Die Rechenkunst der Indogermanen[1]

Th. Schmidt-Kaler

Alle indogermanischen Sprachen zählen dezimal.[2] Daran ändern auch erratische Einsprengsel nichts, wie etwa das *vingt* (*quatrevingt* etc.) des Französischen; denn das Rechnen bleibt vorgegeben durch den dezimalen Grundaufbau des Zahlensystems.

Das Zählen erfolgte spätestens dann mit Unterstützung von Kerbhölzern, Steinchen, Strich- oder Punktsymbolen und dgl., wenn es die Zahl 20 der Finger und Zehen überschritt, oder wenn eine solche Überschreitung zu erwarten stand. Bei fast allen Himmelsbeobachtungen ist das der Fall. Die Beobachtung des Himmels war eine praktische Notwendigkeit bereits für die Großwildjäger des Paläolithikums, um die weit verstreuten einzelnen Gruppen auf die gemeinsamen Unternehmungen nach Tag (und Tageszeit) abzustimmen.[3] Für diesen Zweck genügte die Beobachtung des Mondes[4] und – so lange man nur Wochen vorausplanen musste – genügte der Zahlenbereich 1-30. Spätestens aber nach Einführung des Ackerbaus wurden Planungen mit weiterem Zeithorizont unerlässlich, und wegen der Rolle des Klimas, vor allem der Sonnenscheindauer für die Vorbereitung von Säen und Pflanzen, für die besten Termine von Säen und Pflanzen selbst, und für die Erntezeiten diverser Pflanzen (verschiedene Getreidearten, Erbsen, Bohnen usw.) wurde zusätzlich die Beobachtung der Sonne und ihrer Mittagshöhe notwendig. Ein ausgezeichnetes Äquivalent für Mittagshöhe und Sonnenscheindauer ist der Aufgangsort der Sonne (bei festem Beobachtungsort, wie es nach der neolithischen Revolution zumeist der Fall war). Der Zahlenraum dehnte sich damit notwendigerweise aus in den Bereich der Hunderter bis 365 oder 366 oder in die Nähe von 400. Das Rechnen musste nun nicht nur mit wenigen Zehnern, sondern wegen der Mond-Monate mit sämtlichen Zehnern vor sich gehen. Dadurch wurde allerdings später der analoge Umgang mit den Hundertern sehr gut eingeübt. Es gab aber keinen Grund, den Zahlenraum weiter auszudehnen: Ansiedlungen mit mehr als 1000 Personen sollten noch Jahrtausende auf sich warten lassen, ebenso Tierherden von solchem Umfang, von Bedürfnissen des Handels ganz zu schweigen.

Die Überschreitung der Marke von 999 dürfte mit größter Wahrscheinlichkeit zuerst durch die Erfordernisse der Himmelskunde notwendig geworden sein, nämlich durch die Beobachtung des bei weitem hellsten Sternes, der Venus. Etwa 292 Tage steht die Venus rechts von der aufgehenden Sonne als Morgenstern, danach 292 Tage links von

[1] Die zuweilen als „korrekt“ empfohlene Benennung „indoeuropean“ ist wertlos; denn zu den europäischen Sprachen zählt eine ganze Reihe nicht-indogermanischer Sprachen vom Baskischen bis zum Finnischen.
[2] Vgl. Appendix I (dieser fehlt noch)
[3] Vgl. Schmidt-Kaler 2008, APA 40, 11. Dort auch ein Überblick über die weitere Entwicklung von Kalender- und Zeitbestimmungen.
[4] Wie erhält man genaue Bestimmungen des Monats-Tages? ...

der untergehenden Sonne als Abendstern. Die volle Periode schwankt von 577 bis zu 592 Tagen, im Mittel beträgt sie 584 Tage. Warum aber muss man weiter zählen als bis 999?

Der Planet hat nach 584 Tagen die alte Position relativ zur Sonne wieder erreicht (synodische Periode) und damit auch die gleiche Helligkeit, nicht aber in Bezug auf den Sternhimmel. Damit er diesen Ort wieder erreicht und gleichzeitig die gleiche Position zur Sonne einnimmt, muss die Venus fünfmal ihre synodische Periode durchlaufen, das sind 2920 Tage oder rund 8 Jahre. Die Kerbhölzer mussten mindestens Zeichen für Zehner oder für Hunderter ausweisen (oder entsprechend verschiedene Arten von Zahl-Steinen), sonst wären sie viel zu lang und unhandlich geworden. Das Dezimalsystem verfestigte sich dadurch auf neue Weise: ein Äquivalent von Position und Stellenwert kam in Sicht.

Es war gewiss eine große Entdeckung, als man feststellte, dass sich die Superperiode von 2920 Tagen innerhalb weniger Tage Fehler (maximal etwa ± 3 Tage) stets wiederholte und damit die Mühe jahrelanger Ausschau nach Morgen- und Abendstern sich gelohnt hatte! Und das lange vor den ältesten bekannten Planetenbeobachtungen überhaupt, ausgeführt in einem der ältesten Groß-Staaten der Welt: den Venusbeobachtungen unter Ammizaduga in Babylon um 1582-62 v. Chr. Woher wissen wir das? Etwa 1800 Jahre älter als die Regierungszeit des Großkönigs Ammizaduga von Babylonien schätzt man die sog. Salzmünder Prunkäxte ein, die zwischen Elbe und Unstrut hauptsächlich an der Saale um Halle herum gefunden wurden.[5] Die Axt von Wegwitz-Wallendorf zeigt eine Art Tannenbaum mit acht Ästen links und acht Ästen rechts, so wie der (Lebens-)Baum sie jedes Jahr mit dem Sonnenlauf bis Johanni schiebt. Darüber sieht man einen Bogen links und einen Bogen rechts, ganz ähnlich den Exkursionen die der Abendstern und der Morgenstern von der Sonne aus macht. Darin aber stehen beidesmal fünf lange Striche zum Zeichen, dass fünfmal der Abendstern links der Sonne und fünfmal der Morgenstern rechts der Sonne seine bogenförmige Bahn beschrieb. Was anderes kann es bedeuten, dass diese Symbole exakt übereinander angeordnet sind, als die Gleichheit der 2 x 8 = 16 Sonnen (Jahres-)Bahnen unten und der 2 x 5 Venus-Perioden oben? Die Symbole sind nicht etwa eingeritzt, sondern mit hoher Präzision in das kostbare Jadeähnliche Material eingeschliffen, um ihre hohe Bedeutung zu unterstreichen. Wir sehen damit die älteste mathematische Gleichung der Welt vor uns:

$$16\ P_{☼} = 10\ P_{♀} \qquad \text{Gl. (1)}$$

Abb. 5 aus APA 40, S.73 hier

oder in Zahlen : $16 \times 365 = 10 \times 584.$

Die genauesten modernen Zahlenwerte ergeben 16 $P_{☼}$ = 5843,9 bzw. 10 $P_{♀}$ = 5839, 2 Tage, also eine mittlere Differenz von 4,7 Tagen mit einer erwarteten Schwankung von ± 2,2 Tagen, also von etwa 2 bis zu etwa 7 Tagen. Es sieht so aus, als ob der neolithische Beobachter eine solche Differenz bemerkt und sogar schriftlich niedergelegt hat: links bzw. rechts von den Venus-Bögen sieht man am Rande jeweils drei ganz kurze Strichlein, die drei fehlende Tage, zusammen also sechs andeuten dürften – durchaus im erwarteten Rahmen und in der erwarteten Richtung; die Venusperiode wird um 6 Tage ergänzt, damit sie genau 8 Sonnenjahren entspricht.

[5] Für dies und das Folgende vgl. Schmidt-Kaler und Koneckis 2008, APA 40, 69.

Die Vorfahren haben allerdings ihr dezimales Zahlensystem ganz offensichtlich durchschaut und zu nutzen gewusst. Woher wissen wir das? Die Superperiode beträgt 5 P♀ = 8 P☼, sie benutzten auf der Prunkaxt jedoch 2 x 5 P♀ = 2 x 8 P☼. Warum wohl? Sie waren im Verlauf ihrer Venus-Beobachtungen sicherlich auf die Schwankungen der synodischen Periode um den Mittelwert (bis zu ± 8 Tagen gestoßen. Ob sie den Begriff des Mittelwertes schon hatten? Auf jeden Fall hatten sie begriffen, dass man im Dezimalsystem leicht durch 10 dividieren kann: Zehner werden Einer, Hunderter werden Zehner, Tausender werden Hunderter. Daher also die 2 x 8 Jahre Beobachtungszeit, und automatisch die praktische Erkenntnis der geringeren Schwankung bei Mittelwerten. Die schwierigste aller vier Grundrechnungsarten, die Division ist elegant gemeistert – durch eine dezimal passende Multiplikation!

Wie wurde die Richtigkeit der Gleichung verifiziert? Dazu musste man auf der rechten Seite die synodische Periode der Venus mit 10 multiplizieren – im Dezimalsystem kinderleicht: 10 x 584 = 5840, in Worten – konsequent dezimal wie im Indischen, weitgehend auch im Englischen: zehnmal fünfhundertachtzig vier = fünfzighundert achthundertvierzig = fünfzigachthundertvierzig. Auf der linken Seite musste man 16 x 365 bilden, also 10 x 365 + 6 x 365 = 3650 + 6 x (300 + 60 + 5) = 3650 + 1800 + 360 + 30 = 5700 + 50 + 60 + 30 = 5700 + 140 = 5800 + 40 = 5840 (entsprechend einfach bei strikt dezimaler Aussprache im kleinen Einmaleins). Die Rechnung ist also völlig im Bereich der Einer-Zehner-Hunderter zu bewältigen. Noch im Ersten Teil des Nibelungenliedes werden Tausender vorzugsweise so dargestellt (zwanzer hundert). Wer so zählt und rechnet, kommt spielend in den Bereich der Tausender hinein, <u>ohne</u> das Wort tausend je zu benutzen, nämlich genau bis neunundneunzig hundert neunzigneun = 9999. Das Altindische (Sanskrit) dürfte als allererste Sprache zu den „wahren“ Tausendern und dann sogleich auch zu den Millionen und zu den Tausenden von Millionen usw. vorgestoßen sein.[6] Denn die Zahl 1000 ist nicht mehr vor-einzelsprachliches Indogermanisch so wie der Wagen, das Rad, die Achse und alles, was sonst noch zum Wagen gehört. Zahlreiche Wägen oder Teile davon findet man seit dem 4. Jahrtausend v. Chr.[7] Und schon bei der Zahl hundert beobachtet man eine erste Aufspaltung des Indogermanischen: in die Kentum und die Satem-Gruppe. Es hat den Anschein, dass die Festsetzung des Dezimalprinzips über die Zehner hinaus zu den Hundertern <u>zweimal an verschiedenen Orten</u> unabhängig entdeckt wurde, nicht lange vor der großen Wanderung, die zur Aufspaltung der indogermanischen Sprachen führte, vielleicht kurz nach der Erfindung des Wagens und Zähmung von Pferd und Esel. Auch mit dieser Überlegung kommt man zu einer Datierung der Salzmünder Äxte: in die Mitte (oder gegen Ende) des 4. Jahrtausends.

Es gib noch einen zweiten Grund, weshalb die Menschen zu großen Zahlen in den Tausenden fortschreiten mussten: es ist das <u>Feste-Feiern</u>. Seit altersher wird mit Schrecken die finstere Neumondzeit durchstanden, mit Freuden die erste schmale Mondsichel am Abend begrüßt und das große Fest zu Vollmond gefeiert. Wann das ist, ist nicht so leicht vorauszusehen. Eine gute Regel ist der 14. Tag nach Sichtung der Ersten Sichel. Aber wann erscheint die? Mal nach zwei, nach drei oder vier Tagen „Schwarzmond“. Eigene Priester oder Beamte wurden eingesetzt, nur Vorgehen nicht, man muss

[6] Das Altindische (und auch modernes Indisch) beachtet ausnahmslos sorgfältig die dezimale Position, sagt also stets neunzigneun, nie wie unser inkonsequentes neunundsechzig.
[7] H. Hett und W. Schier, unveröff.

eine Regel ableiten, um z.B. aus der letzten Sichel oder dem letzten Vollmondtermin den nächsten Vollmond vorherzubestimmen. Es sind im Durchschnitt 17 Tage von der letzten Sichel bis zum nächsten Vollmond, und 29 ½ Tage von Vollmond zu Vollmond. Kein Kalender verzeichnet halbe Tage! Der halbe Tag (und dazu die durchaus nicht vernachlässigbaren Schwankungen der synodischen Periode des Mondes) macht den Ersatz einer Mathematik mit Bruchzahlen notwendig: die Monate wechseln normalerweise ständig von 29 (hohle) zu 30 Tagen Dauer (volle Monate). Und die Zahl 17 spielt eine große Rolle in der antiken Überlieferung Mesopotamiens, Ägyptens, Griechenlands, Israels.[8] Wann findet der erste Vollmond im Frühling statt, wann nach der Wintersonnwende? So bestimmte Termine sind variabel; denn die Periode der Sonne (365 ¼ Tage) und des Lichtmonats (29 ½ Tage) sind inkommensurabel.[9] Genau dies wird zum Ansporn von immer genauerem Beobachten und Rechnen, und damit von Astronomie und Mathematik. Ägypten geht sehr früh zu einem rein solaren Kalender über von 12 Monaten mit je 30 Tagen sowie 5 Zusatztagen. Astronomie und Mathematik bleiben dort auf einem recht schlichten Niveau. Anders in Mesopotamien. Das normale Mondjahr mit 12 Monaten hat 354 Tage, so dass meist im dritten Jahr ein Zusatzmonat eingeschoben wurde, damit sich der erste Monat des Jahres nicht allzu weit vom Frühlingsäquinoktium der Sonne entferne. Erst in der Spätzeit wird die Einschaltung von Zusatzmonaten *ad hoc* ersetzt durch gesetzmäßige Schaltung, zuletzt nach dem Metonischen Zyklus von 19 Jahren Länge (vielleicht schon seit 584 v. Chr.). In Griechenland werden die Schaltungen meist nach der Oktaëteris vorgenommen, d.h. mit drei Zusatzmonaten in 8 Jahren, aber wann die Zusatzmonate eingesetzt werden, variiert von Stadt zu Stadt; die Einführung des genaueren 19-Jahre-Zyklus schlägt Meton 433. v. Chr. in Athen vor.

Die näherungsweise erfüllten Kommensurabilitäten sind bei der Oktaëteris

$$8\ P_{☼} = 99\ P_{☾} = (8 \times 12 + 3)\ P_{☾} \qquad \text{Gl. (2)}$$

Dies ist vielleicht die zweite mathematische Gleichung der Weltgeschichte. Beim Meton-Zyklus geraten wir in viel spätere Zeiten:

$$19\ P_{☼} = 235\ P_{☾} = (19 \times 12 + 7)\ P_{☾} \qquad \text{Gl. (3)}$$

also 7 Schaltmonate in 19 Jahren.

Mit den heutigen Werten für die Länge des tropischen Sonnenjahres von 365,24220 Tagen und der mittleren synodischen Periode des Mondes von 29,53059 Tagen ergibt sich also die Differenz der linken minus rechten Seite von Gl. (2) zu –1,59 Tagen, von Gl. (3) zu – 0,09 Tagen. Erst nach 220 Jahren geht der Metonische Kalender um einen Tag falsch, wogegen die Oktaëteris bereits nach 8 Jahren neu gestartet werden muss (daher der Kalenderwirrwarr in Griechenland).

[8] Vgl. z.B. E. Zehren, Das Testament der Sterne, Berlin 1957 S. 170 f, S. 264 f. 17 Tage nach der letzten Sichel ist wieder Vollmond – also ist 17 eine Zahl von Untergang, Prüfung und Hoffnung

[9] In dieser Näherung 1461/61 = 12,38136) mit 29 ½ + 1/33 folgt (1461 x 33)/(2 x 1949) = 12,36865, mit modernen Werten 12,36827

Mit den primitiven Werten P☼ =365 und P☾ = 29 ½ stimmt die Oktaëteris dagegen innerhalb von 0,5 Tagen. Sie dürfte somit nicht nur aus langjährigen Beobachtungen, sondern auch aus Berechnungen entstanden sein:

8 x 365 = 8 x 300 + 8 x 60 + 8 x 5 = 2400 + 480 + 40 = 2920
99 x 29 ½ = (100 – 1) x (30 – ½) = 3000 – 50 – 30 + ½ = 2920 ½.

Vermutlich ging man aber zuerst von Doppelmonaten mit 59 Tagen aus: 100 x 59 = 5900, halbierte diese Zahl von Tagen zu 2500 + 450 = 2950, und zog zum Schluss den überschüssigen Monat mit 29 oder 30 Tagen ab, so dass 2921 oder 2920 resultierte.

Längere Beobachtungsreihen ergaben P☼ ~ 365 ¼ und P☾ ~ 29 ½ + 1/30. Damit wird die Differenz –1,8 (statt –0,5). Die Periodenverlängerung 1/30 bedeutet, dass jeder 30. „hohle" Monat von 29 Tagen durch einen „vollen" Monat von 30 Tagen ersetzt wird. Eine etwas bessere Lösung für den Rest von P☾ – 29 ½ = 0,030588 ist 1/33. Damit wird die Differenz in Gl. (1) zu –1,5 Tagen. Weiter zu verbessern ist das nicht. Es hat in Babylonien bis etwa 1000 v. Chr. gedauert, bis die entscheidende Verbesserung durch die 19-Jahresperiode mit (228 + 7) Monaten erfolgte, vielleicht angeregt durch die Entdeckung der Saros-Periode von 223 synodischen Monaten.

Wie auch immer, die Vereinigung der Kardinalphänomene von Mond- und Sonnenbahn zu einem echten Lunisolar-Kalender erforderte ebenfalls die praktische Zählung und die mathematische Rechnung mit Tausendern. Die Axt von Wegwitz-Wallendorf zeigt in ihrem dritten, obersten Teil sechs wunderschön eingeschliffene, perfekte Kreisringe als Symbole des vollen Mondes (also des Monats), verteilt zwischen 16 Ästen (= Sonnenjahren): in je 8 Jahre fallen je 3 zusätzliche Kreise (= Schaltmonde) – das ist die Oktaëteris – hier wieder Jahrtausende vor der Antike bekannt! Ganz oben hängt als eine Art von Kopfschmuck der Prunkaxt ein Konvolut von 6 kleineren Strichen. Was mag es bedeuten? 16 Sonnenjahre sind 5844 Tage oder 198 Monate. Rechnet man mit 29 ½ Tagen pro Monat, so ergeben sich 5841 Tage statt der wahren Länge von 5847,06 Tagen, d.h. 6 Tage zu wenig. Dies wurde offensichtlich erkannt, weshalb wir für die Salzmünder Kultur nicht nur von einem Sonnenjahr von 365 ¼ Tagen ausgehen dürfen, sondern auch von einem synodischen Monat von 29,5303 = 29 ½ + 1/33 Tagen, hervorragenden Zahlenwerten, die in Hochkulturen an Euphrat und Nil erst weit später erkannt wurden. Es ist sicher, dass der frühe Fortschritt im Herzen Mitteleuropas dem Dezimalsystem der Indogermanen zu verdanken ist, das alle Rechnungen mit großen Zahlen so sehr vereinfachte.

Nun sind wir neugierig, was die acht Gruppen von vier Strichen auf der Rückseite der Axt wohl bedeuten mögen. Da der „heilige" Zeitraum von 8 Jahren so oft vorkommt, deute ich auch auf der Rückseite die acht Gruppen als 8 Jahre. Kleine Einzelstriche waren auf der Vorderseite einzelne Tage. Was könnten die 4 Einzeltage jedes Jahr vorstellen? Es könnte sich um die Anfangstage der vier Jahreszeiten des Sonnenjahres handeln. Sie treten hinzu zu den 360 Tagen des Rundjahrs, das als Wirtschaftsjahr die ganze Antike vom 4./3. Jahrtausend bis zum Ende der Perserzeit beherrschte.[10]

In Mesopotamien hat dieses Rundjahr zum sexagesimalen Zahlensystem geführt. In der Salzmünder Kultur dürfte es zu einem 364-Tage-Kalender geführt haben mit 4

[10] Schmidt-Kaler 2008. APA, 40, 75, 24; Brack-Bernsen 2009.

Jahreszeiten von 91 = 1 + 90 Tagen, 12 Monaten von 28 Tagen, 52 Wochen von 7 Tagen. Nach dem apokryphen Henoch-Buch (Henaeth Kap. 72-82) heißt er auch Henoch- oder Qumran-Kalender[11]. Er schient auch in Stonehenge in Gebrauch gewesen zu sein. Langfristig funktioniert der Henoch-Kalender nur mittels 5 Schaltwochen, die innerhalb 28 Jahren zugeschaltet werden.

Der 19-Jahreszyklus Metons galt als perfekt. Da generell die Antike das tropische Jahr zu 365 Tagen und 6 Stunden zugrunde legte[12], ergibt sich die akzeptable Länge des synodischen Monats aus der Gleichung

$$235 \times (29\tfrac{1}{2} + Y) = 19 \times 365\tfrac{1}{4}$$

zu 235 Y = 6939 ¾ – 6932 ½ oder Y = 7 ¼ : 235 = 29/940 = 0,03085 (statt modern 0,03059).

Der Bruch 29/940 ist einzugrenzen zwischen der oberen Grenze
(29/3)/(940/3) = (10 – ⅓)/(313 ⅓) < 10/310 = 1/31 (= 0,032 26) und der unteren Grenze
(10 – ⅓)/(313 ⅓) > 9/315 = 9/(35 x 9) = 1/35 (= 0,028 57).

Der beste Schätzwert dürfte bei 1/33 Tag ~ 44 Minuten oder 0,03030 Tagen liegen. Tatsächlich gibt Geminos[13] (um 70 v. Chr.) als Periode 29 ½ + 1/33 Tage an.

Der Qumran-Henoch-Kalender stellt zunächst einen Kompromiss dar zwischen dem siderischen (paläolithischen) und dem synodischen Mondkalender, dessen Vollmondfeste als neolithisches Hauptinteresse am Mond übrig blieben; denn statt 27 ⅓Tagen benutzt er 28, und das ist auch eine gewisse Näherung für die 29 oder 30 Tage von Vollmond zu Vollmond, zumal dieser drei Nächte fast ununterscheidbar in seiner Helligkeit verharrt. Von der Ersten Sichel an gerechnet ist Vollmond der 14. Tag, also „in der Mitte" der 28 Tage. Der Vollmond des nächsten Monats kommt zwar im Durchschnitt ein bis zwei Tage später als der Qumran-Kalender vorhersagt, aber er fällt noch in die helle Phase. Weiter hinaus braucht der Großwildjäger nur den Kalender der Brunft- und Trächtigkeitszeiten, das sind aber Monatszahlen, keine Tageszahlen: eine gemeinsame Jagd wird nicht viele Monate voraus verabredet. Den Tag im Monat ersieht der Jäger an dem Haus, in dem der Mond steht, oder er zählt ihn bereits am Kerbstock (mit 28 bis etwa 50 Kerben, genügend für alle praktischen Zwecke). Ein zweites, eher heiliges Symbol[14] repräsentiert mit den 13 Monatskerben das sich ewig erneuernde Jahr. Ich vermute daher, dass der Qumran-Kalender noch im Mesolithikum entstand, als Sesshaftigkeit für gewisse kleine Untergruppen (wie z.B. auf dem Töpekli Tepe) die ersten genauen Bestimmungen der Länge des Sonnenjahres ermöglichte. Denn erst dann wurde die Inkommensurabilität von Mond- und Sonnenjahr (354/355 *vs.* 365/366 Tage) in ihrer vollen Schärfe sichtbar. Und der Henoch-Kalender ist ver-

[11] Zum Henoch-Kalender vgl. Schmidt-Kaler 2008 (Vortrag im Museum für Vor- und Frühgeschichte).
[12] Nachweilich wurde in Griechenland seit 776 v. Chr. nach Olympiaden gezählt (bis 393 n.Chr.) Die Olympiade umfasst 4 Sonnenjahre. Warum dieses Zeitmaß? Es ist 4x 365 ¼ = 1460 + 1 ganze Tage (was den alten Ägyptern seit dem frühen 3. Jt. bekannt war). Zwei Olympiaden sind genau eine Oktaëteris mit drei Schaltmonaten (sie sind zugleich nahezu ebenso lang wie die Superperiode der Venus).
[13] S. 200, berechnet aus gut 54 Jahren Mondbeobachtung (S. 202)
[14] Schmidt-Kaler 2008, 30 und Abb. 13 („Venus von Lussel" mit mondähnlichem Füllhorn, versehen mit 13 Kerben), ebenso die 13 Halbmonde (P-Zeichen) des Pferdes von Trois Frères, APA 40, 184.

mutlich der erste Lösungsversuch – der erste, weil noch so stark vom siderischen Mondkalender inspiriert.

Auf dem Wege über Westeuropa (Stonehenge I, ca. 2500 v. Chr.) und die Expansionsbewegung der Seevölker dürfte dieser Kalender nach Palästina gelangt sein[15].

Erst später, als die eminente Konstanz des Sonnenlaufes und des Sonnenjahres im Vergleich zu den starken Variationen des Mondlaufes voll erkannt war, als ferner die Sesshaftigkeit und die stark geschrumpfte Bedeutung der Jagd den alten siderischen Mondkalender in den Hintergrund treten ließ, reduzierte sich das Problem des Lunisolarkalenders auf den Ausgleich des Sonnenlaufes (tropisches Jahr mit seinen vier Kardinalpunkten) mit der synodischen Periode des Mondes. Dokumente dieser Entwicklung sind die Goldhüte[16] und die Amphoren[17] der mitteleuropäischen Bronzezeit. Diese Kenntnisse wurden durch die ausgefeilte orale Tradition weitergetragen, wie wir aus der aus ihr hervorgegangenen keltisch-druidischen Tradition wissen. An ihrem Ende steht der Kelten-Kalender von Coligny, ein echter Lunisolarkalender, der gemäß der Analyse von Olmstedt[18] Anfang des 1. Jahrtausends v. Chr. konzipiert, eine höhere Genauigkeit als der Gregorianische Kalender erreicht haben soll.

<u>Zusammenfassend</u> darf festgestellt werden, dass das dezimale, an den zehn Fingern der Hände orientierte Rechnen der indogermanischen Völker zu einer frühen, sehr hohen Entwicklung der Rechenkunst führte: das dezimale System beherrschte die weitere Entwicklung der Sprache auf dem Felde der Zahlen, führte zu Zehnern, Hundertern usw. und zu einer parallelen Entwicklung der Rechenkunst in den vier Grundrechnungsarten. Addiert wurde bereits im Paläolithikum, multipliziert im frühen, und dividiert im mittleren Neolithikum. Die beiden ersten mathematischen Gleichungen der Weltgeschichte datieren etwa in die Mitte des 4. Jts. v. Chr.

---

[15] Vgl. Schmidt-Kaler 2008: Anm. 10.
[16] Menghin, W. 2008, APA 40, 157.
[17] May, J. 2008, APA 40, 127.
[18] Olmstedt, E.S., 1992, The Gaulish Calender, Bonn; ders. A definitive reconstructed Text of the Coligny Calendar, Washington 2001.