Maßgrund und Grundmaß der Propyläen von Athen.

Von

Edgar Wedepohl.

Hierzu Tafel 51.

Betrachtet man den Grundriß der Akropolis-Propyläen, so erscheint als Kern der Anlage die mittlere Torhalle, welche durch eine Trennwand mit fünf Öffnungen geteilt wird in einen östlichen großen Raum mit sechs eingestellten jonischen Säulen und in einen westlichen kleineren, der um einige Stufen höher liegt, dem Anstieg des Geländes entsprechend. Nach Osten und Westen ist der Bau in einem Stützensystem von je sechs dorischen Säulen geöffnet, nach Norden und Süden durch Mauern geschlossen.

Grundriß und Aufbau sind durch ihr Wohlmaß schön. Man hat das Gefühl, daß in dem Bau eine sinnvolle Ordnung der Maße waltet.

Gewiß spricht diese Schönheit für sich selbst, und mancher genießende Betrachter – der Dilettant im guten Sinne – scheut es, sie ermessen zu wollen und an ihr Geheimnis zu rühren. Der Architekt aber, dessen Beruf es ist, Entwürfe zu schaffen und zu bauen, wird nach dem Plane, d. h. der Entwurfsidee und nach den Mitteln fragen, mit denen sie verwirklicht ist. Er wird also dem Rätsel der Schönheit auf den Grund zu gehen suchen und das Gefühl nachsinnend zum Bewußtsein erheben wollen, um die Idee des Baues zu erfassen.

Die Aufnahme des äußeren Bestandes, sei es durch Lichtbild oder durch maßgerechte Zeichnung, genügt dazu nicht. Sie gibt nur die Erscheinung wieder, läßt aber das innere Gesetz des Baues und seiner ihm innewohnenden Wohlordnung unerkannt.

In der Erscheinung eines Baues die Idee seines Entwurfes erkennen, ist ein Vorgang der geistigen Nachschöpfung, wie er in der ernsthaften ästhetischen Betrachtung von Kunstwerken geschieht – ähnlich der innigen Betrachtung der Natur etwa in Goethes Sinne.

Räumliche Erscheinungen, wie z. B. Werke der Baukunst, werden durch Messen und Maßvergleichung erfaßt: Breite, Tiefe, Höhe und ihr gegenseitiges Verhältnis werden uns zur Vorstellung, wenn wir uns so vor den Gegenstand stellen, daß unser Sehkegel ihn im G e s i c h t s k r e i s e umfaßt. Sein Mittelpunkt ist die Projektion unseres Auges, sein waagerechter und senkrechter Durchmesser der Maßstab der Breite, Tiefe und Höhe.

Die Entwurfsidee erscheint in einer F i g u r von geometrischen Linien, welche die räumlichen Dimensionen und ihre Lagebeziehungen darstellen. Diese Figur ist kein Abbild der Erscheinung. Sie gibt nicht die konkreten architektonischen Einzelformen wieder, sondern ihr abstraktes Ordnungsgefüge. Sie ist Darstellung der Idee.

Dabei handelt es sich aber nicht um eine bloß abstrakte Kreisgeometrie, nicht um ein theoretisches Netz von Hirngespinsten, sondern um ein durchaus praktisches Mittel des Architekten zur Verwirklichung des Entwurfes. Damit dieser aus dem kleinen Maßstabe der Entwurfszeichnung in seine wahre Größe auf der Baustelle übertragen werden kann, bedarf es des Schnurgerüstes, das der Absteckung des Baues dient.

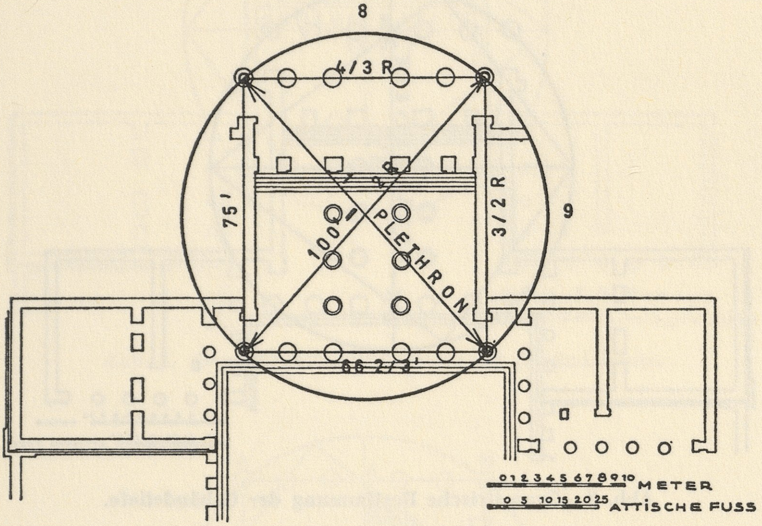

Abb. 1. Grundmaß: der Kreis mit 100 Fuß Durchmesser.

Die Grundzüge der Fluchten und Achsen, die aus ihren Kreuzungen gewonnenen Eckpunkte und die Standpunkte der Stützen (ihre Mittelpunkte), die Winkelgrößen und Streckenlängen, die Achsenentfernungen, Mauerstärken, Öffnungsbreiten usw. des Grundrisses sind aus der kleinsten Entwurfszeichnung, der Maßfigur – oder nach Bauhüttenart: Maßgrund genannt – ablesbar. Es bedarf nur der Angabe des Maßstabes oder des Grundmaßes, um die Übertragung in die Wirklichkeit vorzunehmen.

Unsere heutigen Bauzeichnungen bedienen sich dazu zahlreicher bezifferter Maßangaben auf Grund absolut festgelegter metrischer Maße – oder auch Yard-, Fuß- oder Zollmaße. Diese arithmetische Methode ist eine der Ursachen, daß die Maßverhältnisse der Bauten so oft vernächlässigt werden, obwohl bedeutende Architekten auch in unserem Jahrhundert – wie z. B. H. P. Berlage, A. Thiersch, Th. Fischer u. a. und neuerdings Le Corbusier mit seinem Modulorsystem praktisch und theoretisch die Bedeutung der Proportionen für die Baukunst immer wieder betonten.

In älteren Zeiten, als Lesen, Schreiben und Rechnen mangels allgemeiner Volksschulen noch zur höheren Bildung gehörten, war mit dem arithmetischen Zahlenwesen auf dem Bau weniger auszurichten. Man mußte sich anschaulicher und handgreiflicher Methoden bedienen, weniger der Zahlen und Zahlensummen, mehr der Maße und Figuren, nicht so sehr des Nachdenkens, als vielmehr des Nachbildens. Als Maßstab dienten nicht abstrakte Metermaße mit Kommastellen, sondern die anschaulichen menschlichen Leibesgrößen des Klafters, der Elle, des Fußes, der Handbreite und des Zolles.

Wie Nachmessungen an zahlreichen hellenischen Tempelanlagen ergeben, ist ein sehr häufig vorkommendes Grundmaß das P l e t h r o n , die Länge von 100 Fuß (z. B. in Paestum, Olympia, Athen usw.).

Auch beim Bau der Propyläen ist dieses Grundmaß verwendet, das schon

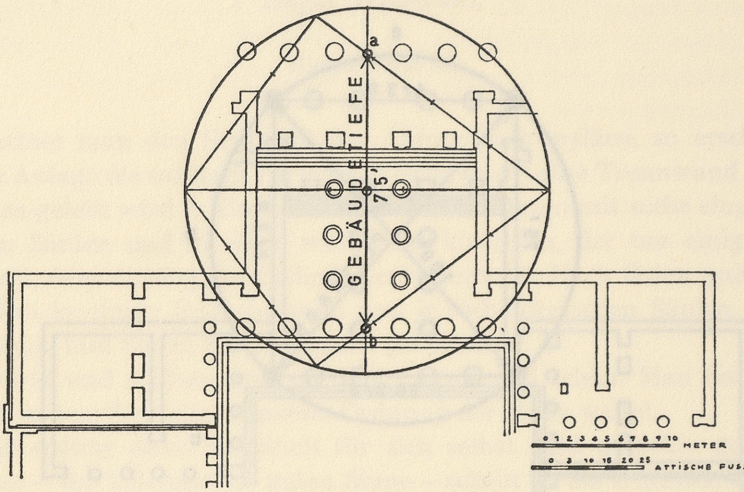

Abb. 2. Geometrische Bestimmung der Gebäudetiefe.

bei dem älteren Bau des Parthenon, dem Hekatompedon, eine so große Rolle spielt, das Hundertfußmaß.

(*Abb. 1*). Die Mittelpunkte der vier äußeren Ecksäulen der Torhalle bilden ein Rechteck von $66\,^2/_3$ Fuß Breite und 75 Fuß Länge. Die Diagonalen dieses Rechteckes sind 1 Plethron = 100 Fuß lang. Sie können als Durchmesser eines Kreises angesehen werden, auf dessen Umfang die Mittelpunkte der vier Ecksäulen stehen. Die Gesamtform des Baues hat also eine Breite von $^2/_3$ des Kreisdurchmessers und eine Länge von $^3/_4$ des Kreisdurchmessers. Die Rechteckseiten verhalten sich demnach wie $^2/_3 : {}^3/_4$, also wie 8 : 9.

Dieses Verhältnis bildet musikalisch das Intervall eines Ganztones, das die Griechen mit Tonos bezeichneten.

(*Abb. 2*). Das Verhältnis 8 : 9 ist jedoch nicht arithmetischen Ursprungs, sondern kann geometrisch abgeleitet werden. Legt man nämlich auf den waagerechten Durchmesser des Grundkreises von 100 Fuß als Hypotenuse ein sogenanntes ägyptisches oder platonisches Dreieck mit dem Seitenverhältnis 3 : 4 : 5 auf, also mit 60 : 80 : 100 Fuß, so ergibt der Schnittpunkt mit dem senkrechten Kreisdurchmesser, d. h. der Mittelachse der Torhalle, die halbe Tiefe des Gebäudes. Die spiegelbildliche Konstruktion liefert den entsprechenden Punkt auf der Mittelachse und damit die ganze Gebäudetiefe von 75 Fuß, die $^3/_4$ des Grundkreisdurchmessers von 100 Fuß ist.

(*Abb. 3*). Die Gebäudebreite von $66^2/_3$ Fuß = $^2/_3$ des Grundkreisdurchmessers ergibt sich, wenn man durch die beiden gewonnenen Punkte a

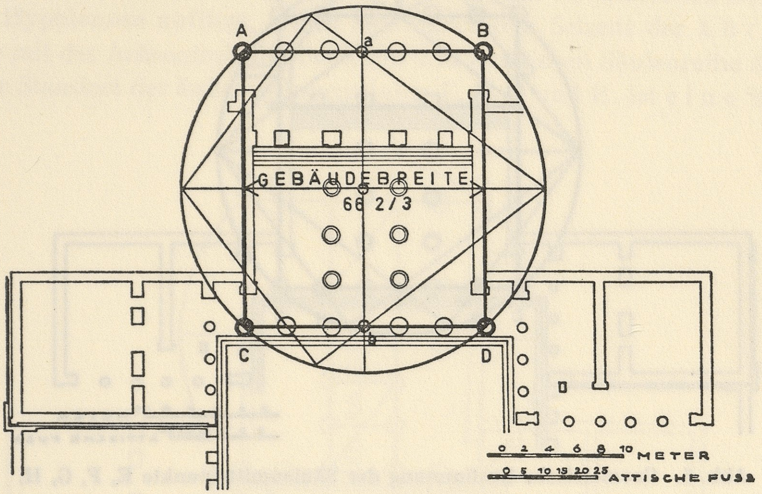

Abb. 3. Geometrische Bestimmung der Gebäudebreite.

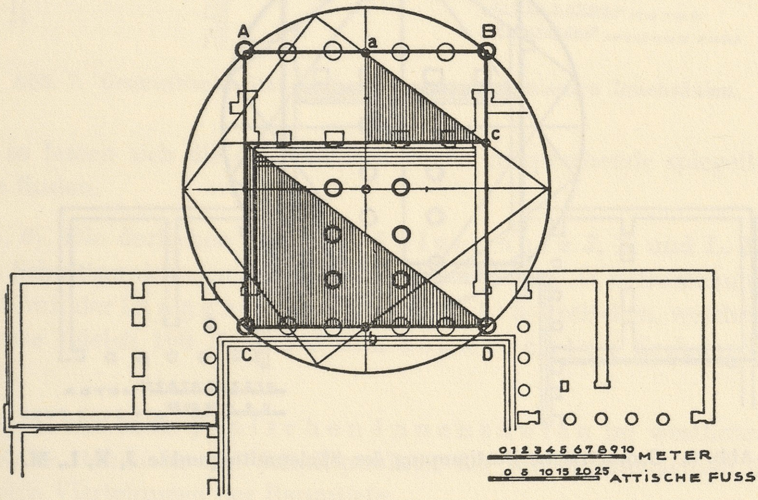

Abb. 4. Geometrische Bestimmung der Trennwand.

und b auf der Mittelachse, also mit dem Abstand von 75 Fuß, die Parallelen zum waagerechten Durchmesser zieht. Sie schneiden den Kreisumfang an den vier Standorten der Ecksäulen: A, B, C, D. Damit ist die Gesamtform des Grundrisses rein geometrisch, ohne arithmetische Rechnung bestimmt.

(*Abb. 4*). Die Trennwand, deren fünf Öffnungen mit Türen verschließbar waren, teilt die Tiefe des Torbaues im Verhältnis 1 : 2. Dieses ergibt sich durch den Schnitt der längeren Kathete im 3 : 4 : 5-Dreieck mit der Seitenwand: Punkt c.

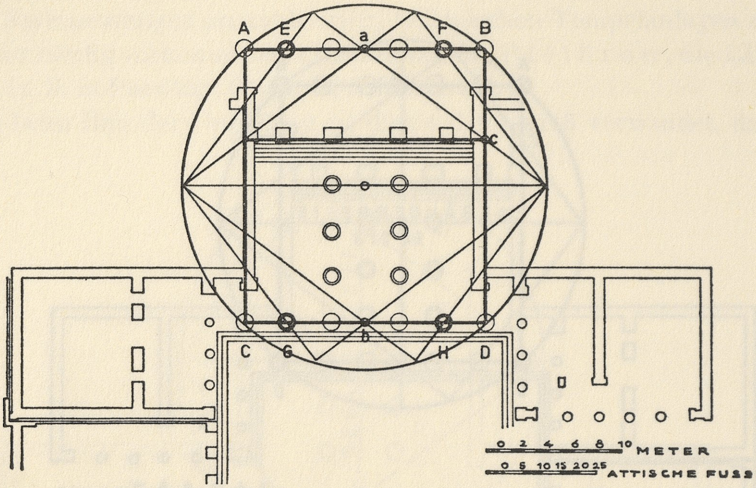

Abb. 5. Geometrische Bestimmung der Säulenmittelpunkte E, F, G, H.

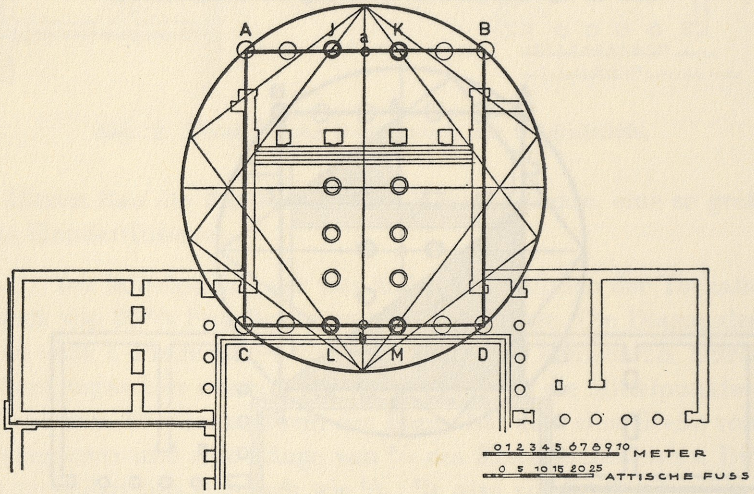

Abb. 6. Geometrische Bestimmung der Säulenmittelpunkte J, K, L, M.

Der westliche größere Bauteil hat dadurch das Gesamtverhältnis 3 : 4, der östliche kleinere das von 3 : 8.

Musikalisch entspricht die Proportion 1 : 2 dem Intervall einer Oktave, das Verhältnis 3 : 4 dem Intervall einer Quarte.

(*Abb. 5*). Auch die Standorte der je vier inneren dorischen Säulen an der Ost- und West-Front lassen sich, überraschender Weise, auch mit Hilfe der 3 : 4 : 5-Dreiecke aus der Grundrißfigur geometrisch ableiten und nicht, wie oft angenommen wird, aus der Einzelgestaltung des Aufrisses, aus dem Zusammenhange zwischen Säulenstellung und Metopen-Triglyphenfries mit der angeblichen Einrückung der Ecksäulen oder gar aus der Zusammenstoppelung von Modulmaßen nach vitruvianischer Art.

Aus dem bereits für die Gesamtform (vgl. *Abb. 3*) und die Trennwand (vgl. *Abb. 4*) benutzten 3 : 4 : 5-Dreieck, das auf dem waagerechten Durchmesser als Hypotenuse aufliegt, ergibt sich durch den Schnitt der kürzeren Kathete mit der Achsenlinie der östlichen und westlichen Säulenreihe A–B und C–D der Standort der äußeren Innensäulen E, F, G und H. Ist eine Säule be-

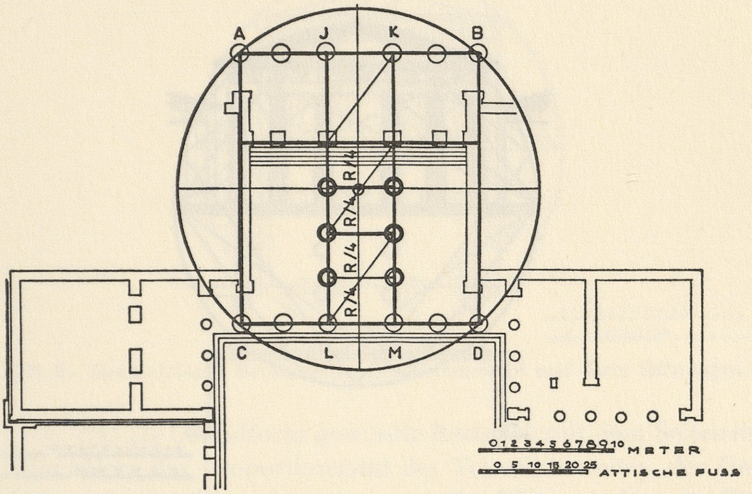

Abb. 7. Geometrische Standortbestimmung der jonischen Innensäulen.

stimmt, so lassen sich die drei anderen durch entsprechende spiegelbildliche Dreiecke finden.

(*Abb. 6*). Die dorischen Mittelsäulenpaare J, K und L, M liegen auf dem Schnittpunkte der Achsenreihen der Ost- und Westfrontsäulen (A–B und C–D) mit der längeren Kathete von 3 : 4 : 5-Dreiecken, welche mit der Hypotenuse (gleich 100 Fuß) auf dem senkrechten Kreisdurchmesser aufliegen.

(*Abb. 7*). Die sechs jonischen Innensäulen im westlichen Teile der Torhalle stehen in den Schnittpunkten der Mittelsäulenachsen JL und KM mit den Viertelungen der Raumtiefe.

Der Breitenabstand ($18^{3}/_{4}$') verhält sich zum doppelten Tiefenabstand (25') wie 3 : 4. Dies entspricht reziprok der Gesamtform des Raumes (vgl. *Abb. 4*).

(*Abb. 8*). Der Aufriß der Ost- und Westfront fügt sich ebenfalls dem Grundkreis von 50 Fuß Halbmesser (r) ein.

Die Breitenmaße sind bereits durch den Grundriß bestimmt, die Höhenmaße ergeben sich aus der Maßfigur mit den 3 : 4 : 5-Dreiecken, und zwar aus den Schnittpunkten ihrer Kathetenschenkel mit den Säulenachsen. Dadurch erhält man die Säulenhöhe, die Architravhöhe, die Frieshöhe. Die Höhe der Giebelspitze ist gleich r.

(*Abb. 9*). Die Trennwand mit ihren Öffnungen stellt eine spannungsreiche Flächenteilung dar, deren eigentümliche Schönheit auf Maßverhältnissen beruht, die geometrisch leichter darzustellen sind als arithmetisch mit Zahlen zu erläutern oder logisch mit Worten zu erklären.

Der Raumquerschnitt, in welchem die Trennwand sichtbar wird – sie läßt sich nur von der Osthalle her als Einheit überschauen, da dort keine Innen-

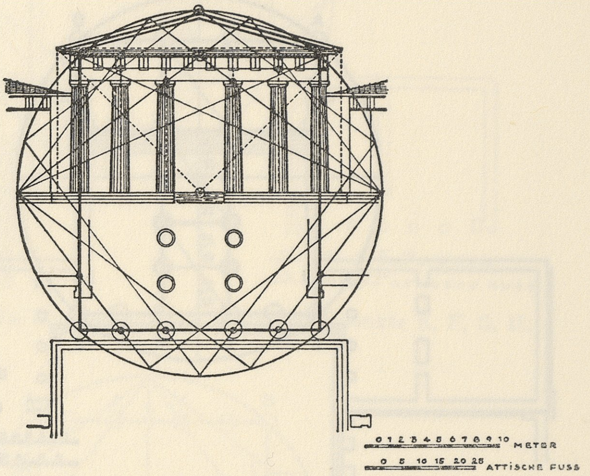

Abb. 8. Geometrische Bestimmung der Höhen von Säulen, Architrav, Fries und Giebelspitze.

säulen den Blick beschränken –, hat das Verhältnis 9 : 16, das ist die Hälfte des Grundrißverhältnisses von 9 zu 8. Der Raum fügt sich somit in den Grundkreis mit 2 r = 100' ein.

Während die Höhe der Mittelöffnungen gleich r/2 = 25' ist, ergeben sich die Höhen der beiden großen Seitenöffnungen mit 25 – $6\,^2/_3$ = $18\,^1/_3$ Fuß, die kleinen seitlichen mit $18\,^1/_3 - 6\,^2/_3 = 11\,^2/_3$ Fuß oder $\frac{75}{3}:\frac{55}{3}:\frac{35}{3}$' = 15 : 11 : 7.

Diese arithmetisch ausgedrückten Maßverhältnisse lassen sich geometrisch einfacher bestimmen durch die Diagonalen des Doppelquadrates über der lichten Raumweite, deren Hälfte als Höhe in 18 Schichten geteilt ist.

Die Breite der Mittelöffnung läßt sich ebenfalls geometrisch bestimmen mit Hilfe der Hypotenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen kurze Kathete gleich der Gesamtraumhöhe von $^3/_4$ r ist, während die lange Kathete gleich 2 r – r/3, d. h. 5/3 r ist. Aus den Schnittpunkten dieser Hypotenuse und ihres Spiegelbildes mit der Sturzhöhe der Mittelöffnung (= r/2) ergibt sich die Breite der Mittelöffnung (14 Fuß).

Das Breitenverhältnis der Öffnungen ist:
1 : 2 : 3 = $\frac{14}{3}:\frac{28}{3}:\frac{42}{3}$ Fuß oder $4\,^2/_3$, $9\,^1/_3$ und 14 Fuß.

Es läge nahe, daß auch die Stützen das gleiche Breitenverhältnis 1 : 2 : 3 untereinander und zu den Öffnungen hätten, jedoch lassen sich trotz ziemlicher Annäherung solche Maßverhältnisse für die Stützen aus den Aufnahmen von J. Stuart und N. Revett, F. C. Penrose und R. Bohn, die mir zur Verfügung standen, nicht zuverlässig begründen.

Trotz oder vielleicht gerade wegen dieser Abweichungen – durch eine 'Temperierung' der Maße statt schematisch trockener Exaktheit – ist die 'Musik für das Auge' gerade an diesem Bauteil von besonderer Schönheit.

Bewundernswert ist jedenfalls, wie geistreich die Ungleichheit der Achsen an der äußeren Säulenfront und der inneren Durchgangswand überwunden ist.

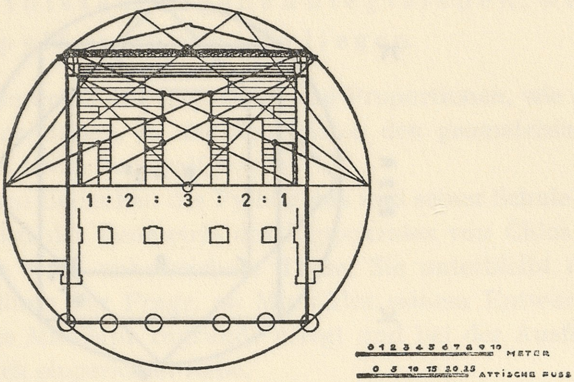

Abb. 9. Geometrische Bestimmung der Trennwand und ihrer Öffnungen.

(*Abb. 10*). Das als Grundform gewählte Rechteck mit dem Seitenverhältnis 8 : 9 ist nicht allein das Proportionsbild des Tonosintervalles, des Ganztones, sondern hat noch eine besondere geometrische Eigenschaft: sein Flächeninhalt ist gleich dem des Quadrates im Kreise. Dieses hat bekanntlich eine Seitenlänge, die wir heute mit $r\sqrt{2}$ zu bezeichnen pflegen. Der Flächeninhalt ist: $(r\sqrt{2})^2 = 2\,r^2$.

Es ist aber auch $8 \times 9 = 4/3\,r \times 3/2\,r = \frac{12}{6}\,r^2 = 2\,r^2$.

8 : 9 ist ein sogenanntes heteromekes, d. h. um eine Einheit unterschiedenes, rationales Zahlenverhältnis, das als Rechteck die gleiche Fläche bildet wie das Quadrat im zugehörigen Kreise, jedoch zwei Seiten hat, die untereinander und zum Kreisradius in musikalischen und rationalen Verhältnissen stehen. Die den Griechen so bedenkliche mißtönende Irrationalität ist dadurch vermieden.

Die ideale Kernfläche der Propyläen ist:
$3/2 \times 50' \times 4/3 \times 50' = 75 \times \frac{200}{3} = \frac{15000}{3} = 5000$ Quadratfuß, das sind genau 2/9 der Grundfläche des Parthenon von 100 x 225 = 22.500 Quadratfuß.

Wenn eine solche Schlüsselfigur nachträglich über die Zeichnung eines fertigen Baues gelegt wird, als eine Analyse des Zusammenhanges seiner Maßverhältnisse, so ist natürlich die Voraussetzung, daß die Bauaufnahme genau ist. Die Veröffentlichungen von J. Stuart und N. Revett, F. C. Penrose und R. Bohn, die mir als Unterlagen zugänglich waren, sind in verschiedenen Maßstäben (englischen Fuß und Metern) aufgenommen. Eine Umrechnung in attische Fuß (29,5 cm) ergab mit überraschender Genauigkeit das Maß von 100 Fuß für den Diagonalabstand der Ecksäulen. Die geometrische Nachprüfung der Unterlagen zeigte, zusammen mit der arithmetischen Nachrechnung, die zusätzlich durchgeführt wurde, keine wesentlichen Unterschiede.

Was nun die so dringend verlangten Beweise und literarischen Belege angeht, so müssen wir uns bewußt sein, daß man durch den Beweis als Nachweis nur mittelbare Gewißheit erlangen kann. – Gewiß muß in der Wortwelt der Begriffe jede These, jedes Urteil seinen Erkenntnisgrund haben – das principium rationis sufficiendi cognoscendi.

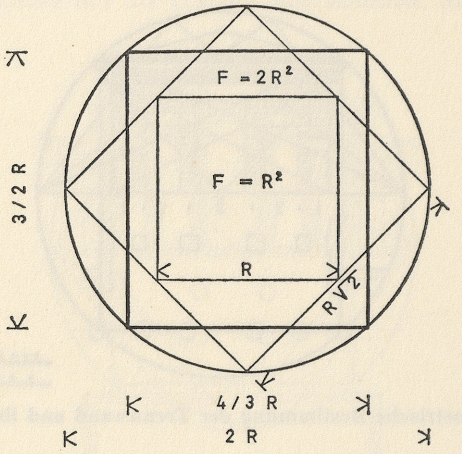

Abb. 10. Das 8:9-Rechteck im Kreise ist dem Quadrat im Kreise flächengleich = 2 R².

In der Geometrie, in der Bildwelt der Figuren, aber handelt es sich um das principium rationis sufficiendi essendi, d. h. um den Beweis als Vorweis, daß die Axiome, die Grundsätze der Mathematik und Logik, befolgt sind, welche unmittelbare Gewißheit haben. Begriffe müssen richtig sein, Urteile wahr, Verhältnisse aber – und darum handelt es sich bei den Proportionen – sind evident, d. h. augenfällig. Sie sind durch Nachmessen festzustellen, aber nicht durch Beweis zu ermitteln.

An literarischen Belegen über die geometrische Weisheit der klassischen Antike fehlt es nun durchaus nicht. Die platonischen Dialoge sind voller Anmerkungen darüber. Daß Gott immer geometrisiert, wird ebenso häufig zitiert, wie die Eingangsüberschrift der platonischen Akademie 'Zutritt für Nichtgeometriker verboten'. Eine besondere Quelle ist im platonischen Dialog Timaios der Abschnitt über die Schöpfung der Weltseele, der Psyche des großen Kosmos[1]). Der auf pythagoreischen Überlieferungen beruhende Gedanke einer Ordnung des Kosmos nach ganz bestimmten Zahlenverhältnissen, die ein großes musikalisches System bilden, ist in einer etwas umständlichen Form ausgedrückt. Es handelt sich um zwei viergliedrige Zahlenreihen, die das Problem der arithmetischen und harmonischen mittleren Proportionen darstellen. Wir würden sie heute etwa folgendermaßen schreiben:

---

[1]) 3. Abschnitt Kap. 8, Textausgabe von J. Burnek (Oxford 1905) übersetzt von Otto Apelt (Leipzig 1919). – Übersetzt und erläutert von R. Kapferer, A. Fingerle (Stuttgart 1952) 38 f.

$$
\begin{array}{ccccccc}
 & & & 1 & & & \\
 & & 2 & & 3 & & \\
 & 4 & & & & 9 & \\
8 & & & & & & 27
\end{array}
\quad = \quad
\begin{array}{ccccccc}
 & & & 1 & & & \\
 & & 2 & & 3 & & \\
 & 2^2 & & & & 3^2 & \\
2^3 & & & & & & 3^3
\end{array}
$$

Die je drei Abstände verhalten sich wie Oktavintervalle. Die Unterteilungen, durch das Ganze fortgeführt, ergeben Intervalle in den Verhältnissen 3/2, 4/3 und 9/8 (Quinte, Quarte, Ganzton).

Diese Maßverhältnisse sind genau die gleichen, welche der Idee der Propyläen zugrunde liegen.

Hier wäre also ein literarischer Beleg dafür, daß Proportionen, wie sie sich bereits in den Propyläen finden, in der Zeit Platos den geometrisierenden Akademikern auch sonst bedeutungsvoll waren.

Daß Mnesikles mit den Gedanken des Pythagoras und seiner Schule – etwa durch das erste Lehrbuch der Geometrie des Hippokrates von Chios – verbunden war, wäre eine wohl unbeweisbare These. Sie unterbleibt deshalb ebenso wie die Behandlung der Frage, ob Mnesikles seinem Entwurfe nun wirklich die geschilderte Maßfigur zugrunde gelegt und bei der Ausführung sein Schnurgerüst danach eingerichtet habe.

Die Frage nach der sakralen Herkunft und der symbolischen oder magischen Bedeutung von Kreisteilungen als Maßschlüsseln soll hier unerörtert bleiben. Selbst ohne tiefsinnige Grübeleien ist der Kreis, als Gesichtskreis des Messenden verstanden, mit dem Mittelpunkt als ideellem Standpunkt oder Augenpunkt, mit der waagerechten und den senkrechten Achsen als Maßstäben der Breiten-, Tiefen- und Höhenmessung ein nützliches Hilfsmittel. Die Kreisteilung dient der bewußten Ordnung der Proportionen bei der Gestaltung von Entwürfen, die zunächst aus ahnender Empfindung entstehen. Sie kann weiter auch der praktischen Verwirklichung des Planes bei der Anlage des Schnurgerüstes dienen. Sie ist aber kein Zaubermittel, welches die Schönheit herbeizwingen kann. Kunstwerke entstehen nicht durch die Befolgung von Regeln, weder in der Musik aus der Kenntnis des Kontrapunktes, noch in der Dichtung aus den Formeln der Poetik. Auch in der Baukunst nicht durch die Anwendung der Symmetrie, der Triangulatur, der Quadratur, des goldenen Schnittes oder eines anderen Proportionsschemas von Raster- und Sternfiguren. Das Wunder des künstlerischen Einfalles kann nicht durch rationelle 'Maßnahmen' ersetzt werden. Er enthält vielmehr in sich bereits eine 'Maßgabe', der nachzuspüren die Aufgabe der Selbstkritik während des künstlerischen Gestaltungsprozesses ist.

Die Propyläen des Mnesikles, als Musterbeispiel der klassischen attischen Baukunst in ihrer höchsten Blüte, begeistern ob ihrer Schönheit noch als Ruine die Wallfahrer zur Akropolis.

In der vergänglichen Erscheinung das unvergängliche Urbild sehen zu können, die unzerstörbare, ewig gegenwärtige Idee, und den Gedanken dieser Schöpfung noch einmal zu denken, um ihn in seinem Zusammenhange, seiner

Notwendigkeit und Freiheit zu erfassen, ist ein Vorgang geistigen Eindringens.

Möglich ist er nur dem, der auch in Platos Akademie Zutritt hätte. Denn bereits über dem Tore der Propyläen besagt in der stummen Sprache der Baukunst die unsichtbare Schrift:

ΜΗΔΕΙΣ ΑΓΕΩΜΕΤΡΗΤΟΣ ΕΙΣΙΤΩ.

'Zugang nur für Maßkundige'.