

Spiral ramps must also be excluded as a construction method:

- **Transporting the building material through 90° at the corners** of the pyramid - even if they are slanted - seems difficult and would require a lot of time. There are no statements or practical suggestions regarding the question of force redirection of the tensile forces.
- Laying the stones in layers in the core masonry of the pyramid does not correspond to the archaeological findings.
- **The transport capacity is too low** in relation to the construction times occupied.
- Laying the outer cladding layer and smoothing it without external scaffolding is also not possible with integral ramps for construction and safety reasons.
- **Exact measurement during construction is difficult** for ramps arranged in a spiral shape outside the pyramid, as the outer surfaces and corners are partially hidden.

All previously published hypotheses for pyramid construction, which are based on the ramps mentioned above, assume that the stones were pulled up on sledges using ox teams or human power. A contradiction arises in that the floor of the ramps had to be as easy to grip as possible for the tractor trailers and the workers so that slipping when pulling the loads could be avoided. Transport carriages, on the other hand, are easier to pull the lower the sliding friction factor of the ramp, i.e. the smoother its surface is. A solution could be separate tracks for the sleigh transport and for the towing crews (staircases on the sides).

Original article:

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.