

**Zeitschrift:** Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses

**Herausgeber:** Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen

**Band:** 71 (1980)

**Heft:** 19

**Rubrik:** Im Blickpunkt = Points de mire

### **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:** 04.04.2026

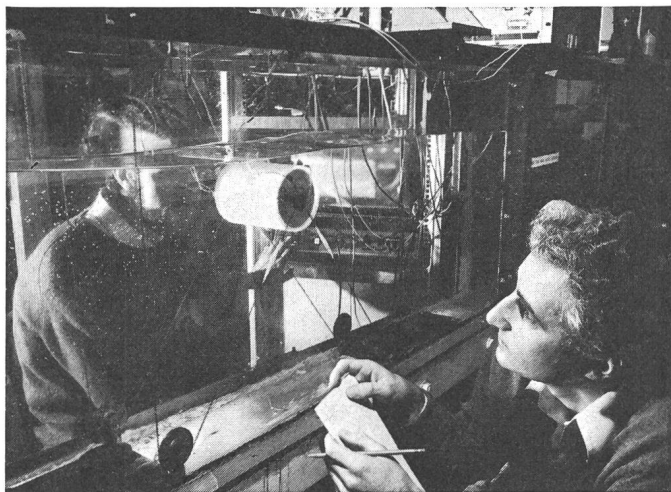
**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

### Energie

#### Meerwellen-Energie

Der abgebildete Modellzylinder in einem Versuchstank ist die neueste Vorrichtung, die von britischen Ingenieuren für die Gewinnung von Energie aus dem Meere entwickelt worden ist. Als der Bristol Submerged Cylinder bezeichnet, beruht ihre Konstruktion auf den Ergebnissen theoretischer Verfahren und analytischer Studien, die ursprünglich ausgeführt wurden, um Probleme im Zusammenhang mit der Wechselwirkung von Wellen und Strukturen wie Erdölplattformen zu lösen.

Das System umfasst einen durch Ketten unterhalb der Meeresoberfläche befestigten Zylinder, der mit zwei doppelwirkenden Hydraulikpumpen am Meeresboden verbunden ist. Die über den Zylinder verlaufenden Wellen haben zur Folge, dass dieser in dem Wasser eine Kreisbewegung ausführt. Die am Zylinder befestigten Ketten widersetzen sich dieser Bewegung und betätigen dabei die hydraulischen Pumpen, so dass Meeres-



wasser unter hohem Druck durch Rohre gefördert wird. Dieses Wasser wird oberhalb des Meeresspiegels durch einen Turbogenerator geleitet, und die erzeugte Elektrizität wird in das Landesstromversorgungsnetz eingespeist.

Da der Zylinder, die Ketten, die Pumpen usw. vollkommen unter der Wasseroberfläche angeordnet sind, würden sie selbst den heftigsten Stürmen standhalten. Angesichts der einfachen Struktur des wahrscheinlich aus Beton gefertigten hohlen Zylinders wäre das System billig und sein Bau relativ leicht. Die Ketten zum Antrieb der hydraulischen Pumpen verhindern ausserdem das Abtreiben des Zylinders.

Obleich die Entwicklung noch in einem frühen Stadium steht, zeigen gegenwärtige Berechnungen, dass eine etwa 40 km lange Strecke von 50 m langen Zylindern mit 12 m  $\phi$  in etwa 40 m tiefem Wasser 3 m unter der Oberfläche ebensoviel Strom erzeugen würde wie ein herkömmliches 2000-MW-Kraftwerk.

(Civil Eng. Dept., University of Bristol, GB)

#### Die grosse Netzstörung in Frankreich vom 19. Dezember 1978

[Nach 13 Berichten in RGE 89(1980)4, S. 280...320, 330...332]

Die landesweite Störung vom Dienstag, 19. Dezember 1978, war die grösste Störung der französischen Elektrizitätsversorgung seit der Überwindung der Mangelperiode in den ersten Jahren nach dem Zweiten Weltkrieg. Mit Ausnahme einzelner Netzteile in Ost- und Nordfrankreich sowie im Alpengebiet war die Elektrizitätsversorgung in ganz Frankreich von kurz nach 8 Uhr bis gegen Mittag, zum Teil bis gegen den Abend unterbrochen.

Im ersten Teil berichten 6 Autoren über die allgemeinen Bedingungen und Gesichtspunkte für die Gestaltung und den sicheren Betrieb eines landesweiten Systems für die Erzeugung und Verteilung

von elektrischer Energie. Im zweiten Teil schildern 7 Autoren eingehend die Ursachen, den Ablauf und die Auswirkungen der Störung sowie die nachträgliche Störungsuntersuchung mit Hilfe der Simulation und die sich daraus ergebenden Folgerungen für die Verbesserung der Betriebsüberwachung und der Sicherheitseinrichtungen in einem grossen Verbundnetz.

**Ausgangslage:** Die Betriebsleitung der EdF befand sich bereits Anfang des 4. Quartals 1978 in einer nicht gerade günstigen Lage. Wohl waren im Sommer 1978 Verträge für den Import von insgesamt 1600 MW abgeschlossen worden. Aber ungünstige Wasserverhältnisse bei den hydraulischen Kraftwerken, abnormal niedere Wasservorräte bei den Speicherkraftwerken sowie eine ungenügende Erzeugung der thermischen Kraftwerke veranlassten die EdF Ende November 1978 zu vorsorglichen Massnahmen: volle Ausnutzung von vertraglich vorbehaltenen Liefereinschränkungen für gewisse Abnehmer, Spannungsabsenkung um 5%, Reduktion der Sicherheitsreserve und in einzelnen Fällen bereits gezielte Abschaltung von Netzteilen zur Belastungssenkung.

Am Vortag der Großstörung waren die hydraulischen Speichervorräte der EdF auf einen für diesen Zeitpunkt seit 1950 nie mehr festgestellten Mindestwert von 47% (statt normal 67%) gesunken. Es wurden deshalb interne Weisungen erlassen zur maximalen Schonung der hydraulischen Reserven und zur maximalen Ausnutzung der verfügbaren thermischen Produktionsmöglichkeiten und der Importmöglichkeiten. Von den thermischen Kraftwerken war eine Leistung von 4600 MW (= 18% der Höchstleistung dieser Gruppe) nicht verfügbar, was im EdF-Bericht aber als normal bezeichnet wird. Allein in der Region Paris und westlich davon fehlten rund 3000 MW Kraftwerkleistung, was grosse Transite in Richtung Ost-West erwarten liess. Die mit den üblichen Methoden durchgeführten Betriebssicherheits-Analysen ergaben aber keine Hinweise auf eine besondere Gefahr.

**Störungsablauf:** Am 19. Dezember lag die Gesamtlast der EdF um 6 Uhr früh noch 700 MW unter dem Prognosewert. Gegenüber dem Vortag war in der Prognose eine Zusatzlast von 500 MW wegen abnormal tiefen Aussentemperaturen eingesetzt worden (Nachtmindestwerte in ganz Frankreich 5...7 °C tiefer als die langjährigen Mittelwerte für diese Nacht). Um 8 Uhr betrug die Gesamtlast jedoch bereits 38 500 MW statt 36 000 MW nach Prognose. Alle französischen Kraftwerke zusammen erzeugten 34 800 MW; eine letzte hydraulische Reserve von 500 MW war sofort in Betrieb genommen worden. Von seiten der eigenen thermischen Kraftwerke war gar keine Reserve mehr vorhanden. Aus dem Ausland wurden insgesamt 3700 MW importiert. In mehreren früheren Engpassfällen waren Mehrbelastungen von bis zu 1500 MW über dem Prognosewert ohne grössere Nachteile oder Störungen bewältigt worden.

Die steigenden Transitleistungen führten zu erhöhten Verlusten, und bald gab es auf mehreren wichtigen Leitungen starke Unterspannungen und Alarme wegen «Überlast während mehr als 20 min». Um 8.10 Uhr wurde «Grossalarm wegen drohendem Spannungszusammenbruch» gegeben. Verschiedene Schaltmanöver brachten keine Besserung, dagegen Überlast auf andern Leitungen. Um 8.26 Uhr löste eine wichtige, von Deutschland gespeiste 400-kV-Leitung zwischen Ostfrankreich und Paris automatisch aus. In der Folge schalteten sich innert weniger als 1 min ein Speicherwerk mit 800 MW, 7 Leitungen mit 400 kV und 6 Leitungen mit 225 kV automatisch ab. Wenige Sekunden später folgten weitere 4 Hauptleitungen. Einzig die französischen Grenzgebiete gegenüber Belgien, Deutschland, der Schweiz und Italien blieben dank der Importleitungen weiter versorgt. Der anschliessend versuchte Wiederaufbau des Netzes führte wiederum zu Überlastungen und zu einem neuen Ganzausfall um 9.08 Uhr.

Der erneute Netzaufbau erfolgte stufenweise, mit unterschiedlichem Erfolg. Einzelne Gebiete hatten bald wieder Strom; die Pariser Untergrundbahnen konnten gegen Mittag wieder fahren, während es in anderen Landgebieten länger ging. Erst gegen 18 Uhr war im EdF-Netz mit rund 36 000 MW die für diese Tageszeit übliche Normallast wieder vorhanden.

**Auswirkungen auf einige Industrie-Abnehmer:** Der Verband der chemischen Industrien von Frankreich hat die Antworten ausge-

wertet, welche 48 mittlere Betriebe auf eine Umfrage über die Auswirkungen der EdF-Störung gegeben haben. Insbesondere wurde das Verhalten von Notstromgruppen und von mit dem Landesnetz normal parallel laufenden Eigenanlagen der Industrie untersucht, deren Automatik nicht überall wunschgemäss funktioniert hat. Aus dem Bereich der Grosschemie und der Erdöl- und Raffinerieindustrie liegen Erfahrungsberichte vor. Auch hier wurden Folgerungen für die Änderung der automatischen Steuerungen bei Störungen im Landesnetz oder in der Eigenanlage gezogen. Die Kosten der Störung zufolge von Produktionsausfall und Verlusten infolge von missratenen Chargen oder Produkten wird von Esso mit rund 5,5 Mio Ffr., von Shell mit rund 2 Mio Ffr. angegeben. In mehreren Fällen hat sich gezeigt, dass die Sicherheitsvorrichtungen an den chemischen Anlagen für den Fall eines totalen Stromausfalls (Netzausfall und Versagen oder Abschalten der Eigenanlage) neu überdacht werden müssen.

P. Troller

### Wirtschaftliche Herstellung von Solarzellen mittels homogenem amorphem Halbleitermaterial

[Nach D.E. Carlson: Amorphous silicon cells. IEEE Spectrum 17(1980)2, S. 39...41]

Grundmaterial nahezu aller kommerziell erzeugten Solarzellen bildet hoch raffiniertes Einkristall-Silizium (Si). Reines kristallines Si verbindet Zuverlässigkeit und Wirkungsgrad in bester Weise, ist jedoch kostspielig, weshalb man für die Herstellung von Solarzellen eine preisgünstigere Alternative in Form eines Filmes aus amorphem Si sucht. Dieser Film wird auf einer Stahlplatte als Unterlage aufgebracht. Ein Vorteil dieser Herstellungsart ist die Möglichkeit der Serienfertigung. Eine aktive Schicht aus hydriertem amorphem Si von 1 µm Dicke wurde erstmals 1974 in den RCA-Laboratorien in Princeton N.J. entwickelt. Dabei betrug der Wirkungsgrad der Umwandlung zwar lediglich 0,01 %, ein Ergebnis, das immerhin Anstoss zu weiterer Forschung gab. Hauptgrund für den tiefen Wirkungsgrad waren strukturelle Inhomogenitäten in der Si-Filmschicht.

In neuerer Zeit gelang dem RCA-Labor mit Hilfe von Kleinzellen von 1,5 mm<sup>2</sup> Oberfläche eine Verbesserung auf 5,5 %. Weiteres Ziel blieb die Vergrößerung der Oberfläche von Zellen, welche aus p- und n-Schichten mit einer Isolations-Zwischenschicht bestehen und ähnlich der Schottky-Barriere aufgebaut sind.

Die Jahre 1975/76 brachten dann die Herstellung von amorphem Si mit nahezu gleichem Verhalten wie reine Si-Kristalle, und zwar unter Beigabe von 5...50 % chemisch gebundenem Wasserstoff, welcher eine kompensierende Wirkung auf die Inhomogenitäten im Halbleitermaterial hatte. Daraus ergaben sich für die Entwicklung einer Solarzelle zwei entscheidende Gesichtspunkte: einmal konnte das amorphe Si dotiert werden, so dass p- und n-Material einen pn-Zonenübergang bilden. Weiterhin erhöhte sich der Absorptionskoeffizient für einfallendes Licht im Vergleich zu reinkristallinem Si auf zirka das Zehnfache. In einem nur 1 µm dicken Film wurde somit ein bedeutender Anteil der Sonneneinstrahlung absorbiert.

Die fotoelektrischen Eigenschaften der Solarzelle werden massgeblich durch das die Sperrschicht der pn-Stoßstelle beherrschende elektrische Feld bestimmt. Optimale Ausbeute ergibt sich, wenn das Sperrgebiet die gesamte Schichtdicke des hydrierten amorphen Si einnimmt.

Seit Entdeckung des fotoelektrischen Effektes in amorphem, hydriertem Si sind fünf Jahre vergangen. Weitere Jahre Entwicklungsarbeit werden benötigt, bis sich grossflächige Anordnungen mit mindestens 5 % Umwandlungs-Wirkungsgrad auf wirtschaftliche Art industriell herstellen lassen.

M. Schultze

## Informationstechnik – Informatique

### Neuartiges Farbdruckverfahren mittels «Ink-Jet-Verfahren»

[Nach V. Humbel: Das Ink-Jet-Verfahren – eine Übersicht. Material + Technik 8(1980)1, S. 33...39]

Bei dem von konventionellen Druckverfahren völlig verschiedenen Ink-Jet-Verfahren wird Farbe oder Tinte berührungslos mittels einer Düse auf den Bedruckstoff gespritzt. Es handelt sich daher um ein Farbspritzverfahren, bei dem keine Druckform benötigt wird. Die Farbprogrammierung geht davon aus, dass durch einen Ultraschall-Vibrator gleich grosse Tröpfchen (Durchmesser etwa 50...60 µm) in gleicher Folge gebildet und diese gesteuert werden

können. Nach der Art, wie die Farbe in die Düse gepresst wird, unterscheidet man druckkonstante und druckvariable Systeme. Werden die Tröpfchen elektrisch aufgeladen und beim Durchfliegen eines elektrischen Feldes (etwa 20000 V/cm) auf den Bedruckstoff abgelenkt, dann markieren sie dort einen Punkt, d.h., sie drucken. Die neutralen, ungeladenen Tröpfchen werden durch das elektrische Feld nicht beeinflusst und fliegen geradeaus in einen Farbfänger. Umgekehrt können bei entsprechender Steuerung auch die ungeladenen Tröpfchen drucken.

Das Prinzipschema eines druckkonstanten Eindüsen Systems zeigt Fig. 1. Es werden dabei die Buchstaben oder Ziffern in einer Punktmatrix einzeln hergestellt, die Druckgeschwindigkeit ist von der Art der Matrix abhängig und beträgt bei einer 10×7-Matrix etwa 1375 Buchstaben/s. Durch den üblicherweise mit Ultraschallfrequenz von 50 Hz angeregten Vibrator werden 50000 Tröpfchen/s am Düsenausgang produziert.

Beim Mehrdüsen System (druckkonstant oder druckvariabel) wird eine ganze Zeile gleichzeitig gedruckt. Der Prototyp eines seit über einem Jahr bestehenden neuen Mead-Dijit-Systems enthält 1024 Farbdüsen auf einer Breite von 130 mm und erreicht Bahngeschwindigkeiten bis zu 200 m/min.

Die wesentlichen Merkmale des Ink-Jet-Verfahrens sind:

- Farbe wird ohne Druckform berührungslos aufgebracht; keine Abnützungerscheinungen.
- Keine Anforderungen auf mechanische Beschaffenheit (z.B. Glätte). Auch unebene Oberflächen und spezielle Bedruckstoffe (Metall- und Kunststoffoberflächen) können bedruckt werden.
- Gleichzeitiger Druck aller Druckfarben auf ein und derselben Stelle möglich.

Anforderungen an Druckfarben für das Ink-Jet-System: Niedrige Viskosität, elektrisch leitend, kleine Partikelgrösse, rasch trocknend. Meist wasser- oder alkohollösliche Druckfarben, Pigmentfarbstoffe sind ungeeignet.

Anwendungen: Hauptanwendungsgebiet für das druckkonstante Eindüsen System ist das Adressieren von Zeitungen und Zeitschriften (48000 Exemplare pro Stunde oder 200 m pro Minute im Endlosdruck) sowie das Beschriften von Verpackungen. Das druckkonstante Mehrdüsen System wird vor allem für das Drucken individuell verschiedener Briefe (15...20 unterschiedliche DIN A4-Bogen pro Sekunde, d.h. etwa 5 m/s), Adressenaufdrucke, Herstellung farbiger Grossbilder (für Werbung, Film und Bühne) usw. verwendet.

H. Hauck

### Neues vom Integrierten Fernmeldesystem der PTT

Wir haben im Bull. SEV/VSE 67(1970)18, Seite 953 ff. ausführlich über das technische Konzept des zukünftigen integrierten Fernmeldesystems IFS der PTT berichtet. Die technischen Hauptmerkmale dieses Systems sind bekanntlich:

- die zentrale Steuerung eines ganzen Netzes mit bis zu 100000 Teilnehmeranschlüssen;
- der Aufbau der Netze aus einer kleinen Anzahl verschiedenartiger vollelektronischer Einheiten;
- die Verbindung dieser Einheiten zu Fernmeldenetzen über ein einheitliches digitales Übertragungssystem;
- das Mehrebenenprinzip zur Gewährleistung der betrieblichen Sicherheit;
- der Einsatz umfassender technischer Hilfen für den Betrieb der IFS-Steuerbereiche.

Inzwischen wurde die Entwicklung von den PTT und den beteiligten Firmen intensiv vorangetrieben, und seit April 1980 ist eine Anlage für Betriebsversuche, der sog. *Mustersteuerbereich* (MSB), in Bern Mattenhof im echten Telefonverkehr eingesetzt. Vorerst wird nur der Verkehr der Quartierzentralen der Stadt Bern nach den Zentralen des Landesnetzes Bern vermittelt. In 9 Etappen soll der MSB dann schrittweise erweitert und funktionell dem jeweiligen Entwicklungsstand angepasst werden. Dabei werden in erster Linie folgende Ziele angestrebt:

- Erkennen und Prüfen kritischer Eigenschaften, insbesondere auch bezüglich der Kompatibilität mit bestehenden Anlagen;
- Nachweis der Betriebstüchtigkeit und Einführungsreife;
- Gewinnen von Erfahrungen bezüglich der notwendigen Qualifikation und Ausbildung des Betriebspersonals.

Die Einführung von IFS-Ausrüstungen im schweizerischen Netz wird voraussichtlich etwa 1985 beginnen. Im Jahr 2000 werden dann etwa die Hälfte aller Telefonteilnehmer direkt am IFS angeschlossen sein. Diese Entwicklung betrifft jedoch die «analoge» Peripherie mit



Kernstück des Operatorplatzes im sogenannten Kreisbetriebszentrum ist ein farbiges Display, über das sich der Operator alle erforderlichen Informationen über den aktuellen Zustand des Netzes und einzelner Ausrüstungen beschaffen kann.

konventionellen Telefonstationen und Leitungskonzentratoren nicht; in diesem Bereich sind erst Vorstudien im Gang, die den wirtschaftlichsten Weg zum volldigitalisierten Teilnehmeranschluss aufzeigen sollen. *Eb*

#### Thermographie in der Messtechnik

[Mario Andriollo: Thermographie – Innovative und reizvolle Spielerei der Optoelektronik/Infrarottechnik oder bewährte und nützliche Messmethode? Messen + Prüfen/Automatik, –(1979)6, S. 455...457]

Die Thermographie, d.h. die Infrarotbildtechnik, findet in der Messtechnik immer mehr Verwendung. In Forschungsabteilungen der Fabriken sowie bei Prozesskontrollen in der Produktion wird z.B. die Thermophotographie (Wärmebild) mit zunehmendem Erfolg eingesetzt, denn relative Wärmeverteilungen können in jedem Industriebetrieb auftreten. Mit diesem Verfahren können Stellen mit ungünstigen Temperaturen schnell und kostengünstig festgestellt und so Fehler entdeckt werden.

Ein Thermographie- oder Wärmebildgerät muss robust, handlich und leicht sein. Die vom zu messenden Objekt gesendeten Infrarotstrahlen gelangen in das Gerät, werden über ein rotierendes Spiegelsystem auf Infrarotdetektoren geleitet und in entsprechend starke elektrische Signale umgewandelt. Diese regen ihrerseits Leuchtdioden an, die rotes Licht emittieren. Das Licht wird durch eine Umlenkoptik in das Auge des Betrachters oder in ein tragbares Thermographie-Photogerät geleitet.

Mit Hilfe der Thermographie können z.B. elektrische Mängel an Hochspannungsleitungen, in welchen bei ungleicher Phasenbelastung ein Teil der Leitung überhitzt werden kann, leicht festgestellt werden. Es können schwelende Brände entdeckt und sogar Menschen durch dichten Rauch erkannt und somit gerettet werden. An Gebäuden lassen sich Schwachstellen der Wärmeisolation schnell und exakt lokalisieren. Der Anwendungsbereich der industriellen Thermographie ist sehr weit. Die zeitsparende und kontaktlose Prüfung in Industrieanlagen ermöglicht eine frühe Schadenerkennung, bei Gebäuden führt sie zu Energieeinsparungen. *E. Schiessl*

#### Computer-Sichtsysteme für industrielle Prüf- und Montageaufgaben

[Nach G.J. Agin: Computer vision systems for industrial inspection and assembly, Computer 13(1980)5, S. 11...20]

Computer-Sichtsysteme (Computer vision systems) werden, nach Kundenspezifikation ausgelegt, in bestimmten Produktionsprozessen eingesetzt, z.B. in der automatisierten Sichtprüfung von Leiterplatten, in der Flugzeugmontage oder zur Führung von Industrierobotern. Laufende Entwicklungen zielen auf Mehrzwecksysteme mit einem breiten industriellen Anwendungsspektrum für die drei Hauptgebiete Prüfung, Materialhandhabung, Montage.

Unter den Begriff «Computer Vision» fallen vor allem neue, leistungsfähige Systeme, die zweidimensionale Bilder liefern, deren In-

formationsgehalt (wie Position und Lage, Identität und Zustand eines Objektes) für die Steuerung und Durchführung bestimmter industrieller Fabrikationsprozesse herangezogen wird. Wesentliche Komponenten bilden Kameras und Mikrocomputer, die im Trend sinkender Elektronikpreise markante Kostenreduktionen erwarten lassen, dass die Betriebsleiter deren Einsatz zur Steigerung oder zum Ersatz menschlicher Arbeitskraft in Betracht ziehen können.

Für die Sichteingabe kommen die nachfolgenden Eingabebelegungen in Frage:

- *Vidicon-Kameras*: Übliches und billiges Gerät für die TV-Signalerzeugung, jedoch mit zahlreichen Nachteilen für industriellen Einsatz behaftet.

- *Halbleiterkameras*: Mit fotoelektronischen Elementen in den Technologien CCD (charge-coupled device) oder CID (charge-injection device); sie erreichen in neueren Ausführungen die nötige Auflösung (512 × 480) und Gleichförmigkeit.

- *Fotodiodenzeilen*: Für die Abtastung von kontinuierlich-linearen Bewegungen (z.B. Förderband), mit Auflösungen bis zu 2048 Elementen.

- *Laser-Scanner*: Eingesetzt für extrem schnellen Betrieb, wie für die Produktionsanzeige von Webmaterialien (Papier, Stoffe).

- *Direktzugriff-Einheiten*: Für bestimmte Anwendungen, wenn nicht das ganze Bild gespeichert und verarbeitet werden muss, sind hochauflösende Elektronenbildzerleger geeignet.

Abhängig vom Software-Prozess, werden entsprechend den Helligkeitsstufen 0 und 1 für weiss oder schwarz Binärbilder oder aber Grauskalen-Informationen mit Zwischenabstufungen im Bereich etwa 0...15 oder 0...63 erhalten. Bei der Art der Bildverarbeitung werden Systeme für direkten Bildvergleich, Teilezählung, Verbindungsanalyse, Formbeschreibung und Vergleich für die Objekterkennung und Teilklassifikation unterschieden. Die Methoden basieren teilweise auf komplizierten Algorithmen.

Am Stanford Research Institute/USA wurde ein Vision Module entwickelt, das für Binärbilder ausgelegt als Mehrzwecksystem mit zwei unabhängigen Mikrocomputern arbeitet und, ausgerüstet mit TV-Kameras, für Industrieroboter vielfältig eingesetzt werden kann. Die zukünftige Entwicklung von Computer-Sichtsystemen für die industrielle Automation dürfte wesentliche Verbesserungen des Leistungsvermögens bringen: Hardware und Software für schnelleres Ansprechen, leistungsfähigere Bildverarbeitungstechniken, schnelles Umprogrammieren, Techniken für dreidimensionale Wahrnehmung. Forschungsarbeiten laufen weltweit in zahlreichen Laboratorien und Instituten. So entwickelte z.B. Hitachi ein spezielles System für die Montage von Transistor-Schaltkreisen. Auf dem Gebiet der dreidimensionalen Wahrnehmung arbeitet General Motors mit Entfernungsmesstechniken «Lidar», Stereo, Defocussierung und Triangulation. *H. Hauck*

#### Fernkopierer im PTT-Abonnement

Ab Juli 1980 führen die PTT-Betriebe versuchsweise einen Teilnehmer-Fernkopierdienst (Telefax-Dienst) ein und bieten zu diesem Zweck ein eigenes Gerät im Abonnement an.

Die neue Telekommunikationsform des Fernkopierens hat sich in den letzten Jahren sprunghaft ausgebreitet. Immer mehr Unternehmen und Behörden bedienen sich der Fernkopie zur Übermittlung von textlichen und bildlichen Informationen. Diese Entwicklung ist nicht zuletzt den in den letzten Jahren unternommenen Normierungsbestrebungen auf dem Gerätesektor zuzuschreiben.

Bei dem von den PTT angebotenen Fernkopierer handelt es sich um ein manuelles Mehrnormengerät der CCITT-Gruppe 2. Ausser der genormten Übertragungsgeschwindigkeit von 3 min pro A4-Seite kann das Gerät wahlweise auch auf 2, 4 und 6 min umgestellt werden, was bedeutet, dass es auch mit Geräten der Gruppe 1 zusammenarbeiten kann. Der manuelle PTT-Fernkopierer 2346 beansprucht wenig Platz, arbeitet geräuscharm, ist einfach und ohne besondere Kenntnisse zu bedienen. Die Verbindungen werden über das Telefonwählnetz hergestellt; sie unterliegen den gleichen Taxen wie Telefongespräche.

In einer Marktstudie ergab die Kernfrage, ob die PTT für einen künftigen Telefax-Dienst die Fernkopierer (wie Fernschreiber und Telefonapparate) im Abonnement abgeben sollten oder ob es die Benutzer vorzögen, die Geräte privat zu beschaffen, eine deutliche Mehrheit für die Abgabe durch die PTT. Auch die sich abzeichnende weltweite Entwicklung der Faksimile-Telegrafie hat deshalb die PTT-Betriebe veranlasst, versuchsweise einen Teilnehmer-Fernkopierdienst mit eigenen Geräten einzuführen. Private, von den PTT ge-

prüfte und genehmigte Geräte bleiben selbstverständlich weiterhin zugelassen.

Der Fernkopierer PTT 2346 wird zu günstigen Bedingungen angeboten: die monatliche Abonnementsgebühr beträgt 100 Franken. Dazu kommen einmalige Installationskosten sowie ein fixer Betrag von Fr. 120.- für den Transport und die Inbetriebsetzung des Gerätes.

Neben dem neuen Telefax-Dienst stellen die PTT ihren Kunden weiterhin den 1976 eingeführten öffentlichen Faksimiledienst zur Verfügung. Bei den Telegrafämtern am Sitz der 17 Kreistelefondirektionen können wie bisher Meldungen zum Fernkopieren ins In- und Ausland aufgegeben werden. (Pressedienst PTT)

## Verschiedenes – Divers

### Leitfähige Thermoplaste

[Nach U. Rohde-Liebenau: Thermoplaste mit elektrischer Leitfähigkeit. Industrie-Elektrik + Elektronik 24(1979)18, S. 505...507]

Um das Auftreten unerwünschter elektrostatischer Aufladungen zu vermeiden, wurden bereits in erheblichem Umfang Kunststoffteile verwendet, die einen galvanischen oder aufgedampften metallischen Überzug besitzen.

Da jedoch beide Verfahren ziemlich aufwendig und mit einigen Nachteilen behaftet sind, wurde versucht, die Leitfähigkeit derartiger Teile durch Zusätze von Graphit, graphitiertem Russ, Kohlenstofffasern oder durch Metalle in Pulver-, Flocken- oder Faserform zu erhöhen. Bei Polyamiden gelingt es beispielsweise, durch Zusätze von Metallfasern oder Russ einen spezifischen Widerstand von  $10 \dots 10^3$  Ohm.cm zu erreichen. Wichtig ist aber dabei, dass die mechanischen Eigenschaften, insbesondere die Schlagzähigkeit, Biege- und Zugfestigkeit nicht stark herabgesetzt werden; auch muss das Auftreten von anisotropen Eigenschaften vermieden werden. Da sich in dieser Hinsicht Russ am günstigsten verhält, werden eine Reihe von Typen aus modifiziertem Polyamid (Handelsname «Vestamid») vorgestellt, welche auch bei tiefen Temperaturen noch eine sehr hohe Schlagzähigkeit aufweisen und mit denen für den Oberflächenwiderstand Werte zwischen  $10^3 \dots 10^8$  Ohm.cm erreicht werden können, was für die meisten praktischen Anwendungen als ausreichend angesehen werden kann.

Für die verschiedenen Typen, deren mechanische und elektrische Eigenschaften in einer ausführlichen Tabelle enthalten sind, ergeben sich eine ganze Reihe von Anwendungsmöglichkeiten:

- Bei elektrischen Bahnen als Einlagen in Betonschwellen zur Reduktion der Spannungspotentiale in den Schienen.
- Zur Verhinderung elektrostatischer Aufladungen bei tragbaren Funk- und Gasspürgeräten, oder bei Rotationsteilen, wie beispielsweise bei Flügeln von Ventilatoren.
- Halter für Abtastsysteme von Hi-Fi-Plattenspielern, da diese rationeller gefertigt werden können als solche aus Metallen.
- Im Bergbau für Batterielampen.
- Für leitfähige Rollen von Krankenhausbetten und Operationseinrichtungen.
- Als Schwimmkörper zur Abdeckung der Flüssigkeitsoberfläche von Tanks mit brennbaren Flüssigkeiten zur Verringerung der verdampfenden Mengen.
- Für Gehäuse, Lagerbuchsen und Lagerwellen bei elektronischen Geräten.

E. Müller

### Metallisches Glas

[Nach P. Chaudhari, B. C. Giessen u. D. Turnbull: Metallic Glasses, Scientific American 242(1980)4, S. 84...96]

Das Verfahren zur Herstellung von metallischem Glas beruht auf einer einfachen Überlegung. Wenn gewisse Materialien aus dem flüssigen Aggregatzustand unter ihrer Verflüssigungstemperatur abgekühlt werden, tritt die Kristallisation nicht sofort über das gesamte Volumen ein, sondern verbreitet sich innerhalb einer gewissen

Zeit von einigen atomaren Zentren aus. Wenn es gelingt, die Abkühlung sehr rasch zu bewerkstelligen, z. B. mit einem Temperatursturz von 1000 K innerhalb 1 ms, so bleibt die Auskristallisierung vor der Materialverfestigung gänzlich aus.

Dieses Verfahren der plötzlichen Abschreckung in einen glasartigen amorphen Zustand wurde 1960 von P. Duwez und R. H. Willens im California Institute of Technology entwickelt. Es bestand darin, dass ein Strahl geschmolzenen Materials, z. B. eine Legierung von Gold und Silizium  $Au_{81}Si_{19}$  auf einen rasch rotierenden Metallzylinder auftraf und dort zu einem extrem dünnen, amorphen Film erstarrte. Diese Methode führte in der Folge zur Entdeckung zahlreicher anderer Legierungen, die sich in dieser Weise abschrecken lassen.

Für die praktische Anwendung metallischer Gläser sind zunächst ihre magnetischen Eigenschaften zu berücksichtigen. Kristalline Körper haben normalerweise eine bevorzugte Magnetisierungsachse, die nur mit einem gewissen Energieaufwand in eine andere Richtung gedreht werden kann. Metallisches Glas verhält sich dagegen mehrheitlich isotropisch, d. h. ein Wechsel der Magnetisierung nach Grösse und Richtung ist nur mit geringen Verlusten verbunden.

Solche metallischen Gläser bestehen meistens aus Eisenlegierungen mit Anteilen an Bor, Kohlenstoff oder Silizium. Durch ihre magnetische Weichheit einerseits und einen hohen Leitungswiderstand andererseits lassen sie sich für Abtaster von Tonbandgeräten und rotierenden Magnetspeichern verwenden.

Eine in die Zukunft weisende Entwicklung zielt auf die Erzeugung metallischer Gläser als Supraleiter hin. Bei diesen existiert bekanntlich eine kritische magnetische Feldstärke, welche die Supraleitung spontan aufhebt. Für glasartige Legierungen scheint dieser kritische Punkt höher zu liegen als bei kristallinen Stoffen, weshalb man jene z. B. als supraleitende Filmspeicher in der Computertechnologie anwenden kann.

M. Schultze

### Über die Verschlechterung von Siliciumdioxid enthaltenden Isolierstoffen durch Schwefelhexafluoride

[Nach T. Suzuki, S. Nakayama und T. Yoshimitsu: Degradation of Insulating Materials, including  $SiO_2$  due to  $SF_6$  Gas Dissociation Products. IEEE Trans. Vol. EI-15(1980)1, S. 53...58]

Bekanntlich werden die Eigenschaften von Materialien, welche Siliciumdioxid ( $SiO_2$ ) enthalten, wie beispielsweise Glas und Porzellan, sehr leicht durch Dissoziationsprodukte von Schwefelhexafluorid ( $SF_6$ ) verschlechtert. Sehr stark ist dabei die Anwesenheit von Feuchtigkeit beteiligt. Es wurden verschiedene Erklärungen für diese Verschlechterung gegeben, doch wurde bisher noch nicht gefunden, welche spezifische Reaktion dabei beteiligt ist.

Aus diesem Grunde wurden verschiedene Materialien, welche Siliciumdioxid enthielten, wie beispielsweise Porzellan und Widerstandsmaterialien, in einer Atmosphäre untersucht, welche Dissoziationsprodukte von Schwefelhexafluorid enthielt. Diese Produkte wurden durch Lichtbogenentladung erzeugt; die verwendete Apparatur enthielt eine Schutzringmessanordnung für die Oberflächen- und Durchgangs-(Volumen-)Widerstandsmessung, Zuführungen für das Schwefelhexafluoridgas, für die Feuchtigkeitsdosierung und -messung, zum Gaschromatographen sowie Elektroden für die Lichtbogenentladung.

Es wurde gefunden, dass der Oberflächen- und Durchgangswiderstand mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt des  $SF_6$ -Gases abnimmt, dass aber die ursprünglichen Werte durch Abspülen in destilliertem Wasser und anschliessende Trocknung im elektrischen Ofen wiederhergestellt werden können. Als Ursache hierfür wird angenommen, dass die chemischen Produkte, welche die Herabsetzung der Widerstandswerte bewirken, Elektrolyte sind; dies wurde durch eine chemische Analyse bestätigt. In der Hauptsache sind Kieselfluorwasserstoffsäure und ähnliche Salze hierfür verantwortlich. Da die untersuchten Materialien zum Teil auch Metalloxide enthielten, können auch Metallfluoride, wie z. B. Kalium- und Natriumfluoride, in erheblichem Masse bei der Reaktion entstehen, da diese wasserlöslich und somit Elektrolyte sind.

E. Müller