Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 113/114 (1939)
Heft: 8

Artikel: Gegossene Kurbelwellen
Autor: Wyss, Th.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-50451

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: 16.12.2025

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

Abb. 3. Messung der vertikalen Bewegung im Scheitel durch Ing. A. Meyer, SBB

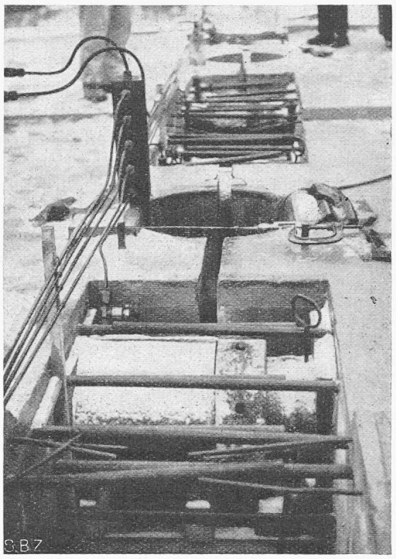


Abb. 6. Scheitelfuge nach dem Aufpressen. Im Vordergrund eine 330 t-Presse

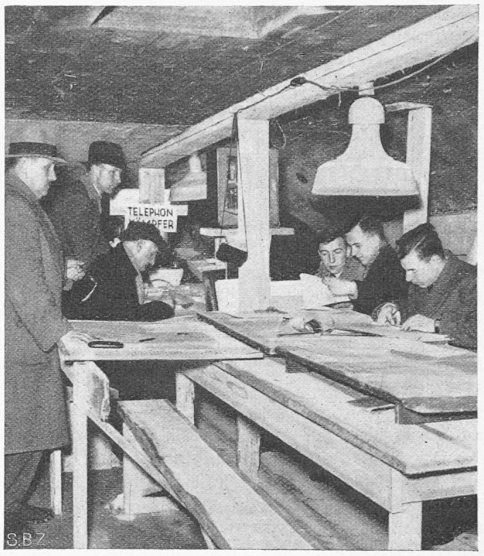


Abb. 8. Auswertungszentrale in der mittleren Gewölbekammer. Von links nach rechts die Ing. Staub, Gagg, Dr. Bühler, Delisle, Hafner, Jaggi

$e = 19$ cm. Er konnte an Hand des Diagrammes Abb. 4 genau eingestellt werden. Dabei wurde die von der Scheitelhebung herrührende Fugenöffnung (Abb. 7) von 62 mm auf 70,2 mm erweitert und die Hebung von 72,7 mm auf 78,2 mm erhöht.

Der bei der Scheitelhebung am 5. Januar 1939 durch die hydraulischen Pressen im Scheitelgewölbe eingebrachte Horizontalschub von 5961 t bei Exzentrizität $e = 0$ (Abb. 4) war beeinflusst von der damals noch vorhandenen Verbundwirkung zwischen Eisenbetongewölbe und Lehrgerüstbogen vom Kämpfer bis ungefähr zum Gewölbeviertel. Zufolge des daraufhin erfolgten vollständigen Loslösens und Absenkens des Lehrgerüstbogens hat sich der Horizontalschub auf 5370 reduziert und auf eine Exzentrizität $e = 7$ cm nach unten eingestellt. Dies konnte ohne weiteres zu Beginn der Regulierpressung an Hand der Tabelle Abb. 4 ermittelt werden, da der Druck in der untern und obern Serie der hydraulischen Pressen nacheinander soweit gesteigert worden war, dass die Stellringe der Pressen gelöst werden konnten.

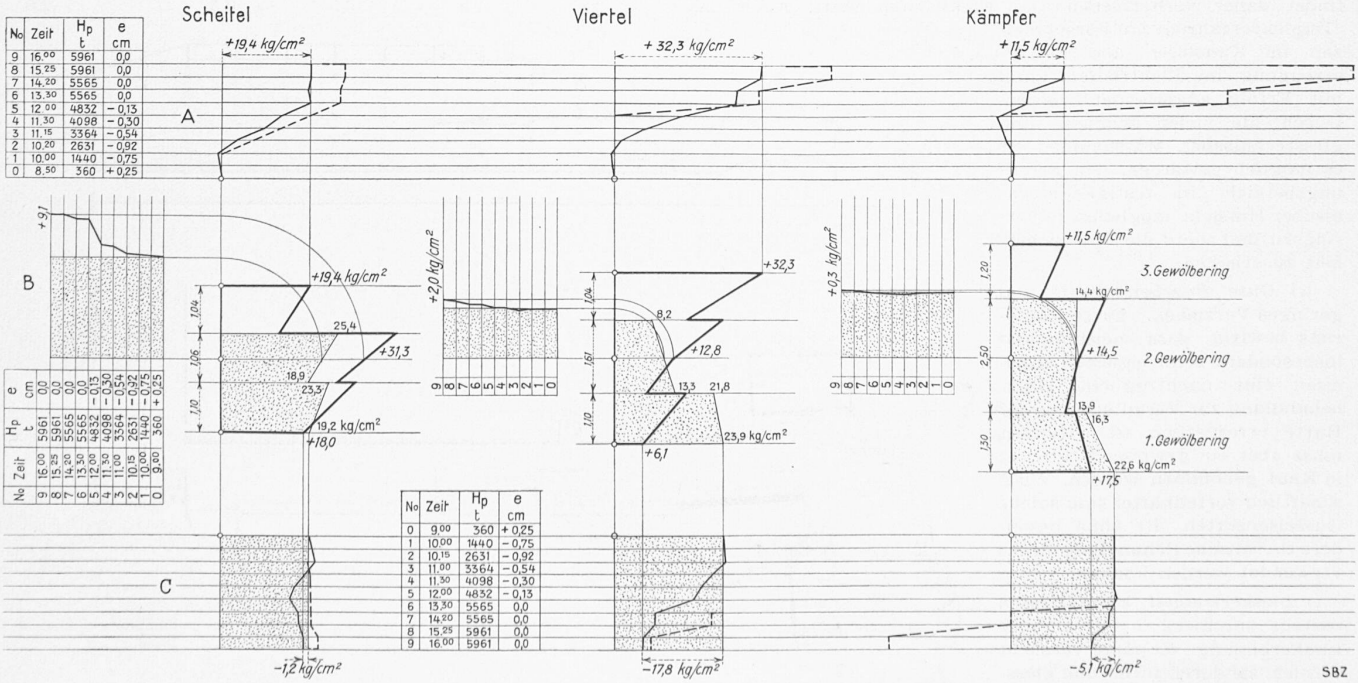
Auch während der Regulierpressung wurden die Spannungsänderungen im Eisenbetongewölbe mit den in Abb. 2 angegebenen Instrumenten verfolgt.

Gegossene Kurbelwellen

Von Ing. Dr. TH. WYSS, E. M. P. A., Zürich

Um den stets steigenden Ansprüchen im Maschinenbau gerecht zu werden, wurde bisher versucht, die *geschmiedeten* Kurbelwellen aus Konstruktionsstählen mit immer grösserer Festigkeit und mit möglichst hoher Zähigkeit herzustellen. Die Kerbempfindlichkeit solch einseitig hochgezüchteter Stähle und die nicht immer genügende Dämpfungsfähigkeit, sowie die Schwierigkeit, eine den dynamischen Beanspruchungen entsprechende Form zu geben, setzte jedoch diesen Bestrebungen, insbesondere in wirtschaftlicher Hinsicht, eine Grenze. Beim Stahlguss machten sich die Schwierigkeiten der Kerbempfindlichkeit in noch vermehrtem Masse geltend.

Die Basis zur Verwendung von Gussmaterialien zu *gegossenen* Kurbelwellen wurde erst durch die Erzeugung hochwertiger Gusseisen- und Tempergussarten geschaffen. Ford war der erste, der aus wirtschaftlichen Erwägungen für Massenerzeugung von dieser Möglichkeit Gebrauch machte. Nach diesen Erfolgen setzte eine ausserordentliche Tätigkeit in versuchstechnischer und wissenschaftlicher Hinsicht ein, sodass heute schon wesentliche Fortschritte zu verzeichnen sind.



No	Zeit	Hp t	e cm
9	16.00	5961	0,0
8	15.25	5961	0,0
7	14.20	5565	0,0
6	13.30	5565	0,0
5	12.00	4832	− 0,13
4	11.30	4098	− 0,30
3	11.15	3364	− 0,54
2	10.20	2631	− 0,92
1	10.00	1440	− 0,75
0	8.50	360	+ 0,25

No	Zeit	Hp t	e cm
0	9.00	360	+ 0,25
1	10.00	1440	− 0,75
2	10.15	2631	− 0,92
3	11.00	3364	− 0,54
4	11.30	4098	− 0,30
5	12.00	4832	− 0,13
6	13.30	5565	0,0
7	14.20	5565	0,0
8	15.25	5961	0,0
9	16.00	5961	0,0

Abb. 9b. Veränderungen der Betonspannungen in der Gewölbestirnseite flussabwärts, Seite Bern

Damit Gusswerkstoffe den modernen Anforderungen genügen können, müssen folgende Gesichtspunkte in Betracht gezogen werden:

a) *Genügende Festigkeit*, insbesondere bezüglich Ermüdung;

b) *Geringe Kerbempfindlichkeit;*

c) *Gute Formgebungsmöglichkeit* entsprechend den neusten Versuchsergebnissen dynamischer Beanspruchungen. Während beim Motorwagenbau an den Kurbelwellen vorherrschend Biegedauerbrüche auftreten, kommen beim Flugzeugbau meistens Brüche infolge Resonanz-Drehschwingungen vor. Es zeigt sich nun, dass trotz der verhältnismässig niedrigen statischen Zugfestigkeit und Dehnung Gusseisen und Temperguss bei einwandfreier, hochwertiger Beschaffenheit und bei kunstgerechter Formgebung den gestellten Anforderungen zu genügen vermögen. Im wesentlichen liegt dies begründet in der geringen Kerbempfindlichkeit und in der Möglichkeit, mit verhältnismässig einfachen Mitteln die Formgebung so durchzuführen, dass trotz geringstem Materialaufwand ein günstiger Kraftfluss entsteht. Es bezieht sich dies nicht nur auf die Ausbildung der Uebergänge, sondern auch auf die Höhlungen in den Kurbelzapfen und auf die Form der Wangen. Bei vergleichenden Vorversuchen mit Kurbelwellen aus Stahl C 45/61, hohlgebohrt, und aus Perlit- sowie Temperguss, hohlgegossen, wurde eine Dauerfestigkeit bezüglich Verdrehung von 8,0 bis 8,5 kg/mm² beim Stahl und von 6,0 bis 6,5 kg/mm² beim Guss festgestellt; die entsprechenden Werte bezüglich Biegung am Zapfen waren $4{,}5 \pm 2{,}5$ kg/mm² und $2{,}7 \pm 2{,}4$ kg/mm². Die Werte der gegossenen Kurbelwellen könnten durch bessere Formgebung noch erhöht werden.

d) *Gutes Dämpfungsvermögen.* Gusseisen besitzt den grossen Vorteil einer hohen Dämpfungsfähigkeit, d. h. die Eigenschaft, einen Teil der dynamischen Arbeit in Wärme zu verwandeln. Das Dämpfungsvermögen von Gusseisen ist dank der starken, durch den Gefügeaufbau bedingten inneren Reibung ein mehrfaches desjenigen von Stahl, was insbesondere im Bereich der kritischen Drehzahlen zur Auswirkung kommt.

e) *Gute Anpassungsfähigkeit* an örtliche Verhältnisse. Infolge des kleineren Elastizitätsmoduls von Gusseisen kommen Ungenauigkeiten in der Stellung der Lager nicht so ungünstig zur Auswirkung wie beim Stahl.

f) *Gute Laufeigenschaften.* Gusseisen besitzt sie. Die Graphitadern wirken als kleine Schmiernuten und fördern die Haftung des Oelfilmes. Im allgemeinen haben so Brinellhärten von 200 bis 250 kg/mm² an der Lauffläche keine Schwierigkeiten ergeben. Eine Steigerung der Härte kann durch Anbringen von örtlich wirkenden Kokillen, sowie durch Autogenhärtung bewirkt werden, wobei jedoch mit einem gewissen Ausschuss gerechnet werden muss.

g) *Treffsicherheit in festigkeitstechnischer Hinsicht.* Zur Erzeugung eines hochwertigen, für Kurbelwellen geeigneten, gleichmässig beschaffenen Gussmaterials werden besondere Anforderungen an die Auswahl der Einsatzstoffe, sowie an die Beherrschung des Schmelzvorganges gestellt. Der Schmelzprozess findet daher vorherrschend im Elektroofen statt. Auch das «Duplexverfahren» mit Vorschmelzen im Kupolofen und Fertigerzeugung im Elektroofen kann mit Erfolg angewendet werden. Durch die vielen schmelz- und giesstechnischen Massnahmen ist es möglich geworden, den Streuungsbereich in festigkeitstechnischer Hinsicht möglichst zu verringern und somit die Treffsicherheit zu erhöhen.

h) *Gute Bearbeitbarkeit* und geringes Verziehen. Diese Forderung bewirkt, dass meistens und insbesondere beim legierten Gusseisen eine nachträgliche Glühbehandlung zur Verminderung der Härte erforderlich ist. Hiermit muss aber ein gewisses Verziehen in Kauf genommen werden. Wirtschaftlich vorteilhafter sind solche Gusseisensorten, die ohne besondere thermische Behandlung direkt verwendet werden können.

i) *Lunkerfreiheit.* Beim Giessen besteht durchweg die Gefahr der Lunkerbildung. Es muss versucht werden, sie durch form- und giesstechnische Massnahmen auf ein Minimum herabzusetzen. Insbesondere ist darauf zu achten, dass die am meisten beanspruchten Zonen fehlerfrei sind. Eine bezügliche Prüfung kann mittels Röntgenstrahlen vorgenommen werden.

Der für Kurbelwellen verwendete Gusswerkstoff lässt sich unterscheiden in: 1. Niedrig gekohltes, tempergussartiges Gussmaterial, gekennzeichnet durch die temperkohleartigen Ausscheidungen in einer Grundmasse, die sich je nach der chemischen Zusammensetzung und der thermischen Behandlung richtet. 2. Unlegierte und niedrig legierte Sondergussarten und 3. Hochlegierte Sondergussarten, beide gekennzeichnet durch feinen, lamellar ausgeschiedenen Graphit in einer Grundmasse, die sich ebenfalls nach Legierung und thermischer Behandlung richtet.

Bei Ford handelt es sich um eine Art tief gekohlten Temperguss, der mit Chrom und Kupfer legiert ist. Da er im Gusszustand infolge der Zementitausscheidungen nicht bearbeitbar ist, so ist eine thermische Behandlung vorzunehmen, durch die erst der für Temperguss charakteristische Gefügeaufbau entsteht. Die chemische Zusammensetzung ist 1,35 bis 1,60 % C, 0,85 bis 1,1 % Si, 0,5 bis 0,8 % Mn, 0,4 bis 0,8 % Cr und 1,5 bis 2,0 % Cu; der Phosphor- und Schwefelgehalt ist gering. Die Brinellhärte kann zwischen 255 und 320 kg/mm² schwanken.

Es gibt noch eine Reihe ähnlicher Tempergussarten, so eine solche mit 1,8 % C, 1,8 % Si, 0,5 % Cr, 1,0 % Ni und 0,5 % Mo. Vermutlich dürfte auch der neuestens entwickelte Schnelltemperguss mit völlig perlitischer Grundmasse, einer Streckgrenze von 40 kg/mm² und einer Zugfestigkeit zwischen 60 und 70 kg/mm² geeignet sein.

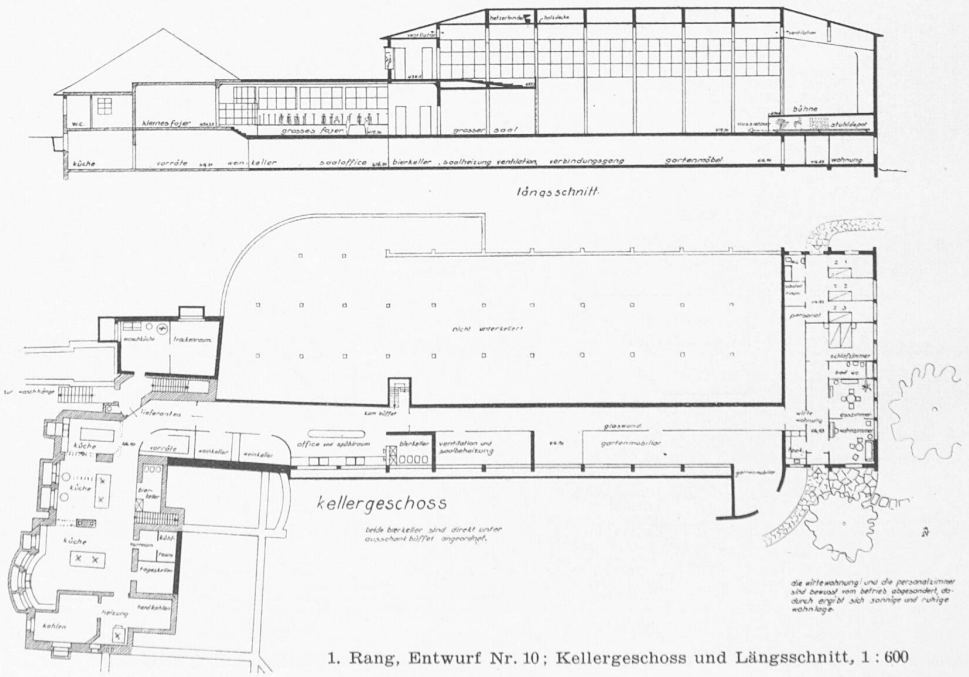
Bei den unlegierten und niedrig legierten Sondergussarten handelt es sich hauptsächlich um *perlitischen* Guss. Die Legierungselemente Ni, Cr, Cu, Mo dienen nicht nur zur Verbesserung der Festigkeitswerte, sondern auch zur Erhöhung der Treffsicherheit. Es hat sich gezeigt, dass Kupfer ähnlich wie Nickel wirkt und dieses ganz oder teilweise zu ersetzen vermag. Unter diese Gruppe können Gusseisen folgender Zusammensetzung gezählt werden:

C_{tot}	Si	Cr	Ni	Mo
2,6 ÷ 2,8	1,6		1,25 ÷ 1,5	0,4 ÷ 0,6
2,75 ÷ 3,2	1,95 ÷ 2,5	0,1 ÷ 0,2	1,0 ÷ 1,5	
3,0 ÷ 3,2	1,5 ÷ 2,0	0,8 ÷ 1,0	0,4 ÷ 0,5	0,4 ÷ 0,5
2,8 ÷ 3,2	1,8 ÷ 2,3	0,3 ÷ 0,6	1,4 ÷ 1,7	0,5 ÷ 0,6

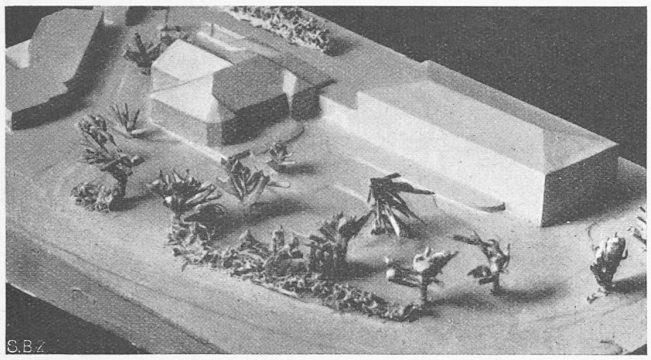
Der Phosphor- und Schwefelgehalt ist im allgemeinen sehr niedrig. Die Zugfestigkeit der letzten Gusseisensorte schwankt nach erfolgtem Glühen bei 450° zwischen 42 und 50 kg/mm² und die Brinellhärte zwischen 270 und 340 kg/mm². Bei diesen Gusseisensorten wird versucht, mit verhältnismässig geringen Zusätzen zum Ziel zu kommen.

Bei den hochlegierten Gusseisensorten sind folgende Legierungen erwähnenswert:

C_{tot}	Si	Cr	Ni	Mo	Cu
2,25 ÷ 2,5	1,0 ÷ 1,5	0,5 ÷ 1,0	4,0 ÷ 5,0		
2,25 ÷ 2,5	1,0 ÷ 1,5	wenig	3,0 ÷ 4,0	wenig	
2,8	1,5	0,5	0,6		2,0



1. Rang, Entwurf Nr. 10; Kellergeschoss und Längsschnitt, 1 : 600



1. Rang, Entwurf Nr. 10 von Arch. ERNST SCHMID, Schaffhausen

Infolge dieser Legierungszusätze wird das Grundgefüge martensitisch oder austenitisch. Damit ein Bearbeiten möglich ist, muss ein Glühprozess vorgenommen werden. Als wesentliche Legierungsbestandteile sind Ni und Cu zu nennen.

Gegossene Kurbelwellen kommen im Flugzeug-, Automobil-, Traktoren- und Dieselmaschinenbau in Betracht. Angesichts des Aufwandes bei der Erstellung der Giessformen, sowie der erforderlichen Massnahmen beim Schmelzen, Giessen und Verarbeiten der Wellen kommt wirtschaftlich nur eine serienweise Herstellung in Betracht. Durch richtige Formgebung, sowie durch Höhlung der Zapfen lassen sich gegenüber geschmiedeten Kurbelwellen Gewichtsersparnisse erzielen. In neuester Zeit zeigt sich das Bestreben, Gussorten mit möglichst geringen Legierungszusätzen zu erzeugen, die ohne nachträgliche thermische Behandlung direkt zur Verarbeitung und dann zur Verwendung gelangen können. Der Herstellung gegossener Kurbelwellen dürfte noch eine wesentliche Entwicklung bevorstehen.

Literatur:

E. Piwowarsky, Herstellung und Verwendung von legiertem Gusseisen. «Z.VDI», Nov. 1935. — *A. Thum* und *K. Bandow*, Die Gusskurbelwelle, «Z.VDI», Jan. 1936. — *F. Roll*, Gegossene Kurbelwellen, «Z.VDI», Nov. 1936. — *Th. Klingenstein, H. Kopp* und *E. Mickel*, «Mitteilungen aus den Forschungsanstalten des GHH Konzerns», Febr. 1938. — Les nouveaux vilebrequins en fonte de la Fabrique de machines d'Esslingen, «Le Génie Civil», T. 112, Nr. 23. — «Mémoires de la Société des Ingénieurs Civils de France», Mars-Avril 1938. — *R. Gnade, E. Piwowarsky, W. Felix*, Perlitischer Schnelltemperguss, «Giesserei», Heft 19, 1938.

Wettbewerb für einen Saalbau im Casinoareal in Schaffhausen

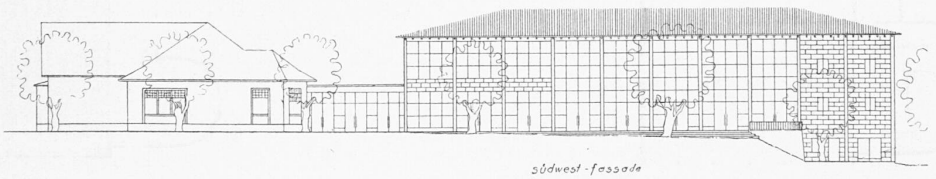
Hauptzweck des Wettbewerbes war es, dem bestehenden Casino (dessen beibehaltene Teile in jedem Entwurf schraffiert angedeutet sind) einen Saalbau anzufügen, der bei Konzertbestuhlung 1000 Sitze im Erdgeschoss und 200 auf der Galerie bieten muss; beim Gebrauch für Bankette sollten im Saal 600 Plätze zur Verfügung stehen. Das Tagesrestaurant sowie der bestehende Casinosaal waren beizubehalten mit der Möglichkeit, gleichzeitig im alten und im neuen Saal verschiedene Anlässe durchzuführen, im Sommer mit Einbezug des schönen Parkes. Um die Baukosten möglichst niedrig zu halten, forderte das Programm grösste Einfachheit in der Gestaltung der Grundrisse und Fassaden, sowie des innern Ausbaues.

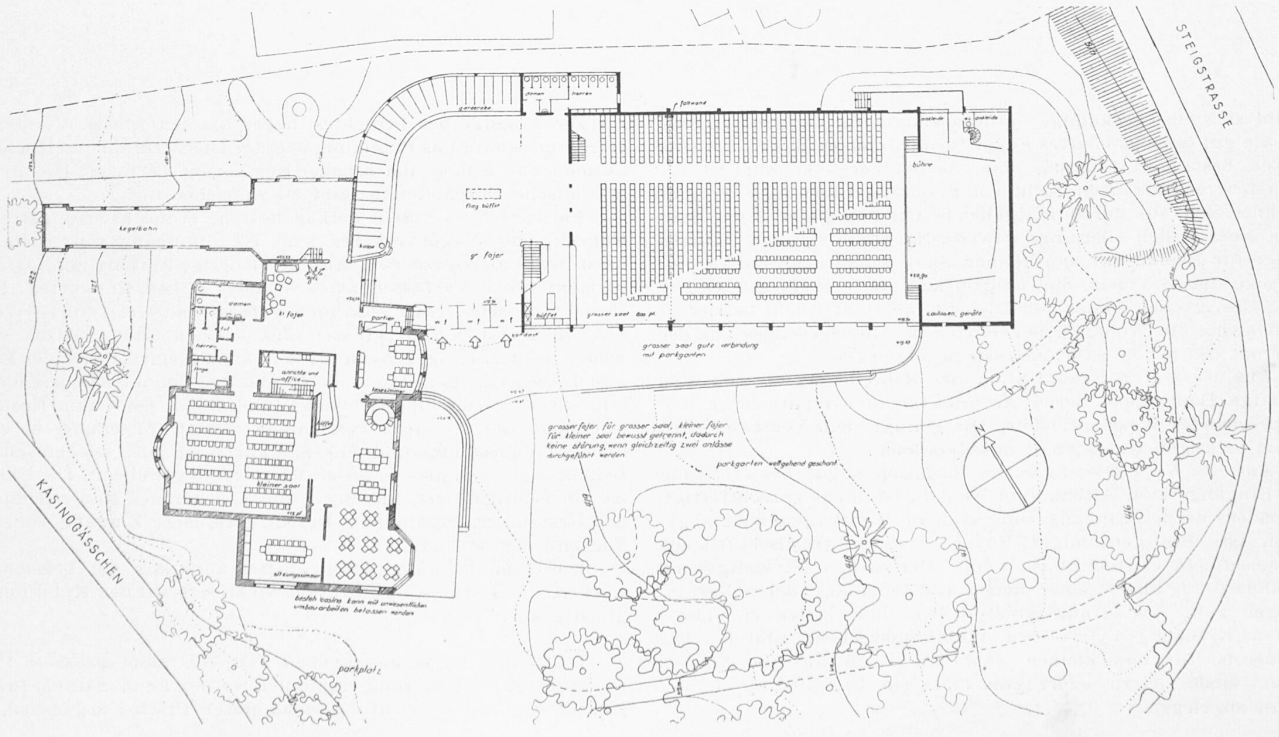
Aus dem Bericht des Preisgerichtes

Zur Teilnahme waren zugelassen die vor dem 1. Januar 1937 im Kanton Schaffhausen niedergelassenen selbständig erwerbenden Architekten schweiz. Nationalität. Die Berechtigung zur Teilnahme wurde nachträglich erweitert auf unselbständig erwerbende, im Kanton Schaffhausen wohnhafte, nur teilweise beschäftigte Baufachleute, um den Subventionsbestimmungen des Bundes Genüge zu tun.

Die Vorprüfung der 20 eingereichten Entwürfe ergab keine wesentlichen Verstösse gegen das Programm; bei vielen Projekten ergab sich eine etwas zu geringe Grundfläche für die Bühne. In einem ersten Rundgang des Preisgerichts wurden wegen unbefriedigender Gesamtanlage in der Lösung der Aufgabe vier Entwürfe ausgeschieden. Ein zweiter Rundgang führte zum Ausschluss von weiteren 4 Projekten, die teils hinsichtlich Gesamtanlage, teils wegen übergrosser Inanspruchnahme des Gartens und teils wegen zu grossem Kubikinhalt und zu unwirtschaftlicher Anlage nicht in Betracht kommen konnten. Es verblieben somit 12 Entwürfe, die vom Preisgericht einer eingehenderen Bewertung unterzogen wurden.

Entwurf Nr. 10. Die Gesamtsituation ist gut gelöst, dagegen ist der Saalbau zu weit nach Osten vorgezogen. Die Zusammenfassung der Zufahrten für Alt- und Neubau wäre an sich vorteilhaft, ist jedoch nicht restlos gelöst. Altbau und Neubau sind in klare organische Beziehung zueinander gebracht. Erwünscht ist, dass alter und neuer Trakt auf gleichem Niveau liegen. Es





1. Rang (1300 Fr.), Entwurf Nr. 10. Verfasser Arch. ERNST SCHMID.

Erdgeschoss-Grundriss und Fassade 1 : 600