

Auszug aus

Frank Müller-Römer

Bau der Pyramiden im Alten Ägypten



Zweite, aktualisierte und erweiterte Auflage

7.4.12 Vorschlag Volz für den Bau der Cheops Pyramide mittels Multispiralrampen

Im Frühjahr 2024 veröffentlichte Volz im Internet einen Vorschlag zum Bau der Cheops Pyramide mittels Multispiral-Rampen.¹¹⁷² Dieser Idee zum Pyramidenbau liegen **außerhalb des Verkleidungsmauerwerks angeordnete Transportrampen** mit einer Steigung von $6,6^\circ$ zugrunde (Abb. 7.4.12.1). Einen ähnlichen Bauvorschlag hatten Dunham im Jahr 1956 und Brichieri-Colombi in den Jahren 2015 und 2023 veröffentlicht.¹¹⁷³ Die von Volz vorgeschlagenen Rampen bestehen aus luftgetrockneten Lehmziegeln. Der Transport der Steine für den Bau der Pyramide erfolgt auf Holzrollen. Als Zugkräfte werden Arbeiter angenommen.

Die Hauptrampe führt bis zur Spitze der Pyramide (Abb. 7.4.11.2). Die restlichen 6 Einzelpfade enden auf unterschiedlichen Höhen. Nach Volz beträgt das Rampenvolumen nur 8,4 % des Gesamtvolumens der Pyramide. Dem Vorschlag von Volz liegt die Berechnung zugrunde, nach der das Volumen einer parallel zu den Pyramidenseiten angelegten Rampe mit dem Quadrat der Breite der Rampe wächst. Um dieses zu minimieren, müsse das Rampenmodell aus vielen Einzelspuren mit minimaler Breite bestehen. Auf dieser Annahme beruht die **Theorie der Multispiral-Rampen von Voss.**

1)

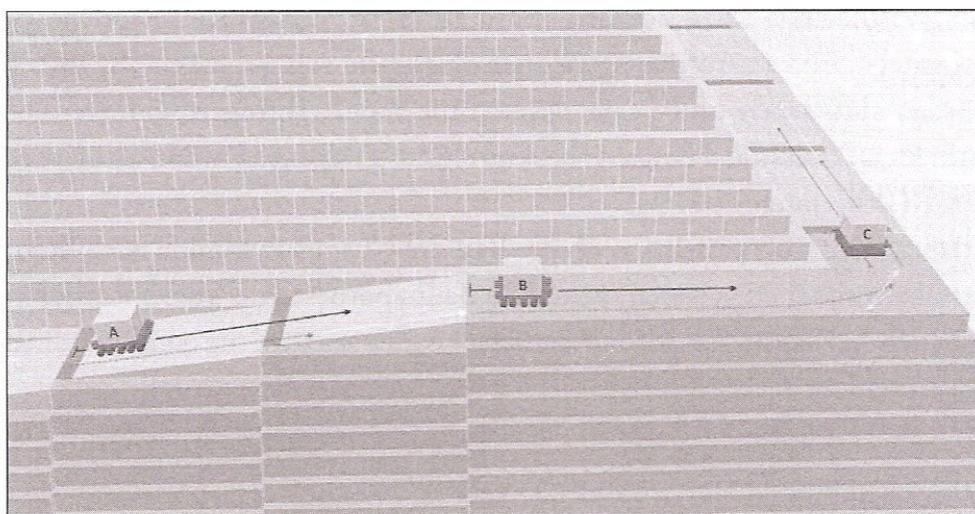


Abb.7.4.12.1 Transportrampen nach Volz

Nach Aufsetzen des Pyramidions (Abb. 7.4.12.3) erfolgt das Anbringen des Verkleidungsmauerwerks und der Außenverkleidung bei gleichzeitigem Rückbau der Rampen von der Spitze der Pyramide hin zu deren Basis (Abb. 7.4.12.4).

Das vorgeschlagene Multispiral-Rampen Modell erscheint sehr komplex. **Wie bei anderen Theorien mit spiralförmiger Anordnung der Rampen beschrieben, kann damit die Bauzeit im Vergleich zu einer Bauweise, die auf allen Seiten gleichzeitig erfolgt, nicht optimiert werden.**

2)

Darüber hinaus ist das Ziehen der an der Unterseite glatt polierten Steinquader auf einer ebenfalls **glatt polierten Transportfläche** über Rollen (so lautet der Vorschlag von Volz) auf einer Ebene mit der

1172 Volz, Cheops Pyramide.

1173 Dunham, Building Pyramid.

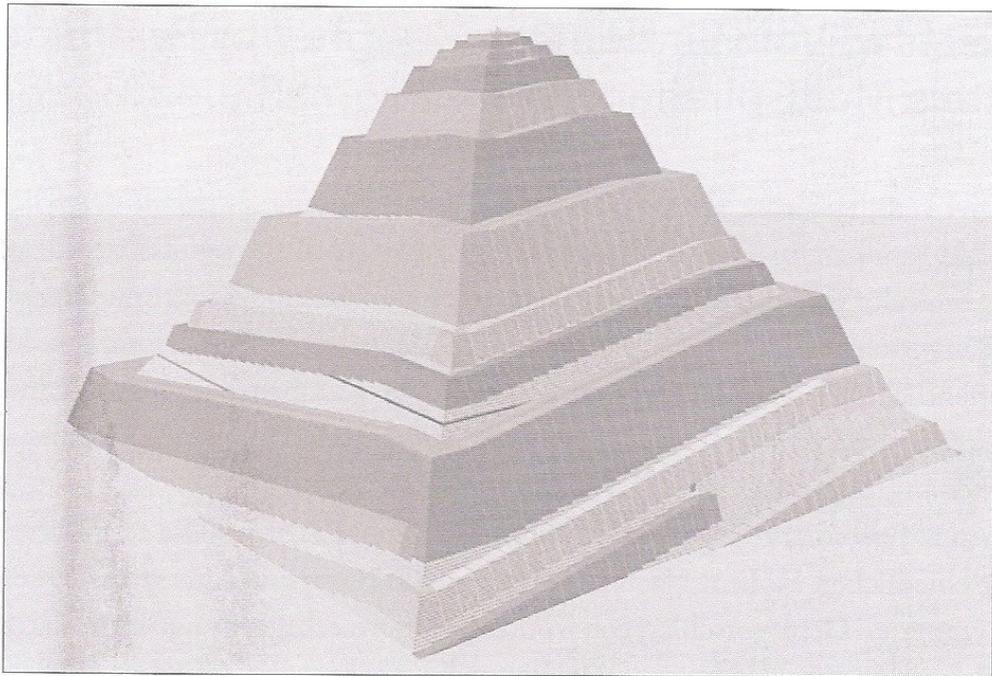


Abb. 7.4.12.2 Unterschiedliche Rampenführungen nach Volz

Neigung von $6,6^\circ$, welche etwa einer Steigung (Basis zu Höhe) von 10:1,1 entspricht, praktisch nicht mehr möglich (Kapitel 4.5.1.3.1 „Aufwärtsgerichtete Zugkräfte von Arbeitern“, S. 102, Tab. 4.5.1.3.1).

Die Arbeiter würden abrutschen und keine Zugleistung mehr erbringen können. Zudem wäre die Haftreibungskraft kleiner als die Hangabtriebskraft und Zugpausen wäre nicht möglich (Kapitel 4.5.1.1. „Zugkräfte (Gleitreibung)“, S. 94).

Es erscheint daher mehr als zweifelhaft, ob der Bau der Cheops Pyramide nach dem von Volz vorgeschlagenen Verfahren möglich gewesen wäre. Die Bauhypothese von Volz entspricht daher in einigen Punkten nicht den in Kapitel 7.2 „Grundsätzliche Lösungsansätze für den Pyramidenbau“, S. 339, genannten Voraussetzungen.

3)
4)
5)
6)

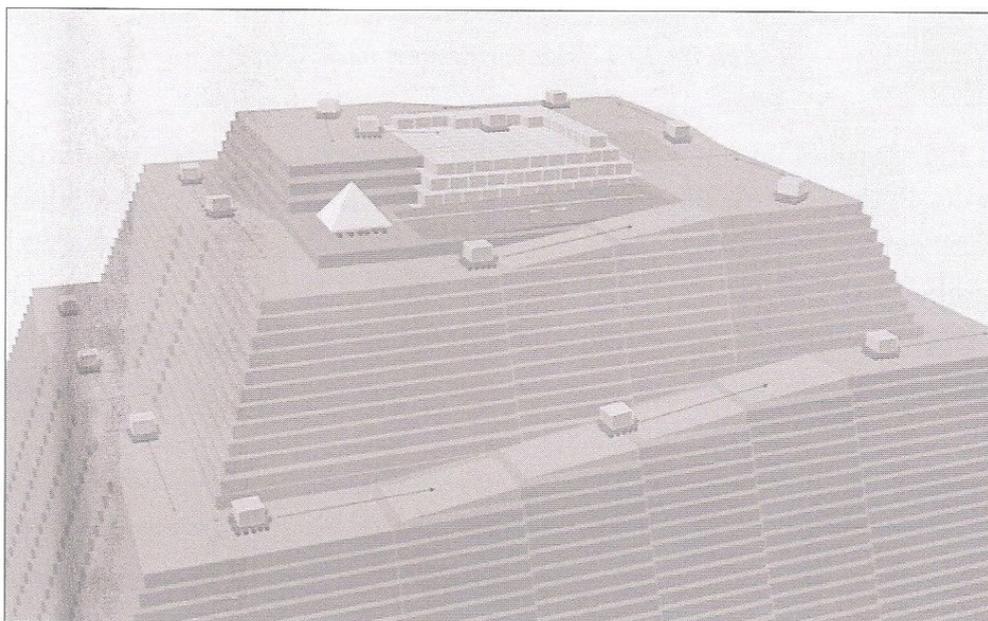


Abb. 7.4.12.3 Aufsetzen des Pyramidions

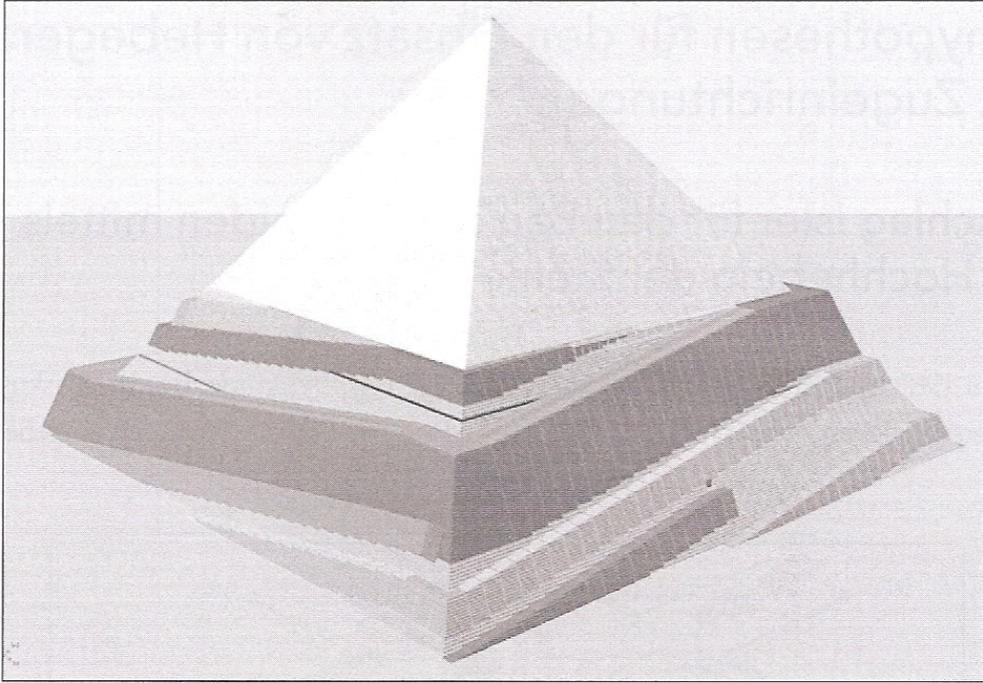


Abb. 7.4.12.4 Montage und Glätten der Außenverkleidung

Anmerkungen von Rudolf Volz:

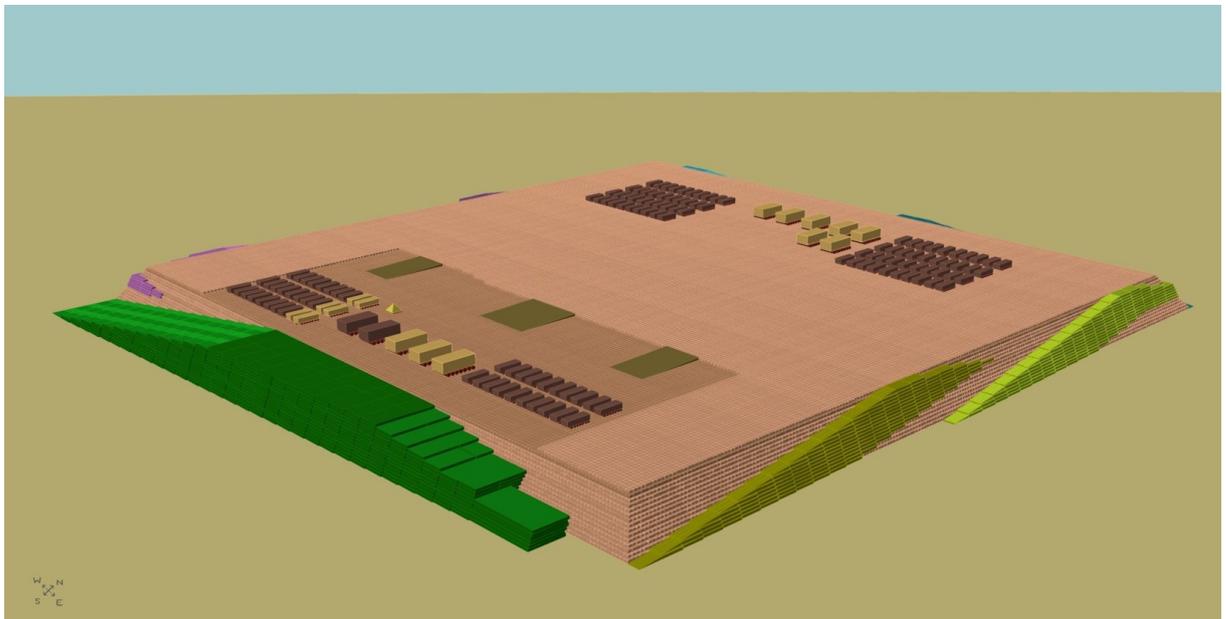
23. Januar 2025

- 1) ... die Theorie der Multispiral-Rampen von Voss.

Einen Autor Voss gibt es in diesem Zusammenhang nicht.
Vermutlich ist Volz damit gemeint.

- 2) Wie bei anderen Theorien mit spiralförmiger Anordnung der Rampen beschrieben, kann damit die Bauzeit im Vergleich zu einer Bauweise, die auf allen 4 Seiten gleichzeitig erfolgt, nicht optimiert werden.

Der Bau der inneren Stufenpyramide erfolgt entsprechend den einzelnen Ebenen. Das nachfolgende Bild zeigt den Bauabschnitt auf der 15. Ebene.



Die grüne Hauptrampe startet an der Südseite und besteht aus 6 Transportspuren. An der Ostseite starten 2 gelbe, an der Südseite 2 blaue und an der Westseite 2 violette Rampen mit jeweils einer Spur. Der Materialtransport kann deshalb über alle 4 Seiten erfolgen.

Das System verfügt über 12 Transportspuren, was in diesem Stadium völlig ausreicht.

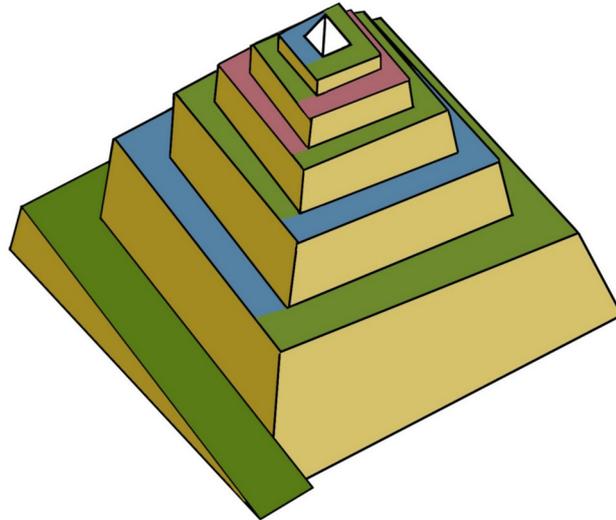
Der Flaschenhals des Systems ist nicht die Kapazität an Rampen bzw. die Anzahl der Transportwege, sondern die Anzahl der zur Verfügung stehenden Arbeiter. Die war 20.000 während drei Monaten der Nilflut. Nur in dieser Zeit wurde die maximale Rampenkapazität benötigt.

Während den restlichen neun Monaten gab es nur die Hälfte, nämlich 10.000 Arbeiter. In diesem Zeitraum hatte die Hälfte des Rampensystems bzw. die grüne Hauptrampe allein für den Materialtransport ausgereicht.

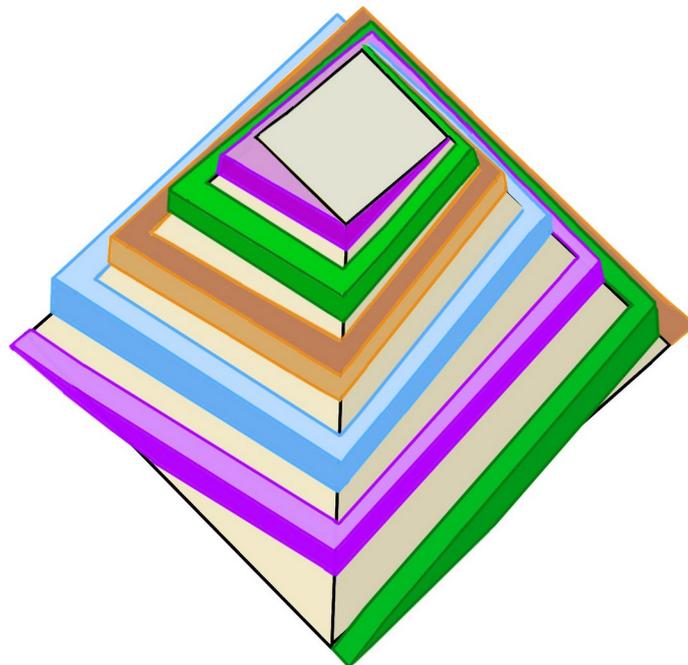
Es ist deshalb völlig unverständlich, warum Müller-Römer behauptet:
"die Bauzeit kann nicht optimiert werden".

In dieser Bauphase wäre es völlig unproblematisch, sämtliche Rampen auf das Doppelte zu verbreitern und damit 24 Transportspuren zu erzeugen.

Die hier aufgestellte Behauptung mag für das Ein-Spiral-Modell von Georges Goyon (1977) durchaus stimmen, weil dort der Steigungswinkel zu flach ist und die Rampen sich überlagern.



Die Behauptung ist aber definitiv falsch für das Vier-Spiral-Modell von Dows Dunham (1956).



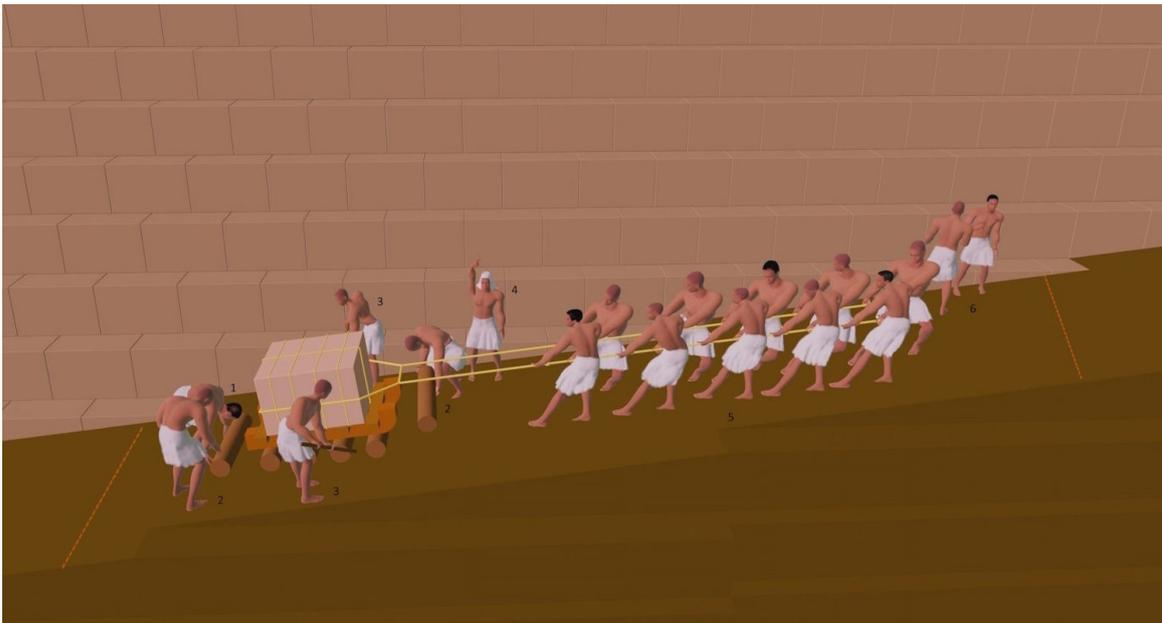
3) Die Arbeiter würden abrutschen und keine Zugkraft mehr erbringen können.

In dem Artikel ist von "glatt polierten Transportfläche" die Rede. Dieser Ausdruck wurde so auf der Internetseite nie verwendet. Die genaue Formulierung lautet:

"Die Transportmethode setzt voraus, dass die Oberflächen der Rampen stets geglättet und stabil gehalten werden".

Gemeint damit ist, dass der Transport mit Rollen gut funktioniert:

- a) Eine Transportbahn soll keine Höcker und große Unebenheiten haben, damit die Rollen keine Behinderung haben.
- b) Die Oberflächen sollen stabil sein, damit die Rollen nicht in die Oberfläche der Rampen eindrücken und das Rollen erschweren.



Transport auf Holzrollen, Ziehvorgang für eine Sekunde

Der Anteil der Zugkraft für den Hangauftrieb rechnet sich mit

$$\sin(6,6 \text{ Grad}) = 0,116$$

Der Rollwiderstand wird mit 0,006 angenommen, was experimentell bestätigt wurde. Holzschlitten auf Holzrollen mit 20 cm, auf hartem Untergrund.

<https://de.wikipedia.org/wiki/Rollwiderstand>

Die nötige Zugkraft zum Transport eines Blocks mit 2,3 Tonnen ist daher

$$Z = (0,116 + 0,006) \cdot 2.300 \text{ kp} = 0,122 \cdot 2.300 \text{ kp} = 280,6 \text{ kp}$$

Das vorige Bild zeigt ein Schlepp-Team, bei dem 10 Arbeiter zum Schleppen zur Verfügung stehen. Jeder dieser Arbeiter muss alle 5 Sekunden für eine Sekunde mit 28 kp ziehen, ohne dass er sich dabei bewegen muss.

Experimente haben gezeigt, dass man in der Stützstellung mit einem breiten Bein barfuß auf Fliesen mit 60 kp ziehen kann, ohne das geringste Rutschen zu verspüren.

Durch Wort- und Sinnverdrehung erzeugt Müller-Römer ein Framing, um zu suggerieren, dass diese Transportmethode ungeeignet ist.

Dabei ignoriert er seine Mitwirkung bei einer Fernsehsendung die zeigt, dass diese Transportmethode bestens geeignet ist. Anhang 1 (Seite 103)

<https://www.youtube.com/watch?v=NRKfCocSrck>

4) ... **Zugpausen wären nicht möglich.**

Auf der Internetseite www.cheops-pyramid.net/de ist unter Abschnitt "Schleppteam" explizit zu lesen:

Nach dem Schleppvorgang steht der Schlitten für 4 Sekunden während sich die Schlepper (5) neu positionieren.

*Die beiden Arbeiter (3) klemmen die Holzstangen zwischen die Rollen, was ein **Zurückrollen des Schlittens verhindert.***

Die Zugpause wird in dem nachfolgendem Bild genau dargestellt. Die beiden Arbeiter mit den Holzstangen sind in erster Linie für das Bremsen des Schlittens verantwortlich. Außerdem sorgen sie dafür, dass die Rollen sich nicht gegenseitig verkleben bzw. in der Spur bleiben.



Transport auf Holzrollen, Zugpause für 4 Sekunden

Während der Zugpause von 4 Sekunden positionieren sich die Schlepper neu. Zwei Arbeiter klemmen Holzstangen zwischen die Rollen und sorgen so für die Bremswirkung des Schlittens.

Die Haftreibung von Holz auf Holz mit 0,5 stellt sicher, dass der Schlitten während der Zugpausen nicht von den arretierten Rollen runtergleitet. Die Haftreibung Holz auf Stein mit 0,9 garantiert, dass der gebremste Schlitten nicht die Rampe runterrutscht.

<https://de.wikipedia.org/wiki/Reibungskoeffizient>

5) Die Bauhypothese von Volz entspricht daher in einigen Punkten nicht den in Kapitel 7.2 ... genannten Voraussetzungen.

Die Voraussetzungen bzw. Kriterien in Kapitel 7.2 sind:

- K1 Zeitgemäße Baumethoden
- K2 Keine Widersprüche zu archäologischen Befunden
- K3 Erstellung der kompletten Pyramide muss möglich sein
- K4 Berechnung der Bauzeit
- K5 Arbeitssicherheit

Siehe Anhang 2 (Seite 339).

Entsprechend den Vorwürfen von Müller-Römer könnte es eine Verletzung von K4 geben, weil angeblich *“die Bauzeit nicht optimiert werden kann“*. Wie in Punkt 2) erklärt, ist dieses Argument nicht stichhaltig, da das Rampensystem in dieser Form ausreicht und sich beliebig verbreitern lässt.

Weiterhin könnte es eine Verletzung der Kriterien K3 und K5 aufgrund der *“geglätteten Transportbahnen“* geben.

Wie aus Punkt 3) erkennbar ist, besitzt eine Transportbahn aus Lehmziegel genügend Haftreibung und ist für den Transport mit Rollen bestens geeignet. Somit lässt sich die komplette Pyramide erstellen und für die Arbeiter bedeutet dies keine Unsicherheit.

Die Kriterien K3 und K5 könnten ebenfalls verletzt sein durch die Behauptung, dass *“Zugpausen nicht möglich wären“*.

Wie in Punkt 4) erklärt, steht der Transportschlitten zu 80 % und wird dadurch gebremst bzw. am Zurückrollen gehindert, dass zwei Arbeiter Holzstangen zwischen die Rollen klemmen.

In Kapitel 7.2 fehlen allerdings noch einige Kriterien:

- K6 Aufsetzen eines Pyramidions mit mindestens 2 Tonnen
- K7 Transportmöglichkeit der großen Blöcke bis zu 200 Tonnen
- K8 Transport von Blöcken mit 70 Tonnen auf eine Höhe von 70 m
- K9 Vermessungen müssen möglich sein
- K10 Zugang zum Nordeingang während der Bauphase
- K11 Maximale Anzahl von 20 Tsd. Arbeitern
- K12 Wesentlich weniger Arbeiter außerhalb der Nilflut
- K13 Zumutbare Arbeitsbedingungen
- K14 Maximale Bauzeit von 20 Jahren
- K15 Materialtransport und Rampenbau dürfen sich nicht behindern
- K16 Von zwei funktionierenden Theorien ist diejenige mit der größeren Effektivität vorzuziehen, denn der Bauprozess war ein Kampf gegen die Zeit

- 6) Es scheint daher mehr als zweifelhaft, ob der Bau der Cheops Pyramide nach dem von Volz vorgeschlagenen Verfahren möglich gewesen wäre.

Aufgrund der Punkte 2) bis 4) kommt Müller-Römer zu dem Ergebnis, dass die Theorie der Multispiral-Rampen **“mehr als zweifelhaft“** ist.

Interessant ist, dass er nicht auf Kapitel 7.6 in seinem Buch verweist, in welchem Spiralrampen aus ganz anderen Gründen als ungeeignet dargestellt werden:

“Spiralförmig angeordnete Rampen können als Baumethode ebenfalls ausgeschlossen werden“.

Siehe Anhang 3 (Seite 424)

Die einzelnen Kriterien sind:

- S1 Der **Transport an den Ecken** ist nur schwer möglich.
- S2 Die Transportkapazität ist zu den belegten Bauzeiten zu gering.
- S3 Eine schichtweise Verlegung der Steine im Innern der Pyramide entspricht nicht den archäologischen Befunden.
- S4 Eine Verlegung der Außenverkleidung und deren Glättung sind ohne außen angeordnete Baugerüste aus bau- und sicherheitstechnischen Gründen ebenfalls nicht möglich.
- S5 Ein exakte Vermessung während des Baus ist außerhalb der Pyramide spiralförmig angeordneter Rampen schwierig, da Außenflächen und Ecken teilweise verdeckt sind.

Aufgrund des Kriteriums S1 *“Transport an den Ecken“* wurden Spiralrampen gleich nach dem Erscheinen der bahnbrechenden Arbeit von Dows Dunham im Jahr 1956 diskreditiert, was bis heute anhält. Dies wird von Müller-Römer auch in der neuen Ausgabe seines Buches konsequent fortgesetzt, obwohl auf der Internetseite www.cheops-pyramid.net/de unter den Abschnitten *“Wenden an den Ecken“* und *“Riesige Blöcke“* im Detail erklärt ist, wie der Transport bestens funktioniert.

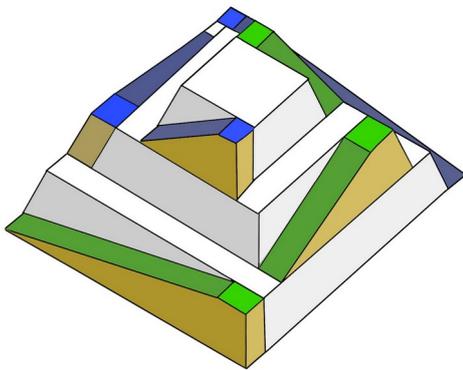
Das Funktionieren der Punkte S2 *“Transportkapazität“* und S5 *“Vermessung“* wird ebenfalls auf der Internetseite erklärt. Der Punkt S3 ist bedeutungslos, da der Bau nach Ebenen erfolgt. Der Punkt S4 ist ebenfalls bedeutungslos, da die verbleibenden Rampen eine Arbeitsfläche rund um die Pyramide ermöglichen.

In diesem Zusammenhang stellt sich die Frage, welche Vorteile hat die von Müller-Römer vorgeschlagene Theorie der **Tangentialrampen**.
Siehe Anhang 4 (Seite 440 ff.)

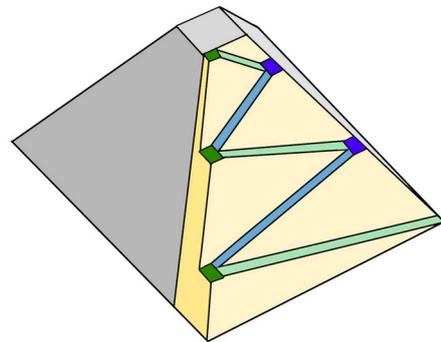
Diese Theorie wurde von Müller-Römer erstmals 2008 vorgeschlagen und wird in dem Buch über 43 Seiten dargestellt.

Das dürfte wohl die Hauptmotivation für die Neuauflage des Buches sein und erklären, warum der Autor mit unwissenschaftlichen Argumenten und falschen Schlußfolgerungen versucht, andere Theorien als funktionsunfähig darzustellen.

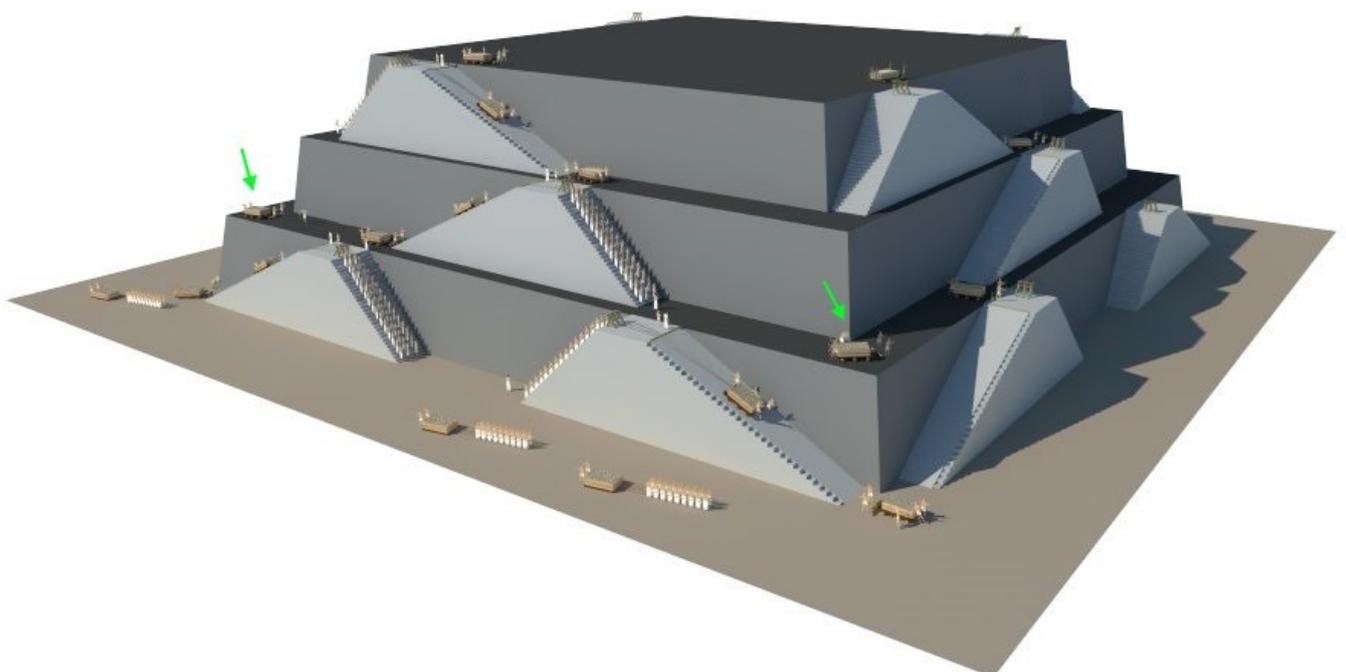
Die Theorie der Tangentialrampen ist eine Kombination aus dem Spiralmodell von Uvo Hölscher und dem Zick-Zack-Modell von Flinders Petrie.



Hölscher (1912)



Petrie (1930)



Tangentialrampen nach Müller-Römer

Quelle: Wikipedia

T1 Der **Transport der Blöcke um die Ecken** scheint in dem Modell von Müller-Römer kein Problem zu sein, obwohl es sich dabei um ein abgewandeltes Spiral-Modell handelt.

Entsprechend dem vorigen Bild *Tangentialrampen* (grüne Pfeile) scheint hier ein Team von 4 Arbeiter auszureichen.

T2 Die Bauweise kann hier von **allen 4 Seiten** erfolgen und die Bauzeit optimiert werden (Anhang 6).

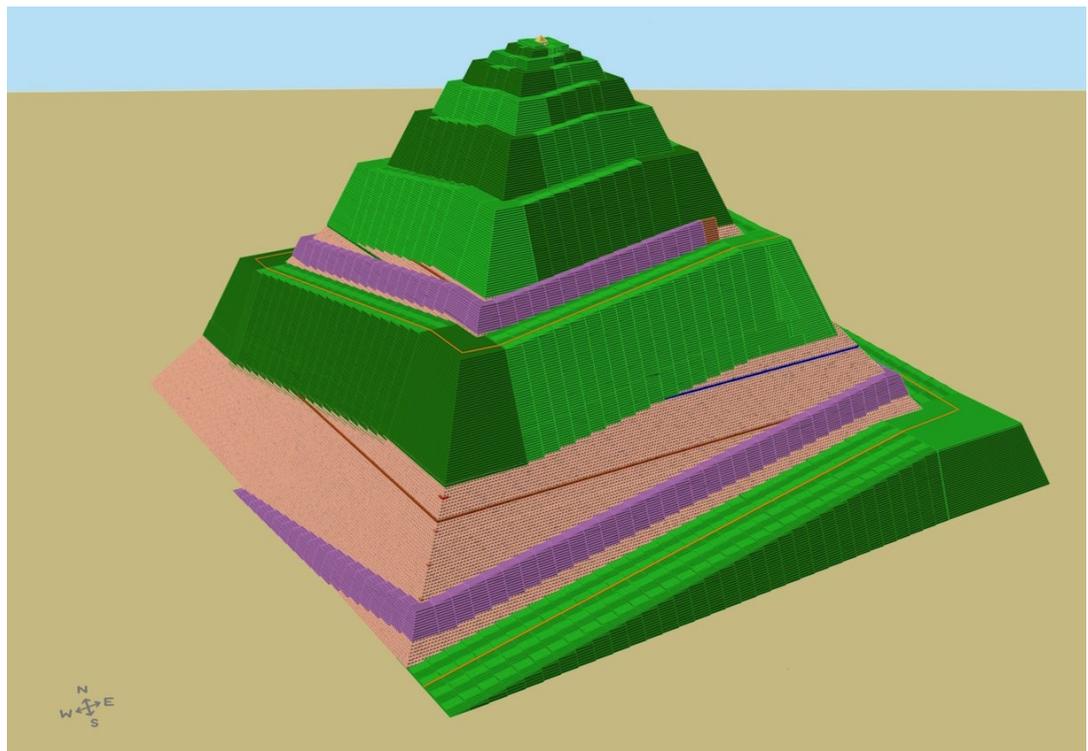
Genau diese Eigenschaft wird der Theorie der Multispiral-Rampen abgesprochen, obwohl sie Rampenelemente an allen 4 Seiten der Pyramide hat. (Punkt 2))

Die Notwendigkeit der Bauweise von allen 4 Seiten ist lediglich eine Forderung von Müller-Römer, weil sein Rampenmodell keine andere Möglichkeit zulässt.

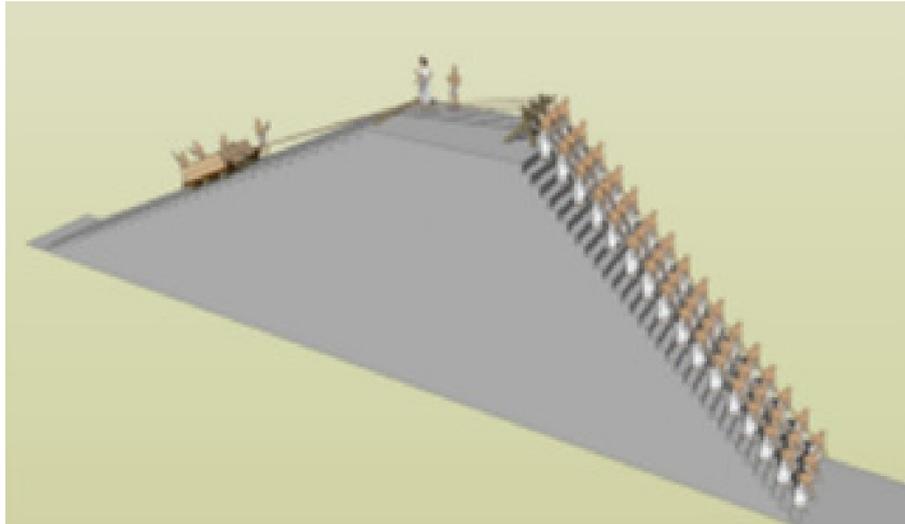
Der Bau der Pyramide war ein Kampf gegen die Zeit. Deshalb war Effizienz das oberste Gebot. Daher ist zu überlegen, ob nicht alles Material nur von einer Seite angeliefert werden soll, die am nächsten zu den Steinbrüchen liegt. Bei der Cheops-Pyramide ist das die Südseite,.

Die Theorie der Multispiral-Rampen bietet hierzu eine Lösung, wo es eine einzige breite Transportrampe (grün) gibt.

Der Rückweg würde über die violette Rampe erfolgen, so dass eine zirkulare Bewegung entsteht.



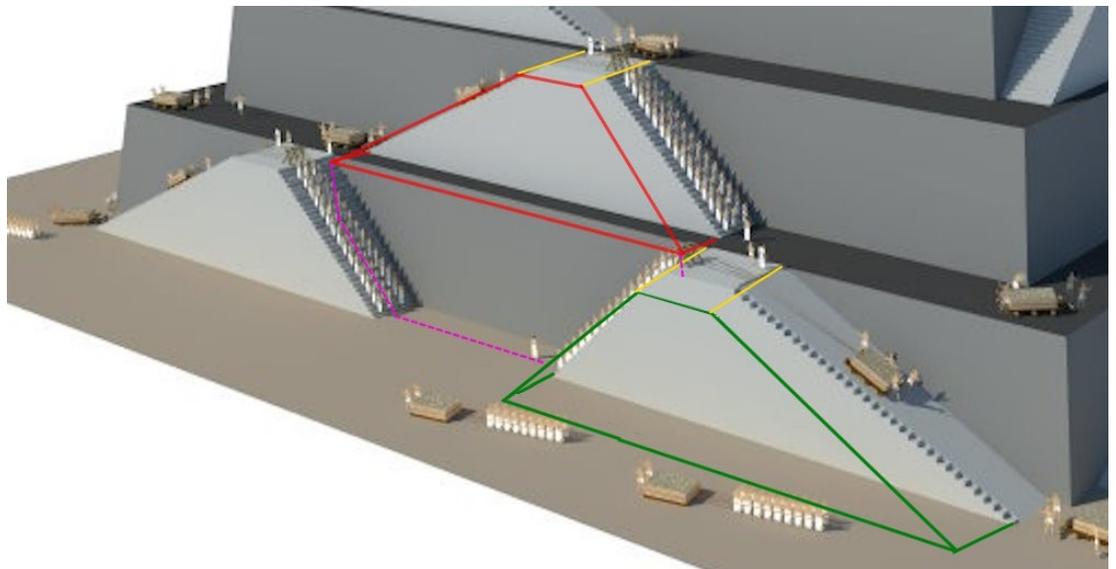
Bei der Theorie der Tangentialrampen werden steile Rampen mit einer Steigung von 26,5 Grad verwendet. Das Seitenverhältnis von Höhe zu Basis ist 1 zu 2 bzw. $\tan(26,5) = 0,5$



Transport eines Blocks über eine Tangentialrampe Quelle: Uni Heidelberg

T 3 Im vorhergehenden Bild schleppen 48 Arbeiter einen Block mit 3 Tonnen auf einer Rampe mit 26,5 Grad.

Die schleppenden Arbeiter sind dicht gedrängt auf einer Hangfläche des Rampenelements und nehmen dort den kompletten Raum ein.



Bei einem **Block mit dem doppelten Gewicht** bzw. von 6 Tonnen müssten die Rampenelemente auf das Doppelte verbreitert werden.

Das würde noch auf der untersten Ebene des Kernmauerwerks (grün) möglich sein.

Ab der nächst höheren Ebene könnte die Erweiterung (rot) nicht mehr auf derselben Kernstufe aufsetzen.

Ein Aufsetzen auf der darunter liegenden Kernstufe ist nicht möglich (violett), weil dadurch der Transport auf den beiden darunter liegenden Rampenelemente blockiert würde.

T 4 Wie soll in diesem Modell der Transport von **Blöcken mit 70 Tonnen** auf eine Höhe von 70 m erreicht werden?

Dazu müssten die Rampen um das

$$70/3 \approx \mathbf{23\text{-fache}}$$

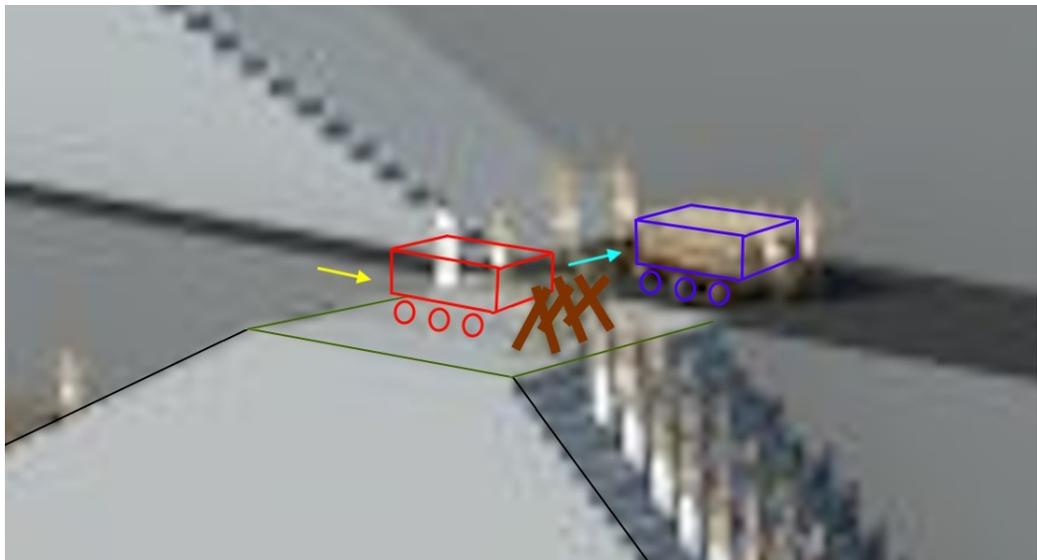
verbreitert werden, was völlig unmöglich ist.

T 5 Insgesamt betrachtet ist dieses **Transportsystem starr**, da die Anzahl der Arbeiter an einem Rampenelement konstant bleibt und nicht variabel an die Größe des ankommenden Blocks angepasst werden kann.

Bei einem Spiral-Modell verbleibt dieselbe Schlepptmannschaft während der gesamten Transportzeit bei dem Block. Je nach Größe des Blocks wird die Größe der Schlepptmannschaft bestimmt und ein Transportpfad mit entsprechender Breite ausgewählt.

T 6 Das folgende Bild zeigt einen Block, der auf der **oberen Plattform** einer Rampe positioniert wurde (rot).

Dabei wurde der Schlitten in Richtung des gelben Pfeils bewegt, was der aktuellen Bewegungsrichtung der Rollen entspricht.



Der Schlitten muss nun zum nächsten Rampenelement transportiert werden. Dabei muss der Schlitten von der roten in die blaue Position gebracht werden.

Dazu muss der Schlitten in Richtung des hellblauen Pfeils bewegt werden. Dies ist allerdings eine Bewegungsrichtung die senkrecht zur Bewegungsrichtung der Rollen ist.

Durch mehrfaches hin- und herbewegen des Schlittens könnte dieses Wendemanöver noch ermöglicht werden, aber keinesfalls innerhalb von 5 Minuten, die hier aufgrund der Takteinheiten maximal zur Verfügung stehen.

Die Platzverhältnisse auf der Rampe reichen für einen Block mit 3 Tonnen gerade noch aus. Ein größerer Block kann dort nicht mehr positioniert und schon gar nicht hin- und herbewegt bzw. gewendet werden. Dazu müsste die Rampe in Richtung des gelben Pfeils verbreitert werden.

Wie auf dem Bild in Anlage 5) (Seite 466) ersichtlich nehmen die Rampenelemente die komplette Oberfläche der Pyramide ein. Eine Erweiterung der Rampen parallel zur Oberfläche der Pyramide, hätte zur Folge, dass es weniger Rampenelemente geben würde. Dadurch würde die Transportkapazität absinken und die Bauzeit sich erhöhen. Die Bauzeit wird mit 22,5 Jahren angegeben (Anlage 5, Seite 467)

Fazit:

Mit dem von Müller-Römer vorgeschlagenen Modell der Tangentialrampen lassen sich Blöcke mit einem Gewicht über **6 Tonnen nicht transportieren und auf dem Rampenplateau nicht wenden**. Dies kann auch nicht durch Modifikationen korrigiert werden. Deshalb kann dieser Vorschlag nach wissenschaftlich-technischen Kriterien nicht funktionieren.

Da hilft auch nicht das von Müller-Römer angeführte Argument, dass *“Archäologen keine grundlegenden Bedenken haben“*. (Anhang 6)

Dass es keine archäologischen Widersprüche gibt, ist nur die eine Hälfte der Beweisführung. Die andere ist die funktionierende Technik.

Archäologen studieren Funde, Artefakte und Hieroglyphen. Sie interessieren sich nicht für Bauhypothesen, die sie wissenschaftlich-technisch nicht nachvollziehen können und wofür es archäologisch fast keine Funde gibt.

Es gibt lediglich folgende archäologischen Funde:

- A 1 Das Bauwerk selbst
- A 2 Die von Herodot und Diodor angegebene Bauzeit von 20 Jahren
- A 3 Laut Diodor wurden die Blöcke mittels Rampen transportiert und es waren keine Hebezeuge im Einsatz
- A 4 Laut Herodot wurde zunächst die innere Stufenpyramide erstellt und anschließend die äußere Verkleidung angebracht
- A 5 Die Bauweise erfolgte nach horizontalen Ebenen und nicht nach Schichten parallel zur Außenverkleidung
- A 6 Es gab maximal 20.000 Arbeiter, was durch Grabungen in den Arbeitersiedlungen belegt wurde

Im Jahr 2025 wird eine **technische Universität** folgendes Forschungsprojekt machen:

- F 1 Sämtliche Rampenmodelle nach wissenschaftlich-technischen Kriterien auf Funktionstauglichkeit prüfen
- F 2 Bei Funktionsunfähigkeit mögliche Varianten analysieren
- F 3 Überprüfung der Modelle auf Effizienz

Bei der Überprüfung der Effizienz liegt der Gedanke zugrunde, dass der Bau der Pyramide ein Kampf gegen die Zeit war. Aus diesem Grund wurde zu jener Zeit die effizienteste Baumethode gewählt. Deshalb ist von allen funktionierenden Rampenmodellen dasjenige mit der besten Effizienz das höchstwahrscheinliche. Dies entspricht dem Prinzip des *Parallelismus* oder der *konvergenten Evolution*.

Zur Ermittlung einer vergleichenden Effizienz ist es wichtig, dass sämtliche Modelle unter denselben Voraussetzungen betrachtet werden:

- V 1 Gesamtarbeitszeit von 12 Stunden pro Tag über 2 Schichten
- V 2 300 Arbeitstage pro Jahr
- V 3 Anzahl Arbeiter
- V 4 Durchschnittliche Zuleistung eines Arbeiters pro Schicht

In Tab. 4.5.1.3 sind die jeweiligen Maximalwerte miteinander kombiniert. Daraus ist ersichtlich, dass die möglichen Zugkräfte von Arbeitern bei Verwendung einer gestuften Rampe (Treppe) über denjenigen einer Rampe mit gleichmäßig geneigter Oberfläche liegen.

Im Sommer 2012 zeigte der Autor im Rahmen einer Fernsehserie des Zweiten Deutschen Fernsehens (ZDF)³¹¹, dass ein ca. 15 kN (1,5 t) schwerer Steinblock auf quer zur Rampe angeordneten Holzrollen (ca. 20 cm Durchmesser) von einer Zugmannschaft, bestehend aus 14 Personen über eine Schotterrampe mit einer Steigung von ca. 10° nach oben gezogen werden konnte (Abb. 4.5.1.3.1.1 und Abb. 4.5.1.3.1.2). Die erforderliche Mindestzugkraft erreichte entsprechend Tab. 4.5.1.2.2 einen Wert von 266 daN. Diese Zugkraft konnte von 13 Personen erbracht werden (Tab. 4.5.1.3.1). Die Produktion der Sendung fand in einem Kalksteinbruch bei Kaldorf (Nähe Altmühltal) statt. Ein ähnlicher Zugversuch ist auch in einer TV-Sendung des ZDF³¹² zu sehen (Abb. 4.5.3.7, S. 123).



Abb. 4.5.1.3.1.1 Zugmannschaft, bestehend aus 14 Personen

Aufwärtsgerichtete Zugkräfte von Rindern

Wie in Kapitel 4.5.3 „Transportmittel“ (S. 118) erläutert, gibt es u.a. einen Beleg aus dem AR (5. Dynastie) für den Transport einer Statue auf einem Schlitten, der von zwei Rindern gezogen wird (Abb. 4.5.3.4, S. 121).³¹³ Unter der Annahme einer Zugleistung von 500 daN pro Rind mit einem Körpergewicht

311 Sendereihe pur+ „Das größte Grab der Welt“, 16.6.2012, ZDF. Unter wissenschaftlicher Leitung des Autors wurde das Herausbrechen von Steinblöcken und deren Transport in einem Kalkstein Steinbruch im Altmühltal in Versuchen gezeigt.

312 „ZDFinfo Doku – Der Nil – Lebensader für die Alten Ägypter – Transport und Technik“, ZDF 2021, min 27.

313 Weitere Beispiele für den Transport bei Einsatz von Rindern in: Köpp-Junk, Reisen, S. 107 und Köpp-Junk, Rinder.

4. BAU- UND TRANSPORTTECHNIKEN IM ALTEN REICH

von 1.500 daN auf ebener Fläche ergibt sich bei einer angenommenen Gleitreibungszahl μ von 0,5 bei einer für Tiere geeigneten Oberfläche der Rampe und einer Neigung der Transportrampe mit $5,7^\circ$ eine Zugleistung der beiden Tiere von ca. 600 daN.



*Abb. 4.5.1.3.1.2 Transport eines Steines (Masse 1,5 t)
über eine Schotterrampe mit 10° Neigung*

7.2 Grundsätzliche Lösungsansätze für den Pyramidenbau

In nachfolgende Analyse bisher bekannt gewordener Bauvorschläge werden nur die Hypothesen einbezogen, die sich konkret mit Fragen und Vorschlägen des Pyramidenbaus befassen. Für deren Bewertung und Akzeptanz werden verschiedene Grundvoraussetzungen wie folgt formuliert:

- Nur Werkzeuge, Transport- und Bauverfahren können zugrunde gelegt bzw. berücksichtigt werden, für die es archäologische Befunde aus der Zeit des AR gibt.
- Die archäologischen Befunde an den Pyramidenbauten des AR sind zu berücksichtigen.
- Die in den Bauhypothesen vorgeschlagenen Verfahren müssen die Errichtung der kompletten Pyramide einschließlich Aufsetzen des Pyramidions und die Glättung der Außenverkleidung beschreiben bzw. ermöglichen.
- Eine Berechnung der sich aufgrund der vorgeschlagenen Bauhypothese ergebenden Bauzeit für die betrachtete Pyramide sollte vorliegen.
- Bau- und sicherheitstechnische Aspekte für den Bau und die Glättung der Außenverkleidung sind zu beachten.

Erfüllt eine Bauhypothese vorstehend aufgeführte Prämissen nur zum Teil oder überhaupt nicht, besitzt sie keine Beweiskraft und sollte in der künftigen ägyptologischen wissenschaftlichen Diskussion nicht weiter in Betracht gezogen werden.

Die bisher bekannt gewordenen Hypothesen für den Bau der Pyramiden im AR können in drei Kategorien eingeteilt werden:

- Bauhypothesen, denen senkrecht auf die Pyramide zulaufende Rampen zugrunde liegen;
- Bauhypothesen, denen entlang der Pyramidenseiten geführte Rampen zugrunde liegen;
- Bauhypothesen für den Einsatz von Hebegeräten bzw. Zugeinrichtungen.

Die wichtigsten Bauhypothesen werden im Folgenden nach dieser Klassifizierung beschrieben, analysiert und bewertet. Bei der Entwicklung der Bauhypothesen in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zeichnet sich die Tendenz ab, den Materialaufwand für Rampen zu minimieren.

Die vorgelegten Bauhypothesen beziehen sich fast ausschließlich auf den Bau der größten Pyramide, der Cheops Pyramide. Die Pyramidenbauwerke des AR zeigen, dass sich während eines Zeitraumes von 470 Jahren (3. bis 6. Dynastie) mit insgesamt etwa 25 großen Pyramiden die Bauverfahren – mit Ausnahme des Wechsels vom Prinzip der Schicht- zur Stufenpyramide unter Snofru – nicht grundsätzlich geändert haben. Offensichtlich hat es im Wesentlichen kontinuierliche Weiterentwicklungen aufgrund von Erfahrungen bei Planung, Konstruktion und Bau gegeben.

7.6 Zusammenfassende Bewertung der Hypothesen zum Pyramidenbau

Die Idee, senkrecht auf die Pyramide zulaufende Baurampen einzusetzen, wurde immer wieder mit unterschiedlichen Argumenten vorgetragen. Bei der Entwicklung der Bauhypothesen der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts zeichnet sich allerdings die Tendenz ab, Bauverfahren vorzuschlagen, die den Materialaufwand für die Rampen minimieren. Vorschläge zum Bau spiralförmig an die Pyramide angelegter Rampen wurden vermehrt zur Diskussion gestellt.

Zusammenfassend kann zum Einsatz von Rampen beim Bau des Pyramidenkörpers festgestellt werden:

Senkrecht auf die Pyramide zulaufende Rampen können als Baumethode ausgeschlossen werden:

Die Rampen müssten ständig erhöht und in ihrer Breite angepasst werden, was zu regelmäßigen Bauunterbrechungen – zumindest aber zu Beeinträchtigungen beim Transport des Materials – führt. Sie müssten von Beginn an entsprechend breit angelegt werden, um jeweils hälftig entsprechend Baufortschritt ohne Unterbrechung der Transportarbeiten erhöht werden zu können. Die Baumasse derartiger Rampen ist sehr groß und kann je nach Ausführung das Volumen der Pyramide selbst erreichen bzw. um das Doppelte übertreffen.¹²²⁹ Es liegen keine archäologischen Nachweise zu Resten derartiger Rampen vor. Größere Schuttalagerungen abgebauter Stein- oder Ziegelrampen sind nicht existent. Freistehende Ziegelrampen oder Pyramiden aus luftgetrockneten Lehm- bzw. Nilschlammziegeln können aus Gründen des Eigengewichtes und der Festigkeit nur bis zu einer Höhe von ca. 120 m gebaut werden.¹²³⁰

Die Verlegung des Verkleidungsmauerwerks und der Außenverkleidung sowie deren Glättung sind ohne ein von außen angeordnetem Baugerüst bzw. Umbauungen aus bau- und sicherheitstechnischen Gründen nicht durchführbar.

Spiralförmig angeordnete Rampen können als Baumethode ebenfalls ausgeschlossen werden:

Der Transport des Baumaterials an den Ecken des Pyramidenstumpfes um 90° – auch wenn dieser abgeschrägt und als waagerechte Plattform ausgeführt wird – erscheint aus Platzgründen nur schwer möglich und würde einen großen Zeitaufwand erfordern. Zur Frage der Kraftumlenkung der Zugkräfte fehlen Aussagen bzw. praktikable Vorschläge. Die Transportkapazität ist im Verhältnis zu den belegten Bauzeiten zu gering.

1229 De Haan, Egyptian Pyramids, p. 6.

1230 Nach Isler I; Petrie, Building, p. 35.

Eine schichtweise Verlegung der Steine im Inneren der Pyramide entspricht nicht den archäologischen Befunden. Die Verlegung der Außenverkleidung und deren Glättung sind ohne außen angeordnete Baugerüste aus bau- und sicherheitstechnischen Gründen ebenfalls nicht durchführbar.

Eine exakte Vermessung während des Baus ist bei außerhalb der Pyramide spiralförmig angeordneter Rampen schwierig, da Außenflächen und Ecken teilweise verdeckt sind. Die Einhaltung eines stets gleichbleibenden Rücksprungs ist sehr erschwert.

Bei verschiedenen Vorschlägen endet die Spiralrampe aus Platzgründen bereits unterhalb der Pyramidenspitze. Der Grund dafür liegt in dem sich immer mehr verringernden Abstand zwischen den Rampenbahnen.

Senkrecht an die Pyramidenaußenflächen angelehnte Treppenkonstruktionen, wie sie u.a. Isler, Graefe und Unterberger vorschlagen, scheinen wegen der außerordentlich großen Steigung für den Transport des Steinmaterials sehr problematisch und nicht praktikabel zu sein.¹²³¹

1231 Diese Auffassung vertritt auch Lehner aufgrund der Ergebnisse des NOVA-Experiments (Lehner, Geheimnis, S. 209).

8.2.2 Anbringen des Verkleidungsmauerwerks, der Arbeitsplattformen und der Äußeren Rampen

Anhang 4

Die bei vielen Pyramiden heute noch feststellbare und sehr genau durchgeführte Vermessung¹²⁵⁴ und Bauausführung der Basisschicht der Außenverkleidung sowie deren Abmessungen zeigen, dass der Bau des Verkleidungsmauerwerks, der äußeren Verkleidungsschicht (Backing Stones) und der Außenverkleidung grundsätzlich von der Basis aus zur Pyramidenspitze hin erfolgte.¹²⁵⁵

Bei einigen Pyramiden, z. B. der Königinnenpyramide des Mykerinos G III c (Abb. 2.2.1) wurde nur das Kernmauerwerk errichtet.¹²⁵⁶ Dies zeigt, dass Kernmauerwerk und Verkleidungsmauerwerk mit äußerer Verkleidung auch getrennte Bauvorgänge sein können. Lauer äußert sich in diesem Sinn aufgrund seiner Untersuchungen und Forschungen an der Djoser Pyramide¹²⁵⁷ (Kapitel 5.1.1.1 „Djoser Pyramide“, S. 187).

Ein genaues Verlegen der Steine des Verkleidungsmauerwerks, der äußeren Verkleidungsschicht, der Außenverkleidung und das anschließende Vermessen erfordern außerhalb der Außenfläche der Pyramide auf allen vier Seiten angeordnete Arbeitsplattformen. Nur auf diese Weise ist auch ein gefahrloses Arbeiten möglich. In Abb.8.2.2.1 sind mögliche Arbeitsplattformen für eine Seite der Mykerinos Pyramide abgebildet. Gestrichelt ist die äußere Kante der Außenverkleidung dargestellt. Die Anordnung der Rampen zum Bau der Arbeitsplattformen entspricht derjenigen beim Bau des Kernmauerwerks. Oberhalb der Stufe 6 des Kernmauerwerks werden die dafür erforderlichen Steine in gleicher Höhe pro Schicht zusammen mit dem Verkleidungsmauerwerk, wie in Abb. 8.1.2 (S. 432) dargestellt, verlegt.

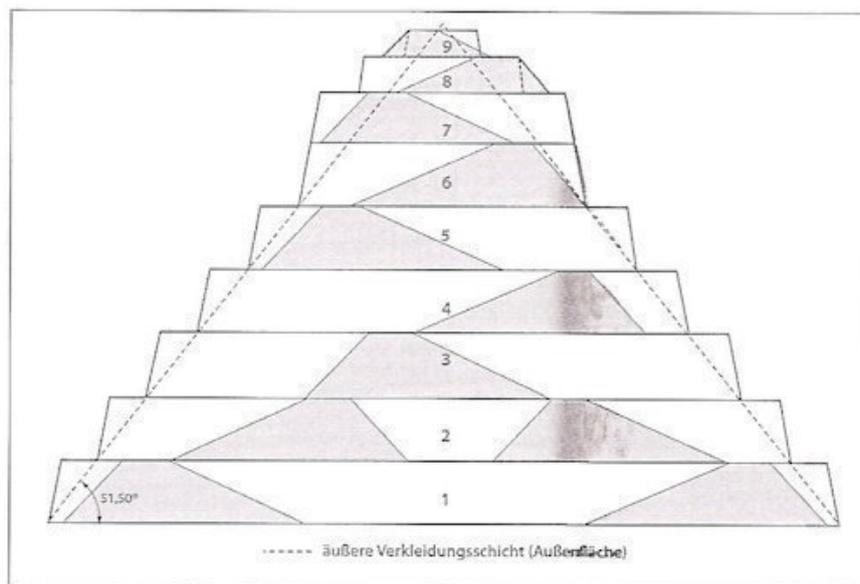


Abb. 8.2.2.1 *Arbeitsplattformen und Rampen an einer Außenseite der Mykerinos Pyramide nach Müller-Römer*

1254 Siehe Kapitel 4.7 „Vermessungstechnik“ (S. 136); die maximale Abweichung der Basislänge der Cheops Pyramide beträgt nach Borchardt und Cole 3,2 cm bei einer Gesamtlänge von 230,34 m.

1255 Stadelmann weist darauf hin (Stadelmann, Pyramiden, S. 226), dass aufgrund seiner Beobachtungen an der Roten Pyramide die äußere Verkleidungsschicht/Außenverkleidung von Anfang an zusammen mit dem Kernstufenmauerwerk verlegt worden ist. Nach der Definition (Kapitel 2.2 „Definition Mauerwerk“, S. 27) handelt es sich dabei nicht um das Kernstufenmauerwerk, sondern um das Verkleidungsmauerwerk bzw. die äußere Verkleidungsschicht.

1256 Jánosi, Königinnen, S. 85.

1257 Lauer, Geheimnis.

Wie aus den Abb. 5.1.3.5.8 bis 5.1.3.5.9 (S. 268) ersichtlich ist, wurden die Steine des Verkleidungsmauerwerks der Mykerinos Pyramide auf den Stufen des Kernmauerwerks waagrecht nach innen verlegt. Sie schließen an die rückwärtigen Versetzungen der Außenmauer des Kernstufenmauerwerks an. Ohne den Bau von äußeren Arbeitsplattformen mit Rampen erscheint dies bautechnisch nicht machbar zu sein. Gleiches gilt für die Verlegung und Bearbeitung der Steine der äußeren Verkleidungsschicht („Backing Stones“) und der Außenverkleidung sowie die Glättung der Außenfläche der Pyramide von oben nach unten.¹²⁵⁸

Im Gegensatz zu den Steinen des Verkleidungsmauerwerks, die meist nur grob behauen sind und ganz unterschiedliche Formate aufweisen (Abb. 5.1.3.5.7 (S. 267) und 5.1.3.5.8, S. S. 267), sind die „Backing Stones“ (äußere Verkleidungsschicht, Abb. 5.1.3.5.9, S. 268) genau bearbeitet. An den Stoßkanten zu den Steinen der Außenverkleidung werden sie auf deren Höhe angepasst.¹²⁵⁹ Aus messtechnischen Gründen müssen die Steine der Außenverkleidung einer Steinlage stets die gleiche Höhe aufweisen. Bei der Chephren Pyramide ist dies auch für die Backing Stones nachgewiesen (Abb. 2.2.3, S. 29).

Begonnen wurde in jeder Steinlage mit dem Setzen und Vermessen der Ecksteine. Sie wurden – wie bei der Chephren Pyramide im oberen Bereich zu sehen ist –¹²⁶⁰ ebenfalls jeweils wechselnd als Läufer und als Binder eingebaut. Dort betragen die Abmessungen ca. 3 E in der Länge,¹²⁶¹ 1 E in der Breite und 1 Elle in der Höhe.¹²⁶² Von den Ecksteinen aus wurde dann jede Steinlage entsprechend der vorausgerechneten Seitenlänge errichtet.

Wie im Kapitel 4.2.1 „Steingewinnung und Steinbearbeitung“ (S. 42) dargelegt, wurden die Seitenflächen der Steine der Außenverkleidung einer Steinlage bereits vor dem Verlegen in der entsprechenden Steinreihe auf einem Bauplatz genau zugeschnitten und für den späteren Einbau gekennzeichnet (Abb. 4.2.1.10, S. 51).¹²⁶³ Dabei sind sie in ihren horizontalen und vertikalen Auflageflächen plan bearbeitet. Die Vorderseiten stehen in Bossen.¹²⁶⁴ An den Stoßflächen zu den Nachbarsteinen wurde nur ein schmaler Streifen in dem festgelegten Rücksprung geglättet, um für die spätere Glättung der Außenfläche eine entsprechende Markierung zu haben.¹²⁶⁵ Auch auf der oberen Auflagefläche ist eine Markierung angebracht, die eine exakte Positionierung des zu verlegenden Steines auf der Markierung der darunterliegenden Steinschicht ermöglicht (Abb. 8.2.2.2) Die Steinblöcke wurden in Versatztechnik verlegt; auf eine Schicht als Läufer verlegter Steine folgte eine als Binder verlegte Lage.¹²⁶⁶ Nur ein maßgenaues Aneinanderpassen der Steine der Außenverkleidung verhindert das Eindringen von Wasser und bietet Flugsand bei Stürmen keinen Ansatzpunkt für Beschädigungen und Abtragungen.¹²⁶⁷

1258 Stadelmann, Große Pyramiden, S. 269 ff.

1259 Unterberger, Tricks, S. 115 oben und S. 117 unteres Bild.

1260 Hawass, Schätze, S. 45.

1261 Arthus-Bertrand, S. 70 unten; Vergleichsmessung mit Angaben Hölscher über Schichtdicke der Steine.

1262 Hölscher, Chephren, S. 62.

1263 Unterberger, Tricks, S. 170 ff.

1264 Unter Bossen werden fast oder gänzlich unbearbeitete Flächen von Steinblöcken verstanden. Arnold, D., Baukunst, S. 43, Goyon, G., Cheopspyramide, S. 137.

1265 Arnold, D., Baukunst, S. 86.

1266 Becker, Chephren 2, S. 34.

1267 Wie stark der Wind (Sandsturm) zu Abtragungen an den Steinen führen kann, zeigen die äußeren Schichten des Verkleidungsmauerwerks der Pyramiden in Gizah.

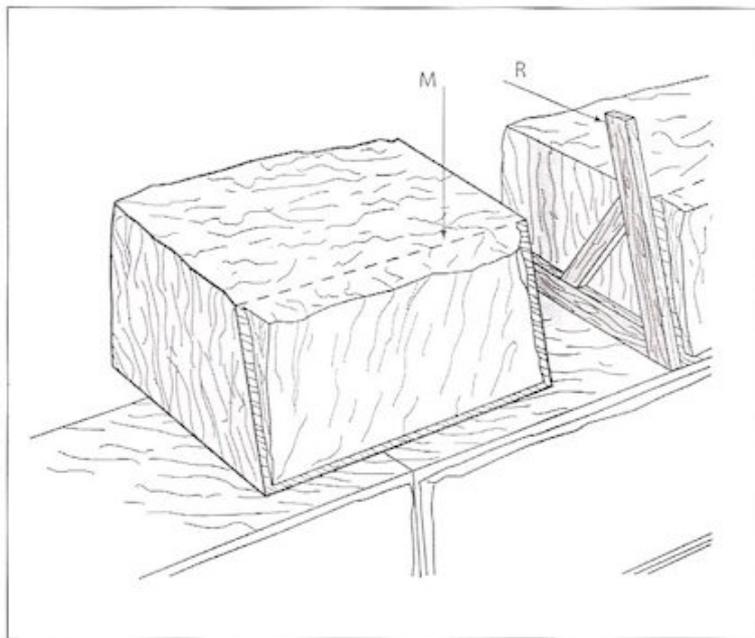


Abb. 8.2.2.2 Kennzeichnung der Außenkante und des Neigungswinkels der Außenverkleidung einer Pyramide

Vielfach wird von Ägyptologen die Auffassung vertreten, dass diese Schnitte (Flächen) zwischen zwei Steinen, da sie nicht genau senkrecht ausgeführt wurden, nur bei der Verlegung vor Ort durchgeführt worden sein können.¹²⁶⁸ Arnold, D., verweist auf Funde, bei denen beim Sägen der Steine einer Schicht die Oberkante der darunterliegenden Steinschicht angesägt wurde.¹²⁶⁹ Dies spricht auch für ein Sägen auf der Baustelle unmittelbar beim Einbau und könnte beim Zuschneiden und Einpassen des letzten Steins in der Mitte einer Lage der Außenverkleidung passiert sein.

Die einzelnen Bauabschnitte der Errichtung der Kernstufen sowie der Arbeitsplattformen und der dazugehörigen Rampen sind in den Abb. 8.2.2.3 bis 8.2.2.5 am Beispiel der Mykerinos Pyramide dargestellt:

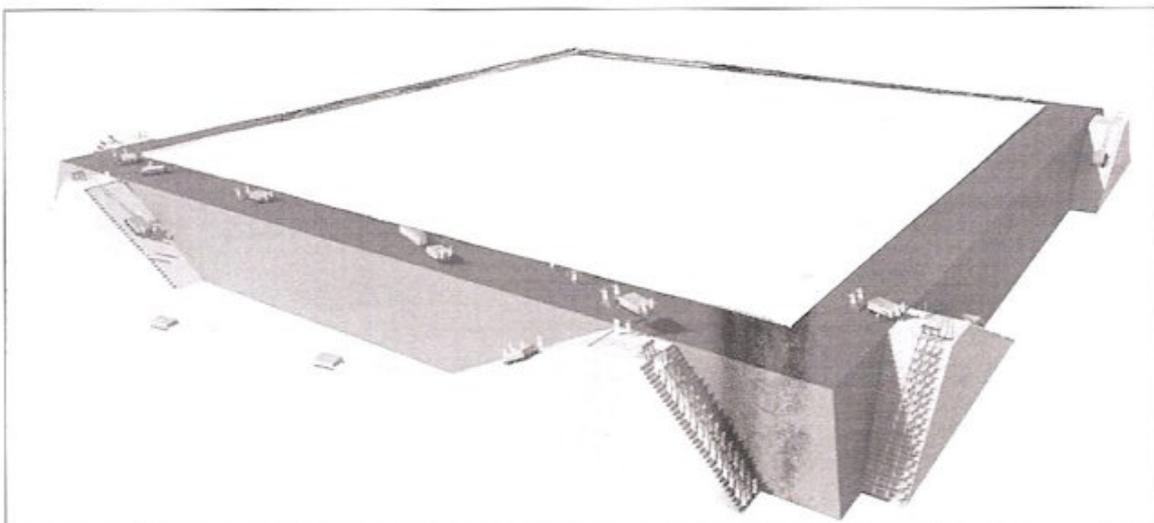


Abb. 8.2.2.3 Fertiggestellte Kernstufe 1 der Pyramide mit Außenverkleidung und Arbeitsplattform 1 mit Rampen

1268 Lehner, Schätze, S. 42, mittlere Spalte.

1269 Arnold, D., Baukunst, S. 86.

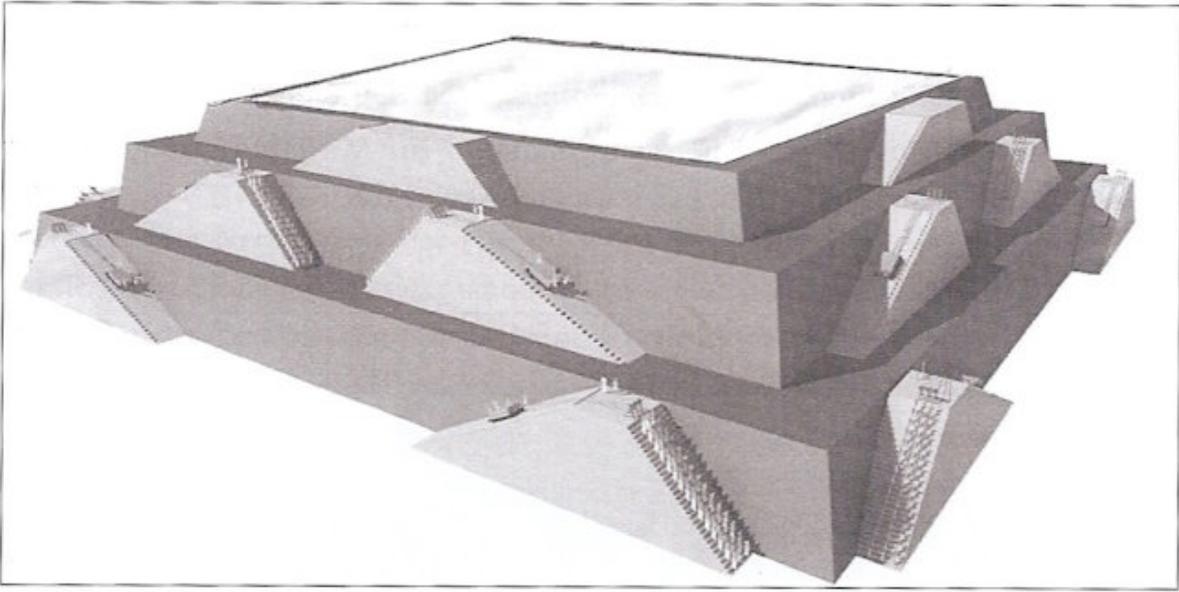


Abb. 8.2.2.4 Fertiggestellte Kernstufen 1 – 3 der Pyramide mit Außenverkleidung und Arbeitsplattformen 1 – 3 mit Rampen

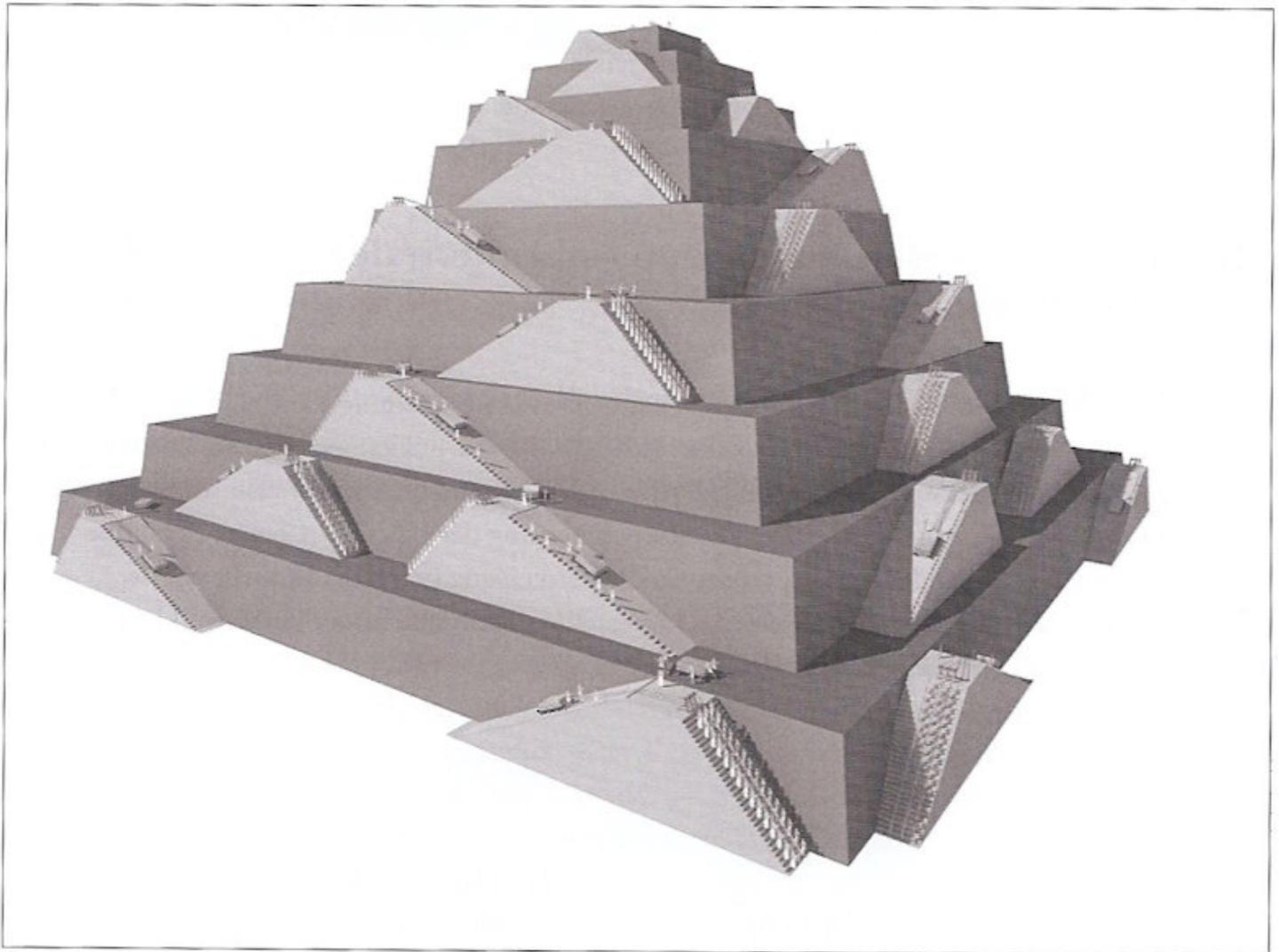


Abb. 8.2.2.5 Fertiggestellte Kernstufen der Pyramide mit Außenverkleidung und den Arbeitsplattformen 1 – 9 mit dazu gehörenden Rampen

Bei teilweise gleichzeitiger Nutzung mehrerer Rampen ergeben sich unter Berücksichtigung des Faktors 2,0 für den Rücktransport des Materials für die Arbeitsplattformen und die Rampen 41.911 Arbeitstakte.¹³²³ Daraus berechnet sich für den Rückbau eine Zeit von 2,8 Jahren.

Anhang 5

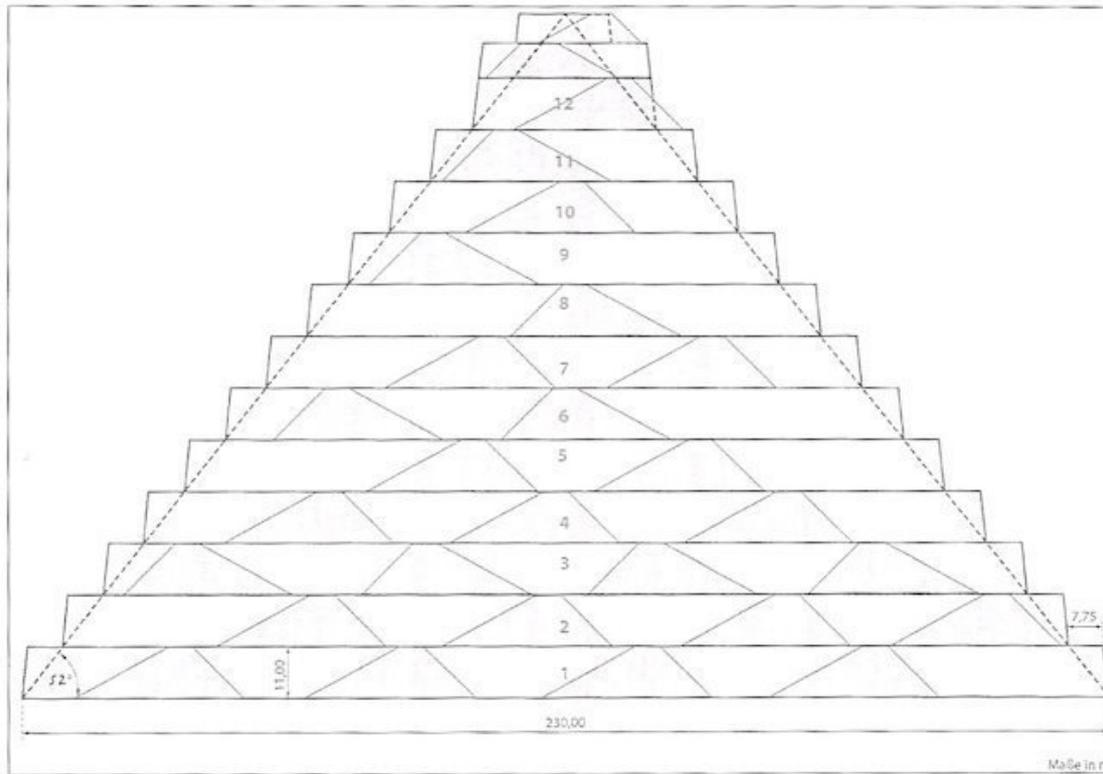


Abb. 8.3.2.2 Arbeitsplattformen mit Rampen auf einer Seite bei der Cheops Pyramide.

Das nach Fertigstellung der Pyramide zu entsorgendes Material, welches zum Teil aus Nilschlammziegeln bestand, hat mit ca. 565.000 m^3 ¹³²⁴ etwa **21,9 % des Volumens der Cheopspyramide**. Das Ziegelmaterial (Nilschlamm) konnte in der Landwirtschaft als Düngemittel wieder verwendet werden; der übrige Bauschutt wurde – wie bereits bei der Pyramide des Mykerinos erwähnt – an den nordöstlichen Abhängen des Wüstenplateaus bzw. im südlichen Umfeld der Pyramiden auf dem Gisa-Plateau gelagert und konnte auch zum Bau der Mauer des Pyramidenbezirks verwendet werden.

Der notwendige Zeitaufwand für die Glättung der Außenverkleidung kann wiederum unter vergleichbaren Annahmen wie bei der Mykerinos Pyramide und der Roten Pyramide berechnet werden: Pro Arbeitstag kann von einem Arbeiterteam eine Fläche der in Bosse stehenden Steine der Außenverkleidung (Kalkstein) von 1 m mal 1 m geglättet werden. Durch Einsatz vieler Arbeitsteams kann diese Leistung sowohl im unteren Teil der Pyramide als auch auf allen vier Seiten der Pyramide gleichzeitig erbracht werden. Entsprechend Abb. 8.3.2.1 wird von 12 Stufen mit einer Höhe von je 11 m ausgegangen.

1323 Das Volumen des zu entsorgenden Materials beträgt 402.338 m^3 bzw. 335.282 Transportladungen. Pro Pyramiden-seite sind dies 83.821 Transportladungen. Daraus errechnen sich mit dem Faktor 2,0 insgesamt 41.911 Arbeitstakte.

1324 163.116 m^3 Volumen der Rampen zum Bau des Kernmauerwerks und 402.338 m^3 zu entsorgendes Material für den Rückbau der Arbeitsplattformen und Rampen.

Tabelle 8.3.2.5 Ermittlung des Zeitaufwands für die Glättung

Stufe	Fläche	Umfang	Arbeitstage	Anzahl der Teams	Dauer (Tage)
1	9.748 m ²	882 m	9.748	440	22
2	9.004 m ²	819 m	9.004	408	22
3	8.260 m ²	751 m	8.260	374	22
4	7.478 m ²	680 m	7.478	340	22
5	6.734 m ²	612 m	6.734	306	22
6	5.990 m ²	544 m	5.990	272	22
7	5.209 m ²	474 m	5.209	236	22
8	4.465 m ²	406 m	4.465	202	22
9	3.721 m ²	338 m	3.721	168	22
10	2.939 m ²	267 m	2.939	132	22
11	2.158 m ²	196 m	2.158	98	22
12	1.451 m ²	132 m	1.451	66	22
Spitze	670 m ²	61 m	670	30	22
Gesamtdauer der Glättung (Tage)					286

Bei der Höhe der Pyramide von 146 m ergeben sich somit für die Glättung insgesamt ca. 286 Tage bzw. ca. 1 Jahr. Dieser Zeitraum liegt wiederum unter dem, der sich für den Rückbau der Arbeitsplattform ergibt. Wegen der Koordinierungen zwischen Rückbau und Glättung wird wiederum ein zusätzlicher Zeitraum hinzugerechnet werden müssen. Dieser wird mit 1 Jahr angesetzt und muss ebenfalls nicht berücksichtigt werden.

Die Bauzeit der Cheops Pyramide (ohne vorbereitende Maßnahmen) errechnet sich bei Berücksichtigung des Volumens des Felskerns somit wie folgt:

Bau des Kernstufenmauerwerks	12,8 Jahre
Bau den Verkleidungsmauerwerks	6,9 Jahre
Rückbau der Arbeitsplattformen	2,8 Jahre
(Glättung	1 Jahr)
(Glättung zusätzlich	1 Jahr) ¹³²⁵

Somit ergibt sich eine reine Bauzeit von insgesamt ca. 22,5 Jahren.¹³²⁶

Einschließlich Vorbereitungsarbeiten von ca. 2 Jahren Dauer errechnet sich eine Gesamtbauzeit von 24,5 Jahren. Dieses Ergebnis deckt sich in etwa mit der Dauer der Herrschaft des Cheops.

Bei dem Transport von ca. 1,67 Mio. Steinblöcken für das Kernstufenmauerwerk (unter Berücksichtigung des Felskerns) während 300 Arbeitstagen über 12,8 Jahre hinweg ergibt sich eine durchschnittliche tägliche Transportleistung von 435 Steinblöcken (522 m³).¹³²⁷

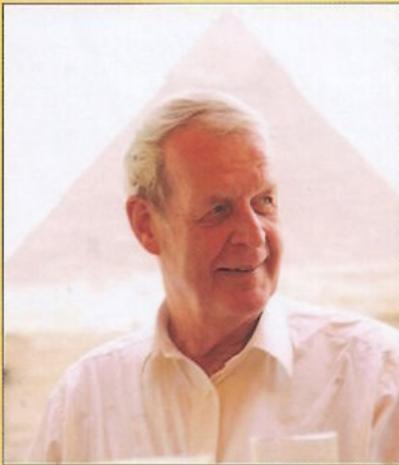
1325 Wegen des größeren Zeitraums für den Rückbau der Arbeitsplattformen und der Rampen muss die geringere Zeit für die Glättung bei der Ermittlung der Gesamtbauzeit nicht berücksichtigt werden.

1326 de Haan, Construction, berechnet aufgrund des vom Autor 2008 vorgeschlagenen Bauverfahrens (Müller-Römer, Pyramiden) unter Einbeziehung des Prinzips der Seilwinde (Spill) eine Bauzeit von 28 Jahren ohne Glättung. Dabei wurden vom Autor dem Transportverfahren mit der Seilwinde 10 min für den Schleppevorgang anstelle von 7 min bei Einsatz der Umlenkrolle zugrunde gelegt.

1327 Verner geht von einer täglichen Transportleistung von 300 bis 600 Steinblöcken aus (Verner, Pyramiden, S. 89).

Seit Jahrhunderten beschäftigt die Frage, wie die Pyramiden im Alten Ägypten gebaut wurden, Ägyptologen, Ingenieure und interessierte Laien. Der Ingenieur und Ägyptologe Frank Müller-Römer erläutert in der zweiten, aktualisierten und wesentlich erweiterten Auflage seines Buchs „Bau der Pyramiden im Alten Ägypten“ den derzeitigen Wissensstand. Ausgehend von den in den vergangenen Jahren international durchgeführten Forschungen und von einschlägigen Veröffentlichungen werden Werkzeuge und Bauverfahren sowie die Bauweise der Pyramiden des Alten und Mittleren Reiches umfassend dargestellt. Über 460 Abbildungen und 35 Tabellen unterstützen die Erläuterungen. Das Buch ist ein aktuelles Standardwerk zum Pyramidenbau im Alten Ägypten.

Im Jahr 2011 veröffentlichte Frank Müller-Römer eine neue Hypothese zum Pyramidenbau. Kernpunkte sind einmal eine zeitgleiche Bauweise auf allen vier Seiten der Pyramiden mittels tangential angeordneter Rampen, um die Bauzeit zu minimieren, und zweitens eine Umbauung der Außenseiten, womit das gefahrlose Glätten der Außenfläche von oben nach unten sowie das Aufsetzen des Pyramidions ermöglicht werden. Diesem Vorschlag liegen Bauverfahren zugrunde, die archäologisch belegt sind. Nachdem in der Fachwelt bis heute keine grundlegenden Bedenken dagegen vorgebracht bzw. veröffentlicht wurden, kann der Bauvorschlag von Frank Müller-Römer als eine neue Theorie zum Bau der Pyramiden im Alten Ägypten bezeichnet werden.



Prof. Dr.-Ing. Dr. phil. Frank Müller-Römer, Jahrgang 1936, legte 1954 am humanistischen Gymnasium Kreuzschule in Dresden sein Abitur ab und studierte anschließend an der Technischen Hochschule Stuttgart Nachrichtentechnik. 1962 schloss er sein Studium als Diplom-Ingenieur (Dipl.-Ing.) ab. Seine berufliche Laufbahn begann bei der Siemens AG in Stuttgart als Vertriebsingenieur und führte über die Leitung des Ingenieurbüros in Reutlingen zum Vertriebsabteilungsleiter der Zweigniederlassung München der Siemens AG. Von 1975 bis Ende 1994 war Frank Müller-Römer 20 Jahre lang als Technischer Direktor und Mitglied der Geschäftsleitung des Bayerischen Rundfunks tätig. 1995 übernahm er eine Honorarprofessur mit fester Lehrverpflichtung

an der Hochschule Mittweida – University of Applied Sciences in der Fakultät Medien (Bereich Medientechnik), die er bis 2002 innehatte. Seit 1997 studierte er darüber hinaus an der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU) Ägyptologie, Koptologie und vorderasiatische Archäologie. Anfang 2008 schloss Frank Müller-Römer sein zweites Studium mit einer Promotion zur Bautechnik der Pyramiden im Alten Ägypten ab.

