

Vortrag am 18. Juli 2009

anlässlich der

41. Ständigen Ägyptologenkonferenz in Münster

Ist das Rätsel um die äußere Form der Pyramiden gelöst?

oder

Der Klang der Pyramiden - Wirklichkeit oder Wunschdenken?

Einführung

Die Frage, nach welchen Kriterien und aufgrund welcher Überlegungen die Neigung Außenflächen der Pyramiden im Alten Ägypten festgelegt wurde, ist eine der wenigen noch ungelösten Fragen des Pyramidenbaus. Nach wie vor gibt es – sieht man von der Roten Pyramide ab – keine einleuchtende und überzeugende Erklärung, warum immer wieder geringfügig von einander abweichende Neigungswinkel (Rücksprünge) geplant und ausgeführt wurden.

Mitte vergangenen Jahres wurde in Presse und Rundfunk ausgiebig und voller Begeisterung über das Buch des Philosophen und Schriftstellers F.W. Korff „Der Klang der Pyramiden – Platon und die Cheopspyramide, das enträtselte Weltwunder“¹ berichtet, in dem die unterschiedlichen Neigungswinkel der Außenseiten der Pyramiden in Zusammenhang mit Tonabständen gebracht werden und die altägyptische Mathematik wieder entdeckt worden sei.

„Eine Entdeckung von Weltrang“ titelte die FAZ und beschrieb die Veröffentlichung Korff's als einen

„... wissenschaftlich begründeten und nach einer Vielzahl nicht immer solider Veröffentlichungen über die Pyramiden endlich unwiderlegbaren, mathematisch genau begründeten Beweis für die Lösung des Rätsels.“

Auch renommierte Ägyptologen teilen diese Begeisterung. So formulierte Rainer Stadelmann, einer der besten Kenner des Pyramidenbaus:

„Herrn Korff's Berechnungen und seine These erscheinen zwingend. Dieses Berechnungssystem ist eine ganz großartige (Wieder)Entdeckung der antiken Berechnungen aufgrund altägyptischer Rechenmethoden und der bei Platon überlieferten Harmonielehre.“

Und Jan Assmann äußerte sich zu Korff's Überlegungen wie folgt:

¹ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden ; Platon und die Cheopspyramide – das enträtselte Weltwunder, Hildesheim 2009.

„Ihre Entdeckung ist mit allem historischen Wissen und präziser Beobachtung in einer Weise abgesichert, dass man nur staunend den Hut ziehen und Sie beglückwünschen muss. Ihr Buch wird eine ungeheure Herausforderung an unser Fach darstellen und hoffentlich eine intensive Forschung in Gang setzen, um Ihren sensationellen Ergebnissen den nötigen Kontext zu geben.“²

In diesem Beitrag werden ganz im Sinne der Assmann'schen Aufforderung die größtenteils nur mühsam nachzuvollziehenden Annahmen, Berechnungen und Schlussfolgerungen Korff's zum Pyramidenbau kurz erläutert und daran anschließend überprüft und analysiert, mit den archäologischen und historischen Befunden insbesondere des Alten Reiches verglichen und abschließend bewertet.

Entwicklung der Mathematik im Alten Ägypten

Bereits im ausgehenden vierten Jahrtausend v.Chr. besaßen die Ägypter mathematische Kenntnisse und Methoden zur Bewältigung tagtäglicher Anforderungen, welche die quantitativen Verhältnisse und räumlichen Beziehungen in der objektiven Realität betrafen.³ So sind zugleich mit den ersten Belegen für die Benutzung der Hieroglyphenschrift auch die ersten Zahlenzeichen nachweisbar, die das ägyptische Zahlensystem als voll ausgebildetes Dezimalsystem⁴ – allerdings ohne eine Positionswertbeschreibung (Gleitkomma) und ohne den Wert 0 – kennzeichnen.⁵ Nach der Reichseinigung wurden etwa bis zur dritten Dynastie aufgrund der Anforderungen seitens der Staatsverwaltung die für die ägyptische Mathematik erforderlichen Entdeckungen gemacht; die entsprechenden Rechenverfahren bildeten sich heraus. Später erfolgten nur noch Verfeinerungen.

Das ägyptische Zahlensystem mit der Basis 10 erleichterte zwar das Rechnen, aber das Fehlen des Positionssystems führte zu einer schwerfälligen Rechentechnik – insbesondere mit Brüchen. Es wurde mit Brüchen mit dem Zähler 1, wie z.B. $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, die auch zusammengesetzt werden konnten ($\frac{1}{4} + \frac{1}{2} = \frac{3}{4}$), aber auch mit einzelnen weiteren Brüchen wie $\frac{3}{4}$, d.h. $1 - \frac{1}{4}$ gerechnet. Es konnten also viele Teilungsmöglichkeiten verwendet werden, um auch Zahlenwerte kleiner „Eins“ zu realisieren. Die mit der damaligen Rechentechnik gefundenen Lösungen sind bewundernswert. Obwohl der Wissenschaft über die ägyptische Geometrie nur wenig Quellenmaterial zur Verfügung steht, schneidet diese im Vergleich zur mesopotamischen Geometrie besser ab, als dies bei der Arithmetik der Fall ist.

Als Maßeinheit wurde die Elle,⁶ die in 7 Handbreiten zu je 4 Fingern unterteilt wurde, verwendet. Alle Angaben für Längen und Bauwerke im Alten Ägypten sind daher stets auch in Ellen – dem altägyptischen Maßsystem – und in Metern anzugeben.

Im Gegensatz zu Funden derselben Zeitepoche aus Mesopotamien sind aus Ägypten für die Zeit des Alten Reiches nur wenige mathematische Berechnungen belegt. So ist in einer Grabinschrift (Grab des Metjen in Saqqara)⁷ aus dem Übergang von der Dritten zur Vierten Dynastie die Berechnung der Fläche eines Rechtecks überliefert.⁸

² Alle Zitate siehe Rückseite des Buches von Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden.

³ Helck, W. und Otto, E., Lexikon der Ägyptologie, Wiesbaden 1975 – 1986, Band III, S.1237ff.

⁴ ebenda, Band II, S.1072ff. ; Reineke, W.F., Gedanken zum vermutlichen Alter der mathematischen Kenntnisse im alten Ägypten, in: Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde (ZÄS) Band 105, 1978, S.70.

⁵ Reineke, W.F., Gedanken zum vermutlichen Alter der mathematischen Kenntnisse im alten Ägypten, in: Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde (ZÄS) Band 105, 1978, S.70 und 74.

⁶ Durchschnittliche Länge 0,525 m.

⁷ Helck, W. und Otto, E., Lexikon der Ägyptologie, Band IV, S.118ff.

⁸ Pichot, A., Die Geburt der Wissenschaft, Frankfurt 1995, S.173.

Erst aus der Zeit der zweiten Hälfte des Mittleren Reiches sind aus verschiedenen Papyri – insbesondere aus dem pRhind – umfangreiche mathematische und geometrische Aufgabenstellungen und deren Lösungen wie Flächenberechnung eines Dreiecks, eines Trapezes und des Kreises bekannt, die größtenteils praxisorientiert waren. Flächeninhalte von Feldern wurden spätestens seit dem Mittleren Reich nach einer Formel berechnet, die nur bei Annahme einer Rechtwinklichkeit stimmt (pPyrus Kahun, 12. Dynastie).⁹ Auch Volumenberechnungen konnten durchgeführt werden. Am bekanntesten aus dem pRhind sind wohl die Aufgaben 56 und 57,¹⁰ welche die Berechnung des Rücksprungs einer Pyramide¹¹ bzw. die Berechnung der Höhe einer Pyramide¹² zum Inhalt haben.

Nachdem die Funde der Papyri aus dem späten Mittleren Reich Rechenaufgaben beinhalten, die auch Aufgabenstellungen des Alten Reiches betreffen, und sehr viel an Unterlagen in der ersten Zwischenzeit verloren ging, ist davon auszugehen, dass die genannten mathematischen und geometrischen Kenntnisse schon im AR bekannt waren. Die regelmäßig wiederkehrenden Überschwemmungen des Fruchtlandes im Niltal erforderten ausgedehnte Landvermessungen und großartige Wasserbauten. Dazu sind mathematische Kenntnisse unerlässlich, auch wenn uns heute darüber keine urkundlichen Nachweise vorliegen.

Die ägyptische Geometrie orientiert sich stets an der Praxis. Die mathematischen Kenntnisse beruhten ausschließlich auf Erfahrungswerten. Es wurden nicht irgendwelche abstrakten Figuren, sondern dreieckige oder quadratische Felder berechnet. Den Ägyptern ging es nicht um mathematische Beweise, sondern immer um Rechenvorschriften, um „Rechenrezepte“ mit mehr oder weniger guten Näherungswerten.¹³ Die Entwicklung der Geometrie war eng mit den Bedürfnissen der Praxis verknüpft und an den Erfordernissen der Feldeinteilung und -vermessung, der Architektur und des Bauwesens sowie an der Messung von Rauminhalten orientiert. Rein theoretische Überlegungen waren den Ägyptern fremd.

Die ägyptische Mathematik und Rechentechnik haben offensichtlich einen beachtlichen Einfluss auf die Herausbildung einer mathematischen Wissenschaft in der griechischen Welt ausgeübt. Sie wurden von den griechischen Historikern hoch gerühmt und als Quelle ihrer eigenen Kenntnisse betrachtet.¹⁴ Bereits Herodot berichtete im fünften Jahrhundert v.Chr., dass die Griechen die Geometrie von den Ägyptern und die Astronomie von den Babyloniern erlernten.¹⁵ Platon, griechischer Philosoph im vierten Jahrhundert v. Chr., befasste sich eingehend mit dem Zusammenhang zwischen Mathematik und Musiktheorie, den er δεσμός – das Band – nannte. In seinen „Nomoi“¹⁶ führte er dazu aus, dass die drei Wissensgebiete Arithmetik, Geometrie und Musiktheorie miteinander als eine Einheit verbunden seien.¹⁷ Platon hielt sich einige Monate zu Studien in Heliopolis auf und sprach von den mathematischen Kenntnissen im damaligen Ägypten voller Hochachtung.

⁹ ebenda, S.197.

¹⁰ ebenda, S.196-197.

¹¹ Abmessungen 360 Ellen (E) Basisseite und 250 E Höhe (Ergebnis ist $5 \frac{1}{25}$ Handbreiten bei 7 Handbreiten gleich einer E).

¹² 140 E Basisbreite und einem Rücksprung von 5 Handbreiten und 1 Finger (eine Handbreit entspricht vier Fingerbreiten) (Ergebnis $93 \frac{1}{3}$ E).

¹³ Morenz, S. Die Begegnung Europas mit Ägypten, Berlin 1968, S.74ff.

¹⁴ Reineke, W.F., Gedanken zum vermutlichen Alter der mathematischen Kenntnisse im alten Ägypten, in: Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde (ZÄS) Band 105, 1978, S.67.

¹⁵ Herodot Historien, Deutsche Gesamtausgabe, Übersetzung Horneffer, Berlin 1959, II, Ziff. 109; Kleppisch, K., Willkür oder mathematische Überlegung beim Bau der Cheopspyramide?, Berlin 1927, S.3.

¹⁶ <http://www.textlog.de/platon-nomoi-gesetze.html>.

¹⁷ ebenda, Bd. VII, Kapitel 27.

Korff'scher Denkansatz

Aufgrund seiner Forschungen und Untersuchungen vertritt Korff die Auffassung, dass Platon durch seinen Besuch in Ägypten das Schema einer Tonskala gekannt habe, welches ebenso sowie die im Pyramidenquerschnitt vorkommenden Intervalle, Dreieckszahlen und Binominalkoeffizienten in Vergessenheit geraten sei und jetzt als eine „Wiederentdeckung altägyptischer Mathematik und Musiktheorie“ gelten müsse.¹⁸ Die Dreiecks- und Pyramidenzahlen, die Korff für das Alte Ägypten wieder entdeckt haben will, finden seiner Meinung nach auch in der Musiktheorie Platons ihren Niederschlag.

Korff behauptet, dass von den altägyptischen Baumeistern die Werte für die Rücksprünge der Pyramiden im Alten und Mittleren Reich als ein harmonisches Intervall aus antiken Tonarten gewählt worden seien.¹⁹ Allein 20 von 29 Pyramiden dieses Zeitabschnitts enthielten Rücksprungintervalle aus dem Diatonon Malakon des Ptolemaios aus Alexandria (100 – 160 n.Chr.), von dem die Tonzahlen und Tonfolgen von 24 altägyptischen Tonarten überliefert waren, deren Intervalle vornehmlich in der Tonart des Diatonon Malakon und Syntonon standen.²⁰

Korff stellt nun – wie im Folgenden noch näher erläutert werden wird – einen Zusammenhang zwischen den von ihm berechneten Rücksprüngen der meisten Pyramiden des Alten und Mittleren Reiches und verschiedenen Tonabständen her²¹ und bietet so eine Erklärung für die unterschiedlichen Werte der Neigungswinkel (Rücksprünge) der Pyramiden im Alten Ägypten an, für die es bisher noch keine einleuchtende Begründung gibt:²²

Pyramide des Unas	3/2	Quinte (c-g)
Chephrenpyramide sowie 9 weitere Pyramiden	4/3	Quarte (c-f)
Pyramide des Mykerinos	5/4	reine große Terz (c-e)
Pyramiden Neferirkare, Amenemhet I und II	7/5	Tritonus im Diatonon Malakon ²³
Pyramiden Sesostri I. und III.	7/6	Kleinstterz (c-es)
Cheopsyramide und 4 weitere Pyramiden	80/63	große Terz im Diatonon Malakon ²⁴ (c-e)
Rote Pyramide	20/21	unterteiliger Halbton (h´ - c)

Die Korff'schen Berechnungen beziehen sich ausschließlich auf die Abmessungen der Pyramiden, wie sie in einer Tabelle bei Arnold aufgeführt sind.²⁵ Allerdings habe es sich herausgestellt, dass 96% der dort genannten Abmessungen aufgrund der von ihm – so Korff weiter – wieder gefundenen mathematischen Theorie falsch seien.²⁶ Sie lägen jedoch dicht neben den von ihm nunmehr mit Hilfe der ägyptisch-griechischen Mathematik ermittelten Werten.

Ausgangspunkt für Korff ist die bei Platon in dessen Nomoi mehrfach genannte Zahl **5040**, die für viele gesellschaftliche Vorhaben und Geschäfte

¹⁸ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.21.

¹⁹ ebenda, S.6.

²⁰ ebenda, S.4.

²¹ ebenda, S.20.

²² ebenda, S.14; Kapitel XI, S.200ff; chronologische Aufstellung siehe S.19/20.

²³ ebenda, S.228.

²⁴ Ptolemaios' Liste antiker Tonarten in Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.55.

²⁵ Arnold, D., Lexikon der ägyptischen Baukunst, Düsseldorf/Zürich, 1997, S.200.

²⁶ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.17 und 18.

„ ... bequem sei, weil sie durch nicht mehr als 60 Zahlen weniger eine geteilt werden kann und durch alle ununterbrochen von eins bis zehn.“²⁷

Aus Anlage 1 ist die Unterteilung der Zahl 5040 in 59 Schritte ersichtlich. Darauf aufbauend behauptet Korff nun, dass

„... die Ägypter in ihrem Mess- und Maßsystem eine den Pyramidenbau erleichternde Vereinfachung ... hatten: Die in den Bauwerkmaßen beobachtete Teilbarkeit durch ganze Zahlen war auf die Zahlen von eins bis sieben beschränkt“.²⁸

Irrtümlicherweise bezeichnet Korff die Zahl „Eins“ als Primzahl; die moderne Mathematik geht dagegen von der Zahl „Zwei“ als erste Primzahl aus.²⁹

Dieser historisch auf das Alte Ägypten nicht belegten These folgend nahm Korff die genannten Korrekturen („Wieder finden ursprünglicher Pyramidenabmessungen“) der bei Arnold genannten Abmessungen vor und entwickelt Planungs- und Bauhypothesen.³⁰ In diesem Zusammenhang äußert er:

„Solange diese Auswahl aus den ersten fünf Primzahlen von der Forschung nicht berücksichtigt wird, sind sämtliche Listen über Pyramidenabmessungen in Handbüchern, die größere Primzahlen als (7) enthalten, praktisch wertlos“.³¹

Planung und Berechnung der Abmessungen der Cheopspyramide und weiterer Pyramiden nach Korff

1979 fand Hinkel auf der Nordwand der Kapelle BEG N 8 in Begrawija (Meroe) eine von ihm in die Zeit um ca. 40 v.Chr. datierte Ritzzeichnung,³² in welcher die linke Hälfte eines Pyramidenstumpfes vom Typ X mit 48 horizontalen Steinschichten über eine Höhe von 168 cm dargestellt ist (Anlage2). Jede Schicht ist somit 35 cm hoch. Die (halbe) Grundlinie der Pyramide ist in elf senkrechte Linien im Abstand von 5,25 cm, d.h. in einer Breite von jeweils 1/10 der ägyptischen Elle (Maßstab 1:10) unterteilt. Die obere Plattform liegt auf 9/10 der idealen Pyramidenhöhe und die Seitenlänge entspricht 1/10 der Grundlinie.³³ Das Verhältnis zwischen idealer Pyramidenhöhe, die sich aus der Verlängerung der Seiten des Pyramidentyps X (Abb.1) ergibt und der Grundlinie entspricht dem Verhältnis von 8,5:10,6 bzw. 8:5 und damit mit 1,604 in etwa dem Goldenen Schnitt (1,618).³⁴

Korff schließt aus dieser Ritzzeichnung, dass auch die Baumeister der Pyramiden des Alten Reiches ein derartiges Muster für den Pyramidenbau angewandt hätten: Er unterteilt dafür die Querschnittsfläche der Pyramide, wie in Anlage 3 dargestellt, in einzelne Dreiecke – in „Normbausteine“. Die Querschnittsfläche einer Pyramide wird so bei der Bauplanung in Dreiecke unterteilt (Abb.2):³⁵ Jedes der Dreiecke hat eine bestimmte Flächengröße, die sich

²⁷ <http://www.textlog.de/platon-nomoi-gesetze.html>, Band V, Kapitel 11.

²⁸ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.10.

²⁹ Wikipedia „Primzahl“, 8.7.2009.

³⁰ ebenda, S.42ff

³¹ ebenda, S.152.

³² Hinkel, F.W., Meroitische Architektur, in: Wildung, D. (Hrsg.) Sudan – Antike Königreiche am Nil, München 1996, S.393 – 415.

³³ Hinkel, F.W. Die Königspyramiden von Meroe in: Antike Welt 2/2002, S.189ff., Abb.13..

³⁴ ebenda, S.196.

³⁵ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.31.

aus der Höhe multipliziert mit der Basishälfte ergibt und in Quadratellen gemessen worden sei. Jedes Dreieck entspricht danach einem Normstein. Gleichzeitig wird durch die Grundfläche und Höhe der einzelnen Dreiecke der Rücksprung der Pyramide festgelegt.

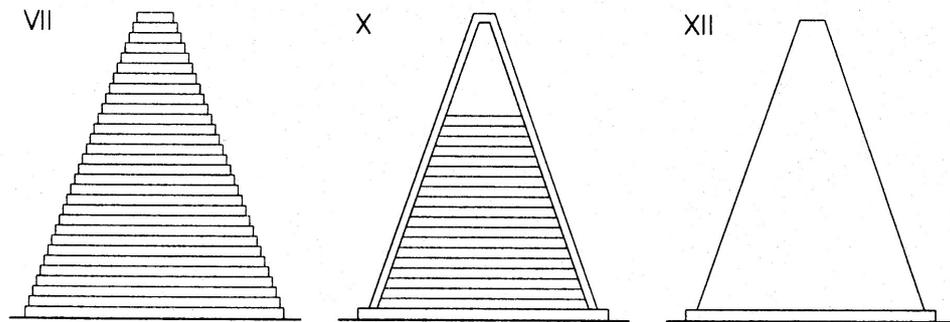


Abb.1 Die drei hauptsächlichsten Architekturtypen in den Friedhöfen von Meroe³⁶ nach Hinkel

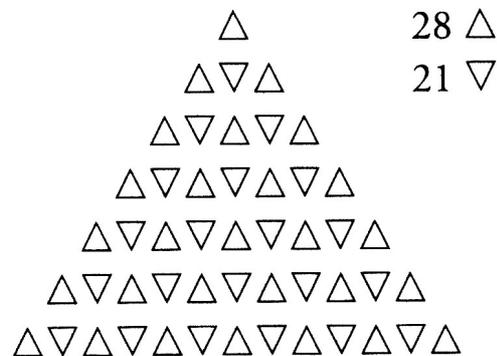


Abb. 2 Unterteilung einer 7 stufigen Pyramide nach Korff

Eine der aus der griechischen Antike überlieferten mathematischen Formeln zur Berechnung der Gesamtquerschnittsfläche aus der in Abb.2 dargestellten Summe von 49 Dreiecken lautet:

Bei Addition zweier aufeinander folgender Dreieckszahlen ergibt sich stets das Quadrat über der größten Zahl von der höheren Dreieckszahl.

Auf die Darstellung in Abb.2 bezogen heißt dies:

$$\begin{aligned} S\ 6 \text{ (auf dem Kopf stehende Dreiecke)} &= 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 = 21 \\ S\ 7 \text{ (senkrecht stehende Dreiecke)} &= 1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 + 7 = 28 \end{aligned}$$

$$S\ 6 + S\ 7 = 21 + 28 = 49 \text{ Flächeneinheiten oder einfacher ausgedrückt:}$$

$$\text{Größte Zahl von S 7 im Quadrat} \quad 7^2 = 49.$$

Die Summenformel ganz allgemein lautet:

$$S = n/2 \times (n + 1).$$

³⁶ ebenda, Abb.11.

Die Summen derartiger Zahlen wurden in der Antike „Dreieckszahlen“ genannt (in Abb.3 als „Folge der ersten Summen natürlicher Zahlen [Dreieckszahlen]“ bezeichnet).

Die alltägliche Flächenberechnung eines Pyramidenquerschnitts – so Korff weiter – sei daher Stufenzahl (in Abb.2 sind dies 7 Stufen) im Quadrat multipliziert mit der Fläche eines Dreiecks einer Stufe. Das oberste Dreieck entspricht der Fläche des Pyramidion. Die Ermittlung der Anzahl der Normsteine habe es ermöglicht, das Volumen des benötigten Steinmaterials und damit Bauzeit, Erschließung der Steinbrüche und Transporteinrichtungen überschlägig zu ermitteln und damit eine relativ genaue Planung der Errichtung der Pyramide zu erreichen.³⁷ Die herkömmlichen Berechnungsverfahren für das Volumen einer Pyramide bzw. eines Pyramidenstumpfes, welche im Alten Ägypten bereits bekannt waren, sind dagegen wesentlich einfacher zu handhaben.

Bei der Unterteilung der Pyramidenhöhen meist in sieben große Stufen, wie sie Korff vornimmt,³⁸ handelt es sich jedoch um eine rein theoretische und mit den archäologischen Befunden nicht in Einklang stehende Betrachtung: Die Schichtpyramiden der dritten Dynastie wurden durch schräg nach innen geneigte Steinschichten unterschiedlicher Höhe ohne senkrechte Stufenunterteilung der einzelnen Schichten errichtet.³⁹ Die Stufenpyramiden der vierten bis sechsten Dynastie wurden mit einem stufenförmigen Kernmauerwerk ungleicher Stufenzahl (zwischen 5 bis etwa 12) mit anschließender äußerer Verkleidung gebaut.⁴⁰ Eine schichtweise Errichtung des Baukörpers bzw. der einzelnen Stufen entspricht nicht den archäologischen Befunden. Für die Pyramiden des Mittleren Reiches galten wiederum andere Bauverfahren.⁴¹

Beispiel Cheopspyramide

Am Beispiel der Cheopspyramide erläutert nun Korff das von ihm angewendete Planungs- und Berechnungsverfahren: Die Höhe der Pyramide betrage 280 Ellen, die halbe Basisbreite 220,5 Ellen; die Stufenzahl der Außenverkleidung ergibt aufgrund der laut Korff bei Platon verwendeten Primzahlen 1,2,3,5 und 7 den Wert 210. Sie entspräche dem Produkt der von Imhotep eingeführten ersten fünf Primzahlen im ägyptischen Mess- und Maßsystem ($1 \times 2 \times 3 \times 5 \times 7 = 210$).⁴² Somit ergibt sich eine durchschnittliche Stufenhöhe, die zugleich die des Pyramidion ist, mit 280 geteilt durch 210, also mit $\frac{4}{3}$ Ellen.⁴³ Das Pyramidion hätte demnach die Abmessungen 2,1 E Breite und $\frac{4}{3}$ E Höhe. Andererseits geht Korff im Ergebnis seiner Studie von 213 Stufen aus.⁴⁴ Die Zahl 210 setzt sich zugleich aus der Summe der ersten sieben Werte der „Folge der Pyramidenzahlen“ (Abb.3) ($1+4+10+20+35+56+84 = 210$) zusammen.⁴⁵

Dieses Zahlenschema der Dreieck- und Pyramidenzahlen leitet Korff aus der Schrift Timaios von Platon ab.⁴⁶ Er behauptet, Platon habe dies in Ägypten kennen gelernt und bezieht sich

³⁷ ebenda, S.29. Für die Berechnung des Volumen einer Pyramide sind dagegen die herkömmlichen Formeln viel geeigneter. Hinzu kommt, dass es sich bei den von Korff verwendeten Dreieckszahlen um diejenigen einer dreieckigen Pyramide handelt. Die Pyramiden des Alten Reiches sind jedoch ausschließlich viereckig gebaut.

³⁸ ebenda, Kapitel XI, S.200ff.

³⁹ Müller-Römer, F. Die Technik des Pyramidenbaus im Alten Ägypten, München 2008, S.13.

⁴⁰ ebenda, S.106ff.

⁴¹ ebenda, S.114ff.

⁴² In der heutigen Mathematik zählt die Zahl 1 nicht zu den Primzahlen (2,3,5,7,11...).

⁴³ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.28.

⁴⁴ ebenda, Falttafel im Anhang.

⁴⁵ ebenda, S.67.

⁴⁶ ebenda, S.21; <http://12koerbe.de/pan/timaios3.htm>, Abschnitt 35cff.

dabei auf eine Auswertung⁴⁷ des „Epinomis 990“, welches dem Stand der modernen Forschung entsprechend jedoch nicht mehr Platon zugeschrieben wird („sicher unecht“).⁴⁸ Insofern sind auch die Hinweise Korffs auf Platons Kenntnisse der ägyptischen Zahlenkunde und ein Rückschluss der Kenntnisse Platons auf das Alte Ägypten zumindest als sehr fraglich einzustufen.⁴⁹

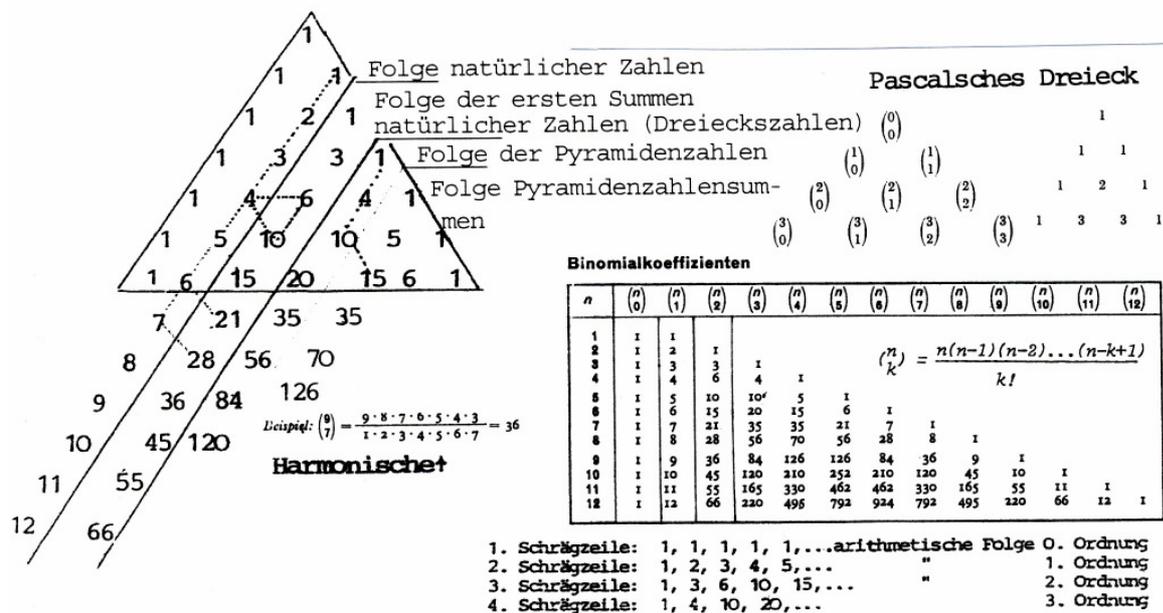


Abb.3 Dreiecks- und Pyramidenzahlen nach Korff

Die Basislänge der Cheopspyramide muss weiterhin nach Korff nicht wie in der Fachliteratur angegeben⁵⁰ 440 sondern 441 Ellen betragen,⁵¹ da das altägyptische Mess- und Maßsystem nur aus den ersten fünf Primzahlen 1, 2, 3, 5 und 7 bzw. aus Produkten daraus bestehe.⁵² Die Zahl 440 falle im Gegensatz zur Zahl 441 (3^2 mal $7^2 = 21^2$) nicht darunter und entspricht auch keiner der Pyramidenzahlen. Um dennoch auf die tatsächliche Basislänge der Cheopspyramide mit 230,36 m zu kommen, verwendet Korff ein Ellenmaß von 0,52236 m, welches der von Borchardt aus den Maßen der Königinnenkammer berechneten Ellenlänge von 0,52290 m nahe kommt⁵³ und von dem Korff glaubt, es in der Königinnenkammer exakt selbst gemessen zu haben.⁵⁴ Aus der Vermessung der Königskammer ergibt sich nach Borchardt eine weitere Ellenlänge, nämlich 0,52404 m. Aufgrund seiner Untersuchungen über die Vermessung der Grundkanten der Cheopspyramide ermittelt Borchardt die Länge der Elle mit 0,523554 m.⁵⁵ Bei Berücksichtigung der Differenz von 1,2 mm zwischen den Ellenlängen Korff (Königinnenkammer) und Borchardt (Grundkanten) ergeben sich dann insgesamt 441 Ellen.

⁴⁷ ebenda, S.297ff.

⁴⁸ Wikipedia, Platons Werke.

⁴⁹ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.24.

⁵⁰ Stadelmann, R., Die ägyptischen Pyramiden, Mainz 1997, S.108.

⁵¹ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.133.

⁵² ebenda, S.5.

⁵³ Borchardt, L., Gegen die Zahlenmystik in der großen Pyramide bei Gise, Berlin 1922, S.9.

⁵⁴ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, Anlage: Ergebnis der Studie, oben rechts.

⁵⁵ Borchardt, L., Längen und Richtungen der vier Grundkanten der Großen Pyramide bei Gise, Berlin 1926, S.8.

An der Pyramide des Niuserre in Abusir konnte Borchardt eine halbe Seitenlänge – 75 Ellen - exakt bestimmen und ermittelte so die Länge einer Elle mit 0,52507 m.⁵⁶ Er und andere Ägyptologen gehen daher von einem Ellenmaß von „rund“ 0,525 m aus. Die Abweichungen davon sind bei den einzelnen Pyramiden relativ gering und wahrscheinlich auf leicht unterschiedliche Messeinrichtungen zurückzuführen.⁵⁷ Die unterschiedlichen Längenmasse der selbst in einem Bauwerk verwendeten Elle erschweren generelle Berechnungen und Korrekturen, wie sie Korff vornimmt, außerordentlich und stellen sie als Basis für eine neue Hypothese infrage. Insofern sind Abmessungen stets in Metern und in „ca.“ Ellen anzugeben.

Die Neigung der Außenflächen der Cheopspyramide berechnet sich nach Korff nun wie folgt: 210 (senkrecht stehende Dreiecke – S 20) und 231 (aufrecht stehende Dreiecke – S 21) = 441 Ellen (21²) ergeben dann die Basiskante der Pyramide.⁵⁸ Die Breite eines Normdreiecks bzw. „Normsteins“ beträgt dann 2,1 E (441 Ellen Breite geteilt durch 210 senkrechte Stufen). Geteilt durch zwei (halbe Normsteinbreite) und wiederum geteilt durch 4/3 (durchschnittliche Stufenhöhe) ergibt dann für den Rücksprung das Verhältnis 80/63; der Neigungswinkel ergibt sich dann mit $\arctg\ 80/63 = 51,78^\circ$ (51°46'48"). Arnold gibt in seiner Liste als Neigungswinkel 51°50'40" an. Nach Maragioglio und Rinaldi⁵⁹ nennt auch Petrie 51°50'40"; diesem Wert stimmt auch Cole zu. Dies entspricht – altägyptisch ausgedrückt – einem Rücksprung von 5½ Handbreit bzw. 22 Finger auf eine Elle bzw. einem Neigungsverhältnis von 11/14. Dagegen vertreten Lauer und Mayer-Astruc die Auffassung, dass der theoretische Neigungswinkel 51°50'35" bzw. 51°49'43" betrage.⁶⁰

Der von Korff aufgrund seiner Annahmen berechnete Neigungswinkel von 51°46'48" bzw. Rücksprung von 80/63 steht somit im Widerspruch zu den archäologischen Befunden. Spätestens an dieser Stelle stellt sich die Frage nach der Zulässigkeit, das Prinzip der Dreieckszahlen der hellenistischen Welt auch für die Zeit der Planung der Pyramiden anzunehmen.

Berechnungen Korff's für die Abmessungen weiterer Pyramiden

Für alle weiteren Pyramiden des Alten und Mittleren Reiches berechnet Korff weiterhin aufgrund seiner Beobachtung bzw. Festlegung, wonach das ägyptische Meßsystem nur aus den ersten fünf Primzahlen (1,2,3,5 und 7) bzw. aus Produkten daraus bestehe, korrigierte Abmessungen und Werte (Basislänge, Höhe und Neigungswinkel).⁶¹ Anhand einiger Beispiele sei diese Vorgehensweise aufgezeigt und kritisch betrachtet:

So korrigiert Korff die von Arnold genannte Basislänge der **Pyramide in Meidum**⁶² von 275 auf 276 Ellen (2² mal 3 mal 23 = 276) und deren Höhe von 175 auf 175 und 5/21 Ellen⁶³. Er ermittelt so – wie auch schon für die Cheopspyramide – einen Rücksprung von 80/63. Auch an diesem Beispiel wird deutlich, wie wenig die Annahmen und Korrekturen von Korff mit den archäologischen Befunden in Übereinstimmung stehen: Die Höhe der Pyramide in Meidum wurde von verschiedenen Ägyptologen – unter anderem von Petrie⁶⁴ – aufgrund des

⁵⁶ Borchardt, L., Grabdenkmal des Königs Ne-user-re, Leipzig 1907, S.99 und 156.

⁵⁷ Borchardt, L., Gegen die Zahlenmystik in der großen Pyramide bei Gise, Berlin 1922, S.8–9.

⁵⁸ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.26–27.

⁵⁹ Maragioglio, V. und Rinaldi, C.A., L'Architettura delle Piramidi Menfite, Parte IV, S.18

⁶⁰ ebenda, S.18.

⁶¹ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.18.

⁶² Arnold, D. Lexikon der ägyptischen Baukunst, Düsseldorf/Zürich, 1997, S.200.

⁶³ Korff, F.W. Der Klang der Pyramiden, S.17 und 65; dabei kürzt sich die Primzahl 23 bei der Bildung des Rücksprungs 80/63 aus dem Bruch heraus.

⁶⁴ Petrie, W.M. F., Mejdum and Memphis, London 1910.

empirisch festgestellten Rücksprungs von 11/14 (Seked $5\frac{1}{2}$; Neigungswinkel $51^{\circ}50'35''$)⁶⁵ mit 180 Ellen (91,92) m berechnet.⁶⁶ Maragioglio und Rinaldi ermittelten einen Neigungswinkel von $52^{\circ}40'$, woraus sich eine Höhe von 94,50 m ergibt.⁶⁷

Für die **Rote Pyramide** in Dahschur Nord gibt Korff ein Rücksprungsverhältnis von 20/21 bzw. einen Neigungswinkel von $43,60^{\circ}$ ($43^{\circ}36'$) an. Maragioglio und Rinaldi zitieren den von Perring gemessenen Winkel mit $43^{\circ}36'11''$, den von Petrie ermittelten mit $44^{\circ}36'$ und den von Lauer theoretisch ermittelten Wert mit $43^{\circ}20'$.⁶⁸ Dieser zuletzt genannte Winkel entspricht einem Rücksprung von 14/15 in den Seitenflächen und einem – bautechnisch leicht zu realisierendem – Verhältnis von 2/3 entlang der Ecken. Dieser Winkel ist auch bei der Knickpyramide im oberen Teil verwendet worden.⁶⁹ Aufgrund der Ausgrabungen nennt Stadelmann eine Basislänge von 420 Ellen, deren Länge der Korff'schen Theorie widerspricht: Sie setzt sich nicht aus „seinen“ Primzahlen zusammen. Darüber hinaus setzt Korff auch für die Rote Pyramide rechnerisch eine Stufenzahl von 210 an. Daraus ergibt sich eine Basislänge der obersten Schicht 210 – des Pyramidion – von 2 Ellen. Stadelmann nennt aufgrund des von ihm während seiner Grabungsaktivitäten gefundenen Pyramidion eine Basislänge von 3 Ellen bzw. 21 Handbreiten.⁷⁰ Dies ist ein Widerspruch, auf den Korff nicht eingeht. Theorie contra Wirklichkeit? Eine ähnliche Diskrepanz ergibt sich für das im Museum in Kairo ausgestellte Pyramidion der Pyramide des Amenemhet III. aus Dahschur, für dessen Basislänge Korff rechnerisch wiederum 2 Ellen angibt⁷¹ – im Gegensatz zur tatsächlichen Abmessung 1,87 m,⁷² die – wiederum altägyptisch – 3 E und 4 H entspricht.⁷³ Wiederum Theorie contra Wirklichkeit?

Wie Winkler zeigt,⁷⁴ stehen die Abmessungen der Basis eines Pyramidion (gemessen in Handbreit bzw. Finger) zur Basis der entsprechenden Pyramide (gemessen in Ellen) stets in einem geraden Verhältnis:

Rote Pyramide:	21 Handbreit zu 420 Ellen und damit 1 H Pyramidion zu 20 E Pyramide
Amenemhet III:	25 Handbreit zu 200 Ellen und damit 1 H Pyramidion zu 8 E Pyramide
pP Rhind (aus dem Papyrus heraus gemessen)	1 H Pyramidion zu 1 E Pyramide

Der von Korff aufgrund der von ihm korrigierten Pyramidenabmessungen berechnete Rücksprung von 80/63 für insgesamt fünf Pyramiden⁷⁵ und für weitere neun Pyramiden⁷⁶ mit einem Rücksprung von 4/3 ($53^{\circ} 7' 48''$) ist daher teilweise nicht korrekt und entspricht im Fall des 80/63 Rücksprungs auch nicht dem „... *allgemeinen Bauprinzip der ägyptischen*

⁶⁵ Seked $5\frac{1}{2}$ bedeutet einen Rücksprung von $5\frac{1}{2}$ Handbreiten auf eine Elle. 18, Fig.2

⁶⁶ Maragioglio, V. und Rinaldi, C.A., L'Architettura delle Piramidi Menfite, Addenda III, Tav.3.

⁶⁷ ebenda, Parte III, S.16.

⁶⁸ ebenda, Addenda III, Tav. 18, Fig.2

⁶⁹ ebenda, Parte IV, S.126/128 und 134/136 (Observation 4).

⁷⁰ Stadelmann, R., Die ägyptischen Pyramiden, Mainz 1997, S.101.

Setzt man die Basisbreite des Pyramidion (21 Handbreit) in das Verhältnis zur Basisbreite der Pyramide (420 E), so ergibt sich, dass 1 Handbreit der Basisbreite des Pyramidion 20 Ellen der Basisbreite der Pyramide entspricht.

⁷¹ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.248.

⁷² Arnold, D. Der Pyramidenbezirk des Königs Amenemhet III. in Dahschur, Band I Die Pyramide, Mainz 1995, S.15.

⁷³ Drückt man Basisbreite und Höhe des Pyramidion wiederum in E, H und F aus, ergibt sich ein Verhältnis von 70 F (Höhe) zu 100 F (Basis).

⁷⁴ Winkler, R., Logistik des Pyramiden-Baues, Dissertation, Fakultät 1 Architektur und Stadtplanung der Universität Stuttgart, 2002, S.8ff und S.23ff.

⁷⁵ Meidum, Cheopspyramide, Sahure, Djedkare und Sauiet el Arjan.

⁷⁶ Chephren, Userkaf, Neferefre, Teti, Pepi I., Merenre, Pepi II., Unbekannte Pyramide.

Baumeister, nur Maße zu verwenden, die leicht absteckbar waren ...“ – wie Korff an anderer Stelle selbst feststellt.⁷⁷ Wiederholt wurde von Archäologen für die Cheopspyramide und weitere Pyramiden der Rücksprung (Seked) mit $5\frac{1}{2}$ (22 F auf eine E) festgestellt.⁷⁸ Korff lehnt diese Werte allein mit der Begründung ab, die Zahl 11 dürfe nicht allein – ohne gegenseitige Kürzung – vorkommen, da sie größer als die ersten fünf Primzahlen sei.⁷⁹

Deutung der Bauhüttenregel von Diodorus Siculus durch Korff

Korff legt dem Bau der Pyramiden noch eine weitere, in griechischer Zeit erstmals erwähnte Aussage zugrunde: Die „Bauhüttenregel“ von Diodorus Siculus,⁸⁰ mit welcher er Platon nach dessen Besuch in Ägypten in Verbindung bringt. Die Regel heißt „ $21 + \frac{1}{4}$ “. Korff schlägt dafür folgende Deutung vor: Es sei dies die Beschreibung der Einteilung der Cheopspyramide in sieben Stufen (Abb.4).⁸¹

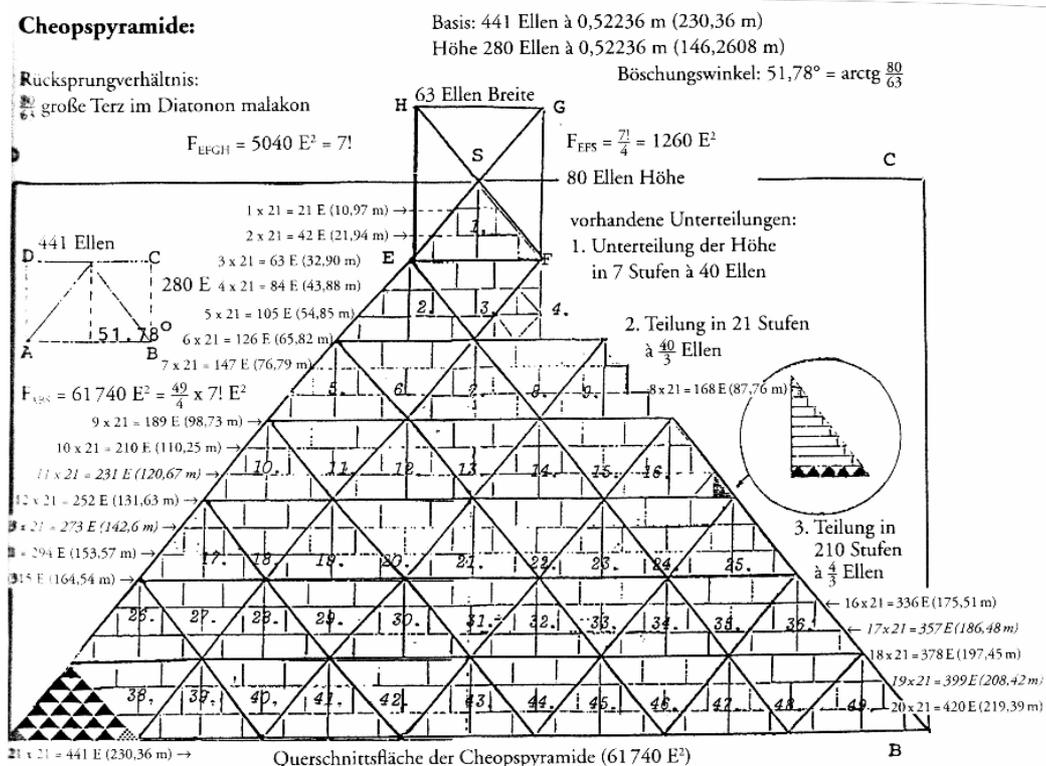


Abb.4 Unterteilung der 7 Schichten der Cheopspyramide nach Korff.

Diese sieben Stufen seien darüber hinaus in je drei Schichten zu unterteilen. Damit ergäbe sich ein bautechnischer Nutzen insoweit, als es dann insgesamt 21 Schichten mit ganzzahligen Längenmaßen gebe und sich daraus 2 mal 21 = 42 Messpunkte abstecken ließen, welche dann den exakten Bau der Außenflächen garantierten. An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, dass auch die Cheopspyramide – wie alle Stufenpyramiden der vierten bis sechsten Dynastie – nicht in durchgehender Schichtbauweise sondern mit einem stufenförmigen Kern sowie einer äußeren Verkleidung gebaut wurde.⁸² Die innere Struktur der Pyramide des Mykerinos zeigt diese Bauweise deutlich.⁸³

⁷⁷ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.8.

⁷⁸ Maragioglio, V. und Rinaldi, C.A., L'Architettura delle Piramidi Menfite Parte IV, S.12ff.

⁷⁹ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden, S.93.

⁸⁰ ebenda, S.157.

⁸¹ ebenda, S.159.

⁸² Müller-Römer, F. Pyramidenbau im Alten Ägypten unter:

Eine schematische Unterteilung der 210 Stufen der Außenverkleidung der Cheopspyramide in 7 gleich hohe Stufen zeigt, dass diese sich entsprechend der archäologischen Befunde jedoch nicht exakt in ein 40 Ellen – Raster (280 Ellen Höhe geteilt durch 7) einteilen lassen. Es gibt stets Abweichungen,⁸⁴ wie auch die messtechnische Aufnahme der einzelnen Schichthöhen durch Goyon ergab.⁸⁵ Nach Korff beweise die Bauhüttenregel, dass Diodorus und Platon die Cheopspyramide und ihre siebenstufige Kernstruktur vor Augen gehabt hätten, als ihnen diese Regel erklärt worden sei.⁸⁶

Im pMoskau ist neben anderen Aufgabenstellungen auch die exakte Berechnung des Volumens eines quadratischen Pyramidenstumpfs enthalten.⁸⁷ Damit ließ sich in beliebiger Höhe einer Pyramide beispielsweise für jede Steinschicht des Verkleidungsmauerwerks mit ihrer individuellen Höhe deren waagerechte Länge berechnen, die für die genaue Vermessung der vier Kanten der Pyramide genutzt werden konnte. Eine Unterteilung in gleich hohe Schichten, wie Korff sie zu messtechnischen Zwecken am Beispiel der Cheopspyramide vorschlägt,⁸⁸ erscheint daher nicht notwendig.

Harmonische Proportionen im alten Ägypten

Der Goldene Schnitt stellt eine für die menschliche Wahrnehmung sehr angenehme und wohltuende Proportion dar.⁸⁹

Wie Reinecke feststellt, ermöglichte das im Alten Reich bekannte Knotenseil die Konstruktion rechter Winkel und das Vermessen des Goldenen Schnitts.⁹⁰ Dass im Alten Ägypten derartige Zahlenverhältnisse bekannt waren und bewusst für die Konstruktion der Bauwerke eingesetzt wurden, darf als gesichert gelten.

Kleppisch erwähnt in diesem Zusammenhang, dass bereits im alten Indien der pythagoreische Lehrsatz lange vor Pythagoras bekannt war.⁹¹ Wie an anderer Stelle erwähnt, wurde auch im Alten Ägypten mit rechtwinkligen Dreiecken gerechnet. In einer Betrachtung weist Kleppisch darauf hin, dass die Gesamtoberfläche der Cheopspyramide nach dem Goldenen Schnitt derart geteilt erscheint, dass sich die Grundfläche zur Mantelfläche wie die Mantelfläche zur Gesamtoberfläche (3:4:5) verhält.⁹² Könnte aus diesem Grund ein Seket von $5\frac{1}{2}$ bei der Pyramide in Meidum, der Cheopspyramide und weiteren Pyramiden gewählt worden sein? Warum aber dann nicht bei allen folgenden? Fest steht jedoch, dass die für das menschliche Auge angenehmsten Neigungswinkel von Pyramiden zwischen 23 F zu einer E und 19 F zu einer E liegen.

<http://archiv.ub.uni-heidelberg.de/propylaeumdok/volltexte/2008/136>.

⁸³ Maragioglio VI, Tav.4, Fig.2.

⁸⁴ Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden,, Faltafel im Anhang des Buches.

⁸⁵ Goyon, G. Les Rangs d'assises de la Grande Pyramide, in: BIFAO 78 (1978), S.410–413.

⁸⁶ ebenda, S.158.

⁸⁷ ebenda, S.194-195.

⁸⁸ ebenda, Faltafel im Anhang des Buches.

⁸⁹ Zwei Strecken stehen im Verhältnis des Goldenen Schnitts, wenn sich die größere zur kleineren Strecke verhält wie die Summe aus beiden zur größeren.

⁹⁰ Reinecke, W.F., Gedanken zum vermutlichen Alter der mathematischen Kenntnisse im alten Ägypten, in: Zeitschrift für Ägyptische Sprache und Altertumskunde (ZÄS) Band 105, 1978, S.74.

⁹¹ Kleppisch, K., Willkür oder mathematische Überlegung beim Bau der Cheopspyramide?, Berlin 1927, S.22.

⁹² ebenda, S.8.

Zusammenfassung und abschließende Bewertung

Der Philosoph und Schriftsteller Korff⁹³ stellt in seinem Buch „Der Klang der Pyramiden“ die Behauptung auf, dass im Alten Ägypten die mathematischen und musiktheoretischen Kenntnisse und Erfahrungen des alten Griechenland zur Zeit Platons bekannt waren und dem Pyramidenbau zugrunde lagen. So seien die Rücksprünge (Neigungswinkel) der Pyramiden auf altägyptische Tonabstände zurückzuführen. In seinem schwer zu lesenden, eine klare Linie vermissen lassenden und von vielen Wiederholungen und nur wenigen Quellenangaben geprägten Buch versucht er, dafür den Nachweis zu führen.

Wie eingangs erläutert, orientierte sich die ägyptische Geometrie stets an der Praxis. Die mathematischen Kenntnisse beruhten ausschließlich auf Erfahrungswerten. Es wurden nicht irgendwelche abstrakten Figuren, sondern dreieckige oder quadratische Felder berechnet. Den Ägyptern ging es nicht um mathematische Beweise, sondern immer um Rechenvorschriften, um „Rechenrezepte“ mit mehr oder weniger guten Näherungswerten. Die Entwicklung der Geometrie war eng mit den Bedürfnissen der Praxis verknüpft und an den Erfordernissen der Feldeinteilung und -vermessung, der Architektur und des Bauwesens sowie an der Messung von Rauminhalten orientiert. Es ist daher nicht anzunehmen, dass bei Platon genannte mathematische Zusammenhänge, wie z.B. die Zahl 5040, bereits im Alten Ägypten bekannt waren. Es gibt auch keinerlei Hinweise dafür, dass die Ritzzeichnung aus Meroe und die Bauhüttenregel des Diodorus Siculus im Alten Ägypten von Baumeistern genutzt wurden.

Es drängt sich daher mir die Frage auf, ob die von Korff an den Abmessungen der Pyramiden des Alten und Mittleren Reiches vorgenommenen Korrekturen nur durchgeführt wurden, damit seine theoretischen Berechnungen für die auf Tondifferenzen zurück zu führenden Werte für die Rücksprünge der Pyramiden mit der Musiktheorie in Einklang zu bringen sind. Den Korrekturen entgegenstehende archäologische Befunde – z.B. die verschiedenen Bauweisen der Pyramiden sowie die exakten Abmessungen der Neigungswinkel und der Basislängen verschiedener Pyramiden – wurden nicht mit einbezogen. Auch die Auslegung der Bauhüttenregel und die Unterteilung der Pyramiden in sieben größere Stufen – ausgiebig am Beispiel der Cheopspyramide erläutert – erscheinen rein theoretisch und entsprechen nicht den archäologischen Tatsachen.

Wie in so manchen anderen Veröffentlichungen aus der Welt der „Nichtägyptologen“ werden auch bei Korff die historischen und archäologischen Belege nicht oder nur soweit passend als Basis für eine neue Hypothese berücksichtigt.

Insgesamt kann ich daher der Aussage von Prof. Jan Assmann über die von Korff entwickelte Hypothese

„Ihre Entdeckung ist mit allem historischen Wissen und präziser Beobachtung in einer Weise abgesichert, dass man nur staunend den Hut ziehen und Sie beglückwünschen muss. Ihre Ergebnisse sind schlagend und werfen ein völlig neues Licht auf den Pyramidenbau wie auf die Baukunst überhaupt. Freilich: so recht Sie ohne Zweifel haben, so schwer werden wir Ägyptologen es haben, Ihre Entdeckungen mit dem in Beziehung zusetzen, was wir sonst von Ägypten, den Pyramiden, der ägyptischen Musik und Mathematik und geistigen Hintergründen der ägyptischen Baukunst wissen. Ihr Buch wird eine ungeheure Herausforderung an unser Fach darstellen und

⁹³ Wikipedia, Friedrich Wilhelm Korff (Stand 02.05.2009).

*hoffentlich eine intensive Forschung in Gang setzen, um Ihren sensationellen Ergebnissen den nötigen Kontext zu geben.*⁹⁴

nicht zustimmen. Es sei denn, diese Aussage sei ironisch gemeint.

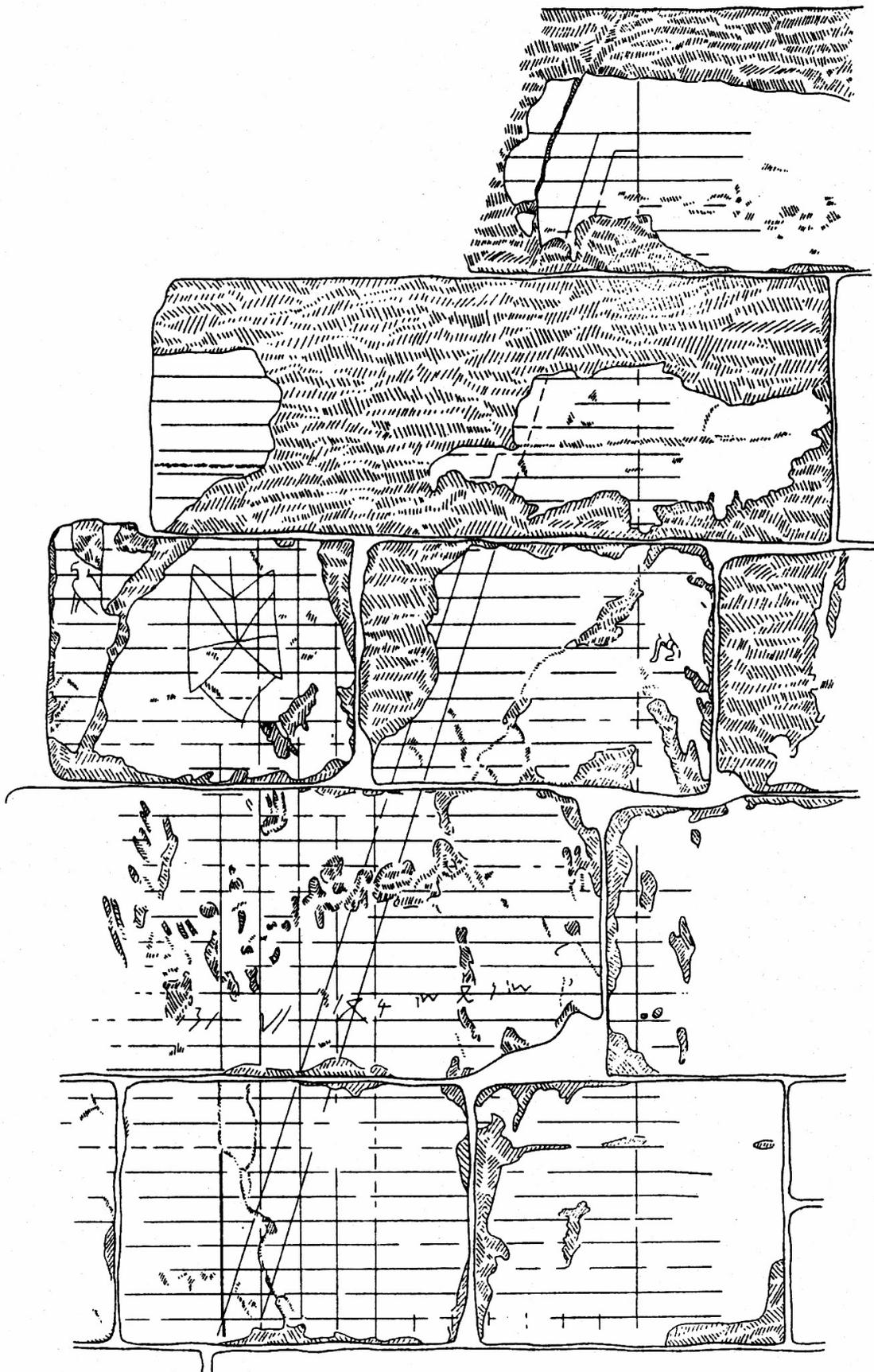
Die Fragestellung, warum die Pyramiden im Alten und Mittleren Reich mit wechselnden Neigungswinkeln zwischen 28 Finger auf eine Elle bei der Roten Pyramide und 21 bzw. 22 Finger auf eine Elle bei vielen Pyramiden des Alten Reichs gebaut wurden, hat noch immer keine einleuchtende und zufrieden stellende Erklärung gefunden.

⁹⁴ Zitat siehe Rückseite des Buches von Korff, F.W., Der Klang der Pyramiden.

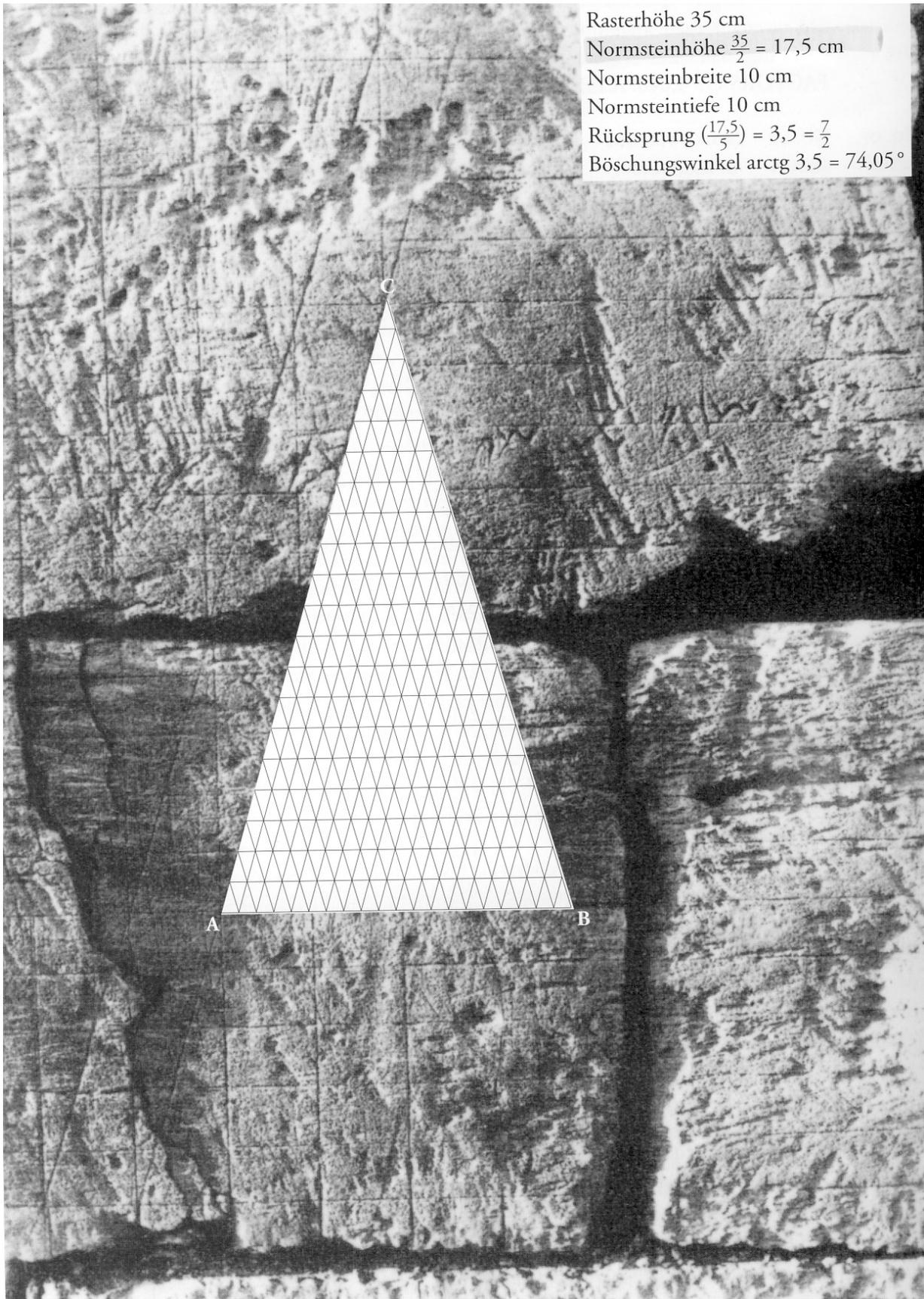
Figure 23
FACTORS OF 5,040: A LEGISLATOR'S MANUAL

NO. OF FACTORS	NO. OF GROUPS	NO. OF PERSONS IN EACH GROUP	NO. OF FACTORS	NO. OF GROUPS	NO. OF PERSONS IN EACH GROUP
i	1	5,040	xxxi	72	70
ii	2	2,520	xxxii	80	63
iii	3	1,680	xxxiii	84	60
iv	4	1,260	xxxiv	90	56
v	5	1,008	xxv	105	48
vi	6	840	xxxvi	112	45
vii	7	720	xxxvii	120	42
viii	8	630	xxxviii	126	40
ix	9	560	xxxix	140	36
x	10	504	xl	144	35
xi	12	420	xli	168	30
xii	14	360	xlii	180	28
xiii	15	336	xliiii	210	24
xiv	16	315	xliv	240	21
xv	18	280	xlv	252	20
xvi	20	252	xlvi	280	18
xvii	21	240	xlvii	315	16
xviii	24	210	xlviii	336	15
xix	28	180	xliv	360	14
xx	30	168	l	420	12
xxi	35	144	li	504	10
xxii	36	140	lii	560	9
xxiii	40	126	liii	630	8
xxiv	42	120	liv	720	7
xxv	45	112	lv	840	6
xxvi	48	105	lvi	1,008	5
xxvii	56	90	lvii	1,260	4
xxviii	60	84	lviii	1,680	3
xxix	63	80	lix	2,520	2
xxx	70	72	lx	5,040	1

Anlage 1 Unterteilung der Zahl 5040 in 59 Schritte



Anlage 2 Ritzzeichnung zum Bau der Pyramide N 2 im Nordfriedhof von Meroe.



Anlage 3 Pyramiden - Vertikalriss nach Korff