

# Warmfester Stahlguss der Georg Fischer AG, Schaffhausen

Autor(en): [s.n.]

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **82 (1964)**

Heft 23

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-67518>

## **Nutzungsbedingungen**

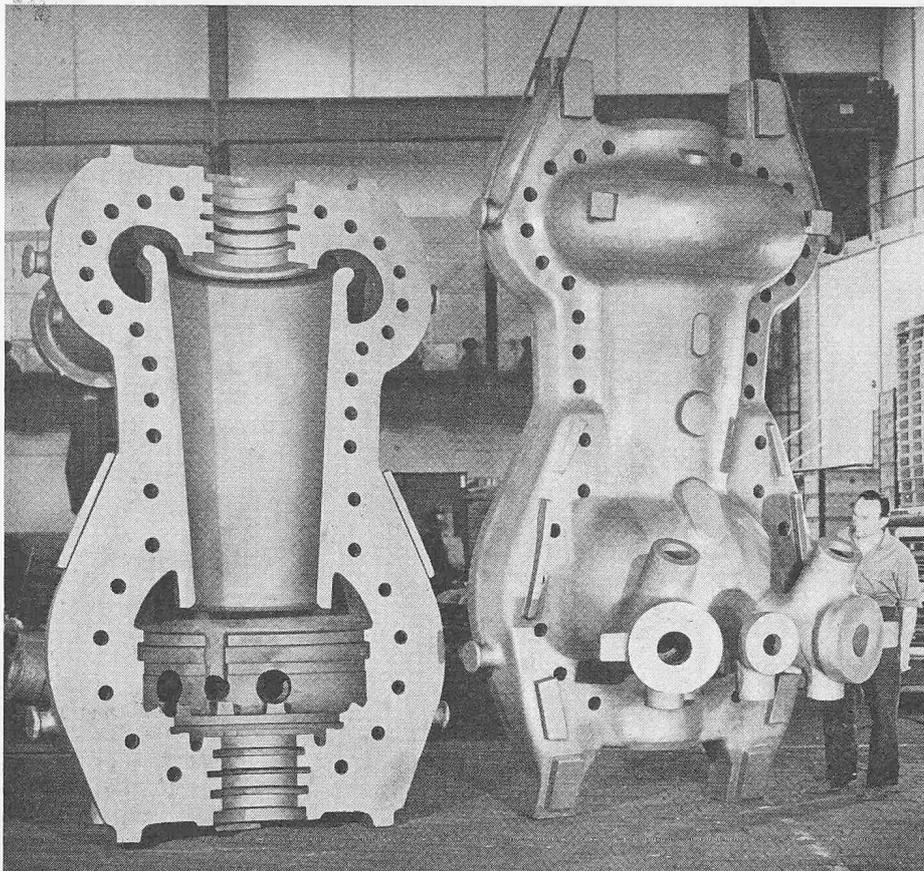
Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

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.



Bei Dampf- und Gasturbinen besteht die Neigung, im Interesse höherer thermischer Wirkungsgrade die Temperaturen des Arbeitsmittels vor der Turbine möglichst hoch zu halten. Die Grenze ist durch die Festigkeitseigenschaften, vor allem die Zeitstandfestigkeit der verfügbaren Baustoffe gegeben. Für Einheiten grosser Leistung kommt hierfür nur warmfester Stahlguss in Frage. Schon im Jahre 1928 hat die Firma Georg Fischer AG. molybdänlegierte Stahlgussstücke geliefert, und seither wurden in stets steigender Anzahl Turbinen-, Ventil- und Verteilgehäuse für Dampf- und Gasturbinen aus den verschiedensten warmfesten Stählen hergestellt. Dieser Fabrikationszweig gewann von Jahr zu Jahr an Bedeutung.

Die Entwicklungen im Bau thermischer Kraftmaschinen hingen massgeblich mit denen in der metallurgischen Forschung und der Fabrikation geeigneter Stahlsorten und Stahlgussstücke zusammen. Ein wichtiges Glied der Forschung bildet die Festigkeitsprüfung. Der hierfür eingerichtete Versuchsstand ist in den letzten Jahren bedeutend erweitert worden, Bild 5. Er erlaubt die Durchführung von Zeitstandsprüfungen bei Temperaturen bis 1000 °C und zwar gleichzeitig mit 300 Probestäben und bis zu einer Dauer von 10 000 Stunden und mehr. Tabelle 1 gibt eine Uebersicht über sechs verschiedene Sorten von warmfestem Stahlguss, wobei auch die aus Zeitstandsversuchen ermittelten Bruchspannungen für 10 000 Stunden bei verschiedenen Prüftemperaturen angegeben sind. Diese Bruchspannungen sind Mittelwerte eines Streubandes von  $\pm 20\%$ .

Die Werkeinrichtungen erlauben das Herstellen von Qualitätsstahlgussstücken bis zu Einzelgewichten von 40 t in warmfesten Legierungen. Die Bilder 1 bis 4 zeigen interessante Einzelstücke. Um den hohen Qualitätsansprüchen auf die Dauer genügen zu können, ist eine fortwährende Kontrolle der Fabrikationsvorgänge wie auch der fertigen Gusstücke unerlässlich. Dafür werden verschiedene zerstörungsfreie Prüfverfahren angewendet, und es stehen hierfür neueste Geräte zur Verfügung, wie Magnaflux, Ultraschall, Farbstoff-Penetrierung, Röntgen- und Gammabehandlung sowie ein 31 MeV-Betatron.

Bild 1 (oben). Hochdruck-Dampfturbinen-Zylinder aus Cr-Mo-V-M-Stahlguss (VIS C5 D2 F3 W) Gewicht pro Hälfte 10 t. Geliefert an AG Brown, Boveri & Cie., Baden, für das Dampfkraftwerk «Santa Barbara»

Bild 2 (links). Dampfturbinen-Zylinder-Oberteil mit angeschweisstem Ventilgehäuse aus Cr-Mo-V-Stahlguss (VIS C2 D3 F3). Gewicht 8 t. Geliefert an De Pretto Escher Wyss S. p. A., Schio, Italien

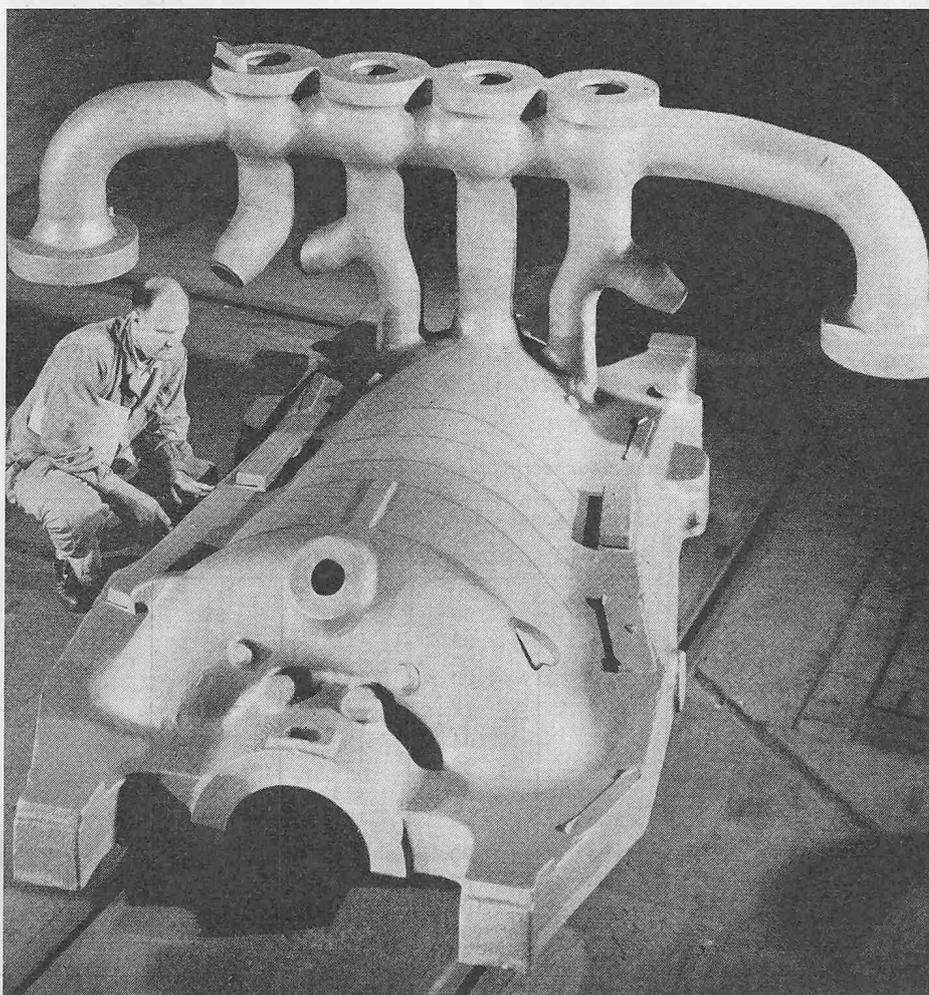


Bild 3 (rechts). Hochdruck-Dampfturbinen - Aussenzylinder aus Mo-Stahlguss (VIS D2). Gewicht pro Hälfte 21 t. Geliefert an AG Brown, Boveri & Cie., Baden, für die 500 MW-Einheit der «Tennessee Valley Authority»

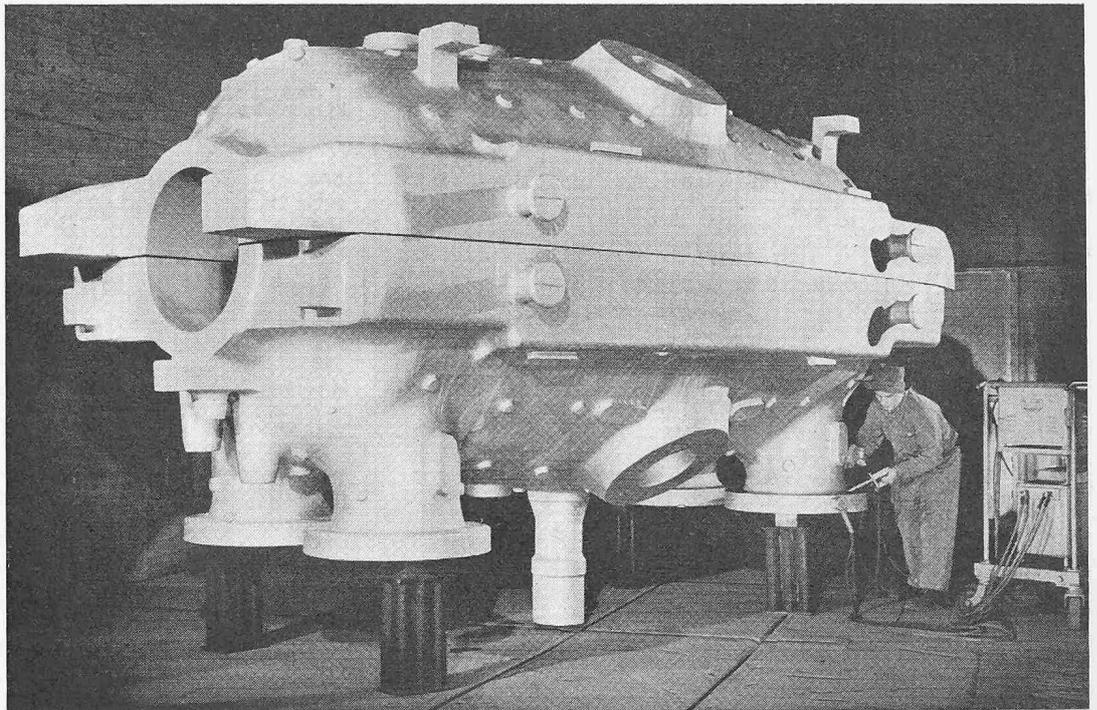


Bild 4 (Mitte). Hochdruck-Dampfturbinen-Innenzylinder aus 11% Cr-Stahlguss (VIS 11). Gewicht 13,5 t. Geliefert an Siemens-Schuckertwerke AG, Mülheim-Ruhr. Deutschl.

Bild 5 (unten). Zeitstand-Laboratorium für die Prüfung von 300 Stäben bei Temperaturen bis zu 1000 °C

Eine sehr wichtige Möglichkeit der Formgebung bildet das Zusammenschweissen von Stahlgussstücken mit anderen Stücken. Diese können geschmiedete, gewalzte oder wiederum gegossene Teile sein. Durch solche Konstruktionsschweißungen können verhältnismässig komplizierte Maschinenteile aufgebaut und zu einem Stück vereinigt werden. Besonders bei Teilen, die hohen Betriebsdrücken ausgesetzt sind, ist es vorteilhaft, die Zahl der lösbaren Flanschverbindungen klein zu halten, was durch Anwenden von Schweissverbindungen möglich ist. Bild 2 zeigt ein interessantes Beispiel einer solchen Konstruktionsschweißung.

Nachdem es gelungen ist, warmfesten Stahlguss einwandfrei und sicher zu schweissen, wird dieses Verfahren auch zum Beheben von Giessereifehlern sowie zum Schliessen von Kernstützlöchern und Putzöffnungen mit Erfolg verwendet. Zum erfolgreichen Durchführen solcher Arbeiten ist es unerlässlich, die Teile nach erprobten Verfahren vorzuwärmen und nach erfolgter Schweissung spannungsfrei zu glühen. Das gleiche gilt auch für Konstruktionsschweißungen.

Durch das Vorwärmen soll eine zu grosse Aufhärtung sowie die Bildung von Rissen vermieden werden. Das Glühen nach der Schweissung bezweckt, die Schweissspannungen abzubauen und die Materialhärte auf die für den Stahl vorgeschriebene Festigkeit zu verringern. Um die Bildung erneuter Spannungen zu vermeiden, ist das Abkühlen nach dem Glühen möglichst langsam vorzunehmen, z. B. an ruhiger Luft oder noch besser in einem Ofen. Für derartige Warmbehandlungen stehen moderne Glüh- und Anlassöfen mit Luftumwälzung zur Verfügung, in denen der gewünschte Temperaturverlauf genau eingehalten werden kann.

Für das Schweissen ist die chemische Zusammensetzung des Schweissgutes jener des Grundmaterials möglichst genau anzupassen, und es müssen die Vorschriften der Herstellerwerke, die auf den Elektrodenpaketen vermerkt sind, genau befolgt werden. Wichtig ist ferner die richtige Temperaturführung. Dazu sind beim Schweissen die Temperaturen zu messen. Am besten eignen sich hierfür Kontakt-Pyrometer oder Thermo-Color-Stifte. Eingehende Festigkeitsuntersuchungen an ausgeführten Schweissungen von hochwarmfesten Stahlgussteilen (Sorten VIS C5 D2 F3W und VIS 11) haben ergeben, dass die mit artgleichen Elektroden durchgeführten Schweissungen nach erfolgter Warmbehandlung Zeitstandfestigkeiten aufweisen, die ebenso gut sind, wie jene des Grundmaterials.

Bei dem in Tabelle 1 zu unterst angeführten Stahlguss VIS 11 handelt es sich um einen nichtrostenden Stahl mit

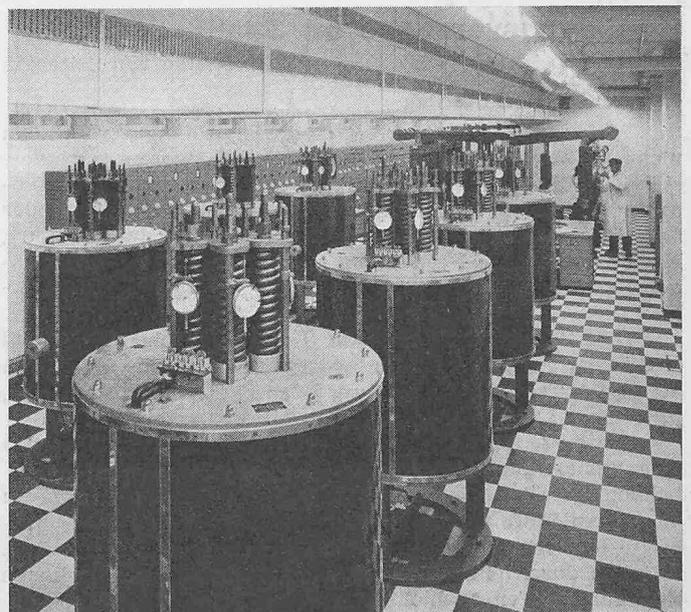
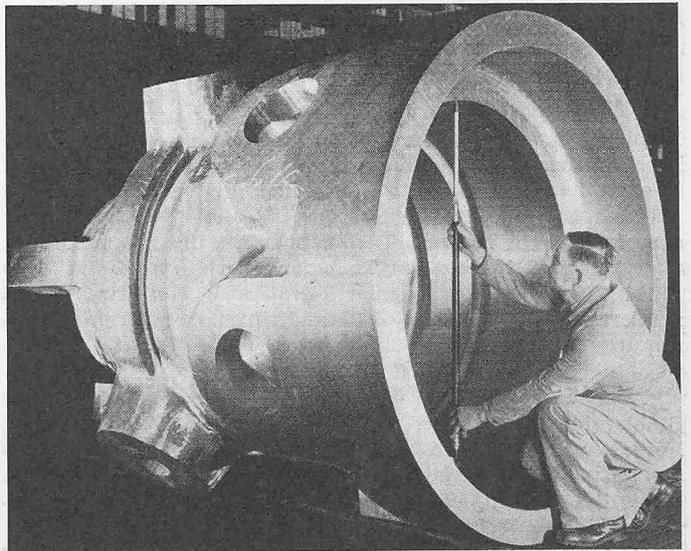


Tabelle 1. Warmfeste Stahlgussarten der Georg Fischer AG

Bezeichnungen	Chemische Zusammensetzung in % <sup>1)</sup>							Eigenschaften bei 20° C <sup>2)</sup>				Zeitstandverhalten für 100 000 h <sup>3)</sup>			
	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ni (maximal)	$\sigma_Z$ kp/mm <sup>2</sup>	$\sigma_S$ kp/mm <sup>2</sup>	$\epsilon$ %	$\sigma_K$ kp/cm <sup>2</sup>	$t_P$ ° C	$\sigma_B$ kp/mm <sup>2</sup>	$\sigma_\epsilon$ kp/mm <sup>2</sup>	$t_B$ ° C
VIS D2	0,22	0,7	0,3	0,2	0,5	—	0,2	50—60	30	20	6	400	23	17	
												450	20	15	480
												500	10	8	
												450	25	18	
VIS C2 D2	0,20	0,7	0,3	1	0,5	—	—	55—65	30	16	5	500	15	11	500
												550	4,7	3,5	
												450	23	18	
VIS D3 F3	0,20	0,5	0,3	0,3	0,8	0,3	0,3	60—70	40	15	4	500	13	10	520
												550	6,1	4,7	
												500	16	13	
VIS C2 D3 F3	0,15	0,5	0,3	0,9	0,8	0,3	0,5	60—75	45	18	5	500	8	6,5	540
												550	8	6,5	
												500	17	14	
VIS C5 D2 F3W <sup>4)</sup>	0,20	0,5	0,3	2,7	0,6	0,3	0,3	70—85	60	14	4	550	8,3	7,5	560
												600	4,5	3,8	
												500	17	14	
VIS 11	0,20	0,7	0,3	11,5	1,1	0,4	0,8	65—75	45	15	4	550	13	8,5	600
												600	5,0	4,2	

1) Richtwerte

2) Gültig für angegossene oder getrennt gegossene Probestäbe  
Die Kerbzähigkeiten  $\sigma_K$  gelten für Probestäbe nach VSM-Normen

3) Mittelwerte, Streuband  $\pm 20\%$

4) Dieser Stahl enthält 0,5 % Wolfram

**Bezeichnungen**

$\sigma_Z$  Zugfestigkeit

$\sigma_S$  minimale Streckgrenze

$\epsilon$  minimale Dehnung

bei  $L = 5d$

$\sigma_K$  minimale Kerbzähigkeit

$t_P$  Prüftemperatur

$\sigma_B$  Bruchfestigkeit

$\sigma_\epsilon$  Spannung bei 1 % Dehnung

$t_B$  höchste Betriebstemperatur

11 bis 12 % Chrom. Der gleiche Stahl kann mit oder ohne Wolframzusatz (0,4 %) hergestellt werden. Die Variante mit diesem Zusatz weist eine etwas höhere Zeitstandfestigkeit auf und ist anlassbeständiger als die ohne Zusatz. Sie hat sich deshalb für schwere Turbinengehäuse mit Wandstärken über 100 mm bei einigen Turbinenbauern eingeführt. Der Stahl VIS 11 ist bis zu einer Temperatur von etwa 700 °C zunderfest. Da aber seine Zeitstandfestigkeit bei Temperaturen über 600 °C rasch abnimmt, wird er für Betriebstemperaturen bis höchstens 600 °C verwendet.

Für Temperaturen über 600 °C müssen austenitische Stahlsorten angewendet werden. Hiefür sind umfangreiche Forschungsarbeiten im Gange. Bisher wurden Stahlgusstücke aus austenitischem Material mit einer Zusammensetzung von etwa 16 % Chrom, 13 % Nickel und Zusatz von Niob hergestellt. Liefervorschriften werden mit Vorteil vor der Bestellung mit den Fachleuten der Georg Fischer AG. endgültig festgelegt.

**Ermüdungsversuche an Spanngliedern**

Fortsetzung von Seite 415

**4. Versuchsdurchführung**

Wie schon erwähnt, erfolgten die Ermüdungsversuche an nicht injizierten Spannkabeln. Hingegen waren selbstverständlich die Injektionsanker VSL Typ I und die Schlaufenanker VSL Typ U einbetoniert und ausinjiziert. In jeder Laststufe wurden mindestens 2.10<sup>6</sup> Lastwechsel durchgeführt. Nach erfolgreicher Beendigung einer Laststufe wurde im allgemeinen die obere Spannungsgrenze  $\sigma_0$  um 2 kg/mm<sup>2</sup> erhöht.

Die Zusammenstellung in Tabelle 1 zeigt Typ und Grösse der geprüften Spannglieder, gibt die Spannungsstufen der ersten und letzten Laststufe jedes Versuches an und zeigt, in welcher Laststufe der erste Drahtbruch erfolgte.

Die erste Spannungsstufe wurde meistens gemäss den eingangs erwähnten Richtlinien der Schweizerischen Bundesbahnen gewählt. In einem Fall wurde jedoch bereits in der ersten Stufe mit einer bedeutend grösseren Schwingungsbreite pulsiert, um zu beweisen, dass die Spannglieder nicht lediglich durch ein sogenanntes «Hochtrainieren» die hohen Spannungsstufen aushielten.

**5. Versuchsergebnisse**

Die Tabelle 1 stellt einen Auszug aus den EMPA-Berichten Nr. 75 246, 21 211, 20 682, 18 422 und 11 526 dar.

Das Versagen der Spannkabel trat durchwegs infolge Bruches eines Drahtes — im allgemeinen ausgangs der Verankerung — ein.

Bei den Injektionsankern betrug die relative Verschiebung des freien Kabelendes gegenüber dem Betonkörper maximal 0,2 mm.

Es darf festgestellt werden, dass die erzielten Ermüdungsfestigkeiten der geprüften Spannglieder bedeutend über den Anforderungen der SBB liegen.

Die guten Resultate bestätigen, dass die Verankerungsteile in den Details zweckmässig durchkonstruiert sind.

Adressen der Verfasser: R. Sagelsdorff, EMPA, Dübendorf ZH, und H. Dietrich, Losinger & Co. AG, Monbijoustrasse 49, Bern.

**Mitteilungen**

**Neues Computer-System der IBM.** Die International Business Machines (IBM) bringt ein vollständig neues Computer-System mit der Bezeichnung System/360 auf den Markt, das nicht eine einzelne Maschine, sondern eine ganze Reihe von Maschinen darstellt. Sie reichen stufenlos von einer Anlage mittlerer Leistung bis hinauf über die grössten Rechen-Giganten, welche die Firma je hergestellt hat. Als elektronische Bauteile werden in den Maschinen neuartige Mikro-Bauelemente verwendet. Es sind gedruckte Schaltungen, die nur noch 11 x 11 mm messen und auf denen mehrere Transistoren, Dioden und Widerstände Platz finden. Ein Transistor hat dabei noch ungefähr die Grösse einer Kugelschreib-Kugel. Damit werden die Maschinen viel kleiner und leisten bei gleicher Grösse gut das Doppelte. Aber auch vom Gesichtspunkt der Maschinenlogik aus handelt es sich bei dem System/360 um etwas grundsätzlich Neues. Anzahl und Art der Programm-Instruktion, die Darstellung der Informationen in der Maschine selbst, die Arbeitsweise (Ueberwachung des Programmablaufes und Optimierung durch Operating- und Monitorprogramm) wurden grundsätzlich neu konzipiert, wobei alle Erfahrungen zur Anwendung kamen, die man in den letzten 15 Jahren auf dem Gebiet ge-