

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 66 (1948)
Heft: 32

Artikel: Mass und Zahl in der Baukunst der Alten
Autor: Krischen, Fritz
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-56774>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Mass und Zahl in der Baukunst der Alten

Von Prof. Dr. FRITZ KRISCHEN, Lübeck

DK 72.032.5

Die oft bemerkte Verwandtschaft zwischen Baukunst und Tonkunst spricht sich vornehmlich darin aus, dass Mass und Zahl aufs engste mit ihren Schöpfungen verbunden sind, wobei man allerdings nicht übersehen darf, dass die musikalischen, durch die Noten dargestellten Zahlenverhältnisse ausschliesslich harmonischer Natur sind, während die Baukunst auch mit völlig amüsischen Zahlen und Massen, baupolizeilichen, wirtschaftlichen, technischen überschwemmt ist, und zwar bis zu einem Grade, der die harmonischen nur zu oft vergessen liess. Und doch kann es auch der praktischen Baukunst nur dienlich sein, wenn die vernachlässigte Harmonielehre von Mass und Zahl ernstlicher gepflegt wird, und dazu bietet gerade die Beschäftigung mit der Baukunst der Alten vorzügliche Möglichkeiten. Zwar ist in neuerer Zeit wiederholt versucht worden, die Zauberformel zu finden, die ein für alle Mal das Geheimnis architektonischer Schönheit enthüllen soll — der eine hat sie im «Achtort», der andere im Goldenen Schnitt, ein dritter im Sechseck oder sonstwo gefunden. Gewiss sind alle diese Formeln oft genug verwendet worden, indessen darf doch nicht das Verhältnis der Nachträglichkeit verkannt werden, das sie zu der ursprünglichen künstlerischen Konzeption in jedem Falle haben. Noten und Masse sind lediglich Hilfen zur Mitteilung und damit zur Verwirklichung eines musikalischen oder architektonischen Gedankens, als solche freilich von hoher Wichtigkeit und auch im Stande, verloren gegangene Kunstwerke sozusagen als Projekt oder Partitur wiederfinden zu helfen, wofür im folgenden einzelne prominente Beispiele und zwar aus der babylonisch-jonischen Antike vorgebracht werden sollen.

Das erste sei der *babylonische Turm*, seit Jahrtausenden beliebtes Spielzeug der Volksphantasie, Fata Morgana und Wolkenschloss, tatsächlich aber ein durchaus greifbares, letztes und reifstes Erzeugnis babylonischer Monumentalbaukunst zur Zeit ihrer letzten Blüte im neubabylonischen Reich (rd. 600 v. Chr.) unter den Königen Nabopolassar und Nebukadnezar. Als das vornehmste Heiligtum einer Weltstadt war er wie die Peterskirche in Rom natürlich von bedeutenden Architekten erbaut, deren Methoden kennen zu lernen nicht uninteressant sein möchte und auch möglich sein müsste; handelt es sich doch um ein Werk, von dem wir so viele Einzelheiten kennen, dass eine gesicherte Rekonstruktion davon zu erwarten ist, obgleich die Assyriologen schon ein Menschenalter hindurch darüber gestritten haben, ohne zu einem überzeugenden Ergebnis gelangt zu sein. Es ist hier nicht der Raum, die an sich reizvolle Geschichte des Problems zu verfolgen, oder frühere Versuche einzeln zu kritisieren. Offenbar sind sie gerade daran gescheitert, dass sie es nicht vermochten, die so zahlreich überlieferten Tatsachen miteinander in Uebereinstimmung zu bringen, während der Schlüssel des Rätsels unzweifelhaft in der Harmonie verborgen ist, die sämtliche Gegebenheiten auf einen Nenner bringt, und wie wir sehen werden, in Mass und Zahl besteht. So verspricht eine ausführliche Behandlung gerade dieses Problems einen Beitrag zur Harmonielehre der Baukunst, der vielleicht auch heute noch einigen Wert besitzen könnte.

Zunächst einmal kennen wir die Gattung ziemlich gut, der unser Bauwerk angehört, besaßen

doch alle grösseren Städte im Lande Sinear, dem untern Mesopotamien, solche Zikkurat genannte Türme, von denen der babylonische allerdings wohl der mächtigste war. Alle diese Türme, soweit wir ihre Ruinen kennen, stellen gewissermassen stilisierte Berge dar, die auf ihrem Gipfel einen Himmelstempel trugen und durch eine grosse Freitreppe wie durch eine Himmelsleiter zugänglich waren. Dagegen ist nicht der geringste Anhalt dafür vorhanden, dass einer dieser Türme in Form einer Wendeltreppe angelegt war, einer riesigen Schnecke, wie man sich in der Art von Breughels bekanntem Bilde in Wien die Sache allerdings ganz gut vorstellen könnte. In die wissenschaftliche Diskussion aber gehört diese Vorstellung nicht und ebensowenig in encyclopädische Werke wie Wasmuths Lexikon der Baukunst und die Encyclopädia Britannica. Wie dem auch sein mag, hier müssen wir uns lediglich an die Aussagen halten, die uns für den einen babylonischen Fall, den Turm von Etemenanki, wie er in den keilschriftlichen Quellen heisst, zur Verfügung stehen. Zunächst die biblische Legende, der die Popularität des Gebäudes entspringt, gibt für die exakte Rekonstruktion so gut wie gar nichts aus, auch ist der Sinn der Sache völlig ins Gegenteil verkehrt: nicht um einen Ausbruch frevelhaften Uebermutes handelt es sich, der den Himmel stürmen will, sondern um ein Werk grossartiger Frömmigkeit, ein Gebet an den höchsten Himmels-gott, zur Erde niederzusteigen, eine Verkörperung sozusagen der ersten Bitten des Vaterunsers. Wenn Menschen, die Nebukadnezar aus ihrer Heimat verschleppt hatte und Steine zu seinen Bauten tragen liess, kein besonders freundliches Verständnis für diese Dinge aufbrachten, ist das nur allzunatürlich. Dass der Turm, den die Juden des Exils vor Augen hatten, gar nicht derjenige der sagenhaften Vorzeit sein konnte, will weniger besagen, da der späte Neubau höchstwahrscheinlich an der selben geweihten Stätte wie der erste stand und wohl auch in wesentlichen Zügen mit ihm übereinstimmte.

Einen greifbaren Anhalt für die Lösung des Problems gibt zuerst der alte Herodot, der Vater der Geschichte, der in der Mitte des fünften Jahrhunderts selber vor dem Turm von Etemenanki gestanden hat. Er schildert «das Heiligtum des Zeus Belos mit ehernen Toren» wie folgt: «Das war zu meiner Zeit zu sehen, ein Viereck, von dem jede Seite zwei Stadien beträgt. Inmitten dieses Heiligtums ist ein massiver Mauerklotz (griechisch «pyrgos» bedeutet Turm, aber auch Gebilde von weit geringerer Höhenentwicklung, als wir sie uns unter Türmen vorstellen) ein Stadion in Länge und Breite und auf diesem Klotz stand ein anderer Klotz und auf diesem wieder ein anderer bis zu acht Türmen. Ein Aufstieg, der zu ihnen hinaufführt, ist aussen rings um alle Türme herum

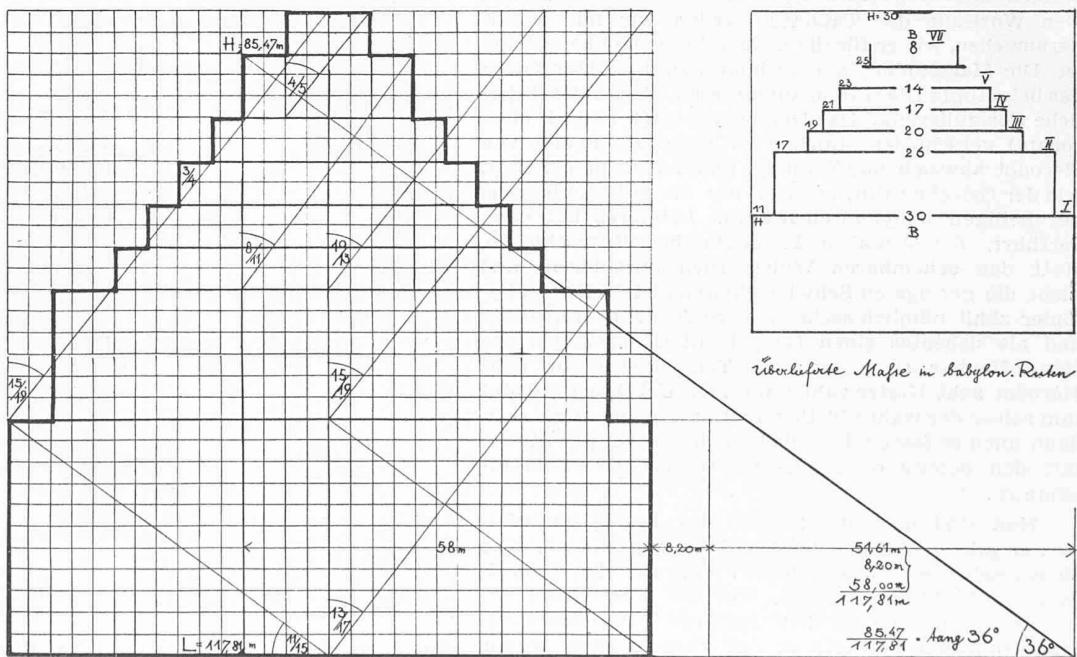


Bild 1. Diagramm des Entwurfs zum Turm von Babel. Rekonstruktion von Fritz Krischen. Cliché «NZZ»

angelegt. Inmitten des Aufstiegs aber befindet sich ein Ruheplatz und Sitze zum Ausruhen, wo sich niederlassen und ausruhen kann, wer hinaufsteigt. In dem letzten Turm ist oben drauf (epestin) ein grosser Tempel und in dem steht ein grosses schön bereitetes Bett und daneben ein goldener Tisch. Aber ein Götterbild ist darin nicht aufgestellt, auch hält sich nachts kein Mensch dort auf, ausser einer Frau, die in Babylon zuhause ist und die der Gott selber von allen auserwählt hat, wie die Chaldäer erzählen, welche Priester dieses Gottes sind». — Allgemein ist zu den Angaben Herodots zu sagen, dass sie sich überall bewähren, wo er offenbar aus eigener Beobachtung spricht. Wo er auf Fragen angewiesen war, namentlich nach grösseren Massen (er ging wohl nicht mit einem Bandmass umher) stimmen die Zahlen so schlecht wie bei orientalischen Aussagen überhaupt. So hat der Turm in der Tat nicht ein Stadion (rd. 180 m) Seitenlänge, sondern nur halb so viel. Aber als unerschütterliche Voraussetzung für die Rekonstruktion bleibt bestehen, dass er acht Absätze gesehen hat, wobei ihm, wohl durch die Erklärung seiner Führer, bewusst war, dass die beiden letzten zusammengehörten: «in dem letzten» das wäre also Numero 7 «ist oben drauf ein grosser Tempel» der also Numero 8 sein muss. Sonstige Beschreibungen, die wir im griechisch-römischen Schrifttum besitzen, wiegen insgesamt nicht diese eine auf, die aus persönlicher Beobachtung entspringt, während die andern erst geschrieben wurden, als der Turm längst abgetragen war.

Das zweite grundlegende Faktum ist die Ruine des Turmes selber, wie sie die deutsche Ausgrabung unter der Leitung Robert Koldeweys zu Tage gefördert hat (1913). Diese Ruine ist ein voll gemauertes Quadrat von etwas mehr als 91,50 m Seitenlänge, das aus einem Kern von ungebrannten Ziegeln besteht. Der Kern, etwa 61 m im Quadrat betragend, ist umgeben von einer über 15 m dicken Schale aus gebrannten Ziegeln, die aber nicht ausgereicht hat, den Bau vor Verfall zu schützen, wenn erst einmal die Regenfeuchtigkeit des Winters in das Innere drang und es zum Quellen brachte. Die Aussenseiten des Quadrats sind durch je zwölf Pilaster gegliedert, die einen Fuss vorspringen. Der Südseite des Quadrates ist eine dreiarmlige Treppe so vorgelegt, dass ein längerer Arm rechtwinklig auf die Mitte zuführt, während die beiden kürzeren sich symmetrisch dazu an die senkrechte Mauermaße anlehnen. Der Steigungswinkel beträgt 36° . Somit haben wir wenigstens den untersten Grundriss genau, wenn auch die erhaltene Höhe gering ist.

Das dritte und ergiebigste Datum ist ein keilschriftliches Dokument aus der Seleukidenzeit, dessen genaue Datierung umgerechnet den 12. Dezember 229 v. Chr. bedeutet. Es ist die Abschrift eines geheimen Aktenstücks, das zahlreiche Masse des damals bereits abgetragenen Turmes enthält, eine Tontafel, die unter dem Namen des Schreibers Anu Bel-Shunu bekannt ist. Den Wortlaut der Tablette werden wir nur soweit heranziehen, wie er für die Lösung besonders bedeutsam ist. Die Masszahlen, die sie bietet, sind leichter durch das beigefügte Diagramm aufzufassen, als durch schriftliche Formulierung. Das Diagramm zeigt (Bild 1, oben rechts) verschiedene Lücken der Tablette und eine von Herodot abweichende Zählung, nämlich nicht bis acht, wie der Grieche zählt, sondern nur bis sieben, übrigens der heiligen babylonischen Zahl. Letzteres hat dazu verführt, die Angaben Herodots beiseitezuschieben, statt den scheinbaren Widerspruch aufzulösen, was nicht die geringsten Schwierigkeiten bietet. Der Babylonier zählt nämlich sechs massive Sockel übereinander und als siebentes einen Tempel mit Obergemach, das sich offenbar so stark vom Tempel absetzte, dass Herodot acht Klötze zählen musste. Uebrigens scheint ihm selber der wahre Tatbestand aufgegangen zu sein, denn auch er fasst schliesslich die beiden letzten Stücke mit den bereits oben zitierten Worten zu einem zusammen.

Nun sind noch die Lücken des Textes auszufüllen; er gibt die Gesamthöhe mit 15 Doppelruten, also 30 einfachen an — wir werden stets für eine Doppelrute zwei einfache setzen, was die Vorstellung erleichtert — und da die Seite des Grundquadrates ebenfalls 30 Ruten beträgt, ist der ganze Aufbau in ein Quadrat von 30×30 einzutragen. Die Quadratseite ist

mit $91\frac{1}{2}$ m zu messen, so beträgt die babylonische Rute 3,05 m. Die Einzelmasse der Absätze betragen 11 für den ersten, 6 für den zweiten, je 2 für den dritten bis fünften, 5 für den zu teilenden siebenten, das macht zusammen 28, bleiben 2 für den sechsten, der im Text vergessen ist; er hat also die selbe Höhe wie drei bis fünf, dürfte also auch sonst diesen Absätzen entsprechen. Dass von vier gleichartigen Stücken eines vergessen ist, erscheint bei einer Abschrift wohl als die natürlichste Annahme. Dann wäre noch die Höhe von 5 Ruten für Tempel und Obergemach zu teilen. Da die voraufgehenden vier Absätze alle je 2 Ruten hoch sind, muss der Tempel mindestens 3 betragen, um sich abzuheben, also etwas mehr als 9 m, was durchaus genügt, so dass für das Obergemach 2 Ruten bleiben, also gut 6 m, was ausreicht, aber auch nicht weniger sein dürfte. Die Seitenlängen des Tempels sind angegeben und fehlen zunächst für das Obergemach, ergeben sich aber aus den Einzelheiten des Tempelgrundrisses, wie wir noch sehen werden. Wir dürfen demnach das Querschnittsdiagramm wie in Bild 1, links, zeichnen und nunmehr nach dem Leitgedanken seines Entwurfes fragen. Vorher aber noch eine auffällige Bestätigung des bisherigen Ergebnisses, die sich aus den Treppen herleiten lässt.

Die unteren Anfänge aller drei Läufe sind natürlich nicht allein aus dem Grundriss zu verstehen, sondern eher aus ihren Zielpunkten. Der Zielpunkt für die beiden symmetrischen Wandtreppen ist die Mitte der Oberkante des untersten, 11 Ruten hohen Sockels. Von diesem Punkte aus im Winkel 36° gezogene Gerade treffen auf die erhaltenen Treppenanfänge, die bezeichnenderweise nicht aus der Ecke des Turmes — dann wären sie durch den Grundriss bestimmt —, sondern ein Stück davor anfangen. Das kann man sich mit Hilfe des Bildes 2, der Hauptansicht von Süden, vorstellen, wenn es da auch nicht direkt eingetragen ist. Natürlich können die Treppen nicht ganz bis zu ihrem Zielpunkt geführt werden, sondern die Spitze des Dreiecks, das die Steigungsschragen bilden, muss so abgeschnitten werden, dass sich eine vernünftige Höhe für die Brüstung und eine zum Bau passende Breite des Podestes ergibt. Der dritte längste Lauf, der nicht dem Verkehr gedient haben kann, sondern für den herniedersteigenden Himmelsgott bestimmt war, zielt ganz entsprechend auf den höchsten Punkt seines Tempels, auf die Oberkante der Zinne an der Nordseite, s. Bild 1, linkes Diagramm. Die Höhenlage dieses Punktes ist mit absoluter Genauigkeit zu berechnen, ebenso die Horizontale, die Fuss-

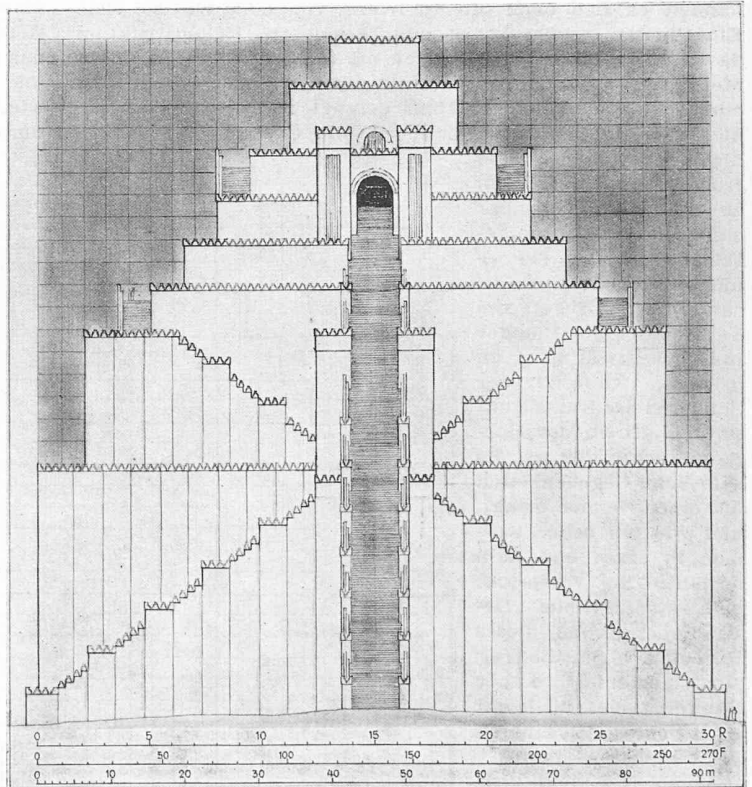


Bild 2. Etemenanki, der Turm von Babel, Hauptansicht von Süden mit der Treppenanlage. Rekonstruktion von Fritz Krischen

punkt der Höhensenkrechten und Treppenanfang verbindet. Das Verhältnis der Senkrechten zur Horizontalen ergibt den tang 36° mit grösster Genauigkeit, d. h. der Höhenpunkt muss richtig bestimmt sein, weil eine 36° Linie von ihm aus gezogen den ausgegrabenen Treppenanfang trifft (s. die grosse Schräge im Diagramm links, Bild 1). Damit scheint uns der letzte Beweis für die Zuverlässigkeit unseres Querschnittsdiagramms erbracht.

Wir mussten diese Ableitung verhältnismässig ausdehnen, weil nur von hier aus der Diskussion über den Aufbau des babylonischen Turmes ein Ende zu machen ist. Alles übrige dürfen wir gedrängter vortragen, umso mehr als womöglich noch in diesem Jahr ein ausführliches Werk über ein ähnliches Thema im Basler Amerbach Verlag erscheinen soll.

Aufmerksame Betrachtung unseres Diagramms verrät, was eigentlich dabei beabsichtigt war, dass nämlich sämtliche Punkte des Querschnitts durch den Tangens von 36° bestimmt sein sollten; das will nicht besagen, dass die Babylonier unsere Art von Winkelberechnung angewendet hätten. Lediglich folgendes: Die auffälligste Erscheinung des ganzen Werkes ist die ungeheure Schräge der Himmelstreppe. Nun hat man aber Schrägen von verschiedener Neigung am Turm ebenso vermieden, wie wir es bei Dachausmittlungen tun. Nun sind allerdings ausser den Treppen keine unmittelbar sichtbaren Schrägen am Turm vorhanden. Aber jedes Rechteck enthält in seiner Diagonale eine wenigstens fühlbare Schräge und alle diese Schrägen sind, wie unser Diagramm zeigt, entweder parallel oder rechtwinklig zur Treppenschräge bestimmt, allerdings nur insoweit, als es mit ganzen Zahlen möglich ist, wie 15:19, 13:17, 11:15, 10:13, 3:4. Diese Tangenswerte schwanken zwischen 36% und 38% (also für das Auge belanglos) und erfassen sämtliche Querschnittspunkte ohne Ausnahme, den stilisierten Berg, den die untersten beiden Absätze 1 und 2 darstellen, die Stufenpyramide der Absätze 3 bis 6 und den Tempel 7 mit seinem Aufbau. Die oberen Gliederungen, Tempel und Stufenpyramide sind ausserdem noch höher organisiert, nämlich durch Anwendung des Goldenen Schnittes, indem Obergemach zu Tempel sich verhält wie 2:3, der Tempel zum ganzen oberen Heiligtum wie 3:5, dieses zur Stufenpyramide wie 5:8, diese zur Summe der Glieder 3 bis 7 wie 8:13.

Diese Proportionen kommen natürlich nur in der geometrischen Zeichnung rein zur Geltung (Bild 2) und in der Fernsicht, die allerdings hier eine grosse Rolle spielt. Die Wirkung in der Nähe mag die Perspektive (Bild 3) veranschaulichen. Von dem Grundriss des Tempels sind zwar nicht alle Einzelmasse — z. B. keine Mauerstärken — aber doch so viele genannt, dass er bis in die Einzelheiten zu bestimmen ist. Da wäre zunächst der Umriss, der merkwürdigerweise nicht quadratisch ist, wie sonst alle Schichtungen des Gebäudes, das sich soweit als echter Zentralbau darstellt. Dabei ist das Tempelrechteck eigentlich nur andeutungsweise ein solches, nämlich $8 \times 7\frac{1}{2}$ Ruten. Die Differenz ist praktisch

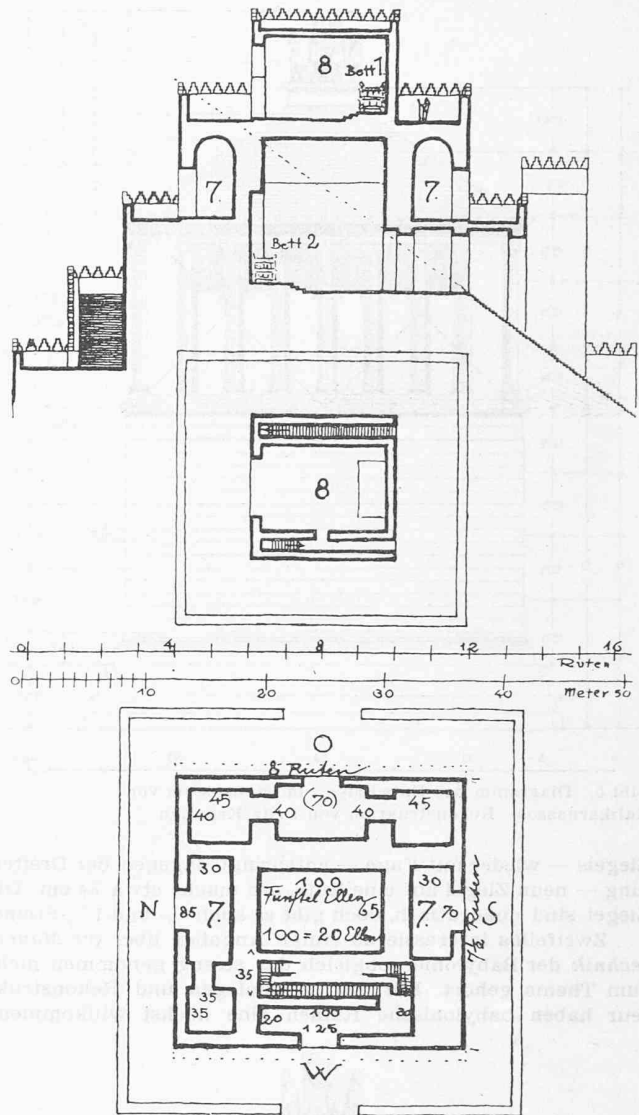


Bild 4. Schnitt und Grundrisse von Tempel 7 und Obergemach 8, Masstab 1:600

belanglos, da bei der Dicke babylonischer Mauern die Räume davon kaum betroffen werden. Wenn es also keinen praktischen Grund dafür gibt, so könnte es wohl eine Forderung der uralten Tradition sein, dass jeder Tempel eine rechteckige Form haben müsse. Man hat diese Forderung dem Buchstaben nach erfüllt, aber nur insoweit, als das Gesamtbild des Monumentes davon nicht fühlbar verändert wird (Bild 4).

Der Tempelgrundriss hat anfangs erhebliche Schwierigkeiten dadurch bereitet, dass die Ueberlieferung eine Angabe der Masseinheit vermissen lässt, die zu den recht hohen Ziffern seiner Masse gehört. Würde man die Einheit des übrigen Aufbaues, die babylonische Rute dafür einsetzen, so würde der Grundriss viel zu gross werden, der Tempel nicht in das geschilderte Querschnittprofil einzufügen sein. Es hat sich herausgestellt, dass jene fehlende Einheit $\frac{1}{5}$ Elle beträgt, etwas mehr als 10 cm. Das klingt zunächst nicht gerade überzeugend. Aber $\frac{1}{5}$ Elle ist $\frac{1}{30}$ Rute! Ebenso wie die Gesamtfläche des Entwurfes in jeder Ansicht, im Schnitt und Grundriss 30×30 nämlich Ruten beträgt, so ist mit eigentümlicher Konsequenz jede Rutenfläche ihrerseits wieder in 30×30 Teile geteilt, um die Kleinstmasse zu gewinnen. Lehrreich ist auch die Art, wie Backsteinmasse bestimmt werden. Die Schichthöhe einschliesslich Fuge ist $\frac{1}{32}$ Rute, d. h. rd. $9\frac{1}{2}$ cm, die Stufenhöhe $\frac{1}{10}$ Rute, nämlich zwei Schichten. Das Teilen nach Potenzen der 2, die fortgesetzte Zweiteilung ist für den Zirkel ja die allerbequemste — unsere 13 Schichten auf 1 m Höhe machen sich zweifellos weit lästiger. Die Länge des

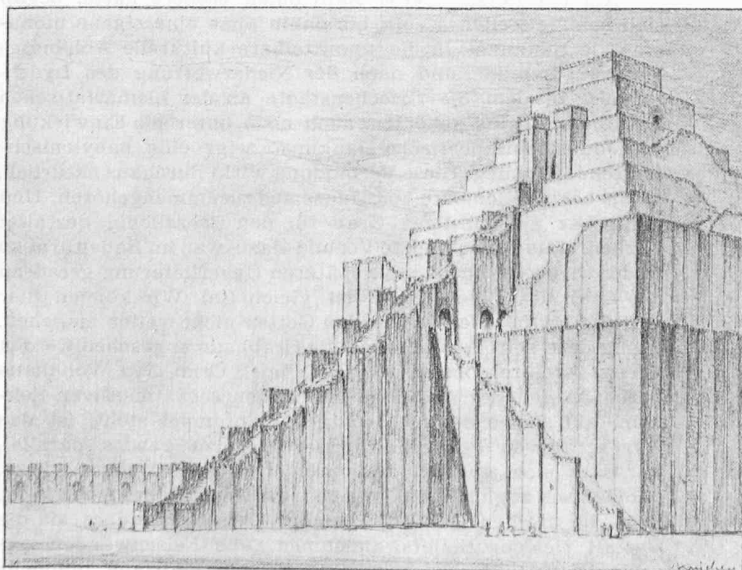


Bild 3. Der Turm von Babel von Südosten. Rekonstruktion von Fritz Krischen

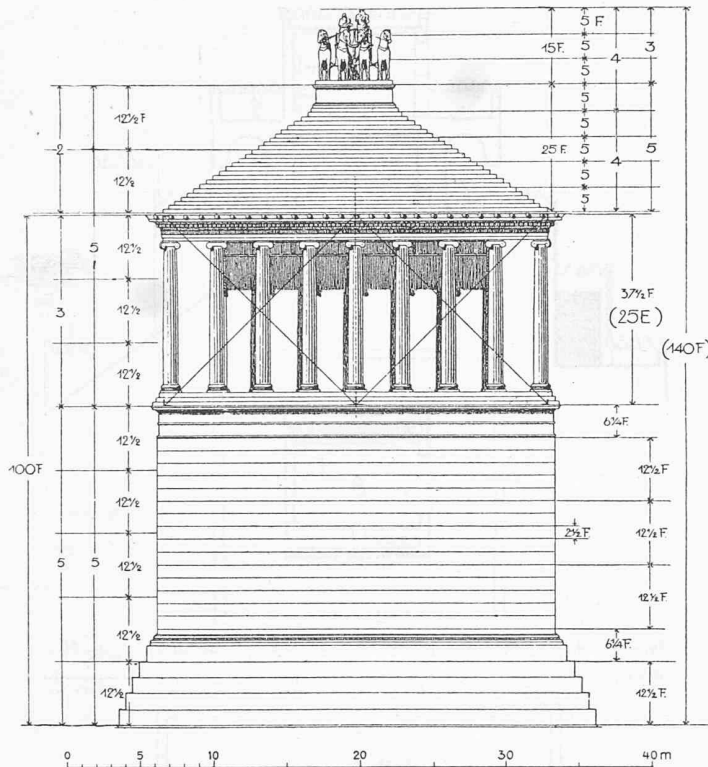


Bild 5. Diagramm des Entwurfes zum Mausoleum von Halikarnassos. Rekonstruktion von Fritz Krischen

Ziegels — wieder mit Fuge — entspringt dagegen der Dreiteilung — neun Ziegel auf eine Rute, das macht etwa 34 cm. Die Ziegel sind quadratisch, doch gibt es auch $\frac{3}{4}$ - und $1\frac{1}{2}$ -Steine.

Zweifelloos interessieren einige Angaben über die *Mauertechnik* der Babylonier, obgleich das streng genommen nicht zum Thema gehört. Für den Archäologen und Rekonstrukteur haben babylonische Ruinen eine höchst willkommene

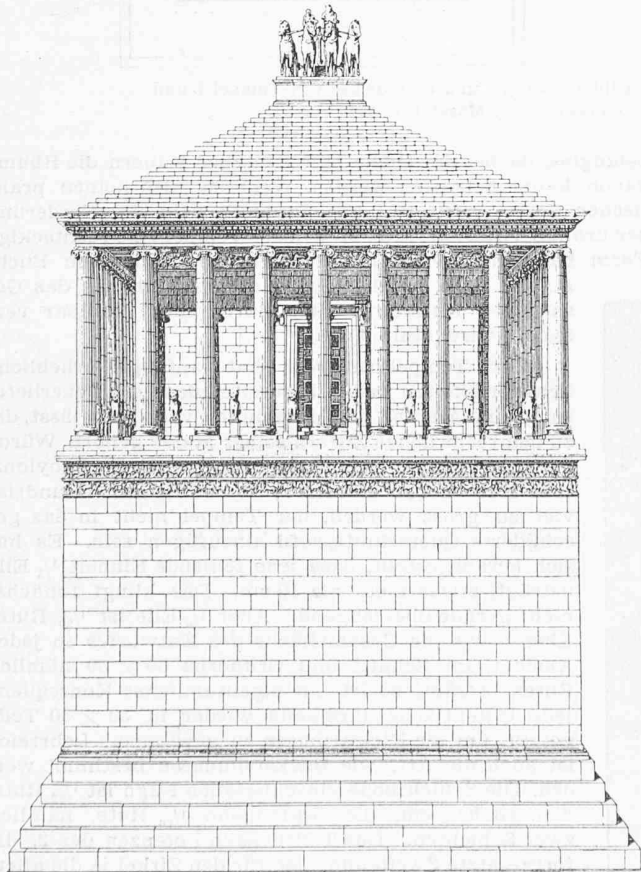


Bild 6. Mausoleum von Halikarnassos. Rekonstruktion von Fritz Krischen

Besonderheit: Bereits die allerunterste Schicht liefert den detaillierten Grundriss, in dem selbst die Türöffnungen schon angelegt sind. Fundamente wie unsere Bankette kennt man nicht. Man erstrebt vielmehr eine senkrechte Aufteilung der Mauermasse, die wie ein Pfahlrost wirkt. In dem feuchten Lehm Boden des babylonischen Schwemmlandes bohren sich die Ziegelpfeiler wie Pfähle ein. Wenn die Türöffnungen für die Aufteilung zu wenig sind, legt man besondere durchgehende senkrechte Gleitfugen an; um dabei einem Kippen der einzelnen Pfeiler vorzubeugen, werden in den Gleitfugen Nuten und entsprechende Federn gemauert. Die gewöhnlichen Fugen bestehen aus Asphalt und Lehm. Im Laufe seiner Regierungszeit (604 bis 561) geht Nebukadnezar zum Kalkmörtel über, während sein Nachfolger Nabonid wieder Asphalt verwendet. Die späteren Herren Babyloniens, Perser, Griechen und Parther, verwendeten reinen Lehm.

Kehren wir noch einmal zum Tempelgrundriss zurück. Er weicht durchaus von den Grundrissen ab, die wir als Ruinen kennen. Diese zeigen eine Anzahl von Räumlichkeiten um einen Hof gruppiert, in den man durch ein Portal wie ein Festungstor eintrat. Gegenüber dem Eingang befindet sich das eigentliche Heiligtum. Alle Räume sind vom Hof aus zugänglich. Der Grundriss von Etemenanki zählt ausdrücklich vier Portale, an jeder Seite eines, auf, die nach den Himmelsrichtungen benannt sind (Bild 4). Man betritt also die mannigfaltigen Räume des Tempels von der umgebenden Terrasse aus und der Hof muss eine andere Funktion haben. In der weiter oben beschriebenen Tablette steht «der Hof ist überdeckt und von Schranken umgeben». Das kann man aus der ganzen Situation nur wie folgt verstehen: Die Grundrissfläche, die normalerweise der Hof sein müsste, ist eigentlich kein Hof, sondern überdeckt — nämlich von dem höchsten Geschoss, dem achten Herodots, dem Obergemach, das jenes goldene Gottesbett enthält, von dem der Grieche spricht, und von dem der Babylonier sogar die Masse angibt. Es muss als bedeutsame Bekrönung der ganzen Anlage natürlich die Mitte einnehmen und ist in seiner Grösse durch den Hof bestimmt, selbst ein Rechteck, aber durch die begleitenden Nebentreppen für die erwähnte babylonische Frau und die Priester wieder ein Quadrat; «von Schranken umgeben» kann doch wohl nur besagen, dass der Hof unzugänglich für den Tempelbetrieb ist. Tatsächlich ist er die Fortsetzung der grossen Göttertreppe (mit der er im Breitenmass übereinstimmt) und deren tatsächliches Ziel, da in ihm ein zweites Gottesbett aufgestellt ist in Vertretung eines Götterbildes, zu dessen Füssen die grosse Treppe münden würde. Unter dem Bett haben wir am wenigsten ein Schlafgerät zu verstehen. Das Ruhen auf solchem Bett ist eine orientalische Form des Thronens, wie uns das in einem bekannten Relief des Assyrenkönigs Sardanapal entgegentritt, und auch bei den Perserkönigen begegnen wird. Und damit kommen wir zu der baugeschichtlichen Auswirkung des Babelturmes.

*

Als der Perser Kyros Babylonien erobert hatte, begab sich sein reiterliches Volk, bis dahin ohne eine eigene monumentale Baukunst, in die unmittelbare kulturelle Abhängigkeit von Babylon, und nach der Niederwerfung des Lyderreiches, zu dem die Griechenstädte an der kleinasiatischen Küste der Aegäis gehörten, auch noch unter die Einwirkung der Jonier. Die persische Baukunst zeigt eine babylonisch-jonische Mischung. Diese Verbindung wirkt durchaus natürlich, da die beiden Elemente von Hause aus zusammengehören. Und nun sollte ein würdiges Grab für den Grosskönig gestaltet werden. Das bedeutendste Vorbild dazu war im Babelturm zu finden, heisst er doch in der späteren Ueberlieferung geradezu das Grab des Belos, Belos ist gleich Bal. Wir können hier auf den Mythos des sterbenden Gottes nicht weiter eingehen, genug dass sein Tempel auch als Grabhaus angesehen werden durfte. Architektonisch ist ja Tempel, Grab und Wohnhaus durchaus gleicher Art. Und mit seinen sechs massiven Sockeln, auf denen der rechteckige Totentempel steht, ist das Kyrosgrab von Pasargadä unserem Turm gewiss parallel, nur dass sich jenes einer jonischen Formensprache bedient, babylonisch zugleich und jonisch ist. Diese Mischung bestimmt auch die übrigen Königsgräber der Perser, nur dass sie die Gestalt riesiger Reliefs annehmen, aus Felsenwänden geschlagen, wo auf sehr hoher Sockelfläche ein Haus, nunmehr ein jonisches Säulenhäus steht, das seinerseits das sehr grosse Thronbett trägt. Dessen lange Holme werden in durchsich-

tiger Symbolik von den Vertretern aller Volksstämme des Reiches gestützt, Bild der Macht des Grosskönigs, der seinerseits in verhältnismässig kleiner Figur gewissermassen nur als Hieroglyphe darauf steht und keineswegs in realistischer Weise von dem Bette Gebrauch macht.

Als dann in einer späteren Zeit, im Laufe des 4. Jahrhunderts v. Chr., ein Vasall des Perserkönigs, der Kleinkönig von Karien Maussollos, ein prunkhaftes Grab für sich in Halikarnassos erbaute — als solches ist es sprichwörtlich und als *Mausoleum* der Begriff jedes aufwendigen Grabhauses geworden — da hat er mit dem Grosskönig wetteifern wollen, im gewohnten Schema. Wieder ist es das Haus auf hohem Sockel, das vom Thron bekrönt ist, und um seinen Oberherrn noch zu übertrumpfen, liess er es von ersten griechischen Bildhauern ausführen und den babylonischen Bagedanken gewissermassen ins Griechische übersetzen. Zu dieser Uebersetzung gehört denn auch, dass als Requisite der königlichen Repräsentation nicht das Thronbett, sondern wie bei den Griechen häufig die Quadriga auftritt, in der er dann eben nur zu stehen hat, ohne gerade kutschieren zu müssen.

Auch von diesem Bauwerk, das die Alten zu den sieben Weltwundern zählten, ist uns so viel an Mass und Zahl überliefert, dass eine überzeugende Rekonstruktion möglich ist. Sie baut sich wie der Turm auf eine Zahlenharmonie auf und lässt darin auch Anklänge an das babylonische Vorbild vernehmen. Den genauen Nachweis des Aufbaus findet der interessierte Leser in der «Preussischen Zeitschrift für Bauwesen» im Jahrgang 1927, Heft 10 bis 12. Hier sei nur das Schema von Mass und Zahl erläutert, das sich aus dem Ausgrabungsbefund ergibt — der Engländer Newton grub 1857 in Halikarnassos aus — und den Angaben, die sich bei Vitruvius und namentlich bei Plinius finden. Danach muss der entwerfende Architekt, dessen Namen Pytheos überliefert ist, in folgender Weise vorgegangen sein: Das Neue der Aufgabe war für ihn ohne Zweifel die Höhenentwicklung. Griechische Monumentalbauten sind immer eingeschossig. Auch hier bedeutet die Uebereinanderschichtung, die unser Diagramm Bild 5 erkennen lässt, noch nicht Mehrgeschossigkeit, sondern nur einen Aufbau auf sehr hohem Sockel, und die Pyramide über dem Säulenhause, griechisch Pteron, ist nur das Dach, bekrönt von einer Quadriga. Dafür gibt Plinius, der fast wie ein Fremdenführer besonders die grossen Zahlen liebt, die Gesamthöhe 140 Fuss an, und man darf sich fragen, wie diese Zahl zustande kommt. Griechen gehen meist von noch einfacheren Zahlen aus, gern von 100 Fuss. Setzen wir diese für Sockel und Pteron und teilen wir sie harmonisch; gleich und gleich ist kein harmonisches Verhältnis, sondern nur eine Summe; wir würden in der Hundert zunächst 10×10

sehen, aber die Alten kannten den Dezimalbruch nicht, sondern verwendeten die Teilung nach Potenzen der 2, wie wir das ja auch bei den Ziegelschichten des Turmes sahen und wie es bei Anwendung des Zirkels praktisch ist. Das führt beim Mausoleum rechnerisch zu $8 \times 12\frac{1}{2}$ Fuss. Da die vorhandenen Bruchstücke des Pterons seine ungefähre Höhe erkennen lassen, müssen $3 \times 12\frac{1}{2}$ für dieses und $5 \times 12\frac{1}{2}$ für den Sockel gewählt sein, übrigens das Verhältnis des Goldenen Schnittes. $3 \times 12\frac{1}{2} = 37\frac{1}{2}$ Fuss bedeuten aber 25 Ellen (1 Elle = $1\frac{1}{2}$ Fuss) und die überliefert Plinius. Auch sagt er «supra pteron pyramis altitudinem inferiorem aequat» das kann sowohl heissen «die Pyramide über dem Pteron kommt der unteren Höhe gleich» und hat dadurch verheerend auf verschiedene Herstellungsversuche gewirkt, oder «stellt eine Gleichung mit der unteren Höhe her»; aequare bedeutet nämlich ebensogut gleichkommen wie gleichmachen. Nun ergibt sich die Höhe der Pyramide aus dem Steigungsverhältnis ihrer Stufen, die erhalten sind, und dem Grundriss, der eingelegt ist durch die vorhandene Felsbettung und die Ueberlieferung eines rechteckigen Pterons mit 36 Säulen, die im Verhältnis 8×10 anzuordnen sind, da zweierlei Pyramidenstufen in diesem Verhältnis vorhanden und erforderlich sind, um bei rechteckigem Grundriss zu einer Pyramidenspitze und nicht zu einem Grat zu gelangen. Das Rechteck ist genau wie bei dem babylonischen Vorbild architektonisch nicht zu erwarten und wohl auf die selbe Tradition wie dort zurückzuführen. Die also gesicherte Pyramide — sie ist selbst in ihren Grundlinien durch die Spuren auf dem Hauptgesims zuverlässig festgelegt — ergibt aufs Haar $25 = 2 \times 12\frac{1}{2}$ Fuss Höhe. Die Pyramide verhält sich also zu Pteron wie 2:3, Pteron zu Sockel wie 3:5. Wir denken an die oberen Partien des Babelturms. Damit hätten wir aber erst 125 Fuss Höhe, fehlen an 140 noch 15 Fuss für die überlieferte Quadriga. Von dieser sind erhebliche Reste gefunden und ergeben mit der zugehörigen Figur ihres Inhabers, die nur den Maussollos selber vorstellen kann, etwa 15 Fuss. Die Quadriga verhält sich also zur Pyramide wie $15:25 = 3:5$ wie Pteron zum Sockel, Pyramide zu Pteron zu Sockel 2:3:5, eine Verschränkung der Masse, die durchaus dem babylonischen Verfahren entspricht. Also hier und noch in klassischer Zeit die alte babylonisch-ionische Mischung, die auch von Alexander dem Grossen gefördert wurde und heute hellenistisch genannt wird, und es ist gewiss kein Zufall, dass gerade die prominentesten Beispiele diesen Zusammenhang verraten. Hier sollten sie namentlich zeigen, wie viel Mass und Zahl aussagen können, nicht nur dem Architekten, sondern auch dem Historiker, wenn wir auch vornehmlich dem modernen Baumeister gedient oder ihn wenigstens interessiert haben möchten.

Anwendung von Schalenkonstruktionen im Tiefbau

DK 634.074.4

Von G. GRUNER, A. JAGGI und B. SOLDAN, Ingenieure, Basel

Die Kriegszeit mit ihren Einschränkungen in der Verwendung von Baumaterialien aller Art, besonders von Zement und Armierungseisen, hat uns dazu gebracht, auch im Tiefbau die materialeinsparenden Schalenkonstruktionen, wie sie in den letzten Jahrzehnten im Hochbau aufgekommen sind, zu verwenden, und deren Anwendungsgebiete zu studieren.

Schalenkonstruktionen scheinen besonders für Durchlässe, Untertunnelungen, Rohrleitungen, Kanalüberdeckungen, Reservoirüberdeckungen und ähnliches in Frage zu kommen; in Sonderfällen auch für Stauwauern (vor allem dort, wo man an eine Gewölbestauwauer denkt). Auf diese soll hier nicht näher eingetreten werden. Hingegen sollen einige Beispiele zur Darstellung kommen, bei denen die Schalenbauweise entweder studiert worden ist oder zur Ausführung kam. Sämtliche Beispiele dieses Aufsatzes behandeln längs aufgelagerte Schalen. Im allgemeinen weisen diese Bauwerktypen rechteckigen Grundriss auf, so dass für deren Ueberdeckung zylindrische Schalengewölbe zur Anwendung kommen können.

Die Theorie wird an Hand des im 1. Beispiel beschriebenen kreisförmigen Schalenprofils dargestellt.

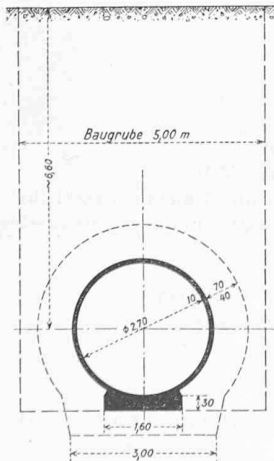


Bild 1a. Querschnitt 1:150

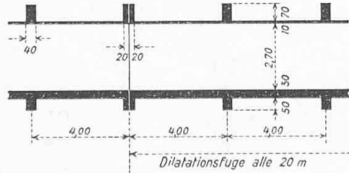


Bild 1b. Längsschnitt 1:300

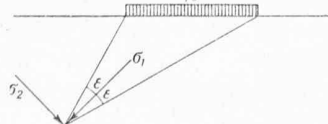


Bild 2

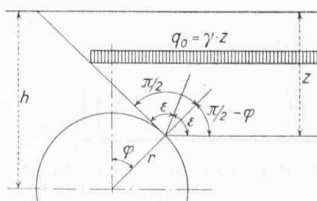


Bild 3a

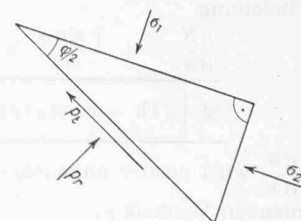


Bild 3b