

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 78 (1960)
Heft: 26

Artikel: Geschichte des Städtebaus
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-64911>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

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

In den Zwischenschnitten seien die Scheiben gelenkig, aber schubfest miteinander verbunden.

Die Lastverteilung sei nur von der Exzentrizität e abhängig (Guyon).

Die Torsionssteifigkeit der Zwischen-Scheiben wird vernachlässigt.

6.2. Dynamische Belastungsversuche

6.2.1. Eigenfrequenz und Dämpfung

Die Berechnung der Eigenfrequenz n nach der bekannten Näherungsformel:

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g^*}{y_g}}$$

ergibt für jeden Tragwerksteil bzw. für jedes Feld eine andere Frequenz, was natürlich in Wirklichkeit nicht möglich ist, weil das Gesamttragwerk nur eine Resonanz-Frequenz haben kann. Im vorliegenden Fall ergab sich ein Durchschnittswert von $n \approx 2$ Hz. Die genaue Berechnung mit Hilfe einer Energiebetrachtung (Siehe: Prof. Dr. F. Stüssi, «Grundlagen des Stahlbaus») führte zu einer Eigenfrequenz von 2,12 Hz, während das Mittel aller Messungen eine solche von 2,32 ergab. Die Dämpfung (logarithmisches Dekrement) wurde aus der elektrischen Messung mit $S = 0,071$ ermittelt.

6.2.2. Stosszuschlag

In üblicher Weise wurden aus den Fahr- und Sprungversuchen die Stosszuschläge ermittelt. Während bei den Fahrversuchen der mittlere Stossskoeffizient von $\varphi = 15\%$ recht gut mit der Rechnung ($\varphi = 16,9\%$) übereinstimmt, liegen die «Stosszuschläge» beim Sprung über ein 4 cm starkes Brett bedeutend höher und erreichen Werte bis zu 100 %.

Hier muss betont werden, dass es grundsätzlich falsch wäre, einen Stosszuschlag aus einem Sprungversuch mit dem normengemäßen Stosszuschlag zu vergleichen. Im einen Falle handelt es sich um eine kurzfristige Kraftwirkung eines Einzelfahrzeugs mit all ihren Besonderheiten, im anderen Falle aber um einen «Nutzlast-Zuschlag» der gesamten Fahrzeugbelastung. Diese Verhältnisse werden am besten durch den Vergleich der grössten Schwingungsamplituden mit den grössten statischen Durchbiegungen deutlich gemacht. Im vorliegenden Beispiel machen die dynamischen Werte (etwa 2,5 mm) nur rund $1/4$ der statischen (etwa 10 mm) aus, so dass mit Sicherheit gesagt werden kann, dass auch bei so extremen Stößen keine Ueberlastung des Tragwerkes auftreten kann.

Es wäre zu empfehlen, beim Sprungversuch nicht mehr von einem «Stosszuschlag», sondern eher von einem «dynamischen Beiwerk» zu sprechen, um falsche Schlüsse von vornherein auszuschalten.

6.2.3. Das Verhalten des Tragwerkes zwischen Risslast und Bruchlast

Dieses Problem wurde von M. Birkenmaier und W. Jacobsohn in SBZ 1959, Heft 15, S. 218, eingehend behandelt. Die dort entwickelte Berechnungsmethode ist in der Praxis vor allem zum Nachweis der «Sicherheit gegen Ermüdungsbruch» wichtig. Beim durchlaufenden Balken ergeben sich zusätzliche Schwierigkeiten, weil in diesem Belastungsbereich die Momentenverteilung nicht mehr unbedingt den Gesetzen der Elastizität entspricht. Die Grösse der Momentenumlagerungen ist bis heute noch nicht genauer bekannt, da sie von der Einspannung und von der Belastungsart abhängig ist (Generalbericht Spannbetonkongress Amsterdam).

Da im vorliegenden Falle die Nutzlast vorwiegend aus Wechsellaisten besteht, darf angenommen werden, dass die Umlagerung nur in geringem Masse stattfindet und dass annähernd die Bernoulli-Hypothese gilt. Infolge des Überschreitens der Proportionalitätsgrenze im Spannstahl werden bleibende Dehnungen entstehen, welche ein Absinken der Vorspannmomente, vor allem auch der Parasitärmomente, bewirken. Da bei der vorliegenden Konstruktion die Stahlspannungen im Augenblick des Bruches nicht ausgenützt sind, so entsteht Bruchart 2 (nach Leonhardt), d.h. die statische Unbestimmtheit bleibt erhalten.

Wenn man gemäss der entwickelten Theorie und den Ergebnissen der Belastungsprobe sowie mit den oben angeführten Ergänzungen die statischen und dynamischen Bruchsicherheiten für die verschiedenen Schnitte berechnet, so ergibt sich ein Verhältniswert:

$$\frac{s_{dyn}}{s_{stat}} = 0,88 \text{ bis } 0,90$$

d.h. die dynamische Bruchsicherheit der Brücke dürfte im Minimum bei etwa 1,6 liegen, was sicher sehr befriedigend ist.

Bauherrschaft und Oberbauleitung: Tiefbauamt des Kantons Graubünden, Chur.

Projekt und Bauleitung: Ing.-Büro Weder & Prim, St. Gallen/Bern.

Ausführung: S. Bianchi Söhne & Co., Landquart.

Vorspannung: Stahlton AG., Zürich.

DK 711.4:93

Das reiche Karten- und Bildmaterial ist sorgfältig gesichtet, das Buch ist sehr schön aufgemacht²⁾. Mit Genehmigung des Verlages begleiten wir diese Buchbesprechung mit Text- und Abbildungsproben aus dem Werk, die unsrer Lesern einen Einblick in dessen Charakter ermöglichen. Auf den zweiten Band darf man mit Recht gespannt sein. H. M.

Abriss der Stadtgeschichte von Assyrien und Babylonien

Die Grundlage des assyrischen und babylonischen Städtebaus war gegeben durch das Erbe von Sumer und Akkad. Doch gibt es Einflüsse, die dem babylonischen und noch mehr dem assyrischen Städtebau eine besondere Art verleihen. Diese Einflüsse sind: 1. Der Nationalcharakter der Assyrer und Babylonier. 2. Einflüsse der Umwelt. 3. Einflüsse, die den geänderten sozialen Verhältnissen entsprechen.

Zu 1: Dem vorwiegend semitischen Charakter entsprechen einerseits rationalistischere Pläne, anderseits Undiszi-

²⁾ Ausnehmen von dieser Anerkennung müssen wir leider zahlreiche Planreproduktionen, die durchaus unleserlich sind und es daher verumöglichen, die interessanten Textausführungen völlig zu verstehen; statt erkennen zu können, ist man auf Vermuten und Glauben angewiesen. Die sorgfältigen Untersuchungen des Verfassers hätten in dieser Hinsicht eine bessere Unterstützung verdient! W. J.

1) Geschichte des Städtebaues. Von Ernst Egli. I. Band: Die alte Welt. 371 S. mit 300 Photos und Plänen und 28 Karten. Erlangen und Stuttgart 1959, Eugen Rentsch-Verlag. Preis geb. 55 Fr.

pliniertheiten in der inneren Struktur der Stadt, entsprechend den Eigenheiten der Nomaden der arabischen Halbinsel. Der Umriss der Städte wird vorwiegend rechteckig bis quadratisch. Grosszügige Axen beherrschen die Gliederungen der Stadt. Dagegen sind Baublöcke, Baulose, Straßen und Wohnwege meist winklig, gekrümmt und keiner geometrischen Regel unterworfen.

Zu 2: Die gebirgige Natur Assyriens erzwingt die Anpassung der Stadt an das Gelände. In solchen Fällen wird der Umriss unregelmässig. Die Verteilung der wichtigen Organe der Stadt erfolgt unter dem Zwang des Geländes (z. B. Assur). Dazu kommen Einflüsse der Mitanni oder der Leute um den Wansee, kenntlich durch neue Orientierungen. Diese Einflüsse sind um so stärker, je nördlicher und je näher die Stadt dem anatolischen Hochland liegt.

Zu 3: Die veränderte Stellung des Königs als Autokrat mit unbeschränkter Gewalt verleiht dem Palaste noch mehr Bedeutung als in Akkad. Aeußerst gesteigerte soziale Unterschiede kennzeichnen die Städte. Kriege sind normal und alltäglich. Dies aber verstärkt das militärische Element in der Stadt. Die Städte Assyriens und Babyloniens sind nicht mehr so einheitlich in der Idee wie jene Sumeriens, sie haben auch ein anderes Mass als die dem bäuerlichen Hinterland entsprechenden sumerischen Städte. Sie sind Fürstensitze einer Militärherrschaft; ein imperialistischer Zug zeigt sich auch in der Grössenordnung. Die sumerische Priester-Königstadt liefert wohl noch den Tempelbezirk im Verband mit der königlichen Pfalz, dem Sitz der weltlichen Macht. Doch machen sich Einflüsse aus Kleinasien, aus Syrien, selbst aus Aegypten (Kalchu, Dur-Scharrukin), sei es im Umriss oder in den Orientierungen oder in Gebäudetypen, geltend. Assyrien hatte vier, dann fünf Hauptstädte: Ninive, Assur, Urbilum, Kalchu und Dur-Scharrukin.

Dur-Scharrukin (Bilder 1 bis 3), nördlich von Ninive, am rechten Ufer des Tigris gelegen, war die Hauptstadt Sargons II. (Sargon = Scharrukin), erbaut 713—707 v. Chr. Die Fläche der Stadt bedeckt ein ungefähres Rechteck von 1800×1650 m, misst also etwa 300 ha. Die Axen der Stadt liegen SO—NW bzw. SW—NO. In den Stadtmauern gab es sieben Tore (NO-Seite 2, SO-Seite 2, SW-Seite 2, NW-Seite 1 Tor). Diese Tore deuten auch die Lage der Hauptstrasse an; vermutlich verlief eine solche vom Tor 4 zum Tor 7, ferner vom Tor 2 zum Gebäudekomplex F und vom Tor 1 senkrecht zur Strasse 4—7 vor der Zitadelle vorbei, eine weitere vom Palasttor nach SO bis zur Strasse zwischen Tor 2 und F, drei andere von den Toren 5, 6 und 3 bis in die Mitte der Stadt. Diese Vermutung wäre aber an Ort und Stelle nachzuprüfen. Die Hauptgruppen monumentaliger Gebäude befanden sich an der NW-Seite (Palast und Tempel)

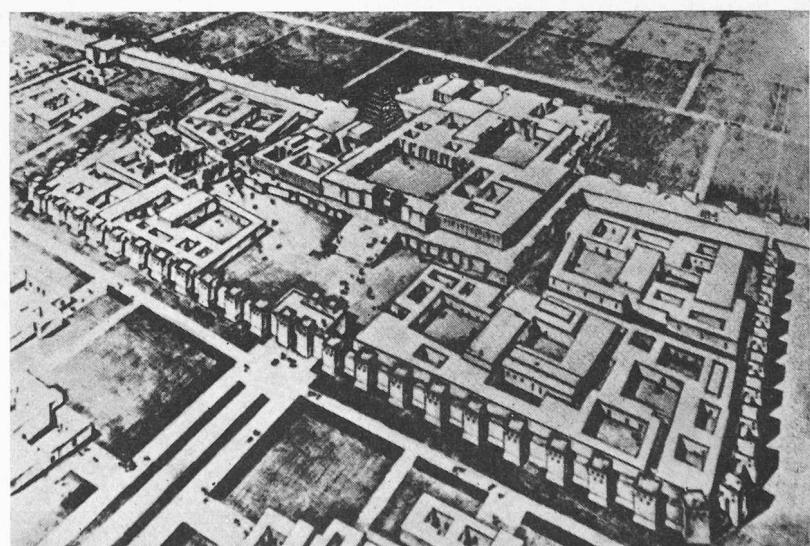
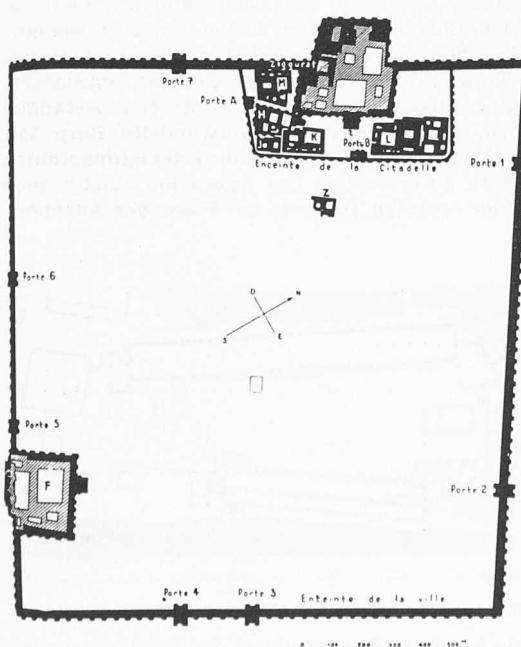


Bild 2. Rekonstruktion der Zitadelle

Bild 1 (links). Stadtanlage von Dur-Scharrukin. Der Hauptpalast (innerhalb der Zitadelle, schraffiert) und die Haupt-Tempel-Anlage, ebenda, an der Nordwestseite der Stadt gegen Südost gerichtet

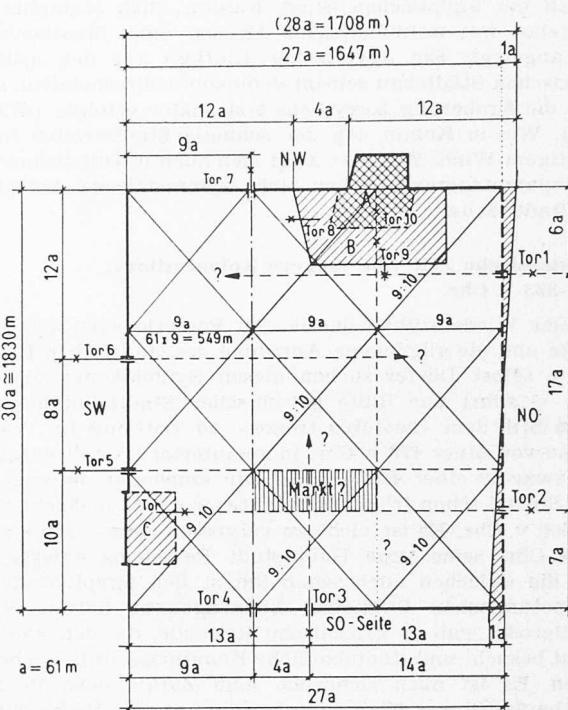


Bild 3. Dur-Scharrukin, Proportionen mit dem Grundmass a = 61 m. Vermutete Strassenachsen gestrichelt

und an der SW-Seite nahe der Süd-Ecke der Stadt (Gruppe F). Die Bestimmung der Gruppe F ist umstritten. Beide Gebäudegruppen springen von der Stadtmauer vor. Nichts ist bekannt über das Wohnhaus dieser Stadt, über die Baublöcke, die Baulose, die Nebenstrassen und Wohngassen.

Ein Proportionsschema dieser Stadt zeigt Bild 3. Die Strasse Tor 4 bis Tor 7 trennt ein Drittel der Stadt mit der Breite 9a vom Rest. Dieses Drittel wird durch die Tore 5 und 6 in drei Flächen geteilt, mit einem Rechteck 8a/9a in der Mitte, flankiert von zwei Rechtecken. Der Palast P steht in der Axe der verbleibenden Stadtfläche, die Entfernung der Palastaxe von der Strasse 4—7 beträgt 9a, ebenso ihre Entfernung vom Tor 1. Die Entfernung der Tore 1 und 2 beträgt 17a. So scheint das Mass a ein Grundmass der Stadt zu sein. Alle Masse und Entfernung in dieser Stadt betragen ein Vielfaches dieses Masses a, die Stadtfläche selbst ist angenehrt $30 a \times 27 a$. Eine ähnliche Konzeption begegnet

uns in der ägyptischen Stadt Kahun; auch Memphis war zweifellos mit wohlüberlegten Massen und Massbeziehungen angelegt. Ein ägyptischer Einfluss auf den späteren assyrischen Städtebau scheint demnach wahrscheinlich, wenn auch die Eroberung Aegyptens erst später erfolgte (671 vor Chr.). Wie in Kahun, lag der schmale Stadtstreifen in ungünstigem Wind. Wie dort zeigt sich auch in Dur-Scharrukin eine spannungsreiche, aber nicht symmetrische Aufteilung der Stadtfläche.

Die klassische Zeit (die jüngere Kolonisation), 494—333 v. Chr.

Der Wiederaufbau der in den Perserkriegen zerstörten Städte und die allgemeine Annahme der städtischen Lebensart — selbst Dörfer suchen diesen Synoikismus zu erreichen — führt zur Blüte griechischer Städtebaukunst, zum neuen Stil, dem «neoteros tropos». Er tritt uns im Wiederaufbau von Milet 479 v. Chr. in geläuterter Gestalt entgegen, und zwar in einer Reife, dass wir annehmen müssen, der neue Stil sei schon früher vorbereitet worden, vielleicht schon vor 500 v. Chr. Es ist nicht zu vergessen, dass Darius schon 520 v. Chr. seine neue Hauptstadt Persepolis anlegte und dass die Griechen auch schon längst den ägyptischen und mesopotamischen Städtebau kennengelernt hatten. Schon vor Herodot gab es griechische Reisende, die den vorderen Orient besucht und städtebauliche Kenntnisse zurückgebracht hatten. Es ist auch sicherlich kein Zufall, dass die neue Städtebaukunst aus Kleinasien herkam, wo die Verbindungen mit dem persischen Reich, mit Mesopotamien und Vorderasien stets wirksam waren.

Die griechische Städtebaukunst des «neuen Stils», in Sizilien weiterentwickelt, kann wie folgt gekennzeichnet werden. Die Stadt ist meist Hafenstadt mit einem Hügel im Rücken, meist in Südhänglage; womöglich angelegt als geschützter Kriegshafen und außerdem als offener Handelshafen, beide mit innerer Verbindung untereinander. Die Stadt selbst liegt auf gesunder Strandebene bis zum Berghang: fruchtbare Hinterland für Ernährung und gute Lage für Handel ist unerlässlich.

Der Standort bildet ein wichtiges Thema der griechischen Stadttheoretiker jener Zeit. Als erster, für uns, liefert der Arzt und Naturforscher Hippokrates (ca. 450 bis 350 v. Chr.) mit seiner Schrift: «Luft, Wasser und Lage» wichtige Angaben zu diesem Thema. Ihm zufolge sollte die Stadt am besten nach Osten, zu angenehmen Winden, orientiert sein, allenfalls nach Norden (sic!), nie nach Westen noch nach Süden. Gesunder, fruchtbarer Boden, frei von Nebeln, fern von Sumpfen, geeignet zum Anbau in der Umgebung, soll Voraussetzung einer Stadtgründung sein. Es ist bemerkenswert, dass Hippokrates die Ostlage fordert, was uns an die kretischen Anlagen erinnert, dass aber die griechischen Städte fast ausschließlich Südhänge bevorzugen. Ob dies

wohl mit dem Wohnort des Gelehrten zusammenhängt? Hippokrates ist in Kos geboren, einer Insel vor dem Golf von Halikarnassos, und dürfte dort und in Jonien, d. h. unter vorherrschenden O—W-, W—O-Winden, gelebt haben. Bei Hippokrates schwingen aber noch andere Vorstellungen astronomischer, makrokosmischer Herkunft mit, die, später vom praktischen Städtebau der Griechen abgelehnt, immerhin des Interesses wert sind. Denn sie mögen ihre Quellen im fernersten Asien (Mesopotamien bis Indien), vielleicht auch in Ägypten haben, wo über die Einordnung der Stadt in die Umwelt besondere Vorstellungen und Lehren herrschten. Nach ihm bildet sich der Charakter der Bürger je nach dem Standort — ob schlaff, wild oder geniesserisch —, denn alles, «was vom Boden kommt, entspricht dem Boden selbst».

Die Vorstellungen des Hippokrates begegnen uns bei Plato wieder: der Standort wirkt auf die Seelen der Bewohner, ebenso die Kultur und der Anblick der Umgebung. Später erschien ein Traktat, angeblich vom Peripatetiker Diogenes, «Ueber die griechischen Städte», worin der Verfasser u. a. den Charakter der Stadtbevölkerung in Abhängigkeit von der Lage der Stadt schildert. Für Plato sind Hafenplätze Orte der Verderbnis, Märkte sollten ausserhalb der Stadt sein! Während Plato in der Frage des Standortes auf die Idee seiner Idealstadt zielt, wendet sich Aristoteles mehr praktischem, naturwissenschaftlichem Denken zu: es gelte, den Standort zu wählen nach den besten Bedingungen der Versorgung und der Gesundheit. Aristoteles kritisiert auch das Werk des Hippodamos aus Milet, Sohn des Euryphon, der allgemein als der Erfinder der neuen Städtebauart gelte: «Er sah sich als weise an in den Dingen der Natur.» (!) Zweifellos hat Hippodamos die ionischen Naturphilosophen gekannt wie auch — seiner Vorliebe für Zahl, Proportion und Harmonie nach — Pythagoras. Es scheint demnach, dass auch Hippodamos Theorien vertreten hatte, die Natur und Himmel mit dem Städtebau verbanden (Theorie, die später vom Athener Meton vertreten wird). Noch im vierten Jahrhundert n. Chr. beschäftigt sich Oreibasius mit den Einflüssen der vorherrschenden Winde auf den Bau der Städte.

Es darf uns nicht wundern, dass in dieser Zeit der griechischen Kolonisation gerade die Frage der Standortwahl eine grosse Rolle spielt, denn sie war von allen Kolonisten zuerst zu lösen. Daher auch die oftmalige Befragung der Orakel (z. B. bei der Gründung von Byzanz).

Assos (Behramkale), eine äolische Stadt (Bilder 4 und 5), gegenüber der Nordspitze von Mytilene im Golf von Adramyttion (Edremit) am anatolischen Ufer gelegen, war angeblich vor 1200 v. Chr. eine Stadt Leleger. Die Baugeschichte dieses Ortes gibt noch manches Rätsel auf. Mag sein, dass der ziemlich weit vom Meer abliegende, steile Felsklotz der Akropolis in vorgriechischer Zeit eine Burg trug, ähnlich wie in Pergamon; mag auch sein, dass sich dann sekundär im Anschluss an den kleinen Hafen auf der ersten Terrasse eine kleine Niederlassung von Händlern und Handwerkern bildete. Wir können dies nur mutmassen. Später muss jedenfalls das Bestreben bestanden haben, die zur Akropolis verwandelte Burg mit dem Hafen zu verbinden und verteidigungsfähige Mauern zu errichten. Die Agora lag zuletzt hoch auf der obersten Terrasse am Fusse der Akropolis

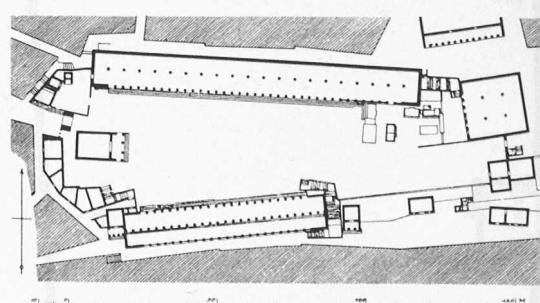
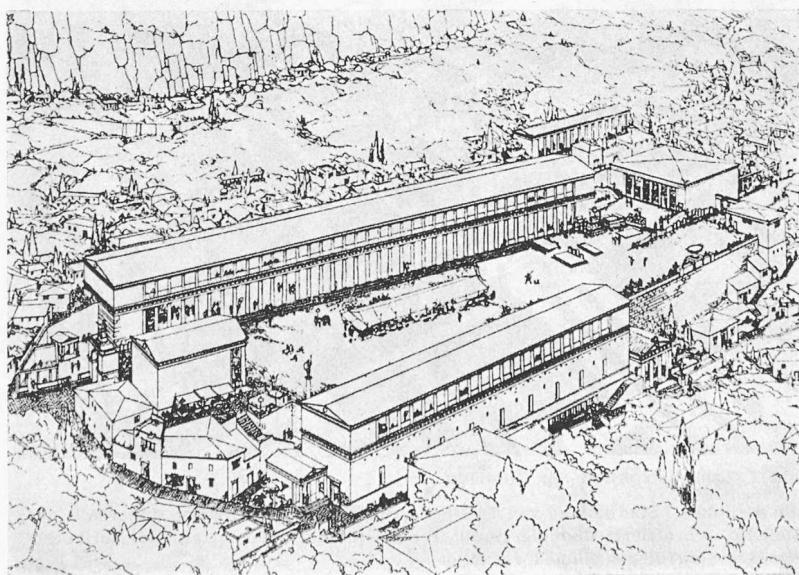


Bild 4. Assos, Agora am Hang. 1:2500

Bild 5 (links). Rekonstruktion der Agora von Assos

— sie ist etwa die fünfte Terrasse vom Strand aus gerechnet. Die Stadt erfuhr im Laufe der Zeit sehr viele Veränderungen, insbesondere in hellenistischer und römischer Zeit. Ohne Zweifel wirkte das Beispiel Pergamons im Sinne des Ausbaues der Terrassen und ihrer Benützung zu städtebaulich wirksamen Gruppenbildungen.

Der römische Städtebau

Der römische Städtebau entwickelt sich Schritt für Schritt mit der politischen und militärischen Entfaltung Roms. Am Anfang standen Rom als Stadtvorstellungen jene der Etrusker und der Griechen vor Augen. Rom selbst war ja zumindest im Ausbau der Königszeit eine etruskische Stadt gewesen. Der römische Städtebau setzt sich dann fort als alter römischer Kolonialstil in Italien. Er wird darauf zum militärischen Städtebau in den erobereten und zu schützenden Provinzen, der sich aus Prestigegründen zum Repräsentationsstil und aus Staatsraison zum Einheitsstil entwickelt. Aber diese Tätigkeit in den Provinzen macht Rom mit vielem bekannt, insbesondere mit den grossen Leistungen des griechischen und hellenistischen Städtebaues. Manche Städte mögen da zu Lehrmeistern des römischen Städtebaues geworden sein: vor allem Alexandrien, Antiochia, Pergamon, die Hauptstädte der Nachfolgereiche Alexanders des Grossen. So kam es zum Monumentalstil des römischen Städtebaues der Kaiserzeit. Es ist jedoch nicht zu verkennen, dass die rein städtebaulichen Erfindungen Roms sich in einem bescheidenen Rahmen halten.

Rom selbst (Bild 6) war keine mit grosszügigen Anordnungen geregelte Stadt, sondern vielmehr eine Baufläche, auf der da und dort grosszügige, monumentale Gebäude oder Gebäudegruppen errichtet wurden, ohne Bezug zu einem Gesamtplan. Der römische Städtebau erschöpft sich in der Idee des «castrum romanum» und in gewissen Anordnungen innerhalb dieser Lagerstadt — vornehmlich im Kapitol und im römischen Forum. Wir kennen keine andere Entwicklung als nur diese und ihre Variationen. Dem römischen Städtebau sind kaum Persönlichkeiten erstanden wie Hippodamos für Milet, Hermokrates für Selinunt, Deinokrates für Alexandrien, die grundsätzlich neue Ideen verfochten. Die vielen ungenannt gebliebenen schöpferischen Geister des östlichen Städtebaues, wie etwa jene von Pergamon oder des seleukidischen Bereiches, sind im römischen Bereich Ausnahmen. Zum Teil hängt dies schon mit der grundsätzlich andern Aufgabe der römischen Stadt zusammen. Sie war und blieb in erster Linie eine militärische. Ihre Bedeutung lag in der Aufgabe, die Anwesenheit Roms darzustellen. Alle römischen Städte waren einem einzigen Mittelpunkt zu- und untergeordnet: Rom. Während sich der griechische Siedlungskörper aus unabhängigen, nur als Mutter- und Tochterstädte

verbundenen Städten aufbaute, die in Kulturleistungen und Eigenarten miteinander wetteiferten, blieb jede römische Stadt dem Wesen nach ein Vorposten Roms. Die grosse Leistung Roms war, diese Vorposten an die richtigen Stellen zu setzen, sie mit Rom zu verbinden und sie im Maßstab und durch die Typen ihrer Bauwerke zu sinnfälligen Zeichen der Macht Roms zu machen.

Pergamon

Zum Schluss sei die Darstellung der Entwicklung von Pergamon auszugsweise wiedergegeben (Bilder 7 bis 9).

Pergamon, heute Bergamo, unweit der Westküste Kleinasiens, war eine der frühzeitig von äolischen Griechen besiedelten Städten. Wenn aber heute von Pergamon gesprochen wird, ist die hellenistisch-römische Stadt gemeint. Denn nur für sie liefern die Ruinen einen Vorstellungsinhalt.

Die Anlage der Stadt zeigt ihre Entstehung: zuerst feudale Burg, angelegt zur Beherrschung der Landschaft, mit angeschlossener Stadt der Hintersassen (Krieger, Beamte, Priester) nicht grösser als 9 ha, entwickelt sich dieser Kern später in zwei Etappen den Hang hinunter auf 21 ha und breitet sich dann in der Ebene aus, auf 90 ha ausgebaut. Der Stadtplan von Pergamon ist also nur zu verstehen als eine Zusammenklitterung einer Hügelsiedlung (dies war die Pfalz, die Burg, später der Fürstensitz) mit einer Hangsiedlung (dies war die griechische und hellenistische Bürgersiedlung) und mit einer Ebenbesiedlung, einer Kurstadt (dies war zuletzt die römische Stadt Pergamon). In diesem Zusammenwachsen verschwanden verschiedene Anlagen aus verschiedenen Epochen unter gleichzeitiger Veränderung durch Umbauten und Ausbauten spiegeln sich die Entwicklung des griechischen Geistes von der achäischen Periode bis zum römischen Griechentum auf dem Hintergrund einer sich verändernden Gesellschaft.

Der Hügel erhebt sich zwischen den beiden Wasserläufen, die in der Antike die Namen Selinos und Ketios trugen (heute Bergamabach und Kestelbach), wobei die beiden Hänge, die langen Wangen des Hügels, zu diesen Wasserläufen steil abfallen, während sich die Nase des Hügels, gegen SO zur Vereinigung der beiden Wasserläufe gerichtet, in Absätzen absenkt und am Fusse des Berges ein flaches Gelände vor sich hat. Auch das andere, rechte Ufer des Selinos ist annähernd flach. Die Hügelkuppe erhebt sich bis + 335 m Seehöhe, während die Ufer der Bäche auf + 50 m liegen. Die alte Bebauung der Hügelkuppe, die Burg, ist nicht erhalten. Sie dürfte sich vom späteren Burgtor über die oberste Terrasse (zwischen 291 und 335 m Höhe) erstreckt haben. Sie trug später das Königsschloss, den Tempel des Trajan, das Heiligtum der Athena, die Bibliothek und verschiedene kleinere Paläste. Dahinter schloss sich eine

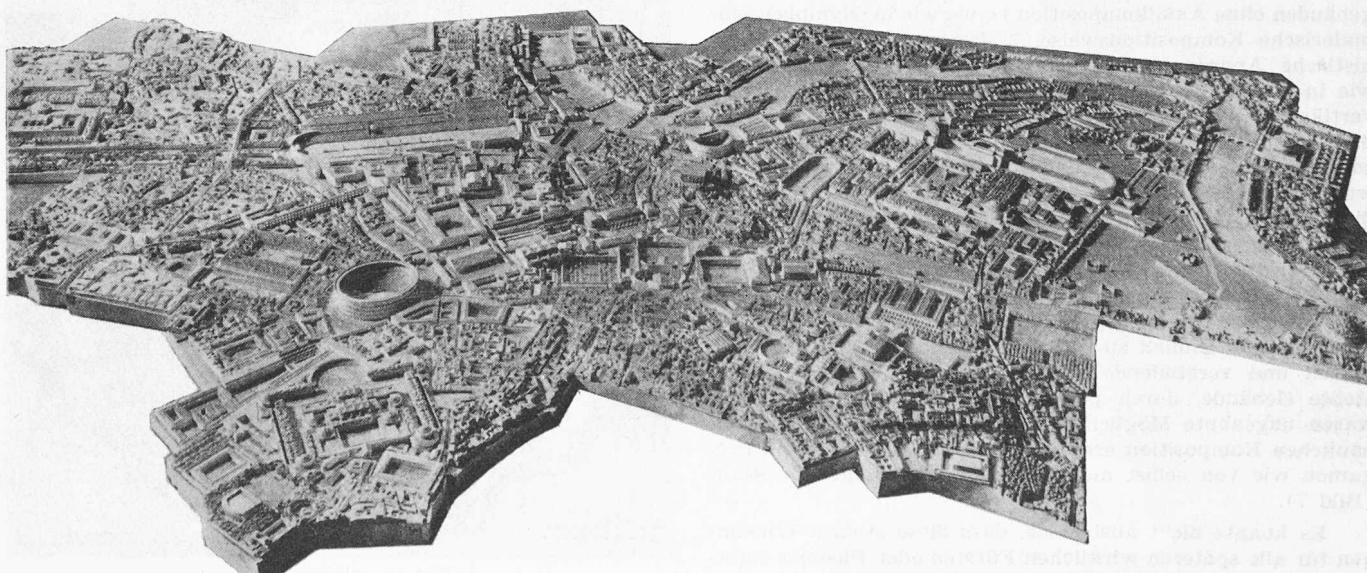


Bild 6. Rom, Stadtmitte zur Kaiserzeit, Modellaufnahme von Osten gesehen

tiefer gelegene Terrasse an, ähnlich wie in Tiryns, später Garten der Königin genannt, deren ursprünglicher Zweck nicht feststeht.

Vor diesem Palasthügel lag eine Terrasse, durchschnittlich 20 m tiefer, an ihrem südlichen Ende die Agora (+ 277 m), über ihr die grosse Terrasse des grossen Zeusaaltars (+ 291 m) und am anderen Ende wieder Palastanlagen. Vor dieser Terrasse fiel ein Hang abwärts gegen SO; dieser Teil also, Hang und Terrasse, waren durch eine zweite Mauer abgeschlossen, die sich auf halber Höhe hinzog und oberhalb der späteren hellenistischen Gruppe, der Gymnasien und Thermen, verlief. Die Mauer schloss derart die erste bürgerliche Hangsiedlung der frühen griechischen Kolonialzeit ein; hier stand auch der ältere Demetertempel, vielleicht schon früher gebaut als die zweite Stadtmauer, für sich alleinstehend wie der Demetertempel in Priene. Unterhalb dieses Stadtteils lag der untere Hang, einbezogen in die Stadt durch die dritte Stadtmauer des Eumenes II. Sie umschloss die eigentliche hellenistische Stadt, die Gymnasien, den Heratempel, Thermen, Hermestempel und einen zweiten Teil der bürgerlichen Wohnhäuser. Dieser Stadtteil zeigt eine strengere Ordnung, die Gebäude sind gegen SO ausgerichtet. Das Stadttor dort lag auf 98 m Höhe.

Noch innerhalb der Stadtmauer des Eumenes II. kündet sich eine neue Ordnung an, die Ordnung der römischen Stadtanlage Pergamons (Bild 9). Sie umfasst ein weites Gebiet in der Ebene und ist streng nach den Weltgegenden S—N und W—O gerichtet. Diese Ordnung reicht vom Asklepios-Heiligtum in der SW-Ecke der Grosstadt Pergamon über den Selinus hinüber bis zum sogenannten Haus des Attalus und der Agora daneben. Diese römische Ordnung ist gegeben durch die Reste des römischen Theaters, des römischen Amphitheaters, durch den Zirkus und die Basilika neben den Anlagen des Asklepios-Heiligtums.

Die feudale Burg, zur klassischen Zeit ohne besondere Aufgabe, gewann ihre Bedeutung wieder durch das Fürstenhaus der Attaliden; damit begann der neue Ausbau der Hügelkuppe und gleichzeitig die Stadterweiterung am unteren Hang. In dieser Zeit gab es zweifellos ein altes Heiligtum an der Stelle der späteren römischen Anlagen zu Ehren des Asklepios. Von der griechischen Stadt der Kolonisationszeit ist nichts erhalten, denn auch das Demeterheiligtum wurde um 300 v. Chr. erneuert. Die hellenistischen Anlagen sind demnach die Burg, das Theater und die Gymnasienterrasse am unteren Hang. Sie unterscheiden sich dadurch, dass die Bauanlagen der Kuppe ein Nebeneinander einzelner Bauten darstellen ohne strengen Bezug zueinander, es sei denn jenen einer malerischen Komposition, während die Anlagen am unteren Hang eine strenge architektonische Ordnung erkennen lassen.

Drei griechische Kompositionsgrundsätze werden hier wirksam: 1. Die klassische Anordnung von Monumentalgebäuden ohne Axialkomposition (etwa wie in Olympia), eine malerische Kompositionsweise. 2. Die spät-griechisch-hellenistische Anordnung in regelmässiger Komposition (etwa wie in Priene). 3. Eine neue Kompositionsart, die auch das vertikale Uebereinander mit einbezieht, die mit Terrassen und Treppen, mit Basisbauten und Dominanten arbeitet und so einen neuen Monumentalstil begründet. Dieser Stil erwuchs aus der Tatsache, dass den Architekten der Attaliden die Aufgabe gestellt war, Hügel und Hang auszubauen. Standen sich in früher Zeit Burg oder Pfalz auf der Höhe und Bürgersiedlung am Hügelfuss unverbunden gegenüber, so war hier die Aufgabe gestellt, den Palasthügel, d. h. die wiedererstandene Pfalz, mit der Hangsiedlung griechischer Prägung zu einer Einheit zu verbinden. Dies geschah durch Terrassen und verbindende Treppen, durch übereinander gestellte Gebäude, durch perspektivische Wirkungen. Damit waren ungeahnte Möglichkeiten der architektonisch-städtebaulichen Komposition erschlossen. Sie ergaben sich in Pergamon wie von selbst aus der besonderen Lage der Stadt (Bild 7).

Es konnte nicht ausbleiben, dass diese stolzen Wirkungen für alle späteren wirklichen Fürsten oder Plebejer fürstlicher Gesten zum Vorbild wurden. Denn der Stadtaufbau wurde damit mehr als nur der Spiegel einer bürgerlichen



Bild 7. Pergamon, Modell, oberer Teil des Burgberges mit Agora, Theater, Zeusaaltar, Athenetempel, Tempel des Trajan und Palastgebäuden (vgl. Bild 8)

Siedlung, er wurde zum Stufenunterbau eines Thrones, eines weltlichen Ruhms, einer Selbstvergötterung. Die Stadtarchitektur wurde zum Theater. Aber auch so blieb sie, zumindest damals, der wahre Ausdruck der Zeit und der Umstände. Der pergamenische Stil ist bewundernswert in Pergamon (oder später etwa in Rom), er musste aber ebenso zur hohen Geste werden, wo weder Standort, Gelände, noch Höhe der Kultur, noch wahres Fürstentum ihn rechtfertigten, insbesondere dann, wenn damit die bürgerliche Ordnung freier Menschen, die sich in Bauten echter Gemeinschaft und wahrer Wohnkultur des Einzelnen weniger aufdringlich ausspricht, zu kurz kam. Die fröhmesopotamische Formel — hie Tempelpalast, dort Sklavenhütten — liess keinen Platz für eine bürgerliche Stadt. Etwas davon bietet auch das Rom der Kaiserzeit mit den Slums und Stockwerkbauten eines grossstädtischen Proletariats neben den kaiserlichen Monumentalbauten.

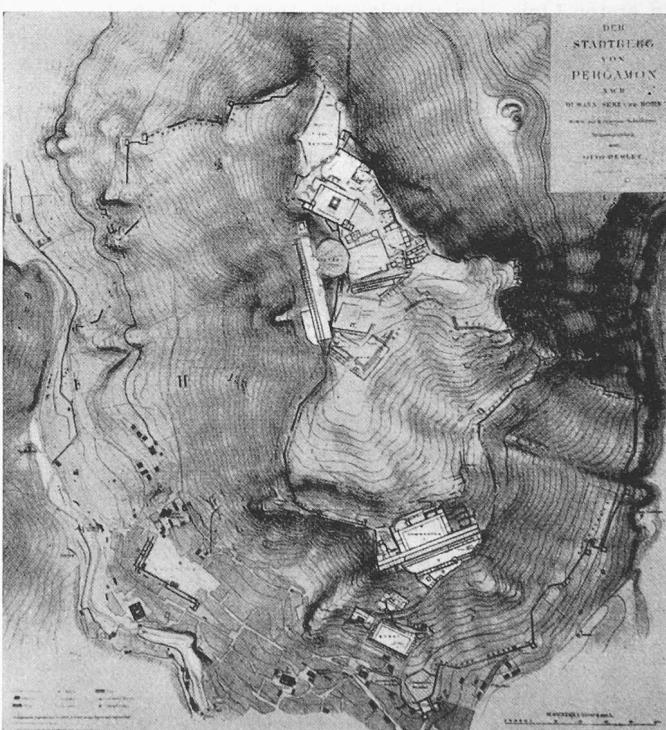


Bild 8. Pergamon, Burgberg mit der heutigen Ortschaft an dessen Fuss, im Süden. Der Bach Selinos am linken Bildrand

So weit allerdings kam es in Pergamon nicht, hier blieb das Bürgertum griechischer Prägung noch würdiger Partner des neuen Fürstentums, die Stadtarchitektur ward wohl Theater, aber Theater einer wirklichen Kultur. In diesem Sinne bedeutet der Städtebau der pergamenischen Architektur eine Formel, die falsch und richtig am Platz sein kann, die eine wirkliche oder eine falsche Kultur darstellen kann, die mit echten und falschen Mitteln arbeiten kann. Er wird immer wieder auftauchen, wo eine Gemeinschaft der Herrschaft einer Idee dient, und seine Monumentalität liegt in der Grösse dieser Idee begründet. Pergamenisch aber wird er erst dann, wenn ihm der Standort durch Treppen und Terrassen die Gelegenheit bietet, die Einzelheiten der Stadt ihrem Wert nach auch übereinander aufzubauen. Wo man aber die Monumentalität pergamenischen Stils borgt, um sich in seiner Glorie selbst zu bespiegeln, wo sie Selbstzweck einer aufgeputzten Ich-Bezogenheit, eines perückenhaften und gestelzten Stolzes über sich selbst wird, dort ist sie gewiss in Wahrheit hohl, gleichgültig, welchem politischen System entsprungen.

Die römischen Anlagen in Pergamon (Bild 9) erstrecken sich vor allem auf die Ebene am Fuss des Hügels von Pergamon. Sie bedecken eine grosse Fläche im Süden des Burghügels und sind nach den Weltgegenden orientiert, anknüpfend an das Haus des Attalos und an die Agora (beide hellenistisch) am Fusse des Burghanges. Heute sind noch die peripheren Anlagen dieses römischen Pergamon teilweise sehr gut erkennbar, nämlich jene im W der römischen

Stadtfläche, jene an ihrer NW-Ecke und weniges im N. Die erste Gruppe im W umschliesst das Heiligtum des Asklepios, nämlich den zentralen peristylen Hof mit dem Eingangstor (Propylon); die Bibliothek, das Theater, den heiligen Brunnen, den heiligen Gang, den Telephos-Tempel und den Asklepios-Tempel. Die zweite Gruppe an der NW-Ecke besteht aus dem römischen Theater, dem Athena-Tempel, dem Amphitheater, dem Circus. Die dritte Gruppe im N besteht aus der Basilika, dem Serapistempel (rote Halle) und aus den am Fusse des Burghügels liegenden, oben genannten hellenistischen Gebäuden.

Die grosse, von diesen Gruppen umschlossene Fläche, an deren Südseite Tumuli stehen, war wohl mindestens zum Teil städtische Siedlungsfläche. Die ebene Stadtfläche und die Weite des Terrains wurde von den Römern gewonnen, indem sie teils Substruktionen bis zum gewünschten Niveau anlegten, teils den Stadtbach einwölbten (so für die rote Halle).

Die römische Anlage zeichnet sich gegenüber der griechisch-hellenistischen durch Weiträumigkeit, Grosszügigkeit und Regelmässigkeit aus. Nur die Ebene konnte diese Möglichkeit bieten. Der Maßstab Roms ist achtunggebietend, wie überall sonst.

Die öffentlichen Gebäude, die Rom hier errichtete, betreffen den Kurbetrieb (Heiligtum des Asklepios, Ausbau), den Sport- und Theaterbetrieb und den Handel. Sicher gab es ein Forum, zu welchem wohl die rote Halle gehörte; dazu kam vielleicht die Anlage des Kapitols für die römische Gottes-Dreiheit. Alles andere waren wohl Privatbauten, soweit sie in der Ebene lagen. Dazu kamen Bauten der Präsentation auf dem Burghügel, vor allem der grosse Trajanstempel auf oberster Terrasse. Auch hier gewannen die Römer die Terrasse nicht durch Entfernung von Felsen und Erhöhungen, sondern durch Substruktionen, überwölbte Pfeilerstellungen, welche Terrasse und Tempel trugen. Damit bewiesen die Architekten Hadrians die Grosszügigkeit römischer Anordnungen. Sie bewiesen aber hier mehr: die Fähigkeit, sich einem gegebenen Bestand anzupassen und ihn zu Ende zu führen. Die Wiederholung langer horizontaler Linien, die Verteilung einzelner Baumassen (wie früher Athenetempel, Altar, Demetertempel), immer dem Gelände angepasst — das heißt, wechselnd in den Richtungen, übereinander angeordnet und wie zum Fächer ausgebreitet — wird von den Römern als Motiv aufgenommen. Das hinderte sie aber nicht, in der Ebene ihren Grundsätzen treu zu bleiben. Wenn irgendwo, so versteht man in Pergamon, wie sehr sich die Römer bemühten, in ihrer Art das grosse Erbe der hellenischen und hellenistischen Welt weiterzuführen.

Adresse des Verfassers: Prof. Ernst Egli, im Horn, Meilen ZH.

Brown Boveri-Turbogruppe für 500 MW

DK 621.165

Anlässlich der Feier zum hundertsten Geburtstag von Prof. Dr. A. Stodola sprach Dr. h. c. C. Seippel, Direktor der AG. Brown, Boveri & Cie., Baden, über: Dampfturbinen von heute¹⁾. Er gab abschliessend einen Ausblick, indem er auch die Frage der Leistungsgrenzen berührte und als Beispiel dazu die Bestellung von zwei Turbogruppen von je 230 MW an Brown, Boveri & Cie. durch das Department of Water and Power der Stadt Los Angeles bekanntgab, die für das Kraftwerk Haynes in Long Beach bestimmt sind und als erfreuliches Zeichen für die Leistungsfähigkeit der schweizerischen Maschinenindustrie zu werten sind. Vielleicht in noch höherem Masse wäre es berechtigt, den im August 1959 ebenfalls an Brown, Boveri & Cie. ergangenen Auftrag der «Tennessee Valley Authority» (TVA) auf eine Turbogruppe von 500 MW in gleicher Weise zu deuten. Um die Bedeutung dieser weiteren Leistungssteigerung in konstruktiver Hinsicht hervorzuheben, sei das Schaltbild einer Gruppe für Los Angeles, Bild 1, demjenigen der TVA-Gruppe gegenübergestellt (Bild 2) sowie auf die früher veröffentlichte Schnittzeichnung (Fussnote 1, S. 314, 315) hingewiesen.

Die Einwellen-Turbosätze für Los Angeles sind für eine Normalleistung von 200 MW und eine maximale Dauer-

¹⁾ SBZ 1959, Heft 20, S. 305

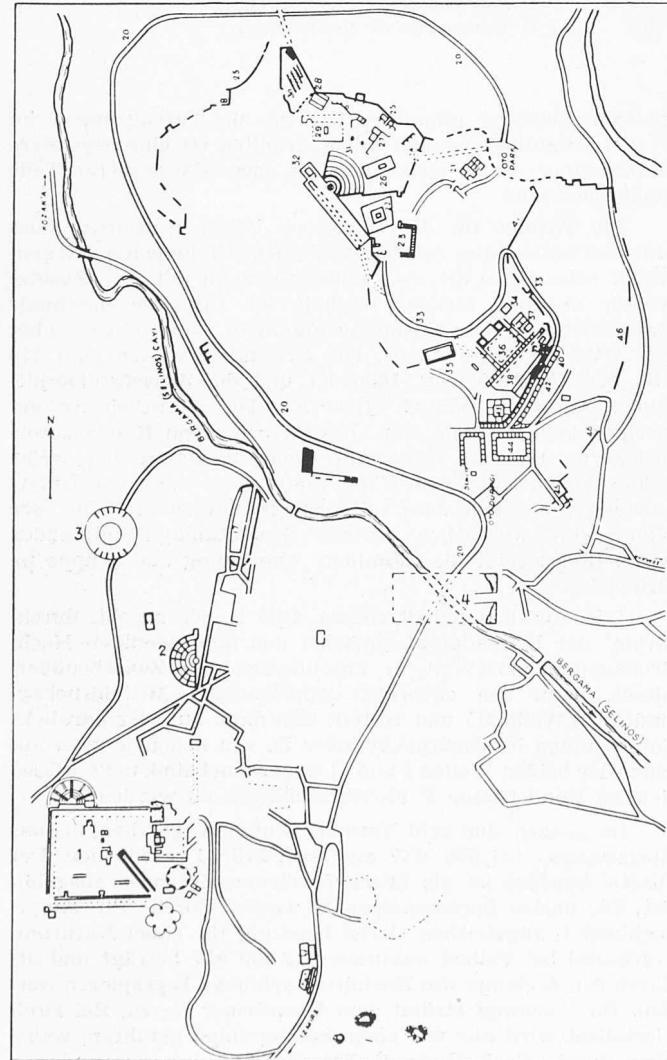


Bild 9. Ausbau von Pergamon zur römischen Zeit, links unten auf dem Plan (rechts oben der Burghügel). 1 Heiligtum des Asklepios, 2 Theater, 3 Amphitheater, 4 Basilika (rote Halle)

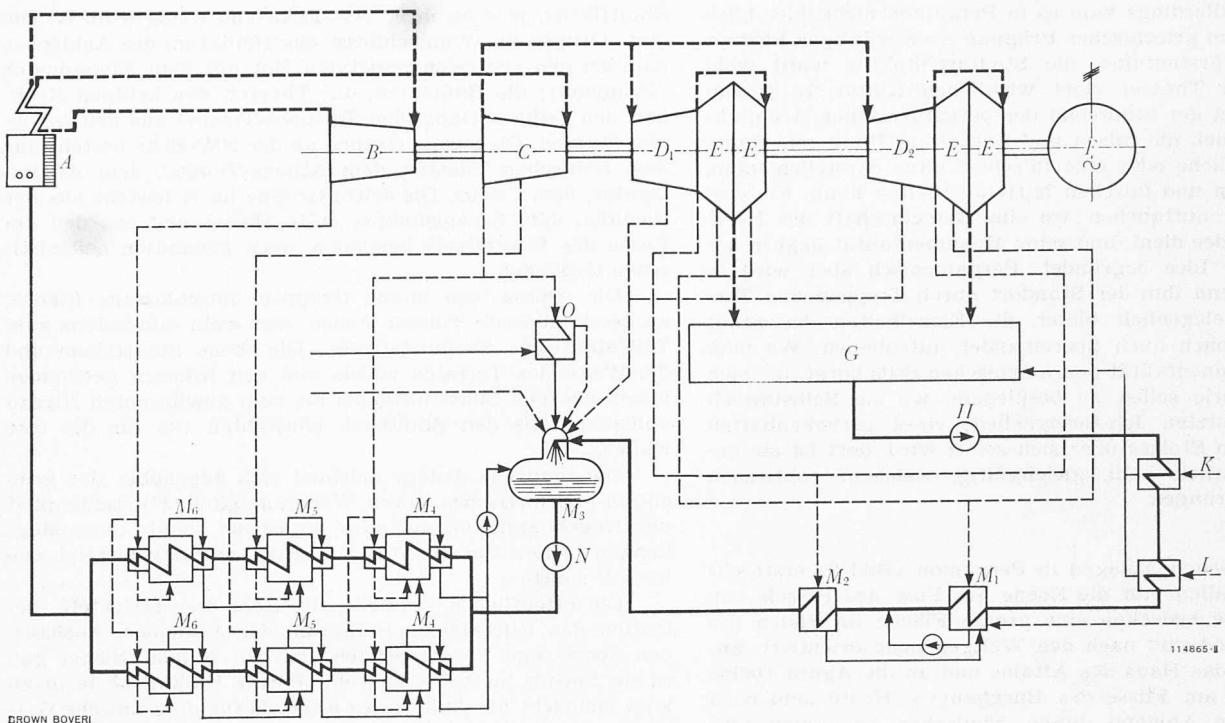


Bild 1. Schaltbild der Turbogruppe von 230 MW für die Stadt Los Angeles

A Kessel
B Hochdruckzylinder
C Mitteldruckzylinder, 1. Teil
D₁, D₂ Mitteldruckzylinder, 2. Teil
E Niederdruckzylinder

F Generator
G Kondensator
H Kondensatpumpe
L Kondensator für den Dampf des Strahlapparates
M₁-M₆ Speisewasservorwärmere
N Speisepumpe
O Verdampfer für Zusatzwasser

K Stopfbüchsendampf-Kondensator
M₁-M₆ Speisewasservorwärmere
N Speisepumpe
O Verdampfer für Zusatzwasser

leistung von 230 MW bei 3600 U/min gebaut. Sie arbeiten mit Frischdampf von 142 ata, 538° C (2000 psig, 1000° F), einfacher Zwischenüberhitzung auf 538° C nach dem Hochdruckzylinder und mit einem Gegendruck von 0,052 ata. Der im Kessel A erzeugte Frischdampf expandiert zunächst im Hochdruckzylinder B (Bild 1), durchströmt anschliessend den Zwischenüberhitzer, expandiert weiter im Zylinder C der ersten Mitteldruckstufe, verteilt sich dann auf die beiden Zylinder D₁ und D₂ der zweiten Mitteldruckstufe, um sich schliesslich in den beiden doppelendigen Niederdruckzylindern E auf den Kondensatordruck zu entspannen. Das Speisewasser wird in sechs Stufen auf 246° C (bei 230 MW) erwärmt, von denen die dritte für Mischvorwärmung und Entgasung vorgesehen ist.

Konstruktiv ist die Zuführung des Frischdampfes zum Hochdruckzylinder bemerkenswert. Rechts und links der Turbine ist je ein Ventilgehäuse angeordnet, das ein Schnellschluss- und zwei Regelventile enthält und von dem je zwei (insgesamt also vier) Dampfleitungen über mit Kolbenringen abgedichtete Einführungsstutzen nach den vier Düsenkästen der ersten Stufe führen. Neuartig ist die Ausbildung dieser Düsenkästen als einteilige Ringe, die über die Welle geschoben werden. Man erzielt dadurch bei Vollast eine angenähert volle Beaufschlagung des einkränzigen Regelrades und vermeidet jegliche Füllungs- und Entleerungsverluste der Laufschaufeln. Die ausserdem günstigere Zuströmung zu den Düsen äussert sich in merklich geringeren Strömungsverlusten.

Der anschliessende Innenmantel des Hochdruckzylinders, der die Reaktionsleitschaufeln trägt, ist in zwei vertikal getrennten Stücken ausgeführt worden. Dadurch wirkt auf den zuerst durchströmten Teil eine geringere Druckdifferenz, so dass Trennflansche und Schrauben nicht übermäßig gross ausfallen. Die gegenüber europäischen Verhältnissen höhere Drehzahl (3600 U/min) wirkt sich in den oberen Stufen günstig aus, indem grössere Stufengefälle zugelassen werden können und man so mit kürzeren Rotoren auskommt. Im Niederdruckteil hat sich für 3600 U/min die vierendige Ausführung als wirtschaftlich vorteilhafter erwiesen gegenüber der dreieindigen, die bei 3000 U/min und

gleicher Leistung günstiger ist. Da die Turbogruppen im Freien aufgestellt werden sollen, erhalten sie eine begehbarer Verschalung, die so ausgebildet ist, dass alle äusseren Teile zugänglich sind.

Die Turbine für die Tennessee Valley Authority muss eine Normalleistung von 500 MW auch bei doppeltem Gegendruck (also bei 0,104 ata) und ausserdem mit 3 % Zusatzwasser abgeben können, weshalb sie für eine maximale Dauerleistung bei Normalbedingungen von etwas über 550 MW ausgelegt wurde. Die Frischdampfdaten sind 170 ata, 566° C (2400 psig, 1050° F) und die Zwischenüberhitzungstemperatur 538° C (1000° F). Die Verarbeitung der riesigen Dampfmenge von 1700 t/h bei einem Kondensatordruck von 0,052 ata führte zur Zweiwellenanordnung, wobei beide Wellen mit 3600 U/min umlaufen, nachdem Untersuchungen ergaben, dass bei einem Niederdruckteil für 1800 U/min eine wesentlich teurere Gesamtanlage entstanden wäre. Bild 3 zeigt die räumliche Anordnung der Gruppe im Grundriss.

Wie aus dem Schalschema, Bild 2, hervorgeht, durchströmt der Frischdampf zunächst den doppelendigen Hochdruckzylinder B (Welle I), anschliessend den Zwischenüberhitzer, dann den ebenfalls doppelendigen Mitteldruckzylinder C (Welle II) und verteilt sich dann auf vier parallele, doppelendige Niederdruckzylinder D, von denen je zwei auf jeder der beiden Wellen I und II angeordnet sind, um schliesslich im Kondensator F niedergeschlagen zu werden.

Im ganzen sind acht Vorwärmstufen vorgesehen, die das Speisewasser bei 550 MW auf etwa 275° C vorwärmen. Der fünfte Apparat ist als Mischvorwärmer-Entgaser ausgebildet. Die beiden Speisepumpen M werden durch Hilfsdampfturbinen L angetrieben, deren Leistung für einen Naturumlaufkessel bei Vollast zusammen 12 000 kW beträgt und die durch den Abdampf des Hochdruckzylinders B gespiesen werden. Ihr Abdampf strömt dem Vorwärmer H₃ zu. Bei Dreiviertellast wird nur mit einer Speisepumpe gefahren, wobei aber durch die Leitung R Frischdampf zugesetzt werden muss, weil das für die Hilfsturbine alsdann verfügbare Wärmegefälle sonst zu klein wäre. Der Dampf für die Vorwärmer H₁, H₅ und H₆ wird den Hilfsturbinen entnommen;

beim Vorwärmer H_3 ist dem Abdampf der Hilfsturbinen mehr oder weniger noch Abdampf aus dem Mitteldruckzylinder beizumischen. Eine Rückschlagklappe Q verhindert ein Rückströmen von Dampf in die Hauptturbine bei gestörten Betriebsbedingungen. Der für die Wasseraufbereitung im Verdampfer O benötigte Dampf wird ebenfalls den Hilfsturbinen entnommen. Diese Schaltung ist insofern thermisch vorteilhaft, als die Hilfsturbinen im Vollastbetrieb keinen hochwertigen Frischdampf mit schlechterem Wirkungsgrad als in der Hauptturbine verarbeiten und dass kein Anzapfdampf von unnötig hoher Temperatur für die Speisewasser-vorwärmung verwendet wird.

Bild 4 zeigt die Längsschnitte durch die beiden Wellen. Die Aufteilung der Niederdruckzyliner auf beide Wellen ergibt eine gleichmäßige Lastverteilung auf die entsprechenden Gruppen, und zwar sowohl bei verschiedenen Belastungen als auch bei verschiedenen Kondensatordrücken. Weiter werden Anfahren und Synchronisieren dadurch wesentlich erleichtert, dass jede Gruppe einen Hochdruck- bzw. Mitteldruckzylinder aufweist. Vorteilhaft ist ferner, dass beide Wellenstränge annähernd gleich lang sind.

Die Zahl der Frischdampf-Ventilgehäuse wurde auf vier erhöht (Bild 3). Jedes enthält ein Schnellschluss- und zwei Regelventile. Je zwei Regelventile speisen einen der vier Düsenkästen. Diese bilden einen zweiteiligen Ring, der sich um die Welle legt und dessen beide Hälften miteinander verschraubt sind. Der Hochdruckzylinder ist doppelflutig, wo-

durch die Axialschübe ausgeglichen sind und sich Ausgleichskolben erübrigen. Er enthält zwei einkränzige Regelräder und zwei zwölfstufige Reaktionsteile. Das Gehäuse steht unter dem Druck der Vorwärmstufe H_8 . Der Innenmantel,

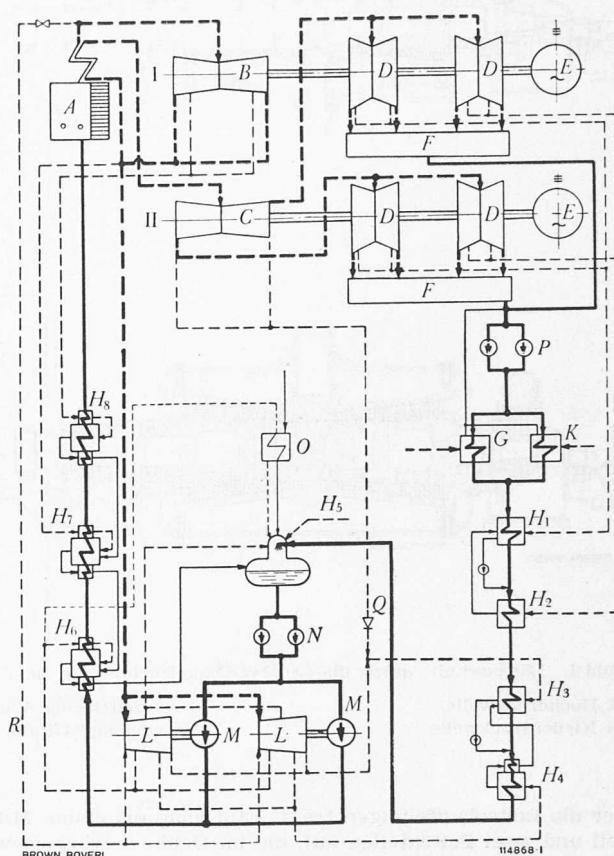


Bild 2. Schaltbild der Turbogruppe von 500 MW für die TVA

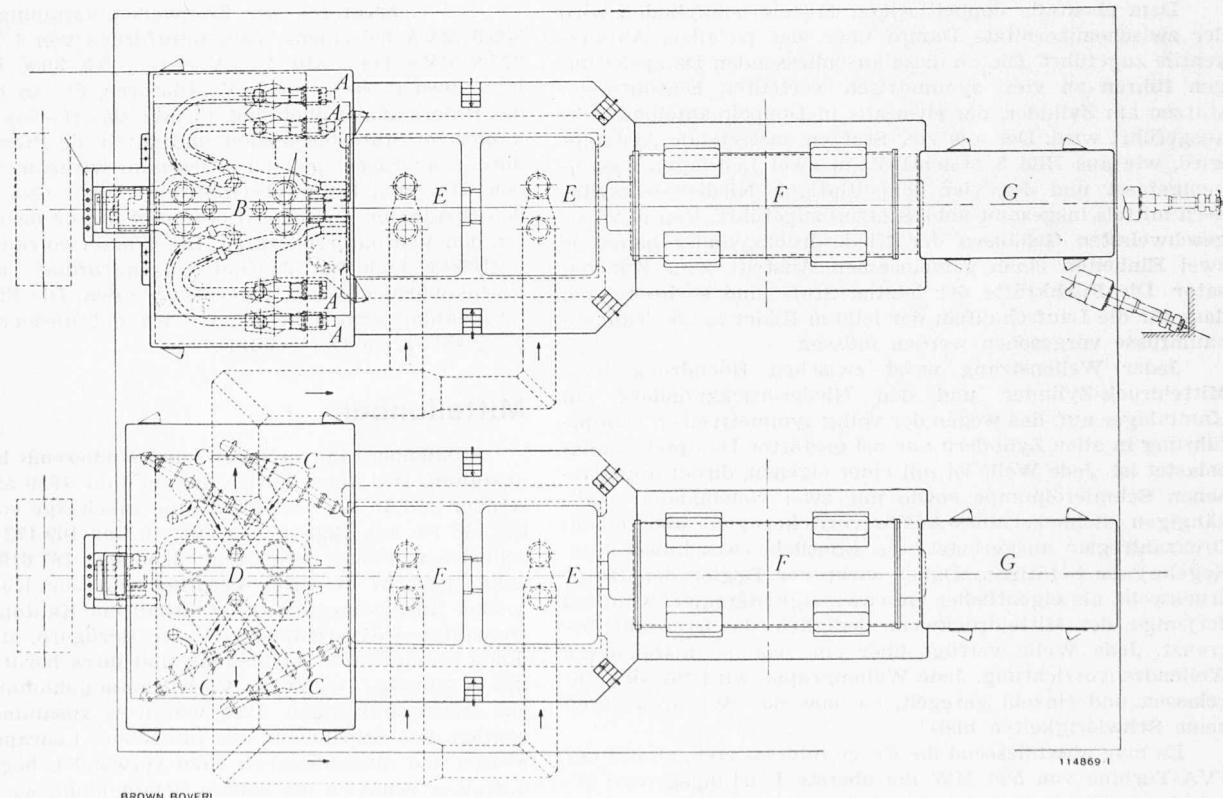


Bild 3. Grundriss der Turbogruppe für die TVA

A Hochdruck-Einlassorgane
B Hochdruckzylinder

C Abfangventile
D Mitteldruckzylinder

E Niederdruckzylinder
F Generatoren

G Erreger

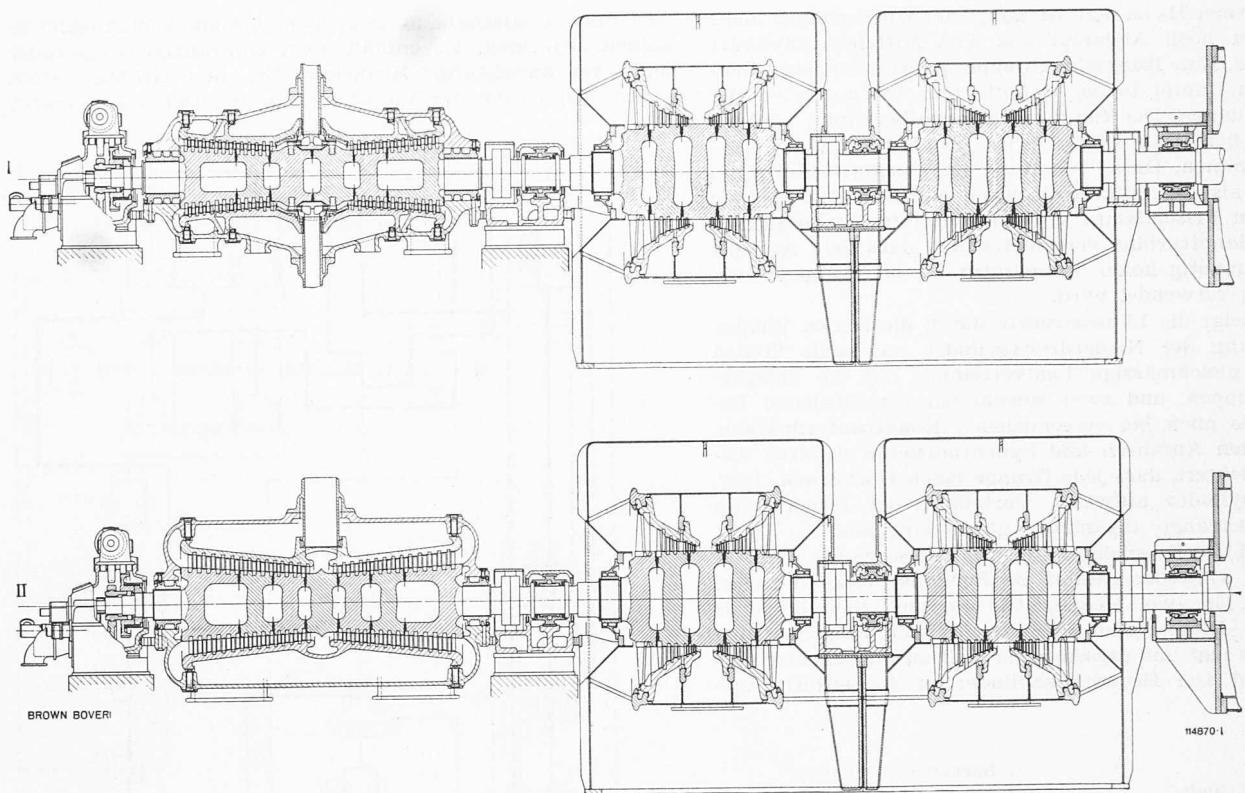


Bild 4. Längsschnitt durch die 500-MW-Dampfturbine für die TVA

I Hochdruckwelle
II Niederdruckwelle

Drehzahl beider Wellen 3600 U/min
Frischdampf 170 ata, 566 °C

Zwischenüberhitzung auf 538 °C
Gegendruck 0,052 ata

der die Leitschaufelungen trägt, baut sich aus einem Mittelteil und zwei Seitenteilen auf, die im Gehäuse wärmebeweglich zentriert sind. Der ganze Aufbau ist symmetrisch und einfach. Der Abdampf verlässt den Hochdruckzylinder durch je zwei Stutzen an jedem Ende.

Dem ebenfalls doppelflutigen Mitteldruckzylinder wird der zwischenüberhitzte Dampf über vier parallele Abfangventile zugeführt. Die an diese anschliessenden Dampfleitungen führen zu vier symmetrisch verteilten Einführungsstutzen am Zylinder, der ebenfalls in Doppelmantelbauweise ausgeführt wird. Der aus vier Stutzen austretende Abdampf wird, wie aus Bild 3 ersichtlich, in zwei Leitungen zusammengefasst und den vier doppelflutigen Niederdruckzylin dern mittels insgesamt acht Stutzen zugeführt. Von den vier geschweißten Gehäusen der Niederdruckzyylinder haben je zwei Einheiten einen gemeinsamen Austritt zum Kondensator. Die Fliehkräfte der letzten Stufe sind so bedeutend, dass für die Laufschaufeln der letzten Räder axiale Tannenbaumfüsse vorgesehen werden müssen.

Jeder Wellenstrang weist zwischen Hochdruck- bzw. Mitteldruck-Zylinder und den Niederdruckzylin dern ein Kammlager auf, das wegen der völlig symmetrischen Dampfführung in allen Zylindern nur bei gestörter Dampfströmung belastet ist. Jede Welle ist mit einer eigenen, direkt angetriebenen Schmierölpumpe sowie mit zwei voneinander unabhängigen Schnellschluss-Auslösevorrichtungen und einem Drehzahlregler ausgerüstet, die sämtliche Abschluss- bzw. Regelorgane betätigen. Dabei wirkt der Regler der Hochdruckwelle als eigentlicher Geschwindigkeitsregler, während derjenige der Mitteldruckwelle lediglich die Drehzahl begrenzt. Jede Welle verfügt über eine eigene unabhängige Wellendrehvorrichtung. Jede Wellengruppe wird für sich gelassen und einzeln geregelt, so dass das Synchronisieren keine Schwierigkeiten bietet.

Es mag abschliessend die Frage interessieren, ob mit der TVA-Turbine von 500 MW die oberste Leistungsgrenze erreicht sei. Die Konstrukteure sind der Ansicht, dass es im Hinblick auf die kurzen, steifen und dank der Schweisskonstruktion auch leichten Niederdruckläufer sehr wohl möglich sein sollte, jeder Welle noch einen weiteren doppel-

flutigen Niederdruckläufer beizufügen, womit die Gesamtlänge nicht grösser als die der 230 MW-Turbine würde. Weiter liessen sich die Austrittsquerschnitte noch um rd. 20 % vergrössern. Man käme somit auf eine maximal mögliche Einheitsleistung von rd. 1000 MW.

Die Generatoren der Zweiwellenanordnung sind für je 305,5 MVA bei einem Wasserstoffdruck von 4 atü, bzw. für 277,8 MVA bei 3 atü, $24 \text{ kV} \cos\varphi = 0,9$, 3600 U/min ausgelegt. Zwei grosse radiale Ventilatoren, die an beiden Enden des Rotors angeordnet sind, fördern das H₂-Gas durch Axialkanäle im Statorblechpaket und durch die Pressplatten, wodurch das Eisen und der Stirnraum wirksam gekühlt werden. Das vom Rotor abströmende warme Gas fliesst durch den Spaltraum zwischen Rotor und Stator nach beiden Seiten den Ventilatorräder zu. Die Wasserstoffkühler sind unmittelbar nach den Ventilatoren angeordnet, so dass deren Verlustwärmen sofort abgeführt werden. Die Stäbe der Statorwicklung sind hohl und werden mit niederviskosem und gasgesättigtem Öl gekühlt.

Mitteilungen

Studienbeiträge an Schüler und Studierende höherer Lehranstalten. Der Staat Zürich hat im Jahr 1959 an 569 Mittelschüler und an 123 Studenten Studienbeiträge von zusammen 678 146 Fr. aus allgemeinen Mitteln und 109 473 Fr. aus verschiedenen Fonds, insgesamt demnach 787 619 Fr. ausbezahlt. Obwohl keinerlei Verpflichtung zur Rückerstattung solcher Zuwendungen besteht, erhält der Kanton regelmässig freiwillige Rückerstattungen von Bezügern, die dank der ihnen ermöglichten Ausbildung und ihres beruflichen Erfolges in günstige finanzielle Verhältnisse gekommen sind. Solche Rückerstattungen, 1959 waren es zusammen 3850 Fr., werden dem Stipendienfonds für höhere Lehranstalten überwiesen und ausschliesslich dazu verwendet, begabten, unbenannten Schülern die höhere Schulbildung zu ermöglichen.

Digitale Kleinempfänger für Wasserkraftanlagen. Die Ausrüstung der Kommandostellen mit Messinstrumenten aller Art wird immer reichhaltiger. Dabei sollen aber die