

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 57 (1966)  
**Heft:** 15  
  
**Rubrik:** Mitteilungen SEV

#### 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

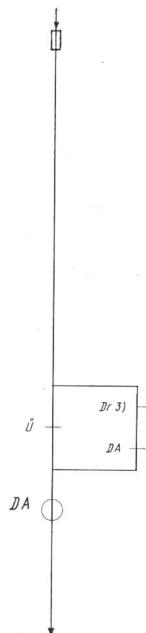
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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:** 23.02.2026

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



weilige Bremseinstellung automatisch eingestellt. Bei Erreichung einer vorher eingegebenen Auslaufgeschwindigkeit, deren Erreichung mit Hilfe eines Radargerätes festgestellt wird, lösen sich die Bremsen automatisch. Die gewünschten Abläufe werden von Hand bzw. mittels eines Lochstreifens in der Anlage gespeichert. Das Umstellen der Weichen geschieht während des Ablaufes selbsttätig. Die Steuerung erfolgt durch Magnetschienenkontakte über eine elektronische Steuerautomatik. Bei normalem Betriebsablauf hat der bedienende Rangiermeister nur überwachende Funktion. Nur im Störungsfall muss er Bedienungshandlungen vornehmen.

Fig. 15  
Druckeranschaltung  
3 Kontakt vom Drucker

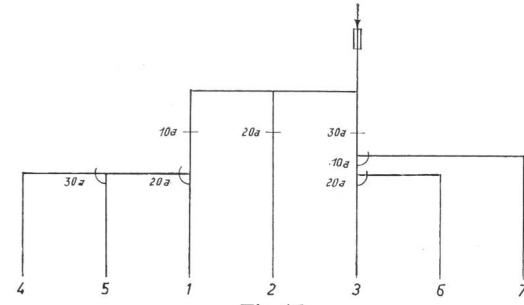


Fig. 16  
Druckeranschaltung in Serie

#### 4. Schlussbetrachtungen

Die Gesamtkosten der Anlage betragen rd. 8 Mill. DM. An Stellwerkpersonal wurden 42 Mann und weitere 10 Mann Rangierer eingespart. Berücksichtigt man noch, dass die gesamten vorhandenen Anlagen bereits zu 95% abgeschrieben waren, so kann man hier von einer grossen Wirtschaftlichkeit der neuen Anlage sprechen.

#### Adresse des Autors:

H. Steinfeld, Bundesbahnhofrat bei der BD Saarbrücken, Im Bahnhof 3, Saarbrücken (Deutschland).

## Technische Mitteilungen — Communications de nature technique 1991-2000

### Zukünftiger Spaltstoffbedarf von Kernkraftwerken

621.039.1

[Nach K. Wagemann: Zukünftiger Brennstoffbedarf von Kernkraftwerken. Atomwirtschaft 11(1966)2, S. 66...71]

Bedingt durch die begrenzten Welt-Spaltstoffvorräte muss schon gegen Ende dieses Jahrhunderts zum Kernkraftwerk des Brütertyps übergegangen werden. Dabei ist vorgesehen, zuerst Konverter-Reaktoren zu bauen und erst zu einem späteren Zeitpunkt auf den Brutreaktor überzugehen.

Bei der Ermittlung des Zusammenhangs zwischen Energiebedarf und Uranvorkommen bestehen verschiedene grössere Unsicherheitsfaktoren wie die Wirtschaftlichkeit oder die optimale Verteilung bestimmter Reaktortypen zur Deckung des Energiebedarfs. Um diese Schwierigkeiten in der Beurteilung zu umgehen, sind für die Bedarfsrechnung die Reaktoren nur durch ihre spezifische Leistung und durch das Konversionsverhältnis bzw. die Verdopplungszeit charakterisiert worden. Die entscheidende Grösse ist der Zeitpunkt der Verfügbarkeit von Brutreaktoren.

Der Gesamtbedarf an spaltbarem Material in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Überganges auf den Brutreaktor ist in Fig. 1 in Form eines Diagrammes aufgetragen, wobei folgende spezifische Daten zu Grunde gelegt wurden:

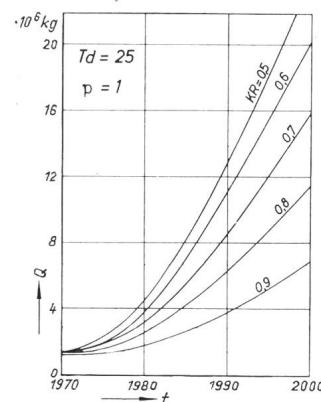


Fig. 1

### Spaltstoffbedarf in Abhängigkeit vom Übergangsjahr zum Brutreaktor

$Q$  Gesamtbedarf an spaltbarem Material;  $t$  Übergangsjahr  
 $T_d$  Verdopplungszeit 25 Jahre;  $p$  spezifische Reaktorleistung:  
1 MW pro kg spaltbarem Material; KR Konversionsrate (Parameter)

### Geschätzte Uranreserven als Funktion der Abbaukosten

Tabelle I

Preis-kategorie \$/lb $U_3O_8$	Art der Reserven	Kaufmann/Jordan 1960		McKelvey 1961		Lane 1962		Faulkner/McVey 1964	
		Sh.tons <sup>2)</sup> $U_3O_8 \cdot 1000$	kg U5 <sup>1)</sup> · 10 <sup>6</sup>	Sh.tons $U_3O_8 \cdot 1000$	kg U5 · 10 <sup>6</sup>	Sh.tons $U_3O_8 \cdot 1000$	kg U5 · 10 <sup>6</sup>	Sh.tons $U_3O_8 \cdot 1000$	kg U5 · 10 <sup>6</sup>
<10	Sicher Wahrscheinlich Gesamt	230 300 530	1,27 1,66 2,93	660 1 870 2 530	3,64 10,32 13,96	660	3,64	270 250 520	1,49 1,38 2,87
10—30	Sicher Wahrscheinlich Gesamt					770	4,25	400 300 700	2,21 1,66 3,87
30—50	Sicher Wahrscheinlich Gesamt	6 000 6 000 12 000	33,0 33,0 66,0	7 700	42,52	3 300	18,22	5 000 3 000 8 000	27,61 16,57 44,18
50—100	Sicher Wahrscheinlich Gesamt							6 000 9 000 15 000	33,0 49,70 82,70

<sup>1)</sup> Das spaltbare Material besteht zunächst nur aus U-235, das hinzukommende U-233 und Pu-239 ist in U5 mit enthalten.  
<sup>2)</sup> Short ton = 907,18 kg

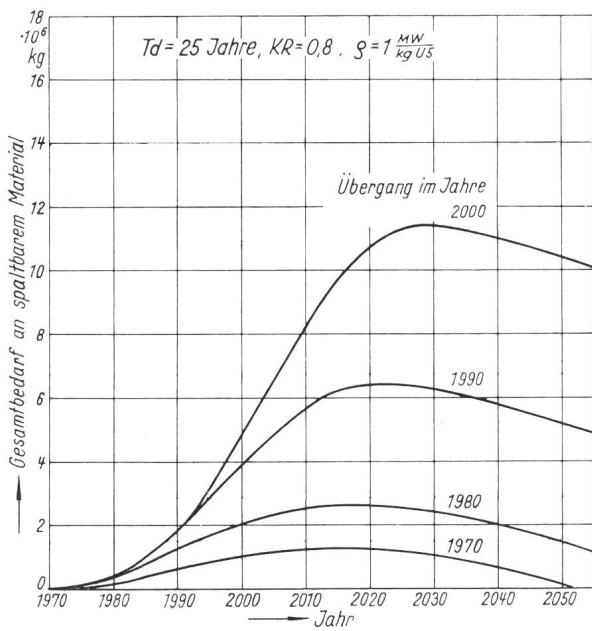


Fig. 2

**Spaltstoffbedarf in den kommenden Jahren**

Parameter: Übergangsjahr zum Brutreaktor; KR Konversionsrate = 0,8  
Weitere Bezeichnungen siehe Fig. 1

Spezifische Reaktorleistung: 1 MW pro Kilogramm spaltbarem Material

Verdopplungszeit der Brutreaktoren: 25 Jahre

Die insgesamt benötigte Spaltstoffmenge bestimmt sich aus folgenden Anteilen:

1. Spaltstoff, mit dem die Konverter ausgerüstet werden sowie laufender Verbrauch derselben bis zum Übergang auf Brutreaktoren;
2. Spaltstoff, mit dem die Brutreaktoren ausgerüstet werden sowie deren laufender Verbrauch.

Fig. 2 zeigt den Gesamtbedarf an spaltbarem Material bei Reaktortypen mit einer spezifischen Leistung von 1 MW pro kg spaltbarem Material, einer Konversionsrate von 0,8 der Konverter und einer Verdopplungszeit von 25 Jahren nach dem Übergang auf Brutreaktoren, wobei der Zeitpunkt des Übergangs selbst als Parameter eingeführt ist.

Wie sich diese Bedarfsszahlen mit den geschätzten Uranvorräten vertragen, kann der Vergleich in Tabelle I zeigen. Dabei ist zu bemerken, dass die in der Größenordnung von  $10^9$  short tons vorhandenen Reserven an  $U_3O_8$ , deren Gewinnungskosten etwa 500 \$ je lb  $U_3O_8$  betragen, weggelassen worden sind. J. Mutzner

**Korrelationsverfahren in der Kernreaktormesstechnik**

621.039.564 : 819.272

[Nach W. Bast: Korrelationsverfahren in der Kernreaktormesstechnik, Regelungstechnik 12(1966)2, S. 56...63]

Zur Ermittlung verschiedenster Reaktorparameter ist in den letzten Jahren die «Geräuschanalyse» (noise analysis), die sich unter Ausnutzung der natürlichen, statistischen Messwertschwankungen oder unter Verwendung von künstlich erzeugten Rauschsignalen des Korrelationsverfahrens bedient, immer mehr zur Anwendung gelangt.

Die Bestimmung des unerkritischen Multiplikationsfaktors ist mit der derzeit üblichen Reaktorinstrumentierung nicht möglich; mittels einer Analyse der statistischen Schwankungen ist man aber in der Lösung dieses Messproblems einen guten Schritt weiter gekommen. Es handelt sich dabei im Wesentlichen um die Auswertung einer vereinfachten Beziehung für den Frequenzgang des linearisierten Übertragungssystems Quelle-Neutronenfluss im unerkritischen Reaktor. Ist dieser Frequenzgang einmal bestimmt, so lässt sich der unerkritische Multiplikationsfaktor aus der Eckfrequenz leicht ausrechnen. Zwei Methoden stehen bei der Ermittlung des Frequenzganges im Vordergrund: die Spektralanalyse, die auf der Untersuchung des Leistungsspektrums des Neutronenflusses beruht und der Korrelationsanalyse, welche die Kreuzkorrelation zwischen den statistischen Schwankungen der von der Neutronenquelle emittierten Neutronen und dem Neutronenfluss im Reaktorkern unmittelbar für die Messung heranzieht. Die direkte Verwendungsmöglichkeit der Kreuzkorrelationsfunktion zu Messzwecken und von sehr kleinen Signalamplituden, die durchaus in der Größenordnung des Störpegels liegen dürfen, sowie die weitgehende Unabhängigkeit der Messung von Störgeräuschen erweisen sich als die Hauptvorteile der Korrelationsanalyse.

Die Korrelationsmethode kann auch mit Erfolg zur Bestimmung der Übertragungseigenschaften von Reaktoren herangezogen werden, wobei im Null-Leistungsbetrieb meistens die statistischen Schwankungen in der Neutronenemission als Eingangssignal verwendet werden. Da im Leistungsbetrieb neben den statistischen Schwankungen in der Neutronenemission eine Vielzahl anderer Geräuschquellen vorhanden ist, hat sich die Einführung von künstlich erzeugten Eingangssignalen in letzter Zeit immer mehr durchgesetzt.

Mit Hilfe des Korrelationsverfahrens lassen sich unter anderem auch die Brennstoffverluste im homogenen Reaktor, die Borablagerungen im Reaktorkern bei Druckwasserreaktoren und das dynamische Verhalten von Kreuz-Strom-Wärmeaustauschern untersuchen. Parameterstudien und Stabilitätsuntersuchungen, die auf der Korrelationsanalyse beruhen, sind heute aus der Reaktortechnik nicht mehr wegzudenken.

K. Küffer

## Nachrichten- und Hochfrequenztechnik — Télécommunications et haute fréquence

**Flüssigkeitsverstärker**

62 - 522

[Nach einer Mitteilung der Schweiz. Gesandtschaft in Washington]

In den USA wurde in den letzten Jahren ein Verstärkersystem entwickelt, das in seinem Prinzip der Elektronenröhre gleicht, das jedoch mit Wasser oder einer anderen Flüssigkeit oder mit einem Gas arbeitet. Die Flüssigkeit oder das Gas übt eine ähnliche Funktion aus, wie der Elektronenstrom in einer Radioröhre. Ein Ausführungsbeispiel eines Flüssigkeitsverstärkers zeigt Fig. 1. Von oben tritt Flüssigkeit in ein Leitungssystem ein. Die Flüssigkeit fliesst von oben nach unten und verteilt sich in die beiden Ausgänge A und B. Normalerweise wird die Flüssigkeitsmenge, die oben eintritt, in gleichen Teilmengen durch die beiden Ausgänge A und B ausströmen. Wenn jedoch aus den Kanälen x oder y ein kleiner Flüssigkeitsstrom in den Hauptkanal eintritt, wird in diesem der Flüssigkeitsstrom zum Ausgang B oder A abgelenkt. Es wird also aus dem Kanal B mehr Flüssigkeit ausströmen als aus dem Kanal A oder umgekehrt. Die abgelenkte Flüssigkeitsmenge ist bis zu einem gewissen Grade proportional der aus dem Steuerkanal x oder y eintretenden Flüssigkeitsmenge.

Die Leistung des abgelenkten Flüssigkeitsstromes kann hundertmal so gross sein wie die Leistung des Steuerflüssigkeitsstromes.

Der Flüssigkeitsverstärker hat bei verschiedenen Anwendungszwecken, hauptsächlich in der Steuerungs- und Regelungstechnik, interessante Vorteile. Er hat keine beweglichen Teile, ist einfach zu fabrizieren, hat praktisch unbegrenzte Lebensdauer, ist weitgehend temperaturunabhängig und unempfindlich gegen Vibrat-

tionen, elektrische Störungen und radioaktive Strahlungen. Als Hauptnachteil gegenüber den elektronischen Verstärkern ist die

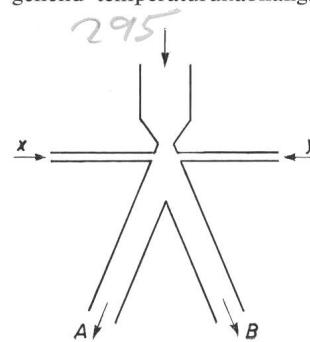


Fig. 1  
**Prinzipieller Aufbau eines Flüssigkeitsverstärkers**

oben Eintritt des Flüssigkeitsstromes, unten die Ausgänge A und B, deren Ausflussmengen durch die Steuerströme x und y bestimmt werden

Langsamkeit, die niedrige Grenzfrequenz, des Flüssigkeitsverstärkers zu erwähnen. Doch reicht der Frequenzbereich des Flüssigkeitsverstärkers für die meisten industriellen Anwendungen aus. Ein weiterer Nachteil ist die Rückwirkung des Ausgangs auf den Eingang des Flüssigkeitsverstärkers, die in der Viskosität der Flüssigkeit und in Stößen, Wirbeln und Resonanzen der Flüssigkeitsströmung ihre Ursache hat.

Besonders interessant macht den Flüssigkeitsverstärker die Tatsache, dass für seine Fabrikation keine grossen Investitionen aufgewendet werden müssen, dass für seine Herstellung keine speziellen Materialien, wie sie für die Fabrikation von Elektronenröhren benötigt werden, erforderlich sind, dass jedoch anderseits für seine Herstellung vom Fabrikanten ein gewisses Mass von Präzision verlangt wird.

D : H. G.

### Einfache Analogrechner mit Transistoren

681.332

[Nach G. E. Platzer Jr.: Using transistor circuits to multiply and divide, Electronics, 39(1966)7, Sr. 109...115]

Der Zusammenhang zwischen Strom und Spannung an einem PN-Übergang ist, von Nebeneffekten abgesehen, bekanntlich exponentiell. Umgekehrt gilt, dass der Spannungsabfall am Übergang mit dem durchgetriebenen Strom logarithmisch wächst. Dieser Effekt kann ausgenutzt werden, um mit Transistoren die analoge Multiplikation und Division durchzuführen. Prinzip und Rechenregeln sind dieselben, wie beim Rechenschieber.

Zur Erklärung stelle man sich folgende einfache Schaltung vor, die zwar in der Praxis kaum brauchbare Resultate liefern wird: Zwei Dioden seien in Serie geschaltet. Durch  $D_1$  fließe der Strom  $I_1$ , durch  $D_2$  derjenige von  $I_2$ . Die entstehende Summenspannung  $U_1 + U_2$  entspricht dann der Summe  $\log I_1 + \log I_2$ . Diese steuere die Emitter-Basis-Strecke eines nachfolgenden Transistors. Bei idealen, identischen Kennlinien für alle drei Halbleiter ist dann der Kollektorstrom im Transistor proportional zu  $\text{Num}(\log I_1 + \log I_2)$ , also zum Produkt  $I_1 \cdot I_2$ .

Die wichtigsten Faktoren, die den brauchbaren Bereich des logarithmischen Zusammenhangs einschränken, sind Zuleitungs-widerstände, durch Verlustleistung erzeugte Temperatureinflüsse, sowie der äussere Temperatureinfluss. Trägt man für Halbleiter die Kurve  $\log I$  über  $U$  auf, findet man zudem je nach Material und Herstellungsverfahren verschiedene Neigungen und Spannungsverschiebungen. Die Abweichung gegenüber einer Geraden ist jedoch im Bereich von  $2 \mu\text{A}...2 \text{ mA}$  sehr gering.

Günstige Eigenschaften zeigen epitaxiale PNP planar Silizium-transistoren. Als Diodenschaltung werden Basis und Kollektor miteinander verbunden.

Ein Rechner für den Ausdruck

$$\sqrt[r]{\frac{X_1 X_2 \dots X_m}{Y_1 Y_2 \dots Y_n}} = Z$$

ist einfach zu realisieren. Man schaltet  $m+n$  Transistoren als Dioden derart in Serie, dass zunehmende Nennströme eine Erhöhung, zunehmende Zählerströme eine Erniedrigung der Summenspannung zur Folge haben. Die Division der Logarithmensumme wird durch  $r-l$  als Diode geschaltete Transistoren im Emitterkreis des Ausgangs-Transistors bewerkstelligt.  $n+r-m$  Transistoren werden noch zur Temperaturkompensation benötigt. Je nach positivem oder negativem Ergebnis für diesen Ausdruck, schaltet man diese als Multiplikatoren oder Divisoren dem Emitterkreis des Ausgangstransistors zu.

Die erzielbare Rechengenauigkeit werde durch folgendes Messresultat illustriert: Ein Multiplikator mit zwei Eingängen lieferte über einen Resultatstrom-Bereich von 100 zu 1, blos 2 % Fehlerabweichung vom korrekten Ergebnis, und dies unter Einschluss der Ablesefehler.

M. Buser

### Lesehilfe für Blinde

681.327.12 : 347.649

[Nach J. G. Linnill und J. C. Bliss: A Direct Translation Reading Aid for the Blind. Proc. IEEE 54(1966)1, S. 40...51]

Bei den ersten Versuchen, den Blinden gedruckte Werke lesbar zu machen, bediente man sich des Prägedruckes. Später

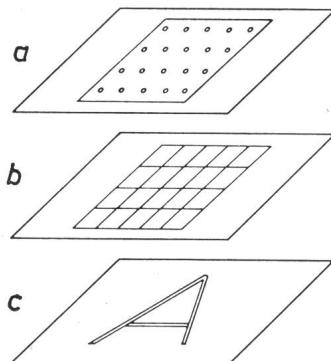


Fig. 1

#### Prinzip der Lesehilfe

Der gedruckte Buchstabe wird auf Photozellen abgebildet, die Stifte in einer Lochplatte zum Vibrieren bringen

a Lochplatte mit vibrierenden Stiften; b Raster mit Photozellen; c Druckstift

wurde der Prägedruck durch die Braille-Schrift abgelöst. Bei dieser sind die Buchstaben durch eine Kombination von Punktzeichen dargestellt. Die Braille-Schrift hat gegenüber dem Prägedruck den Vorteil, dass sie vom Blinden nicht nur gelesen, sondern auch geschrieben werden kann.

Es wurden nun verschiedene Versuche unternommen, dem Blinden normale Druckwerke, also Druckwerke, die nicht in Blindenschrift gedruckt sind, lesbar zu machen. Ein solcher Versuch wird im folgenden besprochen.

Ein Buchstabe (Fig. 1) wird auf einem Raster, der aus Photozellen besteht, abgebildet. Die Photozellen steuern Stifte, die durch eine Lochplatte ragen. Der Raster der Lochplatte entspricht dem Raster der Photozellen. Die Stifte in der Lochplatte, die von den Photozellen gesteuert werden, und die der Form des Buchstabens entsprechen, vibrieren. Der Raster der Lochplatte kann beispielsweise aus 12 Reihen mit 8 Kolonnen (Fig. 2) bestehen. Auf die Lochplatte legt der Blinde seinen Finger. Durch das Vibrieren der Stifte kann der Blinde mit seinem Finger den Buchstaben erkennen, der auf dem Photozellenraster abgebildet wird. Wenn man nun die Druckschrift an dem Photozellenraster vorbeibewegt, dann bewegt sie sich auch in Form von vibrierenden Stiften unter dem Finger des Blinden vorbei, ungefähr so wie sich die leuchtenden Buchstaben einer Lichtreklame auf dem Glühlampentableau fortbewegen.

Die vibrierenden Stifte in der Lochplatte werden durch piezoelektrische Plättchen in Bewegung versetzt. Ausführliche Versuche haben ergeben, dass die Frequenz, mit der sich die Stifte bewegen sollen, in dem Bereich von 200...300 Hz optimale Resultate ergibt. Für die Versuche wurde eine Frequenz von 200 Hz gewählt. Die Amplitude, mit der sich die Stifte bewegen, beträgt 0,25 mm, die Leistung, die den piezoelektrischen Schwingern zugeführt wird, 27  $\mu\text{W}$ . Die Stifte haben untereinander einen Abstand von ca. 3 mm.

Mit drei Blinden im Alter von 12, 16 und 18 Jahren wurden Versuche über die Brauchbarkeit des Systems durchgeführt, durch die man ein Bild über die erreichbare Lesegeschwindigkeit erhielt. Für die Versuche wurde der Text nicht direkt durch Photozellen aufgenommen, sondern von einem Computer geliefert, der die von den Photozellen kommenden Signale simulierte.

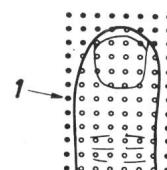


Fig. 2

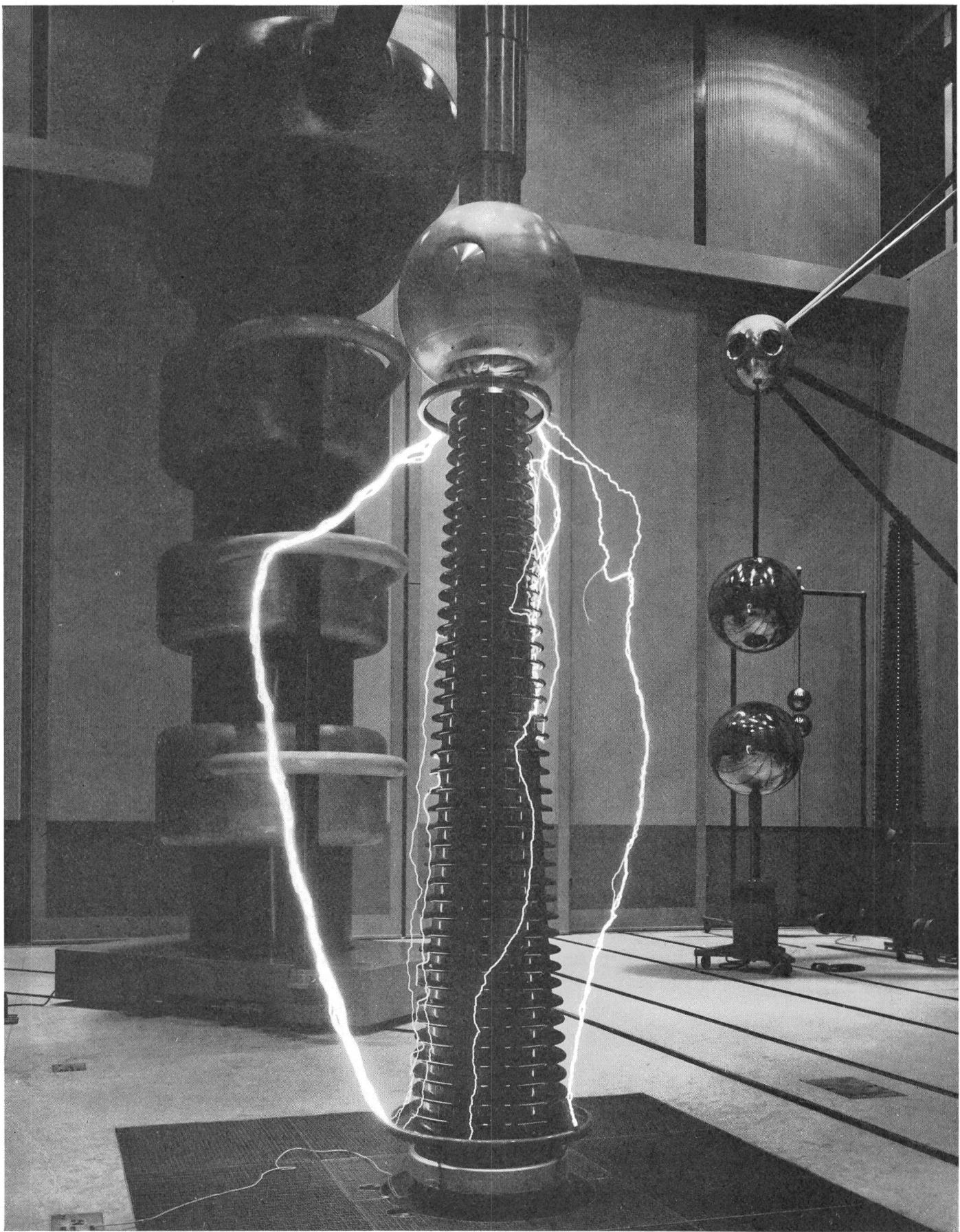
#### Raster der Lochplatte

Auf der Lochplatte ruht der Finger des Blinden, der aus dem Vibrieren den Buchstaben erkennt, der auf den Photozellen abgebildet ist.

1 Anordnung der 12x8 Stifte in der Lochplatte

Für die ersten Versuche wurden Grossbuchstaben verwendet. Nach einer Übungszeit von 10...20 h erreichten die Versuchspersonen eine Lesegeschwindigkeit von ca. 30 Wörtern pro Minute. Später wurden die Versuche auf maschinengeschriebene Texte mit Gross- und Kleinbuchstaben ausgedehnt. Diese Texte bereiteten den Versuchspersonen anfänglich Schwierigkeiten, was verständlich ist. Ist doch die Zahl der Zeichen, die der Leser mit dem Finger erkennen muss, bei den Texten mit Gross- und Kleinbuchstaben doppelt so gross als bei den Texten, die nur aus Grossbuchstaben bestehen. Immerhin konnten die Versuchspersonen nach 13 Übungsstunden die Gross- und Kleinbuchstaben mit 98 % Sicherheit erkennen und Lesegeschwindigkeiten von 10 und mehr Wörtern pro Minute erreichen.

H. Gibas

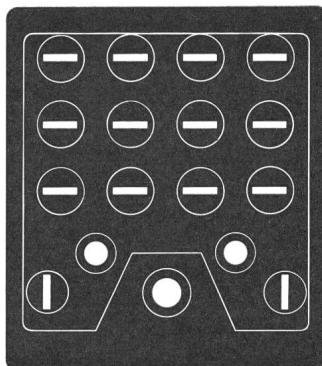


Dieses Bild zeigt eine 710-kV-Transformatordurchführung während der Bestimmung der 50-Hz-Überschlagsspannung. Der Überschlag erfolgt bei 1 Million Volt.

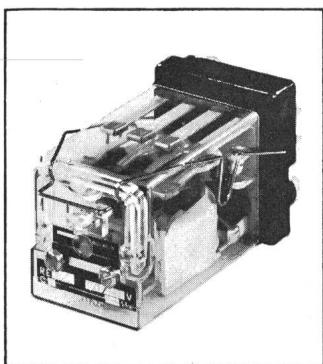
Zehntausende von **MICAFIL**-Durchführungen

mit Nennspannungen von 24...750 kV sind in allen Erdteilen seit Jahrzehnten betriebssicher im Einsatz. Seit zwei Jahren stellt die Micafil AG in Zürich 750-kV-Durchführungen serienweise her. Verlangen Sie unsere Dokumentation. **Micafil AG Zürich**

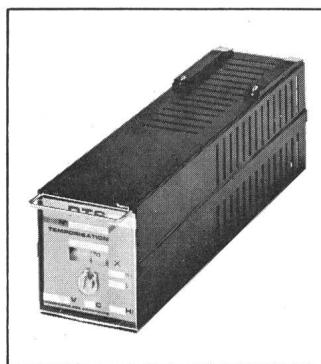
# HILFSRELAIS FÜR INDUSTRIELLE AUTOMATISIERUNG



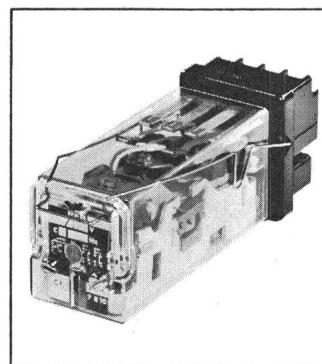
Dieser Sockel für Schraub-, Steck- oder Schweissverbindung kann für 3 Relaistypen verwendet werden. Er ermöglicht die verschiedensten Schaltungs- und Funktionskombinationen.



Momentrelais  
(RE 300)



Zeitrelais  
(statische Relais RTS)



Speicherrelais  
(bistabile Relais REB 210)

Schliessleistung : 10 A  
Schaltzahl :  $20 \cdot 10^6$   
Prüfspannung : 2000 V  
Betriebsspannung : 500 V

Das vollständige Programm der Relais für Automatisierung mit einer Schliessleistung von 0,5 bis 10 A und einer Betriebsspannung von 40 bis 500 V umfasst außerdem noch die Relais der Baureihe RE 2100 und die Kleinrelais ACRM

bureau 5 1 HRFI 5 SPI 40

## COMPAGNIE DES COMPTEURS S.A. FRANCE

Compagnie des Compteurs S.A.  
Genève Case Aire 10, tél : 448-140