

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 82 (1964)
Heft: 23

Artikel: Warmfester Stahlguss der Georg Fischer AG, Schaffhausen
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-67518>

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

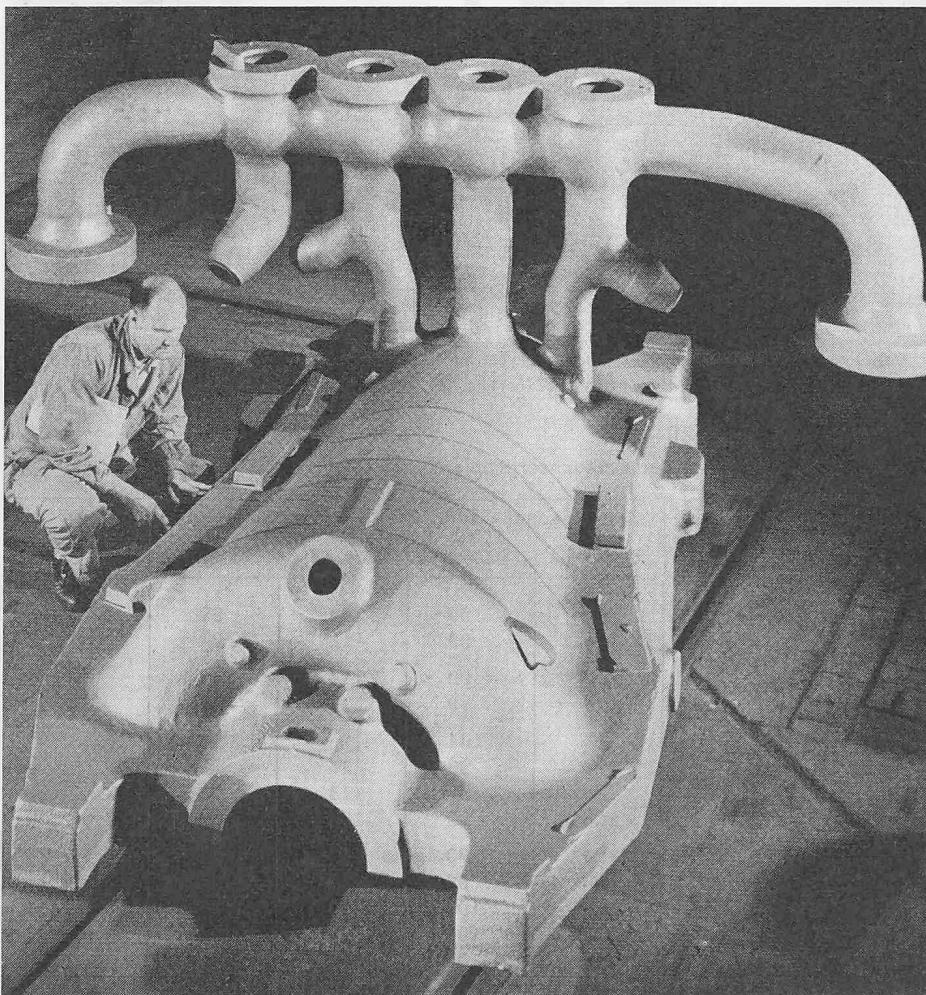
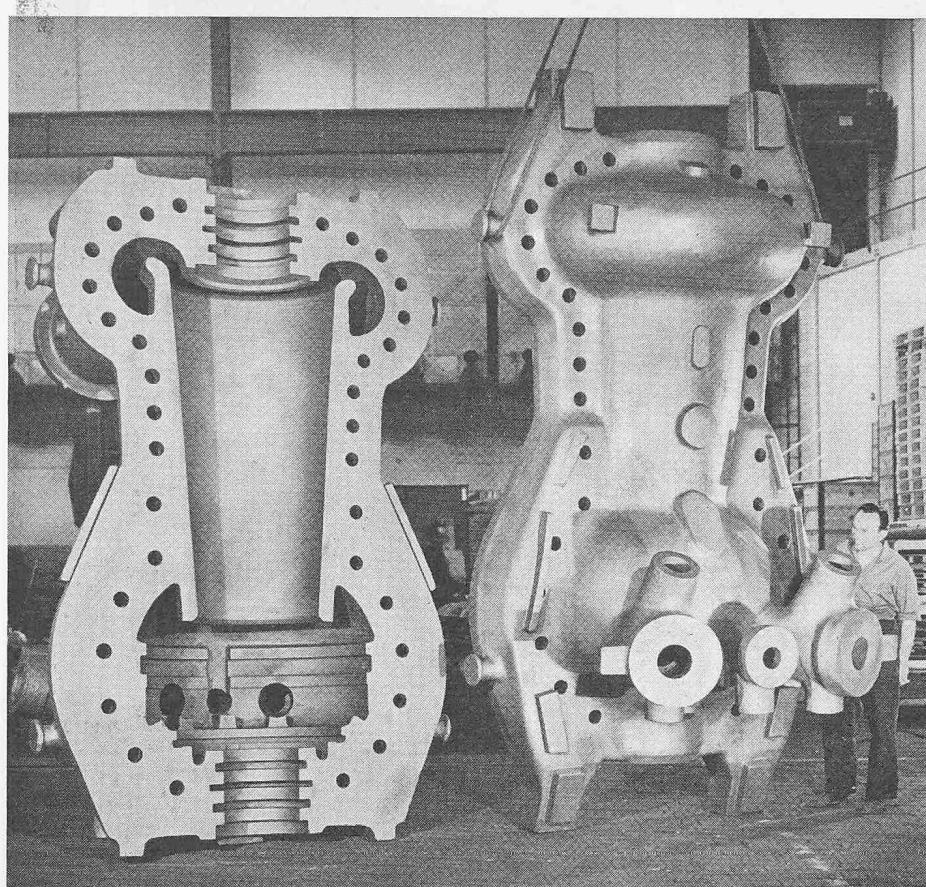
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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: 22.02.2026

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



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 hiefür 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 hiefür eingerichtete Versuchstand 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 Zeitstandversuchen 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 hiefür 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 D 2). Gewicht pro Hälfte 21 t. Geliefert an AG Brown, Boveri & Cie., Baden, für die 500 MW-Einheit der «Tennessee Valley Authority»

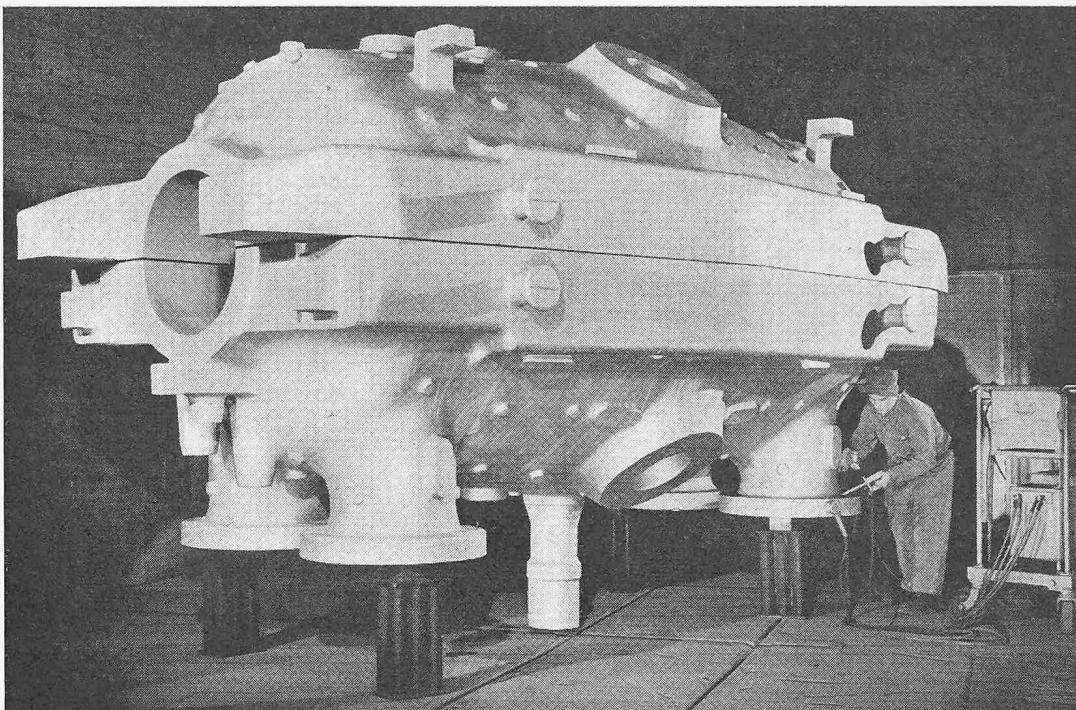


Bild 4 (Mitte). Hochdruck-Dampfturbinen-Innenzylinder aus 11 1/2 Cr-Stahlguss (VIS 11). Gewicht 13,5 t. Geliefert an Siemens-Schuckertwerke AG, Mülheim-Ruhr, Deutschl.

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 verhältnismäig komplizierte Maschinenteile aufgebaut und zu einem Stück vereinigt werden. Besonders bei Teilen, die hohen Betriebsdrücken ausgesetzt sind, ist es vorteilhaft, die Zahl der lösbarer 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 hiefür 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

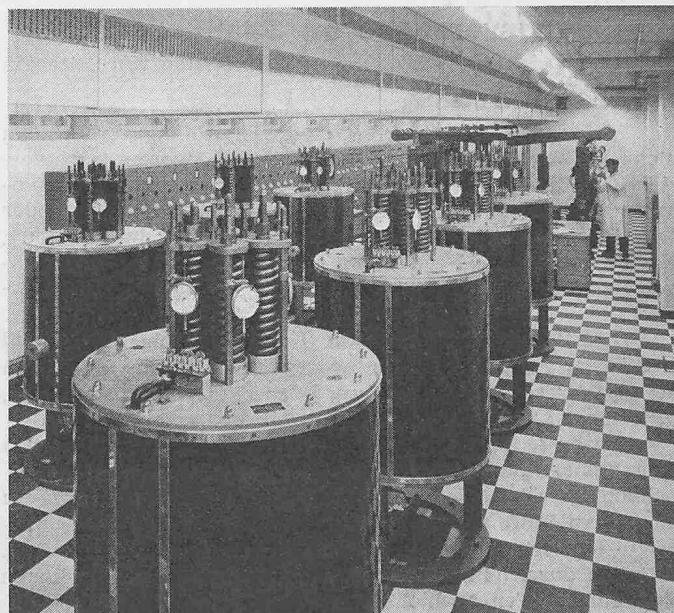
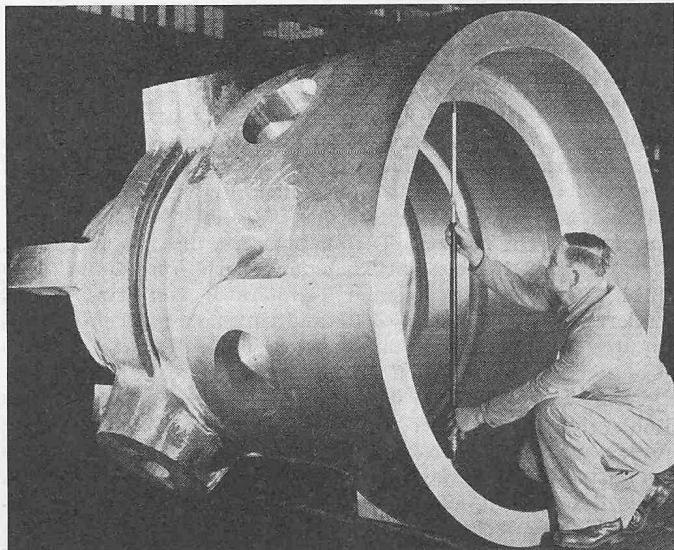


Tabelle 1. Warmfeste Stahlgussarten der Georg Fischer AG

Bezeichnungen	Chemische Zusammensetzung in % ¹⁾								Eigenschaften bei 20 °C ²⁾					Zeitstandverhalten für 100 000 h ³⁾			
	C	Mn	Si	Cr	Mo	V	Ni (maximal)	σ_Z kp/mm ²	σ_S kp/mm ²	ε %	σ_K kp/cm ²	t_P °C	σ_B kp/mm ²	σ_e kp/mm ²	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			
VIS C2 D2	0,20	0,7	0,3	1	0,5	—	—	55—65	30	16	5	450	25	18			
												500	15	11	500		
												550	4,7	3,5			
VIS D3 F3	0,20	0,5	0,3	0,3	0,8	0,3	0,3	60—70	40	15	4	450	23	18			
												500	13	10	520		
												550	6,1	4,7			
VIS C2 D3 F3	0,15	0,5	0,3	0,9	0,8	0,3	0,5	60—75	45	18	5	500	16	13			
												550	8	6,5	540		
												500	17	14			
VIS C5 D2 F3W ⁴⁾	0,20	0,5	0,3	2,7	0,6	0,3	0,3	70—85	60	14	4	550	8,3	7,5			
												600	4,5	3,8			
												550	13	8,5			
VIS 11	0,20	0,7	0,3	11,5	1,1	0,4	0,8	65—75	45	15	4	600	5,0	4,2	600		

1) Richtwerte

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

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

4) Dieser Stahl enthält 0,5 % Wolfram

Bezeichnungen

σ_Z Zugfestigkeit

σ_S minimale Streckgrenze

ε minimale Dehnung

bei $L = 5d$

σ_K minimale Kerbzähigkeit

t_P Prüftemperatur

σ_B Bruchfestigkeit

σ_e 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 2.10⁶ Lastwechsel durchgeführt. Nach erfolgreicher Beendigung einer Laststufe wurde im allgemeinen die obere Spannungsgrenze σ_0 um 2 kg/mm² 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 Verankerungs-teile 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 × 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 (Überwachung des Programmablaufes und Optimalisierung 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-