

Frank Müller-Römer

Transporttechniken im Alten Ägypten

Erschienen 2022 auf Propylaeum-DOK

DOI: 10.11588/propylaeumdok.00005291

URL: <https://archiv.ub.uni-heidelberg.de/propylaeumdok/volltexte/2022/5291>

Transporttechniken im Alten Ägypten

Seniorenstudium der LMU München WS 2021/22

Vortragszyklus Spektrum der Wissenschaften

Vorbemerkung

Der Transport großer Säulen, Architrave und Steine für den Bau großer Tempelanlagen sowie für die Errichtung der Pyramiden erforderte bereits im Alten Reich (ca. 2700 bis 2200 v.Chr.) ausgereifte technische Lösungen. Dies gilt gleichermaßen für den Transport über Land und zu Wasser.

Einige Beispiele zeigen Größe und Gewicht damaliger Bauteile der Pyramiden des Cheops, des Chephren (Abb.1) und des Mykerinos (Abb.2):

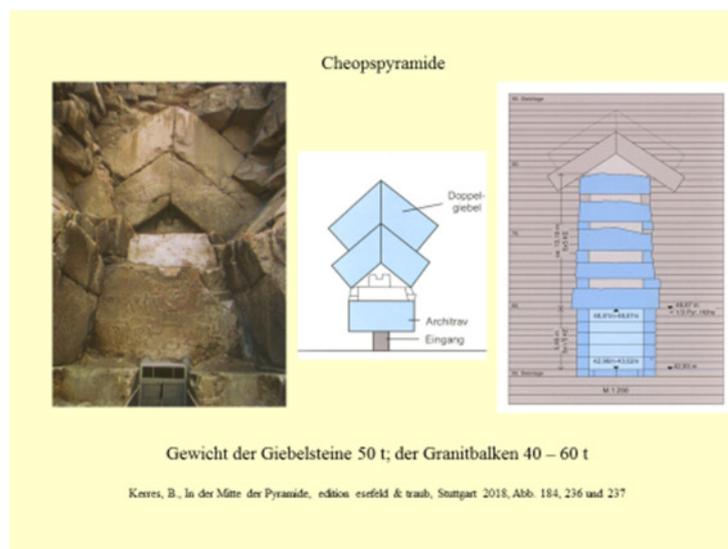


Abb.1

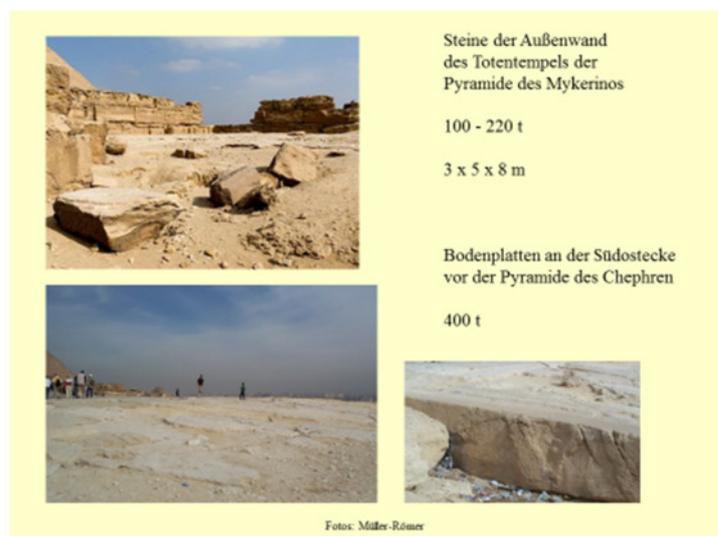


Abb.2

Die wesentlichen Transportverfahren wurden bereits im Alten Reich entwickelt. Der ständige Erfahrungszuwachs beim Transport schwerer Lasten ermöglichte dann im Neuen Reich (1550 – 1070 v.Chr.) den Transport und die Aufstellung auch sehr großer Skulpturen. Als Beispiele dafür seien die beiden Memnonskolosse und die Kolossalstatuen im noch im Alten Reich zerstörten Tempelbereich Amenophis III. in Theben West gezeigt (Abb.3).

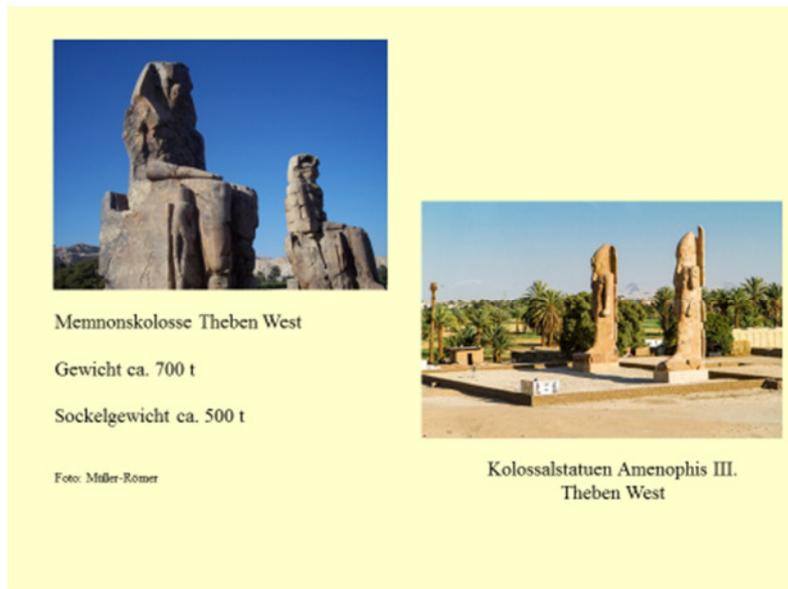


Abb.3

In Folgenden wird der Transport schwerer Steine, Bauteile und Skulpturen von den Steinbrüchen zum Nil, auf dem und dann zur Baustelle aufgezeigt und erläutert.



Abb.4

Der Transport von Handelswaren, Güter des täglichen Bedarfs sowie religiöser Gegenstände mit Schiffen, Wagen und Schlitten ist nicht Inhalt dieses Beitrags.

Der Nil – Lebensader im Alten Ägypten

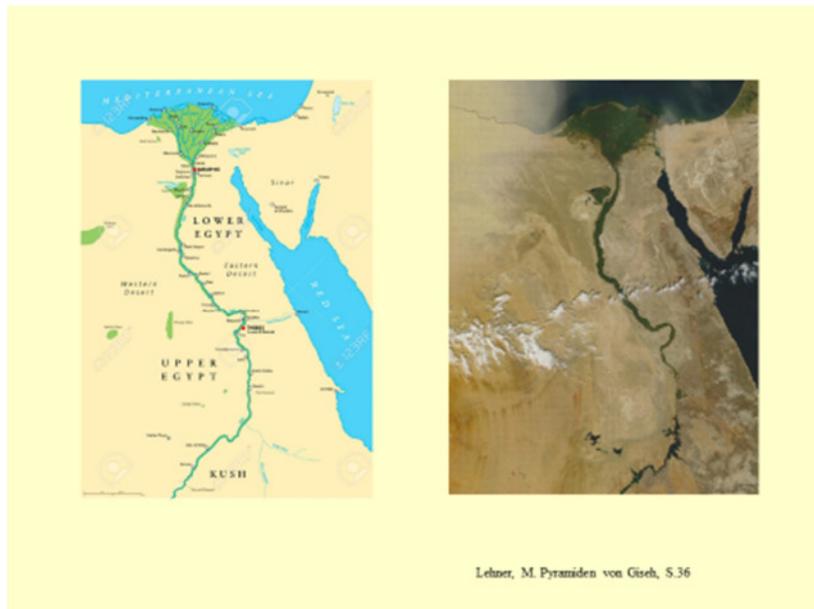


Abb.5

Der Nil bildet mit seinem ca. 800 km langen Verlauf zwischen Assuan, der Grenze des Ägyptens zu Nubien, und dem Mittelmeer damals wie heute die Lebensader Ägyptens. Er war die Hauptverkehrsachse für den Transport der meisten Güter und Waren – ebenso wie für den Personentransport und die Übermittlung von Nachrichten und Informationen. Ohne ihn hätte es das Reich der Pharaonen und die Kultur des Alten Ägypten nicht gegeben.

Von Süden nach Norden verlief der Nil zwischen dem Westgebirge (Sahara) und dem Ostgebirge. Die Breite des Flusstals beträgt nördlich von Assuan bis Edfu stellenweise nur wenige hundert Meter. Die landwirtschaftlich nutzbare Fläche im Niltal war gering. Größere Flächen standen im Fayoum und im Delta zur Verfügung.

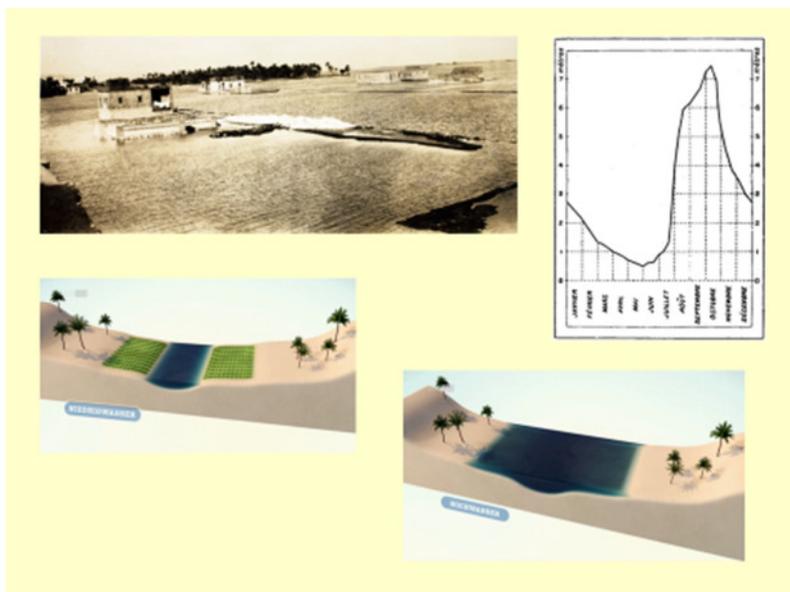


Abb.6

Die jährlich vor dem Bau der Staudämme bei Assuan zwischen August und November eintretende Nilflut überschwemmte das Fruchtländ. Der Nilschlamm bildete einen

hervorragenden Dünger. Das Hochwasser wusch das aus den Böden aufsteigende Salz aus. Der Pegel des Hochwassers schwankte zwischen 3 m an den engen Stellen bei Assuan und 60 km nördlich davon bei Gelbel el-Silsila (Abb.7).



Abb.7

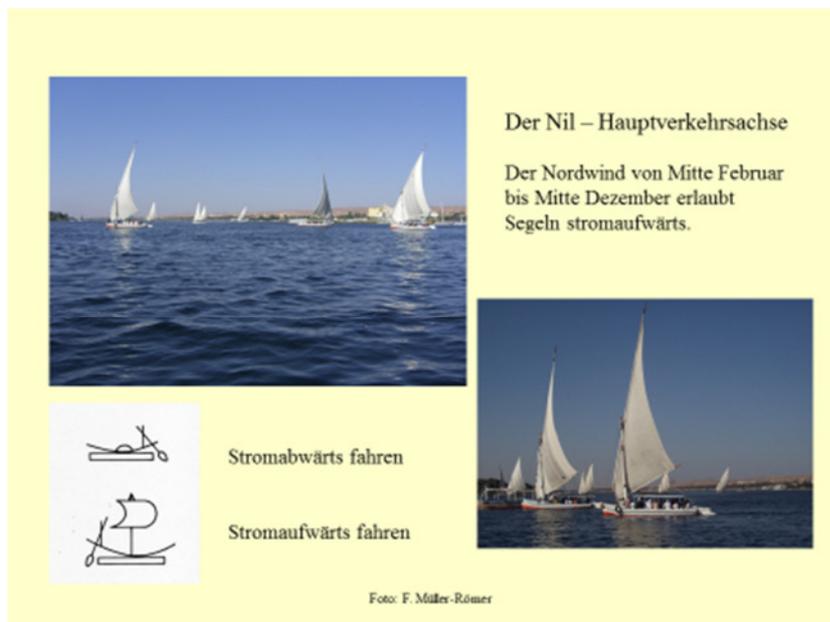


Abb.8

Bootsfahrten flussabwärts und flussaufwärts erforderten ganz unterschiedliche Techniken. Die Ägypter verwendeten für die beiden Richtungen auf dem Nil zwei verschiedene Hieroglyphen (Abb.8).

Der Nordwind erlaubte das Segeln stromaufwärts während der Monate Februar bis Dezember.

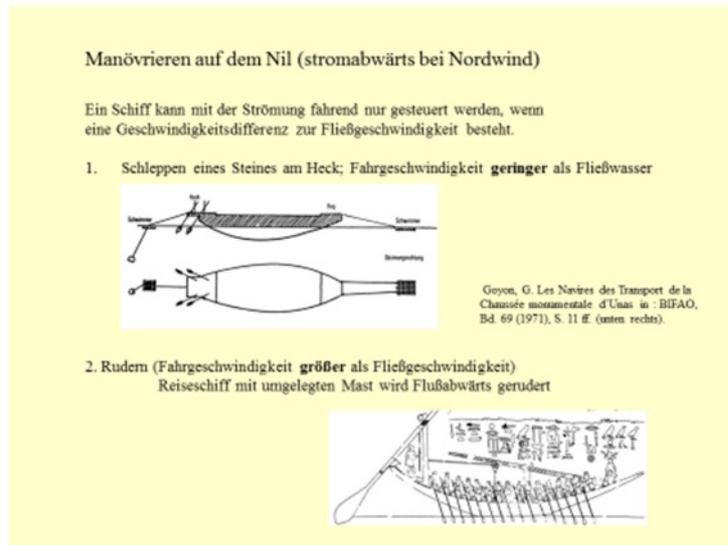


Abb.9

Schwieriger war in diesen Monaten das Fahren der Boote flussabwärts gegen den Wind. Zum Manövrieren der Schiffe in der Strömung flussabwärts ist immer eine Geschwindigkeitsdifferenz zwischen Schiff und Strömung erforderlich. Zwei Möglichkeiten wurden genutzt (Abb.9):

- Schleppen eines Steines am Heck, um die Geschwindigkeit gegenüber der Strömung zu verringern.
- Einsatz von Rudermanschaften, um die Geschwindigkeit gegenüber der Fließgeschwindigkeit zu erhöhen.



Abb.10

Die stellenweise geringe Tiefe des Nil und die immer wieder an anderen Stellen sich bildenden Sandbänke führten zu einer Schiffsbauweise mit flachen Böden. Es gab keinen Kiel. Dessen Funktion – die Abdrift zu verringern – übernahmen zwei an jeder Seite des Schiffes am Heck angeordnete großflächige Steuerruder. Diese waren – wie in Abb. 10 dargestellt – am Bootskörper beweglich angebracht und konnten bei flachem Wasser entsprechend angehoben werden. Zugleich war damit eine Richtungsänderung möglich. Diese Technik wurde bis in die Gegenwart verwendet.

Vom Steinbruch zum Hafen

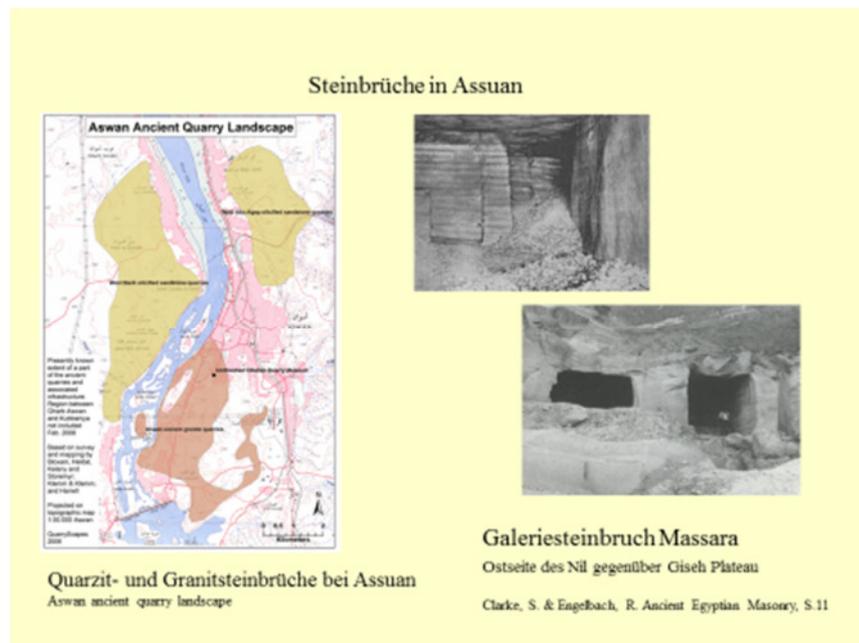


Abb.11

Das Beladen der Schiffe mit den in den Steinbrüchen herausgebrochenem Material geschah in Hafenanlagen in unmittelbarer Umgebung der Steinbrüche. Im Alten Reich wurden die in den Granit- und Quarzitsteinbrüchen bei Assuan abgebauten Steine zu nahe gelegenen Häfen bzw. Verladestationen transportiert. In Abb.11 sind die Granitsteinbrüche bei Assuan (ockerfarben) und die Quarzit Steinbrüche auf beiden Seiten des Nil (grün) dargestellt.

Ebenso wurden Verladestationen und Häfen am Rand der Sandsteinbrüche bei Gelbel el-Silsila und der Kalksteinbrüche in Massara gegenüber Giseh genutzt.

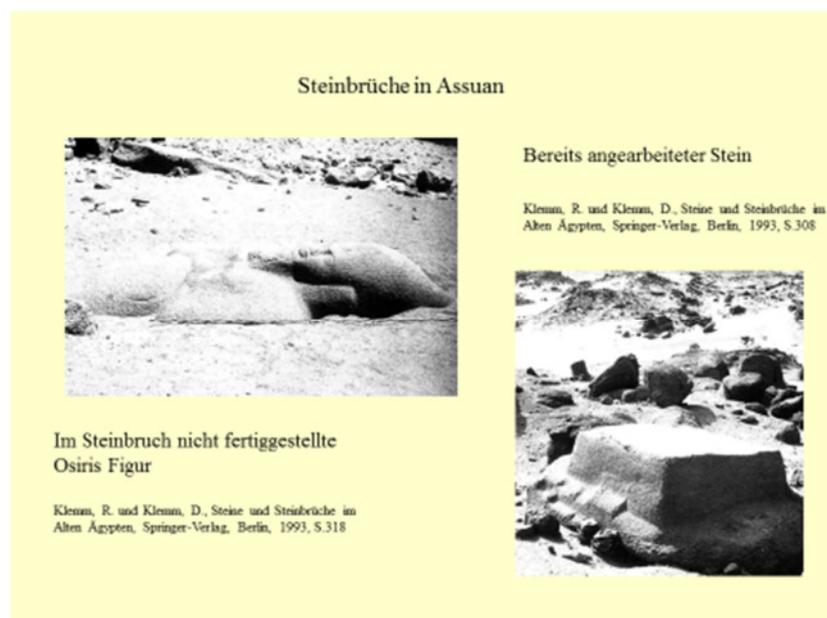
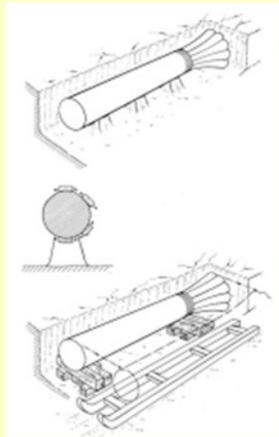


Abb.12

Bauteile sowie Statuen wurden meist bereits als Rohlinge in den Steinbrüchen hergestellt. Auf diese Weise konnten das Transportgewicht und das Risiko späterer Schäden bei der Bearbeitung an der Baustelle verringert werden:

Herstellung und Transport von Säulen



Herstellung und Transport einer Palmsäule des Totentempels des Unas (5. Dynastie, 2321 – 2306 v.Chr.) auf einem Schlitten

Ister, M., The Technique of Monolithic Carving, in: MDAIK 48 (1992), S. 54.



Abgebrochener Steg nach Herausbrechen der Fertig bearbeiteten Säule

Abb.13

Aufgrund der genauen Vermessung von in situ gefundener Säulen des Totentempels des Unas (5. Dynastie, 2321 – 2306 v.Chr.) konnte deren Herstellung im Steinbruch rekonstruiert werden. Die Säulen wurden dort weitgehend fertiggestellt und dann nach Abbrechen des schmalen Stegs auf der Unterseite auf einen Transportschlitten verladen (Abb.13).

Transportschlitten

Die Druckfestigkeit von Laubholz (quer zur Holzfaserrichtung) beträgt 8 N/mm^2 bzw. $0,8 \text{ kp/mm}^2$ bzw. 80 kp/cm^2 .

Die Tragkraft eines Schlittens mit 2 Kufen mit je 100 cm^2 Querschnitt und $1,60 \text{ m}$ Länge beträgt unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors somit ca. $10 - 15 \text{ t}$.

Werte aus http://www.ciando.com/img/books/extract/3410219099_lp.pdf



Schlittenfund in Pyramidenkomplex Sesotris I. Lischt (Mittleres Reich), Länge $1,73 \text{ m}$

Bild: Arnold, D. Building in Egypt, Oxford University Press, 1991, S.276.

Abb.14

Die Analyse eines in Lischt gefundenen Transportschlittens aus der Zeit des Mittleren Reichs (1980 – 1760 v.Chr.) lässt folgende Betrachtung zu: Die Druckfestigkeit von Laubholz (quer zur Holzfaserrichtung) beträgt 8 N/mm^2 bzw. $0,8 \text{ kp/mm}^2$ bzw. 80 kp/cm^2 . Die Tragkraft des Schlittens mit 2 Kufen mit je 100 cm^2 Querschnitt und 160 cm Kufenlänge (Schlittenlänge ohne gebogene Kufe) beträgt dann unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors ein Gewicht von ca. $10 - 15 \text{ t}$.

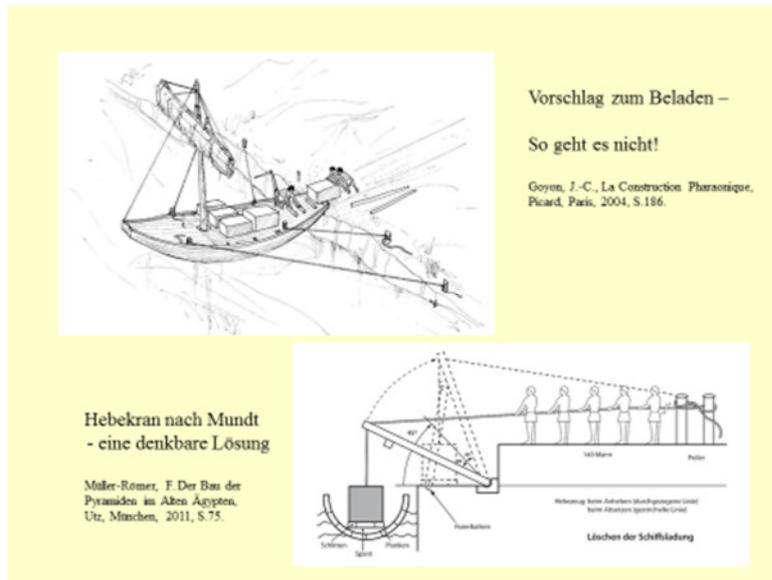


Abb.15

Für das Beladen von Schiffen mit Steinquadern gibt es in der Literatur vielfältige Vorschläge. Zwei davon seien hier gezeigt. Der Vorschlag von J.-C. Goyon erscheint nicht der Realität zu entsprechen. Steine mit einem Gewicht von einigen Tonnen können in der gezeigten Art und Weise wohl kaum gefahrlos auf Schiffe verladen werden (Abb.15). Dagegen wäre das Verladen auch größerer Steine auf ein Schiff mittels eines Hebebaums sehr gut möglich gewesen.

Im Neuen Reich gewannen insbesondere Steinbrüche für Quarzit und Sandstein an Bedeutung. Für den Bau der Tempelanlagen in Karnak, Luxor und Theben West wurde fast ausschließlich Sandstein aus den Steinbrüchen von Gelber el-Silsila verwendet.

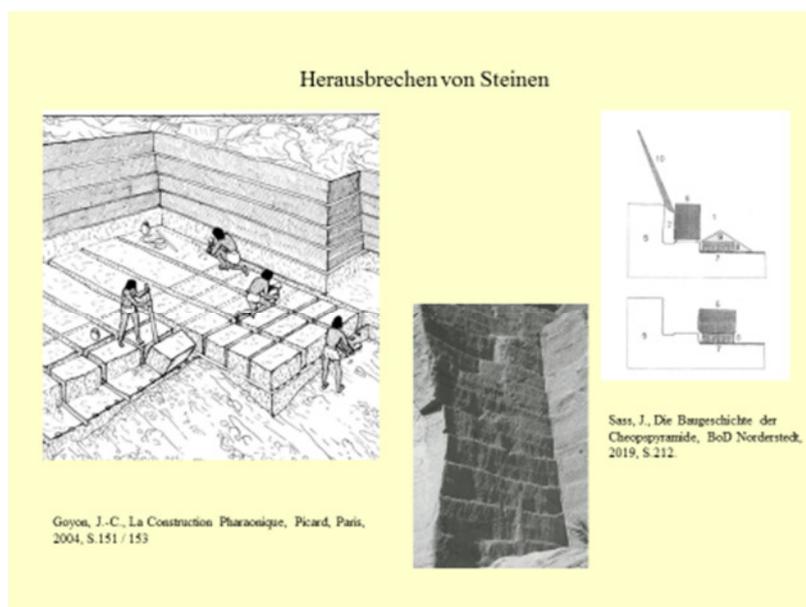


Abb.16

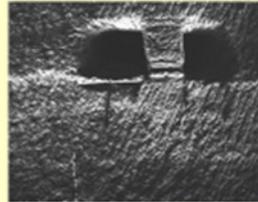
Die Steine wurden im Steinbruch aus den einzelnen Schichten herausgebrochen. Die Spuren an den Wänden des Steinbruchs zeigen dieses deutlich (Abb.16). Beim Abbau wurden die Steine in den Sand des Abraums gehebelt und auf einen Transportschlitten verladen.

Hafenbecken Gelbel el Silsila Ost



In die Felswand geschlagene Befestigungsösen für Taue zum Festmachen der Boote

urzen



Klemm, R. und Klemm, D., Steine und Steinbrüche im Alten Ägypten, Springer-Verlag, S.249.

Abb.17

In Gelbel el-Silsila ist zumindest ein Hafenbecken archäologisch nachweisbar, in welches bei Hochwasser Schiffe einfahren und an den Wänden festmachen konnten. Die Befestigungsösen für die Taue zum Festmachen an den Felswänden sind noch deutlich zu erkennen. Im Hafen selbst sind Plattformen verschiedener Höhe für verschiedene Wasserstände vorhanden.

Hafenanlage von Gelbel el-Silsila nach Goyon



Vorschlag: Goyon, J.-C., La Construction Pharaonique, Picard Paris, 2004, S.181.

Abb.18

Der Ägyptologe J. C. Goyon schlägt vor, die abgebauten Steine zum Schiff zu transportieren und dann wie in Abb.18 gezeigt, zu verladen. Dieser Vorschlag entspricht so nicht den archäologischen Befunden. Die Steine wurden wahrscheinlich nicht im Hafenbecken über Land zu einem Schiff gezogen. Die Hafenbecken standen vielmehr bei der Nilflut, die an dieser Stelle Höhen bis zu 7 m über normal erreichte, unter Wasser und Schiffe liefen in die Hafenbecken ein. Die Steine wurden bei Niedrigwasser auf die Plattformen gezogen und dann verladen (siehe Abb.31).

Der Granitsteinbruch von Assuan (Abb.19) liegt Luftlinie gemessen etwa 1 km vom Nil entfernt. Hier stellt sich insbesondere die Frage, wie der Transport von Steinbruch zum Nil erfolgt sein konnte.

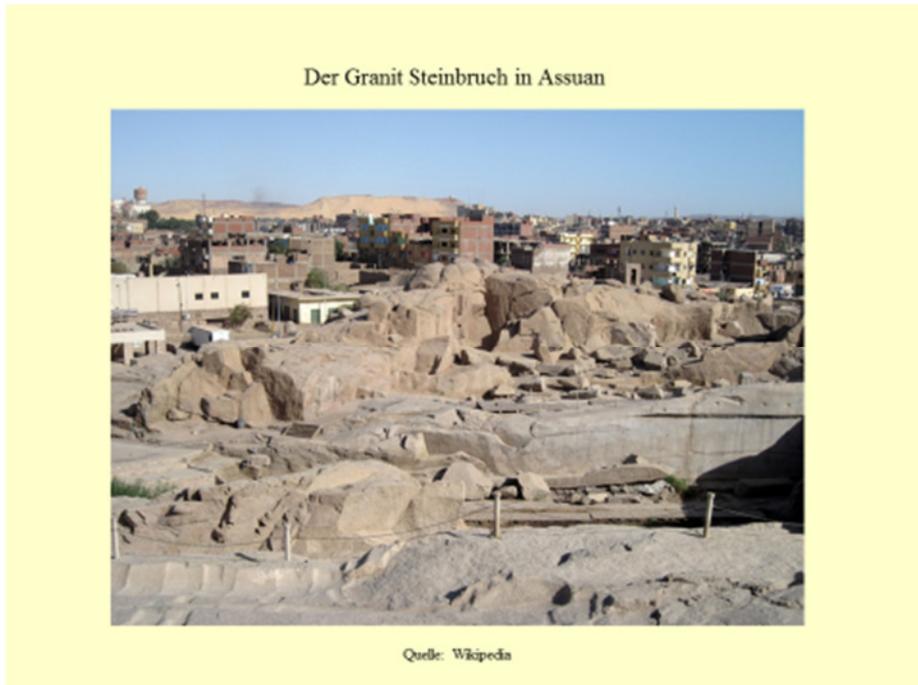


Abb.19

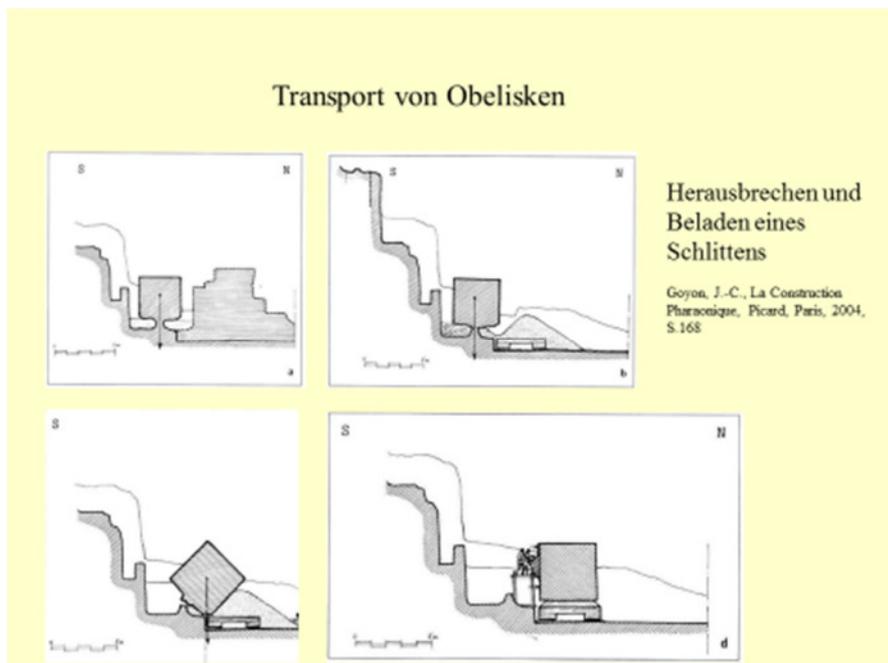
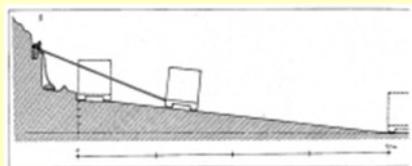


Abb.20

Zuvor soll jedoch erläutert werden, wie die Obelisken im Granitsteinbruch in Assuan aus dem Fels gearbeitet und auf einen Transportschlitten geladen werden konnten. Jean-Claude Goyon hat dazu einen Vorschlag veröffentlicht, der sehr realistisch erscheint (Abb.20).

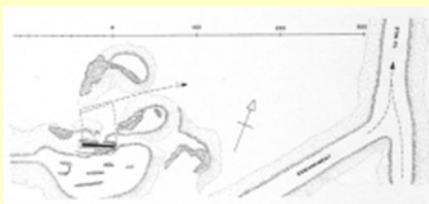
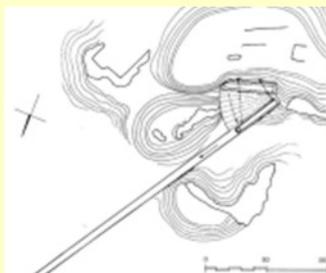
Transport von Obelisken



Transport über Land zum Nilufer nach Jean - Claude Goyon

Goyon, J.-C., La Construction Pharaonique, Picard, Paris, 2004, S.168 (links), S.170 (links unten)

Habachi, L., Die unsterblichen Obeliskien Ägyptens, Philipp von Zabern, Mainz, 2000, S.20 (rechts unten)

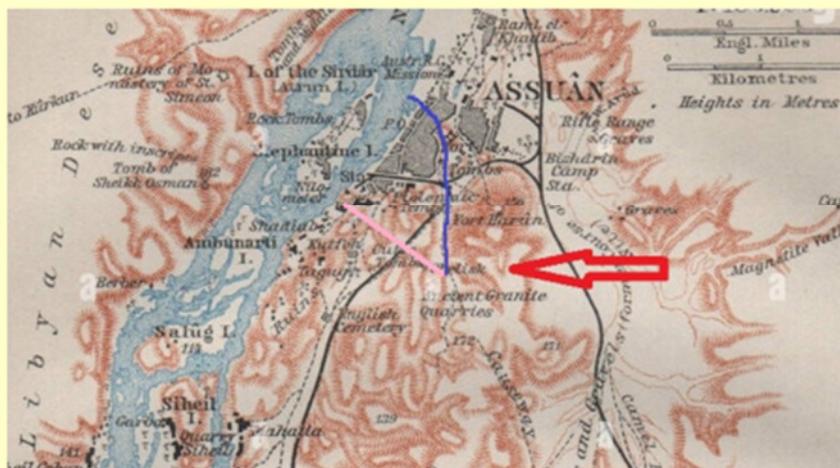


So war es jedoch nicht.

Abb.21

Der anschließende Transport zum Hafen am Nil (Abb.21) wird von Jean-Claude Goyon jedoch nur grob angedeutet und entspricht so kaum der Realität.

Transporttrasse vom Steinbruch in Assuan zum Nil Entfernung ca. 1 bzw. 2 km



Quelle: Baedeker Reiseführer Assuan

Abb.22

Der von J. - C. Goyon vorgeschlagene Transportweg ist in Abb22 blau gekennzeichnet und verläuft über eine Strecke von knapp 2 km zwischen kleineren Erhebungen zum Nil. Für den Schlittentransport eines etwa 30 m langen Obeliskens wäre ein sehr ebener und geglätteter Transportweg erforderlich. Granit ist bei Biegung der Längsachse sehr bruchempfindlich.

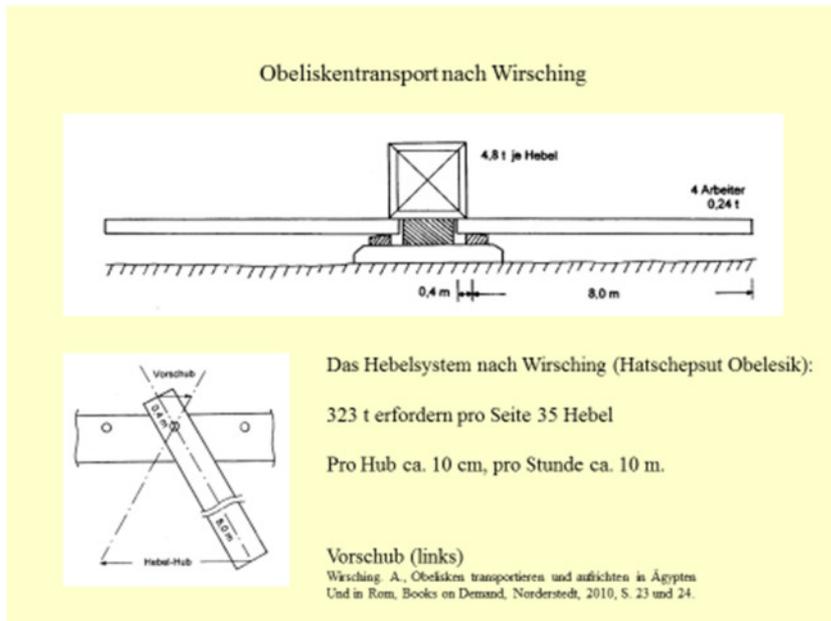


Abb.23

Ein andersgearteter Vorschlag von A. Wirsching für den Transport (Abb.23) erscheint – nicht zuletzt auch wegen der notwendigen Wegbreite von ca. 20 m – nicht sonderlich realistisch. Danach soll der Obelisk entlang einer festen Transportbahn mit einer Vielzahl von beweglichen Hebeln stückweise nach vorne gehoben worden sein.

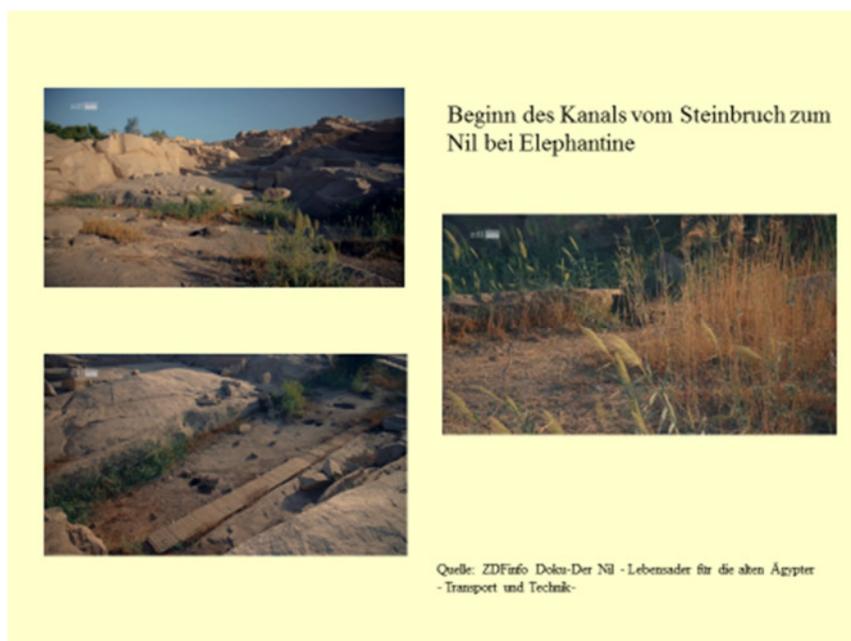
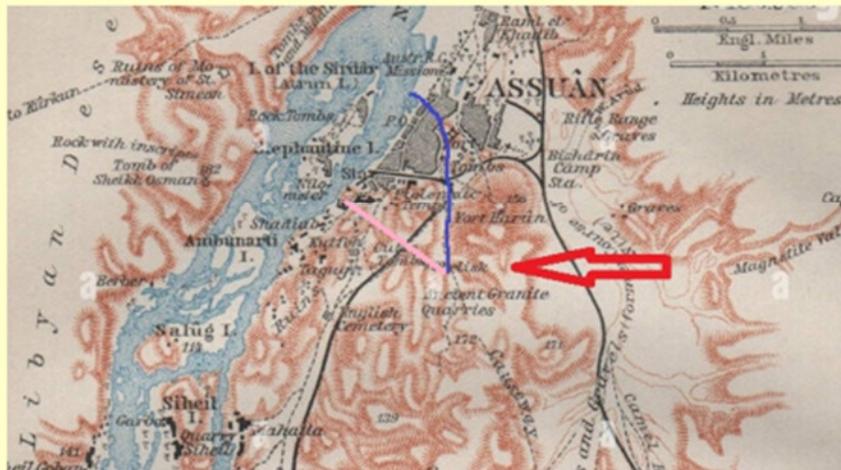


Abb.24

Der Chefinspektor des Granitsteinbruchs in Assuan – Adel Kelany – hat kürzlich zusammen mit Geophysikern der Universität von Pennsylvania einen neuen Vorschlag für den Transportweg zum Nil beschrieben. Dieser ist in einem Fernsehbeitrag des ZDF wiedergegeben.¹ Danach hat ausgehend von der Basis des Granitsteinbruchs ein Kanal durch einige kleine Hügellzüge hindurch direkt zum Nil geführt (Abb.24).

¹ ZDFinfo Doku-Der Nil - Lebensader für die alten Ägypter - Transport und Technik-, 3.8.2021.

Transporttrassen vom Steinbruch in Assuan zum Nil
Entfernung ca. 1 bzw. 2 km

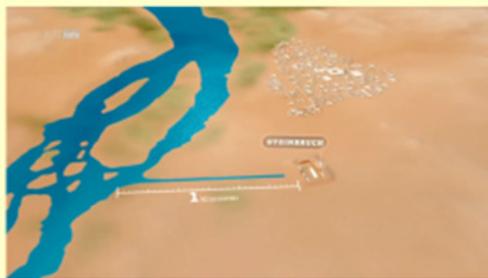


Quelle: Baedeker Reiseführer Assuan

Abb.25

Der Verbindungskanal ist auf der Karte rosa gekennzeichnet und hat nur eine Länge von ca. 1 km.

Kanal zwischen dem Granitsteinbruch in Assuan und dem Nil bei Elephantine



Quelle: Adel Kalay, Chefinspektor im Steinbruch
und Franck Moznier in:
ZDFinfo Doku-Der Nil - Lebensader für die alten Ägypter
- Transport und Technik, 2021.



Abb.26

Aufgrund seismischer Untersuchungen, deren Ergebnisse leider noch nicht veröffentlicht wurden, soll der Kanal eine Breite von bis zu 20 m und eine Tiefe von 3 m gehabt haben. Er sei in jedem Fall nur bei Hochwasser schiffbar gewesen. Die Obelisken mussten nach dem Herausbrechen und der Verladung auf einen Schlitten nur noch eine kurze Strecke leicht bergab bis zur Verladerrampe am Beginn des Kanals transportiert werden. Dort wurden sie auf einem Podest im Kanal bei Niedrigwasser abgesetzt. Wie der Transport bei Hochwasser geschah, wird wie folgt geschildert.

Transport auf dem Nil

Auf welche Weise die schweren und großen Steine, Bauteile, Obelisken und Statuen auf dem Nil transportiert sein könnten, hat seit mehr als 200 Jahren Ägyptologen aus aller Welt beschäftigt.

Die Lösung dieser Fragestellung wurde von Armin Wirsching aufgrund der Analyse einer Darstellung über den Transport der Säulen aus dem Totentempel des Unas (5. Dynastie, 2321 – 2306 v.Chr.) erarbeitet:

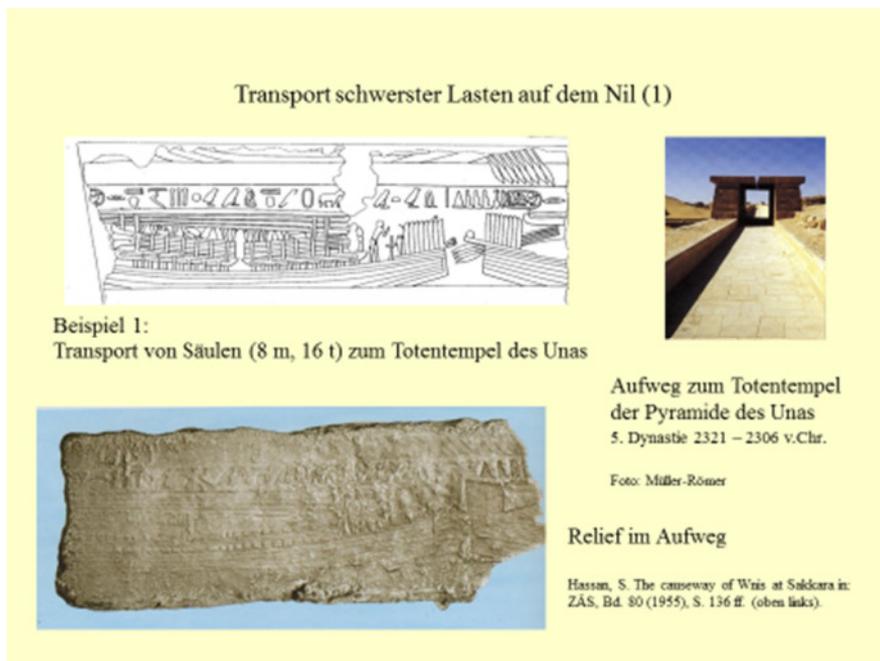


Abb.27

Im Aufweg vom Taltempel zum Totentempel des Unas wurde ein Relief gefunden, auf dem der Transport der Säulen des Totentempels auf einem Schiff dargestellt ist. Einzelheiten sind aus der Umzeichnung (Abb.28) zu erkennen.

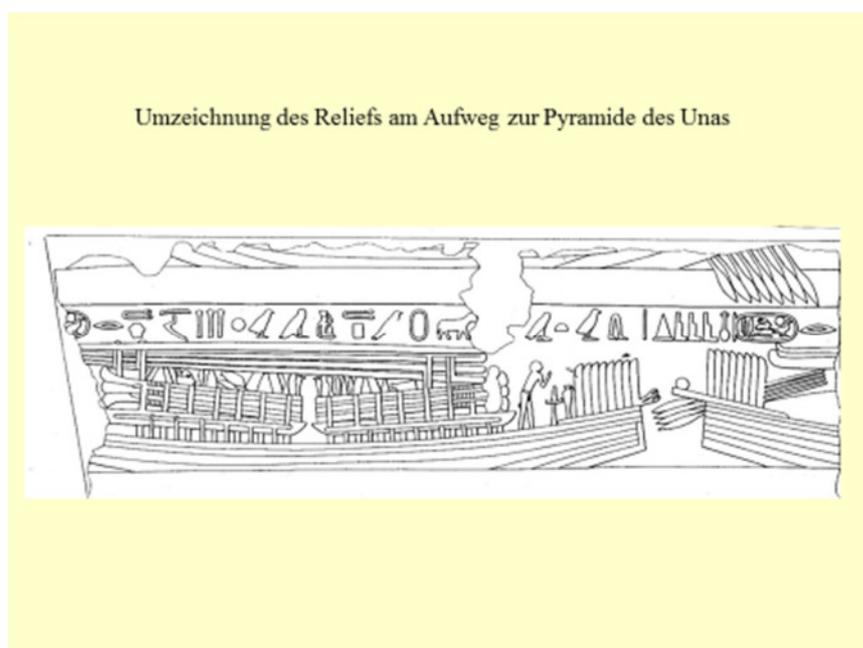


Abb.28

Danach werden auf einem Transportschiff zwei auf dem Deck gelagerte Säulen transportiert. Diese haben, wie Funde beweisen, jede eine Länge von 8 m und ein Gewicht von 16 t.

Auf der Reliefdarstellung sind verschiedene Stangen und Bretter sowie quer an Bord unter den Säulen angeordnete Balken dargestellt. Von dem rechts angeordneten Schiff ist auf dem Relief nur das Heck mit 4 Steuerrudern vorhanden (Abb.28). Bei beiden Schiffen handelt es sich um Transportschiffe, die mittels am Bug angeordneter Ösen und daran befestigter Taue gezogen werden. Beim linken Schiff sind zwei Ösen zu erkennen.

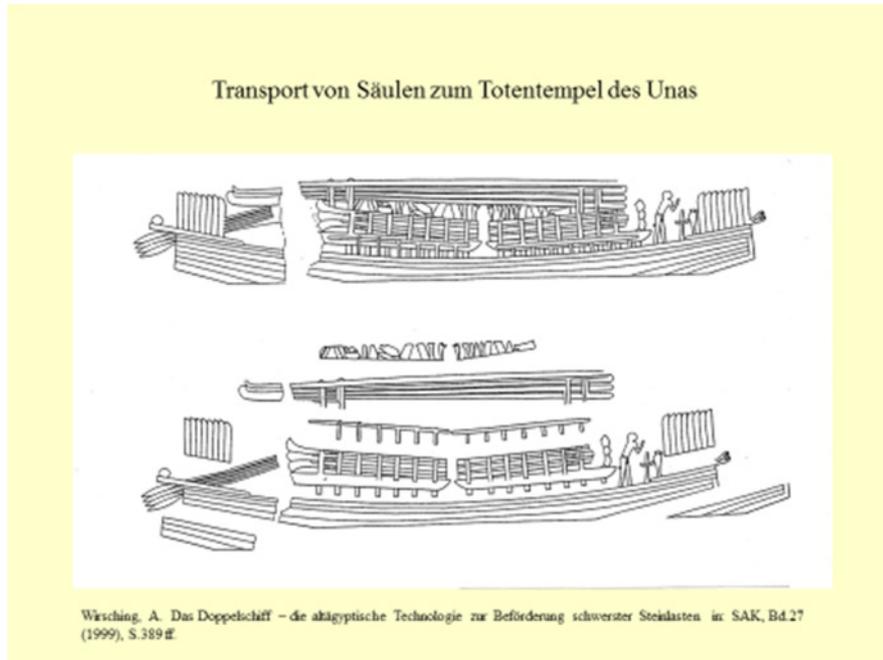


Abb.29

Im Verlauf seiner Analyse hat Wirsching die Darstellung der Boote des Reliefs in einzelne Teile zerlegt und anders angeordnet zusammengefügt.

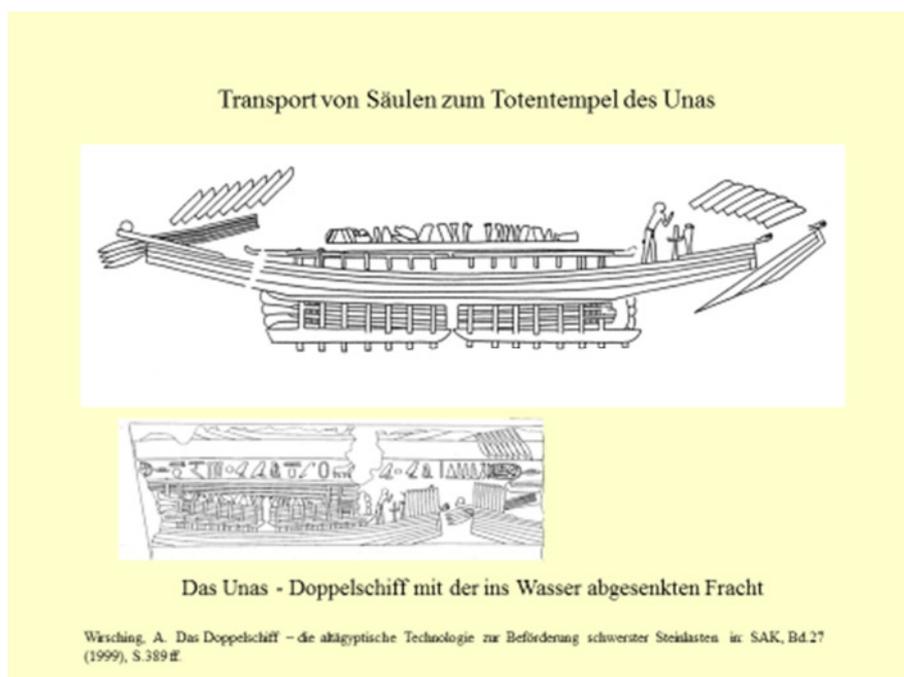


Abb.30

Daraus ergibt sich, dass es sich jeweils um zwei parallel fahrende Lastschiffe handelt. Dies beweisen auch die 2 mal 2 Steuerruder am Heck und die beiden Ösen für die Befestigung der Schlepptaue. Die Schiffe sind an Heck und Bug mit quer liegenden Brettern verbunden. Zwischen den Schiffen werden die an Seilen an quergelegten Balken aufgehängten Säulen im Wasser transportiert. Diese Art des Transports führt zu einer stabilen Art der Lastverteilung auf zwei Schiffen.

Ob das Prinzip des Archimedes bereits im Alten Ägypten bekannt gewesen ist, sei dahin gestellt. Mit Sicherheit dürfte aber bereits im Alten Reich bekannt gewesen sein, dass Gegenstände im Wasser ein geringeres Gewicht als am Land haben. Bei einem spezifischen Gewicht der Granitsäulen von ca. $3 \text{ t} / \text{m}^3$ beträgt dann das Gewicht einer im Wasser am Schiff aufgehängter Säule nur noch ca. 2 t und damit ein Drittel weniger. Ein entscheidender Vorteil für die Konstruktion der Schiffe und deren Transportkapazitäten.

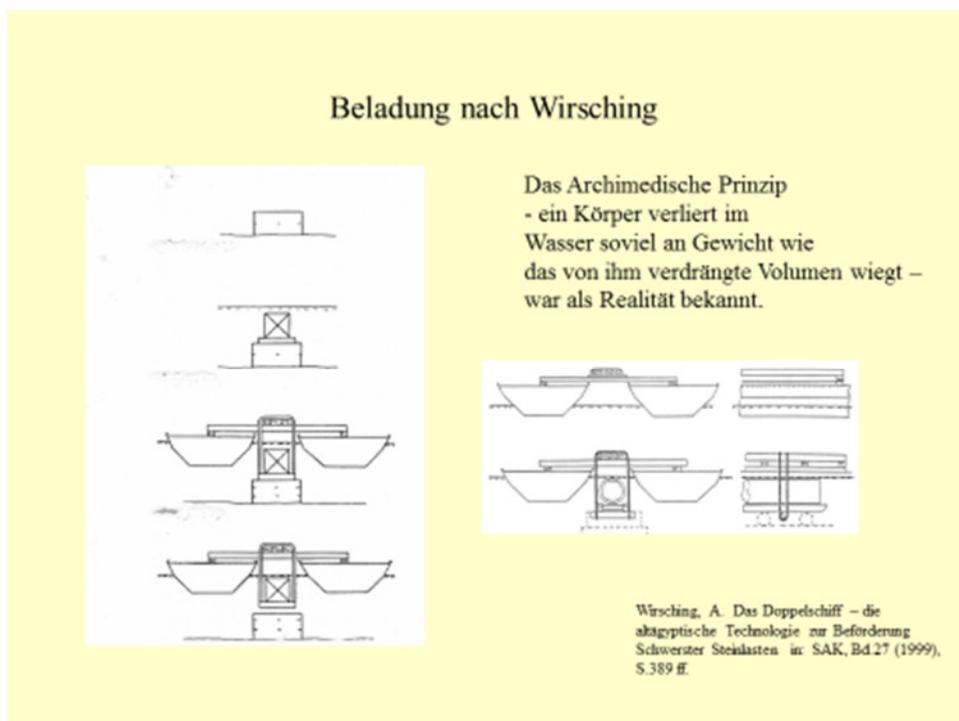


Abb.31

Unter der Annahme der von Wirsching vorgeschlagenen Lösung für den Transport schwerer Steine wird dann auch sofort klar, wie die schweren und großen Steine und Bauteile aus dem dargestellten Hafenbecken bei Gelbel el-Silsila und die Obelisken aus Assuan abtransportiert wurden: Auf Schlitten wurden sie bei Niedrigwasser aus dem Steinbruch auf Plattformen im Hafenbecken gezogen und bei hohem Wasserstand von Einzel- bzw. von Doppelschiffen angehoben und im Nil flussabwärts transportiert.

Das Relief mit Darstellung des Transports der beiden Säulen auf einem Schiff ist typisch alt-ägyptisch: Den tatsächlichen Transport der im Wasser zwischen zwei Schiffen aufgehängten Säulen könnte ein Betrachter nicht wahrnehmen. Also wählt der Reliefbildhauer eine andere Art der Darstellung. Die Funktion wird gezeigt.

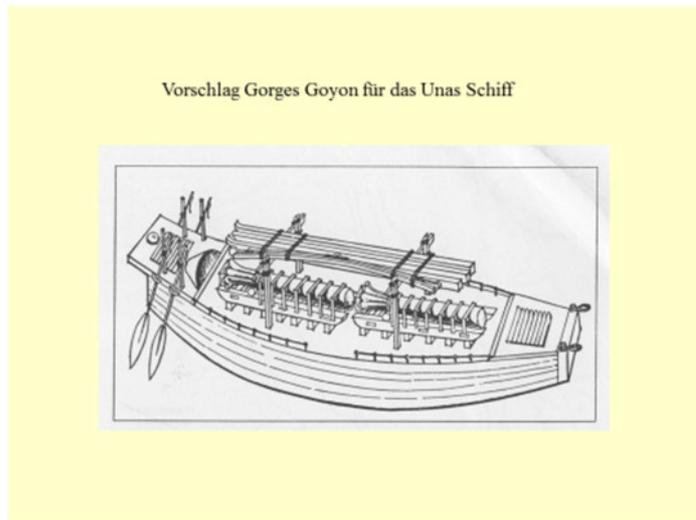


Abb.32

Mehrfach erkannten Ägyptologen wie beispielsweise Georges Goyon diese Art der Darstellung des Wesentlichen bzw. der Funktion eines Vorgangs nicht und machten unrealistische Vorschläge für den Transport.

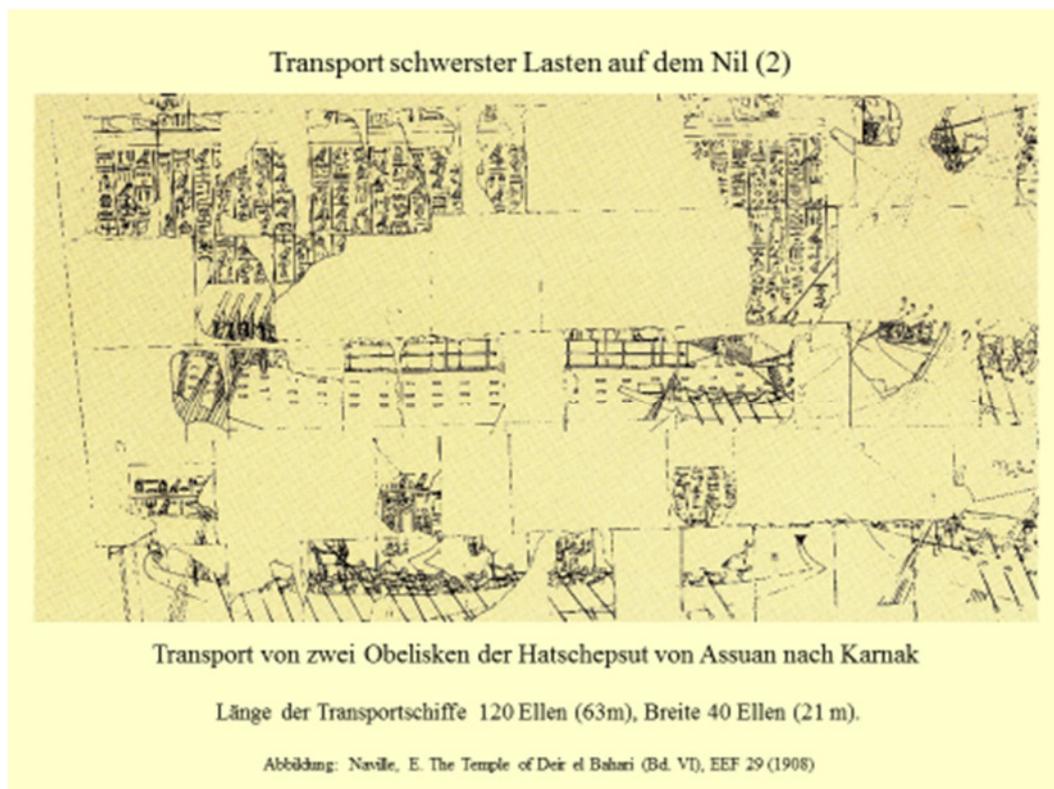
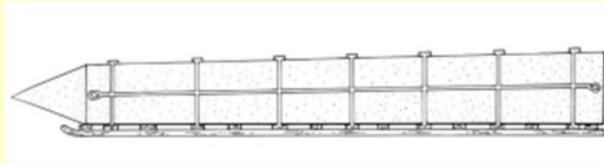


Abb.33

Die zweite bekannte Darstellung für den Transport schwerster Lasten auf dem Nil zeigt die Verschiffung der beiden Hatschepsut-Obeliskten auf einem Schiff. Abgebildet ist eine Fotografie des Reliefs im Tempel der Hatschepsut in Deir el Bahari in Theben West (Abb.33). Das Gewicht eines der beiden Obeliskten, von denen einer heute noch in Karnak aufgestellt ist, beträgt 323 t, die Länge 29,5 m. Eine altägyptische Beschreibung des Transportschiffes nennt eine Länge von 120 Ellen, also 63 m, und eine Breite von 40 Ellen, also 21 m.

Transport von Obelisken



Darstellung des Transports eines der Hatschepsut-Obelisken auf einem Schiff.
Gewicht 323 t, Länge 29,5 m (13,8 t/m).

Ein Schlitten mit 2 Kufen (je einem Querschnitt von 150 cm^2) und ca. 27 m Länge (siehe Bild) besitzt eine Tragkraft von ca. 486 t. Das Gewicht des Obelisken sowie des Schlittens von insgesamt ca. 350 t erfordern auf der Ebene beim Transport über untergelegte Rundhölzer auf festem Untergrund eine Zugkraft von 4 kp/t. Die erforderliche Zugmannschaft (48 kp pro Arbeiter) umfasst somit 30 Arbeiter.

Abbildung: Arnold, D. *Building in Egypt*, Oxford University Press, New York, 1991, S.279.

Foto: Müller-Römer

Abb.34

In Abbildung 34 ist die Umzeichnung eines der beiden Obelisken dargestellt. Eine Analyse ergibt Folgendes: Ein Schlitten mit 2 Kufen (und einem angenommenen Querschnitt von je 150 cm^2) und ca. 27 m Länge besitzt eine Tragkraft von ca. 486 t. Das Gewicht des Obelisken sowie des Schlittens von zusammen ca. 350 t erfordern auf der leicht abwärts geneigten Ebene beim Transport auf festem, angefeuchtetem Untergrund eine Zugkraft von ca. 4 kp/t. Die erforderliche Zugmannschaft (48 kp Zugkraft pro Arbeiter) umfasst somit ca. 30 Arbeiter.



Unvollendeter Obelisk Basis 4,5 m; Höhe ca. 42 m, Gewicht ca. 1170 t

Abb.35

Das Beladen und Ziehen des großen unvollendeten Obelisken (Abb.35) mit einer Länge von 42 m bei einem Gesamtgewicht von 1170 t auf einem Schlitten war offensichtlich möglich.

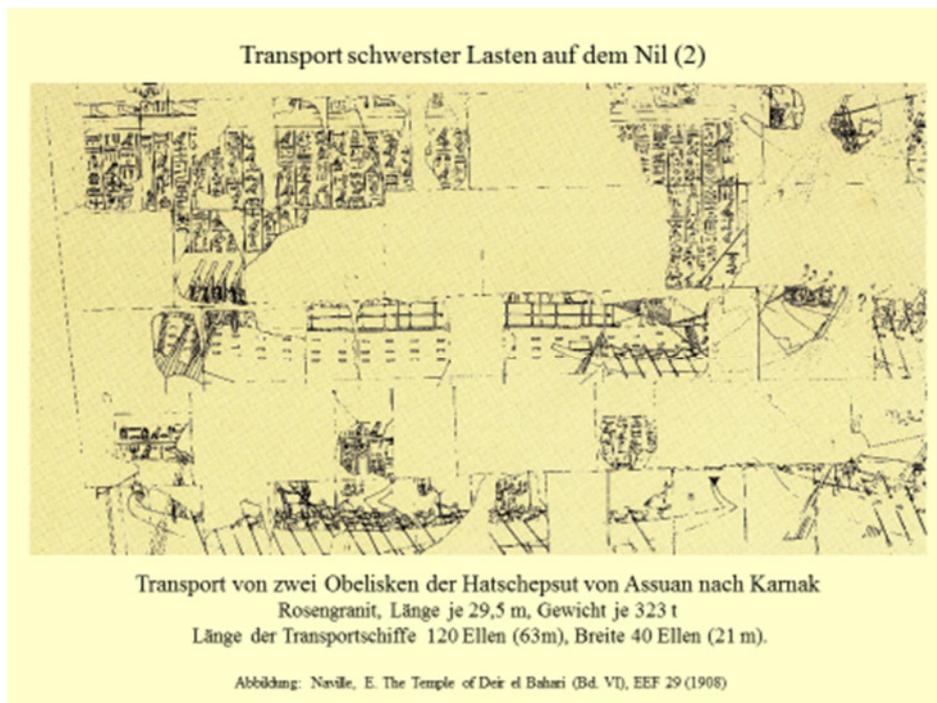


Abb.36

Wie passt nun dieser archäologische Befund eines Verbindungskanals zwischen Steinbruch und Nil mit der Reliefdarstellung zusammen? Konnte ein derart großes Schiff bei Hochwasser in den Kanal einlaufen bzw. hinein bugsiert werden?

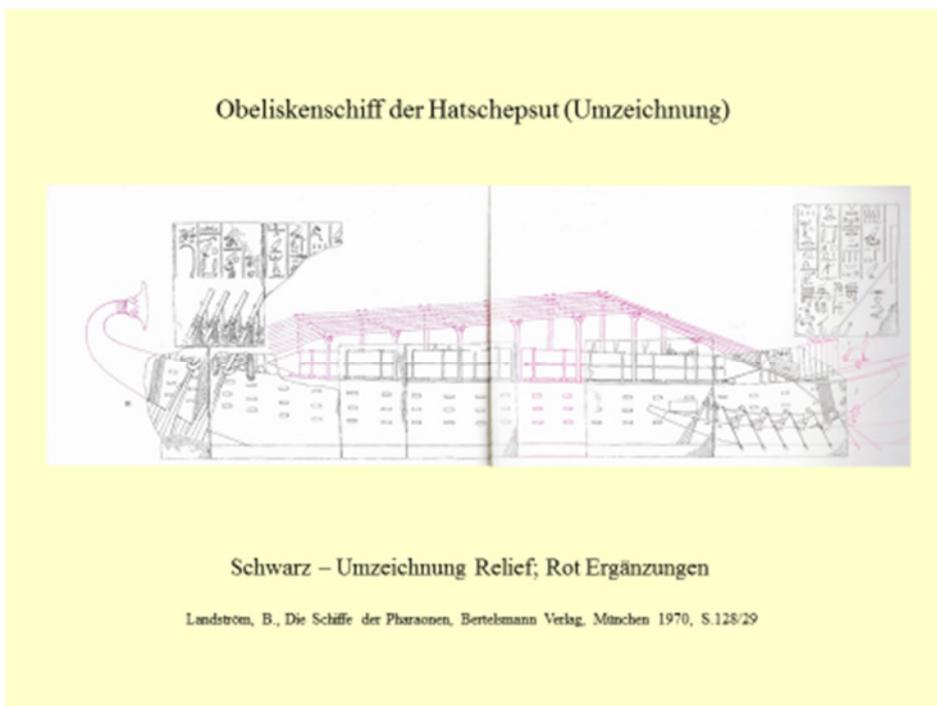


Abb.37

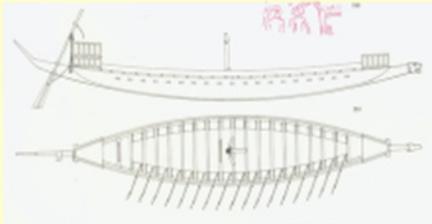
Betrachtet und analysiert man im Einzelnen die Umzeichnung (Abb.37, ohne die rot angelegten Ergänzungen von Landström), so sind folgende Einzelheiten zu erkennen: Die Bordwand zeigt drei Reihen von Aussparungen für Spanten. Die Aussparungen in den Bordwänden sind bei Segel- und Ruderbooten für die Durchführung der Querspanten für die Anordnung der Ruderbänke und zur Verstärkung des Schiffsrumpfs erforderlich. Das bedeutet, es sind – entsprechend der altägyptischen Darstellung der „Funktion“ – drei parallel nebeneinander im Wasser schwimmende Bootskörper dargestellt.

Schiffskonstruktion im Neuen Reich



Die Aussparungen in den Bordwänden sind bei Segel- und Ruderbooten für die Durchführung der Querspanten für die Anordnung der Ruderbänke und zur Verstärkung des Schiffsrumpfs erforderlich.

Die Spannseile entlang des Bootskörpers sind am Bug und Heck befestigt.



Puntschiffe der Hatschepsut (links) und Modell eines Reiseschiffes 18. Dynastie (rechts)

Landström, B., Die Schiffe der Pharaonen, Bertelsmann Verlag München, Gütersloh, Wien 1974, S.123 (links) und S.113.

Abb.38

Bei Transportschiffen wird ein Spannseil vom Bug zum Heck geführt, um die Stabilität in der Längsachse zu gewährleisten. Dieses Spannseil ist an Bug und Heck wie in der Abb. 38 (linkes Bild) gezeigt, befestigt.

Transport der Obelisken der Hatschepsut Analyse der Abbildungen (1)

- Zwei Steuerruderpaare zeigen zwei Schiffe
- Es handelt sich um Transportschiffe ohne Rudermannschaften.
- Darstellung zweier Schiffe ist auch an den versetzten Stützen zu erkennen.
- Es sind nur zwei Befestigungen der Spannseile am Heck dargestellt.



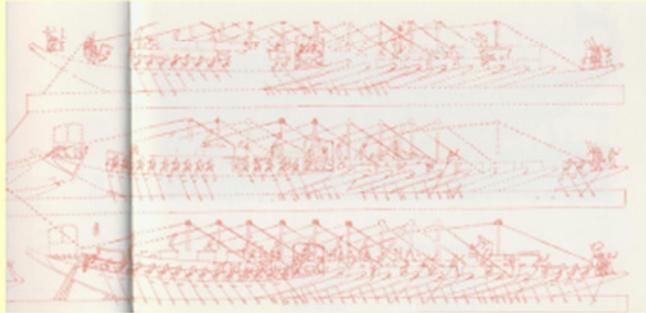
nach Naville, E. The Temple of Deir el Bahari (Bd. VI), EEF 29 (1908) (oben links).

Abb.39

Die zwei beim Obelisken Schiff der Hatschepsut abgebildeten und gegeneinander verschobenen Doppelsteuerruderpaare und die gegeneinander verschobenen Stützen an Deck zeigen, dass es sich um zwei steuerbare Lastschiffe handelt. Rudermannschaften auf den Schiffen selbst sind nicht vorhanden. Leider fehlen in den erhaltenen Teilen der Reliefdarstellung die beiden Bugs und Hecks der zwei Schiffe. Zwei Abspannungen der Spannseile am Heck (Abb.41) zeigen jedoch deutlich, dass es sich um zwei Schiffe handelt.

Transport der Obelisken der Hatschepsut Analyse der Abbildungen (2)

- 30 Ruderboote ziehen die beiden Frachtkähne
„klassische“ Darstellung nebeneinander



Landström, B., Die Schiffe der Pharaonen, Bertelsmann Verlag München, Gütersloh, Wien 1974, S.130/31.

Abb.40

Gezogen werden die zwei Transportschiffe von insgesamt 30 Ruderbooten. Die Zugseile sind am Bug befestigt.

Transport der Obelisken der Hatschepsut Analyse der Abbildungen (3)

- Insgesamt 6 Spannseile, je drei pro Schiff.
- Stützen für die Spannseile im Vordergrund und im Hintergrund zeigen zwei Schiffe.



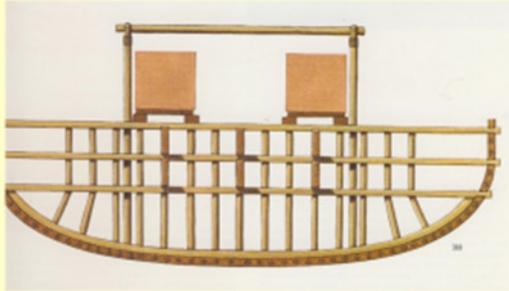
Landström, B., Die Schiffe der Pharaonen, Bertelsmann Verlag München, Gütersloh, Wien 1974, S.130/31.

Abb.41

In Abb. 41 sind je Schiff drei Spannseile dargestellt. Auch durch die seitlichen Verschiebungen der Stützen für die Spannseile sind 2 Schiffe dargestellt.

Mit der Konstruktion realisierbarer Schiffe haben sich u.a. verschiedene Ägyptologen befasst.

Vorschlag Landström

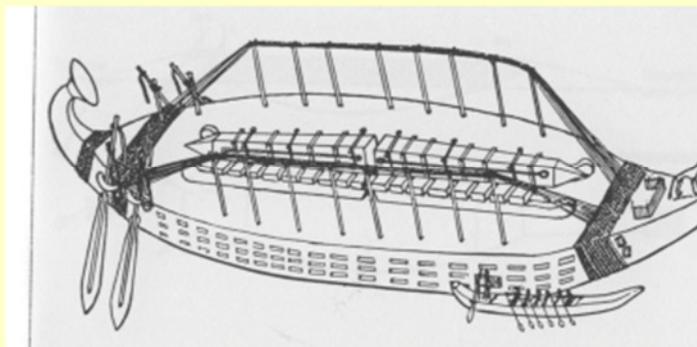


Landström, B., Die Schiffe der Pharaonen, Bertelsmann Verlag München, Gütersloh, Wien 1974, S.128/29 u. 133.

Abb.42

Landström geht bei seiner Hypothese für den Transport von der Darstellung der Anordnung der Obelisken an Deck – allerdings nebeneinander – aus. Wie die Obelisken auf das Schiff gelangen sollten, bleibt offen.

Vorschlag G. Goyon



Goyon, G., Die Cheops Pyramide, Weltbildverlag Augsburg, 1990.

Abb.43

Georges Goyon hält sich strikt an die Abbildung des Schiffs im Relief.
So funktioniert es mit Sicherheit auch nicht.

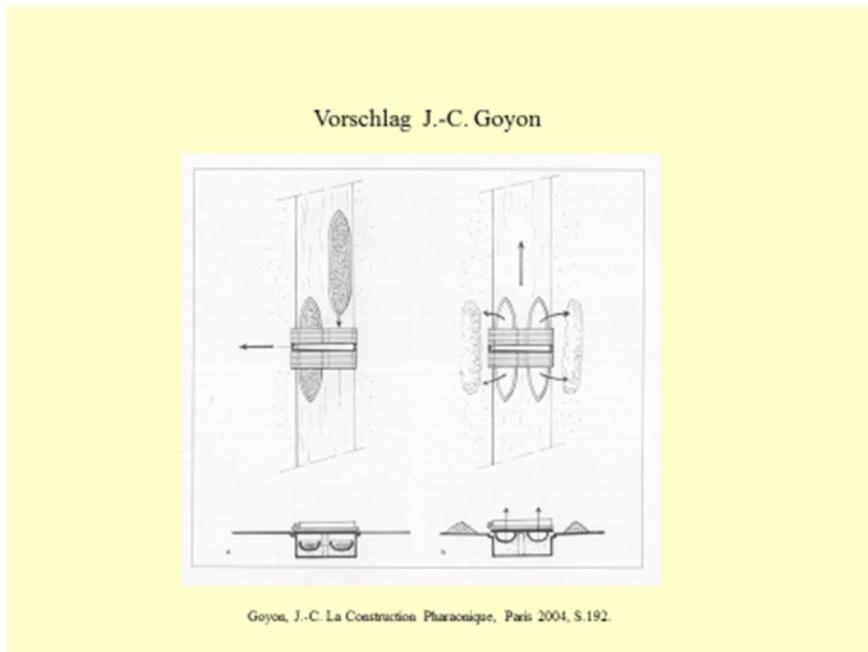


Abb.44

Jean-Claude Goyon hat sich ebenfalls mit der Frage der Beladung und des Transports der beiden Obelisken eingehend befasst und schlägt verschiedene Lösungen der Beladung der Schiffe durch Aufschwimmen nach Entfernen von Ballastmaterial vor. Seine Vorschläge für die Transportschiffe sind jedoch für den Kanal wahrscheinlich zu breit.

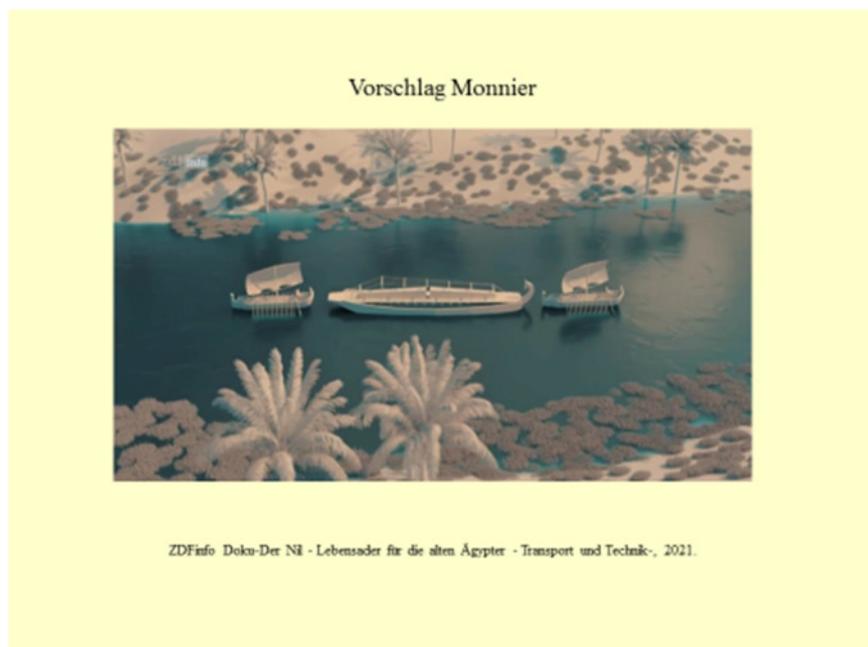


Abb.45

Kürzlich hat der Ägyptologe Franck Monnier ein Transportschiff ähnlich dem, welches auf dem Relief abgebildet ist, zur Diskussion gestellt. Es ist erstaunlich, wie lange sich nicht der Realität entsprechende Vorstellungen in der Ägyptologie halten.

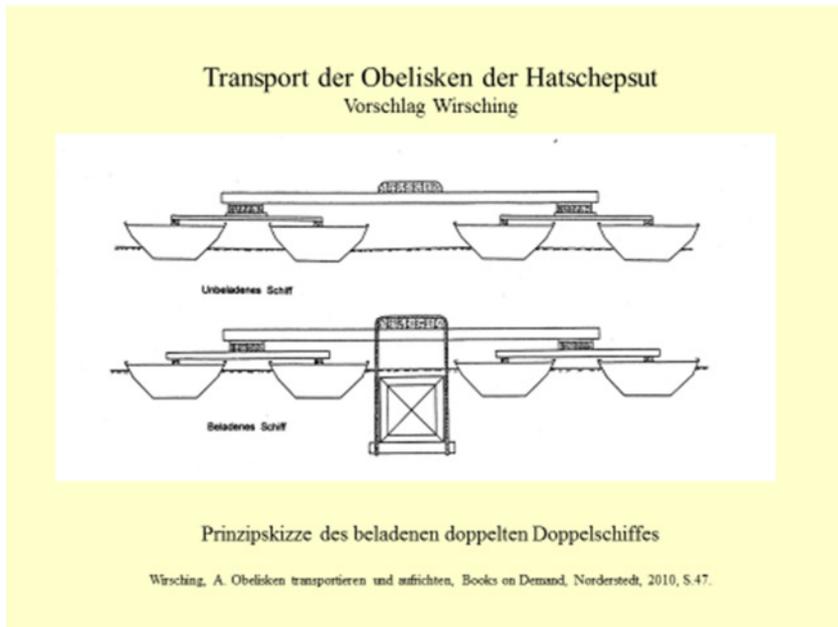


Abb.46

Auch Armin Wirsching befasst sich eingehend mit dem Transport der beiden Obelisken. Er schlägt eine durchaus praktikable Lösung vor und zeigt, dass die Tragfähigkeit eines doppelten Doppelschiffes ausreicht, beide Obelisken zu transportieren. Wenn man jedoch den Kanal als Verbindung zwischen Steinbruch und Nil annimmt, ist das Doppelschiff dafür zu breit.

Unter teilweiser Berücksichtigung der Überlegungen von Wirsching kommt der Autor dieses Beitrags zu folgendem Vorschlag:

Transport der Obelisken der Hatscheput
nach Müller-Römer

Die Aufhängung der beiden Obelisken zwischen den beiden Booten erfolgt hintereinander.

Gewicht eines Obelisken im Wasser: 221 t; bei 60 m Länge ergibt sich pro Schiff und pro m ein Auflagegewicht von 3,7 t. Zuzüglich Gewicht des Schiffs.

Bei einem Tiefgang von 2 m ergibt sich ein Auftrieb von ca. 10 t/m pro Schiff – ausreichend für den Transport der Obelisken.

Schiffbreite je 7,5 m, Breite Obelisk 3,2 m;
Gesamtbreite des Schiffsverbandes ca. 20 m.

Abb.47

Die beiden Obelisken werden im Wasser hängend und hintereinander angeordnet von zwei Lastschiffen transportiert. Die überschlägige Berechnung zeigt, dass bei einer Gesamtbreite des Schiffsverbands von ca. 20 m und einem Tiefgang von 2 m genügend Auftrieb vorhanden ist. Mit den Abmessungen des Schiffsverbandes von 20 m Breite und 2m Tiefgang wäre der Kanal befahrbar. Zumindest ergeben sich keine grundsätzlichen Widersprüche.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es sich auch bei dieser Reliefdarstellung des Transports der beiden Obelisken der Hatschepsut es sich um eine „Prinzip.- Darstellung“ handelt, mit der das Wesentliche des Transportvorgangs – die Funktion – gezeigt werden soll.

Transport der Obelisken Thutmosis III.



Weiterer Zuwachs an Erfahrung:

Transport des Einzelobelisken von Thutmosis III. (1479 – 1425 v.Chr.) von Assuan nach Karnak

Gewicht 455 t, ursprüngliche Länge ca. 35 m

Obelisk Thutmosis III.
Rom, Piazza San Giovanni

Habachi, L., Die unsterblichen Obelisken Ägyptens, Philipp von Zabern, Mainz 2000, S.66 (Ausschnitt).

Abb.48

Der ständige Zuwachs an Erfahrung bei Herstellung und Transport von Obelisken und Skulpturen führte zu immer größeren Abmessung und Gewichten.

Als Beispiel sei der Obelisk Thutmosis III. genannt, der heute in Rom aufgestellt ist. Sein Gesamtgewicht beträgt ca. 455 t bei einer Länge von 35 m.

Transport von Kolossalstatuen



Memnonskolosse in Theben West
Tempel des Amenophis III.
(1379 – 1358 v.Chr.)

Ursprünglich je ein Quarzit Steinblock

Höhe ca. 14 m; Sockel wiegt 500 t, Statue 720 t

Foto: Müller-Römer

Transport von Assuan nach Theben



Abb.49

Ein weiteres Beispiel stellt der Transport der Memnonskolosse dar. Dieser erfolgte von den Quarzit Steinbrüchen westlich von Assuan bis nach Theben West über eine Strecke von ca. 215 km. Mit einem Gewicht von über 700 t je Koloss stellte deren Transport über Land und auf dem Nil eine besonders große Herausforderung dar.

Vom Hafen zur Baustelle



Abb.50

Die Fließgeschwindigkeit des Nil schwankte zwischen 1 Knoten bei Niedrigwasser und ca. 4 Knoten bei Hochwasser.

Daraus ergab sich für die 215 km lange Strecke zwischen Assuan und Luxor bzw. Karnak eine Transortdauer von ca. 7 Tagen und für die Strecke von Assuan nach Heliopolis (840 km) – heutiges südliches Kairo – eine solche von ca. einem Monat.

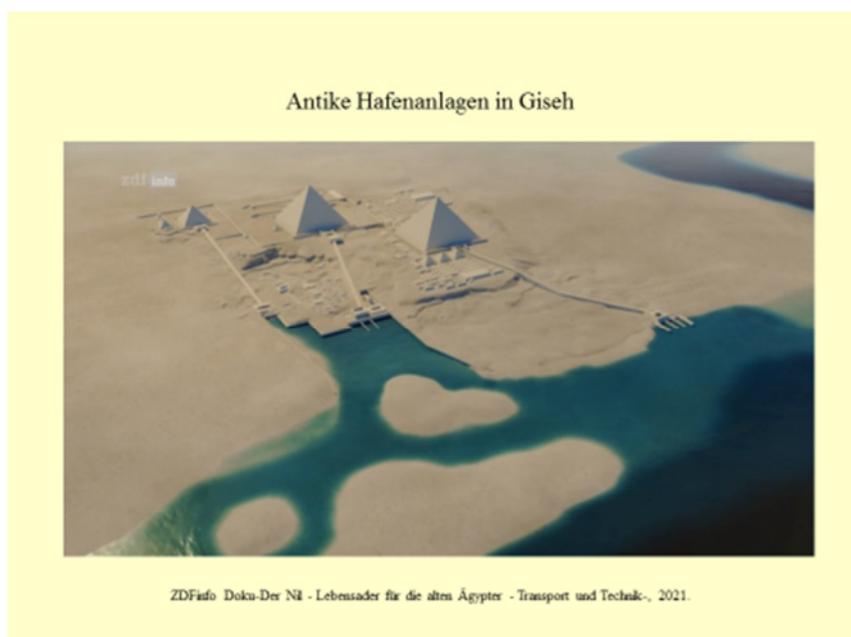


Abb.51

Für das Entladen der Transportschiffe an den Baustellen entlang des Nil wurden jeweils am Rand der Erhebungen zur West- und Ostwüste Hafenanlagen errichtet. Durch die Verlagerung des Verlaufes des Nil in den vergangenen 5000 Jahren von der Kante der Westwüste in Richtung Osten, sind heute die Hafenanlagen und Kanäle weitgehend versandet und im Fruchland nicht mehr sichtbar. Antike Hafenanlagen und Kanäle können jedoch durch die Satellitentechnik in ihrem Umrissen sichtbar gemacht werden.

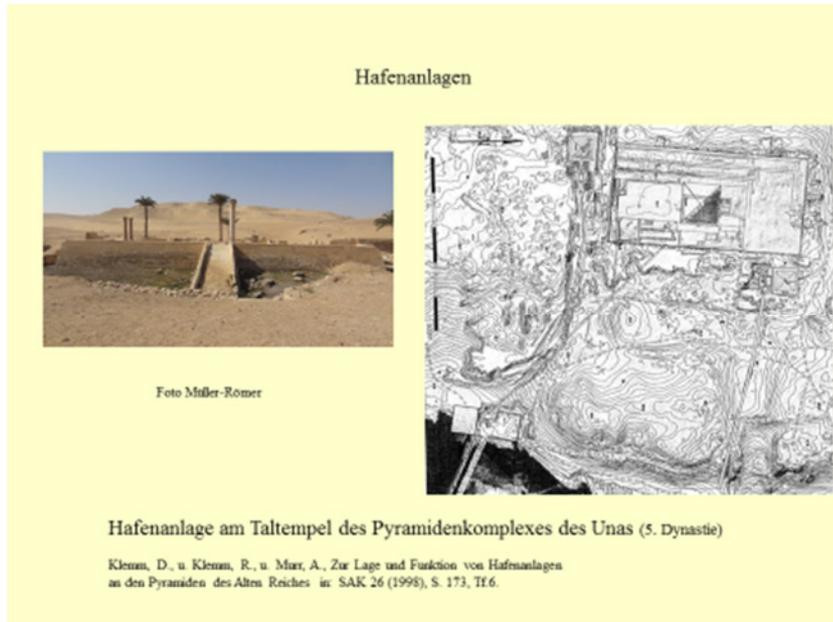


Abb.52

Ein Beispiel für ein gut erhaltenes, heute völlig ausgetrocknetes Hafenbecken ist jenes am Totentempel und am Beginn des Aufwegs zur Pyramide des Unas (Abb.52).

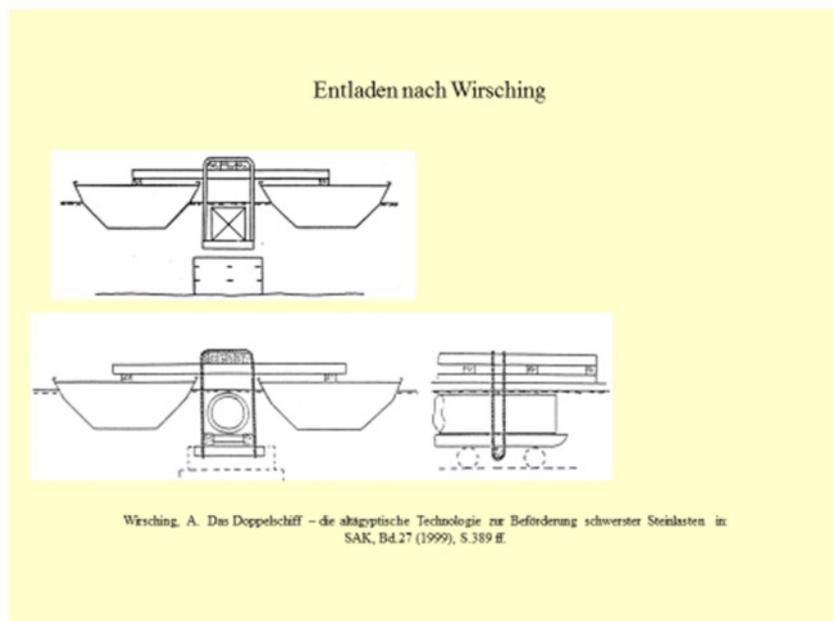


Abb.53

Die während der Flut an die Hafenanlagen in Theben und an den Pyramidenbaustellen heran geführten Lastkähne wurden dort über ein Fundament, auf dem Holzrollen befestigt waren, fest

gemacht. Mit Absinken des Wasserstands senkten sich auch der Schiffsverbund und die daran angehängte Lasten wie Steine, Obelisken, Säulen etc. und setzten sich auf die Hafenfundamente ab (Abb.53). Anschließend konnten die Bauteile weiter transportiert werden.

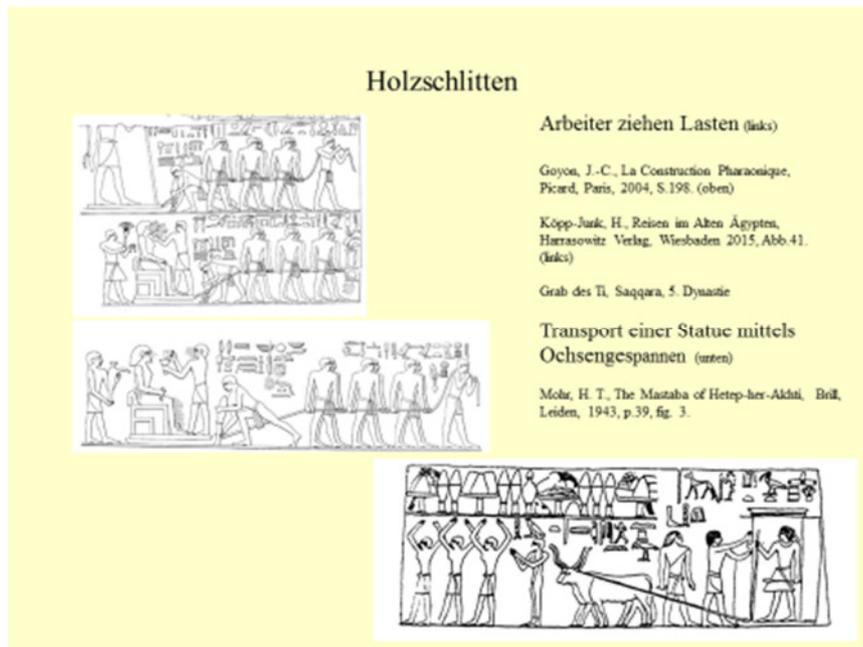


Abb.54

Aus Gräbern ist eine Reihe von Darstellungen für das Ziehen von Lasten durch Arbeiter und Rinder bekannt. Dabei werden die Gegenstände, die auf Schlitten gelagert sind, meist über glatten Untergrund gezogen (Abb.54).

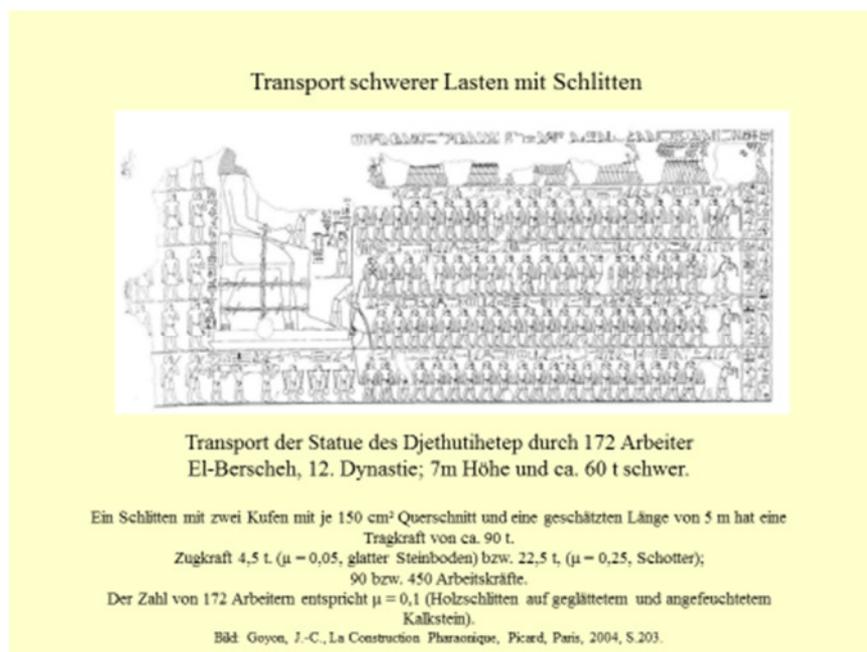


Abb.55

Besonders interessant ist die Darstellung des Transports einer 7 m hohen und 60 t schweren Statue des Djethutihetep in el-Berscheh (12. Dynastie), die auf einem Schlitten befestigt ist, durch 172 Arbeiter. Vor dem Schlitten wird eine Flüssigkeit ausgegossen, um den Gleitfaktor zu erhöhen.

Eine Berechnung führt zu folgendem Ergebnis:

- Ein Schlitten mit zwei Kufen mit je 150 cm² Querschnitt und eine geschätzten Länge von 5 m hat eine Tragkraft von ca. 90 t.
- Die Zugkraft von 4,5 t. (Reibungskoeffizient $\mu = 0,05$, glatter Steinboden, Nilschlamm, angefeuchtet) bzw. 22,5 t, ($\mu = 0,25$, Schotter) erfordert 90 bzw. 450 Arbeitskräfte.

Der Zahl von 172 Arbeitern entspricht einem Reibungskoeffizient $\mu = 0,1$ (Holzschlitten auf grob geglättetem und angefeuchtetem Kalkstein). Die Größe der Zugmannschaft ist demnach realitätsnah dargestellt.

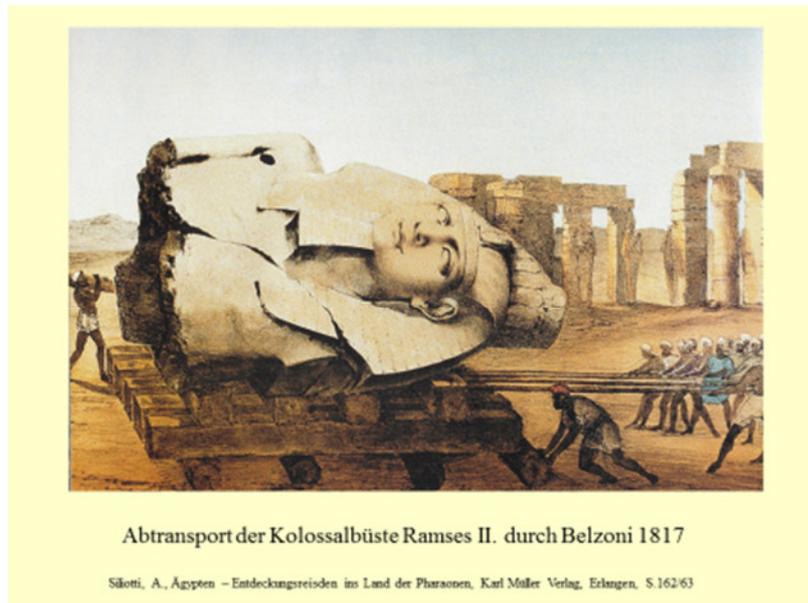


Abb.56

Der Transport eines Schlittens über Walzen auf über Schotter etc. hat eine lange Tradition in Ägypten. Der Ägyptenforscher Belzoni ließ 1817 den Kopf einer Kolossalstatue auf einem Holzgerüst über Walzen transportieren (Abb.56)



Abb.57

Auch Lepsius hält in seinem Werk „Denkmäler aus Aegypten und Aethiopien“ entsprechende Szenen fest (Abb.57).

Walzen und Rollen



Moderner Transport eines Teils eines Obeliskens auf Rollen und Holzunterlage

Abb.58

Dreharbeiten zur Sendung Pur+ Zugversuche in einem Steinbruch im Altmühltal



Pur+, ZDF Produktion 16.06.2012

Abb.59

Bei Steintransport über Walzen verringern sich die Zugkräfte entscheidend. Versuche haben dies mehrfach gezeigt. So zum Beispiel bei Dreharbeiten zusammen mit dem Autor dieser Zeilen anlässlich einer Sendung der Reihe pur+ des ZDF in einem Steinbruch im Altmühltal im Jahr 2012².

² ZDF pur+ „das größte Grab der Welt“, Erstsendung 16.6.2012.

Transport über Rollen und Balken



ZDFinfo Doku-Der Nil - Lebensader für die alten Ägypter - Transport und Technik-, 2021.

Abb.60

Wie die Beschreibung archäologischer Befunde in einer Fernsehendung des ZDF zeigen, gab es auch für den (nachgestellten) Transport schwerer Lasten in sandigem Gelände Lösungen (Abb.60).

Geländedarstellung Gizeh



Richard Lepsius,
Denkmäler aus Aegypten
und Aethiopien

Tafelwerke
Abteilung I

Band I Topographie &
Architektur,

Tafel 16

Nicolsche Buchhandlung, Berlin,
1849-1859

Abb.61

Zu den Baustellen der Pyramiden mussten teilweise größere Höhenunterschiede überwunden werden, da die Pyramidenkomplexe meist auf dem über dem Fruchtländ gelegenen Rand der Westwüste lagen. Der Höhenunterschied betrug 30 – 60 m. Die Darstellung des Geländes von Gizeh zeigt dies deutlich.

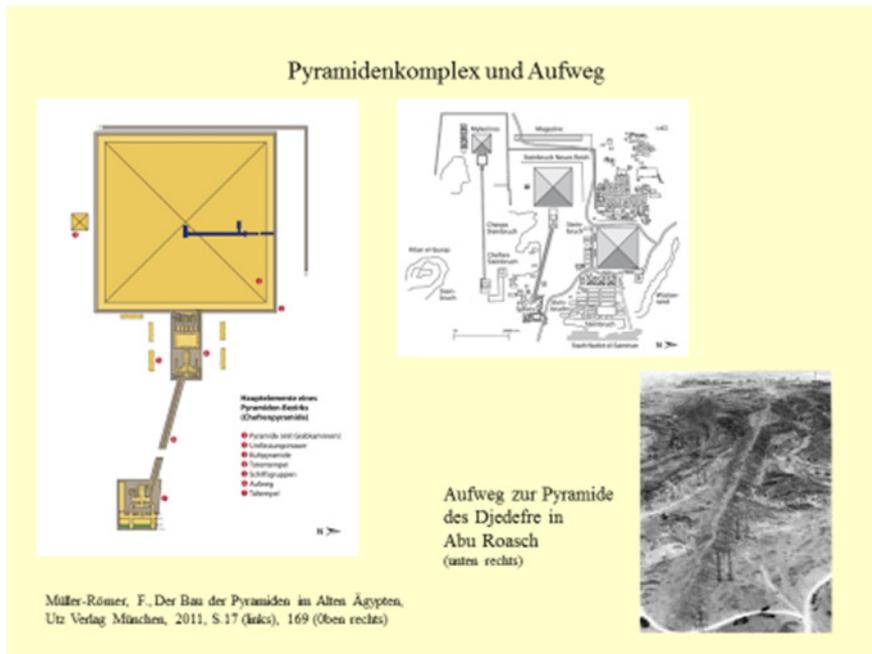


Abb.62

Der Totentempel im Hafen, zu dem der Leichnam des Königs mit dem Boot überführt wurde, musste daher mit einem Aufweg zum Totentempel der Pyramide verbunden werden.

Dieser Verbindungsweg zwischen Taltempel und Pyramidenkomplex, der eine gleichleibende Steigung aufweist, diente während der Bauarbeiten als Transportstraße für die über den Wasserweg angelieferten Baumaterialien.

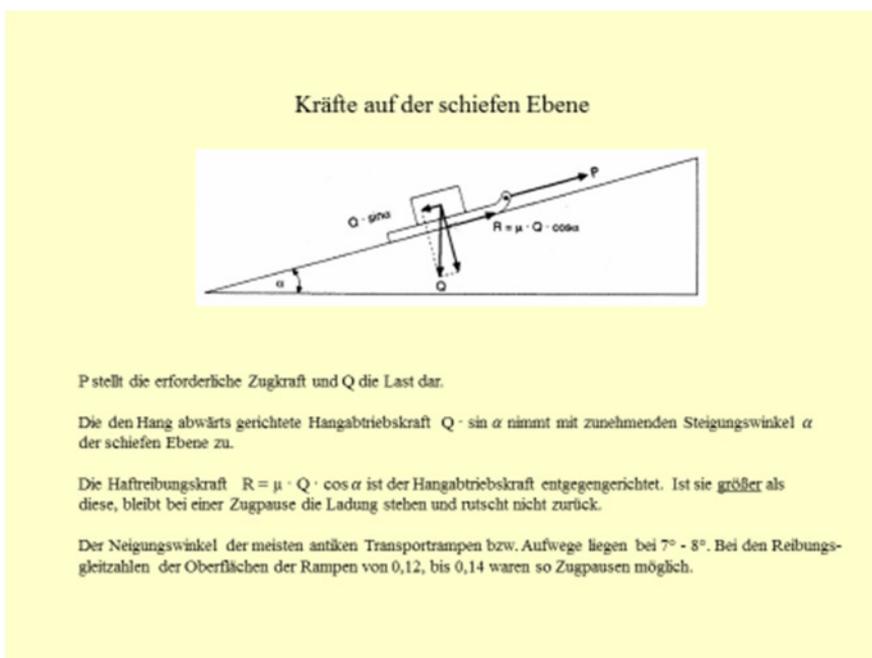


Abb.63

Bei Festlegung und Bau der Aufwege kam es darauf an, dass für die Zugmannschaften bzw. Rindergespanne Zugpausen eingelegt werden konnten. Möglich war das nur, wenn der Reibungskoeffizient größer als der Gleitkoeffizient (Abb.63) war und damit bei einem Aussetzen der Zugkraft (z.B. eine kurze Pause der Zugmannschaften) der Schlitten mit dem Stein nicht talwärts rutschte. Das führte bei den mit Steinen gepflasterten bzw. mit Schotter versehenen Aufwegen zu maximalen Steigungswinkeln von $7^\circ - 8^\circ$.

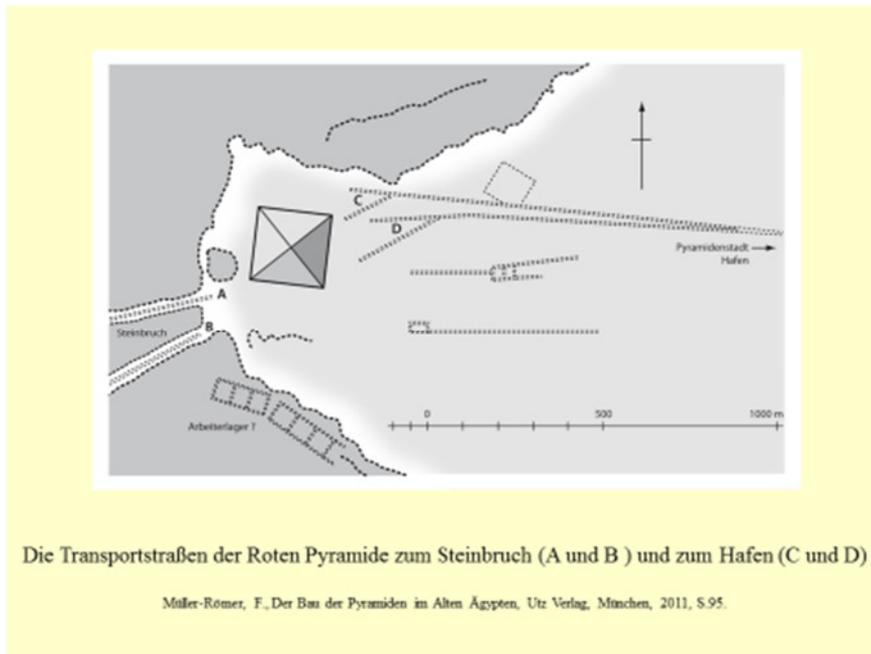


Abb.64

Weitere Beispiele für Steigungswinkel von $7^\circ - 8^\circ$ auf Transportrampen sind die Transportstraßen im Umfeld der Roten Pyramide in Dahschur (Abb.64).

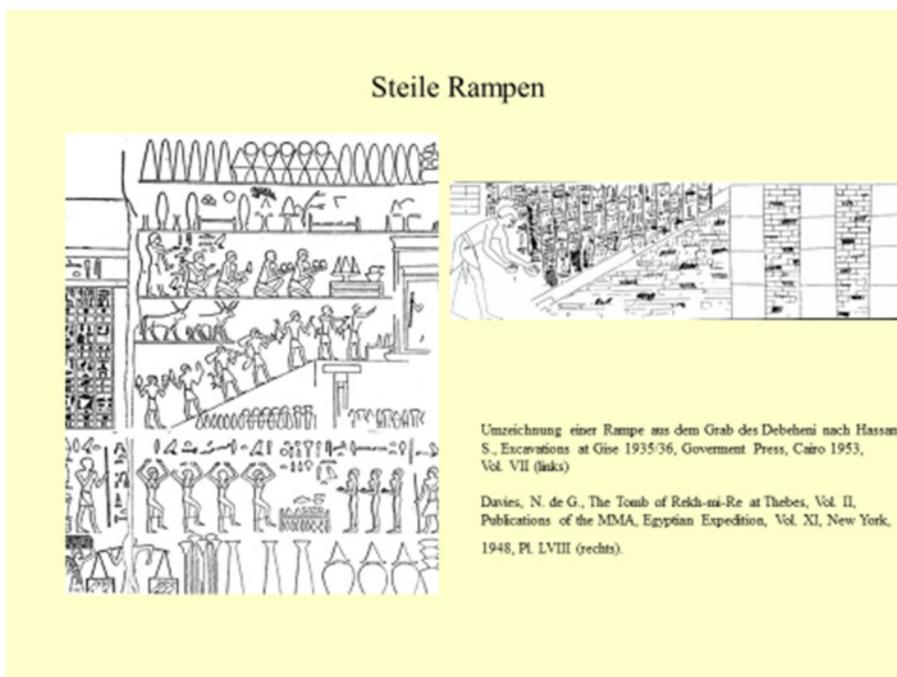


Abb.65

Andererseits sind in Reliefs verschiedene Abbildungen erhalten, die Rampen mit einem Steigungswinkel von $26,5^\circ$, das heißt einem Verhältnis Länge zu Höhe von 2:1, darstellen (Abb.65). Dabei handelt es sich stets um sehr kurze Rampen, bei denen der Transport auch schwerer Lasten keine Zugpause erforderte.

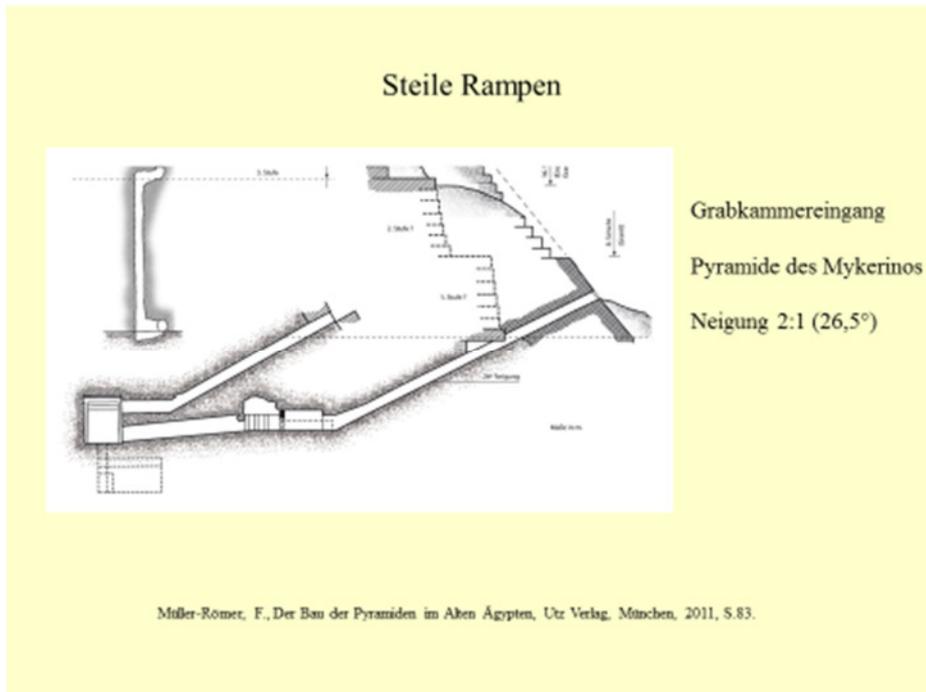


Abb.66

Die Eingänge zu Grabkammern in Pyramiden des Alten Reichs verliefen meist auch mit einem Neigungswinkel von 26,5°, d.h. einem Verhältnis von 2:1. Diese Neigung war stets einfach zu realisieren und zu kontrollieren.

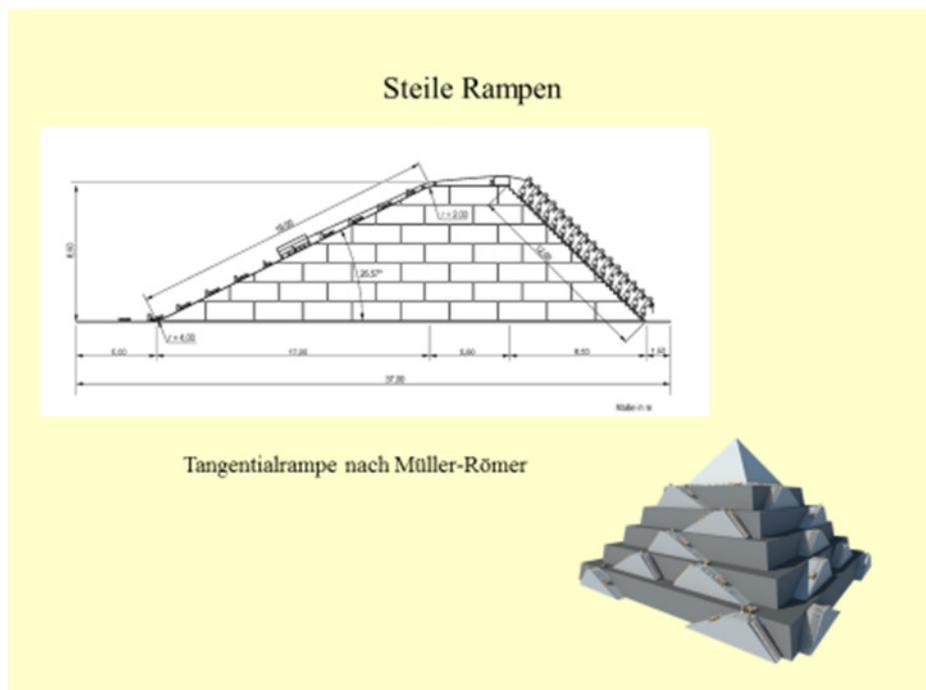


Abb.67

Bei seinem Vorschlag zum Bau der Pyramiden im Alten Reich hat der Autor dieser Zeilen steile, aber kurze Rampen angenommen (Abb.67). Auf diese Weise können vor allem im unteren Bereich der Pyramide, in dem das meiste Material verbaut wird, auf allen vier Seiten zeitgleich Steine angeliefert und verbaut werden. Dies führt zu einer kürzest möglichen Bauzeit für die Pyramide.³

³ Müller-Römer, F., Der Bau der Pyramiden im alten Reich, Verlag Utz, München 2011.

Schlussbemerkung

Der Transport schwerer Bauteile und Statuen sowie der Obelisken auf dem Nil zu den Baustellen in Mittel- und Unterägypten erscheint weitgehend erklärbar zu sein. Die Methode, die Bauteile zwischen Schiffen im Wasser aufgehängt zu transportieren, übernahmen die Römer von den Ägyptern.

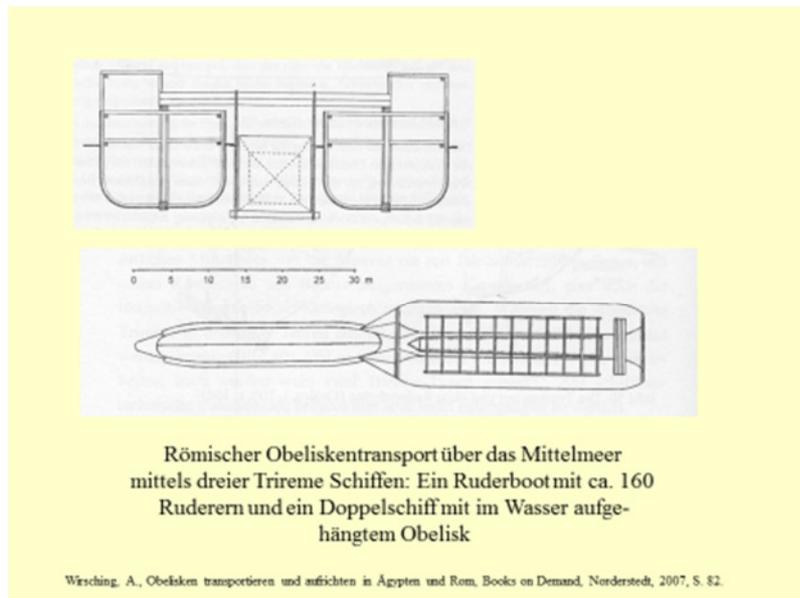


Abb.68

Im Römischen Reich wurde eine große Anzahl von Obelisken aus Ägypten nach Rom transportiert. Dafür wurde ein Bootsverband, bestehend aus einem Ruderboot und zwei Transportschiffen mit zwischen ihnen im Wasser aufgehängtem Obelisk, verwendet. Es war die klassische, altägyptische Transporttechnik.

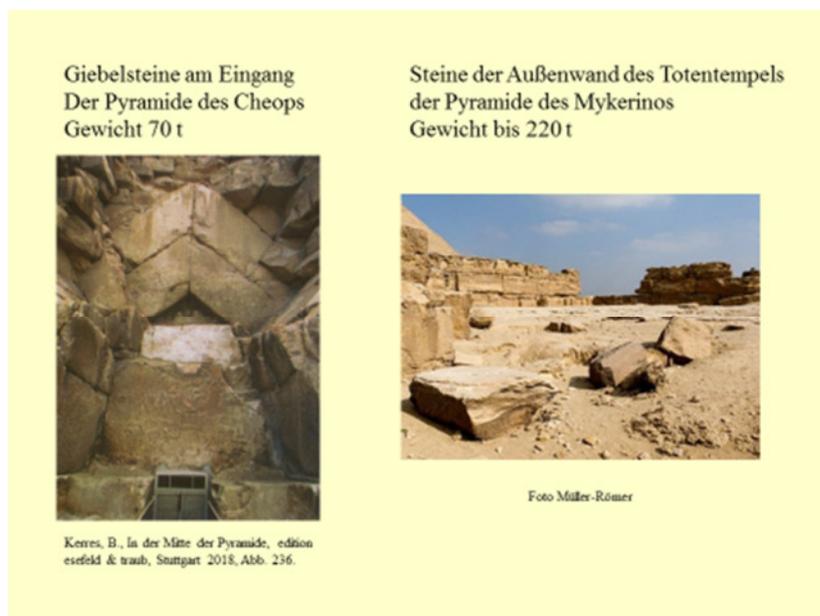


Abb.69

Dagegen ist bis heute nicht klar, wie die riesigen Bauteile, denen wir bei den Pyramiden in Giseh und auch bei anderen Pyramiden begegnen, transportiert und passgenau verbaut werden konnten. Wir stehen voller Bewunderung vor diesen Bauwerken.

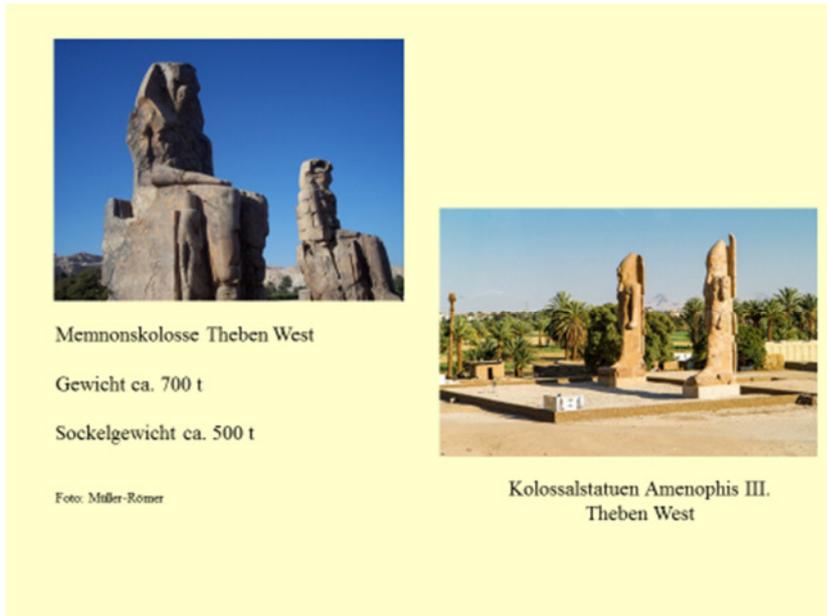


Abb.70

Ähnliches gilt für den Transport der Memnonskolosse sowie weiterer riesiger Statuen über Land und deren Aufstellung. Auch hier gibt es noch viele ungeklärte Fragen zu lösen.

Zusammenfassend ist festhalten, dass die Baumeister im Alten Ägypten bei der Arbeit im Steinbruch, bei jedem Transport und bei jedem Bauwerk, wie zum Beispiel die Pyramiden, Erfahrungen sammelten und sich auch ständig mehr, d.h. größere Projekte zutrauten. Der ständige Erfahrungszuwachs ist unverkennbar.

Den im Alten Ägypten entwickelten und praktizierten Transportverfahren können wir nur mit größter Hochachtung begegnen. Sie waren für die weitere technische Entwicklung in Griechenland und Rom prägend. Mit Bearbeitung und Transport großer Steine und Skulpturen waren die Ägypter im Mittelmeerraum Vorbild.