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: 1

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: 10.12.2025

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

Im Blickpunkt
Points de mire

Energie

Stockage d'énergie par air comprimé

[D'après *R.B. Schainker, M. Nakhamkin:* Compressed-Air Energy Storage: Overview, Performance and Cost Data for 25 MW to 220 MW Plants. IEEE Trans. PAS-104 (1985)4, p. 791...795]

L'accumulation d'énergie sous forme d'air comprimé représente un moyen intéressant d'absorber des excédents d'électricité en heures creuses pour les restituer aux heures de pointe. Dans une turbine à gaz traditionnelle, seul environ un tiers de l'énergie fournie par le combustible est transformé en électricité, le reste étant absorbé par le compresseur de la machine. Lorsqu'on dispose d'une possibilité d'accumuler de l'air comprimé, le travail de compression peut être effectué en heures creuses au moyen d'énergie provenant de centrales de base, nucléaires ou à charbon. Le combustible noble nécessaire à la turbine est ensuite utilisé avec un bien meilleur rendement, couvrant la demande des heures de pointe.

Pour accumuler de l'air comprimé, on peut envisager des cavernes aménagées dans des formations rocheuses ou des dômes de sel, ou encore des aquifères dont la roche est suffisamment poreuse et perméable pour permettre des cycles journaliers de charge et décharge. Des formations géologiques appropriées se rencontrent sur les trois quarts du territoire des Etats-Unis.

Les avantages du procédé sont assez nombreux. On notera particulièrement:

- l'économie de combustible noble par rapport à des turbines à gaz,
- le grand nombre de sites possibles,
- la facilité de réglage (prise de charge rapide, bon rendement à charge partielle),
- la fiabilité (démontrée par la centrale de Huntorf en RFA, de 290 MW, depuis 1978),
- la modularité, le marché offrant des groupes de 220 MW ou de la classe 25–50 MW, combinables pour obtenir la puissance désirée,
- la possibilité de fixer les puissances de charge et de décharge indépendamment l'une de l'autre.

L'article est complété par quelques indications chiffrées, tirées d'une étude de l'EPRI. On y relève notamment des temps de prise de charge très courts (5 à 10 min. de l'arrêt complet à la pleine charge), des durées de construction de 2½ à 4 ans, selon la puissance et des coûts tout compris (1984) d'environ 500 à 700 US $ par kW installé, pour un stockage représentant environ 10 h de compression.

P. Desponds

Elektrochemische Metallbearbeitung

[Nach *C. van Osenbruggen* und *C. de Regt:* Electrochemical Micromachining. Philips Technical Review 42(1985)1, S. 22...32]

Bei der elektrochemischen Metallbearbeitung (auch elektrochemisches Senken genannt) bildet das Werkstück die Anode und das Werkzeug die Kathode. Durch den schmalen Spalt zwischen den beiden Elektroden zirkuliert ein Elektrolyt. Der fliessende Strom löst das Metall des Werkstücks örtlich auf, so dass ein negatives räumliches Abbild des Werkzeuges entsteht. Der Elektrolyt schwemmt das gelöste Metall weg und führt die entstehende Wärme ab. Die mechanischen Eigenschaften des Werkstücks beeinflussen das Verfahren in keiner Weise; auch harte und spröde Legierungen lassen sich problemlos bearbeiten. Es tritt keine Werkzeugabnützung auf, und es entstehen keine Brauen am Werkstück. Typische Werte für die elektrochemische Metallbearbeitung:

Distanz zwischen Werkstück und Werkzeug	20...200 µm
Betriebsspannung	2...40 V
Stromdichte	100...1000 A/cm²
Strömungsgeschwindigkeit des Elektrolyten	10...50 m/s
Abtragegeschwindigkeit am Werkstück	0,5...10 mm/min

Meist wird nicht der gesamte fliessende Strom zum Materialabtrag genutzt. Je nach Reaktionspartnern laufen noch andere chemische Vorgänge ab. Bei Verwendung von $NaNO_3$ als Elektrolyt bildet sich eine passivierende Oxid- und Hydroxidschicht auf Stahlwerkstücken. Diese behindert den Materialabtrag besonders stark bei kleinen Stromdichten. Dies verbessert die Genauigkeit, indem Streuströme ausserhalb der eigentlichen Bearbeitungszonen keinen wesentlichen Metallabtrag bewirken, während bei den hohen Stromdichten im engen Spalt zwischen Werkstück und Werkzeug nur eine unwesentliche Behinderung der elektrochemischen Reaktion entsteht.

Für das Werkzeug ist ein guter Leiter zu wählen, welcher mit den herkömmlichen Methoden leicht zu bearbeiten ist. Werkzeugteile, welche kein Material abtragen sollen, sind zu isolieren. Epoxy-Harze sind dazu ungeeignet, weil H^+-Ionen eindringen können. Als Isolation haben sich zwei Lagen des Halbleiters SiC, eine vom n- und eine vom p-Typ, bewährt. Ebenfalls geeignet sind zwei Lagen von ungedoptem SiC, zwischen welchen eine hochisolierende, amorphe Schicht von Si_3N_4 liegt. Beide Schutzüberzüge können dünner als 15 µm sein und behindern deshalb den Fluss des Elektrolyten kaum. Für die Beschichtung mit SiC eignet sich Molybdän besonders gut.

Hohe Stromdichten können dazu führen, dass die Reaktionsprodukte durch den Elektrolyten nicht genügend schnell weggeschwemmt werden und sich am Werkzeug festsetzen. Auch können Änderungen des Widerstandes und der Zusammensetzung des Elektrolyten die Genauigkeit ungünstig beeinflussen. Durch Verwendung von pulsierendem Gleichstrom vermeidet man diese Probleme weitgehend, weil frischer Elektrolyt den Spalt zwischen Werkstück und Werkzeug während der Strompausen reinspült.

Nachfolgend sollen einige Beispiele zeigen, wo die elektrochemische Metallbearbeitung vorteilhaft angewendet wird:

Rechteckiges Zahnprofil auf 1,5 mm dickem Flachstahl. Zahnabmessungen 0,37 mm breit, 0,77 mm tief.

Kalibrierte Löcher an der Spitze eines Hohlkegels. Durchmesser 50 µm ± 1 µm.

Rasierklingenscharfe Schneidekante an 30 µm dickem Werkstück.

Bearbeitung von dünnen Metallfolien, wenn Stanzen wegen Brauenbildung oder inneren Spannungen nicht in Frage kommt, oder bei Serien über 1 Mio Stück statt photochemischem Ätzen (Wegfall der Behandlung mit Photoresist).

Entgraten von mit anderen Verfahren hergestellten Werkstücken.

-lbf-

Berlin: Batteriespeicheranlage von 8500 kW

Die Insellage von Berlin (West) schafft auch für die Stromversorgung der Stadt besondere Bedingungen, da Berlin sich nicht auf ein überregionales Verbundnetz abstützen kann. Dass es dennoch bisher immer gelang, die Netzspannungen stabil und die Frequenz von 50 Hz innerhalb einer Regelbandbreite von ± 0,2 Hz einzuhalten, war durch die dafür notwendigen Leistungsreserven sichergestellt. Zur Deckung der Spitzenlasten werden heute Gasturbinen, zur dynamischen Regelung Dampfspeicheranlagen und die Frequenzregelung eingesetzt.

Zur Verbesserung des Umweltschutzes wird die Berliner Kraft- und Licht AG (Bewag) im Rahmen eines umfassenden Modernisierungsprogramms für die bestehenden Kraftwerke auch ältere, zur Zeit noch in Betrieb befindliche Turbogeneratoren stillegen. Im Interesse einer sicheren Stromversorgung muss die dadurch entfallende elektrische Regelleistung durch andere Einrichtungen ersetzt werden.

Ein mögliches Verfahren benutzt grosse Batteriespeicher, die durch Stromrichter geladen und entladen werden. Bereits im Jahr 1981 hat AEG den Stromrichter für eine kleine Versuchsanlage mit einer Leistung von 15 kW für die Bewag geliefert. Die Erfahrungen mit dieser Anlage, die hauptsächlich zur Erprobung der Lebensdauer der Batterien diente, waren so ermutigend, dass sich die Bewag entschloss, eine grosse Batteriespeicheranlage mit einer Batterie-Nennleistung von 8500 kW (ausbaubar auf 17 MW) zu errichten. Diese Lösung ist wirtschaftlich interessant und weist hervorragende dynamische Eigenschaften auf (100% Leistungsänderung in weniger als 0,1 s). Die volle Leistung steht allerdings nur wenige Minuten zur Verfügung. Es

wird die grösste Batterieanlage der Welt sein. Kernstück der Anlage, die in einem mittleren Gebäude Platz findet, sind neben den Batterien die Stromrichter zum Laden und Entladen sowie die dazugehörigen Steuer- und Regeleinrichtungen. Es werden luftgekühlte Hochleistungsstromrichter vom Typ Semiduktor 100 eingesetzt. Jeder der zwei Stromrichter hat eine Leistung von 2×4300 kW. Die Steuer- und Regelfunktionen werden von Mikroprozessor-Einheiten des Systems Logistat CP80-500 ausgeführt.

(Mitteilung AEG)

Informationstechnik
Technique de l'information

Computer bauen Computer

[Nach *J. Heusler:* Computer bauen Computer – Rechnereinsatz in der Elektronikfertigung. Elektronische Rechenanlagen 27(1985)3, S. 157...165]

Die Einsatzmöglichkeiten von Computern scheinen unbegrenzt, weshalb es nicht verwunderlich ist, dass der Computer auch bei der Entwicklung und Fertigung neuer Computer eingesetzt wird. Er wird vor allem dann zum unentbehrlichen Hilfsmittel, wenn es darum geht, mittels Simulation komplexe Rechnerschaltungen schon im Entwurfsstadium auf ihre Funktionstüchtigkeit zu überprüfen. Der Artikel zeigt, wie im grössten Computerwerk der Siemens AG in Augsburg Rechner mit Hilfe von Rechnern hergestellt werden.

Der Entwurf einer Zentraleinheit und deren technische Realisierung ist ohne Entwicklungsautomat (CAD) mit einem Datenspeicher- und Bibliothekssystem nicht mehr denkbar. Das Zusammenspiel zwischen diesen beiden Systemen einerseits und den Teilsystemen für Entwurf, Layout, Änderung und Fertigung anderseits, erfolgt über die Produktdaten-Administration, die dafür sorgt, dass bei Abschluss der Entwicklung das Produkt im Datenspeicher vollständig beschrieben ist. Simulationsprogramme des CAD-Systems verifizieren die verschiedenen Funktionen, bevor die Fertigung einsetzt.

Die mit dem CAD-System gewonnenen Daten können im wesentlichen direkt zur Steuerung der Baustein-, Rückwandverdrahtungsplatten- und Baugruppenfertigung eingesetzt werden. Mit einer Produktionsplanung und -steuerung wird für jede Fertigungsstufe der Bedarf an Material, Maschinen und Fertigungsstunden berechnet. Der Computer optimiert dabei die Fertigungs- und Prüfabläufe unter Berücksichtigung von Kosten und Durchlaufzeit. Er stellt auch sicher, dass beim automatischen Bestücken der Leiterplatten nur zugelassene Bauteile verwendet und Bauteileabstände eingehalten werden. Ferner übernimmt er die Steuerung von CNC-Fertigungsautomaten. Die während der Schaltungsentwicklung und Konstruktion laufend erfassten technischen und geometrischen Daten dienen auch zur automatischen Erzeugung von Testdaten. Diese wiederum gewährleisten eine exakte und wirtschaftliche Prüfvorbereitung und -durchführung. Der Einsatz von Computern beim Bau neuer Computer wird sich weiter verstärken und noch vermehrt zu wesentlich kürzeren Fertigungszeiten und zu einer wachsenden Konzentration von Verarbeitungsleistung auf immer kleinerem Raum beitragen.

R. Wächter

Ein Datennetz für wissenschaftliche Anwendungen

[Nach *G.E. Hoffmann:* Gigantischer Computer-Verbund für alle deutschen Wissenschaftler mit DFN, ntz 38(1985)5, S. 338...341]

In Anlehnung an die internationalen Normen (ISO, CCITT) wurde 1984 in der Bundesrepublik Deutschland ein umfassendes Datennetz, das Deutsche Forschungsnetz (DFN), gegründet. Dieses stützt sich auf die Datendienste der Deutschen Bundespost und ist ausschliesslich für wissenschaftliche Zwecke bestimmt. Das DFN ist ein offenes Netz (im Sinne von ISO) und ermöglicht allen Forschungszentren von Hochschulen, Industrie und anderen Sparten Zutritt zu den grössten Rechenanlagen (z.B. Siemens, DEC, CDC, Univac) und wissenschaftlichen Datenbanken. Das DFN bietet Verbindungswege hoher Qualität an und vereinigt zwei Vorteile: Es bietet auch kleineren Forschungszentren direkten Zugriff zu grossen Rechenanlagen und erlaubt damit, deren hohe Leistungsfähigkeit dank Time-Sharing-Betrieb besser auszunutzen. Dazu erleichtert das DFN die wissenschaftliche Zusammenarbeit von entfernten Forschungszentren. Auch eine Zusammenarbeit mit ähnlichen, schon bestehenden Netzen, wie z.B. mit dem auf IBM bezogenen EARN, dem amerikanischen Netz BINET oder mit anderen derartigen Netzen im Ausland ist vorgesehen. Vier Arten von Diensten stehen zur Verfügung: der Dialogdienst, der File-Transferdienst, die Ausführung von Rechenaufträgen sowie der Messagedienst. Das DFN-System befindet sich in einem bis 1987 dauernden Versuchsbetrieb. Die bisherigen Ergebnisse können als sehr befriedigend bezeichnet werden.

J. Fabijanski

Digitalisierung von Fernsehempfangsgeräten

[Nach *L.J. van de Polder* et al.: Evolution of television receivers from analog to digital. Proc. of the IEEE 73(1985)4, S. 599...611]

Der zunehmende Einsatz digitaler Schaltkreise in TV-Empfangsgeräten – es stehen weltweit davon derzeit über 500 Mio im Gebrauch, und diese Anzahl ist weiterhin stark steigend – ermöglicht Kostenreduktionen und eine Erhöhung der Zuverlässigkeit. Da die integrierten Schaltkreise über einen internen Datenbus gesteuert werden, lassen sich zusätzliche Eigenschaften wie Stehbild, Zoom, Bild-in-Bild usw. sowie eine Verbesserung der Bildqualität durch Flimmer- und Rauschreduktion realisieren. Die Schlüsselkomponenten der Digitalisierung sind komplexe, schnelle VLSI-Schaltkreise, speziell «digital field stores», bestehend aus einer Anzahl von CCD (charge-coupled device).

Die ersten Digitalschaltkreise in TV-Geräten kamen für die Fernbedienung mittels Infrarot oder Ultraschall zum Einsatz. Heute kommen für die diversen Steuerungsaufgaben Mikroprozessoren und Datenbussysteme zur Anwendung. Durch ein internes Bussystem, das die verschiedenen ICs innerhalb des Empfangsgerätes verbindet, verringern sich nicht nur der Verdrahtungsaufwand und die peripheren Komponenten, es werden auch zahlreiche Verbesserungen erreicht (genaue Abstimmung, automatischer Abgleich, erhöhte Zuverlässigkeit, Flexibilität für Software-Optionen usw.). Über ein externes Bussystem können die Elemente eines kompletten audiovisuellen Heimsystems, ausserdem die Beleuchtung, elektrische Sicherungssysteme, Heimcomputer usw. angeschlossen werden. Für diese Zwecke werden europäische TV-Empfangsgeräte der gehobenen Preisklasse bereits mit einem entsprechenden Stecker ausgestattet. Der künftige Einsatz der Digitaltechnik in der Videosignalverarbeitung wird zweifellos auch von den Fortschritten neuer Entwicklungen analoger Schaltkreise beeinflusst. So wird erwartet, dass noch viele Jahre TV-Geräte der niedrigen Preisklasse in Analogtechnik ausgeführt werden.

Im zentralen Teil des vorliegenden Berichts werden anhand von Blockschaltbildern und Funktionsschemata die wesentlichen Elemente der Videosignalverarbeitung (Abtastung, Entschlüsselung), der Teletext-Dienste sowie künftiger Multiplex-Fernsehübertragungs-Systeme (MAC = multiplexed analog components) eingehend erläutert.

Als wahrscheinlich für die zukünftige Entwicklung von TV-Empfangsgeräten kann angenommen werden: Die Nachfrage nach billigen Geräten wird steigen; gleichzeitig wird ein wachsender Markt für Grossschirmmodelle mit bester Bildqualität erwartet, ebenso für portable Geräte mit geringem Leistungsbedarf. Die Hauptgruppe der Farbfernsehgeräte wird mit immer mehr Eigenschaften ausgestattet wie: Stereoton, Anschluss an ein Heim-Bussystem, Teletex usw. Die Signalquellen können verschiedenen Ursprungs sein: terrestrisch, von Satelliten, Kabel, Video-Kassettenrecorder, Videoplatten, Heimcomputer, Videotext usw. Die Voraussage erscheint berechtigt, dass in den kommenden Jahren immer mehr digitale Schaltkreise in den TV-Empfangsgeräten eingebaut werden, vor allem aufgrund der dadurch erreichbaren Kostenreduktion und Qualitäts- bzw. Komfortverbesserung.

H. Hauck

Eingebaute Selbsttests für Digitalschaltungen

[Nach *E.J. McCluskey:* Built-In Self-Test Techniques. IEEE Des. and Test of Comp. 2(1985)2, S. 21...28]

Die Nachteile universeller Testautomaten für Digitalschaltungen sind bekannt: hohe Kosten, grosser Zeit- und Speicherbedarf. Diese Nachteile können vermieden werden, wenn man einige oder alle Testfunktionen in das Testobjekt (IC oder Leiterplatte) einbaut. Je nach Zielsetzung sind zwei Fälle zu unterscheiden. Beim *impliziten Testen* geht es darum, die Funktion laufend zu überwachen. Man spricht dann häufig von BIT (built-in test) oder Selbsttest. Mit *explizitem Testen* meint man Tests für Produktion oder Reparatur; diese sind unabhängig von der beabsichtigten Funktion der Baugruppe.

Für einen eingebauten, expliziten Selbsttest (BIST, built-in self test) benötigt man einen Generator für die Stimuli-Pattern und eine Auswerteschaltung für die Antwort-Pattern. Aus Aufwandsgründen möchte man die Testpattern im Augenblick des Tests erzeugen (concurrent test pattern generation). Meistens verwendet man Pseudozufallsfolgen, die man mit Hilfe eines rückgekoppelten Schieberegisters erzeugen kann. Zur Auswertung der Antwort-Pattern müssen diese kompaktiert werden, andernfalls wird der Aufwand zu gross. Dafür wurden verschiedene Methoden entwickelt: Parity-Methoden, Zählverfahren und linear rückgekoppelte Schieberegister (LFSR). Das LFSR berechnet eine Signatur der getesteten Schaltung, die mit der Signatur der fehlerfreien Schaltung verglichen wird. Die Tatsache, dass auch fehlerbehaftete Schaltungen dieselbe Signatur liefern können wie fehlerfreie, führt zu einer Reduktion der Fehlerüberdeckung.

Das Verfahren mit Pseudozufallsfolgen als Stimuli und LFSR zur Auswertung wird heute überwiegend verwendet. Wesentliche Fragen, die es noch zu beantworten gilt, sind: Ist eine detaillierte Fehlersimulation wirtschaftlich vertretbar, und ist die Annahme einzelner Stuck-at-Fehler für VLSI-Chips noch brauchbar? *E. Stein*

Rechnergesteuertes Datenverbindungsnetz über Satelliten für mobile, erdgebundene Teilnehmer

(Nach *K. Brayer:* Packet Switching for Mobile Earth Stations via Low-Orbit Satellite Network. Proc. IEEE 72(1984)11, S. 1627...1636)

Für die weltweite Datenübertragung zwischen zwei beliebigen, mobilen Erde-Stationen wird ein Übertragungsnetz von orbitalen Kommunikationssatelliten vorgeschlagen, wobei diese völlig autonom mit Hilfe ihrer Bordrechner den günstigsten Übertragungsweg vom Sender bis zum Empfänger aufbauen. Die einzelnen Satelliten stellen die aktiven Knotenpunkte im Netzwerk dar, welche ein einmal empfangenes Datenpaket an einen nach gewissen Auswahlkriterien vorbestimmten Nachbarknoten weitergeben. Die sich ständig ändernden Verbindungsqualitäten zwischen den einzelnen Knoten erfordern die laufende Einschaltung neuer Knoten. Damit verändern die im Netzwerk aktiven Verbindungsstrekken laufend ihre Struktur und Knotenzahl. Die Sicherstellung der Verbindung erfordert in jedem einzelnen, autonom arbeitenden Satelliten einen wegsuchenden Algorithmus, welcher bei Eintreffen eines Nutzsignals im Bordrechner aktiviert wird. Innerhalb des Netzes wirkt jeder Satellit als Knoten, welcher erst aktiv wird, wenn die Verbindungsstrecke über ihn läuft. Alle Knoten sind gleichwertig, es ist deshalb keine Netzleit- oder Kontrollstation erforderlich.

Das Satellitennetz soll durch eine Anzahl jeweils auf mehreren gegeneinander geneigten Orbitalbahnen kreisender Satelliten gebildet werden. Damit wird sichergestellt, dass die gesamte Erdoberfläche für die Verbindungsherstellung verfügbar ist. Jeder Satellit verfügt als Knoten über einen aktiven Prozessor, der die Signale empfängt, dekodiert und für die Weiterleitung an einen bestimmten Nachbarknoten erneut aufbereitet, kodiert und aussendet. Das Konzept der Streckenauswahl erfolgt in einem ersten Schritt durch die mathematische Berechnung der geometrisch kürzesten Verbindung zwischen den Terminals. Im zweiten Schritt erfolgt die durch die Verbindungsqualität bedingte Wahl und Identifikation des geeigneten Nachbarknotens, welcher nicht auf dem kürzesten Weg liegen muss. Voraussetzung für diese Vorgänge ist die Kenntnis der Adresse und des geographischen Ortes des mobilen Empfängers. Jeder Satellit verfügt über das gespeicherte Adressverzeichnis sämtlicher Teilnehmer, welches dauernd ergänzbar ist durch neue oder durch Wegfall alter Adressen.

Im einzelnen beschreibt der Aufsatz die Arbeitsweise der Knotenstationen, die Netzwerkparameter, den Adressaufbau und die laufende Systemkontrolle sowie die mathematischen Grundlagen für die Berechnung der «Leitfähigkeit» (connectivity) des Netzes. Abschliessend wird das zur Erprobung eines solchen Netzes gebaute Simulationsmodell vorgestellt. Das Literaturverzeichnis weist auf Einzelaspekte des beschriebenen Systems hin, insbesondere auf den wegsuchenden Algorithmus (routing algorithm). *H. Klauser*

Akustische Verfahren bei Isolierstoffen und Dielektriken

[Nach *R.T. Harrold:* Acoustical Technology Applications in Electrical Insulation and Dielectrics. IEEE Trans. on El. Insul. EI-20(1985)1, p. 3...19]

Schallwellen bewegen sich über molekulare Wechselwirkungen fort, weshalb ihre Dämpfung und Geschwindigkeit von Veränderungen im Ausbreitungsmedium abhängen. Akustische Verfahren können deshalb zur Messung der meisten physikalischen Eigenschaften von Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern herangezogen werden. Ein erstes Verfahren besteht darin, Schallwellen in ein Medium eindringen zu lassen und die Dämpfung und Schallgeschwindigkeit zu messen und auszuwerten: Von der Untersuchung des Einflusses von Teilentladungen auf die Schallwellen erwartet man neue Kenntnisse bezüglich des Durchschlagsmechanismus in Dielektriken. Schallwellen ermöglichen Teilentladungsdiagnosen auch an unzugänglichen Orten. Zusätzlich könnten die so erlangten Kenntnisse über die Struktur dielektrischer Materialien bei der Entwicklung von Materialien mit längerer Lebensdauer helfen. Das Verfahren dient aber auch dazu, die Reinheitsgrade von Gasen, Flüssigkeiten und festen Körpern zu messen. Im weiteren können Änderungen von Gasgemischen und -drücken gemessen werden, ebenso Materialdichte, -porosität sowie Kristallgrösse und -orientierung. Durch die Messung der Dämpfung von Schallwellen durch Gasblasen in einem flüssigen Dielektrikum können solche Unreinheiten eruiert werden.

Bei einem zweiten Verfahren (Horchmodus) werden die im Medium entstehenden Schallwellen, die auf Teilentladungen in Dielektriken, mechanische Spannungen, Verformungen und Mikrorissen in Materialien zurückzuführen sind, ausgewertet. Mit dieser Methode kann z. B. die Lage einer Teilentladung oder eines Durchschlages lokalisiert werden. Auch können Töne, die an Metalloberflächen aufschlagende Teilchen verursachen, ausgewertet werden. So kann z. B. die Temperatur einer heissen Metalloberfläche in einer Flüssigkeit bestimmt werden.

Ein letztes Verfahren betrifft die Anwendung energiereicher Schallwellen; dieses kann u. a. zur Zerstäubung von Flüssigkeiten angewendet werden. Dieses Verfahren wird auch zur Auflösung von eingeschlossenen Gasblasen benutzt.

R. Tüscher