, so wird es uns gelingen, den Sinn von *tir* zweifellos zu erkennen. Sie bilden durch successive Addition oder Subtraction ein und derselben Grösse (hier 42) arithmetische Reihen, die zwischen zwei idealen Grenzen steigen und fallen. Der Uebergang vom letzten Glied (z) der steigenden zum ersten Glied (a) der fallenden Reihe findet in der Weise statt, dass man zu z so viel von der gewöhnlichen Differenz der einzelnen Glieder addirt, dass das ideale Maximum erreicht wird, und dann den Rest vom letztern subtrahirt. Das passt trefflich zu unserer Stelle. Lassen wir nämlich $15^{I}\ 56^{II}\ 54^{III}\ 22^{IV}\ 30^{V}$ als ideales Maximum gelten, so wird der vorhergehende Werth zunächst durch einen Theil von 42^{II} zum Maximum ergänzt und dann der übrige Theil von diesem subtrahirt. *Tir* ist daher = Rest, Ueberschuss. Nachdem dies feststeht, wird es auch gelingen, in der Stelle *ša al 15 56 54 22 30 tir* das *ša al* richtig zu deuten. Der Sinn ist jedenfalls von . . . an; über — hinaus; hierbei mag *ša* vielleicht bloss Genetiv sein und *al* für sich allein das Pronomen bilden (vgl. die Stelle „*dagal-ma al ilu Sin*“ in n. 78). Die Entscheidung hierüber kommt dem Assyriologen zu.

In Z. 16 werden wir belehrt, in welcher Weise das ideale Minimum überschritten wird: *ša al 11 4 4 41 15 lal-u itti 11 4 4 41 (15) tab.* Hier fällt auf, dass an Stelle des vorigen *tir* ein *lal-u* tritt. Das letztere kann nun gleichfalls nichts anderes bedeuten als den Rest (von der monatlichen Differenz 42), welcher zum idealen Minimum addirt wird [*itti* 11 4 4 41 (15) *tab*]; aber es ist ein negativer Ueberschuss, ein Ueberschuss nach unten.

Die in Z. 14—16 angedeuteten arithmetischen Operationen und termini technici sind jetzt hinreichend klar. Aber was bedeuten die Zahlen? Der Leser wird wohl schon selbst auf den Gedanken gekommen sein, dass jene Werthe grosse Aehnlichkeit mit den Grenzwerthen und der allgemeinen Differenz der Col. *G* der Syzygien- und Finsternisstafeln aufweisen. Wir fanden dort das Maximum $= 15^0\ 57'$, das Minimum $= 11^0\ 4'$, den Unterschied von Monat zu Monat $= 0^0\ 42'$. Schon daraus dürfte man mit Sicherheit folgern, dass die Grenzwerthe hier und dort identisch sind, und dass man nur der Bequemlichkeit halber in den Rechnungstafeln die abgerundeten Werthe einsetzte. Ausserdem sind die monatlichen Differenzen vollständig identisch. Somit hätten wir in S + 2418 Obvers, Col. I, Z. 17 ff. eine Anweisung, die tägliche Verschiebung des Mondes zu berechnen, wenn anders unsere frühere Conjectur, dass Col. *G* die wechselnde tägliche Mondverschiebung darstelle, richtig ist.

(86) Doch damit wollen wir uns noch nicht zufrieden geben. Die Untersuchung der Col. *B* der Syzygien- und Finsternisstafeln hat uns auf die Annahme geführt, dass dort die wechselnde Grösse des Monddurchmessers (gemessen durch Viertelgrade und die successiven Sexagesimaltheile) angegeben wird. Mit der Zu- und Abnahme derselben wird aber auch die Mondgeschwindigkeit eine grössere oder geringere. In der That ist es uns mit Hilfe der Finsternisstafel Nr. 93, 81—7—6 gelungen, derartige Beziehungen zwischen Col. *B* und Col. *G* nachzuweisen (vgl. n. 84). Wenn es nun möglich ist, einen gleichen Zusammenhang auch zwischen Col. *B* und *Zi ša Sin*, dessen wesentliche Zahlengrössen in der gegenwärtigen Nummer untersucht werden, aufzudecken, so wird die Identität von *G* und *Zi ša Sin* vollends ausser Zweifel gestellt.

Diese Hoffnung soll vollständig erfüllt werden.

Im zweiten Theil des oben in Transscription wiedergegebenen Textes lesen wir nämlich:

	(I)	(II)
Ana tar-ṣi	*2 17 4 48 53 20*	*15 56 54 22 30 Zi iššakan*
Ana tar-ṣi	*1 57 47 57 46 40*	*11 4 4 41 15.*

Die Zahlen in (I) sind uns bereits bekannt: es sind die Grenzwerthe der Col. *B*, und wir bemerken zugleich, dass die Maxima von Col. *B* und von unserem *Zi* ebenso wie die Minima sich einander entsprechen; gerade so war das Verhältniss der Grenzwerthe von Col. *B* und *G*. So haben wir denn einen neuen Beweis dafür, dass die in Col. *G* der Finsternisstafeln auftretenden Zahlenwerthe und jene des *Zi* des Mondes identisch sind. Wir wollen daher einstweilen *Zi ša Sin* mit „tägliche Mondverschiebung" übersetzen, indem wir uns die weitere Modification dieser Annahme bis zum Schlusse dieses Kapitels vorbehalten.

Dass die Werthe der Col. *B* = (I) den grössten und kleinsten Monddurchmesser darstellen, ist nach unsern frühern Erörterungen (vgl. n. 68) kaum mehr zweifelhaft; dass jedoch in dem vorhergehenden Ausdruck *ana tar-ṣi* etwa der terminus technicus für den Durchmesser (des Mondes) oder dessen Bestimmung vorliege, ist nicht ersichtlich. Es scheint vielmehr das allereinfachste, *ana tar-ṣi* hier als Conjunction der Zeit aufzufassen und mit „zur Zeit wo" zu übersetzen. Das entspricht ganz dem Sinn des obigen Textes: Zur Zeit wo (der Monddurchmesser) $2^{\mathrm{I}}\ 17^{\mathrm{II}}\ 4^{\mathrm{III}}\ 48^{\mathrm{IV}}\ 53^{\mathrm{V}}\ 20^{\mathrm{VI}}$ (beträgt), werden $15^0\ 56'\ 54''\ 22'''\ 30''''$ als tägliche Mondverschiebung angenommen; zur Zeit wo (jener) $1^{\mathrm{I}}\ 57^{\mathrm{II}}\ 47^{\mathrm{III}}\ 57^{\mathrm{IV}}\ 46^{\mathrm{V}}\ 40^{\mathrm{VI}}$ (beträgt), (nur) $11^0\ 4'\ 4''\ 41'''\ 15''''$.

Der Umstand, dass bei dieser Auffassung die Zahlen unter (I) gar nicht näher bezeichnet werden, darf nicht wunder nehmen; das ist in den babylonischen Angaben sogar die Regel und ist die Quelle der grössten Schwierigkeiten bei der Entzifferung der astronomischen Tafeln. Derselben Bedeutung von *ana tar-ṣi* werden wir später abermals begegnen. (Vgl. n. 89.)

In Z. 18 werden wie oben die Grenzwerthe noch zwei sich entsprechende Zwischenwerthe einander gegenübergestellt:

ana tar-ṣa	*2 13 20*	*15 Zi*
ana tar-ṣa	*1 58 31 6 40*	*11 15 Zi.*

Die richtige Trennung der Zahlen ist nicht schwer, wenn man beachtet, dass die Grösse des *Zi* zwischen $15^0\ 57'$ und $11^0\ 4'$ schwankt.

Zum Schluss wird angegeben, wie man auf Grund der eben angeführten Zahlenverhältnisse aus der Grösse des Monddurchmessers die zugehörige Mondverschiebung findet. Es heisst nämlich: *ša-al 2 13 20 rabû siḫru a-du 15 11 15 du ana Zi siḫru u rabû tab u lal.* Die Entzifferung dieser Stelle war mit nicht geringer Mühe verbunden. Den Schlüssel zum Geheimniss bildete die Zahl *15 11 15.* Die monatliche Aenderung in Col. $B = 0^{I}\ 2^{II}\ 45^{III}\ 55^{IV}\ 33^{V}\ 20^{VI}$, die von *Zi ša Sin* aber $= 0^0\ 42'$; das Verhältniss ihrer absoluten Werthe ist $\frac{112}{1701} = \frac{1}{15{,}1875}$; also entspricht einer Zu- oder Abnahme von 1^{II} in *B* eine solche von $15',1875 = 15'\ 11''\ 15'''$. Der in Frage stehende Passus hat deshalb folgenden Sinn: Nimmt der Monddurchmesser über $2^{I}\ 13^{II}\ 20^{III}$ hinaus zu oder ab *(rabû siḫru)* um 1^{II}, so wird die tägliche Mondverschiebung um $15'\ 11''\ 15'''$ vermehrt oder vermindert *(tab u lal).* Die Ausdrücke *a-du* und *du* bedeuten sicher nicht etwa bestimmte Masse; denn sie finden sich auch anderswo, wo — wie wir sehen werden — wesentlich verschiedene Grössen auftreten. Dagegen gibt die bekannte Bedeutung von *du* = *alâku,* gehen, einen guten Sinn.

Es handelt sich ja auch in unserer Stelle um eine Verzögerung und Beschleunigung der Bewegung des Mondes; diese Aenderung wird durch *du* bezeichnet und ihre Grösse durch die vorhergehende Zahl angegeben, während das folgende *tab* oder *lal* anzeigt, ob es sich um eine Beschleunigung oder Verzögerung handelt.

A-du bedeutet ganz sicher die Einheit der Aenderung einer Grösse, von welcher eine zweite Grösse gesetzmässig abhängig ist.

Siḫru u rabû (= klein und gross) hinter *Zi* scheinen eigentlich überflüssig zu sein, es soll damit wohl nur angedeutet werden, dass *Zi* in jeder Höhe (ob gross oder klein) mit dem Monddurchmesser zu- oder abnehme.

Zi Sin haben wir mit „tägliche Verschiebung des Mondes“ übersetzt. Der Grund hiervon lag in der Uebereinstimmung der zugehörigen Zahlenwerthe mit jenen der Col. *G* der Finsternisstafeln. Umgekehrt können wir aus der anderweitig erschliessbaren Bedeutung von *Zi* unsere frühere Erklärung der Col. *G* rechtfertigen. Schon bei Besprechung der Sonnengeschwindigkeit wiesen wir nämlich nach, dass *Zi Šamaš* die tägliche Verschiebung der Sonne bedeutet, wir dürfen daher auch *Zi Sin* als tägliche Verschiebung des Mondes auffassen. Die Richtigkeit dieser Annahme ergibt sich noch deutlicher aus folgendem. *Zi Sin* oder *Zi ša Sin* oder endlich *Zi an Sin* kommen auch an andern Stellen von S + 2418 häufig vor und zwar in Verbindung mit *Zi Šamaš,* z. B. Z. 113: *(araḫ Adâru ûmu) 28 (tu) 12 Zi ša Sin, 57 56 Zi ša Šamaš ina ku,* d. h.: am 28. (Tag des Adar) beträgt die tägliche Verschiebung des Mondes 12⁰, die der Sonne 57′ 56″ im Widder. In der vorhergehenden Zeile werden beide sogar unter einer Bezeichnung zusammengefasst: *Sin u Šamaš ina ku šuqalulu šatti Zi-meš ša Sin u Šamaš ina ku lu bat,* d. h.: Mond und Sonne im Widder Frühlingsnachtgleiche. Die Bewegungen des Mondes und der Sonne im Widder (*lu bat* wohl = kreuzen sich).

In *Zi ša Šamaš* und *Zi ša Sin* hat demnach *Zi* gleiche Bedeutung, stellt also beidemal die tägliche Verschiebung dar.

So haben wir wirklich umgekehrt einen neuen Beweis dafür, dass Col. *G,* deren Zahlen mit dem des *Zi ša Sin* übereinstimmen, die wechselnde Grösse der täglichen Mondverschiebung enthält.

Hiermit ist der arithmetische und astronomische Sinn des vorliegenden Passus hinreichend aufgeklärt; nur der Ausdruck *UŠ* in *UŠ ša Zi Sin* harrt noch der Deutung.

Das fragliche Zeichen kommt in astronomischen Tafeln mehrfach vor. So fand Epping[1], dass es in Planetenangabe den „Kehrpunkt" bedeutet. In Sp. II, 54, Col. *K* hat es — wie sich weiter unten ergibt — einen verwandten Sinn: es bezeichnet dort den numerischen Wendepunkt einer zuerst auf- und dann absteigenden Zahlenreihe. In dem hier vorliegenden Fall ist jedoch offenbar die Aenderung der Mondgeschwindigkeit von einem Neu- oder Vollmond zum andern gemeint.

Dass *UŠ ša Zi an Sin* im Tablet S + 2418 wirklich die (monatliche) Aenderung ausdrückt, ergibt sich mit Evidenz aus folgender Stelle, die erst in den Untersuchungen über das Neulicht zur Geltung kommt und welche wir hier nur nebenher erwähnen:

[Z. 115.] *12 42 Zi ša an Sin ša ûmu 27* — wohl *28* — *tu itti 5 UŠ Zi ša an Sin ša ûmu 28 tu tab-ma 15 42;* d. h.: kommen zu 12° 42′, der Mondgeschwindigkeit des 27. (28.) Tages, *5 UŠ* der Mondgeschwindigkeit vom 28. Tag (d. h. der folgenden Monate) hinzu, (so erhält man) 15° 42′. In der That erhält man durch fünfmalige Aenderung des Werthes 12° 42′ um den monatlichen Betrag (0° 42′) mit Ueberschreitung des idealen Maximums (15° 57′) genau 15° 42′.

Hiermit ist die oben gegebene Uebersetzung des ganzen Passus Z. 14 bis 19 gerechtfertigt.

Bislang haben wir uns damit zufrieden gegeben, die allgemeinen Beziehungen zwischen Col. *B* und Col. *G* kennen zu lernen und letzteres als eine Function der Mondgeschwindigkeit zu charakterisiren; nun gilt es, die Cardinalfrage zu lösen:

Welches ist die specielle astronomische Bedeutung von Col. G?

(87) Obwohl es ausser allem Zweifel ist, dass die in Frage stehende Grösse mit der wechselnden Mondgeschwindigkeit innigst zusammenhängt, so dürfen wir doch beide nicht ohne weiteres identificiren. Würde wenigstens der Mittelwerth der Col. *G* mit der schon von alters her den Chaldäern bekannten mittlern Mondgeschwindigkeit übereinstimmen, so könnte man dazu noch eher geneigt und berechtigt sein; aber erstere beträgt 13ᴵ 30ᴵᴵ 30ᴵᴵᴵ, letztere nur 13° 10′ 35″. Die daraus entstehende Schwierigkeit hat dem Verfasser nicht geringes Missbehagen verursacht; aber nach allerlei Conjecturen und Rechnungen sah er sich doch schliesslich immer wieder zu der Wahl zwischen den zwei folgenden Möglichkeiten gedrängt: Entweder bezeichnet *G* zwar die Geschwindigkeit des Mondes in seiner Bahn und nur die Masseinheiten sind andere (indem $\mathrm{I}^{\mathrm{I}} = 0^{\circ},976 = 58',56$ ist), oder die Col. *G* ist nur eine Function der Mondgeschwindigkeit und beruht auf einer ganz andern Art der Messung als die mittlere Mondgeschwindigkeit.

Die erstere Möglichkeit leidet jedoch an einem nicht geringen Grad von Unwahrscheinlichkeit. Wir können uns nämlich nicht wohl denken, dass man 58′,56 als Masseinheit annahm, da diese Grösse in der Natur nicht vorkommt und somit höchst willkürlich wäre. Folglich sind wir darauf angewiesen, die zweite Möglichkeit näher zu untersuchen. Unter den vielen Mondmessungen

[1] Astron. aus Babyl. S. 139.

haben die Chaldäer wohl auch die tägliche Verspätung der Mondculmination (oder des Mondaufganges) bestimmt. Auf diese Weise konnten sie recht gut zu dem Ergebniss gelangt sein, dass der Mond täglich im Durchschnitt 54^m hinter den Sternen zurückbleibt und somit die tägliche[1] Zunahme der Rectascension nahezu $13^0\ 30' = 54^m$ beträgt. Obwohl nun die verschiedene Grösse der einzelnen täglichen Zunahmen der Rectascension des Mondes durchaus nicht den einzelnen täglichen Bewegungen des Mondes in seiner Bahn entspricht, sondern in erster Linie von der Declination des Mondes abhängig ist, so konnte dennoch die mittlere tägliche Zunahme der Rectascension als Ausdruck der mittlern Mondgeschwindigkeit und als Basis für die Col. *G* angenommen worden sein. Weit weniger zulässig wäre es freilich, wenn man auch die Grenzwerthe $m = 11^0\ 4'$ und $M = 15^0\ 57'$ der geringsten und grössten Verspätung der Mondculmination entlehnt hätte. Und dennoch glauben wir, dass die Chaldäer wirklich so verfuhren. So würde sich nämlich leicht der hohe Werth von M erklären, da $15^0\ 57' = 1^h\ 3^m\ 48^s$, als oberster Grenzwerth der Culminationsverspätungen angesehen, mit der Natur gar nicht übel übereinstimmt. Selbstverständlich musste das ursprüngliche Beobachtungsresultat etwas modificirt werden, um eine einfache monatliche Differenz von $0^I\ 42^{II}$ zu erhalten. Zur Zeit wo der Mond sich im Perigäum und zugleich in der grössten Declination befindet, wie es z. B. im Januar 1895 der Fall war, wird die Rectascensionszunahme für 1 Tag sogar noch um 3—4^m höher steigen; doch dieser Fall ist nicht häufig. Auch das Minimum $11^0\ 4' = 44^m\ 16^s$ wäre als geringste Culminationsverspätung für ein Schema annehmbar, wenn auch der thatsächliche Werth zur Zeit, wo der Mond im Apogäum und zugleich in der Nähe des Knotens ist, noch unter $44^m\ 16^s$ herabsinkt.

Aber welche Periode sollten die Chaldäer diesen so bestimmten Grössen zu Grunde legen? Da es ihnen darum zu thun war, die Mondbewegung darzustellen, und diese sich nach der Periode des anomalistischen Umlaufs vollzieht, so wählten sie die letztere. Eine derartige Verschmelzung heterogener Elemente (Rectascensionsverschiebung und Geschwindigkeit in der Bahn) mag ja befremden; aber wir finden keine andere Erklärung. Wir hätten somit einen Ausdruck für die wechselnde tägliche Mondbewegung (= Geschwindigkeit) vor uns; aber die Art und Weise, wie er zu stande kam, ist gründlich von jener verschieden, die wir in System I (n. 9) kennen gelernt haben.

Eine Bestätigung der Ansicht, Col. *G* stelle wirklich die Geschwindigkeit des Mondes dar, ergibt sich aus der in n. 86 festgestellten Analogie zwischen *Zi ša Šamaš* und *Zi ša Sin*. Wie (n. 36) nachgewiesen wurde, kann ersteres nichts anderes bedeuten als die tägliche Bewegung der Sonne; also muss auch letzteres die tägliche Bewegung des Mondes bedeuten. Hierzu kommt, dass die Art und Weise, die Grenzwerthe zu bestimmen, bei beiden dieselbe gewesen zu sein scheint; denn verglichen mit der Sonnengeschwindigkeit ist auch das Maximum des *Zi ša Šamaš* etwas zu gross und sein Minimum zu klein. Zur Erklärung dieses Umstandes lässt sich ganz dasselbe sagen, was wir bezüglich des *Zi ša Sin* bemerkt haben: man mass den grössten und kleinsten täglichen Fortschritt der Sonne durch die tägliche Verspätung der Culmination (oder vielleicht auch des Aufganges) der Sonne und gelangte so nothwendig zu Grenzwerthen, die weiter auseinanderliegen, als es bei der wirklichen grössten und kleinsten Sonnengeschwindigkeit der Fall ist.

[1] täglich, d. i. hier während eines Mondtages = $24^h\ 50^m\ 28^s{,}3$ mittlerer Zeit.

Col. H.

Dauer der synodischen Monate unter der Voraussetzung, die Sonne lege in jedem Monat 30° zurück.

(88) Die Fragmente Sp. I, 187 und Sp. II, 96 schliessen mit einer Columne ab, mit der einige andere (Sp. II, 74, Sp. II, 54 und Sp. II, 581) beginnen. Wir wollen sie mit *H* bezeichnen. Leider ist sie nirgends vollständig erhalten. Wir müssen daher durch Collation mehrerer Bruchstücke den Mangel möglichst zu ersetzen suchen. (Siehe die Tabellen auf S. 168.)

Trotz der vielen scheinbaren Unregelmässigkeiten, die in dieser Columne zusammentreffen, ist eine gewisse Gesetzmässigkeit sofort ersichtlich. Zunächst fällt es auf, dass in sämtlichen Gruppen der geringste Werth stets genau 2 40 beträgt, während der höchste etwas über 4 56 liegt. An gewissen Stellen, nämlich ungefähr zwischen 2 55 und 4 45, ist die monatliche Aenderung eine regelmässige; sie beträgt 0 25 48 38 31 6 20. Ueber diese beiden Grenzen hinauf und hinab ist die Aenderung sehr gering, bei 2 40 sogar 0.

Der approximative Mittelwerth von *H* lässt sich aus Sp. II, 581 am leichtesten errechnen. In Zeile 3 und 17 sind nämlich die Werthe wenig voneinander verschieden; das Intervall zwischen beiden bezeichnet also ungefähr die der Grösse *H* zu Grunde liegende Periode, die demnach nahezu 14 synodische Monate beträgt. Es kommen somit annähernd 15 Perioden von *H* auf 14 synodische Monate. Da entdecken wir wiederum die anomalistische Periode, von der — genau genommen — $14\frac{17}{18}$ auf $13\frac{17}{18}$ synodische Monate treffen.

Nun beträgt der Durchschnittswerth von Col. *H* etwa $3^{\mathrm{I}}\ 38^{\mathrm{II}}\ 30^{\mathrm{III}}$. Wäre derselbe $= 3^{\mathrm{I}}\ 11^{\mathrm{II}}\ 0^{\mathrm{III}}\ 50^{\mathrm{IV}}$, so dürften wir behaupten: Col. *H* drückt den Ueberschuss der einzelnen synodischen Monate über 29 Tage aus — ähnlich wie in den Tafeln von System I. Aber der Unterschied von $27^{\circ},5 = 1^{\mathrm{h}}\ 50^{\mathrm{m}}$ scheint eine solche Annahme unhaltbar zu machen.

Dennoch wollen wir die Idee, dass *H* gleichwohl Zeitangaben enthält und die wechselnde Dauer des synodischen Monats bestimmt, nicht aufgeben. Dazu nöthigen uns die Beziehungen, welche zwischen *G* und *H* sowie *B* und *H* einerseits als auch zwischen *H* und *L* andererseits obwalten.

Beziehungen zwischen Col. G und H.

In den Tafeln des Systems I stehen die Columnen der Geschwindigkeit des Mondes (*F*) und der Monatsdauer (*G*) nebeneinander und — wie wir sahen — mit Recht. Die beiden Col. *G* und *H* unserer Syzygientafeln (Syst. II) verrathen nun grosse Aehnlichkeit mit jenen: Col. *G* ist bereits als eine Function der Mondgeschwindigkeit erkannt, und die Zahlen von *H* deuten auf die wechselnde Dauer des Monats hin. Es ist daher leicht möglich, dass beide in einem ähnlichen Verhältnisse zu einander stehen wie die entsprechenden Columnen (*F* und *G*) von System I. Wirklich bemerkt man, dass Col. *H* ihr Maximum erreicht, wenn der Werth der Col. *G* sich dem Minimum nähert oder dasselbe vor kurzem passirt hat, und umgekehrt. Das Maximum in der einen Columne entspricht also dem Minimum in der andern, aber durchaus

I. Aus Sp. I, 187 (Obvers).

Zeile	Col. *H*							Differenzen						
1.	2	40		(leer)										
2.	2	49	33	.	.	.	.	0	9	33	.	.	.	.
3.	3	15	4	56	17[1]	46	40	0	25	31	56	57	46	40
4.	3	40	53	34	48	53	20	0	25	48	38	31	6	20
5.	4	6	42	13	20			0	25	48	38	31	6	20
6.	4	32	30	51[2]	51	6	40	0	25	48	38	31	6	20
7.	4	45	2	47	46	30	.	0	12	32	5	55	24	.
8.	4	45	45	55[3]	33[4]	.	.	0	0	42	6	46	.	.
9.	4	19	57[5]	17	2	12	.	0	25	48	38	31	.	.
10.	3	54	8	38	31	5	.	0	25	48	38	31	6	.
11.	3	28	20					0	25	48	38	31	6	.
12.	3	2	31	21	.	.	.	0	25	49	.	.	.	.
13.	2	51	34	.	.	.	.	0	10	57	.	.	.	.

[1] nicht 57. [2] nicht 41. [3] nicht 54. [4] nicht 32. [5] nicht 58.

Aus Sp. II, 99 (Obvers).

Zeile	Col. *H*							Differenzen						
1.	2	41	.	.	.	.	.							
2.	2	40		(leer)				0	1					
3.	2	40						0						
4.	2	50	48	.	.	.	.	0	10	48	.	.	.	.
5.	3	16	31	21	25	.	.	0	25	42	.	.	.	.
6.	3	42	20					0	25	48	38	.	.	.
7.	4	8	8	38	31	6	.	0	25	48	38	31	6	.
8.	4	33	57	17	2	12	.	0	25	48	38	31	6	.
9.	4	55	40					0	21	42	42	57	47	.
10.	4	54	19	30	21	.	-.	0	1	20	29	39	.	.

Aus Sp. II, 581.

Zeile	Col. *H*							Differenzen						
1.	3	0	.	.	.	.	.							
2.	3	19	24	*11*	*51*	*7*	*40*							
3.	3	45	12	50	22	*14*[1]		0	25	48	38	31	6	20
4.	4	11	1	28	53	*20*	*20*	0	25	48	38	31	6	20
5.	4	36	50	7	24	26	40	0	25	48	38	31	6	20
6.	4	56	20	22	13	20		0	19	30	13	48	53	20
7.	4	41	36	40				0	14	43	32	13	20	
8.	4	15	38	1	28	53	40[2]	0	25	48	38	31	6	20
9.	3	49	49	22	57	46	20[3]	0	25	48	38	31	6	20
10.	3	24	0	44	26	40		0	25	48	38	31	6	20
11.	2	58	12	5	55	13	20	0	25	48	38	31	6	20
12.	2	40	32	57	46	40		0	17	39	18	8	33	20
13.	2	40						0	0	32	57	46	40	
14.	2	40	5		(leer)			0	0	5				
15.	2	55	1	58	31	6	40	0	14	56	58	31	6	40
16.	*3*	*20*	50	37	2	13	20	0	25	48	38	31	6	20
17.	*3*	*45*	39	15	33[4]	20	*40*	0	25	48	38	31	6	20
18.	*4*	*11*	27	54	4	26		0	25	48	38	31	6	20
19.	.	.	.	.	34	32	20	.	.	.	.	29	6	20

[1] nicht 21. [2] nicht 20. [3] nicht 40. [4] nicht 32.

nicht vollständig. So correspondiren in Sp. I, 187 und Sp. II, 99 folgende Werthe:

	Col. G	Col. H
1.	15 14	2 40
2.	11 6	4 45
3.	15 18	2 51 34
4.	11 8	4 55 40.

Obschon hier G_1 (= 15 14) dem idealen Maximum (= 15 57) weniger nahe kommt als G_3 (= 15 18), so ist dennoch das zum letztern gehörige H_3 grösser als H_1; ebenso ist H_4 grösser als H_2, obwohl G_2 (= 11 6) dem idealen Minimum (= 11 4) näher liegt als G_4 (= 11 8).

Dieser Umstand weist mit Sicherheit darauf hin, dass H wenigstens einen **Hauptfactor** zur Bestimmung der Dauer des synodischen Monats bildet. Wie wir schon früher erörterten, wird eine lange Monatsdauer dadurch bedingt, dass der Mond von Conjunction zu Conjunction zweimal das verzögernde Apogäum passirt, eine kurze dagegen, wenn er zweimal durch das beschleunigende Perigäum geht. Dieser zweimalige Einfluss eines der beiden Apsidenpunkte findet nur dann statt, wenn die beiden Conjunctionen, welche den Monat begrenzen, möglichst gleich weit (vor und nach) den Apsiden eintreffen, nicht aber, wenn eine der beiden gerade auf das Apogäum oder Perigäum fällt (vgl. n. 17). Da ausserdem bereits nachgewiesen ist, dass in Col. G das Maximum dem Perigäum, das Minimum dem Apogäum entspricht, so muss — falls unsere Conjectur nicht verfehlt ist — H sein Maximum erlangen, wenn G dem Minimum nicht mehr ferne ist. Die Bestätigung hierfür liefern obige Zahlen.

Beziehungen zwischen Col. B und Col. H.

(89) Da zwischen G und H — wie soeben gezeigt wurde — wesentliche Beziehungen obwalten, so ist es leicht möglich, dass man sich bei der Aufstellung der Col. H auch thatsächlich der Col. G bediente. Da aber andererseits bereits feststeht, dass die Chaldäer die Col. G aus der Col. B ableiteten, so ist es ebenso gut möglich, dass sie auch ihre Col. H aus jener gebildet haben. Die Entscheidung hierüber kann nur ein positives Document von ihrer Hand bieten. Ein solches liegt uns nun wirklich in dem ausgezeichnet gut erhaltenen Passus S + 2418 Z. 63—91 vor. Erst durch diesen ist es auch möglich, die scheinbaren Unregelmässigkeiten der Col. H aufzuklären.

Zunächst lassen wir hier den transscribirten Text folgen:

Transscription von S + 2418, Z. 63 bis 91.

[Z. 63.] * *ana tar-ṣi 2 13 20 lal u 2 40 iššakan mimma ša-al-la 2 13 21 30 (?). . . .*

[Z. 64.] *lal-u a-du 3 22 30 du-ma lu uš šu 17 46 40 iššakan ana eli mat 2 (?). . . .*

[Z. 65.] *itti 2 10 (40) tab-ma iššakan.* * *ana tarṣi 2 10 40 lal-u 2 . . . 20 iššakan; ša al 2. . . .*

[Z. 66.] *adi 1 58 31 6 40 lal-u a-du 9 20 du-ma itti 2 53 20 tab-ma iššakan. . . .*

[Z. 67.] *1 58 31 6 40 lal-u 4 46 42 57 46 40 iššakan; ša-al-la 1 58 31 6 (40). . . .*

[Z. 68.] *lal-u lal-u (?) adi 1 58 13 20 ma-ṭu-u a-du 8 20 du itti 4 46 42 57 46 (40). . . .*

[Z. 69.] *tab-ma iššakan. * ana tar-ṣi 1 58 13 20 lal-u 4 49 11 6 40 iššakan; mimma ša-al-la*

[Z. 70.] *1 58 13 20 lal-u ma-ṭu-u adi 1 57 55 33 20 lal-u a-du 7 20 du*

[Z. 71.] *itti 4 49 11 6 40 tab-ma iššakan. * ana tar-ṣi 1 57 55 33 20 lal-u*

[Z. 72.] *4 51 21 28 53 20 iššakan; ša-al-la 1 57 55 33 20 lal-u lal-u*

[Z. 73.] *adi 1 57 58 8 53 20 tab-u a-du 6 20 du itti 4 51 21 28 53 20*

[Z. 74.] *tab-ma iššakan. * ana tar-ṣi 1 57 58 8 53 20 tab-u 4 53 14 4 26 40 iššakan;*

[Z. 75.] *ša-al-la 1 57 58 8 53 20 tab-u tir adi 1 58 15 55 33 20 tab-u*

[Z. 76.] *a-du 5 20 du itti 4 53 14 4 26 40 tab-ma iššakan. * ana tar-ṣi 1 58 15 55 33 20*

[Z. 77.] *tab-u 4 54 48 53 20 iššakan; ša-al-la 1 58 15 55 33 20 (du-ma). . . .*

[Z. 78.] *adi 1 58 33 42 13 20 tab-u a-du 4 du itti 4 (58 48 53 20) tab-(ma iššakan).*

[Z. 79.] ** ana tar-ṣi 1 58 33 42 13 20 4 56 ša-(an) [= iššakan] adi 1 58 37 2 13 20*

[Z. 80.] *gab-bi 4 56 ša mimma; ša-al-la 1 58 37 2 13 20 tab-u tir adi*

[Z. 81.] *1 58 54 48 53 20 tab-u a-du 2 du itti 4 56 tab-ma ša-(an) [= išša-kan]. * ana tar-ṣi*

[Z. 82.] *1 58 54 48 53 20 tab-u 4 56 35 33 20 iššakan; adi 1 59 12 35 33 20*

[Z. 83.] *tab-u, gab-bi 4 56 35 33 20 iššakan; mimma ša-al-la 1 59 12 35 33 20*

[Z. 84.] *tab-u tir adi 1 59 30 22 13 20 tab-u a-du 2 du ultu 4 56 35 33 20*

[Z. 85.] *KUDU ša-(an) [= iššakan]; ša-al-la 1 59 30 22 13 20 tab-u tir adi 1 59 48 8 53 20*

[Z. 86.] *tab-u a-du 4 du ultu 4 56 KUDU-ma iššakan. * ana tarṣi 1 59 48 8 53 20*

[Z. 87.] *tab-u 4 54 48 53 20 iššakan; ša-al-la 1 59 48 8 53 20 tab-u. . . .*

[Z. 88.] *adi 2 0 5 55 33 20 tab-u a-du 5 20 du ultu 4 54 48 (8 53 20). . . .*

[Z. 89.] *KUDU-ma iššakan. * ana tar-si 2 0 5 55 33 20 tab-u 4 53 14 4 26 40 iššakan;*

[Z. 90.] *ša-al-la 2 0 5 55 33 20 tab-u tir adi 2 (0 23 42 13 20 tab-u)*

[Z. 91.] *a-du 6 20 du ultu 4 53 14 (4 26 40). . . .*

Die äussere Form der vorliegenden chaldäischen Anweisung verräth bei genauerer Prüfung grosse Aehnlichkeit mit der von S + 2418, Z. 2—13 (Berechnung des Tagebogens) und Z. 14—19 (Beziehung zwischen Monddurchmesser und Mondgeschwindigkeit). Bezeichnen wir schon jetzt die in dem Schema vorkommenden Werthe als Grössen, die mit jenen unserer beiden

Schematische Darstellung von S + 2418 Z. 63—91.

		B: I II III IV V VI		*H*: z 0 ' '' ''' ''''			*B*: I II III IV V VI			*B*: I II III IV V VI						*H*: z 0 ' '' ''' ''''			
I.	*Ana tar-ṣi*	2 13 20 . . .	*lal-u*	2 40	*iššakan;*	*ša-al*	2 13 20 . . .	*lal-u*	*adi*	* * * * * *[1]	*lal u*	*a-du*	. .	*du-ma*	*itti*	* * * * * *	*tab-ma*	*iššakan*	.
II.	„	2 10 40 . . .	„	2 53 20 . . .	„	„	2 10 40 . . .	„	„	1 58 31 6 40 .	„	„	9 20	„	„	2 53 20 . . .	„	„	.
III.	„	1 58 31 6 40 .	„	4 46 42 57 46 40	„	„	1 58 31 6 40 .	„	„	1 58 13 20 . .	„	„	8 20	„	„	4 46 42 57 46 40	„	„	.
IV.	„	1 58 13 20 . .	„	4 49 11 6 40 .	„	„	1 58 13 20 . .	„	„	1 57 55 33 20 .	„	„	7 20	„	„	4 49 11 6 40 .	„	„	.
V.	„	1 57 55 33 20 .	„	4 51 21 28 53 20	„	„	1 57 55 33 20 .	„	„	1 57 58 8 53 20	*tab u*	„	6 20	„	„	4 51 21 28 53 20	„	„	.
VI.	„	1 57 58 8 53 20	*tab-u*	4 53 14 4 26 40	„	„	1 57 58 8 53 .	*tab-u*	„	1 58 15 55 33 20	„	„	5 20	„	„	4 53 14 4 26 40	„	„	.
VII.	„	1 58 15 55 33 20	„	4 54 48 53 20 .	„	„	1 58 15 55 33 20	„	„	1 58 33 42 13 20	„	„	4	„	„	4 54 48 53 20 .	„	„	.
VIII.	„	1 58 33 42 13 20	„	4 56	„	„	1 58 33 42 13 20	„	„	1 58 37 2 13 20	„	„	0	„	„	4 56	„	„	.
IX.	„	1 58 37 2 13 20	„	4 56	„	„	1 58 37 2 13 20	„	„	1 58 54 48 53 20	„	„	2	„	„	4 56	„	„	.
X.	„	1 58 54 48 53 20	„	4 56 35 33 20 .	„	„	1 58 54 48 53 20	„	„	1 59 12 35 33 20	„	„	0	„	„	4 56 35 33 20 .	„	„	.
XI.	„	1 59 12 35 33 20	„	4 56 35 33 20 .	„	„	1 59 12 35 33 20	„	„	1 59 30 22 13 20	„	„	2	„	*ultu*	4 56 35 33 20 .	*KUDU-ma*	„	.
XII.	„	1 59 30 22 13 20	„	4 56	„	„	1 59 30 22 13 20	„	„	1 59 48 8 53 20	„	„	4	„	„	4 56	„	„	.
XIII.	„	1 59 48 8 53 20	„	4 54 48 53 20 .	„	„	1 59 48 8 53 20	„	„	2 0 5 55 33 20	„	„	5 20	„	„	4 54 48 53 20 .	„	„	.
XIV.	„	2 0 5 55 33 20	„	4 53 14 4 26 40	„	„	2 0 5 55 33 20	„	„	2 0 23 42 13 20	„	„	6 20	„	„	4 53 14 4 26 40	„	„	.
XV.	„	2 0 23 42 13 20	„	4 51 21 28 53 20	„	„	2 0 23 42 13 20	„	„	2 0 41 28 53 20	„	„	7 20	„	„	4 51 21 28 53 20	„	„	.
XVI.	„	2 0 41 28 53 20	„	4 49 11 6 40 .	„	„	2 0 41 28 53 20	„	„	2 0 59 15 33 20	„	„	8 20	„	„	4 49 11 6 40 .	„	„	.
XVII.	„	2 0 59 15 33 20	„	4 46 42 57 46 40	„	„	2 0 59 15 33 20	„	„	2 13 8 8 53 20	„	„	9 20	„	„	4 46 42 57 46 40	„	„	.
XVIII.	„	2 13 8 8 53 20	„	2 53 20 . . .	„	„	2 13 8 8 53 20	„	„	2 15 48 8 53 20	„	„	* *	„	„	* * * * * *	„	„	.
XIX.	„	2 15 48 8 53 20	„	2 40	„														

[1] Die mit Sternchen (***) bezeichneten Stellen (Z. I u. XVIII) werden erst bei weitern Untersuchungen klar.

Columnen *B* und *H* der Bedeutung nach übereinstimmen, so lässt sich die fast stereotype Redewendung des Schemas allgemein in folgender Weise darstellen: *ana tar-ṣi* B_n H_n *ša-an* [= *iššakan*]; *ša-al-la* B_n *adi* B_{n+1} *a-du . . . du itti* (oder *ultu*) H_n *tab-ma* (oder *KUDU-ma*) *iššakan*.

Im Original ist dies aus Mangel an Uebersichtlichkeit nicht recht erkennbar, wohl aber in der nebenstehenden tabellarischen Anordnung, wie sich dieselbe leicht ohne grosse Aenderung des Originals herstellen liess. Zur Richtigstellung der zum Theil verwaschenen Zahlen war die etwas breit angelegte babylonische Anweisung, in der dieselbe Zahl zwei- bis dreimal vorkommt, höchst erwünscht.

Bevor wir die etwas verwickelte Untersuchung des Schemas in Angriff nehmen, mag es dem Leser erwünscht sein, schon jetzt an Beispielen den Realsinn des babylonischen Textes kennen zu lernen.

[Z. II.] *Ana tar-ṣi 2 10 40 lal-u 2 53 20 iššakan; ša-al 2 10 40 adi 1 58 31 6 40 lal-u a-du 9 20 du-ma itti 2 53 20 tab-ma iššakan.*

[Z. III.] *Ana tar-ṣi 1 58 31 6 40 lal-u 4 46 42 57 46 40 iššakan,* d. h.:

Zur Zeit wo der Neu- bezw. Vollmond-Durchmesser = 2' 10'' 40'''

($= 32' \, 40''$) und zugleich im Abnehmen begriffen ist, wird die Dauer des gerade verflossenen synodischen Monats $= [29^d] \, 2^s \, 53^0 \, 20'$ ($= 29^d \, 11^h \, 33^m \, 20^s$) berechnet; wenn eben dieser Durchmesser von $2^I \, 10^{II} \, 40^{III}$ an bis $1^I \, 58^{II} \, 31^{III} \, 6^{IV} \, 40^V$ noch weiter abnimmt, werden für die Einheit dieser Aenderung (hier 1^{II}) $9^0 \, 20'$ zu $[29^d] \, 2^s \, 53^0 \, 20''$ addirt und so die Monatsdauer berechnet. Zur Zeit wo der Monddurchmesser $1^I \, 58^{II} \, 31^{III} \, 6^{IV} \, 40^V$ beträgt und noch abnimmt, wird die Dauer des gerade verflossenen Monats $= [29^d] \, 4^s \, 46^0 \, 42' \, 57'' \, 46''' \, 40''''$ berechnet.

[Z. XIII.] *Ana tar-ṣi 1^I 59^II 48^III 8^IV 53^V 20^VI tab-u 4 54 48 53 20 iššakan; ša-al 1 59 48 8 53 20 tab-u adi 2 0 5 55 33 20 tab-u a-du 5 20 du ultu 4 54 48 53 20 KUDU-ma iššakan.* [Z. XIV.] *Ana tar-ṣi 2 0 5 55 33 20 tab-u 4 53 14 4 26 40 iššakan,* d. h.:

Zur Zeit wo der Neu- bezw. Vollmonddurchmesser $= 1^I \, 59^{II} \, 48^{III} \, 8^{IV} \, 53^V \, 20^{VI}$ und zugleich im Zunehmen begriffen ist, wird der abgelaufene synodische Monat $= [29^d] \, 4^s \, 54^0 \, 48' \, 53'' \, 20'''$ berechnet; wenn eben dieser Durchmesser von $1^I \, 59^{II} \, 48^{III} \, 8^{IV} \, 53^V \, 20^{VI}$ noch weiter bis $2^I \, 0^{II} \, 5^{III} \, 55^{IV} \, 33^V \, 20^{VI}$ zunimmt, so werden für die Einheit dieser Aenderung (hier 1^{II}) $5^0 \, 20'$ von $[29^d] \, 4^s \, 54^0 \, 48' \, 53'' \, 20'''$ subtrahirt und so die Monatsdauer berechnet. Zur Zeit wo der Monddurchmesser $2^I \, 0^{II} \, 5^{III} \, 55^{IV} \, 33^V \, 20^{VI}$ beträgt und noch zunimmt, wird die Dauer des gerade verflossenen Monats $= [29^d] \, 4^s \, 53^0 \, 14' \, 4'' \, 26''' \, 40''''$ berechnet.

Es gilt nun, diese Realübersetzung zu begründen.

Fassen wir zu dem Ende zunächst die beiden ersten Zahlencolumnen (*B* und *H*) ins Auge. Die Werthe von *B* gehen etwas über $2^I \, 15^{II}$ hinauf und gegen $1^I \, 57^{II}$ hinab; ähnlich ist es in Col. *B* der Syzygientafeln. Allerdings steht hier hinter jeder Zahl ein *tab-u* oder *lal-u*, welches in Col. *B* der Syzygientafeln fehlt. Das kann jedoch nicht befremden. *Tab-u* und *lal-u*, in denen *u* wohl nur emphatische Verlängerung ist, bedeuten hier ohne Zweifel wie in der entsprechenden Columne der Finsternisstafeln im Zunehmen begriffen und im Abnehmen begriffen. Es ist nun, wie bereits hervorgehoben wurde, für die Monatsdauer durchaus nicht gleichgiltig, ob der Neumond, mit dem der Monat beginnt oder schliesst, vor oder nach dem Apogäum oder Perigäum stattfindet, also auch nicht gleichgiltig, ob der Monddurchmesser zur Zeit des Neumondes noch zu- oder bereits abnimmt. Weit entfernt also, dass jene beiden Zeichen: *tab-u* und *lal-u* die Identität der beiden Columnen *B* in Frage stellen, bestätigen sie dieselbe vielmehr.

Nicht minder zeigt auch die Col. *H* mit der gleichnamigen der Syzygientafeln eine frappante Aehnlichkeit. Dort sind die Grenzwerthe $2^I \, 40^{II}$ und $4^{II} \, 56^{II} \, 35^{III} \, 33^{IV} \, 20^V$; in den Syzygientafeln $2^I \, 40^{II}$ und $4^I \, 56^{II}$. . . . Die Minima sind also sogar offenkundig identisch.

Doch das sind nur Anhaltspunkte für unsere eigentliche Argumentation. Diese stützt sich namentlich auf das eigenthümliche Steigen und Fallen der Zahlenwerthe von Col. *H*. In den Syzygientafeln (vgl. n. 88) fiel es auf, dass die monatlichen Differenzen gegen die untere Grenze (etwa von $2^s \, 50^0$ bis $2^s \, 40^0$) und ebenso gegen die obere Grenze (etwa von $4^s \, 45^0$ bis $4^s \, 57^0$) bedeutend kleiner sind als in der mittlern Lage (von $2^s \, 50^0$ bis $4^s \, 45^0$) und gegen die Grenzen hin sogar 0 werden. Es bedarf keines besondern Scharfsinns, um diese Eigenschaft in der Col. *H* unseres obigen Schemas wieder zu erkennen. Doch prüfen wir den chaldäischen Zahlenmechanismus genauer.

Wir machen dabei die wichtige Wahrnehmung, dass die Col. *H* durchaus nicht überall proportional der Col. *B* sich ändert.

Am einfachsten gehen wir von der Stelle aus, wo *H* proportional der Abnahme in *B* wächst, nämlich von Z. II im obigen Schema.

Es heisst dort dem Sinne nach zunächst: Während *B* von $2^{I}\ 10^{II}\ 40^{III}$ *lal-u* bis $1^{I}\ 58^{II}\ 31^{III}\ 6^{IV}\ 40^{V}$ *lal-u*, d. h. um $d_1 = 0^{I}\ 12^{II}\ 8^{III}\ 53^{IV}\ 20^{V}$ abnimmt, steigt *H* von $2^{s}\ 53^{0}\ 20'$ auf $4^{s}\ 46^{0}\ 42'\ 57''\ 46'''\ 40''''$, also um $d_2 = 1^{s}\ 53^{0}\ 2'\ 57''\ 46'''\ 40''''$. Das Verhältniss von $d_1 : d_2$ ist $3 : 28$ oder $1 : 9\frac{1}{3}$. Der Chaldäer deutet das so an: *a-du 9 20 du*. Auf 1^{III} in *B* kommen also während jenes ganzen Intervalls $9'\ 20''$ in *H*.

Verweilen wir hier einen Augenblick. Das eben gewonnene Resultat bietet uns nämlich eine Handhabe für eine entscheidende Probe. Sind Col. *B* und *H* der Syzygientafeln mit den gleichnamigen unseres Schemas identisch, so muss für jene Mittellage (von $2^{s}\ 53^{0}$ bis $4^{s}\ 46^{0}$) auch in den Syzygientafeln die monatliche Differenz in Col. *H* genau das $9\frac{1}{3}$fache der entsprechenden Differenz in Col. *B*, d. h.

$$0^{I}\ 25^{II}\ 48^{III}\ 38^{IV}\ 31^{V}\ 6^{VI}\ 40^{VII} = \tfrac{28}{3} \cdot 0^{I}\ 2^{II}\ 45^{III}\ 55^{IV}\ 33^{V}\ 20^{VI}$$

sein, was in der That genau zutrifft.

So unterliegt es denn nicht mehr dem geringsten Zweifel, dass S + 2418 Z. 63—91 die Art und Weise lehrt, wie die Col. *H* der Syzygientafeln aus der Col. *B* berechnet wird.

(90) Doch verfolgen wir das Bildungsgesetz von Col. *H* unseres Schemas weiter.

Nach dem grossen mittlern Intervall, innerhalb dessen *H* sich proportional *B* verändert, folgen in Z. III, IV u. s. f. lauter kleine Intervalle, welche in *B* durchweg constant und zwar $= \delta_1 = 0^{I}\ 0^{II}\ 17^{III}\ 46^{IV}\ 40^{V}$ oder $17^{III}\frac{7}{9}$ sind, aber in *H* fortwährend sich ändern; denn es heisst nicht mehr *a-du 9 20 du itti . . . tab-ma iššakan*, sondern in successivem Wechsel *a-du 8 20 (7 20, 6 20, 5 20, 4 0, 0) du itti . . . tab-ma iššakan*. Die der constanten Aenderung (δ_1) in *B* entsprechende Aenderung (δ_2) in *H* beträgt also der Reihe nach $\delta_1 \cdot 8\frac{1}{3}'$, $\delta_1 \cdot 7\frac{1}{3}'$, $\delta_1 \cdot 6\frac{1}{3}'$, $\delta_1 \cdot 5\frac{1}{3}'$, $\delta_1 \cdot 4'$, $0'$. Letzteres tritt an zwei Stellen ein, Z. VIII und X. Es heisst nämlich z. B. Z. VIII im ursprünglichen Text [Z. 79.]: *ana tar-ṣi 1 58 33 42 13 20 | 4 56 ša (an) adi 1 58 37 2 13 20 gab-bi 4 56 ša mimma*, d. h. während *B* (der Durchmesser der Mondscheibe) von $1^{I}\ 58^{II}\ 33^{III}\ 42^{IV}\ 13^{V}\ 20^{VI}$ bis $1^{I}\ 58^{II}\ 37^{III}\ 2^{IV}\ 13^{V}\ 20^{VI}$ abnimmt, bleiben alle *H* constant $= 4^{s}\ 56^{0}$. Dasselbe findet Z. X statt. Es ist das gerade dort, wo *H* sein Maximum ($= 4^{s}\ 56'\ 35''\ 33'''\ 20''''$) erreicht. Bis dahin heisst es am Schluss immer „*itti . . . tab-ma iššakan*"; an dessen Stelle tritt jetzt „*ultu . . . KUDU-ma iššakan*", d. h. der vorausgehende Werth von *H* wird nun (wie aus Z. XI—XIV sich ergibt) in derselben Weise vermindert, wie er vorher successive vermehrt wurde. Auf Grund der hier zu Tage tretenden Regelmässigkeit konnte der fehlende Rest in Z. XV—XIX mit Sicherheit restaurirt werden.

Man erkennt hier zugleich, dass das Wort *KUDU-(ma)*, dessen Bedeutung bislang unbekannt war, gleichbedeutend mit *lal-(ma)* ist und somit (natürlich nach möglichster Richtigstellung der Transscription) als neuer Ausdruck für Subtrahiren ins Lexikon aufgenommen werden darf. — Es mag auch die Frage gestellt werden, warum die Chaldäer das obengenannte kleine Intervall δ_1 gerade $= 0^{I}\ 0^{II}\ 17^{III}\ 46^{IV}\ 40^{V}$ setzten. Eine pure Willkürlichkeit darf man jedenfalls bei jenen gewandten Zahlenkünstlern nicht voraussetzen. Wirklich zeigt sich auch, dass δ_1 genau $\frac{3}{28}$ der bekannten monatlichen Differenz der Col. *B* ist, also zu ihr sich genau so verhält, wie diese zu der monatlichen Differenz der Col. *H* während des bekannten mittlern Intervalls. Es ist also

$$\frac{0^{\mathrm{I}}\ 0^{\mathrm{II}}\ 17^{\mathrm{III}}\ 46^{\mathrm{IV}}\ 40^{\mathrm{V}}}{0^{\mathrm{I}}\ 2^{\mathrm{II}}\ 45^{\mathrm{III}}\ 55^{\mathrm{IV}}\ 33^{\mathrm{V}}\ 20^{\mathrm{VI}}} = \frac{0^{\mathrm{I}}\ 2^{\mathrm{II}}\ 45^{\mathrm{III}}\ 55^{\mathrm{IV}}\ 33^{\mathrm{V}}\ 20^{\mathrm{VI}}}{0^{\mathrm{I}}\ 25^{\mathrm{II}}\ 48^{\mathrm{III}}\ 38^{\mathrm{IV}}\ 31^{\mathrm{V}}\ 6^{\mathrm{VI}}\ 40^{\mathrm{VII}}}.$$

In Z. V ist das Intervall der Col. *B* allerdings nicht gleich δ_1; doch diese Abweichung ist hier nur eine scheinbare, da die untere Grenze überschritten wird. Wir fanden letztere in Col. *B* der Syzygientafeln $= 1^{\mathrm{I}}\ 57^{\mathrm{II}}\ 47^{\mathrm{III}}\ 57^{\mathrm{IV}}\ 46^{\mathrm{V}}\ 40^{\mathrm{VI}}$. Von 1 57 55 33 20 *lal-u* bis zu dieser Grenze sind es . . . . $7^{\mathrm{III}}\ 35^{\mathrm{IV}}\ 33^{\mathrm{V}}\ 20^{\mathrm{VI}}$
und von hier bis hinauf zu 1 57 58 8 53 20 *tab-u* . . $10^{\mathrm{III}}\ 11^{\mathrm{IV}}\ 6^{\mathrm{V}}\ 40^{\mathrm{VI}}$
also ist das Intervall auch hier $= \delta_1 = 17^{\mathrm{III}}\ 46^{\mathrm{IV}}\ 40^{\mathrm{V}}$.

Darin liegt zugleich ein neuer Beweis für die Annahme, dass die Col. *B* der babylonischen Anweisung und der Syzygientafeln des Systems II identisch sind.

Nur an einer Stelle findet wirklich eine Ausnahme statt, nämlich Z. IX, wo das Intervall nur $\Delta = 4^{\mathrm{III}}\ 20^{\mathrm{IV}}$ beträgt.

Sonst aber scheint eine durchaus einheitliche Anordnung vorzuliegen, da sich auch die grössern Intervalle von *B* als Vielfache der Einheitsgrösse $17^{\mathrm{III}}\ 46^{\mathrm{IV}}\ 40^{\mathrm{V}}$ herausstellen.

So ist das Intervall [Z. I.] zwischen $2^{\mathrm{I}}\ 13^{\mathrm{II}}\ 20^{\mathrm{III}}$ *lal-u* und $2^{\mathrm{I}}\ 10^{\mathrm{II}}\ 40^{\mathrm{III}}$ *lal-u* $= 2^{\mathrm{II}}\ 40^{\mathrm{III}} =$ 9mal $17^{\mathrm{III}}\ 46^{\mathrm{IV}}\ 40^{\mathrm{V}}$ und das folgende [Z. II.] zwischen $2^{\mathrm{I}}\ 10^{\mathrm{II}}\ 40^{\mathrm{III}}$ *lal-u* und $1^{\mathrm{I}}\ 58^{\mathrm{II}}\ 31^{\mathrm{III}}\ 6^{\mathrm{IV}}\ 40^{\mathrm{V}}$ *lal-u* $= 0^{\mathrm{I}}\ 12^{\mathrm{II}}\ 8^{\mathrm{III}}\ 53^{\mathrm{IV}}\ 20^{\mathrm{V}} =$ 41mal $17^{\mathrm{III}}\ 46^{\mathrm{IV}}\ 40^{\mathrm{V}}$.

Die concrete Anwendung des babylonischen Schemas lehrt folgendes Beispiel. Gegeben $B = 1^{\mathrm{I}}\ 58^{\mathrm{II}}\ 17^{\mathrm{III}}\ 30^{\mathrm{IV}}\ 16^{\mathrm{V}}\ 20^{\mathrm{VI}}$ *tab-u;* gesucht das zugehörige *H*. Das nächstniedrigere *B tab-u* ist gemäss Z. VII des Schemas $= 1^{\mathrm{I}}\ 58^{\mathrm{II}}\ 15^{\mathrm{III}}\ 55^{\mathrm{IV}}\ 33^{\mathrm{V}}\ 20^{\mathrm{VI}}$; diesem entspricht $H_7 = 4^{\mathrm{s}}\ 54^{0}\ 48'\ 53''\ 20'''$. Nun ist $B_7 - B_8 = 1^{\mathrm{III}}\ 34^{\mathrm{IV}}\ 43^{\mathrm{V}}$. Da aber für das Intervall B_7—B_8 die Regel gilt: *a-du 4 du itti . . . tab-ma,* so müssen zu H_7 noch 4mal $1'\ 34''\ 43''' = 6'\ 18''\ 52'''$ hinzugefügt werden. Somit ist das gesuchte $H = 4^{\mathrm{s}}\ 54^{0}\ 55'\ 12''\ 12'''$.

Bestätigung der in nn. 89 u. 90 gegebenen Erklärungen durch Reconstruction der Col. H in den Syzygientafeln.

(91) Selbstverständlich sind wir jetzt auch in der Lage, mit Hilfe von ein paar sichern Angaben der Col. *H* die Col. *B*, welche in allen Tablets, in denen sich *H* findet, vollständig zerstört ist, wiederherzustellen. Hat man aber ein Glied der Col. *B* sicher ermittelt, d. h. weiss man ausser dem numerischen Werth auch noch, ob derselbe im Steigen oder Fallen begriffen ist, so lassen sich hieraus durch das umgekehrte Rechnungsverfahren die zerstörten Partien der Col. *H* restauriren. Zur vollständigen Herstellung der beiden Columnen ist also nichts weiter verlangt als ein sicheres Glied von *B* oder *H*, und dass man weiss, ob eine der beiden Columnen an der betreffenden Stelle zu- oder abnimmt.

Dieses Princip soll an Tablet Sp. I, 187 erprobt werden. Hier fehlt Col. *B* vollständig, und in Col. *H* sind nur einige der Glieder vollständig und sicher. Von einem solchen, nämlich Obvers H_{11}, soll unsere Rechnung ihren Anfang nehmen. H_{11} ($= 3^s\ 28^0\ 20'$) ist deshalb ganz zuverlässig, weil, wie das Schema n. 89 zeigt, zwischen H_8 und H_9, H_9 und H_{10}, H_{10} und H_{11} die reguläre Differenz $0^s\ 25^0\ 48'\ 38''\ 31^{III}\ 6^{IV}\ 20^{V}$ besteht, worin eine wechselseitige Bürgschaft für die Richtigkeit der Zahlen liegt. Wie gross ist nun dem babylonischen Schema gemäss das zu H_{11} gehörige B_{11}?

H_{11} ist der babylonischen Columne zufolge im Abnehmen begriffen; also liegt es in Col. *H* des Schemas (S. 171) nicht zwischen II und III, sondern zwischen XVII und XVIII. Wäre H_{11} gerade $= 2^s\ 53^0\ 20'$, so wäre $B_{11} = 2^I\ 13^{II}\ 8^{III}\ 8^{IV}\ 53^{V}\ 20^{VI}$. In Wirklichkeit ist H_{11} um 35^0 grösser. Der entsprechende Unterschied in *B* ist $35 : 9\frac{1}{3} = \frac{15}{4}{}^{II} = 3^{II}\ 45^{III}$. Da nun nach dem Schema eine Zunahme in *H* einer Abnahme in *B* entspricht, so folgt $B_{11} = 2^I\ 13^{II}\ 8^{III}\ 8^{IV}\ 53^{V}\ 20^{VI}$ minus $3^{II}\ 45^{III}$, also $= 2^I\ 9^{II}\ 23^{III}\ 8^{IV}\ 53^{V}\ 20^{VI}$. Da H_{11} im fallenden Theile der Col. *H*, so ist B_{11} im steigenden der Columne; der Chaldäer würde also dem B_{11} noch ein *tab-u* beifügen.

Col. *B* wird nun nach dem bekannten Bildungsgesetz hergestellt und daraus mit Hilfe von S + 2418 Z. 63—91 die Col. *H* restaurirt. Ein Vergleich dieser mit den Resten der babylonischen Angaben liefert den Beweis, dass unsere Deutung der babylonischen Anweisung richtig ist. Die hier vorgenommene Rechnung gibt aber auch noch über die bisher dunkle Partie am Anfang jener Anweisung [Z. 64] willkommenen Aufschluss.

Aus Sp. I, 187 (Obvers).
(Berechnung der Col. *B* aus Col. *H* und Ergänzung der letztern.)

Zeile	Col. *B*[1] (berechnet)						Col. *H* (berechnet)							Col. *H* (nach der verbesserten Copie des Tablets; vgl. S. 168)						
1.	2	13	52	2	13	20	2	40						2	40					
2.	2	11	6	6	40	0	2	49	33	20				2	49	33	.	.	.	.
3.	2	8	20	11	6	40	3	15	4	56	17	46	40	3	15	4	56	17	46	40
4.	2	5	34	15	33	20	3	40	53	34	48	53	20	3	40	53	34	48	53	20
5.	2	2	48	20			4	6	42	13	20			4	6	42	13	20		
6.	2	0	2	24	26	40	4	32	30	51	51	6	40	4	32	30	51	51	6	40
7.	1	58	19	26	40	0	4	55	2	57	45	40		4	45[2]	2	47[2]	46[2]	30[2]	.
8.	2	1	5	22	13	20	4	45	45	55	33	20		4	45	45	55	33	.	.
9.	2	3	51	17	46	40	4	19	57	17	2	13	20	4	19	57	17	2	12[2]	.
10.	2	6	37	13	20	0	3	54	8	38	31	6	40	3	54	8	38	31	5[2]	.
11.	**2**	**9**	**23**	**8**	**53**	**20**	**3**	**28**	**20**					**3**	**28**	**20**				
12.	2	12	9	4	26	40	3	2	31	21	28	53	20	3	2	31	21	.	.	.
13.	2	14	55				2	41	46	6	40			2	51[2]	34	.	.	.	.

Von Z. 3—12 bot sich keinerlei Schwierigkeit; die berechneten Zahlenreihen der Col. *H* zeigen eine befriedigende Uebereinstimmung mit den in der Copie des Fragments gegebenen. Dagegen waren die für H_2 und H_{13} anfangs berechneten Zahlen im Widerspruch mit den gegebenen. Das kam von einer irrigen Auffassung der zugehörigen zwei Stellen der babylonischen Anweisung. Es heisst dort

[Z. 63.] *ana tar-ṣi 2 13 20 lal-u 2 40 ša-an sal-ma ša-al-la 2 13 21 30(?)....* [Z. 64.] *lal-u a-du 3 22 30 du-ma lu uš šu 17 46 40 ša-an ana eli mat 2(?)....* [Z. 65.] *itti 2 10 (40) tab-ma ša-an.*

Ana tar-ṣi 2 10 40 lal-u 2 53 20 ša-an.

[1] Aus der Identität der Zahlen mit jenen des Fragments von Sp. II, 851 sowie der gleichzeitigen Uebereinstimmung der Monatsnamen folgt, dass Sp. I, 187 und Sp. II, 851 zusammengehören; leider ist letzteres nur schlecht erhalten. — [2] Die kleinen Abweichungen erklären sich wie die andern leicht als ein Versehen beim Copiren.

Da uns ausser dem Werthe 17 46 40 die ganze Z. 64 unklar war, so operirten wir nur mit dem ersten und letzten Theil des Passus:

ana tar-ṣi 2^{I} 13^{II} 20^{III} *lal-u* 2^{s} 40^{0} *ša-an*
„ „ 2^{I} 10^{II} 40^{III} „ 2^{s} 53^{0} $20'$ „

Von 2^{I} 13^{II} 20^{III} *lal-u* bis 2^{I} 10^{II} 40^{III} *lal-u* besteht eine Differenz von 2^{II} 40^{III}; dieser entspricht in den beiden andern Zahlen eine solche von 13^{0} $20'$, also genau der 5fache numerische Werth.

Daraus ergab sich der Schluss: um für ein zwischen den Grenzen 2^{I} 13^{II} 20^{III} *lal-u* und 2^{I} 10^{II} 40^{III} *lal-u* liegendes B_n das entsprechende H_n zu berechnen, habe man bloss die Differenz 2^{I} 13^{II} 20^{III} $- B_n$ mit 5 zu multipliciren und das Product nach Einsetzung der correspondirenden Masse zu 2^{s} 40^{0} zu addiren. Aber die Resultate stimmten mit den babylonischen Angaben nicht überein. War das B der obern Grenze (2^{I} 13^{II} 20^{III}) nahe, so fiel das H zu gross aus; lag B nicht weit von der untern Grenze (2^{I} 10^{II} 40^{III}), so wurde H zu klein. Dies führte nun auf den Gedanken, die obige Zahl 5 sei nur ein Mittelwerth. Aber aus welchen Zahlen? Die richtige Antwort ergab sich aus folgender Wahrnehmung: Die Differenz der beiden Grenzen von $B = 2^{\mathrm{II}}$ 40^{III} enthält genau 9mal die bekannte Grösse $\delta_1 = 17^{\mathrm{III}}$ 46^{IV} 40^{V}. Um einen allmählichen Uebergang zwischen den beiden Grenzen in H (2^{s} 40^{0} und 2^{s} 53^{0} $20'$) zu gewinnen, konnte man daher die successive Aenderung in H (δ_2) so bestimmen, dass man die 9 δ_1 der Reihe nach mit 1, 2, 3 . . . bis 9 multiplicirte, wobei nur die Masse zu ändern waren. So würden sich folgende Aenderungen in B und H entsprechen:

		B	H
I. Ausgang		2^{I} 13^{II} 20^{III} *lal*	2^{s} 40^{0}
	a)	minus 17^{III} 46^{IV} 40^{V}	plus $17'$ $46''$ $40'''$
	b)	„ 17 46 40	„ 2 ($17'$ $46''$ $40'''$)
	c)	„ 17 46 40	„ 3 ($17'$ $46''$ $40'''$)
	d)	„ 17 46 40	„ 4 ($17'$ $46''$ $40'''$)
	e)	„ 17 46 40	„ 5 ($17'$ $46''$ $40'''$)
	f)	„ 17 46 40	„ 6 ($17'$ $46''$ $40'''$)
	g)	„ 17 46 40	„ 7 ($17'$ $46''$ $40'''$)
	h)	„ 17 46 40	„ 8 ($17'$ $46''$ $40'''$)
	i)	„ 17 46 40	„ 9 ($17'$ $46''$ $40'''$)
II. Ende		2^{I} 10^{II} 40^{III}	2^{s} 53^{0} $20'$.

Diese Annahme steht auch im Einklang mit dem obigen Mittelwerth = 5; denn das arithmetische Mittel aus allen natürlichen Zahlen von 1 bis 9 ist $\frac{45}{9} = 5$.

Nun zur Probe! In Sp. I, 187, Obvers Z. 2 (vgl. obige Tabelle) ist

$$B_2 = 2^{\mathrm{I}}\ 11^{\mathrm{II}}\ 6^{\mathrm{III}}\ 6^{\mathrm{IV}}\ 40^{\mathrm{V}}\ 0^{\mathrm{VI}}$$

andererseits: $B_{\mathrm{II}} = 2\ \ 10\ \ 40$

$$\text{Differenz} = 0^{\mathrm{I}}\ 0^{\mathrm{II}}\ 26^{\mathrm{III}}\ 6^{\mathrm{IV}}\ 40^{\mathrm{V}} = 17^{\mathrm{III}}\ 46^{\mathrm{IV}}\ 40^{\mathrm{V}} + 8^{\mathrm{III}}\ 20^{\mathrm{IV}}.$$

Also $H_2 = H_{\mathrm{II}} - [9 \cdot (17'\ 46''\ 40''') + 8\ (8'\ 20'')] = 2^{\mathrm{s}}\ 53^{0}\ 20' - 3^{0}\ 46'\ 40'' = 2^{\mathrm{s}}\ 49^{0}\ 33'\ 20''$.

Die Babylonier geben gleichfalls 2 49 33 . . . an.

Wie die Berechnung zwischen Z. I und II im Schema (n. 89), geschieht auch jene zwischen Z. XVIII und XIX; nur kommt hier auf eine constante

Zunahme von δ_1 in B der Reihe nach eine Abnahme δ_2 von 1, 2, 3 . . . 9mal 17′ 46″ 40‴.

Im Tablet Sp. I, 187, Obvers ist

$$\begin{array}{rl} B_{13} = & 2^{I}\,14^{II}\,55^{III}\quad{}^{IV}\quad{}^{V}\quad{}^{VI} \\ \text{andererseits}\, B_{XIX} = & 2\;15\;\;48\;\;8\;\;53\;\;20 \quad \text{(vgl. S. 171)} \\ \hline \text{Diff.} = & 0^{I}\;\;0^{II}\,53^{III}\,8^{IV}\,53^{V}\,20^{VI} = 2\,(17^{III}\,46^{IV}\,40^{V}) + 17^{III}\,35^{IV}\,33^{V}\,20^{VI}. \end{array}$$

$$\text{Also } H_{13} = H_{XIX} + (1 + 2)\;(17'\;46''\;40''') + 3\;(17'\;35''\;33'''\;20'''')$$
$$= 2^{s}\;40^{0} + 1^{0}\;46'\;6''\;40''' = 2^{s}\;41'\;46''\;6'''\;40''''.$$

Die etwas unsichere Angabe der Babylonier ist $2^{s}\;41'\;33$ (?) . . . . . . Um unserer Sache vollständig sicher zu sein, machten wir im Fragment Sp. I, 137 eine ähnliche Probe. Z. 5 (von unten) steht dort der exacte Werth: $H_n = 2^{s}\;58^{0}\;25'\;55''\;33'''\;20''''$ (*lal-u*). Daraus berechnet sich das zugehörige $B_n = 2^{I}\;12^{II}\;35^{III}\;22^{IV}\;13^{V}\;20^{VI}$. Der folgende Werth von H, also H_{n+1}, wird im Tablet $= 2^{s}\,40^{0}\;35'\;55''\;23'''\;20''''$ angegeben. Damit harmonirt das Ergebniss der Rechnung: $H_{n+1} = 2^{s}\;40^{0}\;35'\;55''\;32'''\;40''''$; der Unterschied ist so belanglos, dass es keiner weitern Interpretation bedarf.

Somit kann über den ganzen Verlauf der chaldäischen Methode nicht der geringste Zweifel mehr bestehen. Auch ist es gelungen, den astronomischen Gehalt von S + 2418, Z. 63—91, sogar der noch folgenden zerstörten Partien, richtig zu erkennen und zu würdigen.

Freilich bleibt noch einiges zu thun übrig. Namentlich harrt noch [Z. 64] der Deutung einzelner Ausdrücke; aber das geht mehr den fachmännischen Philologen an. Nur ein paar Bemerkungen mögen hier noch am Platze sein.

1. „*sal-ma*“ nach *ša-an* scheint keine wesentliche Rolle zu haben; es ist wohl = *mimma*, was immer; es könnte z. B. Z. 69 ganz fehlen, ohne dass dadurch der Sinn geändert würde;

2. „*INADUZU*“ ist sicher nicht der terminus technicus für die Grössen der Col. B, sonst müsste der Ausdruck auch gleich nach *ana tar-ṣi* folgen; ebenso müsste er sich in S + 2418, Z. 14—19, in Verbindung mit den Zahlen von B finden. *INADUZU* ist wohl, wie Strassmaier glaubt, = *la* und Verlängerung von *ša-al*;

3. statt *ša-an* (= *iššakan*) steht mehreremal an nicht lädirten Stellen bloss „*ša*“; sollte da nicht eine übliche Abkürzung vorliegen? Zweifellos!

4. „*tir*“, das S + 2418, Z. 14—19, im Gegensatze zu *lal-u* steht und dort „Ueberschuss nach oben“ bedeutet, kommt auch hier vor; hier steht es zu *ma-ṭu-u* in Opposition. Man kann nämlich folgende drei Fälle unterscheiden:

a) beide Neumonde, mit denen die beiden zu vergleichenden Monate abschliessen, treten vor dem Apogäum ein; dann heisst es (z. B. Z. 70):

ša-al-la B_1 *lal-u ma-ṭu-u adi* B_2 *lal-u* . . .

b) der eine der beiden Neumonde tritt vor, der andere nach dem Apogäum ein; dieser Fall kommt Z. 72/73 vor:

ša-al-la B_1 *lal-u* *adi* B_2 *tab-u;*

c) beide Neumonde finden nach dem Durchgang durchs Apogäum statt (z. B. Z. 75):

ša-al-la B_1 *tab-u tir* *adi* B_2 *tab-u;*

ma-ṭu-u bezeichnet also die „Abnahme“, *tir* die „Zunahme“. Im Falle b nimmt B_1 zunächst bis zum Minimum (im Apogäum) ab und dann zu; dies drückte man gar nicht aus; es lag ja übrigens schon im Uebergang von *lal-u* zu *tab-u*.

(92) Zur Vervollständigung unserer Erkenntniss wollen wir nochmals auf die **Anordnung des chaldäischen Systems** zurückkommen.

Die Babylonier verfuhren hierbei in folgender Weise: Sie theilten die monatliche Aenderung in B ($= d_1$) in so viele Theile (1 Th. $= \delta_1$), als jene ihrem numerischen Werthe nach in der normal vorausgesetzten monatlichen Aenderung der Col. H ($= d_2$) enthalten ist. So erhielten sie aus der **stetigen** Proportion $\delta_1 : d_1 = d_1 : d_2$ $\delta_1 = 0^{\mathrm{I}}\ 0^{\mathrm{II}}\ 17^{\mathrm{III}}\ 46^{\mathrm{IV}}\ 40^{\mathrm{V}}$. In Theile von dieser Grösse wurde nun der ganze Werth, um den die Zahlen von B in einem Cyclus von $14\frac{1}{4}\frac{2}{4}\frac{3}{8}$ synodischen Monaten variiren, zerlegt. Es kommen auf diesen Cyclus $130\frac{1}{48}\ \delta_1$.

Indem sie von $B_1 = 2^{\mathrm{I}}\ 13^{\mathrm{II}}\ 20^{\mathrm{III}}$ *lal-u* (= abnehmend) ausgingen, berechneten sie alsdann schrittweise für einzelne δ_1 oder bestimmte Multipla von δ_1 in der Col. B die entsprechenden Aenderungen in Col. H, und zwar mit Hilfe von Col. (λ), die jedesmal den Werth angibt, welcher in H der Einheit von B entspricht. Hier sieht man auch deutlich, wie im allgemeinen einem Decrementum in B ein Incrementum in H entspricht, aber dass das Minimum von B nicht mit dem Maximum von H zusammentrifft.

Zeile der frühern schemat. Darstellung (n. 89)	Stufenfolge der Aenderungen in Col. B	Schrittweise Aenderung in Col. B $\delta_1 = 17^{\mathrm{III}}\ 46^{\mathrm{IV}}\ 40^{\mathrm{V}}$	(λ) Aenderung in Col. H entsprechend 1^{III} in Col. B ($1' = 4$ Zeitsekunden)
	1— 2	$-\ \delta_1$	$+1'$
	2— 3	$-\ \delta_1$	$+2$
	3— 4	$-\ \delta_1$	$+3$
	4— 5	$-\ \delta_1$	$+4$
I—II	5— 6	$-\ \delta_1$	$+5$
	6— 7	$-\ \delta_1$	$+6$
	7— 8	$-\ \delta_1$	$+7$
	8— 9	$-\ \delta_1$	$+8$
	9— 10	$-\ \delta_1$	$+9$
II—III	10— 51	$-41\ \delta_1$	$+9\ 20''$
III—IV	51— 52	$-\ \delta_1$	$+8\ 20$
IV—V	52— 53	$-\ \delta_1$	$+7\ 20$
V—VI	53— 54	$+\ \delta_1$ (Minimum von B)	$+6\ 20$
VI—VII	54— 55	$+\ \delta_1$	$+5\ 20$
VII—VIII	55— 56	$+\ \delta_1$	$+4$
VIII—IX	56— 57	$+\ \Delta' = 4^{\mathrm{III}}\ 20^{\mathrm{IV}}$	$+0$
IX—X	57— 58	$+\ \delta_1$	$+2$ } (Maximum von H)
X—XI	58— 59	$+\ \delta_1$	∓ 0
XI—XII	59— 60	$+\ \delta_1$	-2
XII—XIII	60— 61	$+\ \delta_1$	-4
XIII—XIV	61— 62	$+\ \delta_1$	$-5\ 20$
XIV—XV	62— 63	$+\ \delta_1$	$-6\ 20$
XV—XVI	63— 64	$+\ \delta_1$	$-7\ 20$
XVI—XVII	64— 65	$+\ \delta_1$	$-8\ 20$
XVII—XVIII	65—106	$+41\ \delta_1$	$-9\ 20$
	106—107	$+\ \delta_1$	-9
	107—108	$+\ \delta_1$	-8
	108—109	$+\ \delta_1$	-7
	109—110	$+\ \delta_1$	-6
XVIII—XIX	110—111	$+\ \delta_1$	-5
	111—112	$+\ \delta_1$	-4
	112—113	$+\ \delta_1$	-3
	113—114	$+\ \delta_1$	-2
	114—115	$+\ \delta_1$	-1
XIX—I	115—131	$\pm 16\ \delta_1$	∓ 0
	131— 1	$-\ \Delta''$	0

Ist unsere Deutung: *B* sei der wechselnde Monddurchmesser, *H* ein Hauptfactor zur Bestimmung der Monatsdauer, richtig, so muss das Maximum von *H* dann eintreten, wenn *B* das Minimum um eine halbe monatliche Verschiebung ($= 0^{I}\ 1^{II}\ 22^{III}\ 57^{IV}\ 46^{V}\ 40^{VI}$) überschritten hat; denn dann haben wir jenen längsten Monat, in welchem der erste und der zweite Neumond gleichweit vom Apogäum abstehen. So ungefähr ist es hier wirklich.

Das Maximum von *H* liegt bei X und XI. Nun ist $B_{XI} = 1^{I}\ 59^{II}\ 12^{III}\ 35^{IV}\ 33^{V}\ 20^{VI}$ *tab-u*, hat also das Minimum (im Apogäum) schon überschritten und zwar um etwa $0^{I}\ 1^{II}\ 24^{III}$ (in naher Uebereinstimmung mit obigem Werth), und so haben wir eine sichere auf Zahlen gegründete Stütze für die der Col. *H* zugeschriebene Bedeutung.

Doch ist dies nicht der einzige Grund, der unsere Ansicht rechtfertigt; vielmehr wird die weitere Entwicklung den Beweis erbringen, dass *H* mit Hilfe von *I* und *K* in *L* übergeht, welch letzteres sonder Zweifel die Zeit angibt, die von einem Neu- oder Vollmond zum andern verfliesst.

Um das Studium dieser Beziehungen einzuleiten, ist zunächst die Frage angezeigt: Wie kommt es, dass der Durchschnittswerth von *H* um etwa $27^{0},5 = 1^{h}\ 50^{m}$ zu gross ist?

Der Grund hiervon kann wohl nur darin liegen, dass die Chaldäer der Einfachheit halber die Dauer des synodischen Monats zunächst für den fingirten Fall bestimmten, in welchem die Sonne jeden Monat 30^{0} zurücklegen würde. Thatsächlich trifft dies nach ihrem System des Sonnenlaufs nur von 13^{0} Virginis bis 27^{0} Piscium zu, während auf dem Wege von 27^{0} Piscium bis 13^{0} Virginis $1^{0}\ 52'\ 30''$ weniger zurückgelegt werden. Durch jene Fiction wird also für den Mond, der die Sonne einzuholen hat, um mit ihr in Conjunction oder Opposition zu treten, ein zu grosser Weg verbucht, und folgerichtig sind jene Monate, während welcher die Sonne von 27^{0} Piscium bis 13^{0} Virginis unterwegs ist, erheblich zu lang. Dieser Fehler muss wiederum ausgemerzt werden. Geschieht dies im weitern Verlauf des babylonischen Systems nicht, so war unsere Speculation verfehlt; trifft es aber zu, so befinden wir uns auf sicherem Boden.

Col. I und ihre Beziehung zu Col. H.

(Col. I = Correction der hypothetischen Monatsdauer in H für die Zeit der langsamern Sonnenbewegung.)

(93) Wirklich begegnen wir auch in der folgenden Col. (*I*) Zahlen und Zeichen, die unsere Erwartung zu rechtfertigen scheinen: in Sp. II, 74, 581 und 54 (vgl. S. 120 u. 121) kommen sechsmal hintereinander, also sechs Neu- oder Vollmonden entsprechend, Zahlen vor, auf die jedesmal das Zeichen *lal* folgt, welches hier wohl seine gewöhnliche Bedeutung „subtrahiren“ haben könnte. Vier- bis fünfmal ist es stets dieselbe Grösse; so steht in Sp. II, 54, Obvers, Z. 1—5 fünfmal hintereinander 57 3 45 *lal*; die Gruppe schliesst mit dem geringern Werthe 51 6 9 30 [1] ab, welcher offenbar einen Uebergang bildet. Wie nach Ergänzung der Col. *M* ersichtlich ist, gehört jene Gruppe der Zeit vom Neumond des Adâru bis zu jenem des Âbu inclusive an.

Von Ulûlu bis Šabâtu (incl.) ist leerer Raum; erst am Neumond des Adâru nimmt Col. *I* ihre Rolle wieder auf; 36 23 35 30 *lal* ist voraussichtlich

[1] Nicht 51 3 9 30 — wie irrthümlich in der Transscription S. 121.

Uebergangswerth, und für die folgenden Monate wäre wohl das gewöhnliche 57 3 45 *lal* zu erwarten.

Erwägt man nun, dass vom Adâru bis Âbu die Sonne ungefähr vom Widder zur Wage wandert, so kann uns das nur in der Hoffnung bestärken, in 27^0 Piscium und 13^0 Virginis die genauen Grenzen zu finden, innerhalb welcher pro Monat $57^0\ 3'\ 45''$ ($= 3^h\ 48^m\ 15^s$) von der Zeit, welche jeweils die Col. *H* angibt, zu subtrahiren sind.

Den stricten Beweis hierfür liefert folgende Erwägung, welche wir an die Angaben von Sp. II, 54, Col. *I* knüpfen. Z. 6 heisst es: 51 6 9 30 *lal.* Gemäss unserer Conjectur (dass 13^0 Virginis die Grenze sei) würde dort 57 3 45 *lal* stehen, wenn sich die Sonne im Augenblick jenes Neumondes gerade in 13^0 Virginis befände. Aus der kleinern Zahl 51 6 9 30 zu schliessen, ist jedoch die Sonne bereits schon weiter gerückt, und zwar bis $16^0,134$ Virginis, wie aus nachstehender Rechnung erhellt. Da die Sonne auf ihrem Wege von 27^0 Piscium bis 13^0 Virginis nach dem chaldäischen Schema monatlich $28^0,125$ weiterrückt, so ist die Anzahl der Grade, die der Mond seit der letzten Conjunction (Z. 5) bis 13^0 Virginis durchlaufen musste,

$$= \frac{51^{\mathrm{I}}\ 6^{\mathrm{II}}\ 9^{\mathrm{III}}\ 30^{\mathrm{VI}}}{57^{\mathrm{I}}\ 3^{\mathrm{II}}\ 45^{\mathrm{III}}} \cdot 28^0,125 = 25^0,1875.$$

Der Rest des Weges bis zur nächsten Conjunction (Z. 6)

$$= 30^0 - 25^0,1875 \cdot \frac{16}{15} = 3^0,134\ ^1.$$

Also steht der 6. Neumond in $16^0,134$ Virginis.

Von $16^0,134$ Virginis bis $16^0,134$ Piscium (Z. 6—12) schreitet die Sonne monatlich um 30^0 voran. Während dieses Intervalls wird die in Col. *H* angegebene Dauer des Monats nicht verkürzt. Ebenso tritt von $16^0,134$ Piscium bis 27^0 Virginis, also für $10^0,866$, nach dem 12. Neumond keine Verminderung ein; wohl aber für den übrigen Theil des Weges bis zum 13. Neumond; dieser Rest beträgt $(30^0 - 10^0,866) \cdot \frac{15}{16} = 17^0,938$. Auf $28^0,125$, d. h. eine volle Monatsreise der Sonne, kommt nach unserer Deutung der Col. *I* eine Subtraction von $57^{\mathrm{I}}\ 3^{\mathrm{II}}\ 45^{\mathrm{III}}$, also auf $17^0,938$ eine solche von

$$\frac{17,938}{28,125} \cdot 57^{\mathrm{I}}\ 3^{\mathrm{II}}\ 45^{\mathrm{III}} = 36^{\mathrm{I}}\ 23^{\mathrm{II}}\ 35^{\mathrm{III}}\ 30^{\mathrm{IV}}.$$

Das ist nun exact der Werth von I_{13} unserer Tafel; also hat unsere Conjectur, Col. *I* sei bestimmt, in der angedeuteten Weise die zu hohen Zahlen der Col. *H* zu rectificiren, ihre Probe bestanden.

So sind wir jetzt im stande, die Col. *C* (d. h. die der babylonischen Mondlängen), welche zu Col. *I* von Sp. II, 54 gehört, ganz genau zu reconstruiren. Von diesem Vortheil werden wir jedoch erst bei der Besprechung der Col. *K* Gebrauch machen.

Eine willkommene Bestätigung unserer Auffassung der Col. *I* bietet die folgende Stelle aus S + 2418 (Z. 55—58):

[Z. 55.] *Ultu 27 nûne adi 25 7 30 ku ana 1 uš 2 lal . . .*
[Z. 56.] *57 3 45 ultu si-man lal 2 ultu 25 7 30 ku adi . . .*
[Z. 57.] *ultu si-man-meš is ultu 13 šerû adi 27 nûne lâ išu ultu 24(?) . . .*
[Z. 58.] *2 1 44 lal ana 28 7 30 ki ša man-du 57 3 45 lal adi 14(?) . . .*[2]

---

[1] Man erinnere sich, dass $\frac{30^0}{28^0\ 7'\ 35''} = \frac{16}{15}$ ist.

[2] Transscription Strassmaiers.

Hier bemerkt man zunächst die beiden charakteristischen Grenzen 27° Piscium und 13° Virginis und ausserdem den der Col. *I* eigenthümlichen Werth: 57 3 45.

Gemäss Z. 55 und 56 wird in Uebereinstimmung mit unserem obigen Funde angegeben, dass von 27° Piscium bis 25° 7′ 30″ Arietis, also einer monatlichen Verschiebung von 28° 7′ 30″ entsprechend, 57 3 45 von der Zeit zu subtrahiren ist.

[Strassmaier bemerkt in einer Note zum Keiltext: das zweite Wortzeichen in Z. 56 „scheint *si-man,* hebräisch סִימָן = bestimmte Zeitangabe, zu heissen (= *σημαῖον*)"]; das ist es auch wirklich, wie aus dem Obigen schon klar ist und in der Folge sich noch mehr bestätigt.

Zufolge Z. 57 ist von den Zeiten von 13° Virginis bis 27° Piscium nichts (scil. zu subtrahiren), d. h. die in Col. *H* festgesetzte Monatsdauer wird für die Zeit, während welcher der Neumond sich innerhalb der Länge von 13° Virginis bis 27° Piscium befindet, nicht verkürzt; dasselbe Resultat erhielten wir aus den Syzygientafeln.

Z. 58 behandelt den Fall, wo der dem Monatsanfang vorhergehende Neumond etwas vor 27° Piscium steht; es heisst dort: *ultu* 24(?) 2 1 44 *lal.* Die Länge jenes Neumondes erhält man gerade so, wie vor kurzem an einem Beispiel gezeigt worden, aus der Proportion: $57^{\mathrm{I}}\ 3^{\mathrm{II}}\ 45^{\mathrm{III}} : 2^{\mathrm{I}}\ 1^{\mathrm{II}}\ 44^{\mathrm{III}} = 28^0{,}125 : x$, woraus $x = 1^0$; die Länge des Neumondes liegt also 1° von der Grenze, mit welcher die Subtraction aufhört, also bei 26° Piscium; somit muss jene Stelle lauten: *ultu 26 nûne adi 26 ku 2 1 44 lal.*

Der Sinn des letzten Theiles von Z. 58 ist entweder: nach einer Sonnenverschiebung von 28° 7′ 30″ werden (jedesmal) $57^{\mathrm{I}}\ 3^{\mathrm{II}}\ 45^{\mathrm{III}}$ abgezogen, oder wenn man *ki* mit *šapliš* = unten und die beiden auf *ša* folgenden Zeichen = *man-du* = Solstitium übersetzt: nach 28° 7′ 30″ über das Solstitium hinab werden . . .; doch ist das erstere viel wahrscheinlicher und ungezwungener, obschon sonst *man-du* das Solstitium zu bezeichnen pflegt. Genauer würde sonach die Transscription und deren Uebersetzung lauten: *ana 28° 7′ 30″ ašru ša Šamaš du (= alâku) 57 3 45 lal adi [13 šerû],* d. h. nachdem die Position der Sonne um 28° 7′ 30″ weitergerückt ist, werden bis 13° Virginis (als Grenze) $57^{\mathrm{I}}\ 3^{\mathrm{II}}\ 45^{\mathrm{III}}$ (jedesmal) subtrahirt.

Damit ist der angezogene Passus S + 2418, Z. 55—58 hinreichend erklärt und seine Beziehungen zu Col. *I* in den Syzygientafeln nachgewiesen. Um jedoch die Rolle, welche Col. *I* hier zu übernehmen hat, vollständig zu erörtern, ist auch noch der Nachweis zu führen, dass ihre Zahlenwerthe wirklich von den entsprechenden der Col. *H* subtrahirt wurden. Das Resultat dieser Correctur muss sich dann nothwendig in einer der folgenden Columnen finden. Erst wenn dies zutrifft, werden wir auch im stande sein, genau anzugeben, welchen Zeitwerth die Zahlen 57 3 45 repräsentiren. Aber gerade bei diesem letzten Versuch stellten sich uns grosse Schwierigkeiten entgegen, indem überall da, wo die Columnen *H* und *I* erhalten sind, die entscheidende Col. *L* zerstört ist, und umgekehrt. Nur wenn es uns gelingen sollte, wenigstens einige der fehlenden Ziffern zu ergänzen, kann auch noch dieser letzte Beweis für die Richtigkeit unserer Conjectur erbracht werden.

Bevor dies aber in Angriff genommen werden kann, muss die arithmetische und astronomische Bedeutung der Columnen *K*, *L* und *M* feststehen.

Col. K.

(94) Sie findet sich in den Syzygientafeln Sp. II, 54, Sp. II, 74 und Sp. II, 581. Die Zahlenwerthe steigen bis nahe auf + 10 und fallen herab bis gegen — 10; auf je 6 *tab* (= +) folgen 6 *lal* (= —); der Zeichenwechsel findet stets bei den kleinsten Zahlen statt, also nach dem Durchgang durch 0. Bemerkenswerth ist auch, dass die obere Grenze einigemal ausdrücklich angegeben wird; so findet sich Sp. II, 54, Obvers, Z. 7, sowie Sp. II, 581, Z. 14 *10 uš* verzeichnet. Das Bildungsgesetz der Columne ist jedenfalls nicht ganz einfach; denn die Differenzen von Monat zu Monat sind schwankend. Soviel aus den Zahlenfragmenten erhellt, ist während des ersten Halbjahres die Differenz der Glieder gewöhnlich 3ˡ 30ˡˡ, im zweiten Halbjahr dagegen 4ˡ 0ˡˡ. Es scheint, die Columne habe den Zweck, eine frühere Columne in ähnlicher Weise zu rectificiren, wie dies bei Col. *I* im Neulicht-Tablet Nr. 272 der Fall ist. Um uns hierüber zu vergewissern, muss zunächst feststehen, ob sich Col. *K* nach dem Laufe des Mondes oder der Sonne richtet. Wie aus nachstehendem erhellt, ist letzteres der Fall. Es lässt sich nämlich durch Restauration der gänzlich fehlenden Col. *C* zeigen, dass der höchste positive Werth von *K* mit dem Sonnenstand in der Wage, der grösste negative Werth von *K* dagegen mit der Position der Sonne im Widder zusammentrifft, während die Durchgänge durch 0 ihrer Stellung im Krebs und Steinbock entsprechen.

Dies lehrt nebenstehende Zusammenstellung des höchst dürftigen Materials; die beigegebene Col. *C* ist mit Hilfe der im Tablet erhaltenen Col. *I* auf Grund der in der vorhergehenden Nummer erkannten Beziehungen hergestellt.

Zu Sp. II, 74 (Obvers).

Zeile	Col. *C* („Länge" des Neumondes) berechnet aus Col. *I*		Col. *K*			
1.	20°,522	Arietis	9	28	45	*lal*
2.	18°,647	Tauri	8	14		*lal*
3.	16°,722	Geminorum	4	24		*lal*
4.	14°,897	Cancri	1	14		*lal*
5.	13°,022	Leonis	2	18		*tab*
6.	11°,147	Virginis	5	45		*tab*
7.	11°,03	Librae	9	57	25	*tab*
8.	11°,03	Scorpii	9	52	32	*tab*
9.	11°,03	Arcitenentis	5	42	32	*tab*
10.	11°,03	Capri	1	42	32	*tab*
11.	11°,03	Aquarii	2	7	28	*lal*
12.	11°,03	Piscium	*6*	6	10 (?)	*lal*

Zu Sp. II, 54 (Obvers).

Zeile	Col. *C* („Länge" des Neumondes) berechnet aus Col. *I*		Col. *K*			
1.	25°,313	Arietis	9	20		*lal*
2.	23°,438	Tauri	7	35		*lal*
3.	21°,563	Geminorum	4	5		*lal*
4.	19°,688	Cancri	0	35		*lal*
5.	17°,813	Leonis	2	55		*tab*
6.	16°,134	Virginis	6	28	55	*tab*
7.	16°,134	Librae	10	uš		*tab*
8.	16°,134	Scorpii	.	.	5	*tab*
9.	16°,134	Arcitenentis	.	.	6	*tab*
10.	16°,134	Capri	.	.	6	*tab*
11.	16°,134	Aquarii	.	.	4	*lal*
12.	16°,134	Piscium	6	49	4	*lal*
13.	14°,938	Arietis	9	36	5	*lal*

Zu Sp. II, 581.

Zeile	Col. *C* („Länge" des Neumondes) berechnet aus Col. *I*		Col. *K*			
11.	25°,438	Cancri	.	.	.	.
12.	23°,563	Leonis	3	.	.	.
13.	22°,267	Virginis	7	.	.	.
14.	22°,267	Librae	10	uš	.	.
15.	22°,267	Scorpii	8	10 (?)	.	.
16.	22°,267	Arcitenentis	4	21	.	.
17.	22°,267	Capri	1	21	.	.
18.	22°,267	Aquarii	3	34 (?)	.	.
19.	22°,267	Piscium	7	36	.	.
20.	20°,75	Arietis	9	20 (?)	.	.

Eine nähere Betrachtung führt zu der Annahme, dass die beiden Grenzwerthe von *K* (plus und minus) sowie die Durchgänge durch 0 sich genau oder doch nahezu nach den vier Jahrespunkten richten. [Wie früher bedeutet auch hier in *K* der einfache Strich die Lage des grössten negativen, ein Doppelstrich jene des grössten positiven Werthes, während die Punktreihe den Nullpunkt anzeigt.]

Bekanntlich liegen die Jahrespunkte der Mondtafeln des Systems II im 10. Grad der betreffenden Thierkreisbilder (vgl. n. 40). Dem Maximum von *K* entspricht sonach der Stand der Sonne um die Monatsmitte in 10° Librae, dem Minimum von *K* ein solcher in 10° Arietis. Für zwei aufeinanderfolgende Monate, deren Uebergang eine gerade in 10° Librae stattfindende Conjunction bildet, müssen also die Werthe von *K* dem Maximum nahe kommen und gleich gross sein; tritt aber die Conjunction etwas später, etwa in 11° Librae ein, so ist das *K* des ersten Monats etwas grösser; der Unterschied beider *K* scheint am grössten zu werden, wenn jene Conjunction bei ungefähr 25° Librae eintrifft. Dies beweisen folgende Belegstellen:

Sp. II, 74, Z. 7.	11°,03	Librae	9	57	25	*tab*
Z. 8.	11°,03	Scorpii	9	52	32	*tab*
Sp. II, 581, Z. 14.	22°,267	Librae	10	*uš*		*(tab)*
Z. 15.	22°,267	Scorpii	8	10		*(tab).*

Die gleiche Beweisführung zeigt, dass für das Minimum von *K* (d. h. für seinen grössten negativen Werth) die Sonnenposition von ungefähr 10° Arietis massgebend ist.

Den Durchgang der Werthe von *K* durch 0 bestimmt die Stellung der Sonne in 10° Cancri und 10° Capricornii, wie u. a. folgende Stellen bezeugen:

Sp. II, 54, Z. 4.	19°,6875	Cancri	0	35		*lal*
Z. 5.	17°,8125	Leonis	2	55		*tab*
Sp. II, 74, Z. 4.	14°,897	Cancri	1	14		*lal*
Z. 5.	13°,022	Leonis	2	18		*tab*
Z. 10.	11°,03	Capricornii	1	42	32	*tab*
Z. 11.	11°,03	Aquarii	2	7	28	*lal.*

Man kann hier deutlich erkennen, wie die beiden Werthe, zwischen denen der Nullpunkt liegt, um so weniger differiren, je mehr die erste Neumondlänge sich dem 10. Grad des Krebses oder des Steinbocks nähert.

Einstweilen muss diese approximative Bestimmung genügen; es scheint freilich, dass die vier kritischen Punkte noch etwas unterhalb des zehnten Grades liegen, und somit könnten statt der oben erwähnten natürlichen Jahrespunkte die künstlichen gemeint sein, die von jenen erstern um mehrere Grade abweichen. Ob nun das eine oder das andere richtig ist, so hat dies auf die Deutung der ganzen Columne *K* keinen wesentlichen Einfluss.

Doch diese können wir dem Leser erst dann in überzeugender Weise geben, wenn der Zweck der beiden letzten Columnen *L* und *M* feststeht.

Col. L und M.

L = endgiltige Dauer der synodischen Monate; M = Datum des Neu- oder Vollmondes.

(95) Das Fragment Sp. II, 54 ist das einzige uns vorliegende Document, in welchem diese beiden Columnen einigermassen erhalten sind.

Col. *M* verräth sich durch die Monatsnamen und die im Revers folgenden Zahlen als Datum des Neu- und Vollmondes.

Zunächst kann man nachweisen, dass das Obvers Neumond-, das Revers Vollmondangaben enthält; dies geschieht auf Grund einer sichern Reconstruction der Monatsnamen im Obvers und ihres Vergleiches mit jenen des Revers.

Die Monatsnamen im Obvers gehen von Adar bis Adar, im Revers von Nisan bis Nisan; es liegen daher die Angaben für ein volles Jahr vor. Die Neumondtafeln beginnen nun immer mit dem Neumond des Adar, weil sich nach diesem das folgende Neulicht und damit der Jahresanfang richtet; deshalb enthält das Obvers Neumondangaben. Der erste Vollmond des Jahres ist natürlich derjenige des Nisan, mit dem auch wirklich das Revers beginnt. Ausserdem lassen die Zahlen 14, 15, 13, die den Monatsnamen folgen, erkennen, dass im Revers ausschliesslich Angaben vorliegen, welche sich auf den Vollmond beziehen.

	Obvers	Revers				
Zeile	Col. *M*	Col. *L*			Col. *M*	
1.	*Adâru*	3	22	50	Nisannu	14 . . . .
2.	*Nisannu*	2	50	41	Airu	15 . . . .
3.	*Airu*	2	28	23	Simannu	14 4 . . .
4.	*Simannu*	2	6	4	Dûzu	15 . . . .
5.	*Dûzu*	1	49	16	Âbu	14 . . . .
6.	*Âbu*	2	26	6	Ulûlu	13 . . . .
7.	*Ulûlu*	2	50		Tišrîtu	13 1 . . .
8.	*Tišrîtu*	2	58	37	Araḫ-samna	12 4 . . .
9.	*Araḫ-samna*	3	20	22	Kislimu	13 2 . . .
10.	*Kislimu*	3	42	10	Tebitu	12 5 30 . .
11.	Tebitu	4	3	59	Šabâtu	13 . . . .
12.	Šabâtu	4	18	18	Adâru	. . . . .
13.	Adâru	3	49	30	Nisannu	. . . . .

Es kann sonach keinem Zweifel unterliegen, dass Col. *M* das **Datum der Neu- und Vollmonde** enthält.

Ebensowenig zweifelhaft ist aber auch, dass die voranstehende Col. *L* bestimmt ist, die einzelnen Daten von *M* in der bereits aus den Neulichttafeln bekannten Weise zu bilden. Hiernach würde Col. *L* den Ueberschuss über 29 Tage darstellen, welcher von einem Neumonde oder Vollmonde zum andern verfliesst, und die Bildungsweise von *M* aus *L* liesse sich durch folgende Gleichung ausdrücken:

$$M_{n+1} = M_n + L_{n+1}.$$

Dafür zeugt nicht nur die ebenerwähnte Analogie mit den Neulichttafeln, sondern auch die Grösse und der Wechsel der Zahlen in Col. *L*. Man bemerkt ein zwar unregelmässiges, aber doch stetiges Steigen und Fallen innerhalb der Grenzen von 1 49 16 und 4 18 18. Als babylonische Zeit aufgefasst und in unser Mass umgesetzt, betragen letztere etwa $7^h\ 17^m$ und $17^h\ 13^m$. Diese Zahlen dürfen in Verbindung mit 29^d recht wohl als die geringste und grösste Dauer des synodischen Monats gelten, wie sie in dem einen oder andern Jahr auch wirklich vorkommen mag.

So dürfen wir denn aus der Nachbarschaft von L und M (dem Datum des Neu- oder Vollmondes), sowie mit Rücksicht auf analoge Verhältnisse im System I, ganz besonders aber aus der Höhe der Zahlenwerthe von L schliessen, dass diese Columne die endgiltig bestimmte Monatsdauer enthält.

War nun die früher aufgestellte Ansicht, dass schon die Col. H die in roher Weise, nämlich unter ausschliesslicher Berücksichtigung des anomalistischen Mondlaufs, bestimmte Monatsdauer enthält, richtig, so muss es auch möglich sein, aus Col. H die Col. L zu bilden. Aber wie? Dass Col. I bestimmt sei, die stellenweise zu grossen Werthe von H zu vermindern, ist bereits ausser Frage. Auch K ist wohl sicher eine Correctionscolumne; ihr Zweck ist somit, in einer vorhergehenden Columne nicht etwa eine ausschliessliche Vermehrung oder Verminderung, sondern eine richtigere Vertheilung zu bewirken, da ja die Zahlen mit *tab* (+) durchschnittlich jenen mit *lal* (—) ungefähr gleichkommen. Somit müsste sich H mit Hilfe von I und K in L überführen lassen.

Entstehung von L aus H, I und K
$(H - I \mp K = L)$.

(96) Die Schwierigkeiten, die hier entstehen, wurden schon angedeutet: das einzige Tablet, das die Col. L enthält, weist gerade dort, wo man die zugehörigen Zahlen der Col. H, I und theilweise auch von K erwartet, buchstäblich eine tabula rasa auf.

Eine vollständige Restauration ist unmöglich; aber auf Umwegen wird es dennoch gelingen, den erwünschten Nachweis zu liefern. Wir schlagen hierbei folgenden Weg ein: Da Col. I im Obvers glücklicherweise erhalten ist, so lässt sich aus ihr — wie oben gezeigt wurde — zunächst der Stand der Sonne zur Zeit der einzelnen Neumonde errechnen; von hier gelangt man leicht zum Stand der Sonne zur Zeit der Vollmonde (Col. I, S. 186). Mit Hilfe der so gewonnenen Resultate wird Col. I des Revers reconstruirt und auch die fehlenden Zahlen von K wenigstens näherungsweise ergänzt. Nach dieser Vorbereitung endlich wird aus L, K und I die Col. X zurückgebildet. Wir werden hierbei zwar nicht an allen Stellen genau die ursprünglichen Werthe erhalten; aber so viel lässt sich mit aller Bestimmtheit erkennen, dass die neugebildete Columne vollständig den Charakter der Col. H an sich trägt. Damit ist aber auch der Beweis geliefert, dass L aus H mittelst I und K ursprünglich gebildet wurde.

Diese kurze Andeutung genügt zunächst zum Verständniss der Col. I—V der auf S. 186 folgenden Tabelle.

Dass Col. X nichts anderes ist als die zu Tablet Sp. II, 54 gehörige Col. H, zeigt sich in folgenden charakteristischen Merkmalen:

1. Col. X geht nie unter 2 40 hinab und nicht viel über 4 56 hinauf; die untere Grenze kommt wirklich als Glied der Columne vor (ganz wie in H).

2. Der Unterschied der einzelnen Glieder wird gegen beide Grenzen hin unregelmässig und kleiner als gegen die Mitte zu, wo er constant denselben Werth beträgt wie bei den entsprechenden Gliedern der Col. H. In dieser ist innerhalb der Grenzen $2^s\ 53^0\ 20'$ und $4^s\ 46^0\ 43'$, also etwa dreimal hintereinander, der Unterschied von Glied zu Glied stets $= 0^s\ 25^0\ 48'\ 38''\ 31'''\ 6^{IV}\ 20^{V}$. In Col. X findet sich Z. 1—4, ebenso Z. 9—11 dieselbe Differenz; sie ist natürlich eine Abkürzung jenes genauen Werthes und lautet bald

Sp. II, 54 (Revers).

Näherungsweise Reconstruction der Col. *H* aus *L*, *K* und *I*.

	Zeile	I. Col. C = Stand der ☉ (berechnete Hilfscolumne)	II. Col. X (= H) (berechnet aus I, K und L)	III. Col. I (berechnet aus Col. C)	IV. Col. K (restaurirt)	V. Col. L (vollständig erhalten)	VI. Col. H (berechnet aus Col. II, Z. 3, mit Hilfe der intermediären Col. B)
Obvers (Neumond).	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .	. . .
	13.	14°,938 Arietis	2^s 40°	36° 23′ 35″ 30 *lal*	9° 36′ 5″ *lal*	1^s [1] 54°	2^s 40°
Revers (Vollmond).	1.	9°,375 Tauri	4^s 19° 16′ 15″	57° [2] 3′ 45″ *lal*	9° 12′ [3] 30″ *lal*	3^s 22° 50′	4^s 19° 16′ 32″
	2.	7°,5 Geminorum	3 53 27 15	57 3 45 *lal*	5 42 30 *lal*	2 50 41	3 53 27 53
	3.	5°,625 Cancri	3 27 39 15	57 3 45 *lal*	2 12 30 *lal*	2 28 23	3 27 39 15
	4.	3°,75 Leonis	3 1 50 15	57 3 45 *lal*	*1* 17 30 *tab*	2 6 4	3 1 50 36
	5.	1°,875 Virginis	2 41 32 15	57 3 45 *lal*	*4* *47* 30 *tab*	1 49 16	2 41 33 0
	6.	1°,134 Librae	2 40 .4 .	22 34 17 *lal*	*8* *?* *?* *tab*	2 26 6	2 40
	7.	1°,134 Scorpii	2 40		*10 uš* — *tab*	2 50	2 40
	8.	1°,134 Arcitenentis	2 51 26 4		*7* *10* *56* *tab*	2 58 37	2 51 27
	9.	1°,134 Capri	3 17 11 4		*8* *10* 56 *tab*	3 20 22	3 17 12 6
	10.	1°,134 Aquarii	3 42 59 4		*0* 49 4 *lal*	3 42 10	2 43 0 44
	11.	1°,134 Piscium	4 8 48 4		4 49 4 *lal*	4 3 59	3 8 49 21
	12.	0°,875 Arietis	4 34 53 (?) 37 (?)	7 51 43 *lal*	8 43 54 *lal*	4 18 18	4 34 37 59
	13.	29°,0 Arietis	4 55 56 15	57 3 45 *lal*	9 22 30 *lal*	3 49 30	4 55 56 32

[1] nicht 3 — wie irrthümlich S. 121. [2] sicher nicht 41. [3] nicht 22.

0^{z} 25° 48′, bald 0^{z} 25° 49′. Auch Z. 11/12 müsste sich dieselbe Differenz ergeben; es ist aber dort in *K* oder *L* eine fehlerhafte Zahl.

3. Z. 13 vom Obvers (Neumond) hat das Minimum 2 40, während Z. 13 vom Revers (Vollmond) 4 55 56 15, also einen dem Maximum von *H* sehr nahen Werth aufweist. So muss es in der That sein, wenn Col. *X* identisch ist mit Col. *H*. Denn in jenem Monat, in welchem der Mond zweimal das Perigäum passirt, also rascher zur Sonne zurückkehrt, wodurch eine kürzeste Monatsdauer erreicht wird, steht der Vollmond in der Nähe des Apogäums; befindet er sich (wie in unserem Falle) noch vor demselben, so wird der Mond bis zum nächsten Vollmond zweimal das verzögernde Apogäum passiren und somit entsprechend mehr Zeit nöthig haben.

An und für sich sind die angeführten Gründe vollständig genügend, da aus ihnen der Charakter der Col. *X* als identisch mit dem der Col. *H* hervorleuchtet. Doch eine allseitige und möglichst specielle Beweisführung erfordert noch folgende Probe. Wir gehen von einem sichern Werthe der Col. *X*, etwa von Z. 3 aus und berechnen zunächst das zugehörige Glied von Col. *B*, wie dies in ähnlicher Weise (n. 91) geschah; wir setzen hierbei nur für jenen einzigen Werth von *X* voraus, dass er mit dem der zerstörten Col. *H* auf gleicher Zeile befindlichen identisch sei. Alsdann wird die ganze Col. *B*, welche zu Sp. II, 54 gehört, entwickelt (vgl. n. 66) und daraus in babylonischer Weise die Col. *H* abgeleitet. Das Resultat dieser sämtlichen Operationen gibt Col. VI obiger Tabelle. Der Vergleich von Col. II und VI liefert einen unwiderleglichen Beweis für unsere Ansicht. Erst in der dritten Abtheilung der Ziffern ist ein kleiner Unterschied, der sich daraus erklärt, dass die Rechnung von einem Näherungswerth ausging; nur in Z. 12 (und wohl auch in Z. 6) verräth eine etwas grössere Differenz (von 0^{I} 0^{II} 15^{III}), dass irgend eine der babylonischen Angaben unrichtig ist.

Nachdem auf diesem Umwege der Zusammenhang zwischen *H*, *I*, *K* und *L* nachgewiesen ist, kann ein kleines Bruchstück von Sp. I, 137 noch dazu dienen, das erhaltene Resultat auf directe Weise zu bestätigen. Wären in der Copie alle Zahlen so sicher und geordnet wie in der folgenden transscribirten Tabelle, so hätte dieses Fragment für sich allein schon Beweiskraft genug; aber diese Sicherheit und Ordnung konnte erst auf Grund der vorausgegangenen Untersuchungen gewonnen werden.

Trotzdem von der Col. *L* nur wenig erhalten ist, erkennt man doch leicht, dass *L* aus *H* mit Hilfe von *I* und *K* gebildet wurde.

Aus Sp. I, 137 (Obvers).

Zeile	Col. *H*	Col. *I*	Col. *K*	Col. *L*
7.	3 50 3 12 35[1] 33 20		10 *uš* *tab*	
8.	3 24 14 34 4 26 40		7 52 *tab*	3 . . . . .
9.	2 58 25 55 33 20	(leerer Raum)	3 52 *tab*	3 . . . . .
10.	2 40 38 55 23 20		8 *lal*	2 40 . . . .
11.	2 40		4 8 *lal*	2 35 5. . . .
12.	2 40 21 51 6 40		8 8 *lal*	2 32 13 . . .
13.	2 54 48 8 53 20	55 9 27 30 *lal*	9 23 55 *lal*	1[2] 50 14 . . .

[1] nicht 25.
[2] nicht 2; der Fehler rührt daher, dass beim Copiren *lal* und 1 verschmolzen wurden.

Bislang war es noch nicht möglich, mit Sicherheit anzugeben, welchen Zeitwerth die einzelnen Zahlen der Col. *I* und *K* repräsentiren. Das ist aber jetzt sehr einfach. Sowohl in I als in K bedeutet die höchste Grössenklasse die bekannten babylonischen Zeitgrade ($1^0 = 4^m$), die in $60'$ getheilt werden, von denen jede wieder in $60''$ zerfällt.

Der regelmässige monatliche Abzug von $57^0\ 3'\ 45''$, welcher in Col. I figurirt, ist daher in unserem Zeitmass $= 3^h\ 48^m\ 15^s = 3^h{,}80417$. Da sich dieser Abzug auf die Zeit beschränkt, während der die Sonne von 27^0 Piscium bis 13^0 Virginis — also um 166^0 — voranrückt und der monatliche Sonnenweg $28^0\ 7'\ 30''$ beträgt, so werden im Laufe eines Jahres von der in Col. H festgesetzten Zeit $\frac{166}{28{,}125} \cdot 57{,}0625 = 336^0{,}79555 = 22^h{,}45304$ subtrahirt.

Auf einen Monat kommen hiervon durchschnittlich $\frac{22{,}45304}{12{,}368} = 1^h{,}815 = 1^h\ 48^m\ 54^s$.

Die Col. I bewirkt demnach, dass der Mittelwerth der hypothetischen Monatsdauer, wie er sich aus Col. H ergibt, um $1^h{,}815$ vermindert wird.

Jener Mittelwerth wurde n. 88 ungefähr $= [29^d]\ 3^s\ 38^0\ 30' = [29^d]\ 14^h\ 44^m$ und so (da er ja nur $[29^d]\ 3^s\ 11^0\ 0'\ 50'' = [29^d]\ 12^h\ 44^m\ 3\frac{1}{3}^s$ betragen sollte) um $1^h\ 49^m\ 57^s$ zu gross gefunden.

Daraus ergibt sich, dass die Col. I den Mittelwerth der Col. H vollständig rectificirt; denn der kleine Unterschied zwischen Fehler und Correctur beträgt bloss 1 Minute und mag darin seinen Grund haben, dass wir den Mittelwerth von H nur näherungsweise bestimmt haben.

Astronomische Bedeutung und Entstehung der Col. K: Verspätung oder Verfrühung des Sonnenuntergangs von einem Neu- oder Vollmond zum andern.

(97) Wenn sich also noch eine weitere Columne (K) findet, die gleichfalls zur Bildung der Col. L, d. h. zur Bestimmung der Dauer der einzelnen synodischen Monate mitwirkt, so kann diese am Mittelwerthe derselben nichts mehr ändern. Dementsprechend muss der mittlere Werth der Col. $K = 0$ sein, indem die Summe aller negativen (*lal*) Zahlen im Durchschnitt der Summe aller positiven (*tab*) Zahlen gleichkommt. Dies ist, wie schon bemerkt worden, auch allem Anscheine nach der Fall, wenn es sich auch aus Mangel an ganz zuverlässigen Zahlen nicht mit voller Sicherheit ersehen lässt. Einstweilen muss das Argumentum per exclusionem, das wir aus Col. I soeben gewonnen haben, genügen.

Da sich Col. K ausserdem nach dem Sonnenlaufe richtet, so scheint ihre Rolle auf den ersten Blick eine ähnliche wie die der Col. I im Neulichttablet Nr. 272 zu sein.

Dem ist jedoch nicht so. Dort hat Col. I die Aufgabe, dem anomalistischen Laufe der Sonne und der damit veränderlichen Monatsdauer Rechnung zu tragen, da vorher nur die anomalistische Mondbewegung berücksichtigt worden. Hier liegt die Sache anders. Der anomalistische Sonnenlauf ist bereits, wenn auch nur in roher Annäherung, in Col. I zum Ausdruck gekommen. Ausserdem richtet sich Col. K nicht nach Apogäum und Perigäum der Sonnenbahn, sondern nach den vier Jahrespunkten.

Auch eine Deutung der Zahlen als „Zeitgleichung" in unserem Sinne ist durch die Höhe der Zahlen und die Art des Wechsels ihrer Vorzeichen ganz und gar ausgeschlossen. Endlich wäre der Gedanke unbegründet, dass in Col. K schon die Berechnung des Neulichtes hereingezogen werde. Schon die niedrigen Werthe (der höchste beträgt $10^0 = 40^m$) weisen eine solche Vermuthung zurück.

Die Lösung des Räthsels wird vielmehr durch folgende Erwägung vorbereitet.

Bekanntlich waren die Alten fast insgesamt der Meinung, die Chaldäer hätten den Tag von Sonnenaufgang an gerechnet. „Ipsum diem alii aliter observavere; Babylonii inter duos solis exortus", heisst es u. a. bei Plinius (Hist. Nat. II, 79).

Epping[1] hat aber nachgewiesen, dass die Chaldäer in ihren astronomischen Rechnungen des Systems I Mitternacht als festen Ausgangspunkt des Tages wählten, bei Kalenderangaben hingegen ihn auf den vorhergehenden Sonnenuntergang zurückgesetzt haben.

Sollte nun ihnen nicht auch einmal die Idee gekommen sein, eine derartige Correction schon in die erste Berechnung des Datums einfliessen zu lassen, und sollte nicht etwa gerade unsere Col. *K* diese Correction darstellen? Der eigenthümliche Verlauf der Columne (ihre Zahlengrössen und deren Vorzeichen) bietet wirklich alle wünschenswerthe Garantie für die Richtigkeit dieser Conjectur, wie folgende Kriterien darthun.

Die Zeit des Sonnenunterganges (für einen Ort von bestimmter geographischer Breite) ist zunächst und hauptsächlich an die Declination der Sonne geknüpft. Für Orte, welche eine nördliche geographische Breite haben — also auch für Babylon —, geht die Sonne zur Zeit der äussersten südlichen Declination, d. h. im Wintersolstitialpunkt, am frühesten, zur Zeit der äussersten nördlichen Declination, d. h. im Sommersolstitium, am spätesten unter. Während jedoch die Sonne von jenem zu diesem fortschreitet, ist die Zunahme der täglichen Verspätung des Sonnenuntergangs keineswegs regelmässig: sie wird grösser mit der Annäherung gegen den Frühlingspunkt und von hier an wieder kleiner. Ganz entsprechend sind die Verhältnisse in der andern Hälfte der Ekliptik: nachdem die Sonne das Sonnensolstitium passirt hat, geht sie mit jedem Tage früher unter, und zwar nimmt die Verfrühung bis zum Herbstpunkte zu und von dort wieder ab. Der Unterschied der Verspätung oder Verfrühung an zwei aufeinanderfolgenden Tagen fällt allerdings wenig auf; wenn es sich jedoch um monatliche Intervalle handelt, so wird jener Unterschied sehr erheblich; denn er beträgt für Babylon durchschnittlich etwa 20 Minuten.

Wenn nun die Babylonier in der Col. *M* des vorliegenden Tablets wirklich den Sonnenuntergang als Anfangstermin des Tages festsetzten, so mussten die Zeitintervalle von einem Neu- oder Vollmond zum andern, wie sie mittelst Col. *H* und *I* berechnet wurden, nothwendig eine Correctur erfahren.

Wie diese auszuführen sei, lehrt ein einfaches Beispiel. Nehmen wir an, kurz nach Beginn des Winters fände $5^h\ 14^m$ nach Sonnenuntergang eine Conjunction statt; demzufolge sei das Neumonddatum $29^d\ 5^h\ 14^m$. Ferner ergäbe sich mit Hilfe von Col. *H* und *I* die Zeit bis zum nächsten Neumond $= 29^d\ 13^h\ 10^m$. Würde nun am Tage des letztern der Sonnenuntergang (unser Anfangstermin) zur nämlichen Zeit eintreten wie einen Monat zuvor, so wäre das neue Datum:

$$29^d\ 5^h\ 14^m + 29^d\ 13^h\ 10^m - 30^d\ (\text{oder}\ 29^d) = 28^d\ 18^h\ 24^m\ \text{oder}\ 29^d\ 18^h\ 24^m,$$

je nachdem der vorausgegangene Monat 30 oder bloss 29 Tage zählte.

[1] Astron. aus Babyl. S. 86 ff.

Nun aber fällt der Sonnenuntergang zur Zeit des zweiten Neumonds um etwa 8^m später. Daher ist das wirkliche Datum:

$$28^d\ (29^d)\ 18^h\ 24^m - 8^m = 28^d\ (29^d)\ 18^h\ 16^m.$$

Diese Correction kann man natürlich auch schon in dem aus *H* und *I* hervorgehenden Werthe vornehmen und erhält so gleich das richtige Datum. Das war auch der Weg, den man vermuthlich einschlug. In gleicher Weise sind sämtliche andere Verspätungen des Sonnenuntergangs von Monat zu Monat in Abzug zu bringen. Vom Solstitium des Winters bis zu jenem des Sommers fallen also sämtliche Correctionsbeträge negativ aus; während des andern Halbjahres, in dem der Sonnenuntergang sich von Monat zu Monat verfrüht, haben alle positives Vorzeichen.

Darin stimmen diese Correctionen vollständig mit Col. *K* überein. Noch mehr! Auch das Steigen und Fallen der Zahlen steht mit der chaldäischen Columne — wie ein Blick auf die folgende Tabelle überzeugt — in befriedigendem Einklange.

Sie enthält nach Zwischenräumen von abwechselnd 29 und 30 Tagen zunächst die Ekliptikpositionen der Sonne nach babylonischer Weise und daneben die entsprechenden Sonnendeclinationen. Aus letztern wurden für die geographische Breite von 35° die Sonnenuntergänge in wahrer Zeit berechnet. Die Unterschiede je zweier aufeinanderfolgenden Untergangszeiten finden sich in Col. Δ; von diesen werden Verspätungen durch ein *lal*, Verfrühungen durch ein *tab* gekennzeichnet.

Da die Babylonier den mittlern Sonnentag als Zeitmass gebrauchen, so müsste man, streng genommen, die Sonnenuntergänge in mittlerer Zeit angeben, also noch die Zeitgleichung für etwa — 200 Ch. Ä. einführen. Dies wäre jedoch, da es sich hier nur um Prüfung eines Rechenschemas primitiver Art handelt, kaum angezeigt.

Noch viel weniger fällt ins Gewicht, dass die Refraction ausser acht gelassen wurde; denn es kommen hier ja nicht die wirklichen Untergangszeiten, sondern nur deren Unterschiede in Betracht.

Sonnenlänge in der babyl. Ekliptik	Declination der Sonne	Sonnenuntergang (w. Z.) $\varphi = 35°$	Sonnenuntergang (w. Z.) Δ (bab. Zeitmass $1° = 4^m$)
10° 37′ ♈	+ 0° 15′	6^h $0^m,7$	
9 9 ♉	+ 11 11	6 32	8° 6′ *lal*
8 13 ♊	+ 19 48	6 58	6 30 *lal*
6 ♋	+ 23 24	7 10	3 *lal*
4 36 ♌	+ 21 13	7 3	1 45 *tab*
2 22 ♍	+ 14 14	6 40	5 45 *tab*
1 24 ♎	+ 3 25	6 10	7 30 *tab*
29 54 ♎	— 7 48	5 38	8 0 *tab*
29 52 ♏	— 17 43	5 8	7 30 *tab*
29 14 ♐	— 23 1	4 50	4 30 *tab*
29 48 ♑	— 22	4 54	1 *lal*
29 16 ♒	— 15 3	5 17	5 45 *lal*
29 27 ♓	— 4 11	5 48	7 45 *lal*
28 10 ♈	+ 7 8	6 20	8 0 *lal*

Man sieht: Col. Δ besitzt mit Col. *K* unseres Tablets (vgl. n. 94) eine ausserordentliche Aehnlichkeit. Vom Frühlingspunkte (10° ♈) an nehmen die Zahlen stufenmässig ab bis zum Sommersolstitium (10° ♋) und sind stets *lal* (= negativ). Dann steigen sie bis zum Herbstäquinoctium (10° ♎) wieder empor, um hierauf bis zum Wintersolstitium (10° ♑) zu fallen. Während dieses Halbjahres sind alle Zahlen *tab* (= positiv). Von hier bis zum Frühlingspunkte wachsen die Zahlen abermals und sind *lal*. Die Zahlen selbst erreichen zwar nicht ganz dasselbe Maximum wie in *K*; dafür sind andere berechnete Werthe etwas höher als die entsprechenden babylonischen.

Da es sich hier zunächst nur darum handelt, den Charakter von *K* aufzuklären, so dürfen wir auf Grund der eben angestellten Vergleichung mit aller Zuversicht den Satz aufstellen: Col. *K* enthält die Verspätung bezw. die Verfrühung des Sonnenuntergangs von einem Neumond oder Vollmond zum andern.

Es soll jedoch noch ein mehr in die Augen springender Beweis erbracht werden.

Wir haben oben mit fingirten Sonnenlängen zur Zeit der Neumonde operirt und daraus in moderner und correcter Weise die monatlichen Aenderungen in der Untergangszeit berechnet. Jetzt aber sollen uns ausschliesslich babylonische Angaben als Grundlage dienen, und auch die Rechnung soll in babylonischer Weise ausgeführt werden.

In n. 93 haben wir bereits die Art der Abhängigkeit der Zeitcorrection der Col. *I* von der Sonnenlänge in Col. *C* nachgewiesen. Wir werden nun zunächst umgekehrt verfahren und aus *I* die zugehörigen Werthe von *C* reconstruiren. Als Ausgangspunkt dient Z. 6 von Sp. II, 54, Obv. (vgl. n. 94); wir fanden dort, dass $C_6 = 16^0{,}134$ Virginis sein muss. Mit Hilfe des Bildungsgesetzes von *C*, welches uns ja bekannt ist, macht es nun nicht die geringste Schwierigkeit, alle vorhergehenden Glieder von *C* zu berechnen. Das Resultat findet sich in Col. I der folgenden Tabelle.

Aus Sp. II, 54 (Obvers).

Zeile	I. Col. *C*. Babylonische Länge des Neumonds (= der Sonne) [berechnet aus Col. *I*]	II. Col. *D*. Tagebogen zur Zeit des Neumonds [berechnet aus Col. *C*]	III. Col. *K*. Monatliche Verspätung (= *lal*) od. Verfrühung (= *tab*) des Sonnenuntergangs [berechnet aus Col. *C*]	IV. Col. *K* [nach Angabe der Babylonier]
1.	25°,313 Arietis	3^z 10° 12′ 31″	7° 35′ *lal*	7° 35′ *lal*
2.	23°,438 Tauri	3 25 22 31	4 5 *lal*	4 5 *lal*
3.	21°,563 Geminorum	3 33 32 30	0 35 *lal*	0 35 *lal*
4.	19°,688 Cancri	3 34 42 37	2 55 *tab*	2 55 *tab*
5.	17°,813 Leonis	3 28 52 31	6 28 56″ *tab*	6 28 55″ *tab*
6.	16°,134 Virginis	3 15 54 38	10 *uš*	10 *uš*
7.	16°,134 Librae	2 55 54 38		

Daraus berechnet sich nach dem babylonischen Schema (n. 40) der Tagebogen zur Zeit der einzelnen Neumonde; seine Grösse ist in babylonischem Zeitmass in Col. II verzeichnet. Werden die Differenzen der aufeinanderfolgenden Werthe dieser Columne durch 2 dividirt, so resultirt die monatliche Verspätung bezw. Verfrühung des Sonnenuntergangs (der halbe Tagebogen ist ja = Zeit des Sonnenuntergangs, wenn wir Mittag = 0^h setzen). Die so gewonnenen Werthe stehen in Col. III. Diese Columne stimmt aber mit den babylonischen Angaben in Col. IV derart überein, dass jeder Zweifel an der Richtigkeit unserer Deutung von Col. *K* verschwinden muss.

Bislang haben wir es unterlassen, in dieser Frage die bekannte Lehrtafel S + 2418 zu Rathe zu ziehen. Der Grund hiervon ist sehr einfach. Niemand könnte ohne Kenntniss der Structur und Bedeutung von Col. *K* vermuthen, in irgend einer Stelle jener Tafel sei von der besprochenen Zeitcorrection die Rede. Jetzt aber ist es kaum zweifelhaft, dass eine solche Stelle wirklich vorhanden ist, und zwar gerade dort, wo man sie erwartet, nämlich im unmittelbaren Anschluss an die Bemerkungen, welche die Zeitcorrection in Col. *I* zum Gegenstande haben.

[Z. 59 und 60] der genannten Tafel heisst es nämlich gemäss der Transscription Strassmaiers:

Si-man qatû ana epiš pî ašar šanu ki simanni-ka šanu ašar maṭu ultu siman . . . maṭu ana siman qatû 4(?)0 si-man ana erib Šamaš ana epiš pî siman qatû ultu siman. . . .

[Z. 61 und 62, welche zum nämlichen Passus gehören, sind fast vollständig zerstört, nur . . . *erib Šamaš* . . . *si-man qatû* . . . sind noch erkennbar und zeugen für einen Zusammenhang mit dem Vorigen.]

Siman bedeutet in dem vorhergehenden Abschnitt (Z. 55—58), der sich in n. 93 erklärt findet, die provisorische Dauer des synodischen Monats, welche (in Col. *I*) eine theilweise Correction erfährt. In der oben citirten Stelle wird nun diese Zeit näher bestimmt *(si-man qatû ana epiš pî)*, d. h. unsern Ergebnissen aus Col. *K* zufolge muss mit Rücksicht auf die wechselnde Zeit des Sonnenuntergangs (des Anfangstermins für den babylonischen Tag) noch eine letzte Correction angebracht werden. Diese ist wohl sicher in den Worten angedeutet:

ašar šanu ki (= itti) simanni-ka šanu ašar maṭu ultu siman(nika) maṭu.

Ašar hat hier jedenfalls nicht die bekannte Bedeutung „Ort", sondern bedeutet sicher einen Zeitbetrag; denn einmal ist *ašar šanu* (ein Begriff!) zu *(itti)* deiner Zeit *(simanni-ka)*, d. h. zu der von dir bis dahin berechneten Zeit (der Dauer des synodischen Monats), hinzuzufügen *(= šanu)* und ein anderesmal von *(ultu) simanni-ka* abzuziehen, was ja selbstverständlich nur von Zeit gelten kann. *Ašar šanu* muss daher einen positiven, *ašar maṭu* einen negativen Zeitbetrag darstellen. In Col. *K* kommen beide vor, und zwar bedeutet ersterer die Verfrühung, letzterer die Verspätung des Sonnenuntergangs von Monat zu Monat. Dass es sich auch hier um nichts anderes handelt, zeigt sich mit Evidenz in dem Ausdruck: *siman ana erib Šamaš*, welcher sich mit „Zeit in Bezug auf Sonnenuntergang" (als Tagesanfang) deckt. Auf diese Weise erhält die schon von Epping vertretene Ansicht, die Babylonier hätten den bürgerlichen Tag mit dem wahren Sonnenuntergang begonnen, eine neue Bekräftigung; nur kommt hier noch als neu hinzu, dass auch die Astronomen in den Rechnungstafeln (des Systems II) ihre Zeitangaben auf jenen Anfangstermin des Tages beziehen.

Rückblick auf System II.

(98) So ist es uns gelungen, durch das scheinbare Wirrsal von Zahlen und Zeichen einer ganzen Reihe von Fragmenten einen Weg zu bahnen und alle vorliegenden Columnen zu einem einheitlichen Systeme zu vereinigen. Leicht war die Arbeit wahrlich nicht, und es wird auch dem Leser öfter schwer geworden sein, angesichts der grossen Zahl von Einzelheiten, welche seine Aufmerksamkeit in Anspruch nahmen, den Aufbau des Systems in seiner Gesamtheit zu überschauen und zu würdigen. Aus diesem Grunde wird die folgende gedrängte Darstellung des Inhalts, Zwecks und Zusammenhangs der einzelnen Columnen sowie der zugehörigen Stellen des Lehrtablets S + 2418 von Nutzen sein.

Col. A.

Jahr der seleucidischen Aera nebst Monat.

(Nr. 93 erstreckt sich von 137 bis 160 S. Ä.; Sp. II, 80 trägt die Jahreszahl 194.)

In den Finsternisstafeln wird angegeben, ob der Sarosregel zufolge schon nach 5 Monaten eine Finsterniss erwartet wird (n. 65).

Bezüglich der Schaltordnung vgl. den Anhang (S. 210 f.).

Col. B.

Grösse des wechselnden scheinbaren Monddurchmessers

(Sp. II, 80 und Sp. II, 110).

Ideales	Maximum	$= 2^{\mathrm{I}}\ 17^{\mathrm{II}}\ 4^{\mathrm{III}}\ 48^{\mathrm{IV}}\ 53^{\mathrm{V}}\ 20^{\mathrm{VI}}$	$= 34'\ 16'',2$
„	Minimum	$= 1^{\mathrm{I}}\ 57^{\mathrm{II}}\ 47^{\mathrm{III}}\ 57^{\mathrm{IV}}\ 46^{\mathrm{V}}\ 40^{\mathrm{VI}}$	$= 29'\ 26'',9$
„	Mittel	$= 2^{\mathrm{I}}\ 7^{\mathrm{II}}\ 26^{\mathrm{III}}\ 23^{\mathrm{IV}}\ 20^{\mathrm{V}}$	$= 31'\ 51'',5$
Monatliche	Aenderung	$= 0^{\mathrm{I}}\ 2^{\mathrm{II}}\ 45^{\mathrm{III}}\ 55^{\mathrm{IV}}\ 33^{\mathrm{V}}\ 20^{\mathrm{VI}}$.	

Masse: $1^{\mathrm{I}} = 15'$; $1^{\mathrm{II}} = 15''$ u. s. f.

Die Periode $= 27^{\mathrm{d}}\ 13^{\mathrm{h}}\ 18^{\mathrm{m}}\ 31^{\mathrm{s}},9$ (mittlerer anomalistischer Umlauf).

Das ideale Maximum bezeichnet das Perigäum, das ideale Minimum das Apogäum des Mondes (Hauptzweck der Columne).

In den Finsternisstafeln (Nr. 93) deutet ein beigefügtes *tab* an, dass der Monddurchmesser noch zunimmt, ein beigefügtes *lal* dagegen, dass er bereits abnimmt (wichtige Angabe für die Bestimmung der Dauer der synodischen Monate; vgl. Col. *H*) (n. 66—68).

Col. C.

Länge des Neu- oder Vollmondes

(ausgedrückt in Graden, Minuten und Sekunden der zwölf Thierkreisbilder [Nr. 93; Sp. II, 110; Sp. II, 453]).

Die Anlage der Columne setzt eine mittlere, gleichmässige Bewegung des Mondes voraus und nimmt nur Rücksicht auf die ungleichförmige Sonnengeschwindigkeit. Letztere wird in folgender vereinfachter Form dargestellt: Von 27^0 Piscium bis 13^0 Virginis legt die Sonne im mittlern synodischen Monat $28^0\ 7'\ 30''$ zurück; von 13^0 Virginis bis 27^0 Piscium dagegen volle 30^0. Das Verhältniss beider Geschwindigkeiten $= 15 : 16$ (das bekannte Intervall eines Halbtones; ob es jedoch die Chaldäer als solches aufgefasst haben, ist nicht sicher erwiesen).

[Nachweis durch combinirte Untersuchung von Mondfinsternisstafel Nr. 93 und den Syzygientafeln Sp. II, 110 und Sp. II, 453; Bestätigung durch Lehrtafel S + 2418, Obvers Col. I, rechts Z. 2—9. Hier enthüllte sich zuerst die Zusammengehörigkeit aller drei Arten von Tafeln: die Lehrtafel gibt die Anweisung zur Berechnung der Syzygien; aus diesen gehen die Finsternisstafeln hervor (Schlüssel des ganzen Systems).] (n. 29—34.)

Folgerungen:

Dauer des siderischen Jahres $= 365^{\mathrm{d}}\ 6^{\mathrm{h}}\ 15^{\mathrm{m}}\ 18^{\mathrm{s}},8$.

Mittlere siderische Geschwindigkeit der Sonne $= 0^0\ 59'\ 8''\ 8'''\ 18''''$ (n. 36).

Ersteres ist um $6^{\mathrm{m}}\ 8^{\mathrm{s}}$ zu gross, letztere um $3'''\ 16''''$ zu klein; deshalb bleibt die Sonne dieses chaldäischen Systems in 236 Jahren um 1^0 hinter dem wirklichen Stand zurück (bedeutungsvoller Umstand bei der Prüfung der chaldäischen Jahrespunkte und der Erörterung der Präcessionsfrage).

Schnellste Sonnenbewegung in 20^0 Arcitenentis; langsamste in 20^0 Geminorum (in naher Uebereinstimmung mit Neulichttafel Nr. 272).

Directe Angaben der Chaldäer:

1. Die Geschwindigkeit der Sonne (tägliche Winkelbewegung) heisst *Zi Šamaš* [S + 2418, Z. 37] oder *Zi ša Šamaš* [Z. 113], also (da *Zi* = *napištu,* Leben) Leben der Sonne.

2. Grösste Geschwindigkeit (wie oben berechnet, d. h. im Schützen) $= 1^0\ 2'\ 44''$; kleinste Geschwindigkeit (wie oben: in den Zwillingen) $= 55'\ 32''$ (n. 36).

Aus dem Vergleich von Col. *A* und *C* geht als Thatsache hervor: Ist das Jahr ein gemeines, so beträgt die Länge des dem Nisan vorausgehenden Neumondes mehr als 13^0 Arietis; ist es ein Schaltjahr, weniger. [Der Nachweis wurde an Nr. 93 geführt, das sich über 24 Jahre erstreckt.] Ob jedoch darin ein Kriterium für die Art der Schaltung liegt, ist noch nicht ausgemacht (n. 35).

Col. D.

Wechselnde Dauer des Tages.

[Die Columne wird aus Col. *C* berechnet, und zwar direct, wenn diese Neumondlängen, oder erst nach Hinzufügung von 180^0, wenn sie Vollmondlängen enthält. Das Schema hierzu bietet S + 2418, Z. 2—13 linke Abtheilung. Seine Giltigkeit wurde für die Syzygientafeln Sp. II, 96 und Sp. II, 110 und die Finsternisstafel Nr. 93 nachgewiesen.]

Die Berechnung der Tagesdauer gründet sich auf folgendes Schema:

Sonnenlänge	Dauer des Tages	Aenderung der Tagesdauer pro 1^0 der Sonnenverschiebung
10^0 Arietis	$3^z = 12^h$	$40' = 2^m\ 40^s$
10^0 Tauri	$3^z\ 20^0 = 13^h\ 20^m$	$24' = 1^m\ 36^s$
10^0 Geminorum	$3^z\ 32^0 = 14^h\ 8^m$	$8' = 0^m\ 32^s$
10^0 Cancri	$3^z\ 36^0 = 14^h\ 24^m$	$8' = 0^m\ 32^s$
10^0 Leonis	$3^z\ 32^0 = 14^h\ 8^m$	$24' = 1^m\ 36^s$
10^0 Virginis	$3^z\ 20^0 = 13^h\ 20^m$	$40' = 2^m\ 40^s$
10^0 Librae	$3^z = 12^h$	$40' = 2^m\ 40^s$
10^0 Scorpii	$2^z\ 40^0 = 10^h\ 40^m$	$24' = 1^m\ 36^s$
10^0 Arcitenentis	$2^z\ 28^0 = 9^h\ 52^m$	$8' = 0^m\ 32^s$
10^0 Capri	$2^z\ 24^0 = 9^h\ 36^m$	$8' = 0^m\ 32^s$
10^0 Amphorae	$2^z\ 28^0 = 9^h\ 52^m$	$24' = 1^m\ 36^s$
10^0 Piscium	$2^z\ 40^0 = 10^h\ 40^m$	$40' = 2^m\ 40^s$.

Dieses Schema ist weniger genau als das entsprechende von System I (vgl. S. 108).

Hieraus ersieht man:

1. Die Dauer des längsten und kürzesten Tages.

Längster Tag $= 3^z\ 36^0 = 14^h\ 24^m$.
Kürzester Tag $= 2^z\ 24^0 = 9^h\ 36^m$.
(Aequinoctial-Tag $= 3^z = 12^h$).

Die Zeitmasse sind: $1^z = 4^h$, $1^0 = 4^m$, $1' = 4^s$ (n. 38—41).

Folgerungen:

a) Die Dauer des längsten Tages ist ganz genau dieselbe wie im Veda-Kalender (1 Tag = 30 muhûrta; der längste Tag = 18 muhûrta = $14^h\ 24^m$) und bei den Chinesen (der längste Tag = 60 khe = $14^h\ 24^m$).

Die Angaben von Ptolemäus bezüglich des grössten Tagebogens für Babylon weichen davon nur wenig ab; nach der Geographie (lib. 8, c. 20, § 27) ist der längste Tag von Babylon $14^h\ 25^m$; damit ist auch Almag. (lib. 4, c. 10) im Einklang.

b) Dem längsten babylonischen Tag entspricht eine Polhöhe (= geographische Breite) von beiläufig 35°, während bisher etwa 32° 30′ angenommen wurden. Damit ist eine Angabe des Arabers Arzachel im Einklang, der zwei Babylon, eines mit 35° und ein anderes mit 30° 30′, unterscheidet (n. 43 und 44).

2. Die Lage der Jahrespunkte der babylonischen Ekliptik:

Frühlingsäquinoctium	im	10.	Grad	Arietis
Sommersolstitium	„	„	„	Cancri
Herbstäquinoctium	„	„	„	Librae
Wintersolstitium	„	„	„	Capri.

Folgerungen:

a) Dem 10. Grad entspricht etwa der 6. Grad der beweglichen (Hipparchschen) Ekliptik (n. 49).

b) Die babylonische Ekliptik ist nicht beweglich, sondern fest. (Sie kennt keine 12 Zeichen, die ihre Lage mit dem Rückgang des Frühlingspunktes verschieben, sondern nur 12 Thierkreisbilder, die unverrückbar sind.) nn. 37, 42.

c) Aus der Lage der Jahrespunkte und dem Sonnenlauf der Col. *C* ergibt sich die Dauer der Jahreszeiten. Die aus den Tablets gefundenen Werthe weichen von den wahren nicht mehr ab als die Angaben von Geminus und Ptolemäus; betreffs Frühling und Sommer stimmen jene mit diesen sogar nahe überein.

Berechnet aus den Tablets:		Angaben von Geminus und Ptolemäus:	Berechnet für — 200:
Frühling	$94^d,4982$	$94^d,5$	$94^d,0437$
Sommer	$92^d,7263$	$92^d,5$	$92^d,3052$
Herbst	$88^d,5918$	$88^d,125$	$88^d,6186$
Winter	$89^d,4449$	$90^d,125$	$90^d,2818$ (nn. 46, 47).

Col. E.

(Babylonische) Mondbreite.

Die Grenzwerthe = $\pm\ 7^{I}\ 12^{II}$.

Im Bildungsgesetz der Columne spielen zwei Factoren eine wesentliche Rolle:

1. die monatliche Verschiebung der Sonnenlänge (Col. *C*); während des Sonnenlaufs von 27° Piscium bis 13° Virginis beträgt nämlich die monatliche Differenz $d_1 = 1^{I}\ 58^{II}\ 45^{III}\ 42^{IV}$; von 13° Virginis bis 27° Piscium $d_2 = 2^{I}\ 6^{II}\ 15^{III}\ 42^{IV}$, d. h. pro 1° der Sonnenverschiebung 15^{III} mehr;

2. die Lage der Mondknoten. Die monatliche Differenz erhält in der Nähe der Knoten einen Zuwachs, indem von einer bestimmten Grenze ($= \pm 2^{\mathrm{I}}\ 24^{\mathrm{II}}$) an die sonstigen Aenderungen sich verdoppeln. Die Steigerung beträgt im ganzen $2^{\mathrm{I}}\ 24^{\mathrm{II}}$ ($= \frac{1}{3} \cdot 7^{\mathrm{I}}\ 12^{\mathrm{II}}$) und vertheilt sich gewöhnlich auf zwei, ausnahmsweise auf drei Monate.

Beides ist principiell im Einklang mit der Wirklichkeit (n. 70—73).

Die Periode $= 27^{d},23039$ (also nur näherungsweise der drakonitische Monat) (n. 74).

[Nachgewiesen an: Sp. II, 187, Sp. II, 96. Bestätigt durch Lehrtablet S + 2418, Z. 20—32.]

Charakteristisch sind auch die Zeichenpaare, welche die Zahlen von E begleiten. In jedem Paar bedeutet das erste die Stellung des Mondes (nördlich oder südlich) zur Knotenlinie; das zweite hingegen die Bewegung (nach Norden oder Süden). *u* = nördlich (oder oben); *lal* = südlich (oder unten).

Die vier Zeichenpaare sind:

a) *lal lal* = [der Mond] steht im Süden und geht noch weiter nach Süden;
b) *lal u* = „ „ „ Süden, geht aber bereits nach Norden;
c) *u u* = „ „ „ Norden und geht noch weiter nach Norden;
d) *u lal* = „ „ „ Norden, geht aber bereits nach Süden.

Die Paare wechseln in der Regel alle drei Monate, ausnahmsweise schon nach zwei Monaten. Ihre Folge steht überall im Einklang mit dem Verlauf der zugehörigen Zahlencolumnen.

[Nachgewiesen an Sp. II, 47, Sp. II, 99 und Nr. 93.] (n. 75—77.)

Im Lehrtablet (Z. 20—33) kommen jene Zeichenpaare nicht vor; hier ist nur die Stellung des Mondes angegeben, und zwar durch:

num = nördlich (oben), *sik* = südlich (unten).

„*Epiš erib*“ weist wohl darauf hin, dass es sich in Col. E um die Horizontalelongation des untergehenden Mondes handle.

Als weitere wichtige astronomische termini technici ergeben sich: *qaq-qar* = Mondbahn; *lib-bu-u* = Grenzpunkt; *kas-bu* = Ekliptikbogen von 30^0; das entspricht der bekannten Bedeutung = Doppelstunde, da die scheinbare Bewegung der Gestirne in zwei Stunden wirklich $= \frac{360}{12} = 30^0$ beträgt.

Qabal-lu-bar = Ekliptik; *lu-bar-meš* (Thierkreisbilder) steht damit im Einklang (n. 78).

Col. F.

Grösse der Finsternisse.

Die Angaben gründen sich ausschliesslich auf die vorige Columne und können daher keine Genauigkeit beanspruchen; doch ist es wahrscheinlich, dass in einer spätern (abgebrochenen) Columne die nothwendigen Correcturen angebracht wurden.

Bildungsweise von Col. F der Vollmond- und Mondfinsternisstafeln:

1. Es wird zunächst die (in den Tablets fehlende) Hilfscolumne Φ construirt, indem man folgende Beziehungen zu Grunde legt:

Der Breite $E_0 = 0$ entspricht $\Phi_0 = 17^{\mathrm{I}}\ 24^{\mathrm{II}}$
„ „ $E_m = 1^0\ 44'\ 24''$ „ $\Phi_m = 34^{\mathrm{I}}\ 48^{\mathrm{II}}$
also gemäss den numerischen Werthen $20 \cdot E_m = \Phi_m$.

Zwischen den Grenzen Φ_0 und Φ_m beträgt die Aenderung stets das Zehnfache von jener in *E*. Wird die Grenze Φ_m überschritten, so beginnt die Zählung von 0; aber dem Werthe folgt regelmässig das Zeichen *bat.* Ein Vergleich mit Oppolzers Canon führt zur Annahme: Φ_m bezeichnet die Grenze der Möglickkeit einer Mondfinsterniss; überall wo *bat* steht, fällt letztere aus.

2. Aus Col. Φ wird Col. *F* gebildet, indem man die Ergänzungen zu $\Phi_m = 34^{I}\ 48^{II}$ berechnet. Z. B.: aus $\Phi = 25^{I}\ 12^{II}$ folgt $F = 9^{I}\ 36^{II}$. (Nur wo es sich um unbedeutende oder entschieden totale [d. h. über 12' grosse] Finsternisse handelt, hat man gewöhnlich die Werthe von Φ ohne Umrechnung in *F* aufgenommen.)

Die so erhaltenen Zahlen stehen zu den „Grössen" der Finsternisse des Oppolzerschen Canons in naher Beziehung: im Mittel kommen etwa 10^{I} auf 12' des Canons.

Das Eintreffen der Finsterniss wird in den Syzygientafeln durch *rim* angegeben. [Dieses Zeichen steht bei partiellen und totalen *F.*] In den eigentlichen Finsternisstafeln (Nr. 93) fehlt es vollständig; es genügte eben dort, die Ausnahme: das Nichteintreffen, (durch *bat*) zu bezeichnen.

Aehnliche Gesetzmässigkeiten gelten für die Sonnenfinsternisse, wie aus den Neumondtafeln hervorgeht. Das dürftige Material gestattet jedoch noch keine weitergehenden Schlussfolgerungen (n. 79—82).

Col. G.

Ausdruck für die (tägliche) Winkelbewegung des Mondes (Mondgeschwindigkeit).

	a) genau: (aus Lehrtafel S + 2418, Z. 14—19)	b) abgekürzt: (aus Sp. I, 187 und Sp. II, 99)
Maximum	= $15^0\ 56'\ 54''\ 22'''\ 30''''$	$15^0\ 57'$
Minimum	= 11 4 4 41 15	11 4
Mittel	= 13 30 29 31 52 $30'''''$	13 30 $30''$
Monatl. Aenderung	= 0 42	0 42.

Die Zusammengehörigkeit von a und b ist sicher erwiesen.

Die Periode ist (wie in *B*) die anomalistische; wäre das Maximum = $15^0\ 56'\ 54''$ und das Minimum = $11^0\ 4'\ 4''$, so betrüge dieselbe genau die Dauer des anomalistischen Monats, der sich aus der Columne der Mondgeschwindigkeiten (n. 9) im Neulichttablet Nr. 272 ergibt.

Das ideale Maximum liegt im Perigäum, das ideale Minimum im Apogäum der Mondbahn (wie in Col. *B*).

In den Finsternisstafeln (Nr. 93) deutet ein beigefügtes *tab* an, dass die Mondgeschwindigkeit im Steigen, ein beigefügtes *lal* hingegen, dass sie bereits im Abnehmen ist (analog wie in Col. *B*).

Die innigen Wechselbeziehungen zwischen den Grenzwerthen von *B* und *G* (Grösse des Monddurchmessers und Mondgeschwindigkeit) sowie die Berechnung der laufenden Werthe des letztern aus den successiven Aenderungen des erstern lehrt klar S + 2418, Z. 14—19.

Ebendort findet sich auch der terminus technicus für die Mondgeschwindigkeit (d. i. tägliche Winkelbewegung), nämlich:

Zi Sin, d. i. Leben (Bewegung) des Mondes.

An andern Stellen des nämlichen Tablets steht dafür ausführlich: *Zi ša an Sin.*

Beachtenswerth ist auch die nähere Bezeichnung der Dauer (Z. 104):

Zi an Sin ša išten ûmu = Bewegung des Mondes während eines Tages.

Zi wird also hier ganz in demselben Sinne gebraucht wie in *Zi (ša) Šamaš.*

Beide kommen auch wirklich (in den Neulichtberechnungen) nebeneinander vor, z. B. Z. 112:

Zi-meš ša Sin u Šamaš = die Bewegungen (Geschwindigkeiten) des Mondes und der Sonne.

Z. 14: *UŠ ša Zi Sin* = (monatliche) Aenderung der Mondgeschwindigkeit.

Lib-bu-u = ideale Grenze (von *Zi*) nach oben oder unten.

Z. 19: *Zi siḫru u rabû* = langsame oder rasche Bewegung.

Da der Mittelwerth von *Zi ša Sin* 13° 30′ 30″ beträgt, während die Mondgeschwindigkeit, welche sich aus der Sarosperiode ergibt, = 13° 10′ 35″ ist, so ist klar, dass jenem eine andere Messungsmethode zu Grunde liegt als diesem.

Folgende Genesis ist wahrscheinlich: Man nahm wahr (durch Beobachtung der Culminations- oder der Aufgangszeiten), wie der Mond durchschnittlich um $54^m\ 2^s$ sich gegen die Fixsterne verspätet. Dies bedeutet eine tägliche Zunahme der Rectascension von 13° 30′ 30″. Hieraus und aus der mittlern Aenderung der täglichen Culminationsverspätungen oder aus den beobachteten Grenzwerthen ergaben sich die nothwendigen Elemente für Col. *G*. Es bedurfte nur noch einer Periode. Angesichts der verwickelten Verhältnisse schien es am einfachsten, die anomalistische zu wählen und so die Bewegung in Rectascension mit der Bewegung in der Bahn zu combiniren (n. 83—87).

Col. H.

Dauer der synodischen Monate, unter der Voraussetzung, die Sonne bewege sich gleichmässig und lege im mittlern Monat stets 30° zurück.

(Es ist jedesmal bloss der Ueberschuss über 29 Tage angegeben.)

Die Columne berücksichtigt also ausschliesslich den anomalistischen Mondlauf.

Aus den Syzygientafeln (Sp. II, 74; Sp. II, 54; Sp. II, 581) allein folgt nur:

1. Die Periode ist ungefähr der anomalistische Monat. 2. Der rohe Durchschnittswerth = $(29^d)\ 3^s\ 38°\ 30'$ = $(29^d)\ 14^h\ 34^m$ ist also um $1^h\ 50^m$ grösser als der mittlere synodische Monat. 3. Die Beziehungen zu Col. *G* sind folgende: Nähert sich *G* dem Minimum, so erreicht *H* einen grössten, nähert sich *G* dem Maximum, einen kleinsten Werth. Daraus ergibt sich: *H* stellt eine hypothetische Monatsdauer vor. Das Bildungsgesetz und die gemachte Voraussetzung aber bleiben noch räthselhaft.

Die Berechnung von Col. *H* lehrt S + 2418, Z. 63—91. (Der arithmetische und astronomische Sinn jener ausführlichen Anweisung sowie die Bedeutung fast aller Ausdrücke wurden klargestellt.)

Hiernach gehen sämtliche Werthe von *H* aus der jeweiligen Grösse von *B* hervor. Im letztern ist nicht allein der Zahlenwerth, sondern auch die Beigabe *tab-u* (= zunehmend) oder *lal-u* (= abnehmend) von entschiedener Bedeutung; denn es ist für die Dauer des verflossenen Monats nicht gleichgiltig, ob der Neumond, mit dem der Monat schliesst, nach oder vor dem

Apogäum oder Perigäum eintritt. Dies wird aber durch jene Zeichen angedeutet. Uebereinstimmend mit der Theorie ergibt sich nach dem babylonischen Schema dann der längste Monat, wenn von den zwei Neumonden, welche ihn begrenzen, der zweite ebenso weit nach, als der erste vor dem Apogäum liegt.

Der ganze Rechenmechanismus ist ein Meisterstück babylonischer Zahlenkunst. Im wesentlichen besteht derselbe im folgenden: Einer bestimmten, constanten Aenderung in Col. *B* ($\delta_1 = \mp 0^{\text{I}}\ 0^{\text{II}}\ 17^{\text{III}}\ 46^{\text{IV}}\ 40^{\text{V}}$) entspricht eine gesetzmässig variirende Ab- oder Zunahme (δ_2) in Col. *H*, indem für $\mp 1^{\text{III}}$ in δ_1 der Reihe nach $\pm$ (1′, 2′, 3′ ... 9′, 9′ 20″) berechnet werden. In der Regel sind die Vorzeichen (babylonisch richtiger „Nachzeichen") von δ_1 und δ_2 entgegengesetzt; nur vom Minimum des *B* bis zum Maximum des *H* sind beide positiv, wie es gemäss der obigen Bemerkung über die Bedingungen der längsten Monatsdauer sein muss.

Dass der ganze Passus S + 2418, Z. 63—91 nichts anderes als die Berechnung von Col. *H* der Syzygientafeln bezweckt, wurde an Sp. I, 187 evident nachgewiesen (obwohl dort von Col. *B* nichts erhalten ist).

Unsere andere Annahme: der chaldäische Astronom habe in Col. *H* eine gleichmässige Sonnenbewegung von 30° pro Monat vorausgesetzt, wird durch folgende Columne bestätigt (n. 88—92).

Col. I.

Zeitcorrection.

Gemäss Col. *C* legt die Sonne im mittlern synodischen Monat nur von 13° Virginis bis 27° Piscium 30° zurück, im andern Theile der Ekliptik dagegen 28° 7′ 30″. Für die Zeit, da der Neumond zwischen 27° Piscium und 13° Virginis steht, fallen also die synodischen Monate viel zu lang aus. Es muss somit hier und nur hier eine Correction angebracht werden. Diese Aufgabe erfüllt Col. *I*, indem jedesmal angegeben wird, um wieviel die in Col. *H* berechnete Zeit zu vermindern ist. Die Subtraction wird wieder durch ein jedem Correctionswerth folgendes *lal* ausgedrückt. Die monatliche Correction beträgt gewöhnlich 57° 3′ 45″ *lal* (= minus $3^h\ 48^m\ 15^s$). Fallen obige Grenzen (27° ♓ und 13° ♍) in den Monat hinein, so ist der Correctionswerth natürlich verhältnissmässig geringer. [Auf indirectem Wege an Sp. II, 54 nachgewiesen.]

Mit dem Resultat der Analyse von Col. *I* ist der Wortlaut des Lehrtablets S + 2418, Z. 55—88 durchaus im Einklang.

Aus derselben Stelle folgt:

Si-man = bestimmte Zeitdauer (der in Col. *H* hypothetisch berechneten synodischen Monate) (n. 93).

Col. K.

Reduction der Zeit in Bezug auf den babylonischen Tagesanfang (= Sonnenuntergang).

Die aus *H* und *I* berechnete Zeit wird, während sich die Sonne vom Wintersolstitium (10. Grad Capri) bis zum Sommersolstitium (10. Grad Cancri) bewegt, um die monatliche Verspätung des Sonnenuntergangs vermindert (*lal*), während des übrigen Theiles des Jahres um die monatliche Verfrühung des Sonnenuntergangs vermehrt (*tab*).

Beim höchsten Betrag (= 10°) steht das Wörtchen *uš;* es bezeichnet daher den numerischen Wendepunkt.

Col. K wird aus Col. C (Tagebogen) abgeleitet.

Die Bedeutung der Columne und ihre Rolle im System ist schon mit Hilfe der Syzygientafeln, so fragmentarisch sie auch sind, ausser Zweifel gestellt; sie wird obendrein durch Lehrtafel S + 2418, Z. 59—62 bekräftigt. Aus letzterem folgt ausserdem, dass dem Realsinn gemäss:

ašar tab = Betrag der Verfrühung des Sonnenuntergangs,
ašar lal = Betrag der Verspätung des Sonnenuntergangs (n. 94—97).

Col. L.

Zeit, die von einem Neu- oder Vollmond zum andern verfliesst, plus der monatlichen Verfrühung oder minus der monatlichen Verspätung des Sonnenuntergangs.

L geht aus H und I und K hervor, wie durch Reconstruction von Sp. II, 54 nachgewiesen und durch Sp. 137 bestätigt wurde (n. 96).

Col. M.

Datum des Neu- bezw. Vollmondes.

Dem Tag des Monats folgt die Angabe der Tageszeit, bezogen auf den Sonnenuntergang als Anfangstermin.

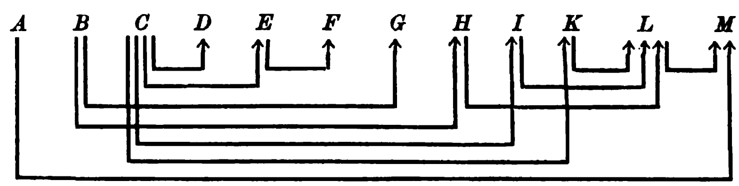
[Von M ist nur wenig, nämlich in Sp. II, 54, erhalten.]

Jedes neue Datum wird aus dem vorigen erhalten, indem man zu diesem die seither verflossene Zeit (L) addirt und 30 oder 29 Tage subtrahirt, je nachdem dem vorhergehenden Monat 30 oder 29 Tage zufielen. Also:

$$M_{n+1} = M_n + L_{n+1} - 30^d\ (29^d)\ \text{(n. 95).}$$

Wir haben so der Reihe nach noch einmal alle Columnen durchmustert; damit aber auch ihr Zusammenhang untereinander mit einem Blick übersehen werden könne, fügen wir noch folgende Skizze bei.

Graphische Darstellung von System II.



A = Jahr der seleucidischen Aera nebst Monat;
B = Grösse des wechselnden scheinbaren Monddurchmessers zur Zeit der Syzygien;
C = Länge des Neu- oder Vollmondes;
D = Wechselnde Dauer des Tages (Tagebogen);
E = Mondbreite;
F = Grösse der Mond- oder Sonnenfinsterniss;
G = Mondgeschwindigkeit;
H = Dauer des synodischen Monats unter der Voraussetzung, die Sonne lege im mittlern synodischen Monat stets 30° zurück;
I = Erste Correction von H für die Zeit der langsamern Sonnenbewegung;
K = Zweite Correction von H: Verspätung oder Verfrühung des Sonnenuntergangs von Monat zu Monat;
L = Corrigirte Dauer des synodischen Monats;
M = Datum des Neu- oder Vollmondes (Sonnenuntergang = 0^h).

In den zwölf soeben charakterisirten Columnen tritt uns eine Fülle von astronomischen Kenntnissen und eine hochentwickelte Combinationsgabe entgegen. Allerdings vermissen wir die Genauigkeit der Mondperioden, durch welche System I ausgezeichnet ist. Dafür haben wir hier Gelegenheit, das Geschick zu bewundern, mit welchem der chaldäische Verfasser die vielfachen Unregelmässigkeiten des Mondlaufes und der Monatsdauer durch arithmetische Combinationen nachzubilden bestrebt war.

(99) System II ist von System I trotz der Uebereinstimmung im Hauptzweck in der Anlage und im Charakter der einzelnen Columnen grundverschieden; dies tritt klar in folgender Gegenüberstellung zu Tage.

1. Die Columne des wechselnden Monddurchmessers, welche im System II den ersten Platz einnimmt und das Apogäum und Perigäum sowie die Geschwindigkeit des Mondlaufs und die Dauer des synodischen Monats bestimmt, fehlt in System I ganz.

2. Die stetige Aenderung der Sonnengeschwindigkeit wird in System I einigermassen nachgeahmt; in System II dagegen wird nur zwischen einer gleichmässig langsamern und gleichmässig schnellern Bewegung unterschieden.

3. Die Jahrespunkte liegen in System I bald in 8^0 15′, bald in 8^0 0′ 30″ Arietis, Cancri etc., in System II beständig in 10^0 Arietis, Cancri etc.

4. Die Berechnung des Tagebogens vollzieht sich zwar in beiden Systemen nach einem analogen Zahlenmechanismus; aber die wesentlichen Zahlengrössen sind bis auf zwei — die Dauer des längsten und kürzesten Tages — verschieden.

5. Die anomalistische Mondbewegung kommt in beiden Systemen in ähnlicher Weise zum Ausdruck; aber die Mittel- und Grenzwerthe der Geschwindigkeit weichen voneinander ab.

6. Die drakonitische Bewegung und die Mondbreite zeigen nicht nur in den Zahlenwerthen, sondern auch in der Art der Berechnung wesentliche Verschiedenheiten.

7. In System II reihen sich an die Columne der Mondbreite Angaben über Eintritt, Ausfall und Grösse der Finsternisse; davon bemerkt man in System I wenigstens an der entsprechenden Stelle nichts.

8. Bei Feststellung der Syzygiendaten geht System I von einer mittlern Sonnenbewegung aus, System II dagegen von einer durchweg raschern (d. h. 30^0 im mittlern synodischen Monat); daher müssen auch die darauf folgenden Correctionscolumnen verschieden ausfallen.

9. In System I bezieht sich das Datum des Neu- bezw. Vollmondes auf Mitternacht als Tagesanfang; in System II dagegen auf Sonnenuntergang.

Von System II existiren auch weit ältere Tafeln als von System I. Tablet Nr. 93 (81—7—6), das mit Jahr 137 S. Ä. (= 175 v. Chr.) beginnt, und die noch ältere Lehrtafel S + 2418 liefern den Beweis, dass System II wenigstens am Anfang des zweiten Jahrhunderts schon in Gebrauch war, während die älteste uns zugängliche Tafel des Systems I, nämlich Sp. I, 162, aus dem Jahr 179 S. Ä. (= 133 v. Chr.) stammt.

Aber beide Systeme bestanden auch gleichzeitig nebeneinander. Dies beweist das dem System II angehörende Fragment Sp. II, 80 aus dem Jahr 194 S. Ä. (= 118 v. Chr.). Bringt man diesen Umstand mit der vielfach so verschiedenen astronomischen Auffassung und Terminologie in beiden Systemen in Verbindung, so wird man zur Annahme gedrängt, dass es im letzten

Drittel des zweiten Jahrhunderts v. Chr. in Babylonien zwei Astronomenschulen gab, welche in ganz verschiedener Weise ihre Rechnungen anstellten.

Spätere Publicationen über die Planetentheorien der Chaldäer werden hierfür einen neuen und noch kräftigern Beweis erbringen (vgl. Anhang).

Wir haben vorhin durch eine Reihe von Vergleichungspunkten den tiefgreifenden Unterschied beider Systeme angedeutet. Eine eingehende Parallele wäre jetzt noch verfrüht, da es noch nicht überall klar ist, welche Principien bei der Bestimmung der einzelnen Bewegungselemente zur Geltung kamen.

Wenn wir nun aber auch mit den verschiedenen Arten der astronomischen Messungen noch zu wenig vertraut sind, so hat uns doch die vorliegende Untersuchung Gelegenheit geboten, zwei ganz charakteristische Masssysteme festzustellen (vgl. nn. 23 und 67). Die Einheiten des ersten sind: *kas-bu* $= \frac{1}{12}$ Ekliptik oder 30^0, *ammat* $= \frac{1}{12}$ *kas-bu* oder $2^0{,}5$, *si* $= \frac{1}{12}$ *ammat* oder $12'{,}5$, *ubanu* $= \frac{1}{2}$ *si* oder $6'{,}25$; die Einheiten des zweiten Masssystems sind: Grad, Halbgrad und Viertelgrad.

Mit diesen kurz skizzirten Ergebnissen sind wir jedoch noch nicht am Ziel unserer Arbeit.

In System I harren noch mehrere (sechs) Columnen ihrer Erklärung. Ihr Hauptgegenstand ist die Berechnung des Neulichts, welches bekanntlich für den Monatsanfang bei den Chaldäern massgebend war[1].

Auch in System II bildet Col. *M* noch nicht den Abschluss. Auf die zwölf Columnen folgt wenigstens in den Neumondtafeln noch eine Reihe anderer. Dies erkennt man nicht nur aus der Bruchskizze, welche am Kopfe mehrerer Tafeln (siehe die keilinschriftlichen Beilagen) angebracht sind; es ergibt sich auch aus der Thatsache, dass die Babylonier ihr Datum nicht nach dem eigentlichen Neumond, sondern nach dem Neulicht einrichteten, ein Umstand, dessen Berücksichtigung noch mehrere weitere Columnen nothwendig machte. In der That folgen auch in der uns bekannten Lehrtafel S + 2418 auf die bis jetzt besprochenen noch andere, die ganz unzweideutig den Charakter der Neulichtberechnungen an sich tragen. Ausserdem existiren unter den von P. Strassmaier dem Verfasser gütigst überlassenen Texten einige Bruchstücke von Syzygientafeln, die mit Angaben über das Altlicht abschliessen. (Unter Altlicht verstehen wir den Zeitmoment, wo sich der Mond zum letztenmal vor der Conjunction als feine Sichel am Morgen, also im Osten zeigt.) Dies beweist mit Sicherheit der Umstand, dass in der letzten Columne jener Tafeln neben dem 27. Tag des Monats Zahlenangaben mit folgendem *mat* = Osten stehen, die ihrer Grösse nach recht gut die Elongation (Entfernung des Mondes von der Sonne), vielleicht auch die Dauer der Sichtbarkeit der Mondsichel bedeuten können. Der eben genannten Columne gehen aber nachweisbar mehrere andere bis jetzt gleichfalls noch nicht beschriebene Columnen voraus, welche sicher dem System II angehören.

So bleibt uns auch hier wie in System I das letzte Drittel übrig. Die Untersuchung dieser beiden höchst wichtigen Reste der chaldäischen Mondrechnung soll den Gegenstand einer andern Publication bilden.

[1] Einiges hierüber wurde schon durch Epping (Astron. aus Babyl. S. 93 ff.) festgestellt.

Schlusswort.

(100) Eine lange Reihe von Einzeluntersuchungen hat uns mit dem grössten Theile zweier ausgedehnten Mondrechnungssysteme der Chaldäer bekannt gemacht. Die Frucht dieser Mühe ist eine zweifache: sie gewährte uns einen überraschenden Einblick in die idealen Bestrebungen eines hochbegabten asiatischen Volksstammes und deckte zugleich mehrere interessante Beziehungen auf, die zwischen ihm und verschiedenen Völkern des Alterthums bestanden.

Zwar hat es der Verfasser noch unterlassen, die erstern in einem Gesamtbilde darzustellen; aber ein prüfender Blick auf die in n. 62 und n. 98 dargebotene Uebersicht der beiden Systeme I und II wird einstweilen schon genügt haben, um den Leser von dem bedeutenden Wissen und noch bedeutendern Können der Chaldäer zu überzeugen.

Es mag ja wohl sein, dass selbst manchem, der sonst der Sternkunde der Alten ein grosses Interesse entgegenzubringen pflegt, die vielen Zahlen, Rechnungen und Conjecturen wenig Genuss bereitet haben; allein wenn auch mathematische Operationen an sich nicht immer genussreich sind, so ist die daraus entspringende mathematische Gewissheit um so wohlthuender, und zwar ganz besonders dann, wenn es sich wie in unserem Falle um eine weit entlegene Vorzeit und um einen Wissenszweig handelt, dessen Pflege zu allen Zeiten, ganz besonders aber im Alterthum, als einer der vorzüglichsten Gradmesser geistiger Tüchtigkeit angesehen wurde.

In der That liefern die von uns untersuchten Rechnungssysteme den Beweis, dass die Chaldäer nicht nur viele Elemente des Mond- und Sonnenlaufs mit grossem Geschick zu bestimmen wussten, sondern dass sie es auch verstanden, alle diese Elemente äusserst sinnreich zu einem wohlgeordneten Ganzen zu vereinigen. Die Chaldäer erweisen sich so als gute Beobachter und leistungsfähige Theoretiker zugleich.

Nun wird es der Verfasser als eine Hauptaufgabe betrachten müssen, die Anwendung dieser Systeme an einer Reihe von Ephemeridentafeln zu zeigen. Einmal ist die hierin liegende Beglaubigung der letztern als wirkliche und nicht etwa bloss fingirte Berechnungen wünschenswerth, dann aber wird dadurch auch unsere Kenntniss der Ephemeridentafeln und ihrer Terminologie erheblich vertieft und erweitert.

Die eben dargelegte Bedeutung der chaldäischen Mondrechnungstafeln für eine umfassende und sichere Kenntniss des Standes der damaligen Astronomie würde allein schon hinreichen, um eine so eingehende Publication wie die vorliegende zu rechtfertigen.

Aber dazu kommt noch ein zweiter Grund, der in gewisser Hinsicht noch bedeutsamer ist: es ist der evidente Zusammenhang der griechischen, chinesischen und indischen Astronomie mit jener der Babylonier.

Wenn eine ganze Reihe von Perioden des Mond- und Sonnenlaufs, welche dem Almagest gemäss von Hipparch aufgefunden wurden, in mehreren Keilinschriften als wichtigste Elemente eines ausgebildeten Systems auftreten, wenn in eben denselben Inschriften der längste Tag und somit die Polhöhe des Ortes ganz genau mit dem Vedakalender und den Annalen der Chinesen übereinstimmt, so sind damit gewiss zwar nur wenige, aber um so sicherere Stützpunkte für weitere Studien über die Wechselbeziehungen der alten Culturvölker gewonnen.

Wenden wir uns nun noch kurz vom astronomischen Gegenstand der vorliegenden Arbeit zu den chaldäischen Verfassern unserer Tafeln! Ihre Namen haben sich bloss auf zwei Bruchstücken erhalten; in der wichtigen Tafel Nr. 272 (81—7—6) gibt sich einer der Verfasser auch als Sohn eines Priesters des Bel aus Sippara zu erkennen. In der grossen Lehrtafel S + 2418, Col. II wird dagegen Babylon ausdrücklich als Beobachtungsort genannt, während der Name des Verfassers fehlt.

Die Angabe der Namen ist hier um so auffallender, als sie sonst (in Ephemeriden- und Beobachtungstafeln) fehlen. Wenn darum Ideler[1] die Ansicht ausspricht: „Die Chaldäer müssen ihre Beobachtungen collegialisch angestellt haben, denn Ptolemäus, der sonst die Beobachter immer nennt, gebraucht den Gesamtnamen *Χαλδαῖοι*“, so trifft das allerdings vollständig zu; wenn aber der genannte Chronologe fortfährt: „Ueberhaupt erwähnt die Geschichte keinen Chaldäer, der den Namen eines Astronomen verdiente“, so muss hinzugefügt werden: „wohl aber machen uns Keilinschriften mit den Namen ganz bedeutender chaldäischer Astronomen bekannt“.

Ihr priesterlicher Charakter, auf den auch schon die stereotype Weiheformel: *Ina a-mat Bel u Bilit-ia purussû* (Auf Geheiss von Bel und Beltis, meiner Herrin, eine Entscheidung) am Kopfe der Tablets hinweist, stimmt ganz mit dem überein, was Herodot (I, 181) und Diodor (II, 9 und 29) von denselben berichten, während die Erwähnung von Sippara an eine jener drei berühmten Astronomenschulen der Chaldäer erinnert, deren Plinius (lib. 6, c. 30) namentlich gedenkt und von denen er ausdrücklich hervorhebt, dass sie noch zu seiner Zeit in Mesopotamien bestanden hätten.

Noch einen andern Umstand dürfen wir zum Schlusse nicht unerwähnt lassen. Es betrifft eine ganz ungerechte oder doch wenigstens zu weit gehende Anschuldigung, welche man von jeher gegen die chaldäischen Astronomen insgesamt erhoben hat.

„Die Astronomie“, so schreibt Ideler, „artete unter den Chaldäern bald in Astrologie aus, oder vielmehr die letztere war die Pflegerin der erstern; denn die Astronomie verdankt ohne Zweifel ihre früheste Entwicklung grösstentheils dem Bestreben der Menschen, die Zukunft aus dem Stande der Gestirne zu errathen. Ohne diese trügerische, jetzt fast gänzlich ausser Credit gekommene Kunst, der alle Völker des Alterthums, selbst ihre grössten Sternkundigen gehuldigt haben, würde ihr schwerlich ein fast dreitausendjähriges Studium gewidmet worden sein. Strabo spricht zwar von verschiedenen Secten der Chaldäer, von denen sich einige von der Sterndeuterei rein gehalten haben sollen. Dem sei wie ihm wolle; gewiss ist es, dass dieselbe zuerst in Babylon in ein System gebracht worden ist. Dies lehrt schon der Name

[1] A. a. O. I, 198.

Chaldaei, den die Griechen und Römer der ganzen Zunft der Astrologen beigelegt haben."

Niemand wird läugnen, dass diese Schilderung in manchen Punkten zutreffend ist, und es bedarf keines Beweises mehr, dass auch die eigentliche Astrologie (Sterndeuterei, Nativitätsstellerei) in Babylonien in Blüthe stand. War doch das grosse, 72 Bücher umfassende astronomische Werk, welches unter Sargon I. angelegt wurde, wohl fast ausschliesslich astrologischer Natur. Allein was zu einer Zeit sehr im Schwange war, konnte im Laufe der Jahrhunderte als werthlos erachtet werden und sogar der Lächerlichkeit verfallen. So war es einst mit den alchemistischen Künsten, durch welche mehrere Jahrhunderte hindurch die besten Köpfe Zeit und Kraft vergeudeten, bis man die Thorheit erkannte, nach dem „Stein der Weisen" geforscht zu haben, und durch nützliche Arbeiten den Grund zu einer Wissenschaft zu legen begann, welche in unserem Jahrhundert die glänzendsten Triumphe feierte. Sollte nun nicht auch in den nach vielen Jahrhunderten zählenden chaldäischen Astronomenschulen eine ähnliche Ernüchterung Platz gegriffen haben, so dass man mit den astrologischen Hirngespinsten aufräumte und eine echt wissenschaftliche Forschung an deren Stelle setzte?

Zur Ehre der Chaldäer sind wir in der Lage, dies nicht bloss vermuthen, sondern durch vollgiltige Beweise erhärten zu können. Ideler spielte in dem obigen Citat auf eine Stelle bei Strabo (16, 1, § 6) an; aber ihr Sinn ist nicht richtig wiedergegeben. Strabo sagt (l. c.), es gäbe in Babylonien einheimische Weise, die sich mit Sternkunde befassen und Chaldäer genannt werden; dann aber fährt er wörtlich fort: „*Προσποιοῦνται δέ τινες καὶ γενεθλιαλογεῖν, οὓς οὐ καταδέχονται οἱ ἕτεροι.*" Also einige gab es auch, welche sich mit Nativitätsstellerei befassten; aber die übrigen (d. h. die grosse Mehrzahl) wollte von ihnen nichts wissen. Sonach sind es nicht „einige, die sich von Sterndeuterei rein gehalten haben sollen", sondern es sind augenscheinlich nur einige, die sich damit befleckt haben.

Aber hätte Ideler selbst noch daran gezweifelt, dass wenigstens einige die Sterndeuterei verschmähten, so würden ihn die zahlreichen Fragmente astronomischer Tafeln, die mir durch die Güte Strassmaiers vorliegen, eines Bessern belehrt haben. Durch alle geht ein Zug echter, ernster Wissenschaftlichkeit; nirgends finden sich auch nur astrologische Andeutungen. Hätte man aber eine astrologische Tendenz verfolgt, so hätte diese wenigstens in den Ephemeriden oder in den Beobachtungstafeln hervortreten müssen; statt dessen findet man dort nichts als nüchterne Berichte über Himmelserscheinungen mit eingeflochtenen Notizen über wichtigere Ereignisse des Reiches und der königlichen Familie ohne jede astrologische Verknüpfung beider (vgl. u a. Epping und Strassmaier, Zeitschr. f. Assyr. VII, 226).

Wenigstens wissen wir jetzt soviel mit Bestimmtheit: es gab unter den Chaldäern echte Astronomen, die es mit der Wissenschaft ernst nahmen.

Daran wird durch die Aeusserungen einzelner griechischen oder römischen Schriftsteller, welche alles Chaldäische unterscheidungslos in einen Topf werfen, nichts geändert.

Uebrigens darf es nicht wunder nehmen, wenn die chaldäischen Astrologen bei den Griechen und Römern bekannter und angesehener waren als die wirklichen Astronomen; der mysteriöse Einfluss der Sternenwelt auf die Menschengeschicke, welche der Astrologe nach Art eines verwickelten Rechenexempels darzustellen verstand, hatte eben einen ganz andern Reiz als die bescheidenen und nüchternen Entwicklungen des Astronomen. Bezüglich dieser wäre die bekannte wohlmeinende Mahnung eines Horaz (lib. 1, carm. 11):

„Tu ne quaesieris, scire nefas, quem mihi, quem tibi
Finem di dederint, . . . nec Babylonios
Tentaris numeros“,

gewiss ganz überflüssig gewesen.

Vorstehende Rechtfertigung glaubte der Verfasser den wackern Astronomen der Vorzeit, deren Leistungen ihn während zweier Jahre beschäftigen, nicht versagen zu dürfen. Freilich stellten sich im Laufe dieser Arbeit manche Irrthümer der Chaldäer heraus, welche ihren Ruhm schmälern könnten; aber dafür kam auch manches Neue hinzu, was ihnen zum Lobe gereicht. So wird ihnen denn der „Ehrenplatz in der Wissenschaft“, der ihnen in frühern Zeiten eingeräumt und welcher ihnen durch Eppings Studien wieder errungen wurde, unbestritten verbleiben.

Anhang.

Vorläufige Mittheilung einiger bemerkenswerthen Ergebnisse

betreffend die

Planetenrechnungen der Chaldäer

auf Grund mehrerer keilinschriftlichen Fragmente.

Da die Untersuchungen der Mondrechnungstafeln manche interessante Thatsachen festgestellt haben, so sah sich der Verfasser veranlasst, auch den Planetenrechnungstafeln ein besonderes Studium zu widmen.

Derartige Tafeln enthalten für eine lange Reihe von Jahren die Hauptpositionen eines der fünf bekannten Planeten nebst vorangestelltem Datum. So werden für Mercur die heliakischen Auf- und Untergänge am Abend und die heliakischen Auf- und Untergänge am Morgen angegeben, während die Jupitertafeln durchweg fünf Positionen: den heliakischen Aufgang, den ersten Kehrpunkt, die Opposition, den zweiten Kehrpunkt und den heliakischen Untergang enthalten. Von allen diesen Tafeln liegen jedoch nur Bruchstücke vor. Hier mussten daher zunächst die astronomischen Regeln erkannt werden; daran schlossen sich mehrere Restaurationsversuche und schliesslich die Erkenntniss der Zusammengehörigkeit einer ganzen Reihe von Fragmenten zu einer grossen Tafel. Damit regte sich zugleich die Hoffnung, dass auch für die Berechnung der Planeten ein der Lehrtafel S + 2418 analoger Lehrtext existiren möchte, und wirklich fand sich ein solcher an mehreren Stellen. Er bestätigte nicht nur die vorausgegangene Untersuchung der Zahlencolumnen, sondern führte auch zur Erkenntniss ganz neuer astronomischen termini technici. Die Art der Abfassung der Regeln ist jedoch jener der Lehrtafel S + 2418 ungemein ähnlich.

Von ganz besonderem Interesse ist im Hinblick auf die zwei verschiedenen Mondrechnungssysteme, welche den Gegenstand der vorausgegangenen Untersuchungen bilden, dass auch für den gleichen Planeten ganz verschiedene Systeme auftreten, die aber mit jenen des Mondes nicht nur eine grosse Verwandtschaft, sondern auch ausschliesslich ungefähr das gleiche Alter aufweisen.

Diese Thatsache wird durch die Jupitertafeln am besten bezeugt. Es bieten sich uns hiervon drei verschiedene Systeme dar, welche wir hier kurz charakterisiren wollen.

System A. Die Bildungsregel der Längencolumnen für die fünf Positionen hat hier die primitivste Form. Von einer Position bis zur nächsten gleichnamigen (z. B. von einem heliakischen Aufgang zum andern) legt Jupiter

zwischen	0^0 ♐	und	25^0 ♊,	also während	205^0,	stets	36^0,
„	25^0 ♊	„	0^0 ♐,	„	„ 135^0,	„	30^0

zurück. Hieraus berechnet sich der mittlere synodische Lauf des Jupiter zu $33^0\ 25'$.

Diese Darstellung des anomalistischen Laufs des Jupiter ist jener des Sonnenlaufs in System II unserer Mondtafeln ganz ähnlich.

Die ursprüngliche Tafel umfasst nachweisbar 71 Jahre, d. h. einen Zeitraum, nach welchem der Jupiter im gleichen Monat und auf den gleichen Tag nahezu wieder dieselbe Ekliptikposition einnimmt.

Das Alter des Systems reicht den Tafeln zufolge bis in den Anfang des 2. Jahrhunderts v. Chr. zurück, und die Jahreszahlen gehen wenigstens bis 217 S. Ä. (= 95 v. Chr.) herab. Aehnliches ergab sich für das Mondsystem II.

System B. Dieses zeigt in der Schematisirung des Jupiterlaufs schon einen gewissen Fortschritt; der synodische Lauf des Jupiter beträgt nämlich hier

zwischen	9^0 ♋	und	9^0 ♏,	also während	120^0,	stets	30^0,
„	9^0 ♏	„	2^0 ♑,	„	„ 53^0,	„	$33^0\ 45'$.
„	2^0 ♑	„	17^0 ♉,	„	„ 135^0,	„	36^0,
„	17^0 ♉	„	9^0 ♋,	„	„ 52^0,	„	$33^0\ 45'$.

Der sich aus diesem Schema ergebende mittlere Werth des synodischen Laufs (= $33^0\ 20'\ 37''$) kommt der Wahrheit schon näher als der des Systems A; aber beide Systeme verrathen noch grosse Aehnlichkeit miteinander.

Die vom Verfasser zusammengesetzte grosse Tafel umfasst gleichfalls 71 Jahre (von 180 bis 251 S. Ä.), die sich auf die Vorder- und Rückseite vertheilen; aus den erhaltenen Jahreszahlen und der Bruchskizze des Tablets kann man sicher entnehmen, dass System B kaum erheblich jünger ist als System A. Andererseits liegt uns kein Tablet vor, das über 251 S. Ä. (= 61 v. Chr.) herabgeht.

Sehr verschieden von den eben besprochenen Einrichtungen ist

System C. Zunächst ist die Structur der Längencolumne eine ganz andere. Die Aenderungen der Länge wechseln hier nach dem bekannten Gesetze einer abwechselnd steigenden und fallenden arithmetischen Reihe — ganz so wie es mit dem Sonnenlauf in Col. *A* von System I der Fall ist (vgl. S. 89). Das ideale Maximum jener Aenderung = $38^0\ 2'$, das ideale Minimum = $28^0\ 15'\ 30''$. Hieraus folgt als Mittelwerth des synodischen Jupiterumlaufs $33^0\ 8'\ 45''$, welchem eine Umlaufszeit von $398^d,88896$ entspricht[1]. Dieser Betrag ist zwar um rund 7 Minuten grösser als derjenige, welcher sich aus Leverriers Tafeln ergibt; allein spätere Er-

[1] Hierbei wurde das chaldäische siderische Jahr = $365^d,25953$ angenommen, wie es sich S. 91 ergab.

örterungen werden zeigen, dass der Fehler bedeutend geringer ist als jener Unterschied. Gewiss ein neues schönes Zeugniss für die Leistungsfähigkeit der chaldäischen Astronomen!

Aber auch die babylonischen Daten werden in System C genauer bestimmt und mit Hilfe einer arithmetischen Differenzenreihe geregelt. Da dies in Col. *G* der Mondtafeln des Systems I (vgl. S. 23) gerade so geschieht, so liegt darin ein neuer Beweis für die Verwandtschaft der beiden Systeme.

Aus der gesetzmässigen Beziehung der Längencolumne zu der Datencolumne ergibt sich weiter noch mit Bestimmtheit, dass der Erfinder des Systems C die Gleichung einhielt:

391 synodische Jupiterumläufe = 427 siderischen Jahren.

Das älteste uns zu Gebote stehende Tablet dieser Art beginnt erst mit dem Jahre 190 S. Ä. (= 122 v. Chr.).

Dies sind einige der wichtigsten Resultate, zu welchen die Untersuchung der Jupitertafeln geführt hat. Aehnliches liesse sich auch über die andern Planeten berichten; nur war hier die Aufgabe weit schwieriger. Grund hiervon ist die Dürftigkeit und der schlechte Zustand des keilinschriftlichen Materials und bei den „untern“ Planeten noch überdies die wegen des Uebereinandergreifens der synodischen Umlaufbogen sich sehr verwickelt gestaltende Analyse.

Diese kurzen Andeutungen müssen einstweilen genügen. Sie sollen eine Ergänzung und Bestätigung dessen sein, was wir bezüglich der zwei verschiedenen Mondsysteme bemerkt haben. Diese führten uns zur Annahme zweier verschiedenen Schulen, die selbst noch gleichzeitig bestanden haben; auch die drei erwähnten Planetensysteme fordern diese Annahme, da das dritte von den beiden übrigen sich scharf unterscheidet. Andererseits ist es im höchsten Grade wahrscheinlich, dass System A der Jupitertafeln und System II der Mondtafeln einerseits und System C und System I andererseits aus den nämlichen Schulen hervorgegangen sind.

Gerade das letztere — der gemeinsame Ursprung von System C der Planetentafeln und System I der Mondtafeln — hat mit Rücksicht auf die S. 50 ff. erörterte Prioritätsfrage[1] noch eine besondere Wichtigkeit. Zwar lassen uns die Jupitertafeln hier im Stich, da augenblicklich keine vorliegt, deren Jahreszahlen über 122 v. Chr. hinaufreicht. Allein dafür bietet eine Saturntafel, die ebenfalls dem System C angehört, den gewünschten Ersatz; es ist dies das Fragment Sp. II, 62, welches in der ersten Zeile das Jahr 155 S. Ä. (= 157 v. Chr.) aufweist. Diese Thatsache macht es sehr wahrscheinlich, dass unser damit ganz gleichartiges Mondsystem I ebenfalls ein bedeutend höheres Alter beanspruchen darf, als aus der Mondtafel Sp. I, 162 (vom Jahre 133 v. Chr.) allein sich ergeben könnte. Denn es ist doch nicht gut denkbar, dass die chaldäischen Astronomen zur nämlichen Zeit, wo sie

[1] Die Unabhängigkeit der chaldäischen Astronomen von ihrem Fachgenossen auf Rhodos zeigt sich auch darin, dass ihre Planetenperioden von den seinen (Almag. lib. 9, c. 3) ganz entschieden abweichen. Nach Hipparch vollführt z. B. Jupiter nach 65 Restitutionen der Anomalie 6 Umläufe — 4° 50′. Hieraus ergibt sich für den synodischen Umlauf ein Bogen von 33° 9′ 23″, ein Werth, der an Genauigkeit dem chaldäischen (aus System C) nachsteht.

die Planetenbewegung durch ein verfeinertes System darstellten, dem viel wichtigern Mond diese Aufmerksamkeit versagten.

Die Planetenrechnungstafeln sind aber nicht bloss in astronomischer, sondern auch in chronologischer Beziehung von entschiedener Bedeutung. Ihre Untersuchung befähigt uns nämlich, eine ganz bestimmte Ordnung der babylonischen Schaltjahre zu erkennen, ein Vortheil, der sich aus dem Zusammenwirken dreier günstigen Umstände ergibt.

Erstens erstrecken sich die genannten Tafeln über sehr grosse Zeiträume (beim Jupiter sind es ja 71 Jahre, während unsere Mondfinsternisstafel Nr. 93 nur 24 Jahre umfasst). Zweitens enthalten sie für ein und dasselbe Jahr mehrere Daten, entsprechend den verschiedenen Positionen (so des Jupiters im heliakischen Aufgang, ersten Kehrpunkt, Opposition, zweiten Kehrpunkt und heliakischen Untergang), wodurch es oft möglich wird, schadhafte Stellen mit Sicherheit zu ergänzen und die Folge der einzelnen Monate bezw. die Lage der Schaltmonate zu bestimmen. Drittens liegen uns Tafeln von ganz verschiedenartigen Systemen vor, welche zweifellos auch auf verschiedene Astronomenschulen hinweisen. Ihre Uebereinstimmung bezüglich der Schaltmethode beweist daher nicht nur deren damalige allgemeine Giltigkeit, sondern spricht auch sehr dafür, dass man sich hierin auf eine feste Ueberlieferung stützte. Letzterer Umstand ist deshalb nicht ausser acht zu lassen, weil unsere Planetenrechnungstafeln nicht bis in das 3. Jahrhundert v. Chr. hinaufreichen.

Welches ist nun die in diesen Documenten liegende Ordnung der Schaltmonate? Es ist keine andere als jene, welche schon Epping und Strassmaier[1] bei Besprechung der „Saros-Tafel" Sp. II, 71 für eine grössere Anzahl von Einzelfällen aufgestellt und ungefähr also formulirt haben: Dividirt man die Jahreszahl der Arsacidischen und der Seleucidischen Aera durch 19, so verräth sich ein Schaltjahr durch einen der folgenden Reste:

für A. Ä. . . .	0	2	5	8	11*	13	16,
für S. Ä. . . .	7	9	12	15	18*	1	4,

wobei das Sternchen auf einen 2. Elul hinweist. Mit Recht fügten aber Epping und Strassmaier damals bei: „Ob nun in der Arsacidischen Aera die nach Metonschem Muster aufgestellte Regel immer innegehalten worden ist, lässt sich noch nicht entscheiden." Es ist eben jede Schaltregel zwar in dem natürlichen Unterschied von Mond- und Sonnenjahr begründet, aber die Art und Weise der Schaltung hing von dem freien Ermessen derer ab, von denen sie eingeführt wurde. Da können aprioristische Speculationen nicht zum Ziele führen, sondern die positiven Quellen, (d. h. in unserem Falle) die astronomischen Keilinschriften, geben die Entscheidung. Charakteristisch für die aus den Planetenrechnungstafeln mit Sicherheit sich ergebende Schaltordnung ist ganz besonders die regelmässige Wiederkehr eines 2. Elul nach einem Cyklus von 19 Jahren und das sonstige Fehlen desselben.

Dies führt uns zu einer nothwendigen Berichtigung einer Stelle der in diesem Buche bearbeiteten Mondfinsternisstafel Nr. 93. S. 56, Z. 32 heisst es dort: 151 S. Ä. Šabâtu. In der That schienen die erhaltenen Spuren des lädirten Keiltextes diese Lesung zu rechtfertigen, und dann musste das Jahr 151 S. Ä. einen 2. Adar haben, wie denn auch S. 64, Z. 185 des grossen

[1] Zeitschr. für Assyriol. VIII, 149 ff.

Schemas angenommen wurde. Das ist jedoch nicht richtig, da gemäss der klaren Stelle der Jupiterrechnungstafel Sp. II, 101 das Jahr 151 S. Ä. einen 2. Elul aufweist. Wir wollen hierfür sogleich den Beweis erbringen; es genügen dazu die zwei ausgezeichnet erhaltenen Zeilen:

	Zweiter Kehrpunkt			Heliakischer Untergang		
Zeile	Jahr S. Ä.	Monat und Tag	Babylonische Länge	Jahr S. Ä.	Monat und Tag	Babylonische Länge
16	150	Tišrîtu 10	18° 42′ ♒	150	Šabâtu 22	4° 36′ ♓
17	151	Tišrîtu 28	24° 42′ ♓	151	Adâru 10	10° 36′ ♈

Da der Jupiter dem babylonischen Schema zufolge von 150 Tišritu 10^d bis 151 Tišritu 28^d einen Bogen von 36° zurücklegt, so muss dieser Zeitraum beiläufig $\frac{360 + 36}{360} \cdot 365^d{,}26 = 401^d{,}78$, also etwa $47^d{,}5$ mehr als zwölf synodische Monate betragen. Das ist aber nur dann der Fall, wenn entweder das Jahr 150 einen 2. Adar oder das Jahr 151 einen 2. Elul hat. Da nun die Mondfinsternisstafel Nr. 93 das Jahr 150 als ein gemeines, das Jahr 151 als ein Schaltjahr bestimmt und uns nur darüber in Ungewissheit lässt, ob letzterem ein 2. Adar oder ein 2. Elul eigen ist, so wissen wir jetzt ganz sicher, dass letzteres der Fall ist. Daraus folgt dann weiter, dass es in der angezogenen Stelle der Mondfinsternisstafel nicht: 151 S. Ä. Šabâtu, sondern Tebitu heissen muss, und dass auch S. 64, Z. 179—184 eine entsprechende Verschiebung der Monatsnamen einzutreten hat.

Wir haben bei obiger Beweisführung die Tafeln Nr. 93 und Sp. II, 101 miteinander in Verbindung gebracht; dazu berechtigte uns vollauf die innige Verwandtschaft, welche rücksichtlich der Anlage zwischen beiden Systemen besteht.

Damit ist der Zweck des Anhangs erfüllt. Wenn aber jemand die oben aufgestellte Regel bezüglich der Arsacidischen Aera bedenklich finden sollte, so ist es einstweilen rathsam, die vielleicht übersehene Note 1 zu S. 10 eingehender zu würdigen und das Erscheinen der dort angekündigten Arbeit abzuwarten. Auf diese Weise wird allen nutzlosen Streitigkeiten vorgebeugt.

Ergänzende Bemerkungen.

S. 79 u. 99. Es ergab sich, dass die Jahrespunkte in System I auf den achten und in System II auf den zehnten Grad fallen. Sollte etwa Manilius hiervon nicht eine wenn auch nur mittelbare und unsichere Kenntniss gehabt haben, als er in seinem bekannten Lehrgedicht (III, 680) bezüglich der verschiedenen Ansichten über die Jahrespunkte sich also äusserte:

> „Has quidem vires octava in parte reponunt;
> Sunt quibus esse placet decimas; nec defuit auctor
> Qui primae momenta daret frenosque dierum“?

S. 80 (n. 43) ff. Es versteht sich zwar von selbst, dass unsere Darlegung die durch mehrere Expeditionen festgestellte Lage des alten Babil in keiner Weise in Frage zieht. Aber um allen Missverständnissen vorzubeugen, sei ausdrücklich betont, dass es sich für uns einzig und allein um die geographische Breite jener babylonischen Sternwarte handelt, der unser Mondsystem II entstammt, und jener, welche Ptolemäus im Auge hat, wenn er von dem längsten Tag oder der Breite von Babylon spricht.

S. 99. Auffallenderweise finden wir die chaldäische Berechnung der Tagesdauer (System I) bei mehreren griechischen und römischen Autoren wieder; so bei Martianus Capella VIII, 878; Manilius, Astron. III, 443 ff., und besonders durchsichtig bei Kleomedes in seiner *Κυκλὴ θεωρία μετεώρων* I, 6. Hier heisst es: „Die Zunahme der Tage und der Nächte schreitet aber nicht jeden Tag in gleicher Weise fort, sondern wenn der Tag einmal angefangen hat zu wachsen, so nimmt er im ersten Monat um den zwölften Theil der Differenz zu, die zwischen dem grössten und dem kleinsten Tag besteht, im zweiten Monat um den sechsten Theil und im dritten Monat um den vierten Theil. Im vierten Monat beträgt die Zunahme dann wieder ein Viertel, im fünften ein Sechstel, im sechsten ein Zwölftel. Wenn also beispielsweise die Differenz zwischen dem längsten und kürzesten Tag 6 Stunden beträgt, so macht das an Zunahme für den Tag aus: im ersten Monat $^1/_2$ Stunde, im zweiten 1 Stunde, im dritten $1^1/_2$ Stunden, zusammen 3 Stunden in dem dreimonatlichen Zeitraum; im vierten Monat wieder $1^1/_2$ Stunden, im fünften 1 Stunde, im sechsten $^1/_2$ Stunde. Das macht also im ganzen 6 Stunden, gleich der Differenz zwischen dem längsten und kürzesten Tag.“ [1]

Nach dieser Auffassung stehen also die Beträge, um welche die Tage in den drei Monaten vom Wintersolstitium bis zum Frühlingsäquinoctium zunehmen, in dem einfachen Verhältniss 1 : 2 : 3 und die Beträge für die folgenden drei Monate in dem umgekehrten Verhältniss 3 : 2 : 1. Das alles steht im schönsten Einklang mit der Anordnung unseres chaldäischen Schemas. Nur weist dieses noch eine grössere Feinheit auf, indem es den ursächlichen Zusammenhang der Tagesdauer mit dem Sonnenstand zum Ausdruck bringt

---

[1] Da mir augenblicklich der griechische Text nicht zur Verfügung steht, so entnehme ich jene Stelle der ausgezeichneten Schrift: Die antiken Stundenangaben von Dr. Gust. Bilfinger (Stuttgart, Kohlhammer, 1888) S. 154.

und nicht bloss über die monatliche, sondern auch über die tägliche Aenderung der Tagesdauer Aufschluss gibt.

Die gedachte Uebereinstimmung gestattet jedoch noch nicht den Schluss, das von Kleomedes eingeschlagene Verfahren sei chaldäischen Ursprungs. Dies ist nämlich um so weniger sicher, als obige Zahlenverhältnisse nicht nur die denkbar einfachsten sind, sondern auch der Wirklichkeit recht nahe kommen, und somit auch unabhängig von den Chaldäern gefunden werden konnten.

S. 150 (n. 80) u. ff. Ueber die Berechnung der Finsternisse findet sich allerdings — wie ich nachträglich sehe — eine kurze Angabe in S + 2418 Obv., Col. I, Z. 10—14, rechts. Die Transscription der wenigen Zeichen lautet:

Num u sik ša ku atalû a-du 20 du ina num itti 17 24 tab ina sik Zi.

Es handelt sich hier offenbar um eine Bemerkung, die ihrer Natur nach an das untere Ende der Tafel gehört, wo von der Breite des Mondes die Rede ist und wo sicher auch manches über die Berechnung der Finsternisse stand, was aber leider ganz zerstört ist.

Num u sik ša ku atalû. Trotz der gewöhnlichen astronomischen Bedeutung von *ku* = Widder scheint doch hier *ku* = Knoten zu sein. Beides lässt sich aber auch in Einklang bringen, indem es wohl möglich ist, dass der chaldäische Astronom bei seinen Erklärungen von dem Fall ausgeht, wo der Mondknoten in das Sternbild des Widders fiel. Dann dürften wir übersetzen: Nördlich und südlich (d. h. bei nördlichem oder südlichem Stand des Mondes) vom Widder — eine Finsterniss (ist möglich). Da im Vorausgehenden (Z. 2—10) zweifellos vom Vollmond die Rede ist (vgl. S. 67), so ist hier gewiss die Mondfinsterniss gemeint.

Das Folgende lehnt sich an unsere Ergebnisse aus Col. *F* an. *A-du 20 du* erinnert an die Thatsache, dass der Breite 1' 44'' 24''' in Col. *E* wirklich der zwanzigfache Betrag in der Hilfscolumne *Φ*, d. h. der Werth 34' 48'' entspricht.

Ina num itti 17' 24'' tab ina sik Zi zeigt an, dass der Nullpunkt in Col. *Φ* nicht der Breite 0 entspricht, sondern 17' 24'' weiter rückwärts (d. h. nördlich, wenn der verfinsterte Vollmond im Süden steht), oder wie sich der chaldäische Astronom ausdrückt: Im Norden zu 17' 24'' wird addirt im Süden das *Zi*. Letzteres gibt uns auch einen willkommenen Fingerzeig für die Deutung der in Rede stehenden Grösse. *Zi ša Sin* war der Betrag der täglichen Mondbewegung (wahrscheinlich ursprünglich durch die Verspätung der täglichen Mondculmination oder des Mondaufgangs gemessen). Nun denn, so ist es auch wohl nicht allzu gewagt, dem *Zi* hier eine ähnliche Bedeutung beizulegen und darunter den Bogenabstand des Vollmondes vom nächsten Knoten zu verstehen. Prüfen wir diese Vermuthung eingehender. Gesetzt, sie sei richtig, dann muss zur babylonischen Mondbreite 1' 44'' 24''', über welche hinaus — nach unsern frühern Darlegungen — eine Mondfinsterniss unmöglich ist, eine Knotendistanz des Mondes von 17' 24'' gehören, d. h. diese müsste das Zehnfache der augenblicklichen Mondbreite betragen. Auf die von den Chaldäern gewählten Bogenmasse kommt es hierbei zunächst nicht an, sondern nur auf das Verhältniss (1 : 10) der beiden Grössen.

Nehmen wir nun den Mittelwerth der grössten Breiten, welche die Grenze einer partiellen Mondfinsterniss bezeichnen, zu 58' an, so ergibt sich als entsprechender mittlerer Knotenabstand beiläufig 11°. Auf diese Weise kommen wir obigem Verhältniss schon recht nahe. Durch eine Reihe von Beobachtungen konnten indes die Chaldäer angesichts der grossen Schwankungen jenes Knotenabstandes (etwa zwischen 7^0 und 13^0) dessen Mittelwerth $= 10^0$ und dessen Verhältniss zur Breite $= 10 : 1$ festsetzen.

So annehmbar diese Erklärung erscheint, so wollen wir dennoch darauf nicht gar zu viel Gewicht legen. Es ist nämlich unschwer einzusehen, dass die Chaldäer die obige Mondbreite von $1^{\text{I}}\ 44^{\text{II}}\ 24^{\text{III}}$ zu hoch angesetzt haben, infolgedessen ihr Verhältniss zur Knotenentfernung (die man wohl auch direct gemessen hatte) zu gross ausfiel. Zur Begründung sei zunächst darauf hingewiesen, dass nach dem System der Mondfinsternisstafel Nr. 93 mehrere Male noch eine merkliche Finsterniss angegeben wird, wiewohl dieselbe nicht stattfinden konnte, während niemals eine Finsterniss als ausfallend (*bat*) bezeichnet wird, die dennoch eingetroffen wäre. Dazu kommt noch ein zweiter Grund: Was immer die Zahlen der babylonischen Mondbreite der Col. E ausdrücken mögen, ob wirkliche Breite oder nur eine Function derselben (vgl. S. 139), so muss doch das Verhältniss des Maximums von E ($= 7^{\text{I}}\ 12^{\text{II}}$) zu dem grössten E, das noch eine Verfinsterung gestattet ($= 1^{\text{I}}\ 44^{\text{II}}\ 24^{\text{III}}$), beiläufig gleich oder grösser, gewiss aber nicht kleiner sein als das Verhältniss aus den entsprechenden Grössen der wahren Mondbreite ($5^0 : 58'$).

Nun ist aber gerade das Umgekehrte der Fall; denn es ist $7^{\text{I}}\ 12^{\text{II}} : 1^{\text{I}}\ 44^{\text{II}}\ 24^{\text{III}} < 5^0 : 58'$. Statt $1^{\text{I}}\ 44^{\text{II}}\ 24^{\text{III}}$ müsste etwa $1^{\text{I}}\ 24^{\text{II}}$ stehen, wenn in Col. E wirkliche Breite vorliegt, und noch etwas weniger, wenn nur die früher angedeutete Function der Breite gemeint sein sollte.

Unter der ersten Voraussetzung ist die Gleichung erlaubt: $7^{\text{I}}\ 12^{\text{II}} = 5^0$ und damit auch $17^{\text{I}}\ 24^{\text{II}} = 12^0\ 11'$. Nach unserer Deutung des Werthes $17^{\text{I}}\ 24^{\text{II}}$ würde damit zugleich gesagt sein: Die Chaldäer hielten eine Mondfinsterniss für unmöglich, wenn der Vollmond vom nächsten Knoten um $12^0\ 11'$ absteht. Das wäre für ein einfaches System ein recht brauchbarer Werth.

Jedenfalls ist durch die bisherigen Erörterungen kaum mehr zweifelhaft, dass Col. Φ, die aus Col. E unmittelbar hervorgeht, den Bogenabstand des Vollmondes von einem um $17^{\text{I}}\ 24^{\text{II}}$ jenseits des nächsten Knotens liegenden Punkte darstellt. Freilich bleibt hierbei räthselhaft, warum man nicht den Knoten selbst zum Ausgangspunkte der Zählung machte.

Aber noch eine andere Frage harrt der Lösung: Kann die früher gegebene Deutung der Col. F als „Grösse der Finsterniss" neben der obigen Erklärung der Col. Φ noch bestehen? Ganz gewiss!

Dafür spricht sehr klar der Umstand, dass bei der zweiten Gruppe der Tabelle auf S. 151, wo es sich um bemerkenswerthere bis zur Totalität fortschreitende Finsternisse handelt, stets Ergänzungswerthe stehen, die mit abnehmendem Φ gesetzmässig zunehmen und recht gut als Ausdruck für die Grösse der zunehmenden Finsterniss betrachtet werden dürfen. Es leuchtet aber auch ein, warum in der ersten und dritten Gruppe in der Regel auf die Einführung von Ergänzungswerthen verzichtet wurde. In der ersten war es eben schon durch die geringe Grösse von Φ klar, dass die Finsterniss total werden musste, und in der dritten waren die Finsternisse in der Regel zu unbedeutend oder zu unsicher, um für sie eigens die Grösse anzugeben.

Mit der Annäherung des Mondes an den Knoten um 1^{I} des babylonischen Bogenmasses nahm also die Finsterniss um einen Grad zu. Einstweilen müssen wir aber darauf verzichten, die Natur und Grösse dieses Finsternissgrades näher zu bestimmen.

Keilinschriftliche Beilagen

enthaltend

Fragmente von Mondrechnungstafeln zweier verschiedenen Systeme

aus der Sammlung des Britischen Museums zu London

nach den vom Verfasser angefertigten Abschriften der Original-Copien

von **J. N. Strassmaier** S. J.

auf photo-lithographischem Wege hergestellt.

Bemerkungen.

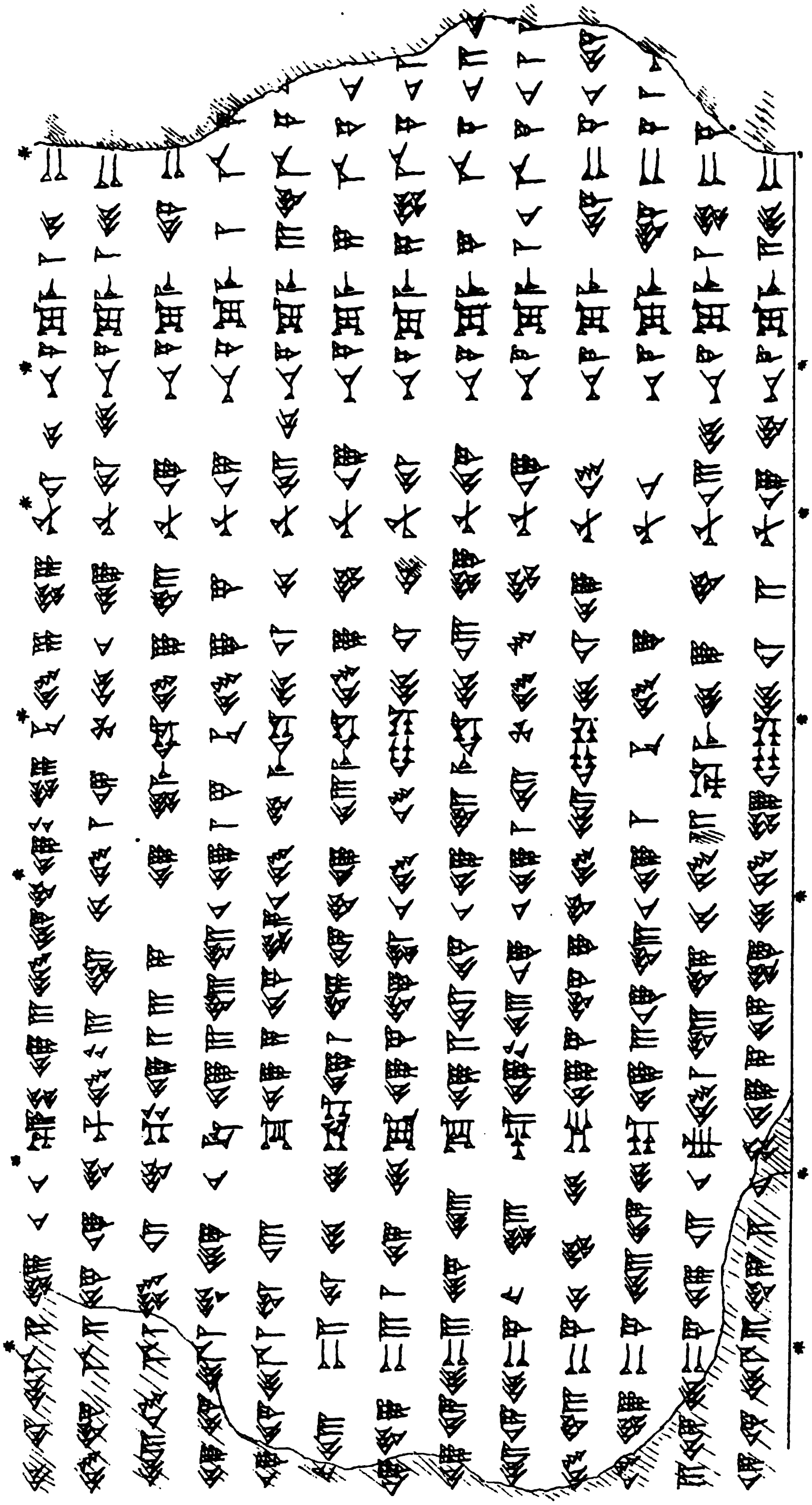
1. Wie schon eingangs betont wurde, haben die folgenden Copien den ausschliesslichen Zweck, als Grundlage der vorstehenden Untersuchungen zu dienen.

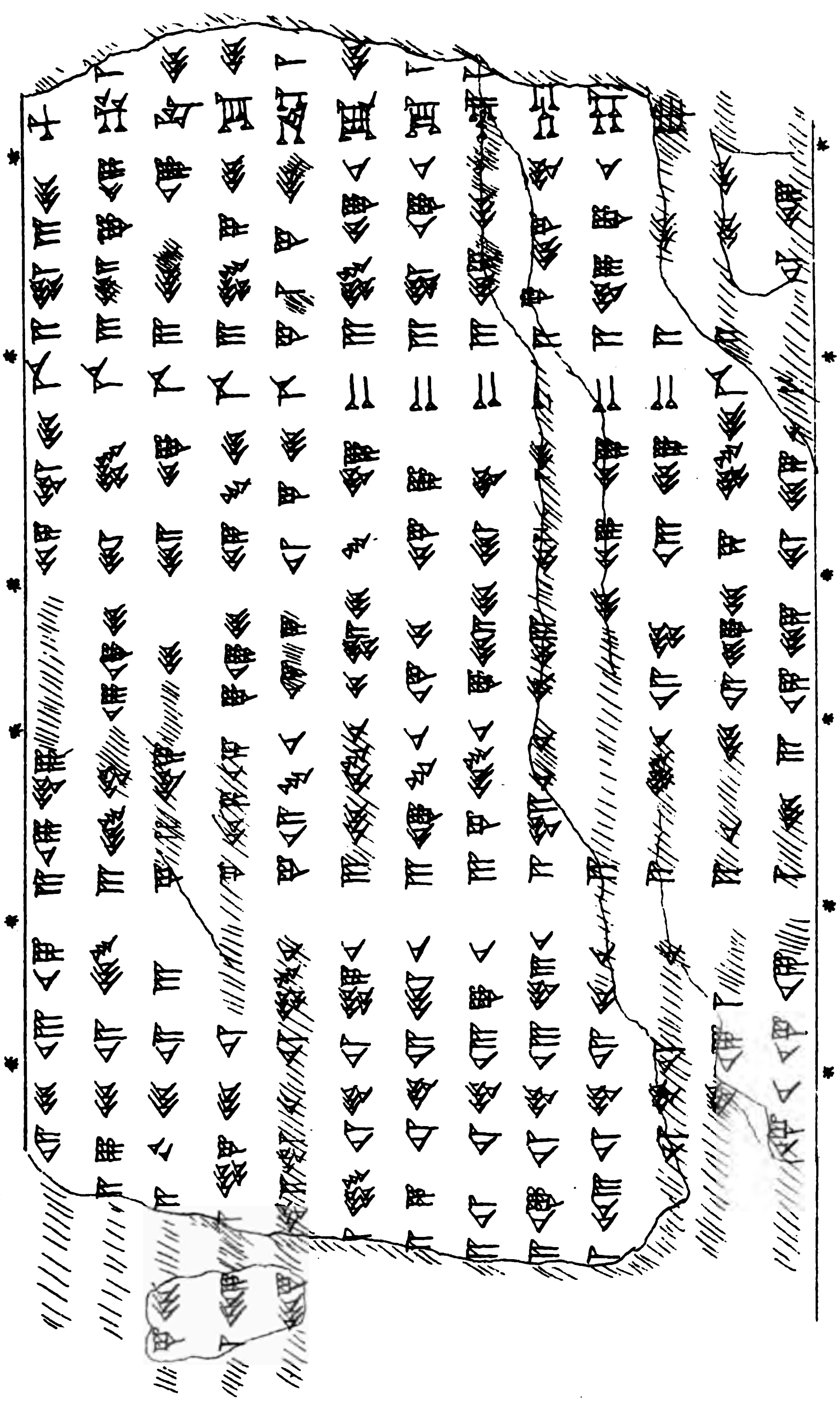
2. Eine Aenderung durfte daher in den Originalcopien nicht vorgenommen werden, wiewohl die Evidenz unserer Ergebnisse zu mehreren kleinen Verbesserungen und zu zahlreichen Ergänzungen zu berechtigen schien.

3. Das bei der Abschrift eingeschlagene Verfahren bürgt dafür, dass die Gestalt und selbst die räumliche Anordnung der Keilzeichen treu gewahrt wurden; da jedoch auf diese Weise die einzelnen Columnen oft sehr schwer auseinander zu halten wären, so wurden oben und unten jeweils zwei (**) als Trennungszeichen angebracht.

Tafel I.

Sp. I. 162. Obvers.



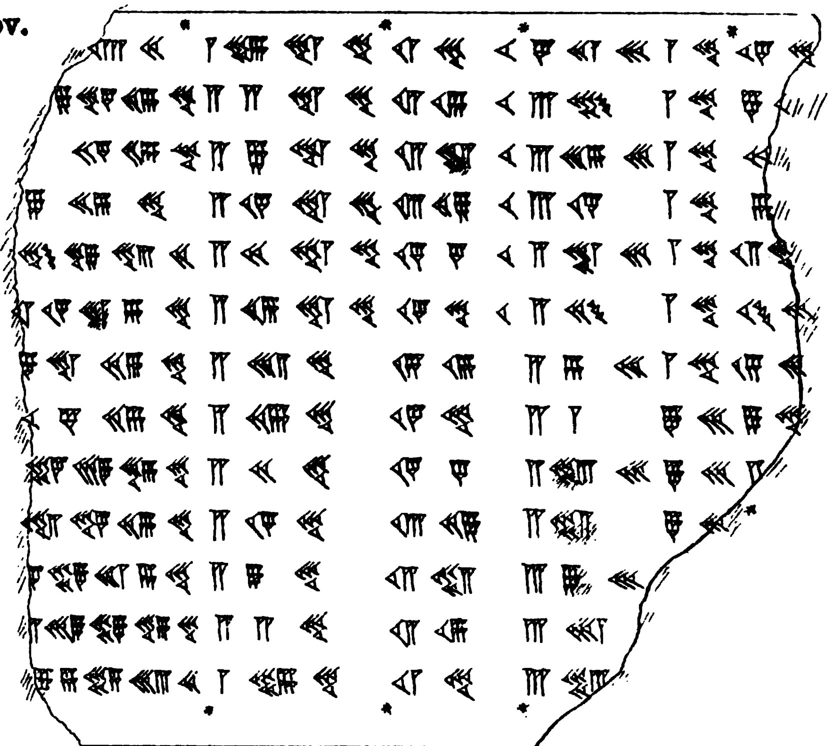


Sp. I. 162. Revers.

Tafel III.

Sp. I. 143. Fragment einer grossen Tafel:

Obv.

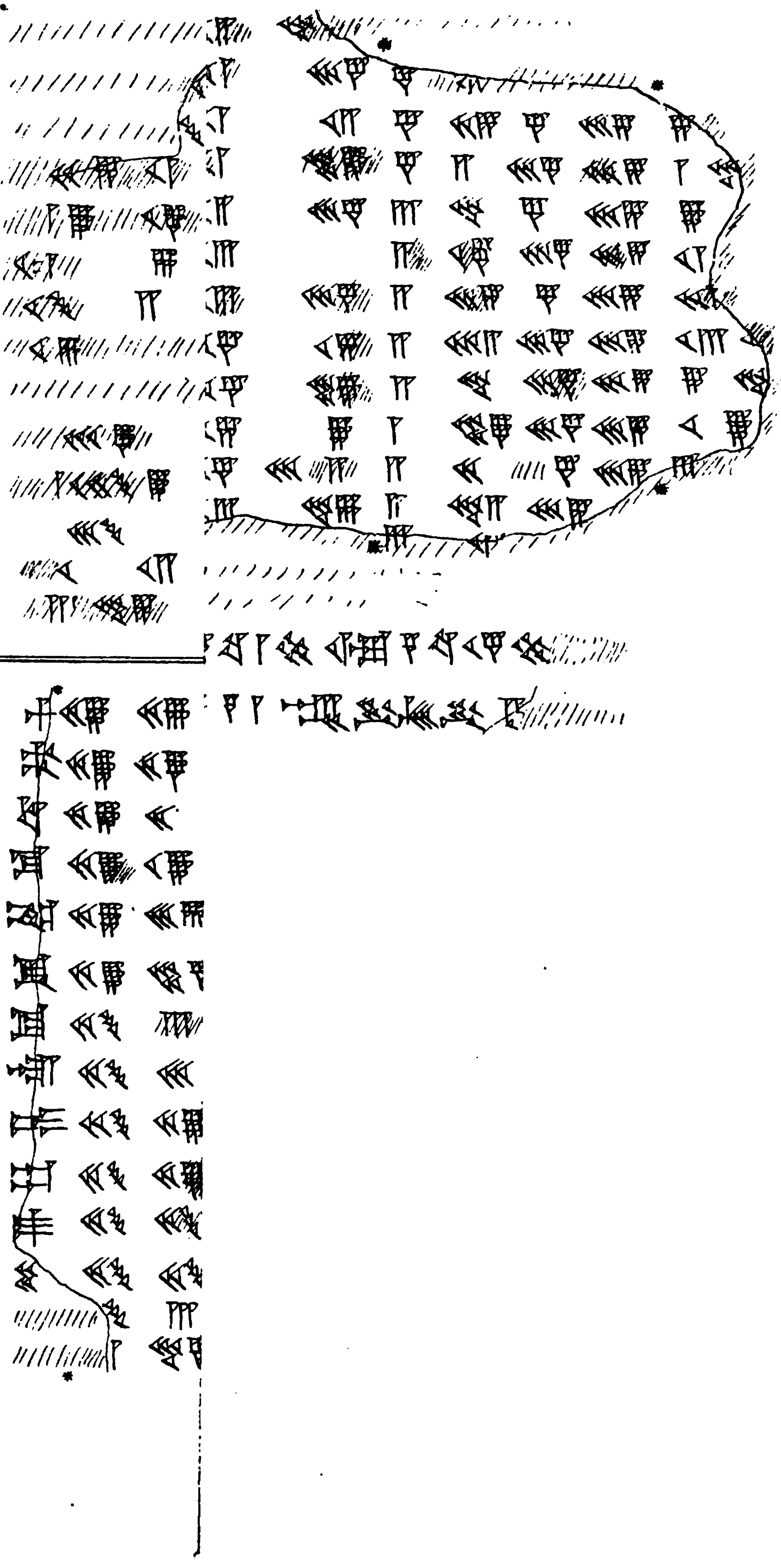


Rev.

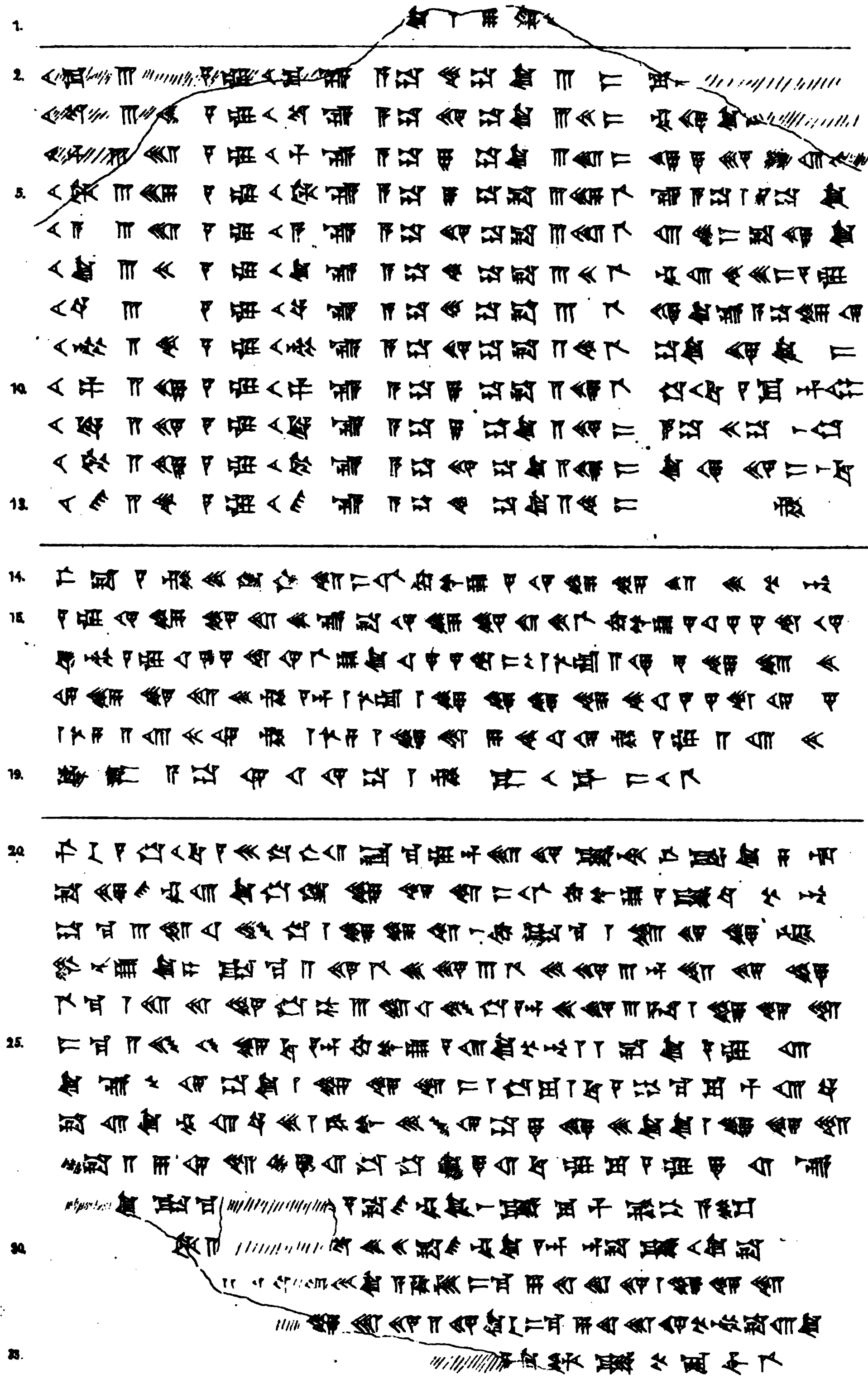
Nr. 9

Obv.

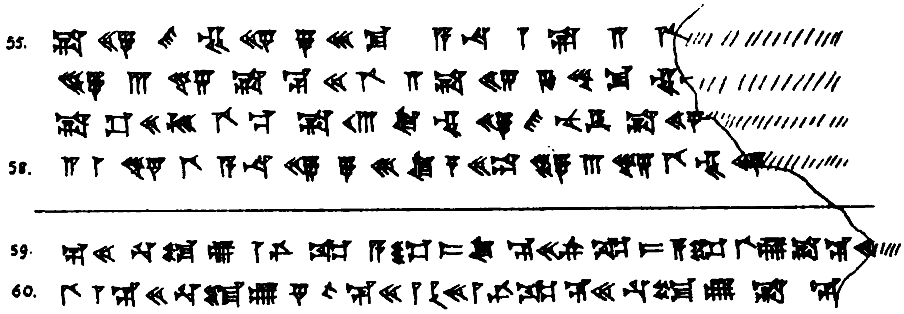
Rev.



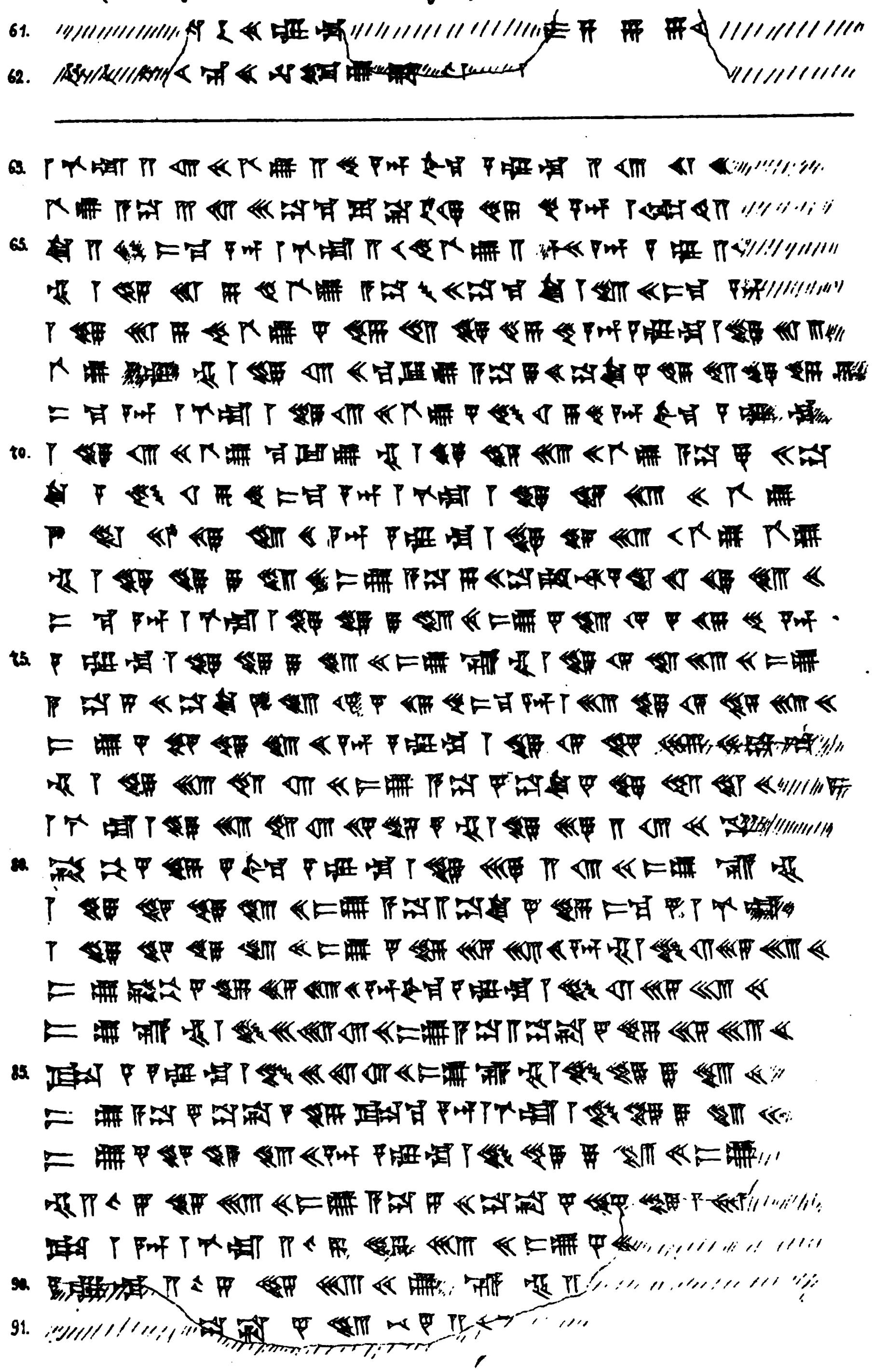
S + 2418. Obvers Col. I. (Z. 1—33.)



S + 2418. Col. II u. III. (Z. 55—91.)



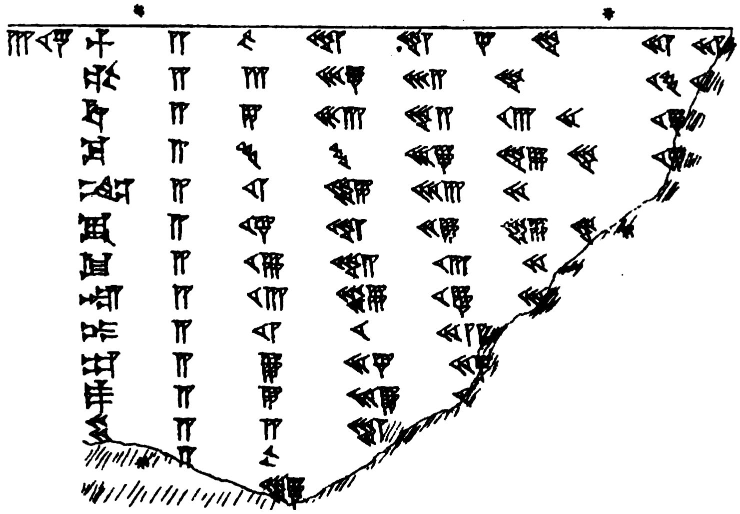
(Hier schließt Obv. Col. II u. Rev. Col. III beginnt)



Sp. II. 80. Fragment einer grossen Tafel: 

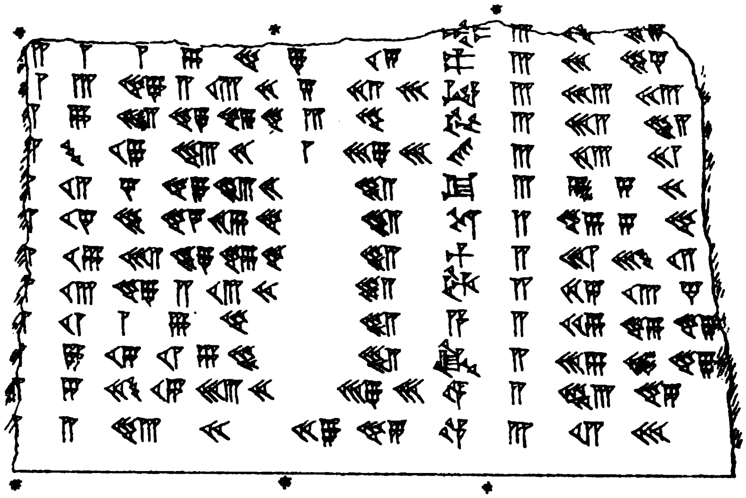
Obv.

Rev.



Sp. II. 110.

Rev.



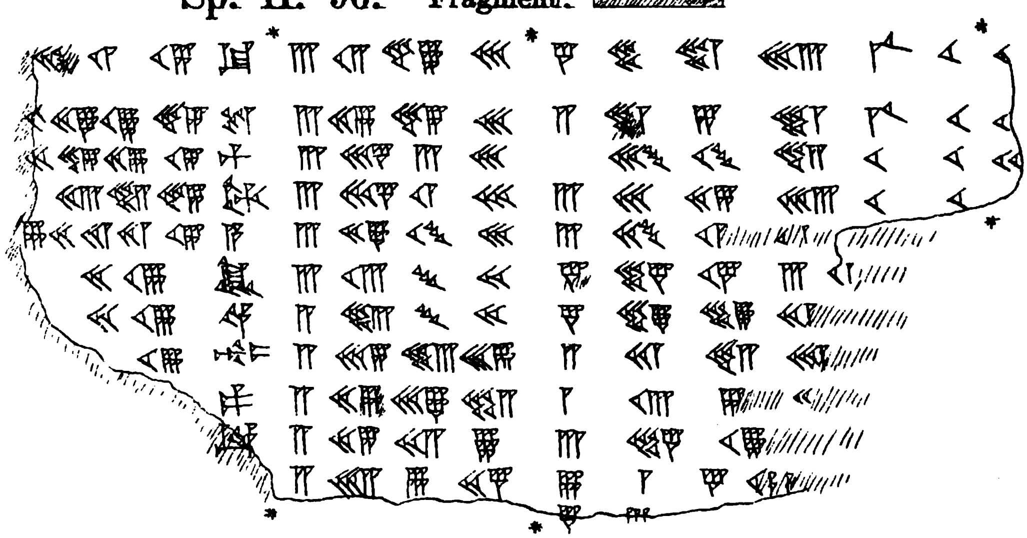
Tafel VIII.

Sp. II. 105. Fragment: 

Obv.

Rev.

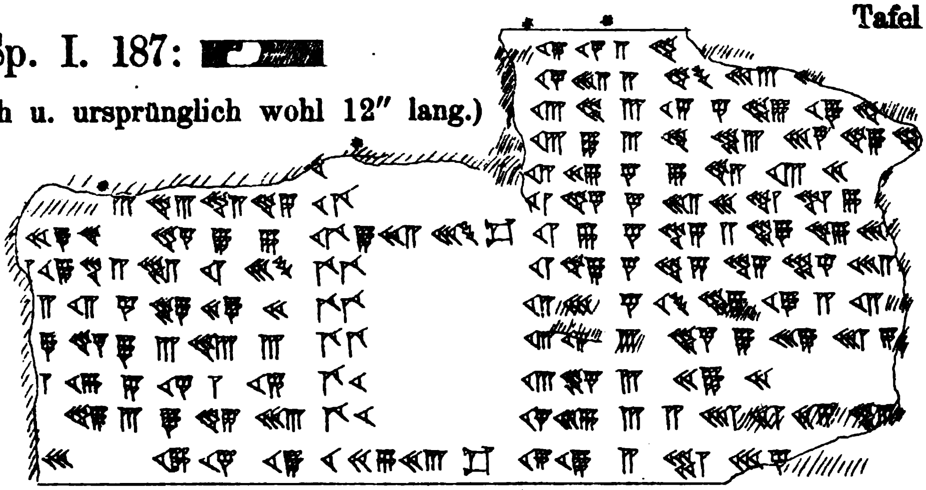
Sp. II. 96. Fragment: 



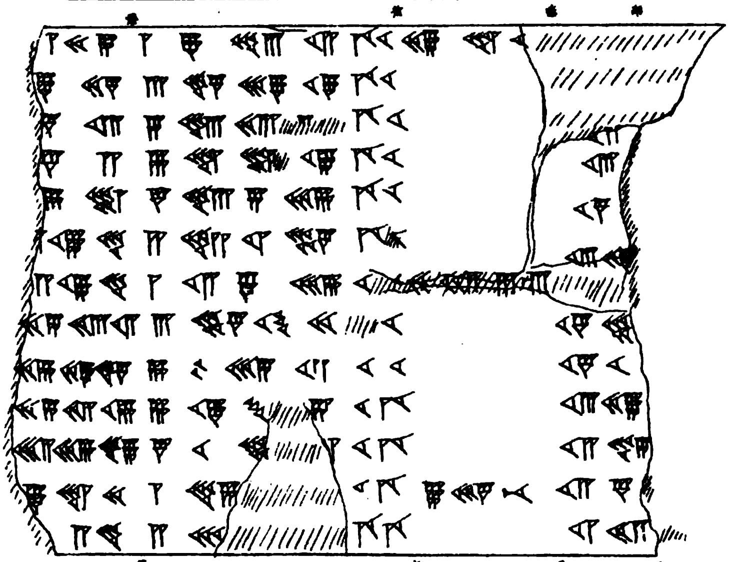
Sp. I. 187:

(2½" hoch u. ursprünglich wohl 12" lang.)

Obv.



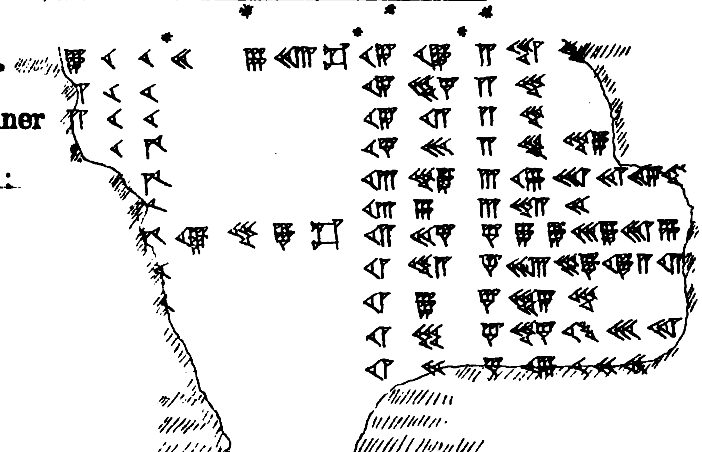
Rev.



Sp. II. 99.

Fragment einer langen Tafel:

Obv.

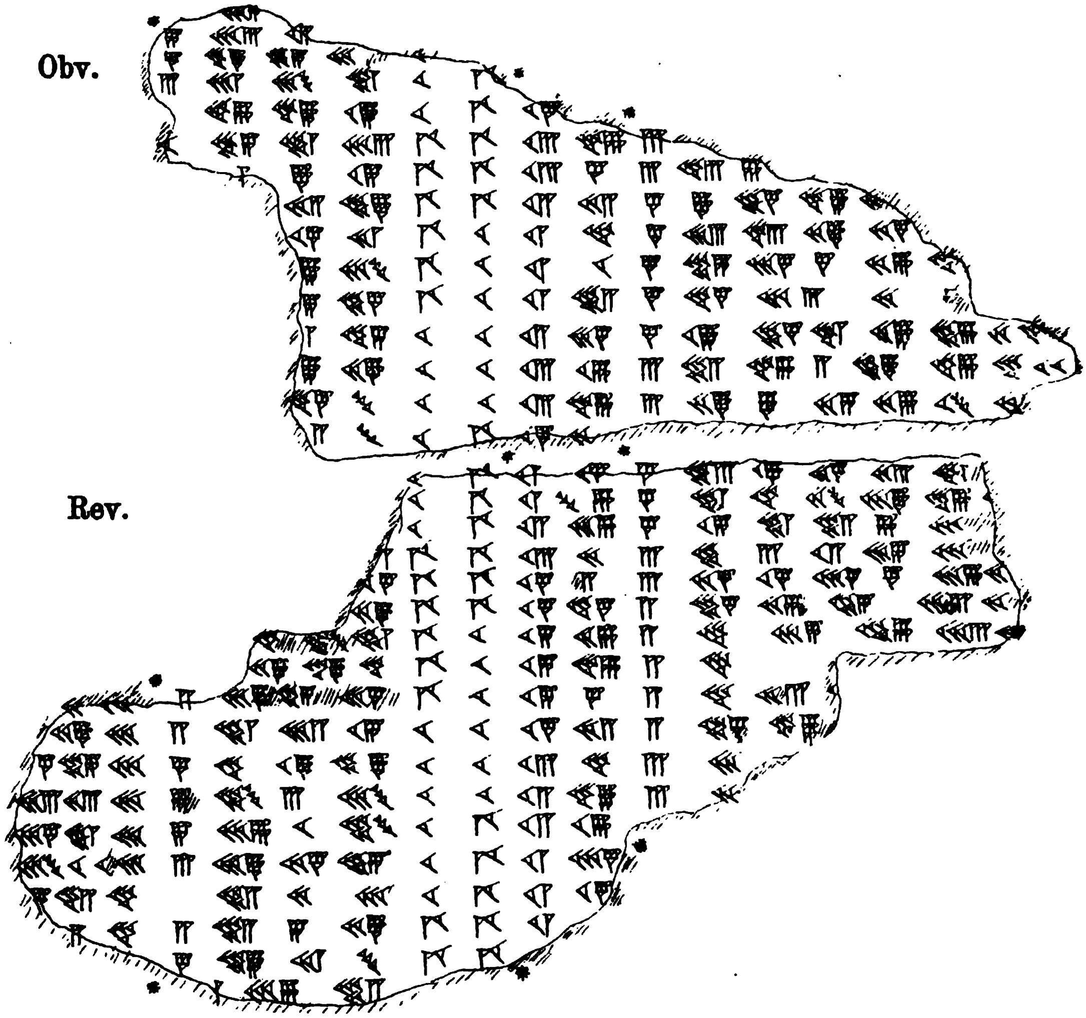


Rev.

Sp. II. 47.

Obv.

Rev.

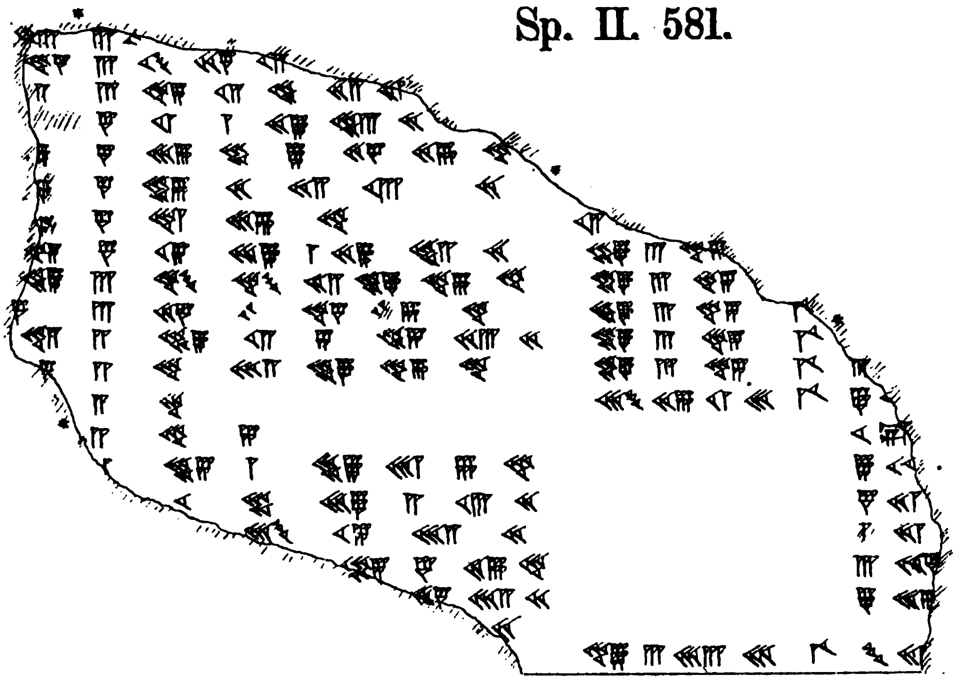


Sp. I. 137:

Obv.

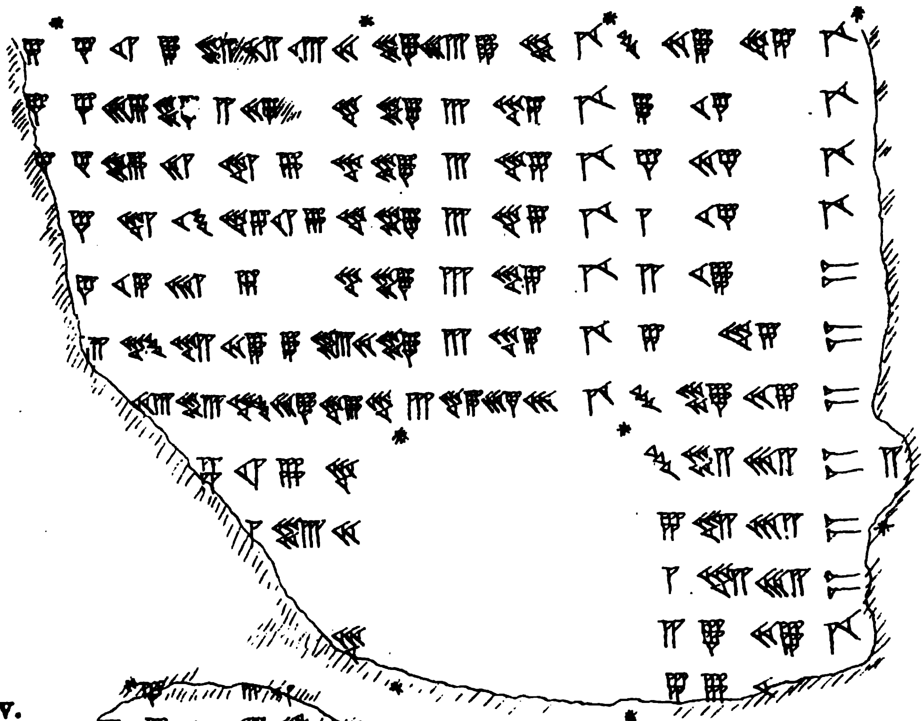
Rev.

Sp. II. 581.

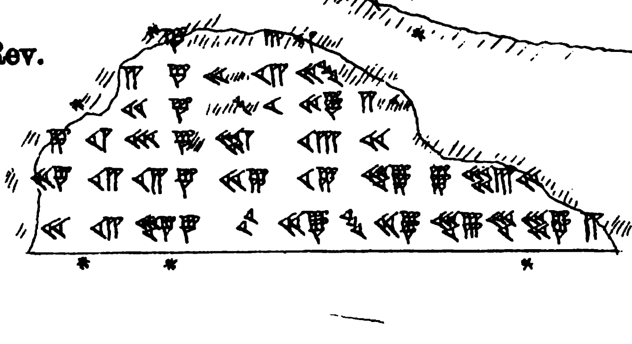


Sp. II. 74. Fragment: 

Obv.



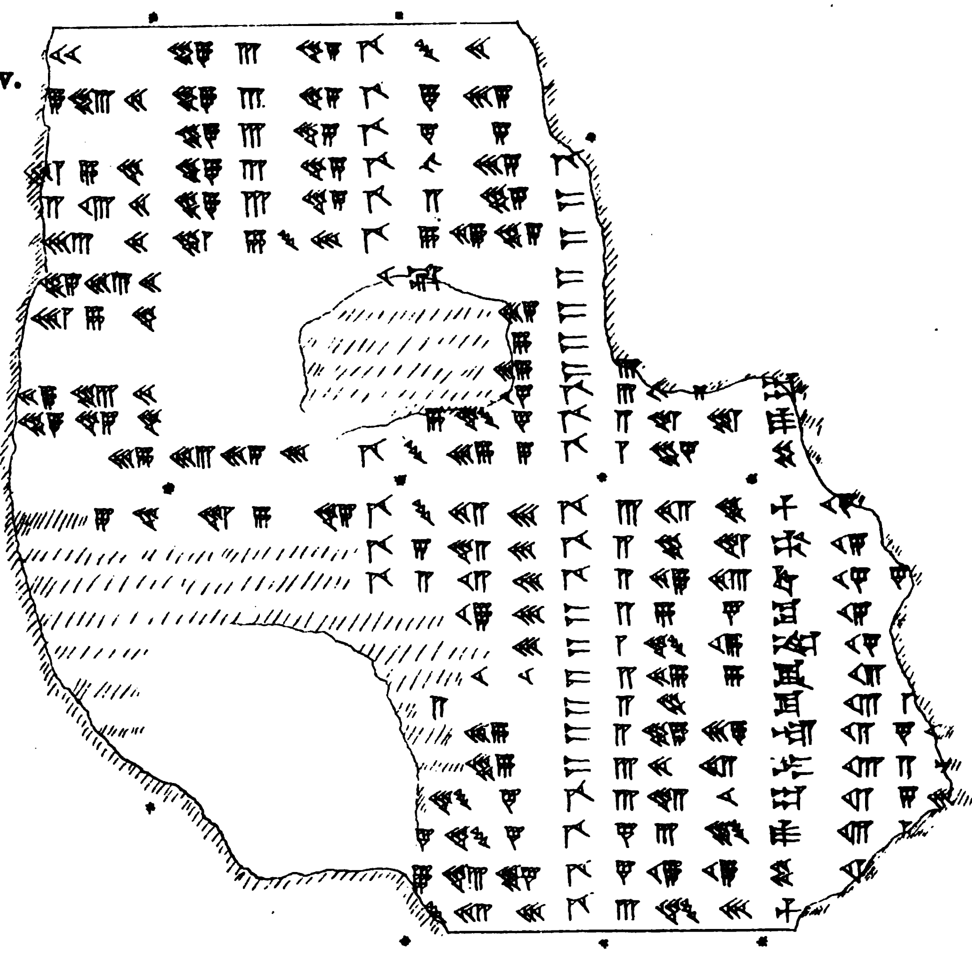
Rev.



Sp. II. 54. Fragment: 

Obv.

Rev.



Sp. II. 87.