Maschinentechnische Rundschau: die neuesten Fortschritte der Dampfmaschine

Autor(en): **[s.n.]**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **35/36 (1900)**

Heft 1

PDF erstellt am: **04.06.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-22022

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

legt oder doch an dieselbe anlehnt. Letzteres wird sich immer empfehlen, wo dicht bevölkerte Gegenden einen *Trambahn*betrieb als wünschenswert erscheinen lassen und eine gute Leistung für den *Personen*verkehr die Hauptsache ist.

Wenn man genötigt ist, gute Betriebsergebnisse (Reinüberschüsse) zu erzielen — und das wird bei jeder derartigen Bahn, bei der nicht die Verzinsung des Kapitalaufwandes gegenüber den volkswirtschaftlichen Zwecken in den Hintergrund tritt, der Fall sein — so muss man den *Personen*verker, welcher im Verhältnis zum Aufwand grössere Beträge abwirft als der Güterverkehr, bevorzugen. Dies geschieht durch die Einrichtung eines Trambahnbetriebes, bei dem Güter nur insoweit befördert werden, als sie sich zur Mitnahme in den Trambahnzügen eignen. Nebenbei können immerhin noch, ausserhalb des regelmässigen Betriebes, Güterzüge für Massentransporte oder die Ueberführung von Wagen nach industriellen Etablissements eingerichtet werden.

Der Zugskilometer der Trambahn kommt bei elektrischem Betrieb auf 35 bis 50 Cts. zu stehen je nach der Anzahl der mitgeführten Wagen, sogar bei Dampfbetrieb wird man noch mit 80 Cts. bis 1 Fr. auskommen können, während die grösseren Züge bei Lokalbahnen einen Aufwand von *wenigstens* 1 Fr. per Zugskilometer erfordern. Bei diesem Mehraufwand spielt der *Güter*-Transport eine wichtige Rolle. Derselbe bedarf meist bewachter Stationsanlagen und Lagerräume. Die schweren Güterwagen erfordern auch einen schwereren Bau der mit ihnen in die Züge einzustellenden Personenwagen. Die ganze Betriebsweise nimmt unausweichlich den Charakter des Hauptbahnbetriebes an. Der *Personen*verkehr wird aber benachteiligt durch geringere Fahrgeschwindigkeiten, längere Aufenthalte auf den Stationen und grössere Entfernungen der letzteren vom Mittelpunkte der bedienten Ortschaften. Solche Bahnen leisten im Güterverkehr bisweilen trotzdem nichts Erhebliches, wenn sie nicht Fabrikanschlüsse mit Massentransporten bedienen können. Bei ihren Einzeltransporten spielt der Rollfuhrverkehr zwischen Station und Domizil eine im Verhältnis zur ganzen Transportleistung zu bedeutende Rolle. Dies trifft namentlich zu für kleinere Lokalbahnen bis etwa 15 *km* Länge. Beim Vorhandensein guter Strassen können Fuhrunternehmer unter Umständen die Konkurrenz solcher Bahnen wohl aushalten. Man muss also der Leistungsfähigkeit bezüglich des *Güter*verkehrs nicht eine zu grosse Bedeutung beilegen. Unter Umständen würde man aus diesen Gründen kompliziertere Richtungsverhältnisse und stärkere Steigungen nicht zu scheuen brauchen und könnte die Bahn mit grösserem Vorteil an vorhandene Strassen anlehnen. Damit fällt aber die freie Wahl des Tracés dahin und somit auch der wichtigste Umstand, welcher bei der Schmalspur die Ersparnisse gegenüber der Normalspur begründet.

Beim Oberbau können durch Anwendung der Schmalspur nur Ersparnisse von sehr geringer Bedeutung gemacht werden. Wenn man zwar die Normalspur aus dem Gesichtspunkte wählt, einen direkten Uebergang der Güterwagen von der Hauptbahn ab zu ermöglichen, so muss der Oberbau Raddrücken von 5—7 *t* gewachsen sein, und dies erfordert Schienen von 24—30 *kg* Gewicht per *m*. Leichtere Schienen werden aber auch bei der Meterspur nur noch selten angewendet und sind namentlich da nicht zu empfehlen, wo elektrischer Betrieb in Frage kommt. Die Spurweite hat somit auf das Gewicht des Oberbaues keinen grossen Einfluss. — Die Betriebsmittel werden im allgemeinen bei der Schmalspur teurer als bei der Normalspur. Die geringere Breite der Personenwagen ist ungünstig für eine vorteilhafte Ausnutzung des Raumes.

Es sind nach dem Gesagten Gründe genug vorhanden, um vor unüberlegten Schlussfolgerungen auf Grund der *Martin*'schen Ersparniskœffizienten zu warnen und zu betonen, dass die Anwendung der *Schmalspur* nur bei besonderen Verhältnissen wesentliche Ersparnisse für den Bau mit sich bringt. Solche Verhältnisse sind nicht die Regel, sondern Ausnahmen. Die vielfach hervorgehobenen billigen Ausführungen sind meist nicht der Wahl der Spurweite, sondern der Wahl des Betriebscharakters der betreffenden Linie zu verdanken. (Schluss folgt.)

Maschinentechnische Rundschau.

Die neuesten Fortschritte der Dampfmaschine.

I.

Bekanntlich setzt auch die beste Dampfmaschine nur einen kleinen Teil der zugeführten Wärme in Arbeit um. Die Gründe für den schlechten Effekt liegen einerseits darin, dass die auf dem Rost erzeugte Wärme von hoher Temperatur beim Uebergang in den Kessel bereits den grössten Teil ihres Temperaturgefälles verliert und mit einer verhältnismässig niedrigen Temperatur in die Dampfmaschine eintritt, so dass sie nur mit einem geringen Temperaturgefälle arbeitet; auf der andern Seite trägt der Umstand eine wesentliche Mitschuld daran, dass sich beim Eintritt in den Cylinder ein grosser Teil des Dampfes an den Wänden niederschlägt. Diese beiden Verlustquellen sind längst erkannt, und auf diese beiden Punkte haben auch die Konstrukteure ihre Bemühungen gerichtet und dabei langsame aber sichere Erfolge erzielt.

Eine Vermehrung des Temperaturgefälles strebte man durch Anwendung immer höherer Dampfspannungen an. Dabei hat nun aber der Dampfkessel, der den höheren Spannungen gewachsen bleiben soll, auch ein Wort mitzusprechen. Wir sind bereits bei Spannungen angelangt (10—12 Atmosphären), die für die aus triftigen Gründen so beliebten Flammrohrkessel anfangen recht unbequem zu werden. Die Flammrohre hat man zwar gelernt, durch Anwendung von gewellten Rohren auch gegen höhere Pressungen widerstandsfähig zu machen; allein für die Mäntel und Böden werden bereits sehr erhebliche Blechstärken notwendig. Die Wasserröhrenkessel sind allerdings für höhere Spannungen recht gut geeignet, leiden aber an gewissen Nachteilen, weshalb man sich gegen ihre allgemein Anwendung sträubt. Es ist somit nicht möglich, durch Erhöhung des Dampfdruckes wesentliche fernere Fortschritte zu erzielen.

Um den Wärmeaustausch zwischen Dampf und Cylinderwand und die daraus sich ergebende Kondensation beim Einströmen zu vermindern, wendet man neben dem Dampfmantel die mehrstufige Expansion an. Die Maschine mit zwei hintereinander geschalteten Cylindern, die Verbundmaschine, die zur Zeit für die Lokomotiven allgemein eingeführt zu werden im Begriff steht, ist für grosse stationäre und Schiffs-Maschinen bereits ein überwundener Standpunkt. Für diese bildet die dreistufige Expansion die Regel. Man hat sogar schon die Quadrupelmaschine versucht, die sich aber bei den jetzt üblichen Dampfspannungen nicht bewährte. Der Vorteil, den die vierstufige Expansion bieten kann, wird aufgezehrt durch die grössere innere Reibung und durch die stärkere Einwirkung der vergrösserten Fläche der Cylinderwandungen. Somit ist man also auch hier bereits an der Grenze des einstweilen Erreichbaren angelangt.

Der Dampfmaschinenbauer, der dem Physiker sein Leid klagt, kann möglicherweise die Frage hören: „Ja, warum machen Sie denn nicht Ihre Cylinder aus einem schlechten Wärmeleiter, z. B. aus Hartglas?“ Damit wäre allerdings wenigstens dem Prinzip nach ein Weg angedeutet, auf dem ein weiterer Fortschritt erstrebt werden könnte; schade nur, dass er zur Zeit als unbegehbar angesehen werden muss, weil wir dass Gusseisen durch kein anderes Material zu ersetzen in der Lage sind. Zwar kann sich der Verfasser erinnern, vor vielen Jahren von Versuchen französischer Ingenieure gelesen zu haben, bei denen in der That ein Schritt in dieser Richtung gethan wurde. Die Innenflächen der Dampfkanäle und der Cylinderdeckel, sowie beide Kolbenflächen, wurden mit Bleiblech überkleidet und damit günstige Ergebnisse erzielt. Warum das Mittel trotzdem nicht in Aufnahme kam, lässt sich leicht erraten: es wird sich eben als unmöglich erwiesen haben, den Bleiüberzug dauernd sicher zu befestigen.

Mit besserem Erfolge lässt sich ein anderes Mittel anwenden, das nach beiden Richtungen zugleich Besserung schafft. Dieses besteht in der *Anwendung überhitzten Wasserdampfes*. Wird der Dampf vom Kessel weg vor seinem

Eintritt in die Dampfmaschine durch ein System von Röhren geführt, das aussen von warmen Feuergasen umspült wird, so steigt die Temperatur des Dampfes, ohne dass der Druck dabei wächst. Man kann also mit einem grösseren Temperaturgefälle arbeiten. Der überhitzte Dampf schlägt sich weniger leicht auf den Cylinderwänden nieder und der schädliche Wärmeaustausch zwischen Dampf und Wänden wird eingeschränkt.

G. A. Hirn hat schon anfangs der fünfziger Jahre in klarer Erkenntnis dieser Verhältnisse mit überhitztem Dampf Versuche angestellt und in der That die Vorteile desselben experimentell nachgewiesen. Wenn trotzdem der Sache keine weitere Folge gegeben wurde, so hat das seine guten Gründe. Es lässt sich leicht einsehen, wie schwierig es sein muss, bei einem Röhrensystem, das von aussen stark erwärmt wird, die Verbindungen dauernd dampfdicht zu erhalten. Der Wärmeübergang von den warmen Feuergasen auf trocknen bezw. überhitzten Dampf verlangt verhältnissmässig grosse Heizflächen. Die Erstellung eines betriebssicheren und nicht allzu voluminösen Dampfüberhitzers, in welchem man den Dampf erheblich (auf 300° und mehr) erwärmen kann, bietet daher grosse Schwierigkeiten, die man erst nach und nach zu bewältigen lernte. Wir besitzen daher erst seit kurzer Zeit praktisch verwendbare Ueberhitzer.

Als Material dazu dient ausschliesslich Eisen. Kupfer ist nicht verwendbar, weil seine Festigkeit bei steigender Temperatur sehr schnell zurückgeht. *Schwörer* gebraucht für seine Dampfüberhitzer gerade gusseiserne Röhren mit Rundrippen aussen und Längsrippen innen, die zu Schlangen vereinigt werden; die übrigen Konstrukteure verwenden dickwandige Röhren aus schmiedbarem Eisen in Schlangen- oder Spiralenform.

Die Ueberhitzer können mit einer besonderen Heizung versehen sein. Das ist aber für den Betrieb eine Komplikation mehr und hat ausserdem noch weitere erhebliche Nachteile. Die Röhren kommen zum Teil in sehr heisse Gase zu liegen und müssen dabei stark leiden. Die Gase verlassen den Ueberhitzer mit verhältnismässig hoher Temperatur; die Feuerung arbeitet also unökonomisch. Man zieht es darum in der Regel vor, den Ueberhitzer in die Rauchzüge des Kessels einzubauen. Weil die Ueberhitzung ziemlich hoch gehen soll, müssen die Feuergase den Apparat mit einer noch sehr erheblichen Temperatur treffen. Es geht daher nicht an, dieselben etwa wie einen Vorwärmer in den Fuchs der Kesselanlage einzusetzen. Der Ueberhitzer wird entweder in die Feuerzüge des Kessels eingeschaltet, oder man stellt ihn zwischen Kessel und Vorwärmer auf, wobei dafür zu sorgen ist, dass die Gase den Kessel noch mit ausreichend hoher Temperatur verlassen. So verbindet z. B. *W. Schmidt* Kessel, Ueberhitzer und Vorwärmer in Hintereinanderschaltung zu einem geschlossenen Ganzen. Von der Verteilung der Heizfläche auf die einzelnen Teile geben folgende Zahlen eine Vorstellung, die wir dem Berichte von *Schröter* über seine Untersuchung einer *Schmidt*'schen Maschine (Zeitschr. des Vereins deutscher Ing., 1895, S. 6) entnehmen.

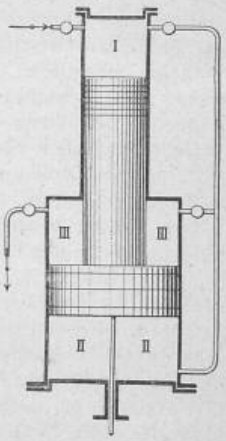
Heizfläche des Kessels	7,0 m^2
des Ueberhitzers	48,5 „
des Vorwärmers	12,0 „
Heizfläche total	57,5 m^2
Rostfläche	0,7 „

Der aus dem Kessel tretende nasse Dampf durchströmt zunächst den dem Kessel zunächst liegenden Teil des Ueberhitzers von 6 m^2 Heizfläche, und tritt, nachdem er eine erhebliche Abkühlung der Feuergase bewerkstelligt hat, in das vom Kessel abgewandte Ende des Hauptteiles des Ueberhitzers ein, denselben in einer der Richtung der Feuergase entgegenlaufenden Richtung durchfliessend. Der „Vorüberhitzer" bildet für den Hauptteil einen Schutz gegen das Verbrennen. Damit der Ueberhitzer, der dem Kessel selbst beigefügt ist, beim Anheizen nicht verbrenne, ist unerlässlich, dass der Zug, in dem er liegt, ausgeschaltet werden kann. Die gusseisernen Röhren des Schwörer'schen Ueberhitzers können eher eine höhere Temperatur vertragen; sie haben daher das Ausschalten weniger nötig.

Die hohe Temperatur des Dampfes bereitet in der Dampfmaschine gewisse, recht empfindliche Betriebsschwierigkeiten. Diese tragen sicherlich einen grossen Teil der Schuld daran, dass *Hirns* Versuche mit überhitztem Dampf keine praktischen Folgen gehabt haben, dass die Ueberhitzung, wo sie eingeführt war, wieder ausser Betrieb gesetzt wurde, so z. B. auch an den von *Gebrüder Sulzer* anfangs der sechziger Jahre erbauten Maschine der Spinnerei Bülach. Die Schwierigkeiten liegen darin, dass weder Stopfbüchsenpackungen noch Schmiermittel, wie sie damals gebräuchlich waren, der Wirkung höherer Temperaturen auf die Dauer widerstanden, waren sie ja doch schon bei Anwendung von gesättigtem Dampf[1]) einer ziemlich raschen Zerstörung unterworfen. Die Einführung der schweren Mineralöle, die erst bei 400° zu sieden beginnen, und der metallischen Packungen bildete erst die Grundlage, auf der die Verwendung des überhitzten Dampfes überhaupt möglich wurde.

Während mässige Ueberhitzungsgrade schon längere Zeit bei normalen Dampfmaschinen zur Anwendung kamen, wurde dem Gebrauche starker Ueberhitzungen um 150° und mehr erst durch die „Heissdampfmaschine" von *W. Schmidt* zum Durchbruch verholfen. Beim Entwerfen derselben wurde das Ziel verfolgt, die Kolbenliederungen und Stopfbüchsen so viel als möglich aus dem Bereiche der höchsten Temperaturen fernzuhalten. Die Maschine arbeitet mit zweistufiger Expansion. Die beiden in Tandem-Anordnung hintereinander aufgestellten Cylinder sind einfach wirkend; der Hochdruckcylinder hat einen Plungerkolben, der zugleich den dünneren Teil des Differentialkolbens bildet, mit dem der zweite Cylinder arbeitet. Fig. 1 stellt schematisch den Längenschnitt der beiden Cylinder einer vertikalen Heissdampfmaschine dar und zeigt, wie die beiden einfach wirkenden Cylinder zu einem doppelt wirkenden Ganzen verbunden sind; die römischen Ziffern geben die Reihenfolge an, in der der Dampf die einzelnen Räume durchströmt. Die höchste Temperatur findet sich am obern Ende des kleinern Cylinders; von dort aus sinkt sie nach unten zu, so dass der Plunger sich schon in einer wesentlich kühleren Gegend bewegt. Mit einer derartigen Maschine von 310 und 690 *mm* Durchmesser bei 500 *mm* Hub mit 116,3 und 117,3 Umdrehungen pro Minute hat *Schröter* im Sommer 1894 folgende Resultate gefunden[2]):

Fig. 1.



	I	II	
Kesselspannung, Ueberdruck	11,8	11,9	Atm.
Admissionsspannung, Ueberdruck	10,0	11,2	Atm.
Entsprechende Temperatur des satten Dampfes	189,9	190,2°	
Wirkliche Dampftemperatur beim Eintritt in die Maschine	318	344°	
Indizierte Leistung	72,4	76,4	*P. S.*
Getrennte Leistung	62,6	63,8	*P. S.*
Dampfverbrauch pro Stunde und ind. *P. S.*[3])	4,87	4,55	*kg*
Dampfverbrauch pro Stunde und eff. *P. S.*	5,63	5,51	*kg*
Kohlenverbrauch pro Stunde und ind. *P. S.*	0,618	0,574	*kg*
Kohlenverbrauch pro Stunde und eff. *P. S.*	0,714	0,695	*kg*
Die verwendete Kohle hatte einen Heizwert von	6985	7154	Cal.

Der günstige Einfluss der stärkeren Ueberhitzung beim zweiten Versuch kommt im Ergebnis sehr deutlich zum Ausdruck.

Der Umstand, dass die Cylinder der *Schmidt*'schen Heissdampfmaschine einfach wirkend sind, zwingt zu ver-

[1]) Warum sagt man nicht lieber kurzweg „satter" Dampf?

[2]) Zeitschr. des Vereins deutscher Ing., 1895, S. 5.

[3]) Der Dampfverbrauch giebt hier streng genommen kein richtiges Mass für die Oekonomie der Dampfmaschine, weil 1 *kg* Dampf je nach der Ueberhitzung eine ziemlich verschiedene Wärmemenge enthalten kann.

hältnismässig grossen Cylinderdimensionen. Die daraus sich ergebenden Mehrkosten wachsen natürlich mit der Grösse der Maschine. Man hat sich daher Mühe gegeben, die normale, doppelt wirkende Dampfmaschine ebenfalls für Heissdampf zu verwenden und dies ist in der That allmählich gelungen. Man fing schüchtern mit schwacher Ueberhitzung an, lernte an den dabei auftretenden Schwierigkeiten erkennen, dass man ausgiebiger schmieren musste, dass die deformierenden Einflüsse der Ausdehnung, ganz besonders wenn sie ungleichmässig waren, mit zunehmender Temperatur sich immer mehr bemerklich machten[1]), und suchte und fand Mittel und Wege, die Formgebung so einzurichten, dass sich die Dehnungen, möglichst ohne Störungen zu erzeugen, vollziehen konnten. So ist man heute imstande, grosse doppelt wirkende Maschinen mit starker Ueberhitzung arbeiten zu lassen.

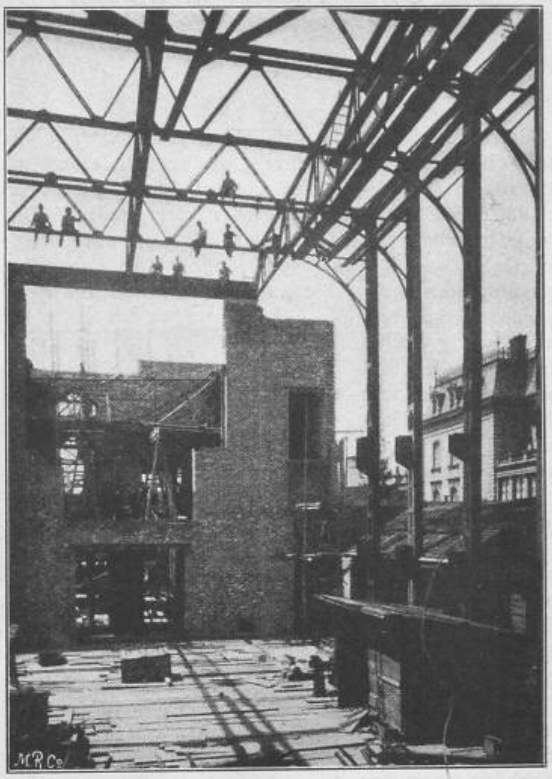
Als Merkpunkt der Entwickelung, die auf diesem Wege erreicht worden ist, schreiben wir aus den Versuchsergebnissen der 3000 pferdigen Maschine von *Gebrüder Sulzer* in der Berliner Centrale an der Louisenstrasse, wie sie im Band XXXV auf Seite 248 zusammengestellt sind, noch einige Ziffern hin:

	Ueberhitzter Dampf.	Satter Dampf.	
Admimissionsspannung (absol.)	12,82	13,33	Atm.
Entspr. Temperatur des satten Dampfes	193,5	195,1°	
Wirkliche Temperatur beim Eintritt	323,2	195,1°	
Indizierte Leistung	2907,8	3040,4	*P. S.*
Electrische Leistung	2490,5	2575,4	*P. S.*
Dampfverbrauch pro Stunde und ind. *P. S.*	4,279	5,259	*kg*
Wattstunden pro 1 *kg* Kohlen	1056,0	958	
Kohlen pro elektrische *P. S.*	0,70	0,77	*kg*

(Schluss folgt.)

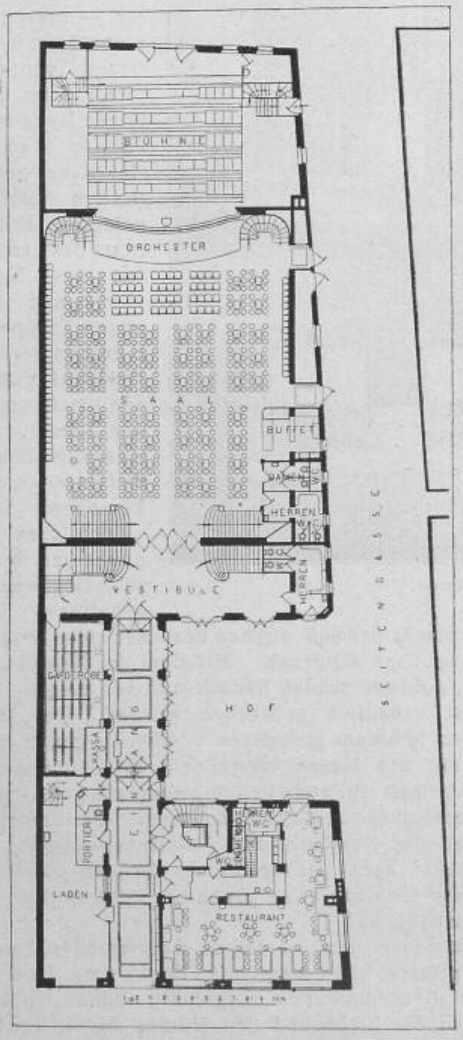
[1]) Bei einer Temperatur von 300° ist die lineare Ausdehnung des Eisens gegenüber der Temperatur von 0° schon 3 ‰!

Das Corso-Theater in Zürich.

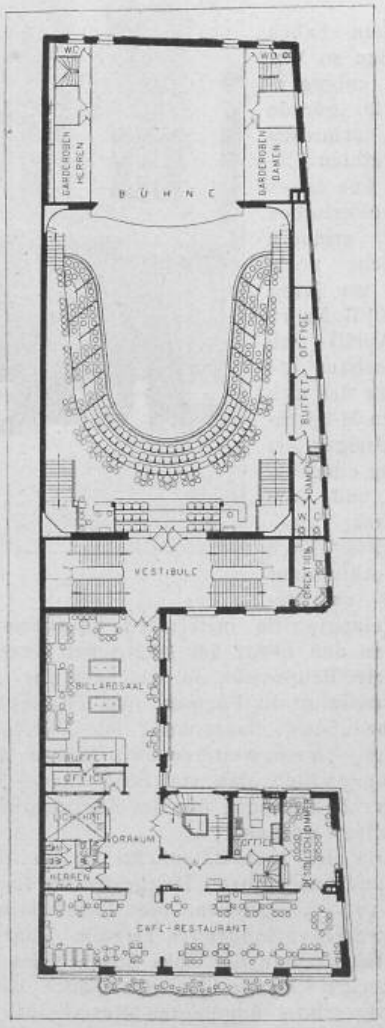


Ansicht des Baues am 3. Juni 1899.

Das Corso-Theater in Zürich.



Erdgeschoss-Grundriss 1 : 500.



Grundriss vom I. Stock 1 : 500.