

También deben excluirse como método de construcción las rampas en espiral:

- Transportar el material de construcción a 90° en las esquinas de la pirámide, incluso si están inclinadas, parece difícil y requeriría mucho tiempo. No existen afirmaciones ni sugerencias prácticas sobre la cuestión de la redirección de las fuerzas de tracción.
- La colocación de piedras en capas en el núcleo de mampostería de la pirámide no se corresponde con los hallazgos arqueológicos.
- La capacidad de transporte es demasiado baja en relación con los tiempos de construcción ocupados.
- Por motivos constructivos y de seguridad tampoco es posible colocar la capa de revestimiento exterior y alisarla sin andamios exteriores con rampas integrales.
- La medición exacta durante la construcción es difícil para las rampas dispuestas en forma de espiral fuera de la pirámide, ya que las superficies exteriores y las esquinas están parcialmente ocultas.

Todas las hipótesis publicadas anteriormente sobre la construcción de pirámides, que se basan en las rampas mencionadas anteriormente, parten del supuesto de que las piedras fueron levantadas en trineos utilizando yuntas de bueyes o fuerza humana. Surge una contradicción: el suelo de las rampas tenía que ser lo más manejable posible para los remolques y los trabajadores, para evitar resbalones al tirar de la carga. Por el contrario, es más fácil tirar de los carros de transporte cuanto menor sea el factor de fricción de deslizamiento de la rampa, es decir, cuanto más lisa sea su superficie. Una solución podría ser vías separadas para el transporte del trineo y para el personal de remolque (escaleras laterales).

Artículo original:

Pyramidenbau mit Rampen und Seilwinden – ein Beitrag zur Bautechnik im Alten Reich

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Philosophie an der Ludwig-Maximilians-Universität
München

vorgelegt von

Professor Dr.-Ing. Frank Müller-Römer

Oktober 2007

- Die Baumasse der Rampen wäre sehr groß und kann je nach Ausführung das Volumen der Pyramide selbst erreichen bzw. übertreffen.
- Es liegen keine archäologischen Nachweise zu Rampenresten und größeren Schuttablagerungen abgebauter Rampen vor.
- Freistehende Ziegelrampen aus luftgetrockneten Lehm- bzw. Nilschlammziegeln würden aus Gründen des Eigengewichtes nur bis zu einer Höhe von ca. 120 m (380 feet) gebaut werden können.⁷¹⁰
- Eine schichtweise Verlegung der Steine im Kernmauerwerk der Pyramide, wie sie bei dieser Art der Rampen erfolgen muss, entspricht nicht den archäologischen Befunden.
- Die Verlegung des Verkleidungsmauerwerks und der Außenverkleidung sowie deren Glättung sind ohne außen angeordnetes Baugerüst bzw. Umbauungen aus bau- und sicherheitstechnischen Gründen nicht durchführbar.

Spiralförmig angeordnete Rampen müssen als Baumethode ebenfalls ausgeschlossen werden:

- **Der Transport des Baumaterials um 90° an den Ecken der Pyramide** – auch wenn diese abgeschrägt ausgeführt werden – erscheint nur schwer möglich und würde einen großen Zeitaufwand erfordern. Zur Frage der Kraftumlenkung der Zugkräfte fehlen Aussagen bzw. praktikable Vorschläge.
- Eine schichtweise Verlegung der Steine im Kernmauerwerk der Pyramide entspricht nicht den archäologischen Befunden.
- **Die Transportkapazität ist im Verhältnis zu den belegten Bauzeiten zu gering.**
- Die Verlegung der äußeren Verkleidungsschicht und deren Glättung ohne außen angeordnete Baugerüste sind bei Integralrampen 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 des stets gleich bleibenden Rücksprungs ist sehr erschwert.

Alle bisher veröffentlichten Hypothesen für den Pyramidenbau, denen die vorstehend genannten Rampen zugrunde liegen, gehen davon aus, dass die Steine mittels Ochsespannen oder Menschenkraft auf Schlitten nach oben gezogen wurden. Dabei tritt ein Widerspruch insofern auf, als für die Zuggespanne und die Arbeiter der Boden der Rampen möglichst griffig sein musste, damit ein Rutschen beim Ziehen der Lasten vermieden werden konnte. Transportschlitten hingegen sind umso leichter zu ziehen, je geringer der Gleitreibungsfaktor der Rampe, d.h. je glatter deren Oberfläche ist. Eine Lösung könnten getrennte Bahnen für den Schlittentransport und für die Zugmannschaften (seitlich angeordnete Treppen) sein.

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

Aus den geschilderten sicherheits- und bautechnischen Fragen heraus und wegen der unvollständigen Darstellungen bzw. des Fehlens der Berechnung der Bauzeiten der betrachteten Pyramiden kann nur der Schluss gezogen werden, dass es eine Bauweise für die Pyramiden gegeben haben muss, die ohne eine von außen senkrecht auf den Baukörper zulaufende bzw. diesen spiralförmig umfassende Rampe mit einem entsprechend großen Materialaufwand bzw. ohne eine Treppenkonstruktion auskommt.

⁷¹⁰ Nach Isler I: Petrie, The Building of Pyramid, in: Ancient Egypt, 1930, part II, S.35.