

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 63 (1972)  
**Heft:** 18

**Artikel:** Apparatur zur rationellen, automatischen Bestimmung der Formbeständigkeit von Kunststoffen in der Wärme  
**Autor:** Dieterle, W. / Valle, S. della  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-915734>

### **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:** 03.04.2026

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

# Apparatur zur rationellen, automatischen Bestimmung der Formbeständigkeit von Kunststoffen in der Wärme

Von W. Dieterle und S. Della Valle

678.01 : 536.495

## 1. Einleitung

Der Geschäftszweig Kunststoffe der Ciba-Geigy AG verfügt über ein sehr gut ausgebautes Mess- und Prüfwesen mit Prüfstellen im In- und Ausland, d. h. im Stammhaus und bei den Konzerngesellschaften.

Die Prüfstelle Basel besitzt modern ausgebaute und ausgerüstete Laboratorien für mechanische, physikalische, elektrische und chemische Prüfungen. Zur Entwicklung von neuen und speziellen Prüfmethoden sind Laboratorien für «Spezialprüfungen und Elektronik» geschaffen worden. Hier können Prüfgeräte jeder Art, die im Handel nicht erhältlich sind und im Zusammenhang mit der Entwicklung neuer Verfahren und Methoden sich als notwendig erwiesen haben, im Eigenbau hergestellt werden.

Obwohl die Prüfung der Formbeständigkeit in der Wärme nur Vergleichswerte liefert (die nach diesen Methoden ermittelten Werte können zur direkten Beurteilung des Verhaltens nur in solchen Fällen verwendet werden, in denen die Bedingungen in bezug auf Zeit, Temperatur und Biegespannung denen der Prüfung entsprechen oder mindestens ähnlich sind), die u. a. stark vom Elastizitätsmodul des Werkstoffes abhängen und der maximal zulässigen Temperatur nicht gleichgesetzt werden können, ist sie in der kunststoffherstellenden und -verarbeitenden Industrie eine sehr wichtige Grösse. Ihre Bestimmung gehört zu den täglich wiederkehrenden Routinearbeiten und erfolgt an einer grossen Zahl von Proben verschiedenster Art (1971: Mess- und Prüfstelle Basel: ca. 12 000 Proben).

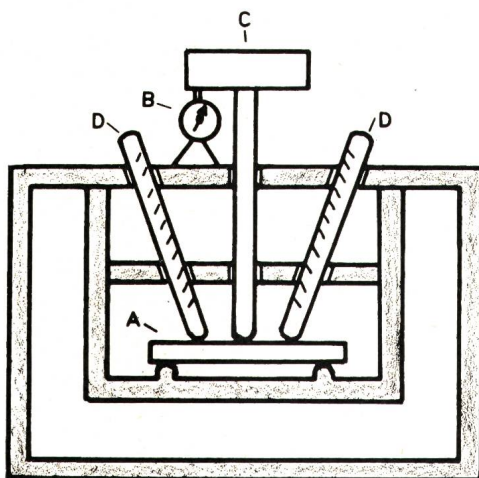


Fig. 1  
Einspannungsvorrichtung ISO/R 75

- A Probe
- B Messuhr
- C Gewicht
- D Thermometer

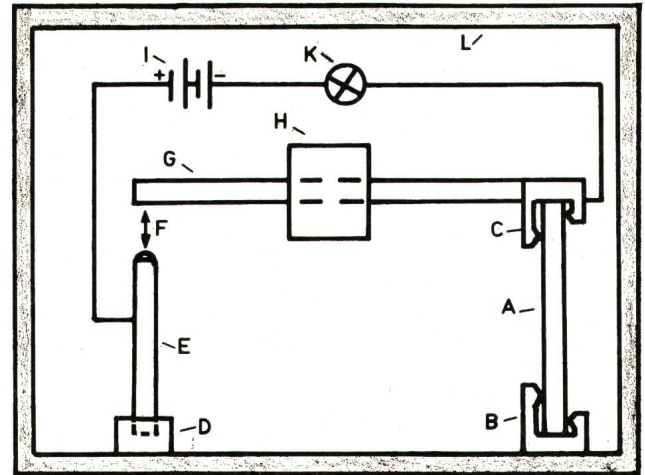


Fig. 2  
Einspannungsvorrichtung Martens

- A Probe
- B Unterer Einspannkopf
- C Oberer Einspannkopf
- D Isolation
- E Kontaktarm
- F Meßstrecke
- G Hebelarm
- H Verschiebbares Gewicht
- I Batterie
- K Lampe
- L Thermoschrank

## 2. Beschreibung der Prüfung, Zweck und Anwendung <sup>1)</sup>

Die Prüfung dient zur Bestimmung der Wärmeformbeständigkeit von steifen Probekörpern bestimmter Grösse, die bei konstanter Biegebeanspruchung steigender Temperatur ausgesetzt werden. Die Formbeständigkeit in der Wärme ist die Fähigkeit eines Kunststoff-Prüfkörpers, unter bestimmter ruhender Beanspruchung seine Form bis zu einer bestimmten Temperatur weitgehend zu bewahren. Die Formbeständigkeit in der Wärme wird gekennzeichnet durch die Temperatur, bei welcher die in einem Wärmeübertragungsmittel gleichmässig steigend erwärmte und eingespannte Biegeprobe unter der aufgebrachtten Kraft um einen bestimmten Betrag verformt wird.

### 2.1 Durchführung der Prüfung

Entsprechend dem aus den Querschnittsabmessungen errechneten Widerstandsmoment wird das wirksame Biegemoment an der Prüfvorrichtung eingestellt (Fig. 1 und 2). Die Probekörper werden in die Einspannungsvorrichtung eingesetzt. Vor dem Einbringen der Prüfvorrichtung in die Tem-

<sup>1)</sup> Siehe auch die entsprechenden Normen: Formbeständigkeit von Kunststoffen in der Wärme nach Martens, DIN 53 458, VSM 77 116. Formbeständigkeit von Kunststoffen nach ISO/R 75, DIN 53 461, VSM 77 137.

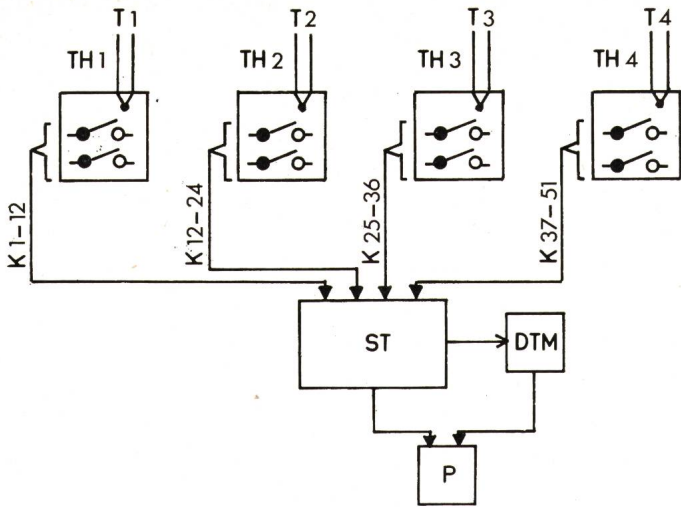


Fig. 3  
Prinzipschema

- K Kontakte
- P Drucker
- DTM Digit. Thermometer
- TH 1 — TH 4 Thermoschranke
- ST Steuereinheit
- T 1 — T 4 Thermofühler

perierovrichtung werden die Anzeigeeinrichtungen so gestellt, dass eine vorbestimmte Deformation registriert werden kann. Die Temperatur wird während des Versuches in der Nähe eines jeden Prüfkörpers gemessen. Die Temperierovrichtung wird so beheizt, dass ein konstanter Temperaturanstieg pro Zeiteinheit erreicht wird. Die nach Erreichen der

vorbestimmten Deformation registrierte Temperatur kennzeichnet die Formbeständigkeit in der Wärme.

### 3. Zweck der automatischen Prüfeinrichtung

Bei einer Anlage mit mehreren Meßstellen ist der Aufwand an Bedienungspersonal beträchtlich. Die Prüfanlage muss dauernd überwacht werden, damit im Zeitpunkt des Kontaktschlusses die Nummer der Prüfprobe und die entsprechende Temperatur notiert werden kann.

Ein Nachtbetrieb der Anlage kommt nur in Frage, wenn das nötige Personal zur Verfügung steht. Aus den genannten Gründen wurde eine automatische Anlage entwickelt, die beliebig erweitert werden kann und einen Dauerbetrieb gestattet. Sie übernimmt Datenerfassung von Probe und Temperatur und schaltet ab, wenn alle Proben geprüft sind.

Die nachfolgend beschriebene Steuerung wurde gebaut für den Anschluss von drei Thermoschranke TH 1-3 mit je 12 Meßstellen (K 1-36) und einen Thermoschrank TH 4 mit 15 Meßstellen (K 37-51), (Fig. 3 und 4).

### 4. Funktionsbeschreibung der Steuerung

#### 4.1 Generator-Zeitbasis

Der astabile Multivibrator (T 1, T 2) (Fig. 5) erzeugt die für den Ablauf des Kontrollvorganges notwendigen 10-Hz-Impulse. Der Schalter S 2 (Zeitbasis «Ein – Aus») schaltet diesen ab. Der Flip-Flop, gebildet aus IC1C und IC1D dient dazu, die Zeit-Impulse zum Zähler zu unterbrechen, falls eine Erkennung im Kontroll-Tor stattgefunden und bis der

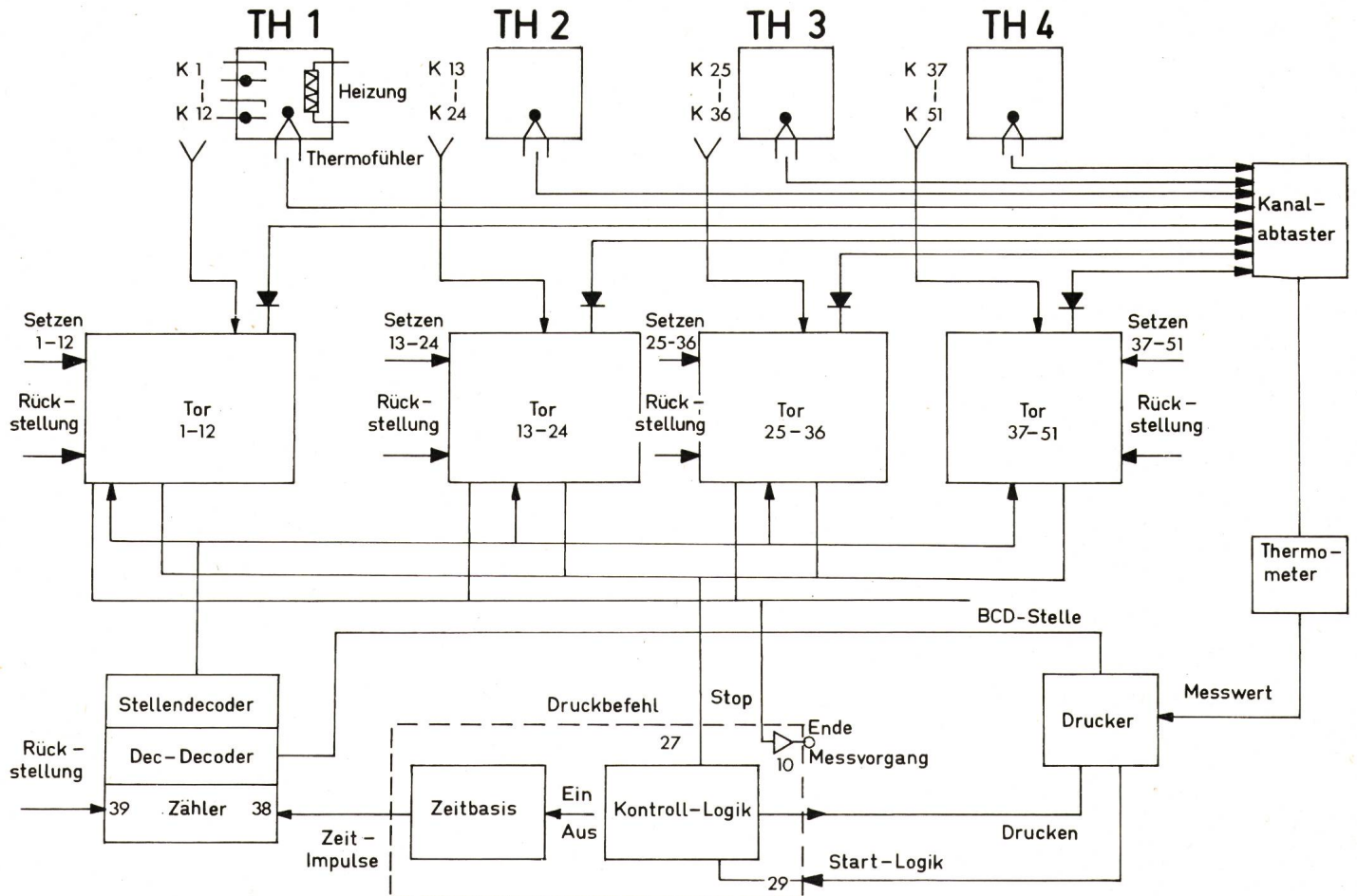


Fig. 4  
Blockschema der Steuerung

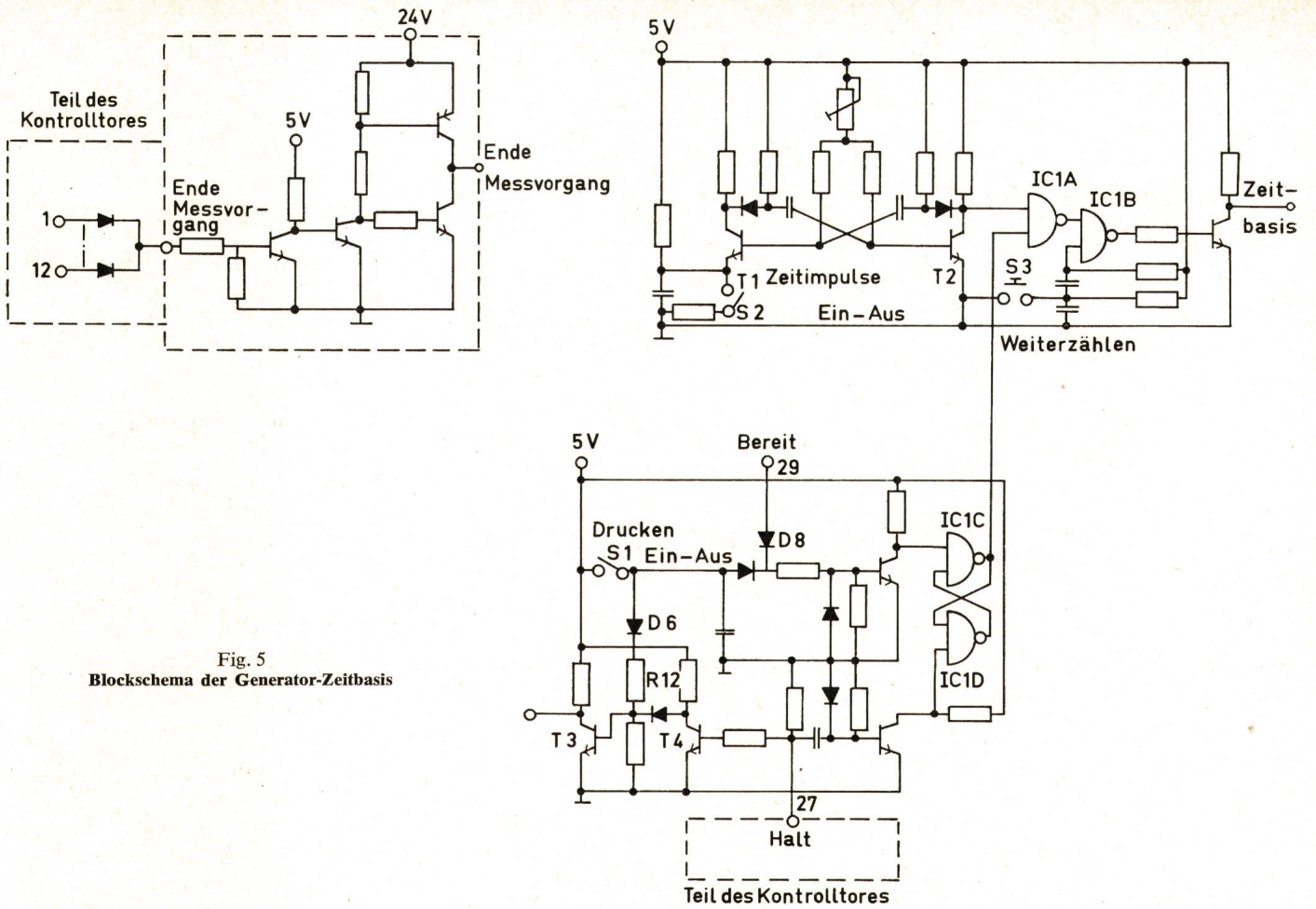


Fig. 5  
Blöckschema der Generator-Zeitbasis

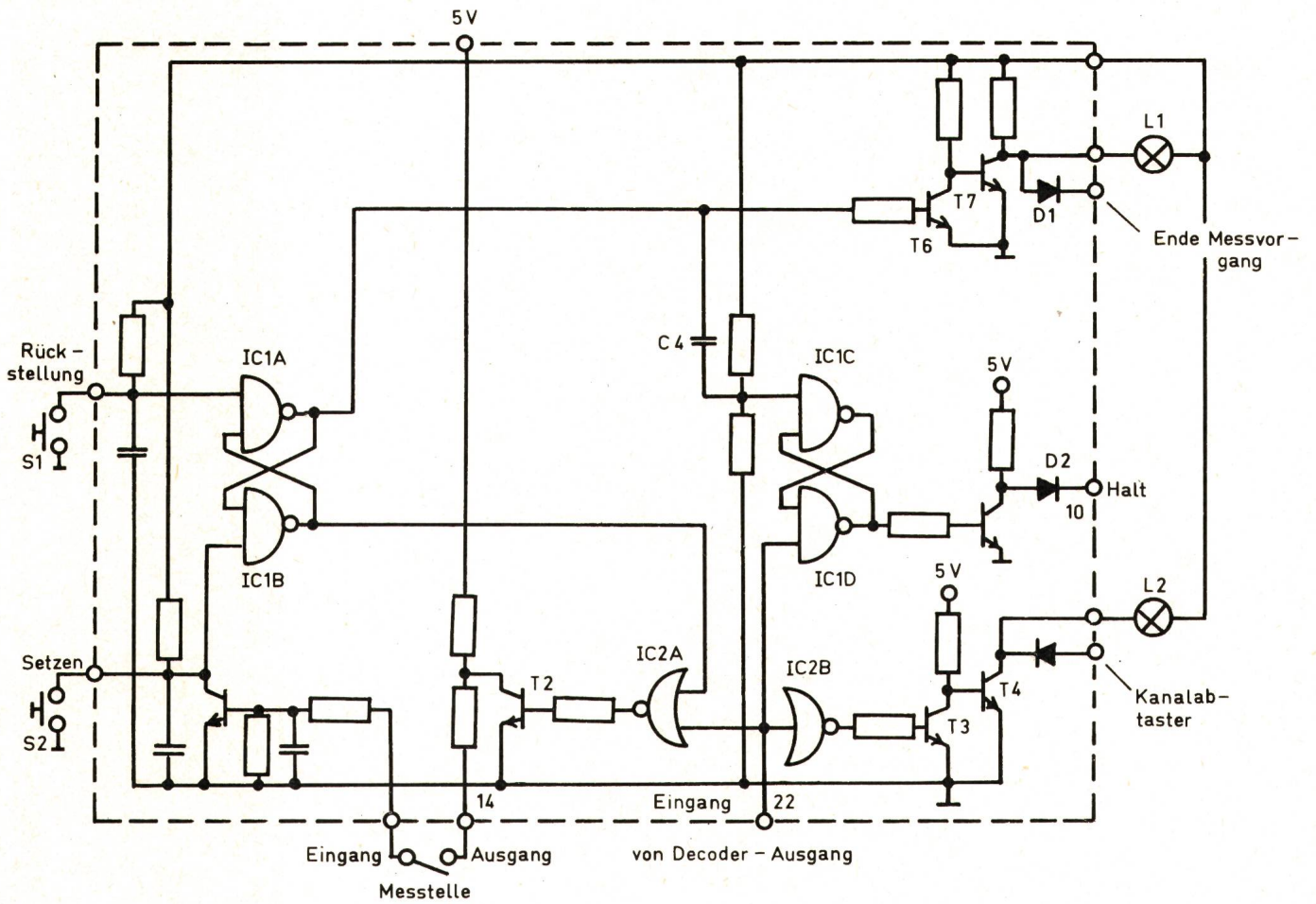


Fig. 6  
Blöckschema des Kontroll-Tors

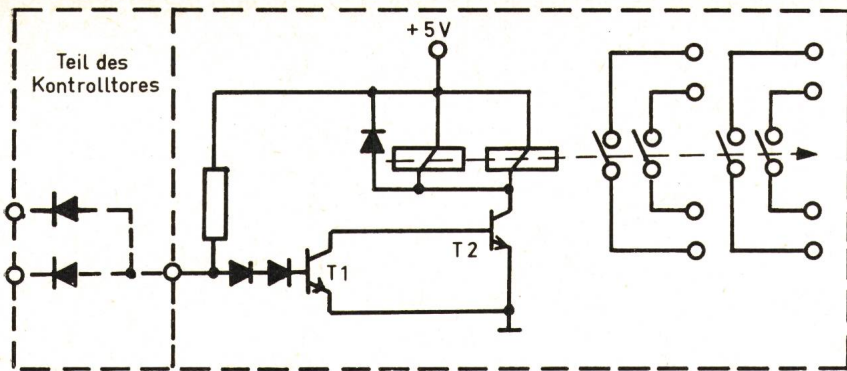


Fig. 7  
Der Kanalabtaster

Drucker die Messwerte ausgeschrieben hat. Erscheint am Eingang 27 eine Log 1, so wird der Flip-Flop so gestellt, dass IC1C am Ausgang Log 0 zeigt. Zugleich startet die Log 1 am Eingang 27 über Transistor *T3* und *T4* den Drucker. Hat dieser den Messwert vollständig ausgedruckt, so erscheint am Eingang 29 kurzfristig eine Log 1, die den Flip-Flop wieder zurückstellt. Damit werden in IC1A die Zeit-Impulse wieder dem Zähler zugeführt. Mit dem Schalter *S1* wird über die Diode *D6* und *R12* ein Starten des Druckers verhindert und über Diode *D8* zugleich ein Umkippen des Flip-Flop. Dadurch wird auch der Zeit-Impuls nicht unterbrochen, wenn am Eingang 27 eine Log 1 ansteht. Dieser Schalter wird verwendet, um die Messeinrichtung ohne Drucker betreiben zu können.

Mit dem Taster *S3* können von Hand einzelne Impulse in den Zähler gegeben werden.

Im weiteren sind noch vier Schaltverstärker vorhanden. Diese haben die Aufgabe, an den Ausgängen eine Log 1 von +24 V zu erzeugen, wenn alle Kontakte einer Gruppe geschlossen sind. Dieses Signal (Ende Messvorgang) wird benötigt, um das Versuchsende zu melden und über einen Lei-

stungsschalter den Thermoschrank abzuschalten. Diese Massnahme hat sich besonders beim Nachtbetrieb vorzüglich bewährt.

#### 4.2 Kontroll-Tor

Liegt vom Decoder her eine Log 0 am Eingang 22, so wird über IC2B und die Transistoren *T3* und *T4* die Lampe *L2* gezündet (Zählen) (Fig. 6). Diese zeigt an, welche Meßstelle momentan überwacht wird. Zugleich erhält IC2A auch Log 1 am Eingang, und dadurch wird Transistor *T2* gesperrt. An der «Meßstelle», Ausgang 14, erscheint eine Log 1. Ist nun der Kontakt geschlossen, wird Transistor *T1* leitend, und man erhält Log 0 an IC1B. Dies hat zur Folge, dass der Ausgang von IC1A auf Null geht. Von *C4* wird diese negative Flanke auf den Eingang von IC1C übertragen. Demzufolge fällt auch der Ausgang IC1D auf Null, und über die Diode *D2* wird eine Log 1 zum Stop-Ausgang 10 geführt. Diese Log 1 steuert dann auch den Eingang 27 der «Generator-Zeitbasis». Geht nun der Decoderausgang wieder auf Null, so wird der Flip-Flop IC1C-IC1D wieder zurückgestellt, und am Stop-Ausgang verschwindet die Log 1 wieder.

*L1* (Lampe-Setzen, gesteuert von *T6* und *T7*, zeigt an, ob der Prüfkontakt schon geschlossen hat oder nicht. Ist nun *T7* leitend, so wird über *D1* keine Log 1 mehr zum «Ende Messvorgang»-Verstärker geführt.

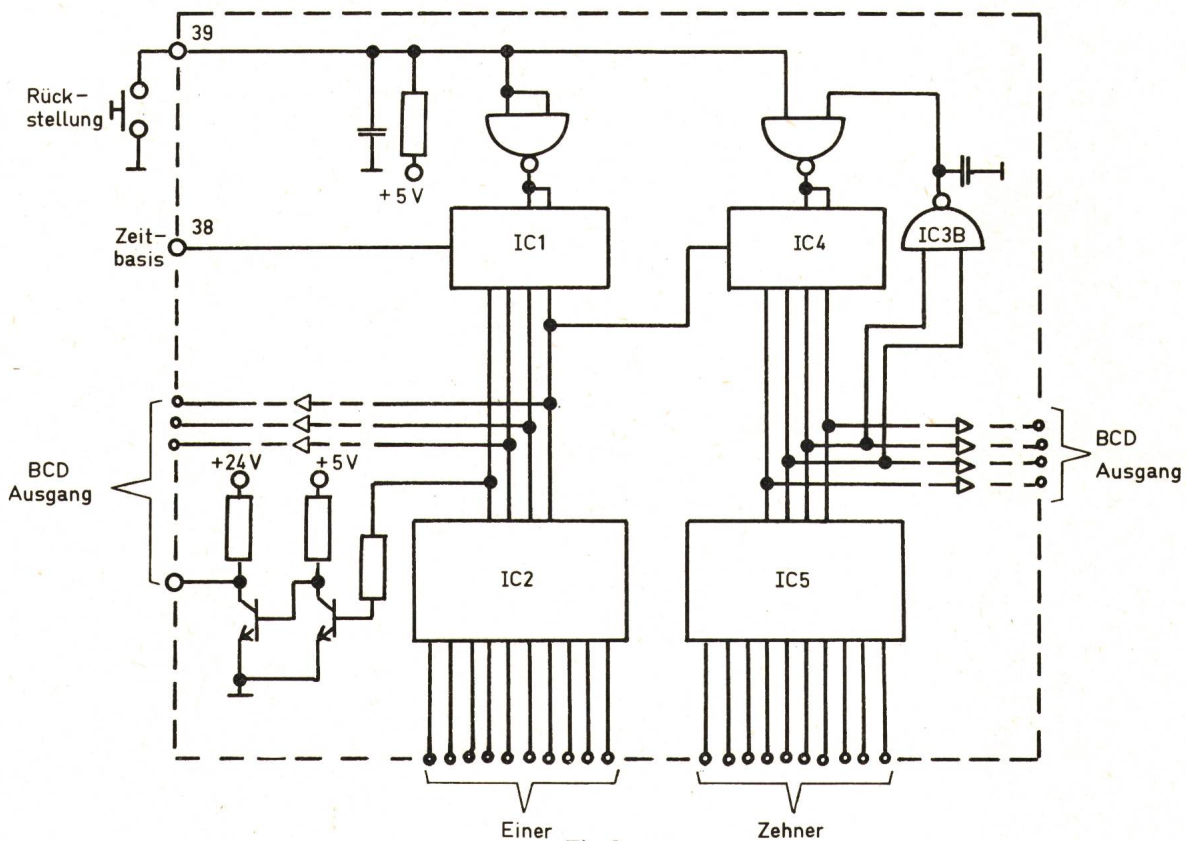


Fig. 8  
Der Zähler

Der Taster «Setzen» *S 2* setzt den Überwachungs-Flip-Flop *IC1A – IC1B* so, dass der Kontakt nicht mehr überwacht wird. Dies wird durch die Lampe «Setzen» *L 1* angezeigt. Mit dem Rückstell-Taster *S 1* können alle Flip-Flops einer Gruppe auf Bereitschaft geschaltet werden. Vor Beginn jeder neuen Messung müssen somit zuerst alle Rückstell-Taster gedrückt werden.

#### 4.3 Kanalabtaster

Mit dieser Schaltung (Fig. 7) wird jeweils immer die Temperatursonde der entsprechenden Gruppe dem Digital-Thermometer zugeschaltet. Führt das Kontroll-Tor dem Eingang eine Log 0 zu, so sperrt Transistor *T 1*, und die Relais werden vom leitenden Transistor *T 2* geschaltet.

#### 4.4 Zähler

Am Eingang 38 (Fig. 8) erscheinen die Zeit-Impulse, die von der «Generator-Zeitbasis» geliefert werden (s. auch Fig. 4). Diese Impulse werden von dem aus *IC 1* und *IC 4* gebildeten Zähler gezählt. Die BCD-Ausgänge dieser Dekaden werden einerseits den Dezimal-Decodern und andererseits den Schaltverstärkern zugeführt. Die Ausgänge dieser Schaltverstärker geben dann dem Drucker die Stelleninformation, die zusammen mit der Temperatur ausgedruckt wird. *IC 2* und *IC 5* decodieren auf Dezimalstellen. Mittels *IC3B* wird eine Rückstellung bei 60 hervorgerufen. Mit dem Rückstell-Taster (Eingang 39) kann der Zähler auf Null gestellt werden.

## 5. Erfahrungen

### 5.1 Ergebnisse

Die erhaltenen Ergebnisse sind unabhängig von der Prüfperson. Ablesefehler durch menschliches Versagen sind nicht mehr möglich, d. h. zwei nicht zu unterschätzende Fehlerquellen sind somit von der Prüfung ausgeschlossen.

### 5.2 Zeitersparnis

Dank der Automatisierung entfällt die dauernde visuelle Beobachtung der Prüfeinrichtung. Der tägliche Arbeitsaufwand reduziert sich auf das Einlegen der Probekörper in die Wärmekammer, d. h. von 8 ½ Stunden auf ca. 2 Stunden täglich.

### 5.3 Leistungsfähigkeit

Durch die Automatisierung konnte die Leistungsfähigkeit der Prüfanlage wesentlich erhöht werden. Die Anlage kann optimal ausgenutzt werden, da ein Betrieb bei Nacht ohne Aufsichtspersonal möglich ist.

### 5.4 Einsparung

An der Prüfzeit selbst kann nichts eingespart werden, da die Dauer der Prüfung durch die Norm festgelegt ist. Die wesentliche Einsparung liegt beim Prüfpersonal. Am Tag liegt die Arbeitszeiteinsparung bei 75 %, nimmt man den Nachtbetrieb noch hinzu, so ergibt sich eine totale Arbeitszeiterparnis von ca. 150 %.

#### Adresse des Autors:

Dr. W. Dieterle, dipl. Elektroingenieur, Geschäftszweig Kunststoffe und S. Della Valle, Laboratorien für Spezialprüfungen und Elektronik, Geschäftszweig Kunststoffe, Ciba-Geigy AG, 4000 Basel 7.

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

### Elektrische Energie-Technik und -Erzeugung Technique et production de l'énergie

#### Probleme der industriellen Kühlung

66.045 : 628.1.034 : 621.311

[Nach *Husmann* und *Krolewski*: Vorwort zum Sonderheft «Probleme des industriellen Kühlwassers». Techn. Mitt. 65(1972)5, S. 193]

Die Kühlung von Kraftwerken und industriellen Anlagen mit Flusswasser brachte früher keine Probleme. Im letzten Jahrzehnt hat an vielen Orten die Kühlung mit Flusswasser zu Schwierigkeiten geführt. Man ist an der Grenze desjenigen angelangt, was uns die Natur bietet. Die Kühlwassernutzung beginnt die öffentlichen Belange anzutasten. Dies betrifft in hohem Masse den Kraftwerkbau. Die Probleme umspannen einen weiten Bogen. Sie umfassen die verschiedenen Rückkühlverfahren, das Heranführen von Zusatzwasser durch künstliche Massnahmen und die Auswirkung der Kühlverfahren auf die Umwelt; besonders zu beachten sind Wirtschaftlichkeitsfragen; zur Lösung der Probleme sollen Wärmelastpläne führen.

Die Gewässernutzung und alles, was mit ihr zusammenhängt, sind komplex. Die mit ihr verbundenen Probleme können auf dem Gebiete der elektrischen Energieerzeugung nur durch Zusammenarbeit zwischen den Behörden und den Energieproduzenten gelöst werden. Beide dienen der Öffentlichkeit. Die Öffentlichkeit ist an sauberer Umwelt und an tragbaren Strompreisen interessiert. Die Lösung muss im Spannungsfeld der Kenntnisse und Erkenntnisse, der Meinungsbildung und der Interessen gefunden werden. Sie muss der Gemeinschaft dienen. Unser Wissen über die zulässige Wärmebelastung der Gewässer ist noch begrenzt. Häufig wird von gefühlsmässigen Annahmen und Auffassungen ausgegangen, für die das zur Verfügung stehende Grundlagenmaterial noch zu wenig exakt abgeklärt ist. Weitere Untersuchungen und Forschungen müssen Klarheit darüber bringen, wie das Problem des industriellen Kühlwassers für die Allgemeinheit optimal zu lösen sei.

H. Gibas

### Elektrische Regelungstechnik, Fernwirktechnik Réglage électrique, télécommande

#### Die Überwachung linearer Rückkopplungs-Regelsysteme

62-503.23 : 62-502

[Nach *E. Fortmann* und *D. Williamson*: Design of Low-Order Observer for Linear Feedback Control Law, IEEE-Trans on Automatic Control, AC-17(1972)3, S. 301...308]

Das Problem der Erfassung und Abschätzung des Zustandes eines bestimmten linearen und zeitinvarianten Systems wurde durch *Luenberg* beschrieben und zeigt, dass für ein System  $n$ -ter Ordnung mit  $m$  Ausgängen ein Überwachungsnetzwerk ( $n-m$ )-ter Ordnung benötigt wird, das eine asymptotische Annäherung an die effektiven Zustandsgrössen ermöglicht. Bei starken Rauschstörungen erfolgt die Annäherung über die von *Kalman* und *Bucy* entwickelten Filter.

Für die praktische Realisation wird nun zur Anwendung eines bestimmten gegebenen Regelgesetzes ein Überwachungsnetzwerk minimalster oder jedenfalls reduzierter Ordnung gesucht.

Die Entwicklung der notwendigen Theoreme und Polynome und deren Auswertungen zeigen, ob das gewünschte Netzwerk direkt erstellt werden kann oder ob durch Umformungen und allenfalls andere Anschlusspunkte ein System höherer Ordnung die gewünschten Anforderungen erfüllen kann.

Regelsysteme mit mehreren Ausgängen lassen sich mittels Überführung der gefundenen Theoreme in kanonische Form in einfache und eindeutig bestimmbare Glieder zerlegen, wobei beim Auftreten von gleichnamigen Bezugspunkten eine Reduktion des kombinierten Netzwerkes möglich wird.

Die Weiterentwicklung dieser Überlegungen wird zeigen, dass ein Überwachungsnetz minimalster Ordnung für ein System mit mehreren Ausgängen auf einzelne Sub-Netzwerke minimalster Ordnung zurückgeführt werden kann.

Chr. Pauli