

## Secret Of Pyramid Builders Revealed?

### Ancient Egyptian Djoser pyramid could have been built using hydraulic lifts



The approximately 63-meter-high Djoser Pyramid in the ancient Egyptian necropolis of Saqqara is the oldest monumental pyramid in Egypt.

© Ivica Gulija/ iStock

**With the power of water: The ancient Egyptian pyramid builders may have used a surprisingly advanced technology - hydraulic elevators. A research team has discovered evidence of this at the Djoser pyramid in the necropolis of Saqqara. According to the team, there was a sophisticated supply system with collecting basins, trenches and tunnels through which water reached two shafts inside the pyramid - and there raised or lowered rafts filled with stones.**

The step pyramid of Djoser in Saqqara, built around 2650 BC, is the oldest of the seven great pyramids of Egypt. The tomb complex, designed by the master builder and high priest Imhotep, became the model for the pyramids of Giza, even though they did not adopt the external stepped shape. Nevertheless, the almost 63-meter-high structure, built from around 2.3 million limestone blocks, is still considered a milestone in ancient Egyptian monumental architecture. The entire Djoser complex, including the ancillary buildings, is the largest in all of Egypt.

“The achievements demonstrated with the Djoser pyramid were so great that **Imhotep was even elevated to divine status** in the New Kingdom,” explain Xavier Landreau from the Palaeotechnical Institute in Paris and his colleagues. However, as with the other large pyramids, how exactly the monumental Djoser pyramid was built is still controversial: “There is currently no generally accepted holistic model for pyramid construction,” say the archaeologists. It is generally assumed that the stones were hoisted up using ramps, rollers, or pulleys.



The Djoser Pyramid, the Gisr el-Mudir and the Abusir Wadi may have been part of a complex hydraulic water system.

© Paleotechnic, Landreau et al./ PLOS ONE, CC-by 4.0

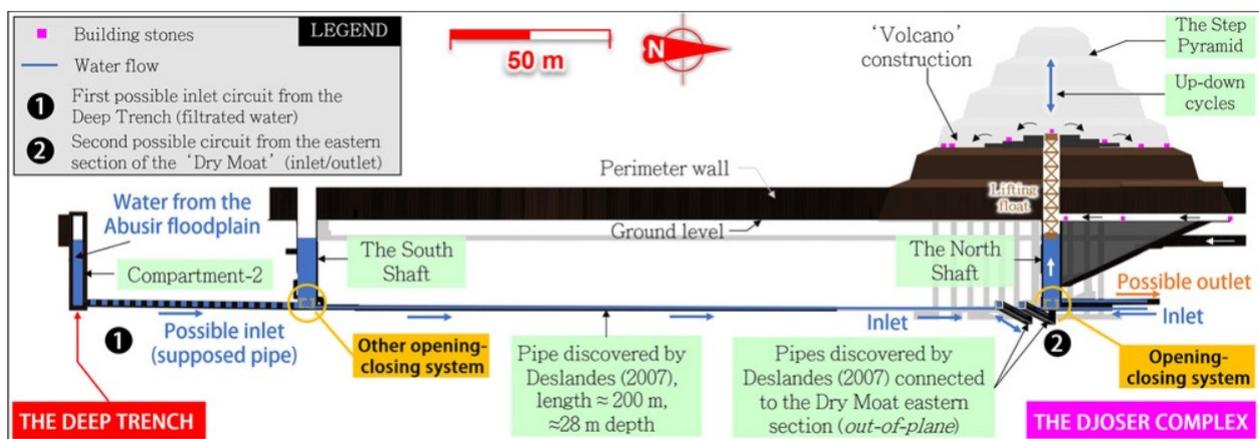
## What role did water play?

But Imhotep may have used a surprisingly advanced technology for his monumental construction, as Landreau and his team report. They have mapped and analyzed the area around the Djoser pyramid complex and the structures in and around the pyramid in more detail. The focus was on the possible role of water as a construction aid. It is already known from the pyramids of Giza that a branch of the Nile probably helped transport the stones.

The Djoser pyramid is also located near a now dried-up riverbed, the Abusir Wadi. “In order to investigate the connection between the Abusir Wadi and the construction of the step pyramid, we also mapped the catchment area west of Saqqara for the first time,” the team reports. This revealed several previously unrecognized basins and channels through which large volumes of water were channeled into the Abusir Wadi during periodic rainfall.

## Was Gisir el-Mudir a reservoir?

At the end of the Abusir wadi, the water system flowed into a rectangular structure surrounded by ramparts, the function of which was previously unclear: Gisir el-Mudir, which is around 360 by 620 meters in size, lies a few hundred meters west of the Djoser pyramid and is considered to be the oldest structure made of hewn stone in Egypt. Its ramparts, several meters high, consist of a double row of walls, the space between which is filled with rubble. As Landreau and his colleagues now explain, the location and shape of Gisir el-Mudir suggest that this structure was also part of the water system: “Its western wall probably served as the first dam for the inflow of water from the Abusir wadi,” they explain. The water was slowed down and collected in the basin of this structure. River gravel and sediment settled there before the water was then channeled into a ditch surrounding the Djoser pyramid complex.



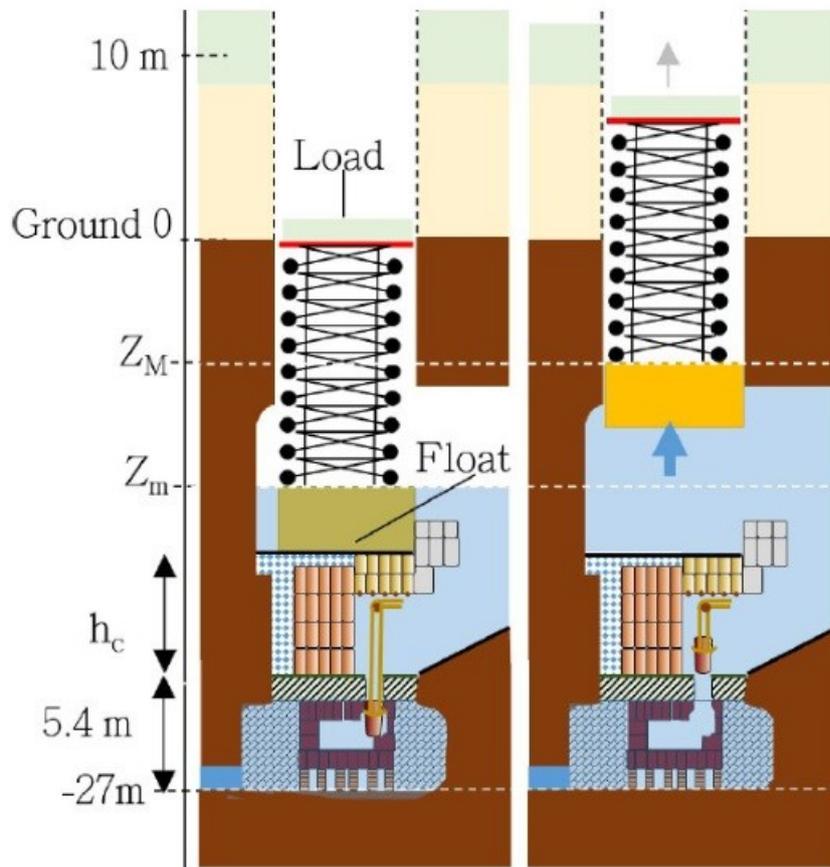
Flow of water from the caverns of the Deep Trench into the shafts of the Djoser Pyramid.  
© Landreau et al./ PLOS ONE, CC-by 4.0

## From the inflow to the pyramid

The crucial connection between the water inlet and the pyramid was a 27-meter-deep channel (“deep trench”) that was carved into the rock on the south side of the trench. “This deep channel connects at least three underground caverns, the walls of which are precisely cut out of the rock and from which a tunnel leads,” report Landreau and his team. “The perfect geometric alignment of these caverns parallel to the Djoser pyramid is remarkable.”

Even more exciting, however, is the fact that the cavern floor was at the same level as the bottom of the two main shafts inside the Djoser pyramid. Both are connected at their base by a 200-meter-long pipe. According to Landreau and his colleagues, this system suggests that water from the Abusir wadi was once channeled through the trench and the caverns into the substructure of the pyramid.

“Although the connection between the Deep Trench cavern and the pyramid's south shaft has yet to be found, it is highly likely that water was channeled through this system,” the researchers write.



This is how the hydraulic lifting mechanism for the stones could have worked. If a fold-out raft platform was used, the stones could have been lifted to a height of more than 17 metres.

© Landreau et al./ PLOS ONE, CC-by 4.0

## A hydraulic lifting device?

Once inside the pyramid, the inflow of water could have served as a drive for a hydraulic lifting system, as Landreau and his colleagues explain.

The water level in the two main shafts could be regulated by an ingenious system of heavy "plugs" hanging from cable winches. When the water rose in the shaft, a raft floating on the water carried it upwards with the stones needed for construction.

Using a model, the team calculated that the stones could be lifted up to a height of 17 meters and even higher with this hydraulic lift. If the water level in the shaft was lowered, a raft loaded with stones could also have served as a counterweight for a cable lift: using a cable and pulley construction, the builders could have pulled loads up on the outside of the pyramid or in other shafts.

## “No parallel in our civilization”

„This study provides, for the first time, an explanation for the function and construction process of several colossal structures at this Saqqara complex,” Landreau and his team state. “The hydraulic lifting mechanism is revolutionary for the construction of stone structures and has no parallel in our civilization. This technology sheds light on the excellent energy management and efficient logistics of this culture.”

The researchers assume that the pyramid builders of Saqqara also used common construction techniques such as ramps, rope hoists and pulleys in parallel with the hydraulic lifting system. “It is unlikely that ancient Egyptian architects used only one construction technique. Instead, different methods were used to adapt to the various constraints or unpredictable events such as a dry period,” they explain.

However, Landreau and his colleagues also admit that further research and excavations on site are needed to confirm their interpretation of the structures. Among other things, the connecting line between the caverns and the pyramid shafts has yet to be found.

(PLoS ONE, 2024; [doi: 10.1371/journal.pone.0306690](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306690))

Quelle: PLOS

Nadja Podbregar

Quelle:

<https://www.scinexx.de/news/archaeologie/geheimnis-der-pyramidenbauer-gelueftet/>

### **Comment by Rudolf Volz:**

*This technique was not suitable for building a pyramid, as the stone blocks had to be moved not only upwards but also sideways. Compared to the ramp technique, it lacked flexibility and efficiency.*

*If this hydraulic technology existed, it could have been used to lift a statue of a god by 15 m during the Nile flood. With this spectacle, the authorities could have shown their power and made a great impression on the people.*

*Perhaps Imhotep was later elevated to divine status because of this spectacle.*

Original article:

## **Geheimnis der Pyramidenbauer gelüftet? Altägyptische Djoser-Pyramide könnte mithilfe hydraulischer Lifte erbaut worden sein**



Die rund 63 Meter hohe Djoser-Pyramide in der altägyptischen Nekropole Sakkara ist die älteste Monumental-Pyramide Ägyptens.

© Ivica Gulija/ iStock

**Mit der Kraft des Wassers: Die altägyptischen Pyramidenbauer könnten eine überraschend fortgeschrittene Technik genutzt haben – hydraulische Aufzüge. Indizien dafür hat ein Forschungsteam an der Djoser-Pyramide in der Totenstadt Sakkara entdeckt. Demnach gab es dort ein ausgefeiltes Zuleitungssystem mit Sammelbecken, Gräben und Tunneln, über das Wasser in zwei Schächte im Pyramideninneren gelangte – und dort Flöße mit Steinen hob oder senkte.**

Die um 2650 vor Christus erbaute Stufenpyramide von Djoser in Sakkara ist die älteste der sieben großen Pyramiden Ägyptens. Die von Baumeister und Hohepriester Imhotep konzipierte Grabanlage wurde zum Vorbild für die Pyramiden von Gizeh, auch wenn diese die äußere Stufenform nicht übernahmen. Dennoch gilt das knapp 63 Meter hohe, aus rund 2,3 Millionen Kalksteinblöcken errichtete Bauwerk bis heute als Meilenstein der altägyptischen Monumental-Architektur. Der gesamte Djoser-Komplex mitsamt Nebenbauten ist der größte in ganz Ägypten.

„Die mit der Djoser-Pyramide demonstrierten Errungenschaften waren so groß, dass Imhotep im Neuen Reich sogar in den göttlichen Stand erhoben wurde“, erklären Xavier Landreau vom Paläotechnischen Institut in Paris und seine Kollegen. Wie genau die monumentale Djoser-Pyramide errichtet wurde, ist jedoch – ähnlich wie bei den anderen großen Pyramiden – noch strittig: „Bisher existiert kein allgemein akzeptiertes ganzheitliches Modell für den Pyramidenbau“, so die Archäologen. Meist geht man davon aus, dass die Steine mithilfe von Rampen, Rollen oder Flaschenzügen in die Höhe gehievt wurden.



Die Djoser-Pyramide, das Gisr el-Mudir und das Abusir-Wadi könnten Teil eines komplexen hydraulischen Wassersystems gewesen sein.

© Paleotechnic, Landreau et al./ PLOS ONE, CC-by 4.0

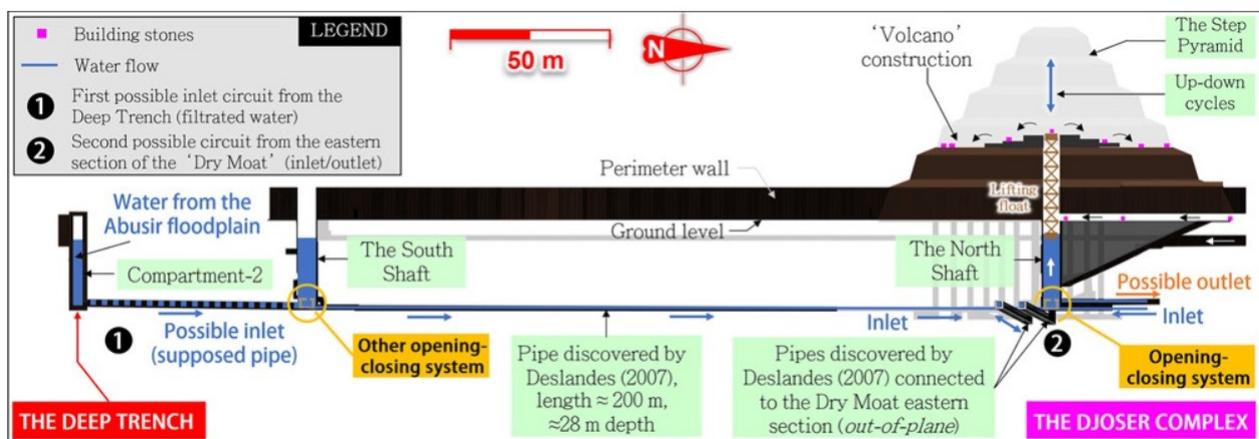
## Welche Rolle spielte das Wasser?

Doch Imhotep könnte für seinen Monumentalbau eine überraschend fortschrittliche Technik eingesetzt haben, wie Landreau und sein Team berichten. Sie haben das Gebiet rund um den Djoser-Pyramidenkomplex und die Strukturen in und an der Pyramide genauer kartiert und analysiert. Im Fokus stand dabei die mögliche Rolle von Wasser als Konstruktionshelfer. Von den Pyramiden von Gizeh ist bereits bekannt, dass ein Seitenarm des Nils wahrscheinlich beim Antransport der Steine half.

Auch die Djoser-Pyramide liegt in der Nähe eines heute ausgetrockneten Flussbetts, dem Abusir-Wadi. „Um den Zusammenhang des Abusir-Wadis mit dem Bau der Stufenpyramide zu untersuchen, haben wir erstmals auch das Einzugsgebiet westlich von Sakkara erstmals kartiert“, berichtet das Team. Dabei zeigten sich gleich mehrere zuvor unerkannte Becken und Kanäle, durch die bei periodischen Regenfällen größere Wassermassen in das Abusir-Wadi geleitet wurden.

## War Gisir el-Mudir ein Staubecken?

Am Ende des Abusir-Wadis mündete das Wassersystem in ein rechteckiges, von Wällen umgebenes Bauwerk, dessen Funktion bislang ungeklärt war: Das rund 360 mal 620 Meter große Gisir el-Mudir liegt einige hundert Meter westlich der Djoser-Pyramide und gilt als das älteste aus behauenen Stein errichtete Bauwerk Ägyptens. Seine mehrere Meter hohen Wälle bestehen aus einer Mauer-Doppelreihe, deren Zwischenraum mit Geröll gefüllt ist. Wie nun Landreau und seine Kollegen erklären, sprechen Lage und Form von Gisir el-Mudir dafür, dass auch dieses Bauwerk Teil des Wassersystems war: „Seine westliche Mauer diente wahrscheinlich als erste Staumauer für den Wasserzustrom aus dem Abusir-Wadi“, erklären sie. Das Wasser wurde gebremst und im Becken dieser Struktur gesammelt. Dort setzten sich Flussgerölle und Sediment ab, bevor das Wasser dann in einen den Djoser-Pyramidenkomplex umgebenden Graben geleitet wurde.



Fluss des Wassers von den Kavernen des Deep Trench in die Schächte der Djoser-Pyramide.

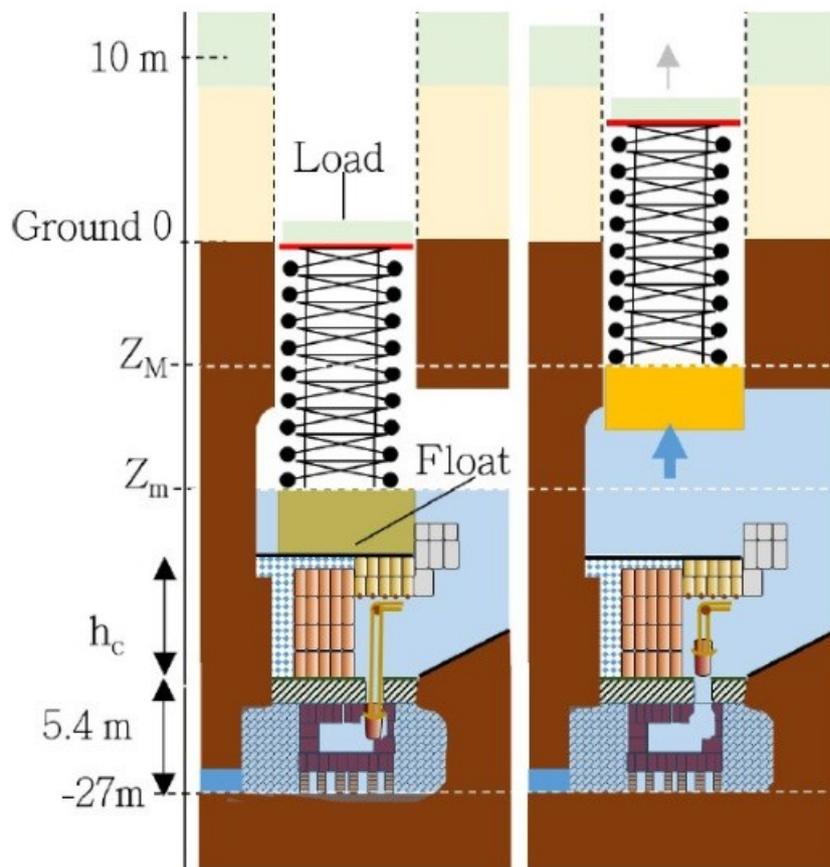
© Landreau et al./ PLOS ONE, CC-by 4.0

## Vom Zulauf bis in die Pyramide

Die entscheidende Verbindung zwischen Wasserzulauf und Pyramide bildete ein 27 Meter tiefer Kanal („Deep Trench“), der an der Südseite des Grabens in den Fels eingekerbt war. „Dieser tiefe Kanal verbindet mindestens drei unterirdische Kavernen miteinander, deren Wände präzise aus dem Gestein geschnitten sind und von denen ein Tunnel abgeht“, berichten Landreau und sein Team. „Die perfekte geometrische Ausrichtung dieser Kavernen parallel zur Djoser-Pyramide ist bemerkenswert.“

Noch spannender aber sei die Tatsache, dass der Kavernenboden auf gleicher Höhe lag wie der Grund der beiden Hauptschächte im Inneren der Djoser-Pyramide. Beide sind an ihrer Basis über eine 200 Meter lange Leitung miteinander verbunden. Nach Ansicht von Landreau und seinen Kollegen spricht diese Anlage dafür, dass einst Wasser aus dem Abusir-Wadi über den Graben und die Kavernen bis in den Unterbau der Pyramide geleitet wurde.

„Auch wenn Verbindung der Kaverne des Deep Trench und dem Südschacht der Pyramide noch gefunden werden muss, ist es höchst wahrscheinlich, dass Wasser über dieses System geleitet wurde“, schreiben die Forschenden.



So könnte das hydraulische Hebewerk für die Steine funktioniert haben. Nutzt man eine ausklappbare Floßplattform, könnten die Steine in mehr als 17 Meter Höhe gehoben worden sein.

© Landreau et al./ PLOS ONE, CC-by 4.0

## Ein hydraulisches Hebewerk?

Einmal in der Pyramide angekommen, könnte der Wasserzustrom als Antrieb für ein hydraulisches Hebesystem gedient haben, wie Landreau und seine Kollegen erklären. Dabei ließ sich der Wasserstand in den beiden Hauptschächten durch ein raffiniertes System aus schweren, an Seilwinden hängenden „Stöpseln“ regulieren. Wenn das Wasser im Schacht stieg, transportierte es ein auf dem Wasser schwimmendes Floß mit den für den Bau nötigen Steinen in die Höhe.

Mithilfe eines Modells errechnete das Team, dass die Steine mit diesem Hydraulik-Aufzug bis in 17 Meter Höhe und noch höher angehoben werden konnten. Wurde der Wasserspiegel im Schacht abgesenkt, könnte ein steinbeladenes Floß aber auch als Gegengewicht für einen Seilzug gedient haben: Über eine Seil- und Flaschenzug-Konstruktion könnten die Baumeister so Lasten außen an der Pyramide oder in anderen Schächten in die Höhe gezogen haben.

## „In unserer Zivilisation keine Parallele“

„Diese Studie liefert zum ersten Mal eine Erklärung für die Funktion und den Bauprozess gleich mehrerer kolossaler Strukturen dieser Anlage in Sakkara“, konstatieren Landreau und sein Team. „Der hydraulische Hebe-Mechanismus ist revolutionär für den Bau von Steinstrukturen und hat in unserer Zivilisation keine Parallele. Diese Technologie beleuchtet das exzellente Energie-Management und die effiziente Logistik dieser Kultur.“

Die Forschenden gehen davon aus, dass die Pyramidenbauer von Sakkara parallel zu dem Hydraulik-Hebesystem auch die gängigen Bautechniken wie Rampen, Seilzüge und Rollen nutzten. „Es ist unwahrscheinlich, dass die altägyptischen Architekten nur eine einzige Bautechnik verwendeten. Stattdessen wurden verschiedene Methoden eingesetzt, um sich an die verschiedenen Einschränkungen oder unwägbara Ereignisse wie eine Trockenperiode anzupassen“, erklären sie.

Allerdings räumen Landreau und seine Kollegen auch ein, dass erst noch weitere Forschungen und Ausgrabungen vor Ort nötig sind, um ihre Interpretation der Strukturen zu bestätigen. Unter anderem muss die Verbindungsleitung zwischen den Kavernen und den Pyramidenschächten noch gefunden werden.

(PLoS ONE, 2024; [doi: 10.1371/journal.pone.0306690](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0306690))

Quelle: PLOS

Nadja Podbregar

Quelle:

<https://www.scinexx.de/news/archaeologie/geheimnis-der-pyramidenbauer-gelueftet/>

*Kommentar von Rudolf Volz:*

*Diese Technik eignete sich in keinem Fall zum Bau einer Pyramide, da man die Steinblöcke nicht nur nach oben, sondern auch seitlich bewegen musste. Im Vergleich zur Rampentechnik fehlte hier die Flexibilität und die Effizienz.*

*Falls es diese Hydrauliktechnik tatsächlich gegeben haben sollte, hätte man mit ihr während der Nilflut den Pharao und die Hohen Priester um 10 m anheben können. Mit diesem Schauspiel hätte die Obrigkeit ihre Macht zeigen und das Volk mächtig beeindrucken können.*

*Vielleicht wurde Imhotep aufgrund dieses Spektakels später in den göttlichen Stand gehoben.*