

STRUCTURE AND SIGNIFICANCE

THOUGHTS ON ANCIENT EGYPTIAN ARCHITECTURE



VERLAG DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

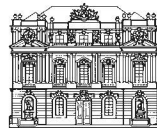
STRUCTURE AND SIGNIFICANCE THOUGHTS ON ANCIENT EGYPTIAN ARCHITECTURE

ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
DENKSCHRIFTEN DER GESAMTAKADEMIE, BAND XXXIII

UNTERSUCHUNGEN DER ZWEIGSTELLE KAIRO
DES ÖSTERREICHISCHEN ARCHÄOLOGISCHEN INSTITUTES

HERAUSGEGEBEN IN VERBINDUNG MIT DER KOMMISSION FÜR ÄGYPTEN
UND LEVANTE DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
VON MANFRED BIETAK

BAND XXV



VERLAG DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
WIEN 2005

ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
DENKSCHRIFTEN DER GESAMTAKADEMIE, BAND XXXIII

STRUCTURE AND SIGNIFICANCE

THOUGHTS ON ANCIENT EGYPTIAN ARCHITECTURE

Editor
Peter Jánosi



VERLAG DER ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
WIEN 2005

Vorgelegt von w. M. MANFRED BIETAK in der Sitzung am 15. Oktober 2004

British Library Cataloguing in Publication data
A Catalogue record of this book is available from the British Library

Die verwendete Papiersorte ist aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff hergestellt,
frei von säurebildenden Bestandteilen und alterungsbeständig

Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-7001-3552-1
Copyright © 2005 by
Österreichische Akademie der Wissenschaften
Wien

Grafik, Satz, Layout: Béatrice Boileau-Hassoun
Druck und Bindung: Börsedruck, A-1230 Wien

<http://hw.oeaw.ac.at/3552-1>
<http://verlag.oeaw.ac.at>

Printed and bound in Austria

Contents

Abbreviations of Publications and Institutions IX
General Abbreviations XV
Preface XVII
Dorothea ARNOLD	<i>The Architecture of Meketre's Slaughterhouse and Other Early Twelfth Dynasty Wooden Models</i> 001
Felix ARNOLD	<i>Baukonstruktion in der Stadt Kahun Zu den Aufzeichnungen Ludwig Borchardts</i> 077
Miroslav BÁRTA	<i>Architectural Innovations in the Development of the Non-Royal Tomb During the Reign of Nyuserra</i> 105
Manfred BIETAK	<i>Neue Paläste aus der 18. Dynastie</i> 131
Jean-François CARLOTTI	<i>Considérations architecturales sur l'orientation, la composition et les proportions des structures du temple d'Amon-Rê à Karnak</i> 169
Georges CASTEL	<i>Le mastaba de Khentika dans l'oasis de Dakhla (fin VI^e dynastie) Étude architecturale</i> 209
Eugene CRUZ-URIBE	<i>The Ancient Reconstruction of Hibis Temple</i> 247

Vassil DOBREV	<i>Evidence of Axes and Level Lines at the Pyramid of Pepy I ..</i> 263
Josef DORNER	<i>Das Basisviereck der Cheopspyramide</i> 275
Peter GROSSMANN	<i>Frühe fünfschiffige Kirchen und die Anfänge des Kirchenbaus in Ägypten</i> 283
Zahi HAWASS	<i>Khufu's National Project. The Great Pyramid of Giza in the year 2528 B.C.</i> 305
Salima IKRAM	<i>A Monument in Miniature. The Eternal Resting Place of a Shrew ...</i> 335
Horst JARITZ	<i>Die Tribünen vor ägyptischen Tempeln der 18. Dynastie bis zur Römerzeit. Ein Deutungsversuch zur Funktion.....</i> 341
Jack A. JOSEPHSON	<i>The Use of "Sand-Box" Foundations in Ancient Egypt</i> 401
Audran LABROUSSE	<i>Les tracés directeurs dans la pyramide de la reine Inenek/Inti</i> 407
Geoffrey T. MARTIN	<i>The Egyptian Temple in the Mosaic of Palestrina</i> 415
Salah EL-NAGGAR	<i>Les couvertements de granit dans les pyramides de Giza</i> 429
David O'CONNOR	<i>The Eastern High Gate. Sexualized Architecture at Medinet Habu?</i> 439
Adela OPPENHEIM	<i>Decorative Programs and Architecture in the Pyramid Complexes of the Third and Fourth Dynasties</i> 455
Joachim ŚLIWA	<i>Der <i>hnrt</i> von Qasr el-Sagha</i> 477
Rainer STADELMANN	<i>Die Wiederbelebung religiösen Gedankenguts des Alten Reiches in der Architektur des Totentempels Sethos' I. in Qurna</i> 485
Nabil SWELIM	<i>G I-a, -b, -c and -d Ashlars</i> 493

Christian TIETZE	<i>Pyramiden in Brandenburg</i>	505
Miroslav VERNER	<i>Abusir Pyramids Quarry and Supply Road.....</i>	531
Pierre ZIGNANI	<i>Remarques sur le fil à plomb pharaonien et les techniques de ravèlement. À propos de tracés, de la forme d'un outil et d'une fonction</i>	539

Das Basisviereck der Cheopspyramide

Josef
DORNER

1. EINLEITUNG

Die Pyramide des Cheops ist nicht nur die größte ihrer Art, sondern, wie an zahlreichen Details zu sehen ist, auch diejenige, welche am sorgfältigsten ausgeführt wurde. Es ist demnach anzunehmen, daß die gleiche Sorgfalt auch bei den Vermessungsarbeiten angewandt wurde, die zur Vorbereitung und während des Baues erforderlich waren. Diese Erwartung wird durch die Messungen, welche W.M.F. Petrie 1880/81¹ und J.H. Cole in Zusammenarbeit mit L. Borchardt 1925 durchführten, nur teilweise bestätigt²: Erstaunlich präzise ist das Nivellement der Basis, an der ein maximaler Höhenunterschied von 21 mm beobachtet wurde³.

Der Giebel der Königinnenkammer sowie die Stufe der großen Galerie liegen in der Mittelebene der Pyramide, genau 220 E von der Nordkante entfernt⁴, wobei zu beachten ist, daß diese Horizontalabstand nur auf dem Weg durch steile Korridore ermittelt werden konnte.

Zur Orientierung der Basiskanten waren mehrere Messoperationen notwendig, das Anvisieren eines Sternes in zwei bestimmten Positionen, das Abloten dieser Richtungen in die Horizontale und die Konstruktion der Winkelsymmetrie. Daß hierbei kein größerer Fehler als etwa 4' entstand, ist eine beachtenswerte Leistung⁵.

Während die Länge der Achsen auf etwa 3 cm genau übereinstimmt⁶, differieren nach Cole die Nord- und Südkante mehr als 20 cm⁷, und die Winkelfehler in den östlichen

1. W.M.F. Petrie, *The Pyramids and Temples of Gizeh*, London 1883. New and Revised Edition (hg. von Zahi Hawass), London 1990.

2. J.H. Cole, *Determination of the Exact Size and Orientation of the Great Pyramid of Giza*. Survey of Egypt Paper Nr. 39, Cairo 1925; L. Borchardt, *Längen und Richtungen der vier Grundkanten der großen Pyramide bei Gise. Die Entstehung der Pyramide. Einiges zur dritten Bauperiode der großen Pyramide bei Gise* (1926), *BeiträgeBf.* 1, 1937.

3. Cole, *op.cit.*, 3ff.

4. Petrie, *Pyramids*, 31, Umrechnung: 1 Zoll = 2,54 cm.

5. Vgl. die Richtungen der Kanten nach Petrie, *op.cit.*, 11 und Cole, *Determination*, 6. J. Dorner, *Die Absteckung und astronomische Orientierung ägyptischer Pyramiden*. Dissertation an der Fakultät für Bauingenieurwesen und Architektur, Innsbruck 1991, 119-148.

6. Nach Petrie, *Pyramids*, 11, als Mittelwert gegenüberliegender Seiten berechnet: NS: 230, 331 m, OW: 230, 364 m. Längen der Achsen nach Cole, *Determination*, 6, NS: 230, 374 m, OW: 230, 354 m.

Eckpunkten (NO: $90^{\circ}3'02''$, SO: $89^{\circ}56'27''^8$) sind etwa drei Mal so groß wie bei anderen Pyramiden⁹.

Demnach wären den gleichen Spezialisten, die äußerst schwierige Messoperationen mit größter Präzision durchführten, bei der vergleichsweise simplen Bestimmung der Längen recht grobe Fehler unterlaufen, die bei einer Kontrolle unbedingt hätten auffallen müssen. Da dies nicht sehr wahrscheinlich ist, möchte ich versuchen, eine andere Erklärung für diese Ungenauigkeiten, von denen vor allem die Richtung der Ostkante betroffen ist, zu finden.

2. DAS BASISVIERECK W.M.F. PETRIES

Petrie bietet zwar ein optisch schöneres Ergebnis an, doch ist dieses, wie im folgenden aufgezeigt werden soll, nicht sehr verlässlich. Zu seiner Zeit waren die Flanken der Pyramide mit Schutt bedeckt. Deshalb beschränkte er sich darauf, jeweils einen Punkt etwa in der Mitte jeder Kante durch Schächte freizulegen und diese zusammen mit den äußeren Ecken der *corner-sockets*, die man bis dahin für die Ecken der Pyramide hielt, durch Triangulierung einzumessen¹⁰. Als sich herausstellte, daß die mittleren Punkte nicht auf, sondern beträchtlich innerhalb der äußeren Fluchten lagen¹¹, fehlten ausreichende Bestimmungsstücke zur Berechnung der Kanten.

Petrie behalf sich deshalb mit der Annahme, daß die beiden Abstände des jeweiligen Eckblockes von den Außenseiten des zugehörigen *corner-sockets* einander gleich gewesen wären, woraus folgt, daß die Ecken der Pyramide auf den Diagonalen des Vierecks der *corner-sockets* liegen müßten¹². Ohne seine Berechnungen näher zu erläutern, führt er den Umstand, daß sich das von ihm ermittelte Viereck genau schließt, als Beweis für die Richtigkeit seiner Rekonstruktion an¹³.

Es läßt sich leicht aufzeigen, daß dieser angebliche Beweis keiner ist, weil aus unzähligen anderen Konfigurationen sich ebenso ein geschlossenes Viereck ergibt: Wir wählen hierzu das Koordinatensystem so, daß der Ursprung mit dem Schnittpunkt der beiden Diagonalen (d_1 , d_2) und die x-Achse mit d_1 zusammenfallen. Die Eckpunkte A und D werden dann auf der x-Achse ($y = 0$), B und C auf d_2 ($y = kx$) liegen (vgl. Abb. 1).

Mit x_A als Unbekannter setzt man die Gleichungen der Geraden g_1 und g_3 an und schneidet diese mit d_2 . Daraus ergeben sich Ausdrücke für die Koordinaten von B und C,

7. Cole, *op.cit.*, 6.

8. Borchardt, *Große Pyramide bei Gise*, 8.

9. Verlässlich lassen sich diese Winkel nur bei den wenigen Pyramiden ermitteln, deren Basiskanten vom Schutt befreit und in ausreichend langen Abschnitten erhalten sind. Dies ist bei Chephren und Unas der Fall,

wo die größten Fehler etwa 1' betragen: Dorner, *Absteckung*, 79f. und 83.

10. Petrie, *Pyramids*, 7f., 10.

11. Petrie, *op.cit.*, 10.

12. Vgl. Petrie, *op.cit.*, fig. VI.

13. Petrie, *op.cit.*, 10.

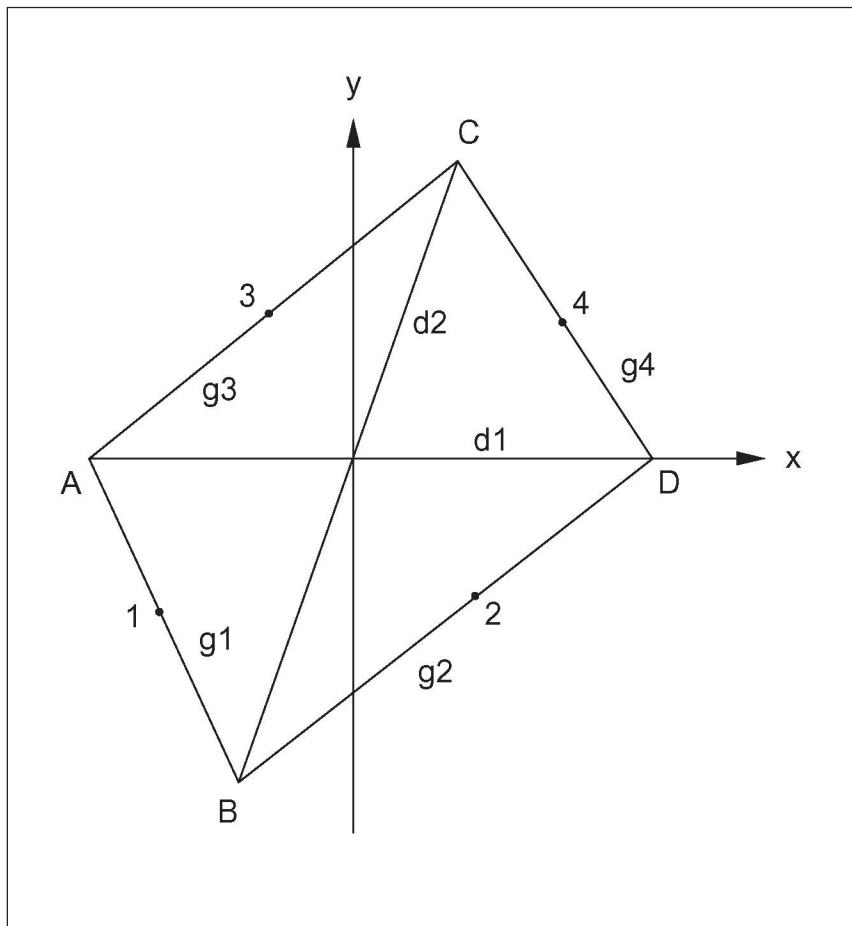


Abb. 1.

die man verwendet, um die Gleichungen der Gerade g_2 und g_4 anzusetzen. Da in einem geschlossenen Viereck diese Geraden die x-Achse im selben Punkt schneiden, kann man die beiden Werte für x_D gleichsetzen und daraus x_A berechnen:

$$x_A = \frac{y_1 \quad y_4 \left(x_2 - \frac{y_2}{k} \right) \left(x_3 - \frac{y_3}{k} \right) - y_2 \quad y_3 \left(x_1 - \frac{y_1}{k} \right) \left(x_4 - \frac{y_4}{k} \right)}{y_1 \left(x_2 - \frac{y_2}{k} \right) \left(y_4 - y_3 \right) - y_3 \left(x_4 - \frac{y_4}{k} \right) \left(y_2 - y_1 \right)}$$

In dieser Gleichung sind alle x-Koordinaten mit den Gliedern $-y_i/k$ verknüpft, wobei k der Anstieg der Diagonale d_2 bzw. der Tangens des Winkels zwischen den beiden Diagonalen ist. Stehen letztere rechtwinkelig zueinander, fallen diese Glieder weg. Nach Petries Angaben betragen sie etwa 15 mm^{14} , was ungefähr der Lageungenauigkeit der Punkte entsprechen wird.

14. Aus Petries Längen und Richtungen der Kanten, *op.cit.*, 11, ergibt sich der Schnittwinkel der Diagonalen mit $89^\circ 59' 31''$ und für k 7153,03. Die Koordinaten der etwa in der Mitte der Seiten gelegenen Punkte (vgl. Anm. 10) werden alle um 81,45 m schwanken und sich nur durch ihre Vorzeichen unterscheiden.

Für unsere Zwecke genügt es, diese kleinen Glieder wegzulassen. Bei einer genauen Bestimmung wird man mit »reduzierten« x-Koordinaten $x_i = x_i - y_i/k$ weiterrechnen. In beiden Fällen ergibt sich eine Gleichung von folgender Form:

$$x_A = \frac{y_1 y_4 x_2 x_3 - y_2 y_3 x_1 x_4}{y_1 x_2 (y_4 - y_3) - y_1 x_2 (y_4 - y_3)}$$

Diese Gleichung hat im allgemeinen eine und nur eine Lösung, die allerdings nicht immer brauchbar sein muß¹⁵. Wenn aber Zähler und Nenner gleichzeitig verschwinden, ergibt sich für x_A ein unbestimmter Wert, was unter anderem der Fall ist, wenn die vier Punkte symmetrisch zu einer der beiden Diagonalen liegen.

Eine zumindest sehr ähnliche Anordnung liegt bei Petrie vor. Dies hat zur Folge, daß sich die kleinen, unvermeidlichen Fehler der Koordinaten stark auf das Ergebnis auswirken. Mit einer Ungenauigkeit für die Lage der Eckpunkte und für die Länge der Seiten von mindestens 10 cm hilft es für unsere Fragestellung nicht weiter¹⁶.

3. DIE MESSUNGEN J.H. COLES

Auf Einladung und in Zusammenarbeit mit L. Borchardt führte Cole 1925 eine Neubestimmung des Basisvierecks durch. In Gräben wurden 28-55 m lange Abschnitte der Basiskanten freigelegt und die Fluchten zwischen den Endpunkten dieser Abschnitte mit den Seiten eines um die Pyramide gelegten Präzisionspolygonzuges zum Schnitt gebracht. Nur im Süden, wo die Basis weitgehend zerstört ist, mußte man sich mit einer Parallelen entlang der Oberkante der ersten Verkleidungslage, die auch nur auf 15 m Länge gut erhalten war, behelfen¹⁷.

Diese Messung und die Abschätzung der zu erwartenden Fehler¹⁸ beruhen auf der Annahme, daß die 230 m langen Kanten völlig geradlinig abgesteckt wären. Nur dann

15. Bei einer unbrauchbaren Lösung liegen zumindest zwei der Punkte 1 bis 4 nicht auf der jeweiligen Seite, sondern nur in deren Verlängerung.

16. Da Petrie die Lage der Punkte nur ungefähr angibt, läßt sich die Genauigkeit seines Ergebnisses nicht exakt abschätzen. Ich möchte deshalb anhand eines Beispiels aufzeigen, wie ungünstig diese Art der Vierecksbestimmung ist: Die Punkte 1 bis 4 liegen alle auf den Seiten eines Quadrates ($a = 230,375$ m), 2 und 3 genau in der Mitte der jeweiligen Seite, 1 und 4 um 10 m im Uhrzeigersinn verschoben. Obwohl diese Konfiguration noch deutlich unsymmetrisch bezüglich der Diagonalen ist, wird der

Mittlere Fehler und von x_A bereits 14 mal größer als jener der Koordinaten der Punkte 1 bis 4.

Pkt	x	y
1	- 89,151	- 73,749
2	+ 81,450	- 81,450
3	- 81,450	+ 81,450
4	+ 89,151	+ 73,749

17. Cole, *Determination*, 5f. und Skizze S. of E. 25/944.

18. Cole, *op.cit.*, 8f.

dürfte man erwarten, daß die Fluchten der vier relativ kurzen Kantenabschnitte sich in den ursprünglichen Eckpunkten schneiden.

In Verlängerung dieser Fluchten bestimmte Cole im NW, NO und SO auch die Abstände der beiden äußeren Ränder des jeweiligen *corner-sockets* von den zugehörigen Eckpunkten der Pyramide. Da diese beiden Werte nirgends mehr als 1 cm differieren¹⁹, liegen zumindest drei der vier Eckpunkte, wie Petrie vermutet hatte, fast genau auf den Diagonalen des »Socket«-Vierecks.

Mit Hilfe dieser Abstände kann man ausgehend von Coles Basisviereck die Richtungen von zwei Seiten und einer Diagonale des »Socket«-Vierecks berechnen, für welches auch Petries Angaben vorliegen. Beim Vergleich zeigt sich allerdings nur für die Ostseite eine gute Übereinstimmung²⁰.

4. EIGENE BEOBACHTUNGEN

Während eines kurzen Kairo-Aufenthaltes im Jahr 1979 unternahm ich den Versuch, die Winkel in den Ecken des Basisvierecks neu zu bestimmen. Obwohl das Unternehmen nicht abgeschlossen werden konnte, war es doch möglich, einige interessante Beobachtungen anzustellen und wenigstens den Winkel im NO zu messen²¹.

Obwohl der Schutt um die Pyramide seit langem weggeräumt ist, ergibt sich im Süden wegen des schlechten Zustandes der Basis auch heute keine zweckmäßigere Vorgangsweise zur Richtungsbestimmung als 1925. Auf den anderen Seiten sind dadurch die Arbeiten aber sehr erleichtert und mögliche Fehlerquellen beseitigt worden.

Dort gingen wir folgendermaßen vor: Soweit Spuren der Kante vorhanden sind, wurden auf ihr, nach Möglichkeit etwa alle 5 m, gut erkennbare Punkte markiert und deren Abstand von der Flucht der zwei äußersten Punkte an einem quergelegten Lineal mit dem Theodolit abgelesen. Aus diesen Abständen der Punkte und ihren Entfernungen von der vorläufigen NO-Ecke, die sich durch den Schnitt der anliegenden Fluchten ergab, konnte für beide Seiten jener Winkel berechnet werden, den die ausgleichende Gerade mit der Ausgangsflucht einschließt:

19. Cole, *op.cit.*, 9.

20. Nach Cole, *op.cit.*, 6 und 9, N: 89°56'03", O: 359°54'30", NW-SO: 134°56'50". Nach Petrie, *Pyramids*, 11, N: 89°56'40", O: 359°54'39", NW-SO: 134°55'58". Petries Sockelviereck schließt sich nicht, vor allem deswegen, weil seine Ostseite um 15 mm zu kurz ist. Dieser Fehler ist bedeutungslos, weil die

obigen Differenzen auf einen viel größeren hindeuten. Wer für letzteren verantwortlich ist, läßt sich ohne Neuvermessung nicht feststellen.

21. Wegen eines Staatsbesuches mußte die Arbeit unterbrochen und der Theodolit in einem Magazin eingestellt werden. Ein ungeschickter Ghafir warf ihn um und machte ihn unbrauchbar.

Ausgleich der Kanten:

OSTSEITE					NORDSEITE				
Pkt.	s	a	v	Anm.	Pkt.	s	a	v	Anm.
2	144,62	0	-0,4	A	20	133,50	0	-2,1	V
3	142,07	-1	+0,6	A	19	127,10	+1	-3,0	V
4	138,93	0	-0,5	A	18	121,15	-11	+9,2	V
5	133,47	0	-0,6	A	17	114,77	+2	-3,7	V
6	127,29	+1	-1,8	A	16	102,14	-2	+0,7	A
7	116,05	-1	0	A	15	94,62	0	-1,2	A
8	110,89	-7	+5,9	A	14	90,99	-1	-0,1	A
9	95,20	0	-1,5	A	13	88,72	-2	+1,0	A
10	91,26	0	-1,6	A	12	80,74	0	-0,8	A

$$\alpha_O = -14^{\text{cc}} \pm 28^{\text{cc}}$$

$$\alpha_N = -16^{\text{cc}} \pm 48^{\text{cc}}$$

s = Entfernung von der NO-Ecke in m

a = Abstand von der Flucht der äußersten Punkte in mm

v = Verbesserung in mm, das Vorzeichen ist positiv, wenn der Punkt nach außen zu verschieben ist

A = Punkt auf der Anritzung

V = Punkt am Fuß der Verkleidung

Der im Schnittpunkt der Fluchten gemessene vorläufige Winkel war $100,0285^{\text{g}} \pm 30^{\text{cc}}$ ²². Indem man (vorzeichenrichtig) α_N addiert und α_O subtrahiert, erhält man den endgültigen Winkel im NO, unter dem sich die ausgleichenden Geraden schneiden:

$$\alpha_{No} = 100,0283^{\text{g}} \pm 63^{\text{cc}} = 90^{\circ}01'32'' \pm 20''$$

Dieser Winkel weicht vom Sollwert nur mehr halb so stark ab wie jener Coles ($90^{\circ}03'02''$ ²³). Er wird deshalb verlässlicher sein, weil die Richtungen der nicht ganz geradlinig verlaufenden Kanten²⁴ (vgl. die Daten für den Ausgleich) nicht nur aus zwei,

22. Zur Messung wurde ein Theodolit WILD-T1A mit Neugradteilung verwendet, auf dem Minuten abzulesen und Zehntel noch gut zu schätzen sind. Die Richtungen wurden in beiden Kreislagen in zwei Sätzen beobachtet.

23. Vgl. Anm. 8.

24. Dieser Befund wurde auch an der Westkante beobachtet.

sondern aus mehreren Punkten berechnet wurden, so daß der Zufall weitgehend ausgeschaltet ist. Außerdem wurde für die Ostseite ein wesentlich längerer Kantenabschnitt herangezogen²⁵.

5. DAS ABSTECKEN DER KANTEN

Um den Verlauf einer Kante mit Hilfe von Schnüren anzureißen, mußten vorerst etwa alle 30-40 m Zwischenpunkte eingefluchtet werden. Da es auf der Hand liegt, daß dies mit freiem Auge nicht exakt gelingen wird, haben Herr Bernhard Rasch und ich dies an einer 150 m langen Strecke ausprobiert. Eines der 8 mm starken Baueisen, welche die Endpunkte markierten, war so eingeschlagen, daß der am Boden liegende Beobachter darüber visieren konnte. Hinter dem längeren Baueisen am anderen Ende war der besseren Sichtbarkeit wegen ein heller Karton befestigt. Die Abstände der etwa in der Mitte gelegenen Punkte von der Flucht wurden anschließend mit dem Theodolit in Millimeter auf einem Lineal abgelesen:

Serie 1: + 25, + 20, + 32, - 18, - 9, + 5, + 32,	Mittel: + 12,4 mm
Serie 2: + 9, + 26, - 2, - 2, + 5, + 27	Mittel: + 10,5 mm

Mit steigender Entfernung werden die Fehler entsprechend anwachsen. Andererseits ließe sich die Genauigkeit vermutlich durch Verwendung des *Bai* – einer Palmrispe, deren oberes Ende mit einem Visierschlitz versehen ist²⁶ – etwas verbessern. Dieses Gerät müßte allerdings zentrisch im Endpunkt der Flucht oder in deren Verlängerung befestigt sein, frei in der Hand gehalten, ist es nutzlos. Selbst damit wird bei einer 230 m langen Kante mit Fehlern in der Größe von ± 10 mm zu rechnen sein. Die Zwischenpunkte werden diesseits und jenseits der Flucht auf einer unregelmäßigen Zick-Zack-Linie liegen, wobei einzelne Abschnitte bis zu 2' (2 cm auf 30 m) von der Flucht abweichen können. Wird zufällig, wie es vermutlich bei Cole der Fall war, gerade ein solcher Abschnitt mitverwendet, ergibt sich ein verzerrtes Bild von der Genauigkeit, mit welcher das Basisviereck abgesteckt worden war. Ein deutlicher Hinweis für die Richtigkeit dieser Vermutung ist der neue Wert für den Winkel im SO.

Mit diesem Beitrag, der Herrn Prof. Dieter Arnold in dankbarer Erinnerung an die für mich so lehrreiche Zusammenarbeit in Qurna gewidmet sei, wollte ich nicht nur für die Berufsehre der altägyptischen Kollegen eintreten, sondern auch aufzeigen, wie wichtig 75 Jahre nach Cole eine sorgfältige Neuvermessung der Pyramide wäre. Die Zeit drängt! Durch den Ansturm der Besucher werden die Spuren der Kanten mehr und mehr verwischt und die *corner-sockets* brechen zusehends aus.

25. Cole, *Determination*, 2, scheint zur Bestimmung der Ostkante nur den nördlichen, 29 m langen Abschnitt herangezogen zu haben. Nur dieser ist bei der Beschreibung der Basis erwähnt und in der Skizze (S. of E. 25/944) entsprechend markiert. Bei der Fehlerabschätzung (Cole, *op.cit.*, 8) rechnet er aber mit einer Länge von 52 m, die auch

den kürzeren, südlichen Graben mit einschließen würde. Borchardt, *Große Pyramide bei Gise*, 4, bemerkt in Anm. 1: «Dieses (südliche) Grabenstück, das nichts Neues bot, ist nicht in seinen Einzelheiten aufgenommen worden».

26. L. Borchardt, «Ein altägyptisches Instrument», *ZÄS* 37, 1899, 10-17.