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: 73 (1982)

Heft: 9

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: 16.07.2025

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

Im Blickpunkt – Points de mire

Energietechnik – Technique de l'énergie

Langstabisolatoren aus Porzellan oder in kombinierter Form – eine Lösung für künftige Leitungsanforderungen

[Nach *E. Bauer* und *H. Dietz:* Porcelain and composite longrod insulators – A solution for future line requirements. IEEE Trans. EI-16(1981), S. 209...219]

Langstabisolatoren sind in Mitteleuropa seit mehr als 40 Jahren in Gebrauch und haben die kappen- und kegelförmigen Typen weitgehend ersetzt; in anderen Ländern, u.a. in den USA, haben sie insbesondere für Hochspannungsleitungen, die mit Verschmutzungsproblemen konfrontiert werden, zunehmende Verbreitung gefunden. Auch für Hochspannungs-Gleichspannungsübertragungen werden aufgrund theoretischer Überlegungen beträchtliche Vorteile für ihre Anwendung vorausgesehen.

Trotz ihrer allmählich weltweiten Anwendung und der ausgezeichneten Betriebserfahrungen scheinen Langstabisolatoren mancherorts noch nicht hinreichend bekannt zu sein; der Aufsatz gibt deshalb eine Übersicht über ihre elektrischen und mechanischen Eigenschaften sowie über ihr Verhalten unter Verschmutzung, Lichtbogenentladung und Überspannungen. Ausserdem wird auf Einzelheiten und auf Unterschiede bei der Installation und während des Betriebes im Vergleich zu den gerippten kappen- und kegelförmigen Isolatoren eingegangen sowie auch auf die Technologie der Dimensionierung.

Die Überlegenheit der Langstabisolatoren, besonders ihr Verhalten bei Verschmutzung, ist vor allem durch ihre Bewährung bei der Elektrifizierung in Ländern mit trockenem Klima bewiesen, beispielsweise bei einer 230-kV-Leitung in Saudiarabien. Unter gleichen Verschmutzungsbedingungen und bezogen auf die gleiche Kriechweglänge haben Langstabisolatoren ein um 20% besseres Verhalten gezeigt als die kappen- oder kegelförmigen Isolatoren; auch die Gewichtsersparnis ist beträchtlich, bis zu 50%; für eine 380-kV-Anlage werden beispielsweise Doppelketten aus 6 Langstabisolatoren benötigt; für eine gleichwertige Isolatorkette aus kappen- oder kegelförmigen Isolatoren wären dagegen 40 Isolatoren erforderlich!

Bei den kombinierten Langstabisolatoren, die aus einem glasfaserverstärkten Kern mit einem Überzug aus Silikonkautschuk bestehen, ist zwar eine obere Temperaturgrenze (max. 400 °C) zu berücksichtigen; trotzdem sind sie in vieler Hinsicht den keramischen Isolatoren überlegen. So können durch V-förmige Anordnung der Isolatorketten besonders platzsparende Anordnungen erzielt werden. Die in einzelnen Ländern geltenden Sicherheitsvorschriften erfordern teilweise die Verwendung von Doppelketten oder unterteilten Langstabisolatorketten.

Für die Zukunft scheinen Langstabisolatoren prädestiniert zu sein für eine Verwendung auf dem Höchstspannungssektor. Es sind Versuchsanlagen für 1200 kV gebaut worden. *E. Müller*

Das Löschen von Teilentladungen in Hohlräumen in Polyäthylen

[Nach *K. W. Nissen* und *P. Röhl:* Löschen von Teilentladungen in Hohlräumen in Polyäthylen. Siemens F+E-Berichte 10(1981)4, S. 215...221]

Die Untersuchungen betreffen den Verlauf der durch elektronische Entladungen in einem kleinen Hohlraum in Polyäthylen bedingten Verhältnisse. Dabei wurden theoretische Berechnungen mit praktischen Messungen verglichen. Für diese wurde aus zwei Halbzylindern aus Poläthylen ein Zylinder von 48 mm Länge und 14 mm ∅ gebildet, in dessen Achse als Elektroden zwei Kugeln von etwa 17 mm ∅ in 4,25 mm Abstand eingebettet lagen. Die Kapazität zwischen den beiden Elektroden betrug 1,756 pF. Ebenfalls in der Zentralachse in der Mitte zwischen den Elektroden wurde ein elliptischer Hohlraum (z.B. 1,4 mm längs und 3 mm quer zur Achse) gebildet. Man weiss, dass sich bei Entladungen im Hohlraum eine leitende Schicht der Dicke d auf der Hohlraumoberfläche bildet. Wenn diese Schicht einen gewissen Wert erreicht hat, setzt die Entladung im Hohlraum aus (Ausschaltspannung). Die Dicke der leitenden Schicht nimmt dann ab, bis wieder eine Entladung eintritt. Dieser Zustand pendelt um einen Mittelwert der Spannung.

Es bestehen also drei Räume mit verschiedenen elektrischen Konstanten. Die Anordnung mit dem Ellipsoid lässt sich berechnen. Mit einigen Vernachlässigungen kann man den spezifischen Oberflächenwiderstand des leitfähigen Belages auf der Hohlraumwandung $R_s = (\sigma_2\, d)^{-1}$ und daraus die Ausschaltungsspannung U_{ex} bestimmen. Als Beispiel ergab sich dann für den Einsatz der Entladung im Hohlraum bei 8,5 kV zwischen den Kugeln R_s zwischen 300 und 20 GΩ, ferner eine Ausschaltspannung von $10^6 ... 2 \times 10^4$ V in Abhängigkeit von R_s. *R. Goldschmidt*

Informationstechnik – Informatique

Mikrowellen in der Medizin

[Nach *C. Gupta:* Microwaves in medicine. Electronics and Power 27(1981)5, S. 403...406]

Die vielfältigen Anwendungen der Mikrowellentechnik schliessen gegenwärtig auch die ausgedehnte Erforschung der medizinischen Applikationen ein. Die heute gebräuchlichen Hochenergie-Strahlentherapien zeigen neben Erfolgen auch Mängel. Mikrowellentherapie, angemessen dosiert, führt unter teilweiser Vermeidung der wesentlichsten Mängel in gewissen Fällen zu ähnlichen Heilungserfolgen. Im Frequenzbereich von 500 MHz bis 40 GHz wurden international die Frequenzen von 915, 2450, 3300, 5800 und 10525 MHz für medizinische Zwecke festgelegt. Die Hauptanwendungen der Mikrowellentechnik sind: Erwärmung von Geweben und Körperorganen (Diathermie), Untersuchung reflektierter Mikrowellenstrahlung zur Lokalisierung und Eruierung ödemer Regionen, Feststellung von Tumoren sowie – unter Auswertung der Dopplerverschiebung – die Kontrolle von Herz- und Arterienfunktion.

Die Mikrowellen-Diathermie beruht auf der durch Oberflächen-Fettschichten in Gewebe und Muskeln eindringenden Strahlungsenergie, welche dort in Wärme umgewandelt wird (Absorption). Dieser Vorgang ist frequenzabhängig. Die vor allem unterhalb der Haut entstehende Temperaturerhöhung bewirkt gute Heilerfolge bei Muskel- und Gelenkschmerzen, entzündlichen Gewebeerkrankungen, Verrenkungen und Verstauchungen sowie Arthritis. Die Wärmewirkung erzeugt zudem eine Erhöhung der Blutzirkulation, welche zum Heilungsprozess wesentlich beiträgt. Mit der sog. hyperthermischen Behandlung (Hyperthermia) können anderseits krebsartige Geschwüre und Tumore durch lokale und intensive Bestrahlung am Wachstum gehindert und zerstört werden. Die heute gebräuchlichen Leistungsdichten betragen für diathermische Zwecke 1–2 W/cm².

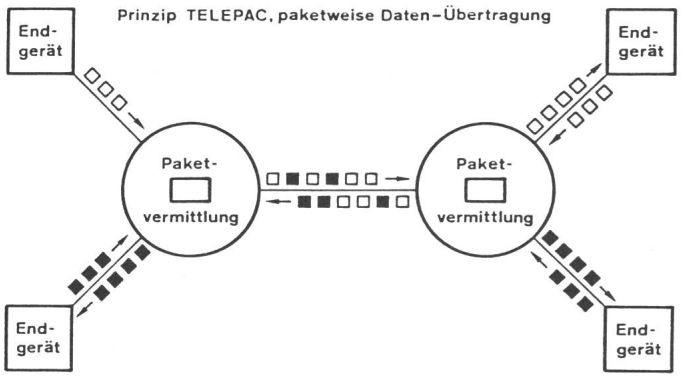
Die Mikrowellen-Thermographie gestattet die vom menschlichen Körper emittierte Mikrowellenstrahlung radiometrisch auszuwerten: Gesunde und kranke Gewebe und Organe können auf diese Weise lokalisiert und die diagnostische Aussage ergänzt werden. Eine weitere sehr wertvolle Unterstützung der Diagnose bildet die bei Mikrowellenbestrahlung zurückgeworfene Energie (Reflexion): Wird diese nach Amplitude und Phase verglichen mit von gesunden Körperteilen reflektierter Energie, so lassen sich, wie bei der Radiometrie, Aussagen über den Zustand erkrankter Organe machen.

Die für die verschiedenen Anwendungen erforderlichen Apparaturen werden anhand von Blockdiagrammen beschrieben. Es wird abschliessend auf die kombinierte Strahlungstherapie, deren Vorteil in der Schonung der zu behandelnden Körperteile liegt, nebst der noch weiter zu betreibenden Forschungstätigkeit zur Erhärtung der bisherigen Ergebnisse hingewiesen. *H. Klauser*

Telepac – Paketvermittlung für Daten durch die PTT

Zurzeit sind am schweizerischen Fernmeldenetz rund 19000 Datenterminale angeschlossen, und es wird mit einer weiteren starken Zunahme gerechnet. Etwa 40% dieser Geräte sind mit dem Telefonwählnetz und 60% über Mietleitungen verbunden.

Mietleitungen sind nur sinnvoll, wenn grosse Datenmengen ausgetauscht werden. In sehr vielen Fällen genügt ein Wählnetz analog dem Telefonnetz, das jedoch für Datenübertragung mit hohen Bit-



raten nicht geeignet ist. Die PTT sind deshalb im Begriff, ein jedermann zugängliches Datennetz zu erstellen. Nach dem Vorbild des seit Jahren in Kanada eingesetzten Systems SL-10 haben sie mit Vermittlungszentren in Zürich, Bern und Genf ein Pilotnetz aufgebaut, das im Oktober 1981 in Betrieb genommen wurde und nun ab Sommer 1982 kommerziell betrieben werden soll.

Wie der Name Telepac andeutet, werden die Meldungen zwischen den Vermittlungszentralen in kurze Datenblöcke unterteilt und paketweise verschachtelt übermittelt, gegebenenfalls auf verschiedenen Wegen. Dadurch ist eine hohe Ausnützung des Datennetzes möglich. Das System bietet zudem den Vorteil, dass Endgeräte verschiedener Übertragungsgeschwindigkeiten und verschiedener Hersteller zusammenarbeiten können. Ferner wird Telepac schrittweise über die Grenzen mit anderen nationalen Netzen zusammengeschlossen, so dass auch internationale Verbindungen möglich sein werden. *(Pressemitteilung PTT)*

Spezielle integrierte Schaltungen für die digitale Telefonvermittlung

[Nach *S. D. Rosenbaum:* Special IC's in Digital Switching—An Overview, IEEE SC-16(1981)4, S. 247...252]

Herkömmliche Vermittlungsanlagen wurden durch festverdrahtete Logik gesteuert. Nach der Einführung der programmgesteuerten Vermittlungsanlagen wurden die Sprechwege zunächst weiterhin mit elektromechanischen Schaltern geschaltet. Später wurden auch analoge, integrierte Schaltungen (Halbleiter-Koppelpunkte) verwendet. In der digitalen Vermittlungstechnik werden für diese Aufgabe integrierte Digitalschaltungen benötigt. Integrierte Schaltungen spielen jedoch auch in der Vermittlungsperipherie eine zunehmend wichtige Rolle. Die Fortschritte bei den hochintegrierten Schaltungen (LSI) ermöglichen heute die Realisierung von Subsystemen für die Vermittlungstechnik in einem oder in einigen wenigen LSI-IC. Dadurch werden einerseits herkömmliche, bewährte Bauelemente verdrängt (z. B. elektromechanische Schalter) und andererseits die Systemstrukturen so geändert, dass die LSI-Technik optimal eingesetzt werden kann. Beispiele für heute realisierbare LSI-Subsysteme sind CODEC (Coder-Decoder) zur Analog-Digital- und Digital-Analog-Umsetzung von Sprachsignalen und Filter zur Verwendung mit CODEC.

In jedem Fall ist zu überlegen, ob Standard-IC oder Spezial-IC verwendet werden sollen. Mit Standard-IC sind die Entwicklungskosten geringer, und man kann weiterentwickelte IC relativ leicht nachrüsten (z. B. Übergang von 64 kb zu 256 kb RAM). Spezial-IC sind für standardisierte Funktionen, die in grosser Zahl vorkommen, interessant. Ein Beispiel sind Tonwahlempfänger (DTMF Receiver, DTMF = Dual Tone Multi Frequency). Die interessanteste Anwendung für Spezial-IC ist die Teilnehmerschaltung (Subscriber Loop Interface), die pro Telefonabonnent einmal in der Vermittlungsanlage vorhanden ist. Die Funktionen der Teilnehmerschaltung werden in dem Acronym BORSCHT zusammengefasst: B = Battery power feed, O = Overvoltage protection, R = Ringing, S = Supervision, C = Coding, H = Hybrid, T = Testing. Unter SLIC (Subscriber Line Interface Circuit) versteht man eine transformatorlose Teilnehmerschaltung, in der die Funktionen CODEC und Filter nicht enthalten sind. In den letzten 2 bis 3 Jahren wurden eine Anzahl von SLIC vorgestellt, die stark von speziellen monolithischen IC Gebrauch machen. Die Schwierigkeiten bei der monolithischen Realisierung liegen darin, dass als Maximalforderung folgende Eigenschaften gleichzeitig in einer Technologie zu realisieren sind: Spannungen grösser als 200 V, Ströme grösser als 100 mA, Verlustleistung über 1 W, Durchlasswiderstände der Analogschalter kleiner als 1 Ω und Sperrwiderstände grösser als 1 MΩ, Gleichlauf einiger Bauelemente besser als 0,1% und Dynamikbereich grösser als 120 dB. Durch Massnahmen in der Systemarchitektur und Verwendung moderner passiver und elektromechanischer Bauelemente können einzelne dieser Forderungen entschärft werden. Welche der vielen möglichen Varianten sich als wirtschaftlich optimal herausstellen wird, ist heute noch nicht klar abzusehen. *E. Stein*

Geschwindigkeitsmessung durch Doppler-Radar

[Nach *Kiyo Tomiyasu:* Conceptual Performance of Bistatic Doppler Radar for Vehicle Speed Determination. IEEE Trans. VT-30(1981)3, S. 130...134]

Die Geschwindigkeit eines fahrenden Autos lässt sich mit einem Doppler-Radargerät messen. Üblicherweise wird von einem neben der Fahrbahn stehenden Sender ein Signal mit definierter Frequenz in Richtung zum fahrenden Auto gesendet. Die Frequenz des reflektierten Signals unterscheidet sich durch den Doppler-Effekt von der Frequenz des vom Sender ausgestrahlten Signals. Im Empfänger des Radargerätes wird die Differenz der beiden Frequenzen gemessen. Sie ist ein Mass für die Geschwindigkeit des Autos.

Die meisten Radargeräte für die Messung der Geschwindigkeiten von Autos sind monostatisch, d. h., dass für das Aussenden des Signals und für den Empfang des reflektierten Signals dieselbe Antenne verwendet wird. Wenn das Radargerät eine einspurige Fahrbahn überwachen muss, ist der Messvorgang eindeutig und klar. Der Abstand zwischen Radargerät und den vorbeifahrenden Autos variiert während des Messvorganges nicht stark, und die Messfehler sind gering. Bei einer mehrspurigen Fahrbahn kann die Messung hingegen sehr ungenau werden. Beispielsweise kann der Messfehler bei einer 15 m breiten, dreispurigen Fahrbahn und einem Radarstrahl, der unter 20° zur Richtung der Fahrbahn verläuft, mehr als ± 5% betragen. Schwierigkeiten bereiten auch die grossen Entfernungen, die zwischen Messgerät und den Messobjekten auftreten können.

Die Messgenauigkeit lässt sich mit einer bistatischen Radaranlage wesentlich verbessern. Bei diesem System sind der Sender auf der einen Seite und der Empfänger auf der gegenüberliegenden Seite der Fahrbahn aufgestellt. Die Antennen beider Geräte sind auf die fahrenden Autos gerichtet. Der Hauptstrahl des Senders geht in Richtung der Autos. Ein kleiner Teil der Senderleistung wird als Referenzsignal dem Empfänger zugeführt. Auch bei der bistatischen Radaranlage wird im Empfänger die Frequenz des vom fahrenden Auto reflektierten Signals mit dem Referenzsignal verglichen. Wird die Anlage bei einer 15 m breiten Fahrbahn so geeicht, dass der Fehler auf der Mittelspur in 30 m Entfernung ± 0% beträgt, liegt der Messfehler bei derselben Distanz auf den beiden äusseren Spuren bei ca. ± 1%. Auf der Mittelspur hat das Fenster, in dem der Fehler der Messungen weniger als ± 2% beträgt, eine Länge von rund 30 m. *H. Gibas*

Verschiedenes – Divers

Quantenmechanik und Logik

[Nach *R. I. G. Hughes:* Quantenlogik, Spektrum der Wissenschaft (1981)12, S. 85...97]

Für die Aussagen der Quantenmechanik erweist sich die klassische Logik als unzulänglich. Mit den Verknüpfungen *und* ($\wedge$), *oder* ($\vee$) und *nicht* ($\neg$) gilt nämlich in diesem Bereich die Distributivität $A \wedge (B \vee C) \Leftrightarrow (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$ für beliebige Aussagen nicht mehr, was mit der *Heisenbergschen* Unschärferelation zusammenhängt. Dies kann am Beispiel des Spins (d. h. des Drehmomentes) eines Elektrons veranschaulicht werden. Wenn die x-Komponente des Spins (durch entsprechende Polarisation des Elektronenstrahles) festgelegt wird, so kann seine y-Komponente bezüglich einer anderen Koordinatenachse nicht mehr eindeutig bestimmt werden. Sie ist quantisiert, und zwar in dem Sinne, dass sie nur einen der zwei Werte von gleichem Betrag, aber von entgegengesetztem Vorzeichen annehmen kann. Nach einer weiteren Polarisation bezüglich der y-Achse geht aber die frühere x-Polarisation verloren. Dieses besondere Verhalten der Elementarteilchen ist 1921 von *O. Stern* und *W. Gerlach* experimentell nachgewiesen worden. Wenn also die Aussagen A, B, C entsprechend: x-Komponente positiv,

y-Komponente positiv und y-Komponente negativ bedeuten, und die linke Seite der oben angegebenen Relation als wahr angenommen wird, so trifft das für die rechte Seite nicht mehr zu. Die Verhältnisse im Bereich der Quantenmechanik sprengen also den Rahmen des Booleschen Verbandes der herkömmlichen Logik, wo die Distributivität für beliebige Aussagen gilt. Dies legt eine entsprechende Erweiterung der klassischen Logik zu einer *Quantenlogik* nahe, um die Sachverhalte der Quantenmechanik wirklichkeitsgetreu zu erfassen. *H. Reichenbach* hat dafür 1944 eine dreiwertige Logik vorgeschlagen, in welcher zu den Aussagewerten *wahr* und *falsch* der klassischen Logik ein dritter: *unbestimmt*, hinzugefügt wird. Die so erweiterte Logik soll allerdings die klassische Logik nicht ersetzen, sondern schliesst auch diese als Sonderfall ein. *J. Fabijanski*

Vernichtende Strahlen für militärische Zwecke

[Nach *E. J. Lerner:* Killer particle beams. IEEE Spectrum 18(1981)9, S. 44...47]

Der Aufsatz befasst sich mit der Möglichkeit, feindliche Satelliten (bzw. deren Raketen) mit sog. Killersatelliten vor Erreichen des Zieles zu vernichten. Es scheinen zwei Möglichkeiten für die Herstellung von Killersatelliten zu bestehen: Hochenergie-Laserstrahlen oder die Verwendung von gebündelten Teilchenstrahlen.

Nach widersprüchlichen Berichten soll die UdSSR den USA in der Entwicklung von Killersatelliten weit voraus sein. Wissenschaftliche und strategische Experten bezweifeln jedoch die Herstellbarkeit tauglicher Killersatelliten auf den erwähnten physikalischen Grundlagen. Teilchenstrahlen stellen erst ein Grundlagenprogramm und nicht etwa einen Entwicklungsgegenstand dar. Falls sie je erzeugt werden können, so frühestens ab 1990. Das Hauptproblem liegt beim Teilchenbeschleuniger. Ab Oktober 1982 soll ein linearer induktiver Beschleuniger mit Stössen von $70 \cdot 10^{-9}$ s, 50 MeV, 10 kA_{sw} und 35 kJ/Puls verfügbar sein. Für eine Waffe benötigt man ein Vielfaches dieser Energie.

Als Alternative gibt es einen «Radialpulsbeschleuniger» mit viel tieferer Pulsfrequenz, wie er für Kernfusionsversuche verwendet wird. Bei anfänglich geringer Geschwindigkeit ist die Lorentz-Kraft zur Fokussierung geladener Teilchen zu klein. Als Ausweg bieten sich Quadrupole mit starker elektrischer Fokussierung ab. Die Abmessungen solcher Apparate würden um die 100 m betragen. Ferner will man einem relativistischen Elektronenstrahl (2,25 MeV, 15 kA) mit Zyklotronwellen positive Ionen beigeben, welche vom Strahl «mitgenommen» werden wie ein Surfer von einer Welle auf dem Wasser. Ein Beschleunigungsgradient von 10 MV/m erscheint möglich. Um die seitliche Bewegung herabzusetzen, wurde die «Temperatur» gesenkt.

Ein weiteres Projekt bearbeitet einen Ionisationsfront-Beschleuniger, bei welchem ein Elektronenstrahl in ein Gas eingespritzt wird, der eine negative Raumladungswolke erzeugt. Ein genau tempierter Laserstrahl ionisiert das Gas am Kopf des Strahles. Diese Anordnung verspricht Beschleunigungsgradienten bis zu 100 MV/m. Damit stünde der Weg zu Hochstrom-Fusionszündern und -waffen offen. Ein weiteres Experiment soll bis in drei Jahren sogar 100 MeV/m bei 5 kA über einen halben Meter Länge erzeugen.

Die Aufgabe besteht aber in der Erzeugung eines über Tausende Kilometer langen, hinreichend gebündelten neutralen Strahls. Darauf zielt das Projekt «Weisses Pferd» in Los Alamos ab. Wenn ein Teilchenstrahl einmal neutralisiert ist, wird seine Nachfokussierung unmöglich. Er «stanzt» sich seinen Weg durch die Atmosphäre, bis er auseinanderbricht. In der äusseren Atmosphäre reicht das strahleigene Magnetfeld für dessen Fokussierung hin. Solche Teilchenstrahlen können mangels Beschleuniger noch nicht erzeugt werden. Niederstromstrahlen vermögen anscheinend die dichtere Atmosphäre nicht zu durchdringen.

Selbst wenn all diese Schwierigkeiten überwunden sind, ruft das Erdmagnetfeld Zielschwierigkeiten hervor. Für Neutralteilchen besteht diese Schwierigkeit nicht. Immerhin ist eine Zielgenauigkeit von wenigen Metern über Tausende von Kilometern erforderlich. Ein weiteres Problem stellt die Zielerkennung über so grosse Distanzen dar. Die Abwehr ist sehr empfindlich gegen Störmassnahmen seitens eines nuklearen Angreifers. Im Raum bestehende Abwehrsysteme sind dem Beschuss seitens des potentiellen Gegners ausgesetzt und erfordern grosse Kondensatoren zur Speicherung der elektrischen Ladung. UdSSR-Wissenschafter verwenden «Magnetokumulation», bei der mittels komprimierter Explosivstoffe Magnetfelder im Megagauss-Bereich und extrem hohe elektrische Ströme erzielt werden können. Die USA arbeiten an einer ähnlichen Einrichtung, Linusmagnetischer Fusionsapparat genannt.

Solche Waffen wären rein defensiver Natur und nicht gegen Menschen gerichtet. Kritiker bemängeln, dass die UdSSR ohne Verteidigung wäre, wenn die USA zuerst solche Waffen besässe, was eine Kurzschlusshandlung auslösen könnte. Auch die simultane Entwicklung von Killersystemen müsste wegen der entstehenden Unsicherheiten zu einer hochgradig unstabilen Lage führen, indem ein Gegenschlag unter Umständen vereitelt werden könnte, was eventuell einen Präventivkrieg im Gefolge hätte. Ausserdem entzieht eine forcierte Aufrüstung dem zivilen Sektor Mittel, die sonst für die Fusionsforschung eingesetzt werden könnten. *R. Zwahlen*

Ein Experiment zur Motivation im Bereich Forschung und Entwicklung

[Nach *W. E. Souder:* Effects of Release-time on R & D Outputs and Scientists' Gratification. Trans. IEEE EM 28(1981)1, S. 8...12]

Der Mitarbeiter eines Entwicklungslabors büsst oft seinen Schwung ein, wenn die Phase der Entwicklung und Forschung, die zu einem neuen Produkt geführt hat, ausläuft und eine Konsolidierungsphase beginnt, in der es gilt, das Produkt möglichst lang auf dem Markt zu halten.

In einem grösseren, marktorientierten F & E-Komplex wurde versucht, herauszufinden, ob u. U. eine zeitlich limitierte Zuteilung von Forschungsfreiheit an dafür interessierte Mitarbeiter die psychologische Situation ändern könnte. Durch systematische Untersuchungen anhand von Fragebögen und Aussprachen vor und nach dem Experiment mit Teilnehmern und Nichtteilnehmern wurde Bilanz gezogen. Die beschränkte Forschungsfreiheit bestand in der Zuteilung von freier Zeit bis max. 4 Monate, in welcher der Kandidat ein ihm interessant scheinendes Projekt durchziehen konnte, unabhängig davon, ob für den Betrieb Bedarf vorlag oder nicht. Ja es wurde sogar ein Projekt bearbeitet, das gar nicht in der Fachrichtung des Unternehmens lag.

Die Resultate überraschen: Sowohl Teilnehmer als Kontrollpersonen sind sich darüber einig, dass das Forscherideal darin besteht, eigene Ideen zu verwirklichen; die Mehrheit der Teilnehmer ist sich aber nach dem Versuch auch einig, dass das Prinzip der limitierten Freiheit ungeeignet ist:

- Man wird aus einer kohärenten Forschergruppe herausgerissen und verpasst später den Anschluss;
- es fehlen Leithilfen infolge Abwesenheit eines führenden Gruppenchefs;
- die trotz allem vorhandene Integration im Betrieb bringt viele Störungen in den Arbeitsablauf, da man hier und dort Auskunft geben oder anderweitig präsent sein muss;
- solange kein Bedarf und damit kaum ein Interesse der Mitarbeiter für ein spezifisches Projekt vorliegt, ist es unerfreulich, dafür Forschungsarbeit zu leisten;
- das individuelle Durchziehen eines Projektes ist schwieriger als die geführte Gruppenarbeit; die Infrastruktur des Betriebes steht ausserdem weniger bereitwillig zur Verfügung als für offizielle Arbeiten.

Vollständige Forschungsautonomie ist ein hohes Ideal, dem viele nachträumen. In Wirklichkeit will es aber keiner voll verwirklichen. Die Untersuchung hat viele Einblicke in psychologische und emotionelle Faktoren erbracht; sehr viele Aspekte liegen aber noch im dunkeln. *O. Stürzinger*