

**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:** 77 (1986)

**Heft:** 11

**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>**

# Im Blickpunkt Points de mire

## Energie

### L'interconnexion France-Angleterre de 2000 MW à tension continue

[D'après «L'interconnexion France-Angleterre de 2000 MW». Plusieurs articles dans RGE(1985)2, p. 77...99]

De tous temps et par tous les moyens imaginables, la traversée de la Manche a été l'objet d'enjeux les plus divers; l'électricité ne pouvait naturellement pas s'y soustraire. Il s'agit à vrai dire de l'interconnexion de deux grands réseaux au sujet de laquelle l'intérêt économique et la sécurité d'exploitation qui en résulte ne sont plus à démontrer.

Une première liaison à tension continue d'une capacité de transport de 160 MW a été en service de 1961 à 1974. Cependant, la fréquence des avaries de câbles, subséquentes aux agressions mécaniques des ancrés et chaluts, a conduit à arrêter cette exploitation, cela principalement en regard des frais importants occasionnés par les réparations. Tirant les enseignements de ces 13 ans d'expérience, une nouvelle liaison, d'une capacité de transport de 2000 MW, a été conçue et mise au point après sept ans d'études et de tractations.

Désignée par le sigle IFA 2000, la liaison France-Angleterre comporte deux circuits bipôles, alimentés par des stations à quatre convertisseurs de 500 MW sous  $\pm 270$  kV. Les 8 câbles de la liaison sous-marine sont disposés par paires, selon quatre routes séparées. Pour ce qui concerne le tracé sous-marin, d'une longueur de l'ordre de 45 km, il s'agit de câbles à âme segmentée, d'une section 900 mm Cu, à isolation papier et masse stabilisée, le tout sous gaine de plomb et doté d'une armure de fils d'acier galvanisés. Ces câbles construits d'un seul tenant ont été dimensionnés pour véhiculer un courant de 975 A.

Une exigence de l'amirauté britannique spécifiant que le champ électromagnétique produit par ces câbles ne devait pas créer de perturbation supérieure à 2° des compas des navires, a conduit à installer deux câbles

de polarité opposée dans la même tranchée. La principale originalité de cette nouvelle liaison France-Angleterre réside toutefois dans le mode de pose. En effet, pour éliminer les avaries mécaniques déjà mentionnées, les câbles ont été disposés à 1,70 m de profondeur dans des tranchées creusées par des engins sous-marins chenillés.

La pose proprement dite s'effectue à partir d'un navire à positionnement dynamique sur lequel sont posées les deux longueurs de câble. Se déplaçant à la vitesse de l'ordre de 2 km par jour, ce navire sera escorté de trois navires de balisage, précaution particulièrement nécessaire sur cette route maritime très fréquentée par des unités de gros tonnage. Finalement, le bon fonctionnement de cette nouvelle liaison d'interconnexion à 2000 MW entre la France et l'Angleterre est assuré par un dispositif de contrôle-commande qui présente la particularité d'avoir un interface bilingue, et pour cause.

M. Fromentin

### Hochspannung durch einen elektrostatischen Generator

[Nach F. Cap: Ein leichter Hochspannungsgenerator. ÖZE, 39(1986)1, S. 5...8]

Die Energiedichte des magnetischen Feldes kann sehr viel grösser gemacht werden als jene des elektrischen Feldes. Aus diesem Grunde erfolgt heute die Umwandlung von mechanischer in elektrische Energie fast durchwegs mittels der elektromagnetischen Induktion. Durch elektrostatische Generatoren jedoch gewinnt man den Vorteil, relativ einfach hohe Spannungen zu erzeugen. Auch können sie, da sie kein Eisenjoch und keine Kupferwicklungen benötigen, gewichtsmässig leichter gebaut werden als Induktionsgeneratoren.

Mechanische Arbeit kann in elektrische Energie umgewandelt werden, wenn eine Kapazität periodisch vergrößert und verkleinert wird. Ein solcher Generator wurde bereits vor dem 2. Weltkrieg von Papalexii und Mandelstam gebaut. Er besteht einerseits aus feststehenden und andererseits aus rotieren-

den, leitenden Kreisscheiben, die abwechselungsweise planparallel auf einer gemeinsamen Achse sitzen. Jede dieser Scheiben trägt auf beiden Seiten eine Anzahl Kreissektoren, bestehend aus einem Dielektrikum, oder ist kreissektorförmig ausgeschnitten. Durch die Rotation erhält man eine sich periodisch vergrößernde und verkleinernde Kapazität. Wird ein solcher Kondensator mit einer Spule und einem Widerstand in Serie geschaltet, entsteht ein sog. parametrischer Schwingkreis (ein Parameter in der Schwingungsgleichung ist eine periodische Funktion der Zeit). Die gedämpfte Hillsche Differentialgleichung für die Ladung am Kondensator besitzt nur für ganz spezielle Werte der Kreiselemente eine periodische Lösung. Jedoch schon ein sehr kleiner Strom beeinflusst z.B. den Wert des Kreiswiderstandes. Die speziellen Werte der Parameter, für die der Generator theoretisch stabile Funktionen als Lösungen liefern kann, werden daher leicht verändert. Zudem sind die stabilen, periodischen Hillschen Funktionen keine Sinusschwingungen. Um praktisch verwendbare Wechselspannungen zu erzeugen, ist es deshalb notwendig, im instabilen Bereich zu arbeiten, die exponentiell anwachsenden Amplituden zu begrenzen und die Lösung der Differentialgleichung in Sinusschwingungen umzuwandeln. Dies kann durch Hinzufügen von nichtlinearen Gliedern erreicht werden. Die Beträge von Widerstand, Kapazität und Induktivität müssen aus diesem Grunde Funktionen der Ladung bzw. des Stromes sein.

Ein Modell eines solchen Generators wurde labormässig aufgebaut. Es bestand aus 17 kreisförmigen Scheiben mit je 12 Sektoren und einem Radius von 10 cm. Es lieferte bei 350 Hz eine Spannung  $U_{\max} = 1040$  V und im Betrieb mit verschiedenen Verbrauchern einen Strom von etwa 5 mA, was einer Leistung von rund 5,2 W entspricht.

Berechnungen haben ergeben, dass mit Luft als Dielektrikum zwischen den Kreisscheiben eine Leistung von einigen kW erreichbar ist. Mit einem isolierenden Medium mit höhe-

rer Dielektrizitätskonstante kann wohl die Leistung gesteigert werden, doch sinkt infolge grösserer Reibung der Wirkungsgrad. Eine solche Maschine ist ein typischer Hochspannungs-Hochfrequenz-Wechselstromgenerator, der besonders für hohe Drehzahlen der Antriebsmaschine geeignet ist. Dank seiner hohen Frequenz (z.B. 400 Hz) könnte er in der Flugzeugelektronik Anwendung finden. Weiter dürfte er sich als Erzeuger elektrischer Energie in der Laser- und Neonröhrentechnik, für Autos und Boote, für leichte, transportable Aggregate sowie in der Weltraumtechnik eignen.

F. Landolt

### Leistungsintegrierte Schaltkreise (PICs) sind im Kommen

[Nach V. Rumennik: Power devices are in the chips. IEEE SPECTRUM 22(1985)7, S. 42...48]

Nach einer Dekade ruhiger Laborentwicklung ist derzeit ein starkes Interesse für leistungsintegrierte Schaltkreise, abgekürzt PICs (power integrated circuits) festzustellen. PICs vereinen Leistungshalbleiter und logische Schaltungen auf einem Chip. Sie sollen bei der Leistungsumwandlung bzw. bei der Regelung hoher Spannungen und Ströme eingesetzt werden, beispielsweise in Kraftfahrzeugen, TV- und Audiogeräten, Haushaltgeräten usw. PICs sind derzeit für Stromstärken im Bereich 0,5 bis 30 A und für Betriebsspannungen zwischen 50 und 500 V ausgelegt, dadurch sind Leistungsabgaben bis zu einigen tausend W möglich. Die vielfältigen Ausführungsformen bedeutender Chip-Hersteller in den USA, in Japan und Europa lassen baldige kommerzielle Anwendungen erwarten.

Die Integration von Leistungselementen (power devices) mit Regelschaltkreisen auf einem einzigen Chip ergibt im Vergleich zu getrennten Anordnungen durch den Wegfall von Interfaceschaltungen eine starke Reduktion des Verdrahtungsaufwandes, der Abmessungen des Gesamtsystems sowie wesentliche Betriebsverbesserungen bei verringerten Kosten. Ausserdem ermöglicht die

Integration zahlreiche Funktionen wie Temperaturüberwachung, Überspannungs- und Überstromschutz, die bisher mit diskreten Einheiten nicht realisierbar waren. Der Entwicklungsschub bei den PICs resultiert nicht zuletzt aus der Übernahme der bei logischen ICs üblichen Design- und Herstellungsverfahren. So wurde aufgrund ihrer geringen Verlustleistung die CMOS-Technologie übernommen.

Trotz vielfältiger vorteilhafter Aspekte müssen bis zur Realisierung preisgünstig herstellbarer PICs weitere technische Hürden genommen werden; dazu zählen die Entwicklung einer geeigneten Isolation zwischen Hoch- und Niederspannungskreisen und wirtschaftlichere Fabrikationsverfahren.

Die Lebensdauer der PICs ist exponentiell von der Temperatur der pn-Übergänge abhängig; sie verringert sich etwa um den Faktor zwei pro 10 °C Temperaturanstieg. Ausreichende Wärmeableitung, meist in Form von Gehäuse-Kühlrippen, ist daher ein wesentliches Betriebsanfordernis.

Die zukünftige Entwicklung der PICs wird zweifellos mit der weiteren Miniaturisierung von LSI-Fabrikationsprozessen gekoppelt sein. Verbesserte Design- und Herstellungsverfahren mittels CAD, ein effizienteres, zweidimensionales Design (z.B. Resurf-Technik), der Einsatz neuer Dünnschichtmaterialien sowie weitere Massnahmen zur Verbesserung der Betriebseigenschaften, die Integration von Abtastrfunktionen und die optoelektronische Kopplung bilden Schwerpunkte in der PIC-Forschung. *H. Hauck*

#### **Forschungsanlage für Solarzellen im Netzbetrieb**

[Nach R. Fürniss et al.: Ein photovoltaischer Generator im Netzbetrieb. *Elektrizitätswirtschaft* 85(1986)5, S. 175...177]

Seit Frühjahr 1984 liefert in Karlsruhe ein kleiner Solarzellengenerator Energie ins Netz der Badenwerke AG. Seine Aufgabe ist es, dauernd Messwerte über den Betrieb aufzuzeichnen, welche dann Aufschluss geben über Rentabilität und Leistungsfähigkeit von möglichen zukünftigen Grossanlagen. Die Anlage dient nicht der Erprobung von Bauteilen, und die gelieferte Energie ist unbedeutend.

Der Solargenerator besteht aus 30 Solarplatten und hat eine aktive Oberfläche von 6 m<sup>2</sup>. Die Platten sind auf drei Gestelle verteilt, nach Süden ausgerichtet und in der Neigung verstellbar. Die Leerlaufspannung beträgt 336 V. Bei einer spezifischen Sonneneinstrahlung von 100 mW/cm<sup>2</sup> und der günstigsten Betriebstemperatur von 25 °C wird eine theoretische Ausgangsleistung von 576 W erreicht, was einem Wirkungsgrad von 9,6% entspricht. Diese Leistung wird aber nur selten erreicht, weil die Ausrichtung der Solarplatten zur Sonne nicht optimal und die Atmosphäre selten ganz klar ist.

Für die Einspeisung des Gleichstroms der Solarzellen in das Netz ist ein Wechselrichter erforderlich, der so geregelt sein muss, dass jeweils die maximale mögliche Energie übertragen wird. Im Gegensatz zu Solarzellen sind Wechselrichter für diese Sonderaufgabe im Handel nicht erhältlich. Man baute deshalb ein Gerät nach, welches das Institut für angewandte Physik der ETH Zürich bereits entwickelt hatte (siehe Bull. SELV/VSE 1980, S. 665; G. Guekos et al.: Energietransfer aus Solarzellen). Es besteht aus einem Gleichstromsteller, einer Halbbrücke und einer elektronischen Regelung. Mit einer Pulsweitenmodulation von 20 kHz wird der Gleichstrom aus dem Solargenerator in einen pulsierenden sinusförmigen Gleichstrom und mit der selbstkommutierenden Halbbrücke in Wechselstrom umgewandelt. Die elektronische Regelung stellt mit einem Probenschritt fest, ob der momentane Arbeitspunkt links oder rechts des Maximums der Leistungskennlinie des Solargenerators liegt und führt ihn dann automatisch in das Leistungsmaximum. Der Wirkungsgrad des Wechselrichters beträgt im Bereich zwischen 250 und 1000 W mindestens 88%. Der gesamte Oberschwingungsgehalt des abgegebenen Stroms liegt bei 1 kW Leistung unter 1%.

Arbeit und Leistung auf der Netzseite sowie die Globalstrahlung werden seit Frühjahr 1985 laufend gemessen und gespeichert. Bereits liegen erste Messergebnisse vor. Ende Mai 1985 wurden bei schönem Wetter 275 W mit einem Wirkungsgrad von 6% ins Netz abgege-

ben. An einem sonnenlosen Tag waren es noch 150 W bei 5% Wirkungsgrad. In einigen Jahren wird ein gesicherter Bestand von Messwerten für eine Elektrizitätswirtschaftliche Wertung vorliegen. *-lbf-*

### **Informationstechnik Techniques de l'information**

#### **SMD: Bauelemente der Zukunft**

[Nach H. Steinberger: Automatische Bestückung «drahtloser» Bauelemente. *Elektronik* (1985)25, S. 102...106]

Die automatische Bestückung von Leiterplatten oder Substraten mit elektronischen Bauelementen durchläuft die vier Phasen Substratvorbereitung, Bauteilzuführung, Bauteilplatzierung und schliesslich die Kontaktierung. Dabei finden immer mehr Bauelemente ohne Anschlussdrähte, die sogenannten oberflächenmontierbaren Bauelemente (SMD: Surface Mounted Device) Anwendung. Einzelhalbleiter, ICs sowie aktive oder passive Bauelemente in SMD-Bauform sind den konventionellen Bauformen hinsichtlich Kosten, Platz- und Gewichtseinsparung sowie Reduzierung parasitärer Kapazitäten und Induktivitäten an den Anschlüssen überlegen.

Beim Leiterbahn-Entwurf für die automatische Bestückung mit SMD-Bauelementen sind geräte- und prozesstypische Vorgaben zu berücksichtigen. Alle Bauteilpositionen auf dem Substrat sind vom Entwurf her bekannt und können von manchen Automaten als Koordinatenwerte direkt in das Bestückungsprogramm übernommen werden. Die Bereitstellung heutiger SMD erfolgt als Schüttgut, im Magazin oder im Gurt. Sie sind in Keramik- oder Kunststoffgehäusen erhältlich, wobei ihre Anschlüsse als winkel- oder hakenförmige Lötenden ausgeführt sind. Bei der Bauteilplatzierung wird zunächst eine der Bauteilform entsprechende Menge Kleber auf das Substrat gebracht. Hierauf werden die Bauteile von einem Bestückungskopf aus einer Zuführeinheit entnommen und an die richtige Position über dem Substrat gebracht. In dieser Position steuert das Rechnerprogramm die Einbaulage durch richtige

Drehung des Bestückungskopfes, welcher hierauf das Bauteil auf die vorgeklebte Stelle auf dem Substrat drückt. Bei der gemischten Bestückung mit drahtführenden Bauteilen und SMD-Bauteilen ist die Reihenfolge beliebig, jedoch ist es zweckmässig, die eine Sorte Bauteile auf die eine und die andere Sorte auf die andere Seite des Substrats zu platzieren. Ein fertig bestücktes Substrat wird zum Aushärten des Klebers für eine gewisse Zeit einer bestimmten Temperatur ausgesetzt. Anschliessend werden die Bauteile durch Schwallöten, Dampfphasenlötungen oder elektrisches Impulslöten verlötet. Nachher erfolgen noch optische Kontrolle, In-Circuit-Test, Funktionstest und Systemtest der fertigen Schaltung. Der Weltmarktanteil an SMD-bestückten Leiterplatten soll im Jahre 1990 bereits etwa 40% betragen.

*R. Wächter*

#### **Evolution des ISDN**

Der technische Fortschritt – insbesondere im Bereich der Mikroelektronik – hat den Weg in ein neues Zeitalter der Nachrichtentechnik geöffnet. Eine Vereinigung der bisher getrennten Netze wird möglich, und die Telekommunikationsdienste für Sprache, Bild und Daten werden umfassender.

Die Entwicklung bringt zunächst die Digitalisierung des Telefonnetzes mit den damit verbundenen technischen und wirtschaftlichen Vorteilen. Das digitalisierte Telefonnetz lässt sich dann zum Dienste-integrierten-Digitalnetz ISDN (Integrated Services Digital Network) erweitern. Damit wird die Basis geschaffen, um neben der Sprache auch Text, Bilder und Daten rasch und wirtschaftlich übertragen zu können. 1987 wird Siemens-Albis den PTT-Betrieben eine erste ISDN-Anlage (Genf) übergeben.

Später wird dann durch den Ausbau des Netzes mit breitbandigen Übertragungsmedien und die Integration von Breitbanddiensten der Übergang zum Breitband-ISDN vollzogen, das unter anderem die Übertragung von bewegten Bildern gestattet.

Den Sprung in die neue Technik haben die PTT im September 1985 mit der Übergabe der ersten IFS-Zentrale – der mit dem Digital-Vermittlungs-

system EWSO realisierten Transitzentrale Bern-Ittigen – gemacht. Diese von Siemens-Albis entwickelte Zentrale ist ein Grundstein für das Integrierte Fernmelde-System (IFS) der PTT. (Siemens-Albis-  
Pressemitteilung)

### Expertensysteme für den automatisch gesteuerten Betriebsablauf in Weltraumstationen

[Nach M. P. Georgeff und O. Firschein: Expert Systems for Space Station Automation. IEEE Control Systems Magazine 5(1985)4, S. 3... 8]

Man rechnet heute damit, dass ab Mitte der 90er Jahre dauernd bemannte und weitgehend automatisierte Weltraumstationen in Betrieb sein werden. Dazu wird ein System mit künstlicher Intelligenz für den Betriebs- und Experimentalablauf, ein sogenanntes Expertensystem, benötigt. Solche Systeme bestehen aus einer Anzahl von Programmodulen, welche über Kenntnisse (Knowledge) und Erfahrungswissen in zeitlich und räumlich abgegrenzten Bereichen verfügen. Die einzelnen Module werden in Abhängigkeit von der örtlichen Lage der Raumstation angesteuert und lassen sequentiell Betriebs- und Experimentalprogramme ablaufen. Eingeschlossen in diese Programme sind die Aktivitäten der einzelnen Astronauten. Innerhalb gewisser Grenzen sind die in den Programmen eingegebenen Daten durch die Mannschaft variierbar, ohne dass Katastrophensituationen entstehen können.

Die Entwicklung von Expertensystemen hat zwar heute einen beachtlichen Stand erreicht, stösst aber auch auf Grenzen. So ergeben sich z. B. Schwierigkeiten bei der rechnergestützten Darstellung bestimmter, abgegrenzter Weltraumbereiche wegen der vielen zeitlichen Variablen, die diese Bereiche kennzeichnen. Dazu kommt die Dynamik der jeweiligen Konstellation, welche durch fortlaufende Datenmessungen erfasst werden muss. Im Artikel wird auf weitere Programmschwerpunkte hingewiesen, die etwa den Begriff der Vernunft, die Erkenntnisverarbeitung, Auswerteprobleme, die Definition der Lernfähigkeit oder die Lernkapazität betreffen.

Selbstverständlich müssen Expertensysteme gewartet und regelmässigen Prüfungen unterworfen werden. Diese sind besonders wichtig, da sie ihrerseits die Durchführung und Überwachung der übrigen Systemkomponenten zu übernehmen haben.

In einem Blockdiagramm wird die Wirkungsweise des Systems und seiner Subkomponenten beschrieben. Daraus ist auch ersichtlich, dass das Expertensystem die Funktion eines Beraters der Astronauten einnimmt. Ein Plan für die zeitliche Realisierung zeigt, dass ein im Einsatz voll funktionierendes System für die US-Raumfahrt erst etwa im Jahre 2010 möglich ist. H. Klausner

### Verschiedenes – Divers

#### Kernspintomographie

[Nach A. Oppelt: Entwicklung und Erprobung von Funktionsmustern für die Kernspintomographie. Teil 1: Physik und Anlagentechnik. Siemens Forsch.- und Entw.-Bericht 15(1986)1, S. 40... 48]

Erstmals schlug Lauterbur 1973 vor, die NMR (Nuclear Magnetic Resonance) in Verbindung mit magnetischen Feldgradienten für Abbildungszwecke zu nutzen. Seit 1978 werden Geräte angeboten, welche die Voraussetzung für die KST (Kernspintomographie) in der Klinik bilden. Die KST misst die räumliche Verteilung der Kernmagnetisierung in einem ausgedehnten (menschlichen) Körper und stellt sie bildlich dar. Der (menschliche) Körper wird in ein homogenes Magnetfeld der Felddichte  $B$  gebracht und dem Feld wird ein kurzer HF-Impuls überlagert, um das thermische Gleichgewicht der Atomkerne zu stören. Die Kernmagnete beginnen zu präzessieren; da die Kernresonanz jedoch abklingt, muss sie periodisch angeregt werden. Ausgenutzt wird die Kernresonanz des Wasserstoffs (Protonen). Die Signale sind aber derart schwach, dass es zur Nutzung besondere Strategien braucht. Das Signal-Rausch-Verhältnis  $S/R$  wächst mit der Zahl  $N$  der Elementarwürfel (Voxel). Bei volumenhafter Messung ist mit einer  $64^3$ -Matrix eine Messzeit von 30 min zu erwarten. Bei flächenhafter Abtastung kann bei guter Auflösung  $N = 256$  ge-

macht werden (bester Kompromiss). Um  $S/R$  weiter zu verbessern, bleibt die Nachweisbandbreite zu reduzieren oder die Resonanzfrequenz (bzw.  $B$ ) zu erhöhen.  $B$  wurde seither verzwanzigfacht. Kernspintomographen benötigen ein (bekanntes) rechnergestütztes Kernresonanz-Spektrometer, einen grossen Magneten (65 kW) und HF-Gradientenspulen. Bei 5 MHz Messfrequenz muss der Magnet eine Homogenität von  $10^{-4}$  haben. Zur räumlichen Lokalisierung der Kernmagnetisierung werden dem homogenen Grundfeld während der Anregung und Messung des Kernresonanzsignals magnetische Feldgradienten überlagert, so dass die Frequenz des Signals eine Funktion des Ortes wird.

R. Zwahlen

#### Ein neuartiges Mikroskop

[Nach G. Binnig, H. Rohrer: Das Raster-Tunnelmikroskop. Spektrum der Wissenschaft (1985)10, S. 62... 68]

Das vom IBM-Forschungszentrum in Zürich entwickelte neuartige Raster-Tunnelmikroskop (STM = scanning tunneling microscope) ermöglicht eine bisher unerreichbare Beobachtungsgenauigkeit der Oberflächenstruktur von Festkörpern. Das Auflösungsvermögen dieses Instruments beträgt  $1/100$  des Atomdurchmessers, so dass einzelne Atome an der Oberfläche des Körpers beobachtet werden können. Das im 17. Jahrhundert von Leeuwenhoek erfundene optische Mikroskop kann, trotz aller späteren Vervollkommnungen, eine solche Auflösung unmöglich erreichen, weil die Lichtwellenlänge etwa 2000mal grösser ist als der Atomdurchmesser (Grössenordnung  $10^{-4}\mu\text{m}$ ).

Das Funktionsprinzip des neuen Mikroskops bildet der Tunneleffekt der Elektronen zwischen der untersuchten Oberfläche und einer beweglichen Elektrodenspitze, die diese Oberfläche in einem konstanten Abstand abtastet. Die Unebenheiten der Oberfläche werden auf einem Bildschirm sichtbar gemacht. Man erhält dadurch ein dreidimensionales Bild mit einer Vergrösserung von  $10^8$ . Dies erlaubt z. B. die Erforschung der atomaren Oberflächenstruktur eines Körpers, was ein Elektronenmikroskop nicht zu erfassen vermag.

Im Hinblick auf die hohe Empfindlichkeit und Auflösung muss das Instrument vor sogar kleinsten Erschütterungen geschützt werden, was durch besondere Konstruktionsmassnahmen gewährleistet ist (federnde Aufhängung, Bewegungsdämpfung durch Wirbelströme).

Die Anwendungsgebiete dieses Mikroskops erstrecken sich auf Physik, Chemie, Biologie und angrenzende Gebiete.

J. Fabijanski

#### Sicherstellung von Mikrofilmen und Originalakten in geschützten, unterirdischen Anlagen

Zur Sicherstellung wichtiger Dokumente wurde seinerzeit, gestützt auf das Bundesgesetz über die wirtschaftliche Landesversorgung, die Möglichkeit geschaffen, die von der schweizerischen Wirtschaft, den Verbänden, Banken, Versicherungen und Verwaltungen verfilmten Akten oder sonstiges Datensicherungsmaterial und auch Originalakten dem Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung (BWL) in verschlossenen, in der Grösse vorgeschriebenen Stahlkassetten oder als Einzelfilme zur Lagerung zu übergeben. Es versteht sich von selbst, dass diese Art Lagerung Vertrauenssache ist. Das BWL genießt mit seiner über 25jährigen Erfahrung in dieser Sparte heute das Vertrauen vieler Einlagerer.

Das Lagergut wird in einem optimal hergerichteten, unterirdischen, feuersicheren, klimatisierten, mit Kohlenfilter ausgerüsteten und NEMP-geschützten Lagerraum aufbewahrt. Der Lagerort ist geheim und nur den mit der Durchführung der Lagerung betrauten Personen des BWL bekannt. Sie unterstehen dem Amtsgeheimnis. Die Spedition der quartalsweisen Übergabe/Rückzug von Lagergut erfolgt per Cargo Domizil. Das Lagergut kann dem BWL aber auch persönlich überbracht oder beim BWL abgeholt werden.

Interessenten können beim Bundesamt für wirtschaftliche Landesversorgung, Belpstrasse 53, 3003 Bern, die Vorschriften BWL 341/2 über die Einlagerung von Mikrofilmen in geschützten, unterirdischen Anlagen, vom 1. Oktober 1983, beziehen.