

Bewährter Baustoff : vom gebrannten Ton der Sumerer bis zum rissfreien Mauerziegel

Autor(en): **Weiss, Ottokar**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Prisma : illustrierte Monatsschrift für Natur, Forschung und Technik**

Band (Jahr): **8 (1953)**

Heft 4

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-654013>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Bewährter BAUSTOFF

Vom gebrannten Ton der Sumerer bis zum rißfreien Mauerziegel

Von Ing. Ottokar Weiss

DK 691.822(091)

Ausgrabungen der Deutschen Orientgesellschaft vom Jahre 1899 bestätigten, daß die Sumerer in ihrer ersten Blütezeit, um 3000 v. Chr., bereits Bauten aus gebrannten Tonziegeln ausgeführt hatten. Während die Bewohner Mitteleuropas noch in Höhlen und Pfahlbauten hausten, sind im Tiefland am Euphrat, einer natursteinarmen Gegend, selbst der Diorit kam nur selten vor, bereits Herrscherpaläste mit 200 Sälen, Zimmern und Gängen sowie Tempel mit Treppen und Türmen aus gebranntem Ton gebaut worden. Auch Bauten aus luftgetrockneten Lehmziegeln wurden freigelegt. Einen besonderen Hochstand der Kultur aber stellten zweifellos die zahlreich vorgefundenen Wandornamente aus gefärbten, gebrannten Tonziegeln dar. Glasierte Ziegel fand man aus der zweiten babylonischen Blütezeit, wovon das Ziegelrelief im Tempel des Ninmach, als „Der Löwe von Babylon“, in die Kunstgeschichte eingegangen ist. Auch eine Bibliothek mit mehr als 22.000 mit Keilschrift versehenen Tontafeln wurde in Kiyundschik aufgefunden und stellt mit den beinhaltenden Liedern und wissenschaftlichen Abhandlungen über die Technik, Mathematik, Stern-, Erd- und Heilkunde die älteste Bibliothek der Welt dar.

Erst drei Jahrtausende später brachten die Römer die ihnen von den Ägyptern und Griechen überlieferten Bauweisen mit gebranntem Ton und bearbeitetem Naturstein (teils gebrannt und teils als Mischbauweise) mit ihren Legionen nach Mitteleuropa.

So lagerte im ehemaligen Vindobona, dem heutigen Wien, die X. römische Legion, und noch jetzt ist die Größe der ehemaligen Anlagen in ihren Grundzügen erkennbar.

Deutsche Heiztechniker setzten erst im Winter 1951/52 eine fast 2000 Jahre alte römische Fußbodenheizung in Betrieb, um die Anlage zu studieren und die Idee der heutigen Heiztechnik zunutze zu machen.

Diese und viele andere Funde zeugen von der Beständigkeit des gebrannten Lehms, der in Form von Mauerziegeln, aber auch als Dachziegel, Pflasterziegel usw., Jahrtausende überdauerte.

Mit dem Abzug der römischen Besatzung aus Mitteleuropa trat hier die Ziegelbaukunst zurück, um erst im Mittelalter der Baukunst zu neuer Pracht zu verhelfen. Es beginnt die dominierende Stellung des gebrannten Ziegels. Ist es der Dom zu Ratzeburg, das Holstentor oder die Marienkirche zu Lübeck, sind es die giebelreichen Bürgerhäuser oder die Ziegelburgen des Deutschen Ritterordens, die den Ziegel zu seiner beherrschenden Vollendung führen (Abb. 5). Wie sehr sich auch die Baustile nach Zweck und Kultur-epoche in den nachfolgenden Jahrhunderten geändert haben mögen, eines haben alle gemeinsam: der Kern — der Ziegel — blieb. Für ihn gab es keine Vergänglichkeit.

Der Fortschritt der Technik, insbesondere in den letzten Jahrzehnten brachte es mit sich, daß man seine Herstellung und seine Eigenschaften einer kritischen Betrachtung unterzog. Es begann die Zeit seine Eigenschaften zu erkennen und in Zahlen auszudrücken. Zahlreiche Forschungslaboratorien und Versuchsanstalten wurden von der Ziegelindustrie für diese Arbeiten herangezogen.

In der Herstellung der Ziegel aus gebranntem Ton hat sich seit der Zeit der Römer im Prinzip nichts geändert, nur die Leistungsfähigkeit der Werke wurde durch Zuhilfenahme von Maschinen gesteigert, und damit der stark ver-



Abb. 1. Das „Heidentor“ bei Petronell mit seinem 6 m weit gespannten Ziegel-Gewölbebogen zwischen zwei massigen Türmen ist nur einer der vielen antiken Ziegelbauten, die Jahrtausende überdauerten

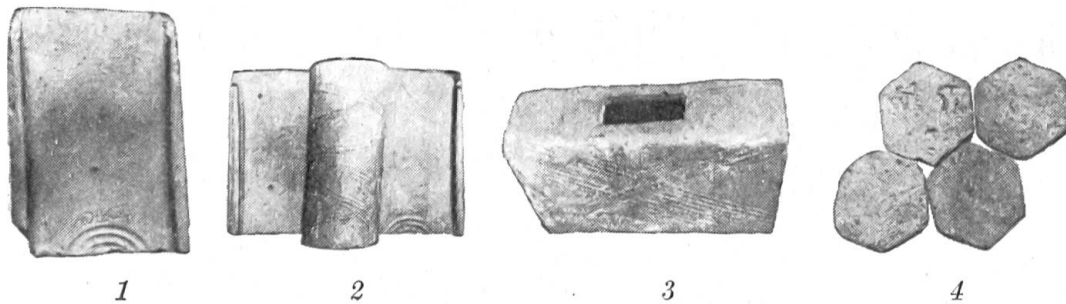


Abb. 2. Römische Ziegel:
 1 = Dachziegel (tegula).
 2 = Zwei Dachfalzziegel mit darüberegelegtem Firstziegel (imbrex).
 3 = Heizrohr (tubulus).
 4 = Pflasterziegel (kornisch, sechskantig)

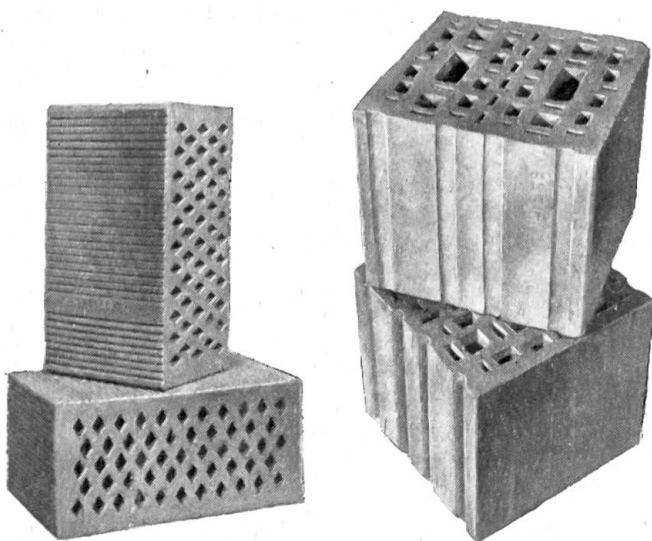
größerten Nachfrage Rechnung getragen. Als Ergebnis dessen wird heute der Lehm und Ton nicht mehr von Hand mit der Haue abgegraben, sondern mit Baggern verschiedenster Bauart oder mit Greifern geschürft, nicht mehr auf Handkarren oder Pferdegespannen zum Transport verladen, sondern gleich in Muldenkippern, Seilbahnkörben oder mittels Förderbänder in die Aufbereitungsanlage transportiert. Ebenso stehen für das Mischen der gewonnenen Tone und Lehme mit Wasser zur nötigen Plastifizierung Aufbereitungsmaschinen, wie Kollergang, Feinwalzwerk, Doppelwellenmischer u. dgl., statt dem mühseligen Kneten von Hand oder Treten des Materials, zur Verfügung. Zur Homogenisierung des Materials für besonders hochwertige Ziegel wird dieses durch einige Monate langes Lagern in Sümpfen oder klimatisierten Mauerkellern verbessert. Die Römer lagerten das Rohmaterial oft jahrelang in Tongruben, wobei es von Zeit zu Zeit immer wieder durchgeknetet werden mußte. Das Formen des so vorbereiteten Materials erfolgt, selbst für die kompliziertesten Formen der Dach- und Mauerziegel, auf automatischem Wege durch Strang- und Revolverpressen. Auch das Brennen der Ziegel erfolgt nach vorheriger Lufttrocknung nicht

mehr in Meilern, sondern in wirtschaftlichen Ring- oder Zickzacköfen, bei taktweisem Feuerungsvorschub und kontinuierlichem Ziegelausstoß.

Welchen Anforderungen muß der Mauerziegel entsprechen? Seine Form soll so sein, daß er leicht und einfach verlegt werden kann. Trotz Billigkeit und geringem Gewicht soll seine Druckfestigkeit im tragenden Mauerwerk genügende Sicherheit für die Bewohner bieten. Er soll das Raumklima behaglich beeinflussen, äußere Temperaturschwankungen dämpfen und Heizkosten sparen helfen.

Als Unterlage für die Wahl des richtigen Steinformates wäre zu sagen, daß der Ziegel bei möglichst kleinem Gewicht möglichst groß sein soll. Mit der Größe des Einzelelementes und mit der Schnelligkeit, mit der dieses in die Mauerschar eingefügt werden kann, wächst der Baufortschritt, und damit die Rentabilität. Aus dieser Erwägung heraus sind Kleinstformate unwirtschaftlich. Größtformate bringen aber ein großes Gewicht, das auf den Baufortschritt hemmend wirkt. Um das Gewicht zu verringern, hat man horizontale oder vertikale Hohlräume angeordnet. Durch Versetzen der Hohlräume entsteht ein größerer Wärmeweg und es verbessern sich die wärmetechnischen Eigenschaften, da die Stege von der Innen- zur Außenseite des Steines eine Verlängerung erfahren, und überdies die Luft als sehr schlechter Wärmeleiter mitdämpfend wirkt. Auf diese Weise ist eine Gewichtersparung von 30% und mehr gegenüber dem Vollziegel erreichbar. Gleichzeitig nimmt zwar die Druckfestigkeit ab, aber auch die Belastung des tragenden Mauerwerkes wird durch das verringerte Körpergewicht kleiner.

Eine weitere, aber wenig angewandte Methode das Ziegelgewicht zu reduzieren, ist die Einführung künstlicher Poren, oder besser allseitig geschlossener Hohlräume. Dies hätte den Vorteil der Horizontallochziegel und Vollziegel bezüglich des Mörtelverbrauches ohne den Nachteil ersterer, nämlich deren geringere Druckfestigkeit. Als Vollziegel wird auch noch der Wabenziegel mit seinen vielen schmalen Schlitzen, die insgesamt nicht mehr als 15% der gesamten Ziegelfläche



Links: Abb. 3. Gitterziegel (2 Normalziegel). — Rechts: Abb. 4. Großformatiger Hohlziegel (6 Normalziegel)

ausmachen, angesprochen. Eine Weiterentwicklung des Wabensteines ist der mit gitterförmigen Stegen oder schmalen, versetzten Schlitzten ausgebildete Gitterstein.

Die Ziegel müssen frei von Kalkeinschlüssen sein und dürfen nach Durchnässung keine Ausblühungen zeigen.

Sie müssen einen Mindestwärmeschutz aufweisen, ebenso wie ein Mindestmaß an Wärmespeicherung von Wänden und Decken verlangt

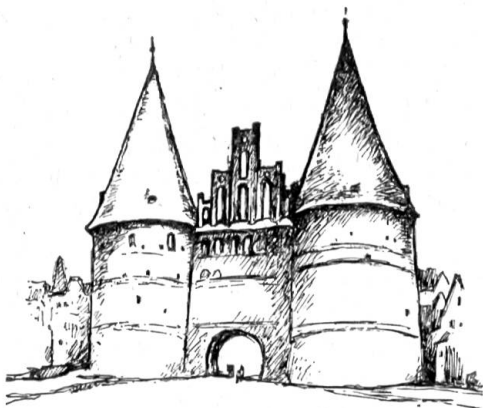


Abb. 5. Ziegelbauten aus dem Mittelalter

wird. Diese ist notwendig, um Kondenswasserbildung an Innenwänden bei Heizpausen zu vermeiden sowie zum langsameren Abklingen der Raumtemperatur nach den Heizzeiten. Damit ist größere Dämpfung von Außentemperaturschwankungen gegeben und periodische Heizzeiten setzen bei höheren Raumtemperaturen ein. Auch dies wird von den Hohlziegeln im allgemeinen erfüllt, denn ein guter Hohlziegel für 25 cm dicke Mauern hat eine Wärmedämmung gleich einer 52 cm dicken Vollziegelmauer und wirkt wärmespeichernd wie eine 25 cm dicke Vollziegelmauer.

Der wesentlichste Punkt der Bewertung des Mauerziegels ist aber seine Druckfestigkeit. Mit seinen mühelos erreichbaren Druckfestigkeiten von 200 bis 600 in weiten Grenzen von 80 bis 800 kg/cm² empfiehlt er sich selbst für Hochbauten. Wie hoch in dieser Richtung die Qualität des Mauerziegels einzuschätzen ist, zeigen die vor nur wenigen Jahren in Wien abgetragenen 300 bis 400 Jahre alten Ziegelhäuser, deren Steine Druckfestigkeiten von 100 und 200 kg/cm² aufweisen.

Unsere Prüfmethode sind heute soweit gediehen, daß selbst Mauerwerkskörper und Pfeiler in Geschoßhöhe in Prüfmaschinen einer Belastungsprobe unterzogen werden können. Erst diese Prüfungen haben es ermöglicht, die stati-

schen Berechnungen durch einwandfreie Festigkeitsziffern zu untermauern.

Die erste Erkenntnis des Rückschlusses von der Ziegelfestigkeit zur tatsächlichen Mauerwerksfestigkeit war, daß die Sicherheiten an tragenden Ziegelkörpern zu hoch angesetzt waren. Es hat sich ferner gezeigt, daß man von einer Steinfestigkeit nie genau auf die Mauerwerks- oder Pfeilerfestigkeit schließen kann, ohne rigorose Sicherheiten einzukalkulieren. Außer dem Schlankheitsgrad der Pfeiler und Mauern ist die Größe der Steine, ihre Hohraumordnung, ihre Saugfähigkeit, die Größe der Maßabweichungen der Steine untereinander, die Zugfestigkeit des Mörtels und seine Haftfähigkeit am Stein sowie das Verhältnis des Elastizitätsmaßes vom Stein zum Mörtel maßgebend für die zu erwartenden Pfeilerfestigkeiten bei gegebenen Steinfestigkeiten. Um noch wirtschaftlicher zu bauen und die Steineigenschaften bestens ausnützen zu können, wird es notwendig sein, gerade die Mauerziegel, denn andere, z. B. Schlackenbetonsteine, werden nie ein gleichgroßes Festigkeitsbereich aufweisen, in kleinere Festigkeitsgruppen zusammenzufassen und diesen Gruppen unter Berücksichtigung der oben erwähnten Beeinflussungsmöglichkeiten getrennt, auf Grund von Festigkeitsversuchen an Pfeilern, die zulässigen Spannungen zuzuweisen. Bei laufender Produktion entnommenen Ziegeln zur Güteüberwachungsprüfung wird jeweils zur Sicherheit des Erzeugers und Bauherrn nachgewiesen, daß der Stein bzw. Ziegel in der richtigen Gruppe eingestuft ist.

Ein in der Fabrik hergestellter Baustoff wird sich dabei immer durch gleichmäßigere Güte auszeichnen, als ein auf der Baustelle erzeugter Baustein. Dies ist nicht nur bedingt durch die leichtere und laufende Kontrolle der Produktion, sondern vor allem, weil in einem geschlossenen Betrieb störende Einflüsse, die mitunter örtlich oder witterungsmäßig bedingt sind, nicht so auf die Erzeugung Einfluß nehmen können.

Den vorläufigen Höhepunkt hat der Ziegel bei dem Bau der Hochhäuser in Basel erreicht. Es ist die einzige Stadt in der Schweiz, die schon seit 1930 eine Verordnung für den Bau von Hochhäusern hat, wobei unter einem Hochhaus ein Gebäude zu verstehen ist, das bei einer geringsten Höhe von 28 m wenigstens 10 Geschosse hat.

Für die Erbauung der Hochhäuser stellte man auch an die Ziegel besondere Anforderungen. Zur Vermauerung gelangten Rundlochziegel mit den Abmessungen 25 × 12 × 9,5, 30 ×

15 × 9,5 und 25 × 18 × 9,5 cm mit einer minimalen Druckfestigkeit von 300 kg/cm² bei Streuungen von maximal 20%. Die Ziegellieferungen wurden von der Bauleitung laufend kontrolliert. Pro Stockwerk und Haus waren mindestens ein Druckversuch und die Wasserauf-



Abb. 6. Die Hochhäuser in Basel

nahmefähigkeitsbestimmungen nach der EMPA-Vorschrift durchzuführen. Diese durfte nicht mehr als 12 g/dm²/min betragen.

Die gleichen Vorschriften galten für den Mörtel, von dem der Sand auf Lehmgehalt und organische Bestandteile, die Kornzusammen-

setzung sowie die Biegezug- und Druckfestigkeit an Prismen 4 × 4 × 16 cm im Alter von 28 Tagen laufend geprüft wurde.

Von den Prüfungsvorschriften war wesentlich, daß die Fugenstärke 15 mm nicht überschreitet, die Lagerfugen horizontal, die Stoßfugen mit Mörtel gefüllt, die Maueranschlüsse im Verband gemauert und nach dem Setzen die Steine nicht mehr horizontal verschoben werden.

Die Hochhäuser stehen mit ihren 160 cm breiten Streifenfundamenten auf Rheinschotter mit 1 mm zulässiger Einsenkung bei 4 kg/cm² zulässiger Bodenpressung. Keller und Erdgeschoß sind in Stahlbetonkastenkonstruktion mit 25 bis 30 kg/m³ Stahlverbrauch ausgeführt. Die Gebäudehöhen sind 36,31 m über Fundament und 41,39 m ab Fundament. Das gesamte Mauerwerk der 12 Geschosse ist als Ziegelmauerwerk ausgeführt, wobei die Umfassungswände 38 cm, die tragenden Innenwände 18 cm im ersten und zweiten Stock und darüber 15 cm, die nichttragenden Trennwände 12 cm stark sind.

Diese Hochhäuser zeigten, daß der Ziegel auch für solche Konstruktionen geeignet ist und somit wurde neuerlich der Beweis erbracht, daß seit Jahrtausenden der Ziegel ein bewährter und immer gern verwendeter Baustoff ist, wenn gleich er im Laufe der Zeit manche Veränderung erfuhr.

Gibt es eine Sicherung gegen Radarpeilung ?

Die Möglichkeit, Flugzeuge gegen Radarpeilung zu sichern, beschäftigt die Konstrukteure seit längerer Zeit. Ein neues, besonders verstärktes Kunststoffmaterial verspricht, dieses Ziel zu erreichen. Bisher wurden probeweise und mit gutem Erfolg verschiedene Flugzeugteile aus dem neuen Material von einer amerikanischen Firma hergestellt. Weitere Untersuchungen zeigten, daß der neue Werkstoff fast vollständig „elektronisch transparent“ ist. Das bedeutet, daß die meisten Radarwellen durch den Kunststoff zur Gänze hindurchgehen und nur ein ganz geringer Prozentsatz von dem Material verschluckt wird. Die Reflexion in das suchende „Auge“ eines Radarempfängers ist praktisch gleich Null. Das bedeutet, daß das Radarziel von einem ganzen Flugzeug auf einige wenige die Radarwellen reflektierende Metallteile — hauptsächlich im Motor — verringert wird. Das spärende Radarauge müßte sich außerordentlich anstrengen, um ein Flugzeug oder ferngelenktes Geschloß ausnehmen zu können, das aus diesem Stoff besteht.

Das bei den Versuchen verwendete Material, Faser- glas mit Bakelit-Kunstharzüberzug, dürfte auch die Lösung der Temperaturprobleme des Überschallflugzeuges bieten. Die Wirkung hoher Tempera-

Kunststoffmaterial als „Tarnkappe“

DK 621.396.9.004.92

turen auf diesen verstärkten Kunststoff ist nämlich bedeutend geringer als auf Leichtmetallegerungen. Bekanntlich entsteht durch die bei extrem hohen Geschwindigkeiten auftretende Reibungswärme ein kritisches Problem. Ein Flugzeug, das in Seehöhe 2000 km/h zurücklegt, kann sich stellenweise bis zu 150° C erhitzen. Oberhalb dieser Temperatur aber nimmt die Festigkeit von Aluminium rapid ab, wodurch die Maschine an Flugsicherheit einbüßt. Das neue Material dagegen kann Temperaturen bis zu 260° C ohne merklichen Festigkeitsverlust standhalten. Dabei biegen sich bestimmte, mit dem neuen Kunstharz behandelte Typen von Glasgewebe unter gleicher Belastung nicht mehr durch als Aluminium- oder Magnesiumlegierungen; auch ist das Glas-Kunststoffmaterial leichter als Aluminium und gegen die korrodierenden Einflüsse von Meerwasser, Luft, hoher Feuchtigkeit, Flugzeugkraftstoffen, hydraulischen Flüssigkeiten und Schmierölen unempfindlich.

Die Billigkeit des Werkstoffs und seine einfache Verarbeitungsweise aber sind nicht minder ausschlaggebend für die geplante Verwendung. Nach Ansicht von Fachleuten wird man schon in nächster Zeit ganze Tragflächen- und Rumpfkonstruktionen nach diesem umwälzenden Verfahren herstellen können.