Zeitschrift: Orion : Zeitschrift der Schweizerischen Astronomischen Gesellschaft
Herausgeber: Schweizerische Astronomische Gesellschaft
Band: 37 (1979)
Heft: 171

Artikel: Die astronomische Keilschrifttafel ACT 801
Autor: Brunold, M.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-899598

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

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

einen so grossen Anteil der ausseruniversitären Lehrtätigkeit an der gesamten Arbeit.

Das Schwergewicht des universitären Unterrichts liegt auf der vier- bis fünfsemestrigen Grundausbildung der zahlreichen Studenten, die Astronomie als Nebenfach belegen und die neben Vorlesungen in praktischen Übungen und Kursen an den Teleskopen astronomisches Arbeitsmaterial und den Reiz nächtlicher Beobachtungsarbeit kennen lernen sollen. Für die kleine Zahl von Hauptfachstudenten können nur in geringem Masse formelle Vorlesungen und Seminarien durchgeführt werden; die Ausbildung muss aus der engen Zusammenarbeit aller Institutsmitglieder erwachsen — Lehre durch individuelle Teilnahme an der Forschung der Dozenten, ganz im alten humboldtschen Sinne in einer der modernsten Naturwissenschaften! Mit dem Hauptharst von etwa 20 bis 25 Nebenfachkandidaten pro Jahr ist die Astronomie noch kein «Massenfach», die Beziehungen sind noch persönlich, die Gruppen überschaubar — doch eine quantité négligeable ist die Astronomie im Rahmen der naturwissenschaftlichen Ausbildung sicher nicht.

Adresse des Autors:
ULI W. STEINLIN, Astronomisches Institut Basel.

Die astronomische Keilschrifttafel ACT 801

von M. BRUNOLD

Einleitung

Die in Uruk gefundene, kleine Tontafel mit astronomischem Inhalt stammt aus der Seleukidenzeit (312—64 v. Chr.) und wird heute im Louvre in Paris aufbewahrt unter der Museums-Nummer AO 6477. Die Bezeichnung ACT 801 bezieht sich auf das Standardwerk von Neugebauer (siehe Literaturverzeichnis). Abbildung 1 zeigt die Vorderseite einer Nachbildung der Keilschrifttafel.

Die Keilschrift wurde im 3. Jahrtausend v. Chr. von den Sumerern im Zweistromland erfunden. Die Priester-Gelehrten der Seleukidenzeit verwendeten diese Schrift in ihrer Endform letztmals bevor sie nach der Zeitwende in Vergessenheit geriet. Genauso erging es der Sprache, in welcher das Schriftdokument abgefasst ist. Während das Volk in Mesopotamien längst aramäisch sprach, gebrauchten die Gelehrten immer noch die spätbabylonische Sprache, die dann mit dem Verschwinden der Keilschrift ebenfalls verloren ging. Man denkt hier unwillkürlich an die heutige Zeit und an unsere Gelehrtensprache Latein.

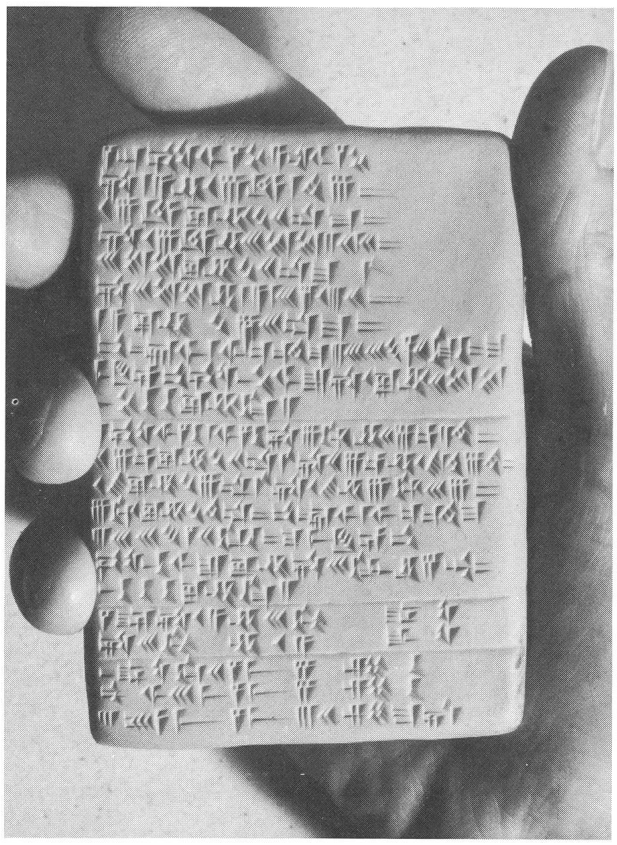

Abb. 1: Nachbildung der Tontafel ACT 801 im Maßstab 1:1. Wir sehen die Vorderseite mit dem Merkurtext.

Die Tafel ACT 801 enthält zwei sogenannte Lehrtexte, die Planeten Merkur und Saturn betreffend. Es geht um Rechenvorschriften, die es den chaldäischen Astronomen gestatteten, Erscheinungen von Planeten vorauszusagen und eigentliche Ephemeriden zu erstellen, wie solche in grosser Zahl, ebenfalls in Keilschrift auf Tontafeln geschrieben, von den Archäologen gefunden worden sind. Bevor wir aber einen Teil des Merkurtextes vorstellen, müssen noch einige Worte über Weltbild, Astrologie und Astronomie der Chaldäer (Babylonier) gesagt werden.

Weltbild und Himmelstheorie

Die Babylonier stellten sich die Erde als Scheibe auf dem Ozean schwimmend vor. Darüber wölbt sich die feste Himmelskuppel, und jenseits der Kuppel ist das Universum wiederum mit Wasser gefüllt (Abb. 2). Entlang der Himmelskuppel bewegen sich die Gestirne. Die zum Himmelsäquator schräg verlaufende Ekliptik ist bekannt, ebenfalls die Tatsache, dass sich alle Wandelsterne (wozu auch der Mond gezählt wurde) im Bereich dieser Ekliptik bewegen. Alle Erscheinungen der Planetenbahnen, also Stillstände, rückläufige Bewegungen, ungleiche Geschwindigkeiten etc. haften den Gestirnen real an. Das Dogma von der einzig möglichen, gleichförmigen Kreisbewegung, das zum Aufeinandertürmen von Sphären auf Sphären, zum Einbau von Epizykeln und Exzentern und zur Erfindung einer Unzahl komplizierter Konstruktionen geführt hat und selbst noch im Werk des Kopernikus unverändert gilt, ist bei den Astronomen Babylons unbekannt. Wie sich diese jedoch die Gegenbewegung der Gestirne, vom Untergang

zurück zum Aufgang, vorgestellt haben, ist nicht sicher. Ein Hinweis findet sich im grossartigen Gilgamesch-Epos, am Anfang der 9. Tafel, wo die Sonne durch einen zwölf Doppelstunden langen Tunnel zu ihrem Aufgangsort zurückkehrt.

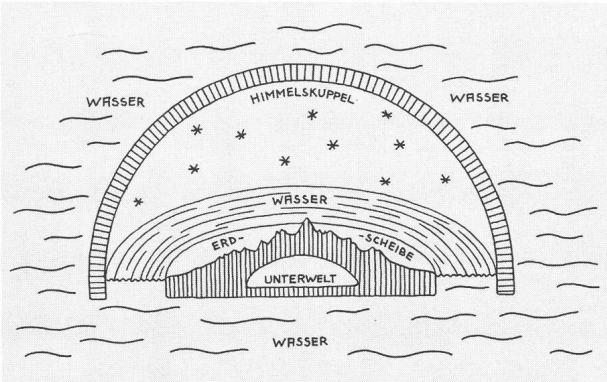

Abb. 2: Schema des babylonischen Weltbildes.

Astrologie und Astronomie

Wir können mindestens seit dem Beginn des ersten Jahrtausends v. Chr. von einer wissenschaftlichen Astronomie bei den Babyloniern sprechen. Diese fusst auf zwei Grundlagen: auf der Sterndeutung, also Astrologie, und auf der Kalenderrechnung.

In Chaldäa galt ein strenger Mondkalender: Mit dem ersten Sichtbarwerden des jungen Mondes nach Neumond, dem Neulicht, begann der neue Monat. Somit hatten die Monate in unregelmässiger Folge 29 oder 30 Tage. Das aus zwölf Monaten bestehende Jahr war damit gegenüber dem Sonnenlauf zu kurz. So mussten, anfänglich in willkürlicher Folge, bis zu zwei Schaltmonate pro Jahr eingefügt werden. Die Astronomen hatten also den Mond genau zu beobachten und mussten dem König Bericht geben über den Monatsbeginn und die Fälligkeit von Schaltmonaten.

Aber auch die Sterndeutung lag in den Händen der Priester-Astronomen. Lange Omenserien auf Keilschrifttafeln, verbunden mit Beobachtungen von Fixsternen und Planeten, zeugen von der Wichtigkeit der Sterndeutung in Chaldäa. Bekannt sind die Venustafeln aus der Zeit des Königs Ammizaduga (16. Jahrhundert v. Chr.), wo wirkliche Beobachtungen des Planeten Venus kombiniert sind mit Voraussagen. Als Beispiel seien einige Zeilen angeführt.

Wenn im Monat Arahsamna am 10. Tag Venus im Osten verschwand, 2 Monate 6 Tage unsichtbar blieb und im Monat Tebetu am 16. Tag wieder erschien, so wird die Ernte des Landes gedeihen.

Ob die Babylonier bereits Beobachtungsinstrumente besassen, ist nicht sicher. Gemäss den schriftlichen Zeugnissen beschränken sich ihre Beobachtungen aber auf heliakische Auf- und Untergänge der Gestirne. Von der Höhe ihrer Tempeltürme (Turm zu Babel) schauten sie bei Sonnenauf- resp. -untergang nach der ersten und letzten Sichtbarkeit der Wandelsterne aus. Folgende Erscheinungen wurden von ihnen bestimmt:

Innere Planeten (Merkur und Venus)

Morgenerst	=	Erste Sichtbarkeit im Osten in der Morgendämmerung. Der Planet bewegt sich rückläufig gegen die westliche Elongation.
1. Stillstand	=	Westliche Elongation. Anschliessend beginnt die rechtläufige Bewegung.
Morgenletzt	=	Letzte Sichtbarkeit in der Morgendämmerung. Der Planet zieht nun unsichtbar an der Sonne vorüber.
Abenderst	=	Erste Sichtbarkeit im Westen in der Abenddämmerung. Der Planet bewegt sich weiter rechtläufig gegen die östliche Elongation.
2. Stillstand	=	Östliche Elongation mit anschliessender rückläufiger Bewegung.
Abendletzt	=	Letzte Sichtbarkeit im Westen in der Abenddämmerung. Der Planet nähert sich mit seiner rückläufigen Bewegung der Sonne und wird unsichtbar.

Äussere Planeten (Mars, Jupiter, Saturn)

Morgenerst	=	Erste Sichtbarkeit im Osten in der Morgendämmerung. Die Sonne bewegt sich schneller und eilt dem Planeten voraus. Dieser bewegt sich rechtläufig und erreicht seinen
1. Stillstand,		worauf die rückläufige Bewegung einsetzt (Oppositions-Schleife).
Opposition	=	Der Planet befindet sich genau gegenüber der Sonne. Sein Auf- resp. Untergang fällt mit dem Unter- resp. Aufgang der Sonne zusammen. Opposition, Morgenletzt und Abenderst sind also identisch.
2. Stillstand	=	Beginn der rechtläufigen Bewegung zum Abendletzt.
Abendletzt	=	Letzte Sichtbarkeit des Planeten im Westen in der Abenddämmerung. Die Sonne holt den Planeten ein und überholt ihn, bis dieser seinen Morgenerst erneut erreicht und der Zyklus von vorne beginnt.

Bereits erwähnt wurde die Kenntnis der Ekliptik. Die Zwölfteilung des Tierkreises geht auf die Babylonier zurück. Sie benannten die Fixsterne und Sternbilder und massen auch die Abstände zwischen den Einzelsternen.

An einem Beispiel soll der Weg eines Sternbildnamens von Babylon bis in unsere Tage gezeigt werden. Das schöne Viereck des Pegasus nannten die Babylonier «iku», was «Feld» bedeutet. Der Sternbildname wurde auch von den Hethitern in Anatolien übernommen und ist dort als «ikwo» bezeugt. Nun besassen die Hethiter eine vom semitischen Babylonisch völlig verschiedene indogermanische Sprache, und im Indogermanischen gibt es das Grundwort «ekwo» in der Bedeutung von «Pferd» (man vergleiche mit dem lateinischen «equus» = «Pferd»). Durch einen Irrtum beim Übergang von der einen zur anderen Sprache erhielt das ursprüngliche «Feld» die eigentlich falsche Bedeutung «Pferd» und hat sich auf dem Weg von Kleinasien über Griechenland und Rom bis heute erhalten als «Himmelspferd» oder eben «Pegasus».

Besondere Bedeutung im Hinblick auf astrologische Voraussagen besassen die Finsternisse. Auch hier stossen wir auf ein erstaunliches astronomisches Wissen. So war den Chaldäern bekannt, dass die Sichtbarkeit der Sonnenfinsternis, im Gegensatz zur Mondfinsternis, von der geographischen Lage des Beobachters abhängt. Sie wussten, dass Mondfinsternisse bei Vollmond und Sonnenfinsternisse bei Neumond auftraten und kannten den Saros-Zyklus, möglicherweise aber noch weitere Finsternis-Zyklen. Zumindest Mondfinsternisse konnten sie mit einiger Sicherheit voraussagen. Berichte über Finsternisbeobachtungen, vom Hofastronomen an den König gesandt, sind uns erhalten. Als Beispiel folgt hier ein Brief an König Asarhaddon von Ninive (Regierungszeit 681—668 v. Chr.):

An den König, meinen Herrn, von deinem Diener Mar-Ishtar: Ich grüsse den König, meinen Herrn. Mögen die Götter Nabu und Marduk den König, meinen Herrn, beschützen. Mögen die grossen Götter dem König, meinem Herrn, viele Tage, Heil und Glück gewähren.

Am 27. Tag verschwand der Mond. Am 28., 29. und 30. Tag schauten wir aus nach der Sonnenfinsternis. (Die Tage) gingen vorbei, die Finsternis trat nicht ein. Am folgenden Tag sahen wir den Mond: Der erste Tag des Monats war bestimmt. (. . .)

Babylonische Finsternisbeobachtungen werden übrigens von Ptolemaios im «Almagest» verwendet.

Der Höhepunkt der chaldäischen Astronomie wurde in der Mitte des ersten Jahrtausends v. Chr. erreicht. Nun wurden, auf Grund ausführlicher Rechenvorschriften, Ephemeridentafeln der Planetenerscheinungen erstellt. Die wichtigsten Astronomen aus dieser Zeit sind uns namentlich bekannt: Nabu Rimannu (Naburianos) und Kidinnu (Kidenas). Solche Rechenvorschriften, Lehrtexte genannt, enthält auch die Tontafel ACT 801, auf die jetzt näher eingegangen werden soll.

Auf der Vorderseite wird (mit Ausnahme der letzten fünf Zeilen) der Planet Merkur behandelt. Zuerst geht es um die Berechnung der Morgenerst-Position, dann um den Zeitpunkt des Morgenerstes. Anschliessend folgt die Berechnung der Abenderst-Position und des zugehörigen Zeitpunktes.

Die Zeilen 18—22 der Vorderseite und die Rückseite der Tafel sind Saturn gewidmet. Es wird die Rechenvorschrift zur Bestimmung der täglichen Bewegung des Planeten und zur Festlegung der Erscheinungen (erste Sichtbarkeit, erster Stillstand, Opposition, zweiter Stillstand und letzte Sichtbarkeit) im Laufe eines Jahres gegeben. In der Zeile 14 der Rückseite finden wir folgende Beziehungen:

265 Jahre =
256 synodische Perioden (Wiederkehr der gleichen Erscheinungen) =
9 Saturn-Revolutionen =
3240 Grad

Anschliessend folgen Angaben zur Berechnung der zeitlichen und örtlichen Verschiebung der jährlich aufeinanderfolgenden Erscheinungen.

Es soll nun der erste Teil des Merkur-Textes im Detail behandelt werden.

Der erste Teil des Merkur-Textes (Zeilen 1—10)

Abb. 3 gibt den Keilschrift-Text wieder. Die Transkription lautet folgendermassen:

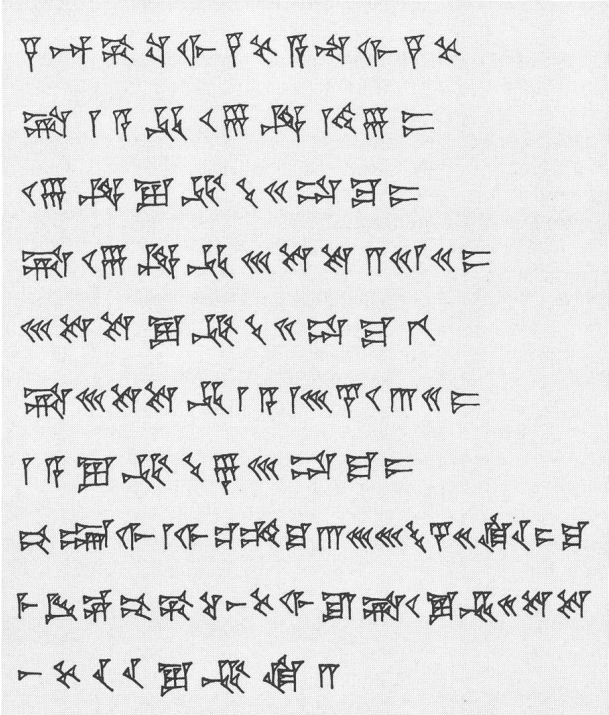

Abb. 3: Die Zeilen 1—10 des Merkurtextes der Vorderseite. Nachzeichnung der Keilschrift.

šá ^{d}gu-utu igi šá kur a-na igi šá kur
ta 1 a en 16 máš 1,46 tab
16 máš etiq (dib-iq) GAM 20 DU-ma tab
ta 16 más en 30 múl-múl 2,21,20 tab
30 múl-múl etiq (dib-iq) GAM 20 DU-ma lal
ta 30 múl-múl en 1 a 1,34,13,20 tab
1 a etiq (dib-iq) GAM 7,30 DU-ma tab
bi-rit igi aná igi GIŠ-AM-ma 3,30,39,4,20 itti(ki)-šú tab-ma
me-mes qibi (e-bi) gu-utu ina kur igi-su ta 10 lu en 20 múl-múl
ina kur šú-šú etiq (dib-iq) ki-min

Übersetzung:

Betrifft Merkur. Von Morgenerst zu Morgenerst.
Von 1 Leo bis 16 Capric. zähle 1,46 dazu.
(Wenn) 16 Capric. überschritten wird, multipliziere mit 0;20 und zähle dazu.
Von 16 Capric. bis 30 Taurus zähle 2,21;20 dazu.
(Wenn) 30 Taurus überschritten wird, multipliziere mit 0;20 und zähle ab.
Von 30 Taurus bis 1 Leo zähle 1,34;13,20 dazu.
(Wenn) 1 Leo überschritten wird, multipliziere mit 0;7,30 und zähle dazu.
Die Distanz von Erscheinung zu Erscheinung rechne aus und zähle 3;30,39,4,20 dazu und
die Tage sage voraus. Merkur, sein Morgenerst von 10 Aries zu 20 Taurus
und sein Morgenletzt gehen vorüber. Gleich.

Zum babylonischen Zahlensystem ist zu sagen, dass dessen Basis nicht 10, sondern 60 ist, was sich ja auf dem Gebiet der Zeit- und Winkelmessung bis heute erhalten hat. Welche Zahl in einer Zahlenfolge als «Einer» zu gelten hat, ist in den Texten nicht angegeben. So kann die

Zahlenfolge 1 46 bedeuten: 1 x 3600 + 46 x 60, oder 1 x 60 + 46, oder 1 + 46/60 etc. In der Übersetzung markiert ein Strichpunkt die Grenze zwischen Einern und Sechzigsteln. 1,46;0 entspricht also 106 im Dezimalsystem.

Wie bereits erwähnt, wird in unserem Text die Regel zur Berechnung der Morgenerst-Position mitgeteilt, ausgehend von der bekannten Position des vorausgegangenen Morgenerstes. Befindet sich dieser zwischen 1 Grad Leo und 16 Grad Capricornus, so sind bis zum nächsten Morgenerst 106 Grad (1,46) zu addieren (Zeile 2). Reicht diese Addition über 16 Grad Capricornus hinaus, so ist der überschiessende Teil durch Hinzuzählen von ⅓ (0;20) dieses Teils zu korrigieren (Zeile 3), da im folgenden Ekliptik-Abschnitt von 16 Grad Capricornus bis 30 Grad Taurus der zwischen den beiden Erscheinungen liegende Bogen nicht 106 Grad, sondern 141 ⅓ Grad (2,21;20) beträgt (Zeile 4), wobei der über 30 Grad Taurus hinausgehende Teil wieder korrigiert werden muss, indem ⅓ dieses überschiessenden Teiles abgezogen werden muss etc. Diese Anweisungen erstrecken sich bis Zeile 7 und sehen, in einer Tabelle geordnet, folgendermassen aus:

Ausgangspunkt	Abstand zum folgenden Morgenerst	Korrektur des überschiessenden Teils
1 Leo — 16 Cap	106 Grad	+ 1/3
16 Cap — 30 Tau	141 + 1/3 Grad	— 1/3
30 Tau — 1 Leo	94 + 2/9 Grad	+ 1/8

Die Zeile 8 gibt die Regel zur Berechnung des Morgenerst-Zeitpunktes, indem die gemäss Zeilen 2—7 berechnete Längendifferenz zwischen den beiden Erscheinungen als Tage (Thiti) genommen wird und 3;30,39,4,20 Thiti dazugezählt werden. Aus den Ephemeriden-Tafeln ist ersichtlich, dass meist mit einem gekürzten Wert (3;30,39 Thiti) gerechnet wurde.

Unter Thiti verstanden die Babylonier einen künstlichen Zeitraum, nahezu einem Tag entsprechend. Da die babylonischen Monate streng an die Monderscheinungen gebunden waren, dauerten sie, wie bereits gesagt, 29 oder 30 Tage in unregelmässiger Folge. Um aber Rechnungen auch über längere Zeiträume durchführen zu können, erfanden die Astronomen den Thiti.(Der Name wurde aus der indischen Astronomie übernommen. Der tatsächliche babylonische Name dieses Zeitintervalls ist nicht bekannt.) 30 Thiti ergeben einen Monat, gleichgültig, ob dieser in Wirklichkeit 29 oder 30 Tage hatte.

Die Zeilen 9 und 10 endlich weisen auf eine Besonderheit hin: Aus andern Tafeln ist auch die Berechnung von Morgenletzt und Abendletzt bekannt. Danach ergibt sich, dass Morgenerst und Morgenletzt zwischen 10 Grad Aries und 20 Grad Taurus nahe beieinanderliegen und, da die Erhebung des Planeten über den Horizont sehr gering bleibt, eigentlich gar nicht eintreten. Der Planet bleibt immer im Bereich der Sonnenstrahlen und der Morgenerst «geht vorüber», ohne dass er beobachtbar wäre. «Gleich»-wohl darf er in den Ephemeriden nicht ausgelassen werden, da von diesem nicht beobachtbaren Morgenerst weitergerechnet werden muss.

Ich überlasse es dem Leser, diese babylonische Merkur-Rechnung aus der Mitte des ersten Jahrtausends v. Chr. auf die heutigen Verhältnisse anzuwenden (wobei die Bestimmung des Morgenerst-Zeitpunktes vielleicht die grösste Schwierigkeit darstellt) und ihre Brauchbarkeit zu prüfen.

Literatur:
Van der Waerden — Die Anfänge der Astronomie, Basel, 1968.
O. Neugebauer — Astronomical Cuneiform Texts, London, o.J.
Thureau-Dangin — Tablettes d'Uruk, Paris, 1922.
Pfeiffer — State Letters of Assyria, New Haven, 1935.
Schott — Das Gilgamesch-Epos, Stuttgart, 1974.

Adresse des Autors:
M. BRUNOLD, Talackerstrasse 41, CH-6340, Baar.

Albert Einstein

zum 100. Geburtstag

Der begabte Physiker und Kosmologe wurde am 14. März 1879 in Ulm geboren. Nach dem Umzug seiner Eltern nach Mailand kam der 16jährige ALBERT EINSTEIN in die Schweiz, wo er 1901 das Schweizer Bürgerrecht erwarb. Nach bestandener Maturität an der Aargauischen Kantonsschule immatrikulierte sich der junge EINSTEIN an der mathematisch-physikalischen Abteilung der ETH in Zürich. Noch deutete nichts auf seine grossen Taten hin. Sein Lehrer, Prof. Weber, soll ihm gesagt haben: «Sie sind ein gescheiter Junge, EINSTEIN, aber Sie haben einen grossen Fehler: Sie lassen sich nichts sagen.» Nach Erlangung seines Physiker-Diploms im Jahre 1900 versah EINSTEIN vorerst für zwei Jahre Hilfslehrerstellen an verschiedenen Gymnasien. 1902 trat EINSTEIN eine Stelle als technischer Experte dritter Klasse am Eidgenössischen Amt für Geistiges Eigentum in Bern an (die Strasse in Bern, an der das besagte Amt liegt, wurde in diesem Jahr in ALBERT EINSTEIN-Strasse umbenannt). Diese Beamtenstelle liess dem jungen Physiker noch genügend Freiraum, um gleich in drei unterschiedlichen physikalischen Gebieten grundlegende Arbeiten zu verfassen. Veröffentlicht wurden diese Arbeiten im Jahre 1905 in der Zeitschrift «Annalen der Physik».

Mit der *«Theorie der Brownschen Bewegung»* lieferte EINSTEIN den ersten direkten Beweis für die Existenz der Atome und für die Richtigkeit der kinetischen Wärmetheorie. Bereits 1810 bemerkte der schottische Botaniker