

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins  
**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke  
**Band:** 64 (1973)  
**Heft:** 12  
  
**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:** 16.01.2026

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

## Grundlagen und Theorie Techniques de base, théorie

### Zum Durchschlag inhomogener Luftfunkenstrecken bei Beanspruchung mit Mischspannungen

621.319.51:621.3.015.3

[Nach W. Mosch u.a.: Zum Durchschlag inhomogener Luftfunkenstrecken bei Beanspruchung mit Mischspannungen. *Elektrie*, 26(1972)10, S. 306...310]

Für die optimale Auslegung von Isolierstrecken in Höchstspannungsanlagen für Wechselspannung oder Gleichspannung ist die Kenntnis des Durchschlagverhaltens von Luftfunkenstrecken bei Beanspruchung mit Mischspannung notwendig. Unter Mischspannungen werden dabei Spannungen von verschiedenem zeitlichem Verlauf verstanden, welche gleichzeitig angelegt werden.

Auf verschiedenen früheren Untersuchungen aufbauend wurde ein Versuchsprogramm aufgestellt, um den Durchschlagprozess einer Spitze-Platte-Funkenstrecke zu erforschen, wobei sich folgende neuen Erkenntnisse zeigten:

Während sich bei unipolarer Spannungszusammensetzung die beiden Spannungen addieren und von einem gewissen Wert an Streamerentladungen auftreten, ergibt sich bei bipolarer Spannungszusammensetzung anfänglich eine Schwächung des von der Gleichspannung herrührenden Feldes. Erst nach einem weiteren Spannungsanstieg werden wieder kritische Werte erreicht. Die darauffolgenden Entladungsvorgänge sind aber sehr unübersichtlich und werden durch das teilweise vorhandene Raumladungsfeld überlagert, gefördert oder verzögert. Daher lassen sich nur für die unipolaren Mischspannungen eindeutige Folgerungen ableiten.

Bei positiven Mischspannungen entwickelt sich der Durchschlag in ähnlicher Weise wie bei positiver Schaltspannung, und für negative Mischspannungen wurde das gleiche festgestellt. Die Durchschlagwerte bei Mischspannung liegen immer zwischen oder über den Werten für die einzelnen Spannungsanteile. Es ist auch mit guter Übereinstimmung möglich, bei positiver Mischspannung die Kennlinie, welche den Zusammenhang zwischen der Durchschlagspannung und der Schlagweite angibt, zu berechnen.

A. Baumgartner

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

### Japans Elektrizitätsversorgung<sup>1)</sup>

621.3(520)

Wie in früheren Jahren hat das Overseas Electrical Industry Survey Institute einen ausgezeichnet redigierten und reichhaltig bebilderten Jahresbericht herausgebracht, der einen guten Überblick über die Entwicklung der japanischen Elektrizitätsversorgung des Jahres 1972 vermittelt. Mit einer Jahresproduktion von 385 Mrd. kWh konnte Japan, wie vorausszusehen war, seinen dritten Platz in der Weltrangliste der stromerzeugenden Länder nach den USA mit 1718 Mrd. kWh und nach der UdSSR mit 815 Mrd. kWh behaupten, wenngleich die Zuwachsrate zum ersten Mal seit vielen Jahren von über 10 % auf 6,9 % zurückgegangen ist, was einer Verdoppelung im Zehnjahresrhythmus im Vergleich zur bisherigen Verdreifachung entspricht. Diese Degression ist offenkundig eine Folge der langsamer gewachsenen Industrieproduktion mit 4,4 % im Vergleich zu 13,5 % im Berichtsjahr 1971, die sich gleichermassen in einer geringeren Wachstumsrate des Bruttosozialproduktes mit 5,7 % im Vergleich zu

<sup>1)</sup> siehe auch Bull. SEV 60(1969)25, S. 1197...1198, 62(1971)2, S. 128...129 und 63(1972)16, S. 936...938.

9,5 % im Vorjahr zeigt. Die Wachstumsrate für den Bau neuer Kraftwerke dagegen konnte sich mit 11,9 % auf dem bisherigen Stand halten – als Folge des bereits vor Jahren eingeleiteten Bauprogramms –, so dass die Engpassleistung auf 76 480 MW ansteigen konnte. Das Mehr von rund 8000 MW an Kraftwerkleistung ist fast ausschliesslich der Fertigstellung neuer Turbosätze zuzuschreiben. So sind in den beiden grossen Ölkraftwerken Anegasaki und Kashima der Tokyo Electric Power Company (TEPCO) weitere 600-MW-Blöcke in Betrieb gegangen, so dass dort nunmehr insgesamt je  $4 \times 600$  MW disponibel sind. Des weiteren ist im Kernkraftwerk Mihama der Kansai Electric Power Co. ein zweiter Turbosatz mit 500 MW angelaufen. Um in Zukunft mehr Schnellreserve, insbesondere für Spitzenlastdeckung bereit zu haben, sind im Berichtsjahr insgesamt 540 MW Gasturbinenleistung in Betrieb genommen worden.

Bei einem solchen Ausbauprogramm musste naturgemäss auch an eine Verstärkung der Übertragungs- und Verteilernetze gedacht werden, wobei vor allem das überregionale 500-kV-Netz eine bedeutsame Rolle spielt. Erste Abschnitte dieses Netzes sollen in diesem Frühjahr erstmalig mit ihrer vollen Spannung betrieben werden.

Was das zukünftige Ausbauprogramm anbelangt, so wird damit gerechnet, dass gegen Ende dieses Jahrzehnts über 80 000 MW neue Kraftwerkleistung zur Verfügung stehen, um den bis dahin zu erwartenden Stromverbrauch abdecken zu können. Dabei wird allerdings von der Annahme einer Triplierung des Konsums ausgegangen, was nach der jüngsten Entwicklung fraglich erscheint. In diesem Neubauprogramm entfallen etwa 60 % auf konventionelle Wärmekraftwerke, vorzugsweise auf Ölbasis, weitere 25 % auf Kernkraftwerke und die restlichen 15 % auf Wasserkraftwerke mit einer Bevorzugung von Pumpspeichieranlagen. Im Verfolg dieser Entwicklung wird vor allem der Bau grosser Turbosätze im Bereiche von 500 bis 1000 MW forciert, wovon schon jetzt über 20 Einheiten in Auftrag gegeben sind. Allein die TEPCO hat innerhalb ihres Versorgungsbereiches fünf 1000-MW-Blöcke eingeplant. Aber auch im Bereich der neuen Pumpspeicherwerke, wovon drei mit einer installierten Leistung von über 1000 MW vorgesehen sind, wird an den Einsatz grosser Einheiten von 200 bis 400 MW gedacht. Das zurzeit grösste Kernkraftwerk entsteht an der Ostküste Japans in Fukushima mit einer Ausbauleistung von 5700 MW, wobei zwei Turbosätze von je 1100 MW vorgesehen sind.

Nach wie vor besteht die Absicht, die Nordinsel Hokkaido über eine 500-kV-HGÜ-Brücke von 300 MW Austauschleistung mit der Hauptinsel Honshu zu verbinden, wozu die Erfahrungen, die mit einer Versuchs-Thyristoranlage in Sakuma gesammelt werden konnten, nützliche Dienste leisten sollten.

Auch die japanische Elektrizitätsversorgung wird in zunehmendem Masse mit der komplexen Thematik des Umweltschutzes konfrontiert. Als bewährte Lösungen bieten sich hierzu die Verwendung von Ölen mit niedrigem Schwefelgehalt, dann der vermehrte Einsatz von Flüssiggas sowie auch der Bau von Entschweflungsanlagen im Kraftwerk selbst an. Der Einbau leistungsfähiger Elektrofilteranlagen in die Abzüge der 150 bis 230 m hohen Bündelschornsteine ist Stand der Technik geworden. Auch dem Elektromobil wird weiterhin grosse Aufmerksamkeit geschenkt.

Wie auch in anderen Versorgungsbereichen hat der Personalstand trotz steigenden Stromverbrauches eine leicht rückläufige Tendenz, so dass im Berichtsjahr die 2-Millionen-Grenze an verbrauchten Kilowattstunden je Beschäftigten überschritten worden ist.

Durch seine insulare Lage ist Japan gezwungen, seine Elektrizitätsversorgung auf eine betriebssichere Eigenbasis abzustellen, was der Entwicklung eines alljapanischen Verbundbetriebes in jeder Hinsicht förderlich gewesen ist. Nach allem kann angenommen werden, dass dies auch für die Zukunft so bleiben wird.

Prof. H. Prinz, München

### HGÜ-Stromrichteranlagen

621.316.1.027.3 : 621.314.632

[Nach R. Jötten und E. Rumpf: HGÜ-Stromrichteranlagen. ETZ-A 93 (1972)11, S. 612...616]

Dieses von der Fachgruppe 14 der CIGRE an der Session 1972 in Paris diskutierte Thema umfasste folgende vier Untergruppen:

- a) Betriebserfahrungen mit bestehenden Anlagen;
- b) Im Bau oder in Planung befindliche Anlagen;
- ausslegung und Prüfung von Stromrichteranlagen;
- c) Auslegung und Prüfung von Stromrichterventilen;
- d) Regelung und Schutz von HGÜ-Anlagen.

a) Mitte 1970 erreichte die gesamte installierte Leistung aller HGÜ-Anlagen 4,0 GW mit einer übertragenen Gesamtenergie von 10 000 GWh. Die dabei erzielte mittlere Verfügbarkeit betrug 82 %, wobei es die Gotland-Anlage auf 95,9 %, die Sakuma-Übertragung in Japan auf 95,1 % brachte. Die Mehrzahl aller Störungen betraf Rückzündungen an Quecksilberdampfventilen, die jedoch infolge ihrer kurzen Dauer von weniger als einer Minute – gesamthaft gesehen – eine Ausfallzeit von nur 73 h verursachten.

Betriebserfahrungen mit Thyristorventilen ergaben bei der Gotland-Übertragung ausgezeichnete Resultate. Dort stehen seit Juni 1970 in beiden Stationen je eine Thyristorbrücke für 10 MW, 50 kV, 200 A im Betrieb.

b) Als erstmals vollständig mit Halbleitern ausgerüstete HGÜ wurde im Juli 1972 die kanadische Anlage Eel River als Kurzschlussleistung von 320 MW bei  $2 \times 80$  kV, 2000 A Gleichstrom in Betrieb gesetzt.

Ganz ohne Quecksilberdampfventile soll auch die zwischen Jütland und Norwegen geplante Skagerrak-Verbindung mit einer ersten Ausbauleistung von 500 MW auskommen. Sie wird über eine Länge von 130 km als Kabelverbindung für 1000 A und 250...300 kV Gleichspannung ausgeführt werden, wobei die grosse Meerestiefe von 540 m gewisse technische Schwierigkeiten verursacht.

Die HGÜ Cabora-Bassa mit 960 MW im ersten Ausbau bei  $\pm 266$  kV und 1800 A soll mit ölisierten und ölgekühlten Thyristorventilen voraussichtlich im Jahre 1975 fertiggestellt sein.

Die bisher grösste HGÜ Ekibastuz in Mittelsrussland über 2400 km Distanz ist für  $\pm 750$  kV projektiert und soll 6000 MW übertragen. Jede Stationshälfte ist mit zwei parallelen Zweigen zu je vier seriengeschalteten Brücken ausgerüstet. Drehstromseitig wird mit 500 kV eingespeist. Die erforderliche Blindleistung decken Filterkreise für die 5., 7., 11., 13. Harmonische sowie ein Hochpass, und zwar auf der Gleichrichterseite zur Hälfte, auf der Wechselrichterseite zu Zweidritteln; der verbleibende Anteil soll gleichrichterseitig durch Generatoren, wechselrichterseitig durch rotierende Phasenschieber aufgebracht werden.

c) Die Prüfung lässt sich bei Thyristorventilen strommässig mit den einzelnen Ventilbausteinen durchführen, wogegen die Spannungsprüfung am Gesamtventil vorgenommen wird. Synthetische Prüfmethoden stehen ebenfalls im Gebrauch. Ein neuartiges, in den USA entwickeltes Quecksilberdampfventil kommt ohne flüssige Kathode aus; je nach Strombelastung wird Quecksilber kontinuierlich und in ganz geringer Menge zugeführt. Der Dampfdruck ist dabei um Grössenordnungen geringer als beim konventionellen Ventil, wodurch eine Dauer-Bogenentladung mit sehr hohem Verhältnis Elektronen- zur Ionenstromdichte möglich wird. Hieraus ergibt sich für diese Ventilbauart eine beträchtliche Platz- und Gewichtsersparnis. Über die Isolierung und Kühlung von Thyristorventilen in Luft oder in Öl gingen die Ansichten auseinander. Bei der Gotland-Anlage ergeben luftgekühlte Ventile dank einfacherem Aufbau und anpassungsfähigem Baukastensystem gute Resultate. Bei Leistungen in der Grösse des Cabora Bassa-Systems sind Freiluftventile unter Öl vorzuziehen.

d) Soll bei Störungen im Drehstromnetz die Stabilität mit Hilfe der HGÜ gestützt werden, muss der Unterschied zwischen der Einwirkung auf die Gleichstrom- oder auf die Drehstromseite

beachtet werden. Dieser besteht u. a. darin, dass eine Regelung der Generatorspannung in erster Linie die Blindleistung beeinflusst, während Modulation der HGÜ-Leistung die Wirkleistung verändert. Die Auswirkung transientscher Störungen im Drehstromnetz auf das Gleichstromsystem lässt sich durch Vergrösserung der Glättungsdrösselspule herabsetzen. Besondere Aufmerksamkeit ist auch dem Problem der Kommutierungsfehler in den Wechselrichterstationen wegen ihrer Auswirkung auf das Gleichspannungssystem zu widmen. Zur Unterbrechung von Fehlerströmen werden zurzeit Gleichstrom-Schaltgeräte entwickelt, beispielsweise in den USA für 100 kV, 5000 A, und eine Kontakttrennungszeit von 3 ms.

M. Schultze

### Elektrische Nachrichtentechnik — Télécommunications

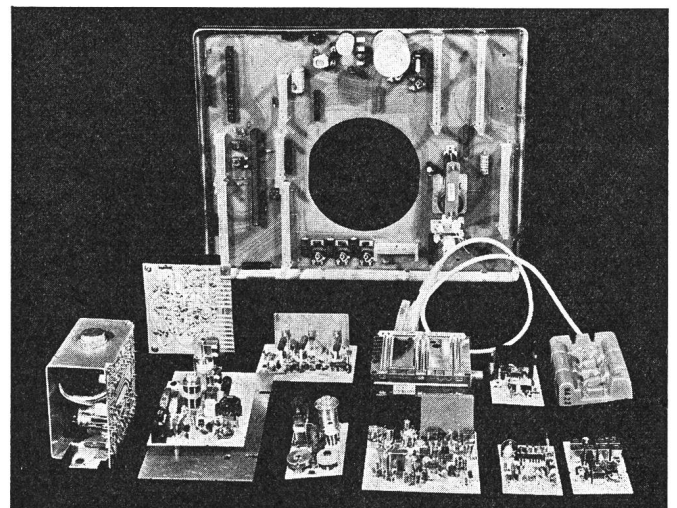
#### «Color 77» – Bauelementetechnik für das Farbfernsehgerät von morgen

621.397.132:621.382

Siemens und Blaupunkt haben gemeinsam mit der Studie «Color 77» begonnen, um eine Schaltungs- und Bauelementekonzeption für die zweite Hälfte dieses Jahrzehnts zu erarbeiten. Im Mittelpunkt dieser Untersuchung steht der Einsatz der Modultechnik, die sich über das gesamte Innere eines künftigen Farbfernsehers erstrecken soll. Nach den bisherigen Ergebnissen der Studie «Color 77» dürfte das Empfänger-Chassis eines Farbfernsehers um 1977 aus einer Grundplatte und etwa 10 bis 12 steckbaren Modulen bestehen. Die gegenüber heute wesentlich verkleinerte Grundplatte ist in gedruckter Schaltungstechnik ausgeführt und trägt die Fassungen der Module, Leitungen, Einstellregler sowie einige unkritische Bauteile. Kabelverbindungen und lohnintensive Handlötverbindungen auf dem Chassis können entfallen.

Der angestrebten Aufteilung eines Farbfernsehgerätes liegen Signalverarbeitungsfunktionen zugrunde: Tuner, Bild-ZF, Toneinheit, Farbaufbereitung, Farbenstufen, Netzteil sowie Vertikal- und Horizontalstufen bilden jeweils ein Steckmodul. An einem bereits hergestellten Modellchassis wurde untersucht, welche Technologien für welche dieser Steckmodule vorteilhaft in Frage kommen. Es hat sich gezeigt, dass beispielsweise die Toneinheit und die Farbenstufen für die Keramiksichttechnik besonders geeignet sind, zumal bei den auftretenden mittleren Verlustleistungen die Keramikplatten der Schaltungen gleichzeitig als Kühlkörper wirken. Bei typischen Kleinsignalschaltungen bietet sich die Dünnschichttechnik an. Für sehr heterogene Schaltungen – beispielsweise die Farbaufbereitung mit integrierten Schaltungen, Verzögerungsleitungen und Spulen – ist die Schichttechnik weniger interessant. Hier wird auch in Zukunft die Leiterplatten-technik verwendet werden.

Neben der einheitlichen Unterteilung des Fernsehgerätes in Funktionsstufen bietet eine Standardisierung der Module wesentliche wirtschaftliche Vorteile. Der zur Diskussion gestellte Vor-



schlag sieht ein Stecksystem mit 50 und 100 mm Plattenbreite vor.

Einen wesentlichen Beitrag für den Fortschritt der Gerätetechnik sieht Siemens darin, die Entwicklung moderner Bauelemente voranzutreiben und so der Fernsehgeräte-Industrie wirkungsvoll zu helfen. Im Hinblick auf eine automatische Fertigung entwickelt man neue aktive und passive Bauelemente für Leiterplatten und vor allem für die Schichttechnik. Hierzu gehören integrierte Halbleiterschaltungen, deren Integrationsgrad wesentlich steigen wird und bei denen für Farbfernsehgeräte eine einheitliche, in Europa harmonisierte Typenreihe angestrebt wird. Keramik-Oberflächenwellenfilter können in Zukunft die heutigen ZF-Spulenfilter ersetzen. Die MOS-Technik wird vor allem bei Funktionen wie Fernbedienung, Kanalwahl und -anzeige, Uhrzeitangabe und Einblenden von Untertiteln auf dem Bildschirm Eingang finden.

Siemens AG

### Tastenvahl-Telephonapparat mit eingebauter Umwandlung in eine Impulsfolge

[Nach G. Wiklund: Dekadische Tastenvahl. Ericsson Rev. 49(1972)2, S. 56...59] 621.395.655.9

Auch in jenen Bereichen des Telephonnetzes, welche noch mit konventionellen Vermittlungseinrichtungen für Impulswahl ausgerüstet sind, besteht eine steigende Nachfrage nach Telephonapparaten mit Tastenvahl. Eine schwedische Firma hat daher einen Telephonapparat mit Tastensatz entwickelt, der in solchen Telephonnetzen auf Wunsch des Teilnehmers installiert werden kann, bevor die Vermittlungsstellen für Tontastenvahl umgeändert werden.

Die mechanische Konstruktion des Tastensatzes und die äussere Erscheinung des Apparates sind gleich wie bei einem Telephon für Tonwahl. Der Telephonapparat enthält aber in seinem Innern elektrische Schaltungen zur Umwandlung der Tasteninformation in binäre Signale, zu deren Speicherung und zur Umwandlung und Aussendung in Form von den Nummerschaltermimpulsen entsprechenden Impulsfolgen. Beim Drücken einer Wähltaste wird die entsprechende Dezimalzahl binär codiert vier parallelen, dynamischen MOS-Schieberegistern mit je 20 bit Länge zugeführt und durch eine Steuerlogik an der richtigen Stelle eingespeichert. Die gesamte Speicherkapazität beträgt 18 dezimale Ziffern. Die Zifferninformation erreicht den Speicherplatz innerhalb 1 ms. Die Nummern können daher vom Teilnehmer beliebig schnell eingetastet werden.

Die in den Schieberegistern gespeicherte Zifferninformation wird mit Hilfe eines speziellen Markierungscodes in richtiger Reihenfolge einer Ausleseeinheit zugeführt, welche das Impulsabgabereis steuert. Die Binärinformation wird dadurch in eine Folge von Impulsen der vorgeschriebenen Dauer umgesetzt, wobei die Anzahl der Impulse der eingetasteten Dezimalzahl entspricht.

Die elektronischen Schaltungen werden von einem Nickel-Cadmium-Akkumulator mit 5 V Betriebsspannung gespeist. Seine Kapazität beträgt 150 mAh, was theoretisch für eine ununterbrochene Wahl von 3000 Ziffern ausreicht. Der Akkumulator wird während des Gesprächs aufgeladen.

Mit diesem Telephonapparat erreicht man nicht nur eine schnellere und bequemere Wahl für den Teilnehmer, sondern auch eine Verminderung der Belegungszeiten der teuren Vermittlungseinrichtungen um mehr als 20 %, weil die Aufzieh- und Reaktionszeit für den Nummernschalter entfällt. H. P. von Ow

### Entwicklung der elektrischen Nachrichtentechnik in Japan

[Nach K. Ogata: General Trend in Electrical Communications in Japan, IEEE Trans. Comm., COM-20(1972)4, S. 689...695] 621.39(520)

Der Telegraphendienst existiert in Japan seit 1870, das Telephon seit 1890. Für das nationale Nachrichtenwesen ist heute Nippon Telegraph & Telephone Public Corporation (NTT) zuständig und für den internationalen Verkehr Kokusai Denshin Denwa Corporation (KDD). 1970 erreichte die Anzahl der Fernsprechteilnehmer 14 600 000 (bei 2 900 000 unbefriedigten Anträgen). Die jährliche Zuwachsrate beträgt etwa 15 %, so dass

voraussichtlich 1977 jeder dritte Einwohner über einen Fernsprechanschluss verfügen wird.

Im Fernsprech-Fernverkehr werden auf kürzeren Strecken ein 12-Kanal-Zweidraht-Trägerfrequenzsystem und ein 24-Kanal-PCM-System verwendet, für längere Entfernungen ein 2700-Kanal-Koaxialkabelsystem. Zur Erhöhung der Zuverlässigkeit kommen parallel dazu Richtfunkssysteme zur Anwendung, und zwar 960- und 1800-Kanal-Systeme im 11- und 15-GHz-Band (für kurze Strecken) und ein 1800-Kanal-System im 6-GHz-Band (für den Weitverkehr). Der internationale Fernverkehr wird über koaxiale Seekabel bzw. Intelsat-Satelliten abgewickelt, wobei der jährliche Anstieg etwa 25 % beträgt.

Die Anzahl der Fernsehteilnehmer belief sich 1969 auf 23 000 000; der Anteil des Farbfernsehens (in dem dort eingeführten NTSC-System) wächst stark an. Auf dem Gebiet der Fernsprech-Vermittlungstechnik gelangen elektronische, zentral gesteuerte Systeme in zunehmendem Masse zum Einsatz, mit erheblicher Verminderung des Raumbedarfes und der Betriebskosten. Die Entwicklung der Nachrichtentechnik weist starke Korrelation mit der wirtschaftlichen und sozialen Entwicklung des Landes auf. Die wichtigsten Entwicklungsrichtungen umfassen: Erhöhung der Kapazität von Nachrichtensystemen, Integration verschiedener Dienste im öffentlichen Netz im Hinblick auf bessere Wirtschaftlichkeit und Flexibilität des Betriebes, raumsparenden Aufbau der Einrichtungen und erhöhte Zuverlässigkeit. J. Fabijanski

## Verschiedenes — Divers

### Neuartige Bestimmung des Urangehaltes von Erzproben

553.495:550.835

Bei der Prospektierung von Uranlagern ist es von Interesse, den Gehalt der Erzproben an  $U_3O_8$  schnell und zuverlässig zu bestimmen. Hierfür wurde mit der Neutronenaktivierungsanalyse ein neuartiges Verfahren entwickelt. Der Vorteil gegenüber anderen Analysemethoden besteht darin, dass eine grosse Zahl von Proben schnell ausgewertet werden kann und die Originalproben für etwaige Kontrollen weiter zur Verfügung stehen. Als Probenvorbereitung ist es lediglich erforderlich, das Erz zu mahlen. Die anfallenden Kosten betragen nur etwa 50 % der der anderen Methoden, wie chemische Analyse, Röntgenfluoreszenz und Fluorometrie. Die Nachweisgrenze von 10 ppm liegt um den Faktor 100 unter den Urangehaltswerten, die heute als abbauwürdig angesehen werden. Die Ergebnisse zeigen eine gute Übereinstimmung mit denen nach bisher üblichen Analysemethoden. Für die Aktivierungsanalyse wird die Umwandlung von U-238 durch epithermische Neutronen in U-239 benutzt. Das U-239 zerfällt mit einer Halbwertszeit von 23,5 min in Np-239 mit einer Halbwertszeit von 2,35 Tagen. Beim  $\beta$ -Zerfall werden Gammaquanten verschiedener Energie emittiert, die für die Analyse ermittelt werden. Die Auswertung der Gammalinien erfolgt durch Peakflächenbestimmung mit anschliessender Subtraktion des Untergrundes nach der Trapezmethode. AEG-Telefunken

### Sicherheit der Stromversorgung und Umweltschutz

[Nach W. Obernolte: Sicherheit der Stromversorgung und Umweltschutz — ein unlösbarer Zielkonflikt? Elektrizitätswirtschaft 71(1972)23, S. 658...661] 621.31:628.39:614.7

Wir alle sind darauf angewiesen, dass die Stromversorgung störungsfrei funktioniert. Der Stromverbrauch steigt ständig, und mit ihm sollte auch die Stromversorgung zunehmen. Der Umweltschutz bereitet der Vergrösserung der Kraftwerkleistung da und dort Schwierigkeiten. In den USA kam es bereits zu Stromabschaltungen. In Italien scheint eine Rationierung der elektrischen Energie unvermeidlich zu sein.

In der Bundesrepublik Deutschland hat die Gewerbeaufsicht und die Wasserwirtschaftsbehörde beim Bau von Kraftwerkbetrieben auf eine Schonung der Umwelt geachtet. Die Öffentlichkeit befasst sich in zunehmendem Masse mit Umweltfragen. Vie-



les, was den Umweltschutz betrifft, ist durch Gesetze geregelt. Umweltschutz ist nicht nur eine berechnete Forderung; er benötigt auch beträchtliche Mittel.

Die Erzeugung elektrischen Stroms kann die Umwelt in hohem Masse belasten, durch Wärmeabgabe an Wasser und Luft, Staub, Schwefeloxide und andere Abgase, Änderung der meteorologischen Verhältnisse, Beeinträchtigung des Landschaftsbildes, Lärm und radioaktive Abgaben. Dazu kommen Quecksilberemissionen und Chlorabgaben. Eine gesicherte Stromversorgung ohne Beeinträchtigung der Umwelt scheint nicht möglich zu sein. Auf alle Fälle muss das Ziel sein, dass Kraftwerke und die Hochspannungsleitungen die Umwelt so wenig wie möglich beeinträchtigen. Erwähnt sei, dass am Ort der Verwendung die elektrische Energie die umweltfreundlichste Energieform ist.

Ein grosser Teil der Bevölkerung setzt sich sehr für den Schutz der Umwelt ein – was an und für sich richtig ist –, ist sich aber gar nicht bewusst, was Mangel an elektrischer Energie bedeutet. Die deutsche Bundesregierung vertritt folgende Auffassung: Um den Bedarf zu befriedigen, sind in den nächsten zehn Jahren Kraftwerke mit total 60 000 MW zu bauen, darunter Kernkraftwerke, die die geringste Umweltbelastung verursachen. Die berechtigten Forderungen des Umweltschutzes werden erfüllt. Stromversorgung und Umweltschutz lassen sich miteinander in Einklang bringen. Schwierigkeiten in der Stromversorgung, die möglicherweise auftreten könnten, sollen behoben werden.

Es besteht die Absicht, wenige Kraftwerke mit grossen Leistungen auf besonders ausgewählten Standorten zu bauen. Die mit dem Kraftwerkbau zusammenhängenden Probleme für die Umwelt sind wirklichkeitsnah zu betrachten und zu lösen. Dem zu erwartenden erhöhten Energiebedarf muss entsprochen werden. Die Forderungen nach vermehrter Lieferung elektrischer Energie und nach dem Schutz der Umwelt müssen sich daher miteinander vereinbaren lassen.

H. Gibas

### Elektrofilter zum Reinigen von Luft und Abgasen in industriellen Anlagen

[Nach H. Winkler: Elektrofilter zum Reinigen von Luft und Abgasen in industriellen Anlagen. Siemens-Z. 46(1972)11, S. 865...868]

Die elektrische Ladung von Staub wurde bereits im Jahre 1771 entdeckt. Schon 1824 wies Professor Hohlfeld das Entfernen von festen und flüssigen Teilen aus Gas durch elektrische Ladung nach. Das erste industrielle Elektrofilter wurde 1910 in Betrieb genommen.

Wird eine hohe Gleichspannung zwischen Elektroden angelegt, so entsteht ein elektrisches Feld. Darin wandern Ladungsträger zu den Elektroden; die Elektronen zur positiven, die Ionen zur negativen Elektrode. Kommen Staubteilchen in ein elektrisches Feld, so werden sie infolge Anlagerung von Ladungsträgern elektrisch geladen und in deren Wanderrichtung bewegt. Die negativ geladenen Teilchen eignen sich speziell gut für einen solchen Beförderungsvorgang, daher erfolgt die Staubabscheidung hauptsächlich an der positiven Elektrode. Es kann mit diesem System eine Entstaubung bis 99,9 % erreicht werden. Dabei werden Grössen unter 5 µm noch sicher abgeschieden. (Fig. 1)

Um eine möglichst gute Wirkung des Elektrofilters zu erzielen, wird die Niederschlagselektrode meist plattenförmig, die (oft negativ gepolte) Gegenelektrode als drahtförmige, scharfkantige

Sprühlektrode ausgebildet. Die beste Abscheidung erfolgt, wenn die angelegte Spannung unmittelbar unter der Durchbruchgrenze (Überschlag) liegt. Sie wird bestimmt durch den Plattenabstand, die Temperatur, die Luftfeuchtigkeit, den Staubanfall und von anderen Komponenten. Die benötigten Gleichspannungen betragen zwischen 30 und 60 kV; sie erreichen in manchen Fällen auch 100 kV. Die erforderlichen Stromstärken reichen von einigen Milliampère bis zu einigen Ampère.

Die Steuerung soll die für den höchsten Wirkungsgrad benötigte Spannung möglichst genau einregulieren. Die Durchbruchzone kann aber nur durch den Überschlag selbst festgestellt werden. Es ist daher ein stetiges Abtasten dieses Wertes erforderlich, wobei die Anlage ständig mit Kurzschlüssen belastet ist. Die Steuerung muss für eine hohe Schalthäufigkeit, bei kurzschlussfester Bauart der Stromversorgungsglieder ausgelegt werden.

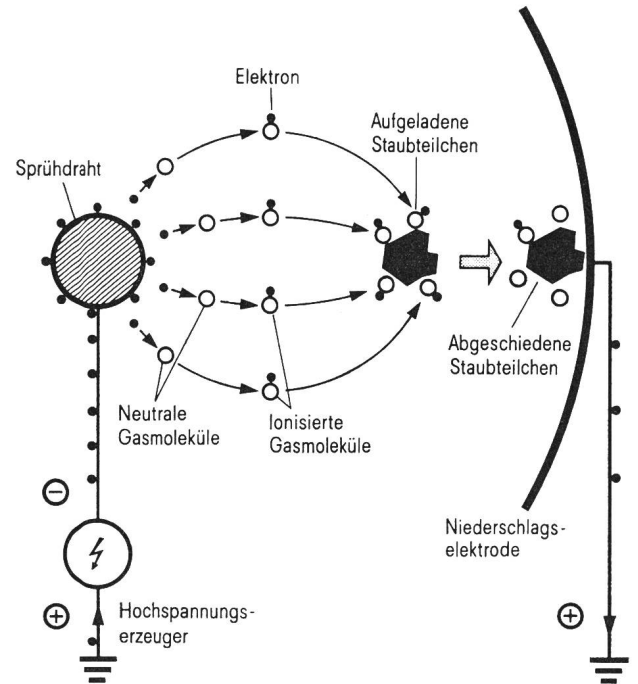
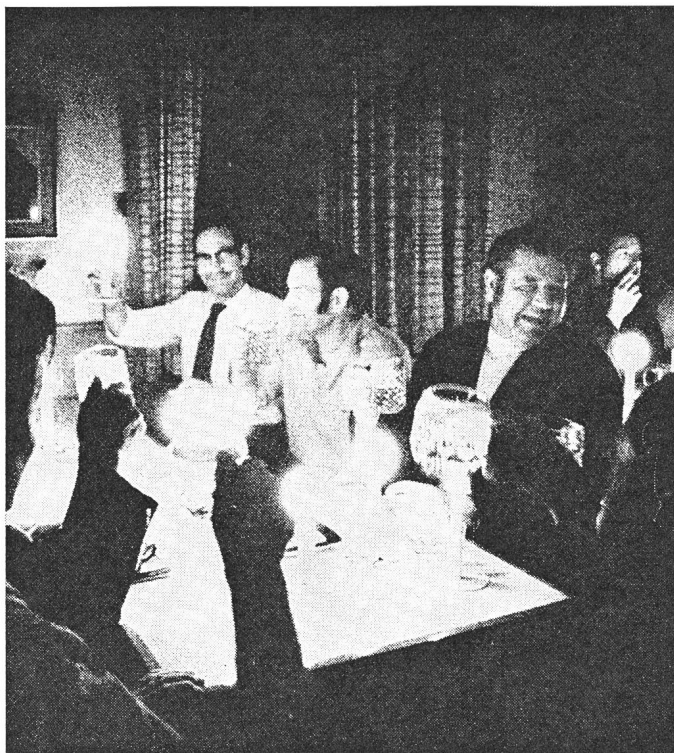


Fig. 1

In den neuen Anlagen sind Thyristorsteller mit transistorisierten Steuerungen kombiniert. Sie haben eine hohe Stellgeschwindigkeit, und sind verschleissfrei. Der Hochspannungstransformator und der Gleichrichter können in einem gemeinsamen Ölkessel eingebaut werden, damit eine räumliche Trennung zwischen Hoch- und Niederspannungsteil ermöglicht werde. Bei Verwendung von Siliziumgleichrichterzellen werden die Verluste so reduziert, dass fast alle Geräte für Eigenkühlung gebaut werden können.

Von den vielen Verwendungsmöglichkeiten der Elektrofilter in der Industrie seien speziell erwähnt die Reinigung von Gichtgas in Hüttenwerken, die Konverterentstaubung in Stahlwerken, die Abscheidung von Metalloxyden und Pigmenten in Farbenfabriken, die Entstaubung von Drehöfen in Zementwerken, die Entstaubung von Kesselabgasen und die Luftreinigung in hochwertigen Klimaanlagen.

H. Schlimme



Dr. Juchli

EIN BLITZ HAT DEN KABELMAST GETROFFEN. MÜNCHWILEN IM AARGAU IST OHNE STROM. EIN KLEINES VOLKSFEST MIT KERZENLICHT FÜR DIE MÜNCHWILER. UND KEIN FEIERABEND FÜR DIE MÄNNER AUS BRUGG. SIE REPARIEREN DIE GANZE NACHT. "DAS ISCH E TOLLI NACHT GSII" ERINNERN SICH BEIDE, DIE MÜNCHWILER UND DIE BRUGGER. NUR MEINEN SIE ES NICHT IM GLEICHEN SINN.

*Eigentlich sollte den Kabeln aus Brugg nie etwas passieren. Wenn ihnen aber doch einmal etwas passiert, sorgen die Männer aus Brugg dafür, dass nichts Schlimmeres daraus wird: sie sind sofort da und beheben den Schaden. Ein Kabel ist uns jede Reise wert, uns in Brugg.*

*Brugg ist immer da.*



Kabelwerke Brugg AG, 5200 Brugg

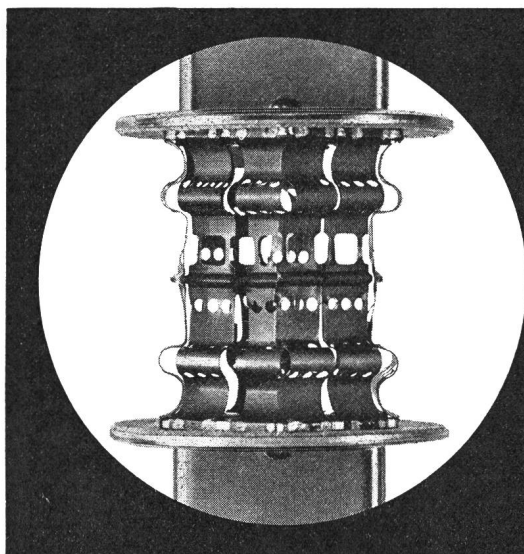
Das Wichtigste aus unserem umfassenden Programm:

Höchstspannungskabel bis 400 kV — Hochspannungskabel bis 60 kV, Papierblei und Kunststoff — Niederspannungskabel, Kunststoff und Papierblei — Schwachstromkabel, Papierblei und Kunststoff — Kabelzubehör für alle Kabel — Drahtseile

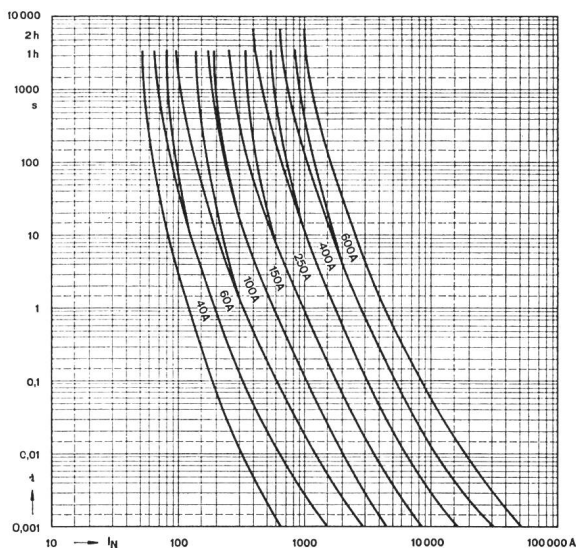
## 3 Trägheitsgrade + 3 Grössen = 1 Qualität



WEBER-NH-Vollschutz-Sicherungspatronen sind mit Charakteristik flink (1), trög (2) oder trög/flink (2/1) in den Grössen 250 A, 400 A und 600 A ab Lager lieferbar, auch über Ihren Grossisten. Verlangen Sie unsere Dokumentation.



Schmelzleiter und Abschmelzcharakteristik Trägheitsgrad 2/1



**WEBER AG 6020 EMMENBRÜCKE TEL. 041-50 55 44**

Fabrik elektrotechnischer Artikel und Apparate