HANS JELITTO

GEOMETRIE UND ANORDNUNG DER GROSSEN PYRAMIDEN VON GIZA

TEIL II: CHEFREN- UND MYKERINOS-PYRAMIDE SOWIE GESAMTBILD

Der Aufsatz wurde in zwei Teilen abgedruckt. Der erste erschien in GW 1995/1 und behandelt hauptsächlich geometrische Aspekte der Cheops-Pyramide. Der zweite, hier vorliegende Teil enthält geometrische Besonderheiten der Chefren- und der Mykerinos-Pyramide sowie einen Zusammenhang, der die drei Pyramiden umfaßt.

1. Einleitung

Während eines Vortrages über die Cheops-Pyramide 1994 am Institut für Kernphysik des Forschungszentrums Karlsruhe vor ehemaligen Arbeitskollegen tauchte die Frage auf, wie es denn mit den anderen Pyramiden aussähe. Eine spätere Überprüfung von Chefren- und Mykerinos-Pyramide ergab, daß sich die Absolutgrößen der beiden Pyramiden, ähnlich wie bei der Cheops-Pyramide, auf je eine weitere Gleichung zurückführen lassen. Auch die geometrischen Formen der beiden Pyramiden ließen sich jeweils von einer eigenen geometrischen Besonderheit ableiten.

Die Gleichungen für die Größen der drei Pyramiden sowie eine Deutung der Abstände zwischen den Pyramiden zueinander ergaben schließlich einen Zusammenhang, der die drei Großen Pyramiden und möglicherweise auch die sechs kleinen Nebenpyramiden in einem bisher noch nicht dagewesenen Gesamtbild vereinigt.

Die genauen Maße, die in den folgenden Kapiteln von wesentlicher Bedeutung sind, stammen von L. BORCHARDT¹ und J. H. COLE² (Kantenlängen und Eckwinkel der Cheops-Pyramide, s. Teil I) und von W. M. F. Petrie³ (Kantenlängen und Eckwinkel der Chefren- und der Mykerinos-Pyramide sowie Böschungswinkel aller drei Pyramiden). Die wichtigsten Daten sind

¹ L. BORCHARDT: Längen und Richtungen der vier Grundkanten der großen Pyramide bei Gise (1926), S. 7 – 9

² J. H. COLE: Determination of the Exact Size and Orientation of the Great Pyramid of Giza (1925), S. 6, 7

³ W. M. F. PETRIE: The Pyramids and Temples of Giseh (1883), S. 12, 32 ff.

in Tab. 1 wiedergegeben. Meßergebnisse von J. DORNER⁴ bezüglich der Chefren-Pyramide weichen teilweise geringfügig von denen PETRIEs ab, ändern jedoch nichts am Ergebnis.

Technische Größe	Cheops-Pyramide	Chefren-Pyramide	Mykerinos-Pyram.
Kantenlänge	230,364 m	215,262 m	105,501 m
Höhe	146,59 m	143,70 m	65,14 m (bei 51°)
Böschungswinkel	51° 50' 40" ± 1' 5"	53° 10' ± 4'	51° 0' (51° 10' 30")

Tab. 1: Die wesentlichen technischen Daten der drei großen Pyramiden von Giza (Mittelwerte).

2. Chefren-Pyramide

a) Form der Chefren-Pyramide

Mit einem Taschenrechner stellt man relativ schnell fest, daß bei der Chefren-Pyramide (Abb. 1) das Verhältnis der Pyramidenhöhe zur halben



Abb. 1: Chefren-Pyramide mit Blick von der Mykerinos-Pyramide.

 $^{4\,}$ J. DORNER: Die Absteckung und astronomische Orientierung ägyptischer Pyramiden (1981), S. 80, 81

Grundkantenlänge ziemlich genau 4 zu 3 beträgt. Für den Böschungswinkel erhalten wir mit arctan (4/3)

einen theoretischen Wert von $\alpha = 53^{\circ} 7' 48''$. Gemessen wurde $\alpha = 53^{\circ} 10' \pm 4'$,

womit der theoretische Winkel deutlich innerhalb des geringfügigen Meßfehlers liegt. Wie in der Literatur zum Teil schon festgestellt wurde, hat dieser theoretische Winkel eine wesentliche Eigenschaft. Er erzeugt zusammen mit einem rechten Winkel ein *pythagoräisches Dreieck* und zwar das mit den kleinstmöglichen Zahlen 3, 4 und 5.

Ein pythagoräisches Dreieck ist ein rechtwinkliges Dreieck, in dem die drei Seitenlängen alle ganzzahlig sind. Während der Satz des PYTHAGO-RAS (die Summe der Flächen der Kathetenquadrate ist gleich der Fläche des Hypotenusenquadrates) für jedes ebene rechtwinklige Dreieck gilt, besitzen die drei Seiten nur in ganz bestimmten rechtwinkligen Dreiecken alle ganzzahlige Längen. Auf die Chefren-Pyramide übertragen bedeutet dies: Für eine Höhe der Länge 4 und die halbe Grundkantenlänge 3 hat die Dreieckshöhe der Seitenfläche (Hypotenuse) gerade die Länge 5; denn es gilt: $3^2 + 4^2 = 5^2$ (vgl. Abb. 2). Dies mag noch ein Gegenbeispiel verdeutlichen: Die Katheten 6 und 7 ergeben kein pythagoräisches Dreieck, da gilt: $6^2 + 7^2 = (9,2195..)^2$. Das heißt, die Hypotenuse hätte keine ganzzahlige Länge.

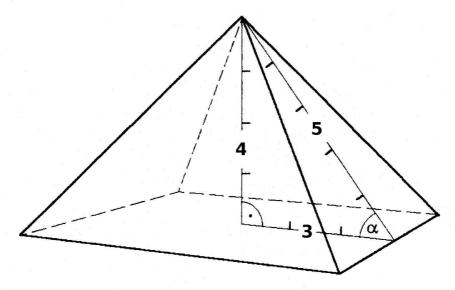


Abb. 2: Form der Chefren-Pyramide mit eingezeichnetem pythagoräischem Dreieck.

Eine genauere Untersuchung auch anderer Dreiecke in der Pyramide (z. B. auf der Seitenfläche) unter Beachtung beliebiger pythagoräischer Dreiecke ergibt schließlich für das festgestellte pythagoräische Dreieck eine klare Signifikanz, die weit über einen Zufall hinausreicht.

b) Größe der Chefren-Pyramide

Sieht der Zusammenhang zur Größe der Chefren-Pyramide ähnlich aus wie bei der Cheops-Pyramide? Und ist er naheliegend? Auf beide Fragen ist die Antwort: Ja! Und zwar ist der gesuchte Zusammenhang noch einfacher als die Gleichung für die Cheops-Pyramide (s. Teil I)! Er lautet: Die Volumina der Planeten Venus und Erde stehen im selben Verhältnis zueinander wie die Volumina der beiden großen Pyramiden. Bei dem folgenden Vergleich der Verhältnisse kann die Venus als ideale Kugel, d. h. ohne Abplattung, angesehen werden, da sie nur sehr langsam rotiert. Wir erhalten für die Pyramiden mit $V = 1/3 \cdot S^2$ h ein Volumenverhältnis von:

$$\frac{V_{\text{Cheops}}}{V_{\text{Chefren}}} = \frac{\frac{1}{3} \cdot 230,364^2 \cdot 146,59 \text{ m}^3}{\frac{1}{3} \cdot 215,262^2 \cdot 143,70 \text{ m}^3} = 1,1683$$
 (2.1)

und für die Planeten:

$$\frac{V_{\text{Erde}}}{V_{\text{Venus}}} = \frac{1,0832128 \cdot 10^{12} \text{ km}^3}{4\pi/3 \cdot (6051 \text{ km})^3} = 1,1672$$
 (2.2)

Das Erdvolumen wurde aus dem dtv-Atlas zur Astronomie⁵ direkt als Zahl übernommen, während der Venusradius aus der neueren Datensammlung von K. R. LANG⁶ stammt. Die relative Abweichung zwischen den Verhältnissen beträgt etwa 0,1 %. Die größte Unsicherheit liegt in der Angabe des Volumens der Chefren-Pyramide und des Radius' der Venus (jeweils ca. 0,03 %). Da der Venusradius mit der dritten Potenz eingeht, ist die Abweichung von 0,1 % verträglich mit den Ungenauigkeiten der Einzelgrößen. – Verwendet man aus den neueren Vermessungen von DORNER die mittlere Kantenlänge von 215,299 m in Gleichung (2.1), so wird die Übereinstimmung mit einem Volumenverhältnis der Pyramiden von 1,1679 sogar noch besser. Der relative Fehler zwischen den Volumenverhältnissen wäre nur noch 0,06 %.

Diesen Zusammenhang kann man auch folgendermaßen ausdrücken:

$$\frac{V_{\text{Cheops}}}{V_{\text{Chefren}}} = \frac{V_{\text{Erde}}}{V_{\text{Venus}}} . \tag{2.3}$$

Aus der Gleichung geht hervor, daß die Cheops-Pyramide der Erde und die Chefren-Pyramide der Venus zuzuordnen ist. – Eine Parallele erscheint mir

⁵ J. HERRMANN: dtv-Atlas zur Astronomie (1993), S. 85

⁶ K. R. LANG: Astrophysical Data, Planets and Stars (1992), S. 44

bemerkenswert. Die beiden großen Pyramiden werden in der Pyramiden-Literatur auch als "Schwestern" bezeichnet. Auf der anderen Seite ist in der Literatur der Astronomie bei Erde und Venus von "Schwesterplaneten" die Rede. – Sollten die beiden großen Pyramiden unter anderem ein gigantisches Abbild von Erde und Venus sein und möglicherweise ein Zeichen der Verbundenheit beider Planeten?

3. Mykerinos-Pyramide

a) Form der Mykerinos-Pyramide

Der Böschungswinkel der Mykerinos-Pyramide beträgt ziemlich genau 51° bzw. etwas darüber. Sollte diese Pyramide denselben mittleren Böschungswinkel besitzen wie die Cheops-Pyramide (ca. 51° 51′) und die Baumeister hätten sich nur vermessen? Wohl kaum; denn ein Winkelunterschied von fast 1 Grad ist einfach zuviel. Oder wurde, wie bei der Chefren-Pyramide, ein pythagoräisches Dreieck zugrunde gelegt, entsprechend mit anderen Zahlen? Eine eingehendere Untersuchung zeigte, daß dies nicht der Fall ist. Gibt es noch andere Möglichkeiten, auf einen Böschungswinkel von ca. 51° zu kommen? In der Tat. – Beim Ausprobieren mit dem Taschenrechner kommt man auf folgende Identität: arcsin (7/9) = 51° 3′ 27″. – Es bedeutet, daß das Verhältnis der Pyramidenhöhe zur Dreieckshöhe der Seitenflächen genau 7 zu 9 ist. An sich wäre dies nichts Besonderes, wenn hierbei nicht

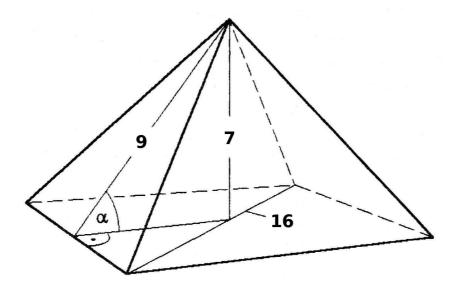


Abb. 3: Vierseitige Pyramide mit den drei im ganzzahligen Verhältnis stehenden Längen (7-9-16-Pyramide). Der theoretische Böschungswinkel α beträgt 51°3′27″ und stimmt mit dem der Mykerinos-Pyramide praktisch überein.

gleichzeitig die Strecke von der Mitte der Grundfläche zur Ecke, d. h. die halbe Grundflächendiagonale, genau die Länge 8 hätte. Die Diagonale selbst besäße die Länge 16! Abb. 3 veranschaulicht diese geometrische Eigenschaft, die sich mit einfacher Dreiecksgeometrie leicht überprüfen läßt.

Wir haben also wie bei einem pythagoräischen Dreieck drei Strecken, die alle ganzzahlig sind, nur daß sie in diesem Fall kein gemeinsames Dreieck bilden. Diese Form habe ich der Einfachheit halber als 7-9-16-Pyramide bezeichnet. Die Frage ist auch hier wieder, ob es viele Pyramiden dieser Art gibt (von denen man sich sozusagen nur die 'beste' auszusuchen bräuchte). Eine ausführlichere Untersuchung des mathematischen Umfeldes legt nahe, daß auch diese Übereinstimmung kein Zufall ist. – Eine Besonderheit kam dabei zu Tage. Die Lösung für die Mykerinos-Pyramide ist gerade eine von den wenigen Lösungen, in denen die Summe zweier ganzzahliger Längen gerade die dritte ganzzahlige Länge ergibt; denn offenbar ist 7 + 9 = 16.

Zunächst war ich mir nicht so sicher, wie bei der Chefren-Pyramide, ob die genannte Besonderheit die Geometrie der Mykerinos-Pyramide bestimmt. Doch dann stieß ich auf einen Aspekt, den PETRIE schon im letzten Jahrhundert festgestellt und zum Glück schriftlich festgehalten hatte⁷: Heute ist noch erkennbar, daß die Seitenflächen der Mykerinos-Pyramide im unteren Teil mit Granitblöcken verkleidet sind (Abb. 4). Petrie machte die Entdeckung, daß auf jeder der vier Seitenflächen der jeweils höchste noch vorhandene Granitblock genau bis zu einem Viertel der Höhe hinaufreichte (was heute allerdings nicht mehr der Fall ist). Ebenfalls zitiert er DIODORUS, der überliefert hat, daß die unteren 15 Steinlagen schwarz waren, während die oberen denen der anderen Pyramiden glichen. PETRIE nahm an, daß mit der Oberkante der Granitblöcke genau ein Viertel der Pyramidenhöhe beabsichtigt war und bestimmte damit die Höhe neu, indem er die gemessene Höhe der Granitblockverkleidung mit 4 multiplizierte. Der sich daraus ergebende Böschungswinkel von 51° 10′ 30″ wurde z.B. auch in das Lexikon für Ägyptologie übernommen. - Doch warum war das untere Viertel der Mykerinos-Pyramide farblich abgesetzt, zumal die verwendeten Granitblöcke durch ihre Härte nach unserer Kenntnis wesentlich schwieriger zu bearbeiten waren als die sonst üblichen Kalksteinblöcke? Warum dieser Mehraufwand?

Wenn man die Pyramidenseitenfläche in vier gleich hohe Abschnitte aufteilt und diese mit kleinen Dreiecken füllt, wie es in Abb. 5 geschehen ist, dann liegt die Sache schon fast auf der Hand. Falls der Leser Interesse hat, sollte er die kleinen Dreiecke im unteren dunklen sowie im oberen hellen Bereich auf der Seitenfläche zählen.

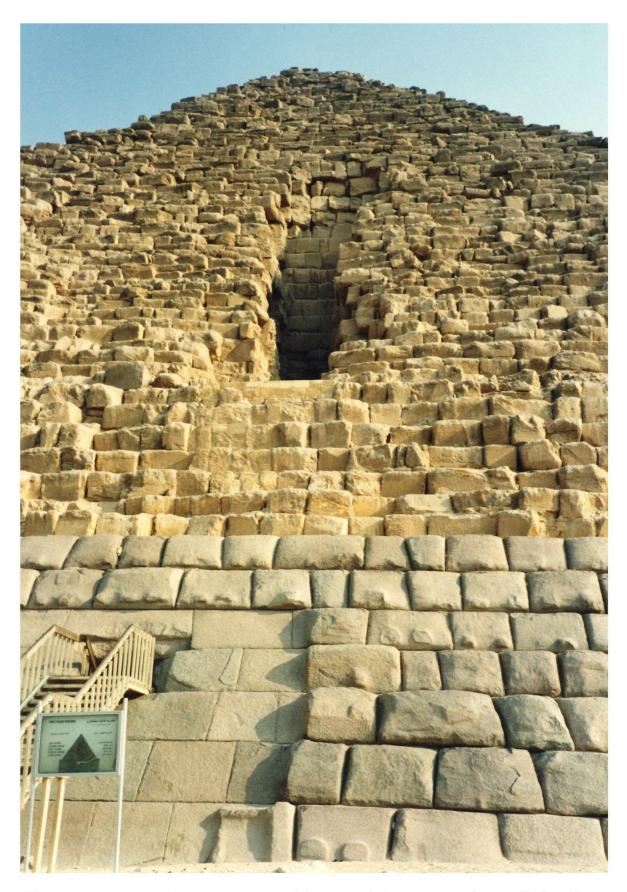


Abb. 4: Nordseite der Mykerinos-Pyramide mit Originaleingang (unten links). Unten sind noch 7 Lagen mit Verkleidungsblöcken aus Granit erkennbar, die ursprünglich bis zu einem Viertel der Höhe hinaufreichten.

In der unteren Teilfläche sind es 7 und in der oberen Teilfläche 9 Dreiecke. Unabhängig von der Aufteilung in diese kleinen, gleich großen Dreiecke ist das Flächenverhältnis der unteren zur oberen Fläche genau 7 zu 9.

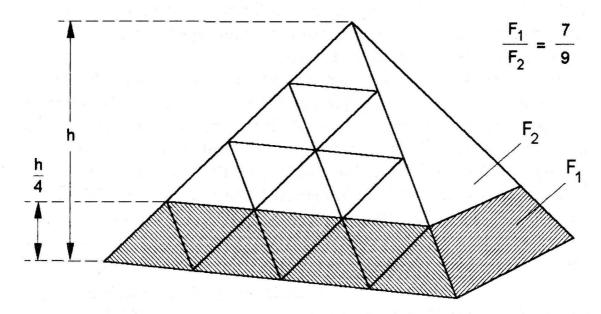


Abb. 5: Ursprünglich war das untere Viertel der Mykerinos-Pyramide mit Granit verkleidet (dunkle Flächen) und farblich vom oberen Teil abgesetzt. Die Unterteilung einer Seite in 16 kleine Dreiecke dient hier nur zur Veranschaulichung der Flächenverhältnisse.

Und offensichtlich ist die Summe der beiden Teilflächen gleich der gesamten Seitenfläche der Pyramide mit 7 + 9 = 16 kleinen Dreiecken. Damit haben wir alle Zahlen der 7-9-16-Pyramide wieder! Die charakteristischen drei Zahlen spiegeln sich demnach sowohl in den Strecken- als auch in den Flächenverhältnissen der Mykerinos-Pyramide wieder.

Diese Art von Redundanz, d. h. das Mehrfach-Vorhandensein derselben Information, wurde auch noch an anderen Stellen entdeckt, wobei durch den vorgegebenen, begrenzten Umfang dieses Aufsatzes nur noch ein weiterer Fall genannt und behandelt werden kann.

b) Größe der Mykerinos-Pyramide

Dem Leser ist vermutlich bekannt, daß die *Erde* (Cheops-Pyramide) der dritte Planet im Sonnensystem ist, die *Venus* (Chefren-Pyramide) der zweite und der *Merkur* der erste und innerste Planet. Sein Durchmesser ist etwa halb so groß wie der der Venus, was die Vermutung nahelegt, daß die Mykerinos-Pyramide möglicherweise den Merkur repräsentiert.

Dies wurde natürlich genauer untersucht. Doch während die Volumenverhältnisse Erde zu Venus und Cheops-Pyramide zu Chefren-Pyramide mit einer minimalen Abweichung von nur etwa 0,1 % übereinstimmten, ergab

sich entsprechend beim Merkur ein Fehler von ca. 18 %. Diese Abweichung ist eindeutig zu groß. Ist der Merkur nicht der richtige Planet? Die Hinzunahme auch weiterer Planeten (wie z. B. Mars) ergab keine Verbesserung. Nachdem jedoch die nächsten Abschnitte über den Zusammenhang zwischen den Pyramiden fertiggestellt worden waren, ergab sich schließlich eine Gleichung, die den Merkur beinhaltete.

Das erste Keplersche Gesetz besagt, daß sich die Planeten auf Ellipsenbahnen bewegen, in deren einem Brennpunkt die Sonne steht. Die Planeten bewegen sich also manchmal näher an der Sonne und manchmal weiter weg. Der naheste Punkt zur Sonne, der annähernd raumfest ist, wird Perihel genannt, der entfernteste Punkt Aphel. Das Verhältnis der Aphelentfernung bei Merkur und Erde ist 0,46669 AE/ 1,0167 AE = 0,45902. (AE bedeutet ,Astronomische Einheit' und ist die mittlere Entfernung Erde – Sonne, zu den Zahlen s. u.). Multiplizieren wir diese Zahl mit der mittleren Grundkantenlänge der Cheops-Pyramide, so erhalten wir:

$$230,364 \text{ m} \cdot 0,45902 = 105,74 \text{ m}.$$
 (3.1)

Die Kantenlänge der Mykerinos-Pyramide ist: $S_{Mykerinos} = 105,50 \text{ m}.$

Der relative Fehler beträgt nur noch 0,23 %. Wenn er auch noch kleiner sein könnte, so liegt er doch im Bereich der Ungenauigkeiten der Einzelangaben. Die Grundkanten der Mykerinos-Pyramide waren beim Bau nämlich gar nicht endgültig bearbeitet worden, wie schon PETRIE festgestellt hatte. Deshalb sind die Maße mit einer gewissen Unsicherheit versehen, wodurch die obige Abweichung erklärbar wird. Mit der Grundkantenlänge S und der Apheldistanz Q erhalten wir:

$$\frac{S_{\text{Cheops}}}{S_{\text{Mykerinos}}} = \frac{Q_{\text{Erde}}}{Q_{\text{Merkur}}} . \tag{3.2}$$

Das heißt, das Verhältnis der Apheldistanzen von Erde zu Merkur spiegelt sich wider im Verhältnis der Grundkantenlängen und wir erhalten erneut die Zuordnung Cheops-Pyramide – Erde und diesmal Mykerinos-Pyramide – Merkur.

Wenn dem so ist – warum wurden ausgerechnet die Aphelentfernungen gewählt und nicht die Volumina wie bei Erde und Venus? Wir werden versuchen, aus dem Blickwinkel der Pyramidenarchitekten zu schauen. Wenn die drei großen Pyramiden von Giza die drei ersten Planeten (Merkur, Venus und Erde) unseres Sonnensystems repräsentieren sollen, wäre es nicht naheliegender gewesen, alle drei Volumina der Pyramiden entsprechend den Volumina der Planeten abzustimmen? Dann wäre die Zuordnung der

Pyramiden eindeutig gewesen. Was gibt es so Besonderes an der Aphelentfernung? – Das nächste Kapitel wird möglicherweise Aufschluß darüber geben.

4. Gesamtbild der drei großen Pyramiden

Abb. 6 verdeutlicht die Anordnung und gibt Abstandsmaße⁸ zwischen den Pyramiden an. Wenn man sich die drei Pyramiden aus der Vogelperspektive ansieht, dann fällt einem möglicherweise zuerst die gemeinsame genaue Ausrichtung aller Pyramiden nach Norden auf. Doch vielleicht hinterläßt

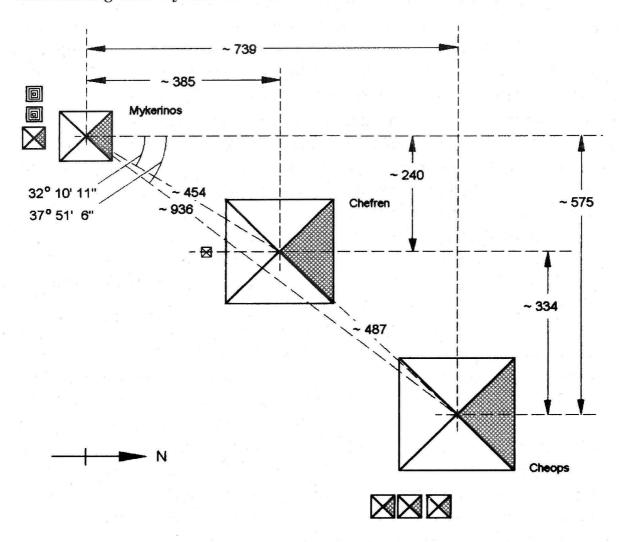


Abb. 6: Die Anordnung der Pyramiden von Giza mit Abstandsangaben nach V. MARA-GIOGLIO und C. RINALDI (alle Längenangaben in Metern). Die beiden kleineren der Mykerinos-Nebenpyramiden sind Stufenpyramiden.

auch die Anordnung der Pyramiden einen besonderen Eindruck. Bei mir war es jedenfalls so. Warum stehen die drei Pyramiden nicht in einer Reihe

⁸ V. MARAGIOGLIO/C. RINALDI: L'Architettura delle Piramidi Menfite (1965), Kartenteil: Teil V, Karte 1

nebeneinander, z. B. mit der jeweiligen Ostkante auf einer Geraden? Viele nebeneinanderstehende Häuser werden heutzutage in ähnlicher Weise parallel zur Straße angeordnet. Oder warum stehen die Pyramiden mit ihren Diagonalen nicht auf einer Linie? Stattdessen sind sie etwas merkwürdig seitlich und nach hinten versetzt. Ist die Wahl der Positionen zufällig?

a) Die Pyramidenpositionen

Als ich noch auf der Suche nach einem Zusammenhang für die Größe der Mykerinos-Pyramide war, drängte sich mir plötzlich die Assoziation auf: die *Positionen der Pyramiden* und die *Positionen der Planeten*. Wenn in den Gleichungen für die Absolutgrößen der drei Pyramiden die ersten drei Planeten eine Rolle spielen, wäre es nicht naheliegend, die Positionen der Pyramiden den Positionen der Planeten zuzuordnen?

Die zentrale Frage lautet: Kann es mit den gegebenen Planetenbahnen eine Konstellation zwischen Erde, Venus und Merkur geben, die genau der Anordnung der drei Pyramiden entspricht? Die Positionen der Pyramiden würden dann die Positionen der drei Planeten maßstäblich verkleinert wiedergeben. Eine interessante Konsequenz hätte eine solche Konstellation auch: die Positionen der drei Planeten würden eine *Sonnenposition* im Pyramidenareal definieren! – Doch wo muß sich diese "Sonne" auf dem Plateau von Giza befinden, damit die drei Abstände zu den Pyramiden genau den Planetenabständen zur Sonne entsprechen?

Einige Feststellungen können wir sofort treffen. Im Norden und im Osten der Pyramiden werden wir die Sonnenposition nicht finden, da in diesem Fall die Venus von der Sonne weiter entfernt wäre als die Erde (vgl. Abb. 6). Auch die Westrichtung können wir weitgehend ausschließen, da die Sonnendistanz des Merkurs dann entweder größer wäre als die der Venus oder beide Abstände wären annähernd gleich groß. Es bleibt also die Südrichtung, was tatsächlich auch sinnvoll wäre, da die Hauptrichtung der Sonne Süden ist – jedenfalls auf der nördlichen Erdhalbkugel dort, wo sich die Pyramiden befinden. Sollten die Positionen der Pyramiden und die der Planeten einander entsprechen, dann wäre es von den Pyramidenbauern eine zweckmäßige Entscheidung, die Richtung zur Sonne im verkleinerten Pyramidenmaßstab irgendwie mit der tatsächlichen Himmelsrichtung Süden zu verbinden. Meine Vermutung war die, daß sich die Sonne genau auf einer Linie südlich der Cheops-Pyramide befindet, was sich natürlich überprüfen läßt.

b) Konstruktion der Sonnenposition

In Abb. 7 ist eine Methode angegeben, wie man die möglichen Positionen für die "Sonne" graphisch konstruieren kann. Da sich Erde und Venus annähernd auf Kreisbahnen um die Sonne bewegen, gehen wir bei ihren Bah-

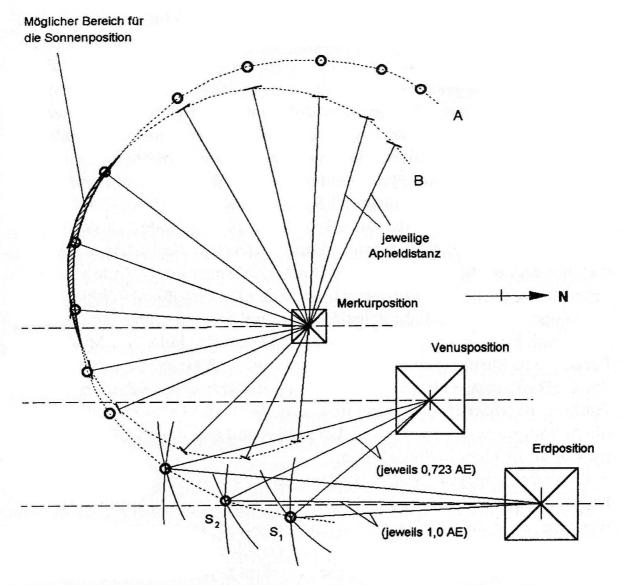


Abb. 7: Konstruktion des Bereichs für die Sonnenposition, die sich bei Zuordnung der drei großen Pyramiden zu den Planeten Erde, Venus und Merkur ergibt. Die gepunktete Linie A enthält alle Positionen, bei denen die Abstände zur Cheops- und zur Chefren-Pyramide gerade das Verhältnis der entsprechenden großen Bahnhalbachsen bilden, nämlich 1:0,723. Die Linie B zeigt im jeweiligen Maßstab die zugehörige Apheldistanz des Merkurs, d. h. den größtmöglichen Abstand zur Sonne. Das Gebiet möglicher Orte für die Sonne wurde schraffiert und fett umrandet.

nen zunächst von Kreisen mit der Sonne im Mittelpunkt aus. Bei Merkur muß jedoch der genaue Bahnverlauf beachtet werden, da die Merkur-Ellipse relativ stark exzentrisch ist. Wir bleiben bei den bereits angegebenen Zuordnungen: Cheops-, Chefren- und Mykerinos-Pyramide zu den Planeten Erde, Venus und Merkur. – Das Verhältnis der großen Bahnhalbachsen bei

Erde und Venus ist 1 zu 0,723. Wir legen jetzt die Entfernung "Erde – Sonne" im Pyramidengelände willkürlich fest, da wir den Maßstab nicht kennen, und schlagen einen Kreis mit dem entsprechenden Radius um die Cheops-Pyramide. Als nächstes verkürzen wir den Radius um das Verhältnis 1 zu 0,723 und zeichnen einen Kreis mit diesem verkleinerten Radius um die Chefren-Pyramide. Die entstehenden beiden Schnittpunkte stellen jeweils eine mögliche Position der Sonne dar, weil an diesen Stellen das Verhältnis der Abstände zu den Zentren beider Pyramiden dem Verhältnis der zugehörigen Bahnradien entspricht.

In Abb. 7 wurde einer der Schnittpunkte mit S₁ bezeichnet, wobei nur die notwendigen Teilstücke der entsprechenden Kreise eingezeichnet sind. Der Schnittpunkt auf der anderen Seite der Pyramiden wurde nicht weiter beachtet, da die Mykerinos-Pyramide (Merkur) dafür zu weit entfernt wäre. Doch was ist mit dem Schnittpunkt S₁? Man bekommt schon jetzt den Eindruck, daß sich der Merkur auf seiner Bahn im entferntesten Punkt von der Sonne (Aphel) befinden muß, damit überhaupt eine Chance besteht, daß alle drei Entfernungen passen. Die Apheldistanz beim Merkur berechnet sich zu: $a \cdot (1 + e) = 0.387099 \cdot (1 + 0.2056)$ AE = 0.46669 AE⁹. (Dabei ist a die Länge der großen Bahnhalbachse und e die numerische Exzentrizität der Bahn). Wir zeichnen deshalb eine Linie von der Mitte der Mykerinos-Pyramide in Richtung zum Punkt S₁, und zwar mit einer Länge, die gerundet 0,467 AE entspricht. (Die Entfernung von der Cheops-Pyramide zum Punkt S_1 ist unser Referenzmaß und bedeutet 1 AE.) Es ist ersichtlich, daß die Apheldistanz des Merkurs zu kurz wäre und daß damit die Position S₁ für die Sonne nicht in Frage kommt.

Als nächstes ergab eine Konstruktion mit etwas verlängerter Entfernung Erde – Sonne den neuen Schnittpunkt S₂. Die Entfernung Sonne – Merkur war jetzt zwar entsprechend etwas größer, doch sie reichte immer noch nicht aus. (An dieser Stelle mußte ich feststellen, daß sich meine Vermutung: 'Sonne genau südlich der Cheops-Pyramide' als nicht zutreffend herausstellte.) Man erhält auf diese Weise durch schrittweise Verlängerung der 'astronomischen Einheit' mit der zugehörigen Konstruktion eine Abfolge von Punkten – in der Zeichnung als kleine Kreise dargestellt – auf denen sich die Sonne befinden kann, wenn man nur die beiden großen Pyramiden berücksichtigt. Ziemlich genau südlich der Mykerinos-Pyramide erreicht jedoch die eingezeichnete Apheldistanz für den Merkur diese Spur, so daß dort auf einem schmalen gebogenen Flächenstück, das ein Stück nach oben (Westen) verläuft, tatsächlich die Entfernungen aller drei Plane-

ten zur Sonne im korrekten Verhältnis zueinander stehen. Dieses schmale Gebiet wurde schraffiert und fett umrandet. – Zur besseren Veranschaulichung werden wir die Planetenbahnen hinzuziehen.

c) Planetenbahnen

Wenn man eine Aufsicht auf die drei ersten Planetenbahnen zeichnet, so kann man unabhängig davon die 3 Planeten so anordnen, wie es bei den Pyramiden der Fall ist und anschließend versuchen, sie so in die Abbildung zu legen, daß sie alle drei gleichzeitig auf ihren Bahnen liegen. In Abb. 8 sind die Planetenbahnen maßstäblich dargestellt, wobei Sonne und Planeten der besseren Sichtbarkeit wegen vergrößert wurden. Venus- und Erdbahn sind annähernd Kreise mit der Sonne im Mittelpunkt. Beim Merkur ist der Mittelpunkt der Bahn jedoch schon sichtbar von der Sonne hinweg verschoben, so daß die Merkurbahn zur Bahn der Venus deutlich unterschiedliche Abstände besitzt, je nachdem, auf welcher Seite man schaut. (Die Bahnneigungen gegen die Ekliptik seien vernachlässigt.)

Die Pyramidenanordnung wurde auf fünf verschiedene Weisen auf die Planetenbahnen gesetzt, doch nur bei einer Konstellation (A) liegen alle drei Planeten gleichzeitig auf ihren Bahnen (Abb. 8). Das Besondere dieser Anordnung ist, daß sie sehr genau definiert ist. Das heißt: erstens gibt es überhaupt eine Lösung; denn hätte die Mykerinos-Pyramide nur 50 m weiter nördlich gestanden, so hätte keine Lösung existiert. Zweitens gibt es keinen übermäßig großen Bereich, in den man die "Sonne" plazieren kann, was der Fall gewesen wäre, wenn z. B. die Mykerinos-Pyramide weiter südlich gestanden hätte.

Wäre die Exzentrizität der Merkurbahn nur etwas geringer, d. h. die Bahn hätte mehr die Form eines Kreises (bei gleich großem mittleren Bahnradius), so hätte ebenfalls keine Lösung existiert, da der Merkur zu jedem Zeitpunkt zu weit von Venus und Erde entfernt wäre. Dadurch, daß die Merkurbahn eine recht große Exzentrizität besitzt, d. h. die Verschiebung des Zentrums von der Sonne weg ist gut erkennbar, existiert genau dort eine Lösung, wo der Merkur die größte Entfernung von der Sonne hat. An dieser Stelle nähert er sich nämlich gerade weit genug der Venusbahn an. Und das ist der Clou: Die Anordnung der Pyramiden definiert eine Konstellation von Merkur, Venus, Erde und Sonne derart, daß sich der Merkur praktisch im *Aphel* seiner Bahn befinden muß! Die beiden Abbildungen 7 und 8 führen letztendlich zu demselben Ergebnis.

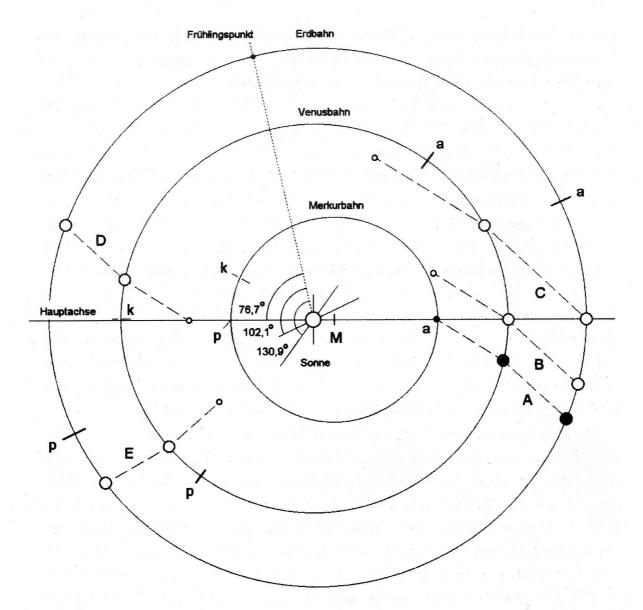


Abb. 8: Maßstäbliche Darstellung der Umlaufbahnen von Merkur, Venus und Erde um die Sonne mit eingetragenen Planetenpositionen. Jeweils drei durch einen Linienzug verbundene Planeten entsprechen in ihrer Anordnung den relativen Pyramidenpositionen. Von den fünf angegebenen Konstellationen A bis E ist als einzige die Anordnung A zu den Planetenbahnen passend und außerdem markant. Die Planeten wurden um den Faktor 500, die Sonne um den Faktor 6 vergrößert gezeichnet. Das heißt, die drei Planetengrößen sind untereinander maßstäblich dargestellt. "M' kennzeichnet den Mittelpunkt der Merkurbahn, "p' und "a' bedeuten Perihel und Aphel und "k' aufsteigender Knoten.

d) Merkur- und Sonnenposition

Auf einmal erhält auch der Zusammenhang für die Absolutgröße der Mykerinos-Pyramide einen Sinn. Darin wird nämlich die *Apheldistanz* des Merkurs verwendet. Diese Gleichung (3.2) wäre also von den Pyramidenbauern ein deutlicher Hinweis darauf, daß wir erstens mit dem Planet Merkur richtig liegen und zweitens mit der Positionierung des Merkurs im Aphel! Wir

haben also, wie bei der Form der Mykerinos-Pyramide, wieder einen Fall der schon einmal aufgetretenen Redundanz.

In Abb. 9 ist oben ein Ausschnitt aus Abb. 8 gezeigt und unten zum Vergleich die entsprechende Anordnung der Pyramiden. Man erkennt, daß die Nordsüdausrichtung der Pyramiden mit der Verbindungsachse Sonne – Merkur korreliert ist. Doch was ist so Besonderes an dieser Achse? Schaut man sich noch einmal Abb. 8 an, so sieht man, daß diese Verbindungslinie

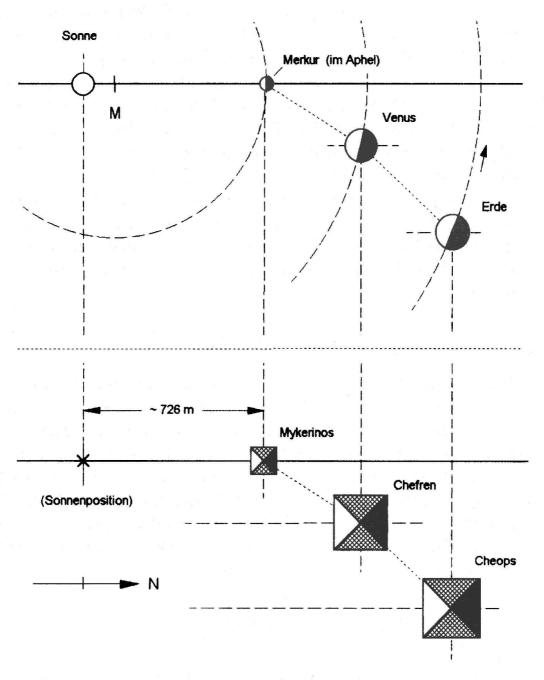


Abb. 9: Zusammenhang zwischen der Anordnung der drei großen Pyramiden von Giza (unten) und einer möglichen Konstellation der ersten drei Planeten unseres Sonnensystems (oben). Die Abbildungen der Pyramiden und der Planetenbahnen sind jeweils maßstabsgetreu. Die Planetendurchmesser wurden um den Faktor 1000 und die Sonne um den Faktor 6 vergrößert dargestellt (Blick vom ekliptikalen Nordpol).

wegen der großen Exzentrizität der Merkurbahn gewissermaßen die Hauptachse aller drei Planetenbahnen darstellt. Die Gerade durch Sonne und Merkur ist die Symmetrieachse des Systems, bestehend aus den Bahnen von Merkur, Venus und Erde (wenn man von den geringen Exzentrizitäten der Venus- und Erdbahn absieht).

Es sei noch erwähnt, daß man die Konstellation auch um die Merkurposition drehen kann, so daß Merkur immer noch im Aphel und Venus und Erde weiter "oben" auf ihren Bahnen liegen würden. Diese Positionierung hat mehrere Nachteile, von denen der gravierendste wäre, daß die genaue Ausrichtung der Pyramiden nach Süden keine Bedeutung mehr hätte.

Und wo ist nun die Sonnenposition? Wie in Abb. 9 angedeutet wurde, befindet sich die "Sonne" im Pyramidenareal etwa $(726\pm15)\,\mathrm{m}$ südlich vom Zentrum der Mykerinos-Pyramide. Die Positionsunsicherheit \pm 15 m bezieht sich auf die Nord-Süd-Richtung. In Ost-West-Richtung beträgt die Lageunsicherheit nur etwa \pm 1 m.

Die Anordnung der Pyramiden scheint also einer Konstellation von Merkur, Venus und Erde zu entsprechen, wobei diese Anordnung durch die Gleichung für die Größe der Mykerinos-Pyramide (Aphel) und durch die Nordsüdausrichtung der Pyramiden haargenau definiert ist. Aber es wird noch interessanter.

5. Der Zeitpunkt

Da die Planeten um die Sonne kreisen, ändern sie ständig ihre Positionen, wie die drei Zeiger einer Uhr, und sie bilden im allgemeinen keine Konstellation wie die der Pyramiden. Das heißt, die Anordnung der Pyramiden definiert einen oder mehrere Zeitpunkte! In diesem Fall würden sich die Planeten an den vorgegebenen Positionen befinden und die Abstände der Planeten würden genau den Abständen der Pyramiden entsprechen. Diese Zeitangabe ist außerdem sehr exakt, da der "Sekundenzeiger" Merkur, der sich am schnellsten bewegt, gewissermaßen gerade auf "12 Uhr" (Aphel) steht. Die Frage lautet: Wann ist dies der Fall?

a) Zur Berechnung des Zeitpunktes

Die Berechnung ist nicht einfach, da sich fast sämtliche Bahnparameter, wie z. B. die Lage des Aphels, die Exzentrizität der Ellipse, die Position des aufsteigenden Knotens usw. über längere Zeiträume, wie einige tausend Jahre, deutlich ändern. Doch glücklicherweise fiel mir ein Buch von Jean

MEEUS in die Hand mit dem Titel: 'Astronomical Algorithms'¹⁰. Jean MEEUS stellt in seiner Abhandlung kurz die von P. BRETAGNON und G. FRANCOU entwickelte 'französische planetarische Theorie' VSOP87¹¹ vor.

Die Kurzform VSOP steht für "Variations Seculaires des Orbites Planetaires" und "87" bedeutet das Erscheinungsjahr. Diese Theorie liefert periodische Terme, die eine direkte Berechnung der ekliptikalen Koordinaten des Planeten ermöglichen. Das heißt, man erhält für jeden beliebigen Zeitpunkt, der sowohl in der Vergangenheit als auch in der Zukunft liegen kann, die genauen räumlichen Koordinaten der Planeten Merkur, Venus und Erde. Was wir jetzt noch benötigen, sind die Zeitpunkte, in denen sich der Merkur im Aphel befindet, d. h. im sonnenentferntesten Punkt. Und zu diesen Zeitpunkten sind die Positionen von Merkur, Venus und Erde zu berechnen und mit den Lagen der Pyramiden zu vergleichen.

Mit einer Umlaufzeit des Merkurs um die Sonne von ca. 0,241 Jahren befindet sich der Merkur etwa viermal jedes Jahr im Aphel (wobei sich diese Zeitpunkte im Jahr langsam verschieben.) Die genauen Zeiten des Apheldurchgangs beim Merkur gibt MEEUS mit Hilfe einer Gleichung an, die die Berechnung sehr einfach macht. (Hierbei benutzt er die in der Astronomie gängige Zeitangabe JDE (Julian Ephemeris Day), dessen Nullpunkt mehr oder weniger willkürlich einmal auf den Moment 1. Januar 4712 vor Christi Geburt, 12 Uhr mittags, festgelegt wurde. Ein Algorithmus zur Umrechnung in die uns bekannte Datumsangabe wurde ebenfalls dem Buch von MEEUS entnommen. Sämtliche Daten zur Berechnung des Zeitpunktes stammen also aus der Veröffentlichung von MEEUS.

Nun gibt es eine leicht zu verstehende Doppeldeutigkeit bei den Planetenbahnen. Man kann nämlich zum einen von "oben", d. h. vom ekliptikalen Nordpol auf die Bahnen schauen, zum anderen von "unten", d. h. vom ekliptikalen Südpol aus. Die Konstellationen würden sich dadurch unterscheiden, daß die eine das Spiegelbild der anderen darstellt, wenn man von derselben Seite schaut. Die Spiegelachse würde durch Sonne und Merkur verlaufen. – Um es kurz zu machen, sei das Ergebnis angegeben. Beim Blick von "oben" auf die Planetenbahnen erhalten wir den Zeitpunkt JDE = 1804443,736 und beim Blick von "unten" den Zeitpunkt JDE = 4492787,061. Hierbei beträgt die Ungenauigkeit zwischen den Abstandsverhältnissen bei den Pyramiden und den Planeten etwas über 1 %. Mit Hilfe des im Buch von MEEUS angegebenen Algorithmus" zur Datumsberechnung erhalten wir den

¹⁰ J. MEEUS: Astronomical Algorithms (1991), S. 63, 205 ff., 253

¹¹ P. BRETAGNON/G. FRANCOU: Planetary theories in rectangular and spherical variables. VSOP87 solutions (1988), 309

19. April 228 n. Chr. um ca. 5.40 Uhr (Blick vom ekl. Nordpol) und den 24. Sept. 7588 n. Chr. um ca. 13.28 Uhr (Blick vom ekl. Südpol). Die Berechnungen wurden weitgehend überprüft. Während die Resultate bei den Formen und Größen der Pyramiden als sicher angesehen werden können, ist bei diesen Zeitangaben eine geringe Unsicherheit vorhanden. Dennoch möchte ich selbst hierbei die Wahrscheinlichkeit dafür, daß die Ergebnisse korrekt sind, noch mit etwa 90 % angeben. – Zur Interpretation der Zeitpunkte hat vielleicht der Leser eine Idee.

b) Weitere Aspekte

Aus Abb. 9 geht ebenfalls noch ein zweiter Zeitpunkt hervor. Und zwar befanden sich die vier Himmelskörper Sonne, Merkur, Venus und Erde kurz vor (bzw. nach) der gegebenen Stellung annähernd in einer Reihe. Von der Erde aus sah man also Sonne, Merkur und Venus zuvor in einer Konjunktion. Der Zeitpunkt, an dem die ekliptikale Länge von Merkur und Erde gleich waren, liegt etwa 11,6 Tage vor dem Moment des Zeitpunkts am 19. April 228 n. Chr., bzw. ca. 11,4 Tage nach dem Zeitpunkt am 24. September 7588 n. Chr..

Bei der Berechnung der Zeitpunkte wurde noch ein interessantes Phänomen beobachtet. Und zwar tritt die durch die Pyramiden definierte Planetenkonstellation mit einer Periode von etwa 3800 Jahren und 2 Monaten immer wieder auf, wobei jedoch die oben angegebenen Zeitpunkte die jeweils beste Übereinstimmung liefern. Von diesen Zeitpunkten ausgehend wird die Übereinstimmung der Positionen in Richtung Zukunft als auch in Richtung Vergangenheit deutlich immer weniger genau. Innerhalb einer Periode macht der Merkur genau 15778 Umläufe um die Sonne, die Venus entsprechend 6177 und die Erde 3800 Umläufe.

Ein Zusammentreffen von Zeitpunkten soll erwähnt werden: Wenn man vom Datum des 24. September 7588 nach Christi Geburt um zwei der erwähnten langen Zeitperioden zurückgeht, so fällt der neue Zeitpunkt auf den 31. Mai des Jahres 12 vor Christi Geburt in astronomischer Jahreszählung. (In der historischen Jahreszählung, die hier nicht verwendet wird, wäre es das Jahr 13 v. Chr., da in diesem Fall das Jahr Null fehlt.) Das ist sehr nahe am Beginn unserer heutigen Zeitrechnung.

Wenn die drei großen Pyramiden den ersten drei Planeten zugeordnet werden, gibt es eigentlich Hinweise auf die übrigen Planeten des Sonnensystems? In der Tat existieren 6 weitere kleine Pyramiden in Giza: die 3 Nebenpyramiden der Cheops-Pyramide und die 3 Nebenpyramiden der Mykerinos-Pyramide, wie in Abb. 6 erkennbar ist. (Die Nebenpyramide der

Chefren-Pyramide steht etwas außen vor, da heute so gut wie keine Überreste vorhanden sind und ihre damalige Existenz gar nicht sicher ist. Hinzu kommt, daß ihre angenommene Größe noch einmal deutlich unter denen der anderen Nebenpyramiden liegt.) – Die 6 übrigen Planeten des Sonnensystems sind: Mars, Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun und Pluto. Ist dies ein erneuter Zufall? Oder symbolisieren die sechs kleinen Pyramiden die anderen Planeten des Sonnensystems?

6. Überblick

Eine Untersuchung von Absolutgröße, Position und Orientierung bei der Cheops-, der Chefren- und der Mykerinos-Pyramide führte schließlich zu folgenden Konsequenzen: Die drei großen Pyramiden von Giza stellen anscheinend die drei ersten Planeten unseres Sonnensystems dar. Die Mykerinos-Pyramide repräsentiert den Merkur, die Chefren-Pyramide die Venus und die Cheops-Pyramide die Erde. Dies spiegelt sich unter anderem in den Zusammenhängen wider, die die Größen der drei Pyramiden festlegen. Mit der Grundkantenlänge S, dem Volumen V, der Apheldistanz Q und der Lichtgeschwindigkeit c sowie Genauigkeiten von ca. 0,1 % bis 0,2 % sind dies die 3 Gleichungen:

$$\frac{S_{Cheops}}{c \cdot 1 \; sec} = \frac{V_{Erde}}{V_{Sonne}}$$
 Chefren-Pyramide:
$$\frac{V_{Cheops}}{V_{Chefren}} = \frac{V_{Erde}}{V_{Venus}}$$
 Mykerinos-Pyramide:
$$\frac{S_{Cheops}}{S_{Mykerinos}} = \frac{Q_{Erde}}{Q_{Merkur}}$$

Die äußeren geometrischen Formen der drei großen Pyramiden werden im wesentlichen durch die folgenden Zahlen festgelegt. Cheops-Pyramide: π , 9/10, 7/11, ϕ , Chefren-Pyramide: 3, 4, 5 und Mykerinos-Pyramide: 7, 9, 16. Bei der Mykerinos-Pyramide werden die Zahlen durch eine Aufteilung der Seitenflächen, die ursprünglich durch die Granitverkleidung realisiert war, zusätzlich bestätigt.

Ein durchgeführtes Längenmeß-Experiment, in dem gezeigt wurde, daß sich die Baumeister anscheinend nicht um 20 cm vermessen haben konnten (siehe Teil I), legt nahe, daß die Cheops-Pyramide absichtlich etwas asymmetrisch ausgelegt wurde, wobei die Abweichungen in den Kantenlängen und Eckwinkeln gering und wohldefiniert sind. Dadurch haben die Py-

ramidenarchitekten gewissermaßen etwas mathematisch Unmögliches erreicht, nämlich die Unterbringung von insgesamt vier Zahlenverhältnissen in der einfachen Form einer vierseitigen Pyramide. Die Cheops-Pyramide besitzt demnach auf jeder ihrer Seitenflächen einen etwas anderen Böschungswinkel und trotzdem befindet sich die Pyramidenspitze exakt über dem Zentrum der Grundfläche. Wie es scheint hatten die Baumeister einen ausgeprägten Sinn für die Schönheiten der Geometrie. – Für eine solche Asymmetrie wurde bei den anderen Pyramiden kein Hinweis gefunden.

Die drei großen Pyramiden definieren eine Konstellation von Merkur, Venus und Erde mit Merkur im Aphel. Letzeres wird dadurch gestützt, daß in der Gleichung für die Mykerinos-Pyramide die Apheldistanz des Merkurs verwendet wurde. Die Sonnenposition im Pyramidenareal liegt etwa 726 m südlich des Zentrums der Mykerinos-Pyramide. Die zugehörigen Zeitpunkte sind der 19. April 228 n. Chr. (Blick vom ekliptikalen Nordpol) und der 24. September 7588 n. Chr. (Blick vom ekliptikalen Südpol). Ungefähr 11,5 Tage vorher bzw. nachher, von den jeweiligen Zeitpunkten aus gerechnet, standen die Himmelskörper Sonne, Merkur und Venus in einer Dreier-Konjunktion. Die 6 Nebenpyramiden symbolisieren möglicherweise die 6 übrigen Planeten.

Bemerkenswert ist, daß analog zur Zuordnung der Pyramiden zu den Planeten auf dieselbe Weise in der Gleichung für die Cheops-Pyramide das Licht (Lichtgeschwindigkeit) der Sonne zugeordnet wird. Zusätzlich fällt auf, daß die Cheops-Pyramide eine Sonderstellung hat: Erstens erscheint der Zusammenhang "Cheops-Pyramide und Erde" in allen drei Gleichungen! Zweitens wird ihre Größe mit Hilfe der Sonne, der Lichtgeschwindigkeit und der Zeit quasi "absolut" definiert, drittens ist es die *Erde*, auf der alle drei Pyramiden stehen und viertens ist es *unser Planet*! Das ergibt doch sehr viel Sinn! – Nimmt man die Korrelation von Pyramidenpositionen und Planetenpositionen hinzu, so scheint hier eine wirklich beeindruckende und durchdachte Planung zugrunde zu liegen.

Nachwort

Das anfangs erwähnte Buch, das sich in Vorbereitung befindet, enthält wesentlich detailliertere Informationen und auch völlig neue Aspekte. Der Verlag stand bei Redaktionsschluß noch nicht fest. Aktuellere Informationen sind über den Resch-Verlag, bzw. über: Dr. H. Jelitto, Birkenweg 5, D-22850 Norderstedt, Tel. (040) 5237566 zu erhalten.

Zusammenfassung

JELITTO, H.: Geometrie und Anordnung der großen Pyramiden von Giza (Teil II), Grenzgebiete der Wissenschaft; 44 (1995) 2, 99 – 120

Für jede der drei großen Pyramiden von Giza sind die geometrische Form und die Größe jeweils durch ein eigenes Konzept exakt definiert. Die Merkmale der Gleichungen führen zu einer Zuordnung der drei Pyramiden zu den Planeten Merkur, Venus und Erde. Die Positionen der Pyramiden legen eine Konstellation der genannten Planeten fest mit Merkur im Aphel und eine "Sonnenposition" im Pyramidenareal, ca. 726 m südlich des Zentrums der Mykerinos-Pyramide. Außerdem definiert die Anordnung einen bzw. mehrere Zeitpunkte.

Pyramiden
Giza
Cheops
Chefren
Mykerinos
Planeten
Planetenkorrelation

Summary

JELITTO, H.: Geometry and positions of the great pyramids in Giza (Part II), Grenzgebiete der Wissenschaft; 44 (1995) 2, 99 – 120

As far as the geometrical form and the size of the three great pyramids of Giza are concerned, each of them has its own well-defined concept. The characteristics of the equations imply that they might represent the planets Mercury, Venus and Earth. The positions of the pyramids define a constellation of the given planets with Mercury in the aphelion and fix a ,sun position in the pyramid area, about 726 metres south from the centre of the Mykerinos pyramid. Furthermore, the arrangement defines one or more dates.

Pyramids
Giza
Cheops
Chefren
Mykerinos
Planets

Planetary correlation

Literatur

BORCHARDT, L.: Längen und Richtungen der vier Grundkanten der grossen Pyramide bei Gise. – Berlin: Springer, 1926

BRETAGNON, P./FRANCOU, G.: Planetary theories in rectangular and spherical variables. VSOP87 solutions. In: Astronomy and Astrophysics; 202 (1988), 309 - 315

COLE, J. H.: Determination of the Exact Size and Orientation of the Great Pyramid of Giza, Survey of Egypt Paper No. 39. - Cairo: Government Press, 1925

DORNER, J.: Die Absteckung und astronomische Orientierung ägyptischer Pyramiden. – Innsbruck, Dissertation, 1981

HERRMANN, J.: dtv-Atlas zur Astronomie. – 11. Aufl. – München: Deutscher Taschenbuch Verlag, 1993 (dtv; 3006)

LANG, K. R.: Astrophysical Data, Planets and Stars. – New York; Berlin; Heidelberg; London; Paris; Tokyo; Honk Kong; Barcelona; Budapest: Springer, 1992

MARAGIOGLIO, V./RINALDI, C.: L'Architettura delle Piramidi Menfite. – Rapallo: Tipografia Canessa, 1965

MEEUS, J.: Astronomical Algorithms. - Richmond, Virginia: Willmann-Bell, Inc., 1991

PETRIE, W. M. F.: The Pyramids and Temples of Giseh. – London: Field & Tuer, The Leadenhall Press; Simpkin, Marshall & Co., Hamilton, Adams & Co., New York: Scribner & Welford, New and revised edition, 1883

Dr. Hans Jelitto, Birkenweg 5, D-22850 Norderstedt