

# Einflusslinien des gelenklosen Bogens

Autor(en): **Kinkel, Md.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **29/30 (1897)**

Heft 22

PDF erstellt am: **21.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-82531>

## **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.

INHALT: Einflusslinien des gelenklosen Bogens. (III. Schluss.) — Pompeji vor der Zerstörung. II. — Miscellanea: Die Baumeister der römischen Dome und die Ausbildung der mittelalterlichen Architekten. Eine Statistik des Fernsprechwesens im Jahre 1895. Das System Claret und Vuilleumier. Gasstrassenbahn in Paris. Bau der Schwurplatzbrücke in Budapest. Elektrischer Betrieb auf der Wannseebahn. — Konkurrenzen: Primarschulhaus in Sitten. Neues Stadttheater in Bern. Pestalozzi-Denkmal

in Zürich. Schweizerische Postbauten. Für die Wiederherstellung der Fassaden des Thorwaldsen-Museums in Kopenhagen. — Litteratur: Centralbau oder Langhaus. — Vereinsnachrichten: Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein: Mitteilung. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.

Hiezu eine Tafel: Pompeji vor der Zerstörung. (Wiederherstellung des Apollo-Tempels.)

### Einflusslinien des gelenklosen Bogens.

Von Ingenieur *Md. Kinkel.*

(III. Schluss.)

Das zuletzt beschriebene Verfahren ist leider nicht mehr anwendbar, wenn die Drehpunkte ausserhalb des Blattes fallen, wie es bei den Füllungsstäben fast immer der Fall ist. Die Lösung kann dann in folgender Weise gefunden werden:

Man zeichnet drei Cremonas, indem man das rechte Auflager festhält und das linke, freischwebende mittels zweier Stäbe mit dem Schwerpunkt der Centraellipse verbunden denkt, und zwar den ersten für ein Moment, den zweiten für eine Auflagerkraft  $A$  und den dritten für eine Auflagerkraft  $H$ , welche sämtliche Einflüsse im Schwerpunkt angreifen.

In Fig. 5 sind diese Cremonas gezeichnet worden und zwar ist als Moment:  $M = t_2 \cdot \lambda$ , als vertikale Auflagerkraft:  $A = \frac{1}{2} t_2$  und als horizontale:  $H = 2 t_1$  gewählt worden. Das Moment erzeugt am linken Auflager zwei gleiche und entgegengesetzte Kräfte  $\frac{t_2 \cdot \lambda}{r_0}$ , welche normal zur Verbindungslinie der Auflager stehen;  $r_0$  ist dabei ihr Abstand.

Die Kräfte, die in den Stäben unter diesen Einflüssen entstehen, sind für eine Diagonale z. B.  $D_{4-5}$ :  $d_M = \frac{t_2 \cdot \lambda}{r}$ ;  $d_A = \frac{t_2 \cdot x}{2r}$  und  $d_H = \frac{2 t_1 \cdot y}{r}$ .

Dies ist in der Figur bezeichnet und die Kräfte in den Cremonas angegeben. Hieraus lassen sich folgende Werte berechnen:

$$\frac{1}{r} = \frac{d_M}{t_2 \cdot \lambda}; \quad x = \frac{2 d_A}{t_2} r \text{ und } y = \frac{d_H}{2 t_1} r; \text{ ferner:}$$

$$x = \frac{d_A}{d_M} 2 \lambda \text{ und } y = \frac{d_H}{d_M} \cdot \frac{t_2}{t_1} \cdot \frac{1}{2} \lambda.$$

Ferner lassen sich die Gleichungen:

$$\eta = \frac{1}{r} \left( u_1 + \frac{u_2 x}{t_1} - \frac{u_3 y}{t_2} \right) \dots (2)$$

$$\eta = \frac{1}{r} \left( u_1^1 - \frac{u_2^1 x}{t_1} - \frac{u_3^1 y}{t_2} \right) \dots (2^a)$$

auch auf folgende Form bringen:

$$\eta = \frac{x}{r \cdot t_1} \left( u_1 \cdot \frac{t_1}{x} + u_2 - u_3 \cdot \frac{y}{t_2} \cdot \frac{t_1}{x} \right)$$

$$\eta = \frac{x}{r \cdot t_1} \left( u_1^1 \cdot \frac{t_1}{x} - u_2^1 - u_3^1 \cdot \frac{y}{t_2} \cdot \frac{t_1}{x} \right).$$

Führt man die oben gefundenen Werte für  $x$  und  $y$  hier ein, so ergibt sich:

$$\eta = \frac{d_A}{\frac{1}{2} t_1 \cdot t_2} \left( u_1 \cdot \frac{t_1 + d_M}{2 \lambda \cdot d_A} + u_2 + \frac{u_3}{4} \cdot \frac{d_H}{d_A} \right) \dots (3)$$

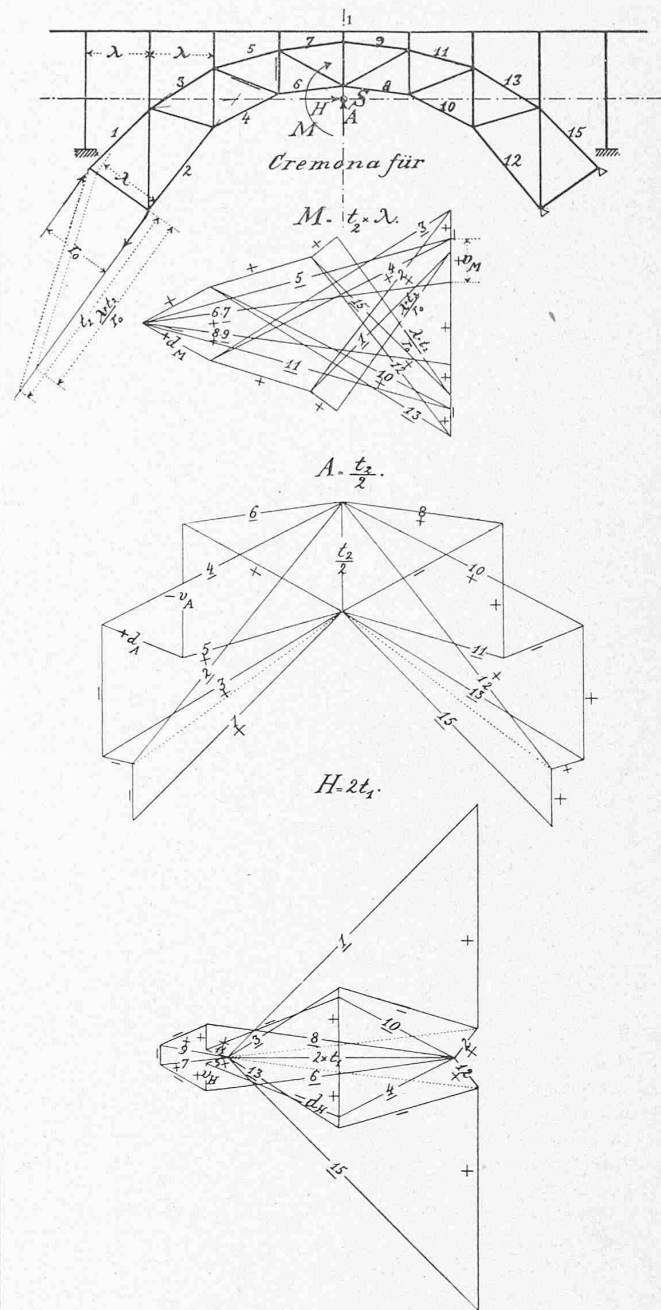
$$\eta = \frac{d_A}{\frac{1}{2} t_1 \cdot t_2} \left( u_1^1 \cdot \frac{t_1 + d_M}{2 \lambda \cdot d_A} - u_2^1 + \frac{u_3^1}{4} \cdot \frac{d_H}{d_A} \right) \dots (3^a)$$

worin die Vorzeichen durch die Vorzeichen der Verhältnisse  $\frac{d_M}{d_A}$  und  $\frac{d_H}{d_A}$  bestimmt werden müssen.

Man sieht, dass in den Gleichungen (3) die Ordinaten  $u_2$  und  $u_2^1$ , die den Senkungen in vertikalem Sinne proportional sind, für alle Einflusslinien die gleichen bleiben, während die  $u_1$ , bzw.  $u_1^1$  und die  $u_3$  wieder mit Faktoren multipliziert werden müssen, die für sämtliche Stäbe zwar verschieden, für sämtliche  $u_1$  und  $u_3$  eines Stabes aber konstant sind. Man kann also, wie beim ersten Verfahren, wieder Punkte festlegen, durch welche die Seiten sämtlicher Einflusslinien gehen, nur liegen diese Festpunkte nicht auf den Seiten des ersten Seilpolygons, sondern auf denen des dritten. In Figur 6 oben sind diese Festpunkte ermittelt worden,

und zwar wurden zuerst die Grössen  $u_2$  nach oben und  $u_2^1$  nach unten aufgetragen, da die  $u_2$  stets entgegengesetztes Vorzeichen haben wie die  $u_2^1$ . An die  $u_2$  wurden die  $u_1$  und an die  $u_1^1$  die  $u_3^1$  angefügt und die entsprechenden Seiten zum Schnitt gebracht und so die Punkte  $0, 1 \dots 6$ , bzw.  $7^1, 6^1 \dots 1^1$  festgelegt; die Punkte des  $H$ -Astes

Fig. 5.



II...V sind dieselben wie in Fig. 3. Hierauf wurden links der Ausdruck:  $\frac{u_1 \cdot t_1}{2r} \cdot \frac{d_M}{d_A} = m_D$  und die Länge  $\frac{u_3}{4} \cdot \frac{d_H}{d_A} = b_D$  konstruiert und zwar wurde diejenige Ordinate  $u_1$  gewählt, welche gleich gross ist, wie ihre entsprechende  $u_1^1$ , um ein zweimaliges Umrechnen zu ver-

meiden. Zur Zeichnung des  $H$ -Astes wurde wieder  $u_{3max}$  genommen. Diese Figuren brauchen keine weitere Erklärung; es sei nur bemerkt, dass der Ausdruck  $\frac{u_1 \cdot l_1}{2r}$ , sowie  $\frac{u_3}{4}$  für alle Stäbe der gleiche bleibt und nur einmal ermittelt zu werden braucht. Dieselben sind daher in die Figur rechts übertragen worden und daselbst die Grundwerte

$$\frac{u_1 \cdot l_1}{2\lambda} \cdot \frac{v_M}{v_A} = \frac{u_1' \cdot l_1}{2\lambda} \cdot \frac{v_M}{v_A} = m_v \text{ und } \frac{u_3}{4} \cdot \frac{v_H}{v_A} = b_v$$

für die in Figur 5 bezeichnete Vertikale  $V_{5-6}$  ermittelt worden.

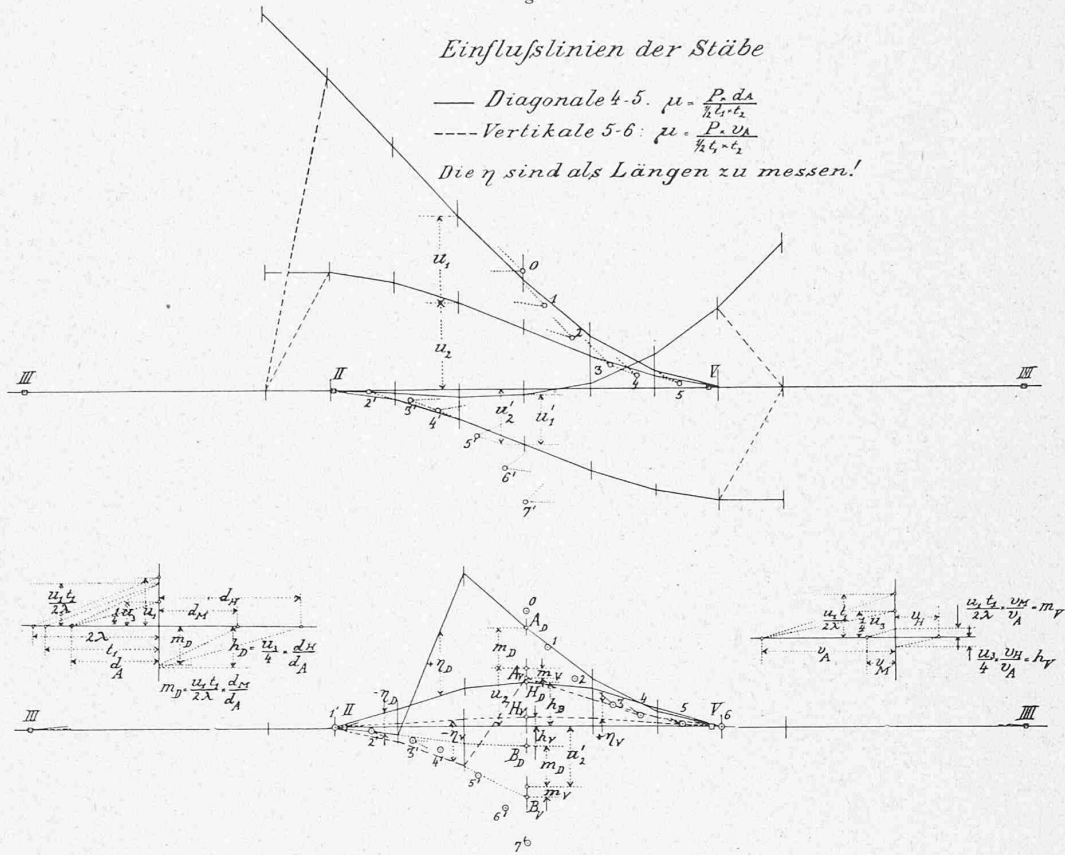
In Figur 6 unten sind die Einflusslinien der Diagonalen  $D_{4-5}$  und der Vertikalen  $V_{5-6}$  angegeben worden. Es wurde an die Ordinate  $u_2$ , resp.  $u_2'$ , unter dem Schwerpunkt der Centralellipse, der Wert  $m_D$  zugefügt und so die Punkte  $A_D$  und  $B_D$  bestimmt; dieselben wurden mit den entsprechenden Festpunkten verbunden, und so die ersten

Richtung wie  $u_2$  von seinem Endpunkte aufzutragen,  $b_D$  dagegen von der Abscissenachse in der entgegengesetzten Richtung, da sich in diesem Falle sämtliche Teile der Ordinaten addieren. Hat  $d_M$  oder  $d_H$  das entgegengesetzte Vorzeichen von  $d_A$ , so ist  $m_D$  in entgegengesetzter Richtung wie  $u_2$  aufzutragen,  $b_D$  dagegen in gleicher Richtung.

Nennt man nun wieder denjenigen Teil der Einflussfläche, bei dem der  $H$ -Ast unterhalb der andern verläuft, positiv, so ist das Vorzeichen des Multiplikators durch dasjenige gegeben, das die entsprechende Kraft im zweiten Cremona der Figur 5 hat. Der Multiplikator der Diagonale  $D_{4-5}$  ist daher positiv, d. h. positiven  $\eta$  entsprechen Zugkräfte, und umgekehrt ist das  $\eta$  für die Vertikale  $V_{5-6}$  negativ, sodass positiven Einflussordinaten Druckkräfte entsprechen.

Selbstverständlich lässt sich dieses zweite Verfahren auch für die Gurte anwenden, doch ist das erste bedeutend einfacher und übersichtlicher. Dem zweiten Verfahren

Fig. 6.



Seiten des  $A$ - und  $B$ -Astes bestimmt. Die Endpunkte dieser Seiten wurden wieder mit den zugehörigen Festpunkten verbunden und so fortgefahren bis an die Auflager. In demjenigen Felde, in dem der Wechsel zwischen den zu berücksichtigenden Auflagerkräften stattfindet, musste der  $A$ -Ast mit dem  $B$ -Ast durch eine Gerade verbunden werden. Ausserdem wurde die Grösse  $b_D$  in der Mitte aufgetragen, um den Punkt  $H_D$  zu bestimmen, von dem ausgehend der  $H$ -Ast gezeichnet wurde. In gleicher Weise wurden mit Hilfe von  $m_v$  und  $b_v$  die Punkte  $A_v$ ,  $B_v$  und  $H_v$  für die Vertikale  $V_{5-6}$  bestimmt und die Einflusslinie derselben gezeichnet. In beiden Fällen ist ein Teil des  $B$ -Astes nicht zu berücksichtigen, da auf der betreffenden Strecke nicht  $B$ , sondern  $A$  massgebend ist.

Grosse Aufmerksamkeit ist dabei beim Auftragen der  $m$  und  $b$  zu verwenden. In Figur 5 ist von sämtlichen Stäben angegeben, ob die betreffenden Einflüsse Zugkräfte (mit + bezeichnet) oder Druckkräfte (—) erzeugen. Im Falle  $d_A$ ,  $d_M$  und  $d_H$  gleiche Vorzeichen haben, ist  $m_D$  in der gleichen

könnte man vorwerfen, dass es zu umständlich sei, da drei Cremonas gezeichnet werden müssen. Wenn man jedoch bedenkt, dass ein Cremona in allen Fällen für den Einfluss der Temperaturschwankungen gezeichnet werden muss, so erscheint die Mühe, welche die beiden andern erfordern, nicht so bedeutend grösser, als die Arbeit, indirekt die  $x$  und  $r$  der Füllungsstäbe zu ermitteln, wenn die Drehpunkte derselben vom Blatt fallen. Dringend aber ist es zu empfehlen, bei den Cremonas je ein oder mehrere Stabkräfte direkt zu konstruieren oder eine Komponente derselben zu rechnen.

Zu beachten ist ferner, dass sämtliche Grössen, die in den Formeln (2) und (3) vorkommen, teils wirklich Längen sind, teils als Längen aufgefasst werden dürfen; man thut daher gut, sämtliche Grössen als Längen im Masstab des Trägernetzes zu messen und einzusetzen.

Es kann noch ein weiterer Fall vorkommen, auf welchen aber nicht weiter eingegangen werden soll; nämlich, dass der Drehpunkt vom Blatt fällt und ausserdem



$d_A = 0$  wird. Wie sich in diesem Falle aus  $d_M$  und  $d_H$  mit Benutzung von Figur 3 die Einflusslinie zeichnen lässt, ist leicht einzusehen.

Diese Verfahren sind bei der endgültigen Berechnung der Kornhausbrücke in Bern zur Kontrolle der analytischen Rechnung angewendet worden und haben sehr gut übereinstimmende Resultate ergeben.

In Bezug auf diese hier vielleicht zum ersten Mal verwendeten „Festpunkte in der Fläche“ möge noch zum Schlusse bemerkt werden, dass dieselben sich bei allen zwei- und dreifach statisch unbestimmten Systemen bei der Aufzeichnung von Einflusslinien vorfinden und mit Vorteil verwenden lassen.

Auch beim Blechbogen mit festen Auflagern finden sie sich; daselbst werden statt der Drehpunkte die Kernpunkte für die Gurte, bezw. die Schnittpunkte der Tangenten der Ober- und Unterkante des Stehbleches für die Querkräfte zu benutzen sein. Auch beim kontinuierlichen Träger mit beliebig vielen Feldern und verwandten Fällen sind sie vorhanden, weil daselbst die Stützenmomente links und rechts als eine Funktion ersten Grades der weiter ab liegenden Momente sich auffassen lassen und also eigentlich nur zwei statisch Unbestimmte bei den Einflusslinien zu berücksichtigen sind, nämlich die Funktion ersten Grades der linken Stützenmomente und diejenige der rechten.

## Pompeji vor der Zerstörung.

(Mit einer Tafel.)

### II.

Eine erquickende Abwechslung der Eindrücke gewährt es, mit dem Verfasser von dem hoch- und freiliegenden griechischen Tempel des Forum triangulare zum stillen, in sich abgeschlossenen Vorhof des Apollotempels in der Strada della marina zu wandern. Zwischen den graubraunen Ueberresten der noch verblasste Spuren einstiger Bemalung zeigenden Wände und Säulen fesselt uns hier eine sich blendend von der zerfallenen, farblosen Umgebung abhebende, weisse Marmorfigur des Hermes von ergreifendem Eindruck (Fig. 3). Das Haupt gesenkt und halb verhüllt, die Hände unter dem zusammengefassten Gewand, steht er an einem wiederaufgerichteten Teile der den Tempelhof umgebenden Säulenhalle, wie ein letzter Bewohner der Ruinenstadt, seit 2000 Jahren seinen Platz behauptend. Der ruhige, fast schwermütige Ausdruck, die Einfachheit in der Behandlung der Gewand lässt auf griechische Arbeit schliessen. Den einst mit noch vielen andern Statuen in Erz und Marmor geschmückten Tempelhof und den korinthischen Tempelbau selbst wiederherzustellen, unternimmt Weichhardt im fünften, besonders reich illustrierten Kapitel seines Werkes.

Die Architektur der, gleich dem Tempel in vorrömischer Zeit gebauten, Halle erfuhr noch kurz vor der Zerstörung eine Metamorphose. Ursprünglich zeigte sie ionische, kanellierte Säulen mit dorischem Gebälk, beide mit einem feinem Stuck überzogen und bemalt. Weichhardt hebt hervor, dass diese Anlage ein einzig dastehendes Beispiel der Vereinigung zweier Stilarten in so früher Zeit darbietet. Die Säulen, 48 an der Zahl, sind aus Tuffblöcken solid aufgeführt; vom Architrav ist infolge der leichteren Konstruktion wenig erhalten. Diesen bildeten nämlich zwei von Säule zu Säule gelegte Balken, über welche die massiven Stücke des Triglyphenfrieses aufgemauert wurden. Die ganze Konstruktion beruhte also auf der Festigkeit der Unterlagshölzer, die auch noch die Decke und das Obergeschoss tragen mussten. Die Existenz des letzteren ergibt sich aus dem Vorhandensein einer Treppenanlage hinter der Nordostecke des Tempelhofes, sowie aus Einritzungen auf den Gesimsstücken der unteren Halle, betreffend den Standort der oberen Säulen oder deren Postamente.

Die nach dem Erdbeben des Jahres 63 n. Ch. vor sich gegangene Umänderung der Halle bestand nun darin,

dass man, auf den Wiederaufbau des Obergeschosses verzichtend, die Säulenkapitälé und das Gebälk mittels eines dicken Stucküberzuges mit starker Bemalung in korinthische verwandelte. Der französische Pompejiforscher *Maxois* hat noch anfangs dieses Jahrhunderts die Reste dieser antiken Renovation vorgefunden. Heute ist an den wieder dorisch gewordenen Gebälkstücken keine Spur mehr von der Uebertünchung übrig; nur aus den abgeschlagenen und verkürzten Voluten der ionischen Kapitälé geht hervor, dass auch diese eine Umwandlung in korinthische Eckranken durchgemacht haben.

Um zwei Stufen erhob sich die Halle über den offenen Hof. Für ihre Wiederherstellung bot einen Anhalt die etwa  $1\frac{1}{2}$  m vor der Säulenreihe im Boden des Hofes entlang laufende Regenrinne, indem dieselbe eine weitere Ausladung des Gesimses zum Schutze der auf der ersten Stufe vor den Säulen stehenden Statuen gegen Regen andeutet.

Ausser der bereits erwähnten Hermesfigur standen hier noch fünf Bildwerke — Apollo, Diana, Maia, Venus und ein Hermaphrodit — die sich jetzt im Museo nazionale in Neapel vorfinden. Diese zu messen und zu zeichnen, sie wieder im Bild auf ihre Postamente zu heben, die eingesunkene Halle dahinter und den Tempel selbst aus seinen Bruchstücken aufzurichten, mag, was man dem Verfasser gern glauben wird, keine leichte, wenn auch wie jede freischaffende Thätigkeit genussreiche Arbeit gewesen sein. Weichhardt bringt neben den von verschiedenen Standpunkten gewählten Ansichten des mit seinem plastischen Schmuck rekonstruierten Vorhofes grosse, prächtige Sonderdarstellungen nebst einer erläuternden Besprechung genannter Figuren. Auf dem vorliegenden Rekonstruktionsbilde sind nur drei, vor den seitlichen Hallen stehende Statuen sichtbar: rechts im Vordergrund diejenige des Apollo, und des auf den ersten Blick weiblich erscheinenden Hermes, links ihm gegenüber die seiner Mutter Maia, eine der künstlerisch vollendetsten und sympathischsten Figuren aus dem alten Pompeji. In den vier Ecken des Peribolos sind kleine Brunnenfiguren aufgestellt. Die Eingangshalle zeigt eine schon beim griechischen Tempel beobachtete Abweichung vom Hergebrachten; sie hat eine ungerade Säulenzahl, neun, so dass sich in der Hauptachse des Tempels kein Interkolumnium, sondern eine Säule befindet und auch die Eingangsthür dementsprechend nicht auf die Tempelachse zuführt.

Eine breite Freitreppe von 14 Stufen führte zu dem hohen Unterbau des durch 28 Säulen getragenen, korinthischen Tempels von peristylar Anlage empor. Auf dem freien Platze vor der Treppe, zwischen der eine Sonnenuhr tragende Säule links und dem Lavafundament rechts stand der Altar. Unter Zuhilfenahme von Wandgemälden und Vasenbildern ermittelt Weichhardt den Zweck dieses Lavafundamentes wohl richtig als Untersatz für einen Opfertisch.

Die Säulen des Tempels, von denen heute zwei wieder aufgerichtet sind, waren aus grossen Tufftrommeln gefügt und mit feinem Stuck überzogen. Von Gebälk und Giebelfeld ist nichts übrig geblieben, wohl aber ist eine Reihe zierlicher Kapitälé vorhanden, welche erkennen lassen, dass die Blattformen und Ranken schon im Tuffmaterial genau durchgeführt und gleich den Säulen nur mit einer dünnen Gipschicht übermodelliert wurden. Es liegt nahe, dass Architrav, Fries und Gesims eine gleiche Behandlung und konstruktive Durchführung erhalten haben, ebenso dass die Figuren des unzweifelhaft dekorierten Giebelfeldes auch in Stuck (Flach- oder Hochrelief) ausgeführt und bemalt waren. Zeigen doch alle Giebelfelder, Frieze und Simse an den noch erhaltenen Anlagen Pompejis eine ungemein reiche, plastische Verzierung mit Resten starker Bemalung, nie aber begegnet man angesetzten Modellstücken. Figuren und Ornamente waren immer freihändig an den Architekturteil anmodelliert.

Betreten wir nun die an allen Seiten von der einreihigen Säulenhalle umgebene Cella, das kleine Gemach des Gottes. Der Fussboden ist mit einem reichen, wohl-