



Das Pantheon lässt bis heute Romtouristen staunen. Das Bauwerk aus antikem Spezialbeton trägt nach wie vor die größte nicht durch Stahl verstärkte Betonkuppel der Welt.

Foto: Stefan Bauer

# Altes Rätsel des römischen Betons gelöst

Bauten im alten Rom und vor allem antike Häfen haben Jahrhunderte überdauert. Das liegt an einem speziellen Beton, dessen genaue Zusammensetzung bis heute Rätsel aufgibt. Forscher kamen nun mittels neuer Analysemethoden einem Geheimnis auf die Spur.

Klaus Taschwer

**Salt Lake City / Wien** – Das Pantheon in Rom ist bis heute eines der eindrucksvollsten Beispiele antiker Baukunst. Das um das Jahr 125 fertiggestellte Bauwerk besaß rund 1700 Jahre lang die größte Kuppel der Welt, und mit 43,4 Metern Durchmesser ist sie bis heute die größte Betonkuppel des Planeten, die nicht durch Stahl verstärkt ist. Dieses Meisterwerk wäre ohne den einzigartigen Beton nicht möglich geworden, dessen Herstellung Experten nach wie vor Rätsel aufgibt.

Wie man freilich (wieder) weiß, verwendete man in der Antike Reste von gebranntem Ziegelmaterial als Zuschlagstoff, was Risse verhindert. Von ganz besonderer Robustheit waren die Piers und Wellenbrecher der antiken Häfen: Deren Betonstrukturen würden sich, so Plinius der Ältere in sei-

ner *Naturalis historia*, im Meer zu einer Steinmasse formen, die für Wellen unzerstörbar sei und jeden Tag fester werden würde.

Wie ein Forscherteam um die US-Geologin Marie Jackson (University of Utah) im Fachmagazin *American Mineralogist* berichtet, hat Plinius allem Anschein nach nicht übertrieben: Während heutige Betonbauten durch die Einwirkung von Salzwasser in wenigen Dekaden spröde werden, exis-

tieren die Reste vieler antiker Häfen bis heute, und das Material ist im Laufe der Jahrhunderte tatsächlich fester geworden.

Das jedenfalls haben erste Analysen von Jackson bereits vor einigen Jahren ergeben: Der Beton enthält Tobermorit, ein in der Natur extrem seltenes Mineral, das für die extreme Stabilität sorgt. Im Labor sei es sehr schwer herstellbar: Selbst für geringe Mengen brauche man sehr hohe Temperaturen. „Niemand hat Tobermorit bei 20 Grad Celsius erzeugt“, sagt Jackson, „außer die Römer!“

Doch wie haben sie das gemacht? Die Forscher ließen den alten Beton mit neuen Methoden wie der Röntgenmikrodiffraktion und Mikrofluoreszenzanalysen

untersuchen und kamen so dem Rätsel auf die Spur. Wie bereits bekannt, rührten die Römer vulkanische Asche mit Kalk und Meerwasser zu Mörtel an. Mittels der sogenannten puzzolanischen Reaktion härtet dieser Beton dann langsam nach. Im Meerwasser kommt dazu, dass die vulkanische Asche herausgespült wird. In den Hohlräumen bilden sich dann Tobermorit- und Phillipsit-Kristalle, die mit ihren Plättchenstrukturen für die besondere Beständigkeit des Materials sorgen.

Trotz ihrer umfangreichen Recherchen – auch von antiken Texten – hat Jackson das genaue Rezept für den Wunderbeton noch nicht vollständig rekonstruieren können. Sie weiß aber mittlerweile auch, dass es auf die besondere chemische Zusammensetzung der Vulkanasche ankommt, die in dieser Form sehr selten ist.

Es gibt aber noch zwei weitere Gründe, warum der antike Beton den heute verwendeten aus Portlandzement wohl nur bei wenigen Anwendungen ersetzen könnte: Zum einen ist die Druckfestigkeit des modernen Betons höher, zum anderen erreicht er seine Festigkeit wesentlich schneller.



Eine antike Hafenmauer wird untersucht. Forscher fanden nun heraus, wie Salzwasser den Beton nach und nach härtete.

Foto: J. P. Oleson