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: 68 (1977)

Heft: 4

Artikel: Gedanken zur heutigen Situation im Schaltanlagenbau aus der Sicht der Ingenieurunternehmung

Autor: Baumann, J.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-915000

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: 09.07.2025

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

Gedanken zur heutigen Situation im Schaltanlagenbau aus der Sicht der Ingenieurunternehmung [1])

Von J. Baumann

621.316.37

Es werden einige aktuelle Probleme und Lösungsmöglichkeiten beim Bau von Schaltanlagen dargestellt, die sich insbesondere aus dem stetigen Anwachsen von Strömen und Spannungen sowie der zunehmenden Bedeutung von Umweltschutzfragen ergeben. Die Ausführungen beziehen sich vorwiegend auf Hochspannungsanlagen.

L'article présente quelques-uns des problèmes et solutions actuels que l'ingénieur rencontre lors de la construction des installations électriques, problèmes dûs en particulier à l'augmentation continuelle des tensions et courants ainsi qu'à l'importance croissante de l'environnement. Il se rapporte principalement aux installations à haute tension.

1. Einleitung

Es soll versucht werden, einen allgemeinen Überblick über die heutige Situation im Schaltanlagenbau zu geben, indem einige wesentliche Probleme herausgegriffen werden. Da es um eine Standortbestimmung geht, sollen verschiedene bekannte Aspekte geordnet werden.

Unter Schaltanlagen seien vor allem einmal Hochspannungsanlagen verstanden; es soll aber auch auf Mittelspannungs-Schaltanlagen kurz eingegangen werden.

2. Steigende Ströme

Das Grundproblem, welches alle Ingenieure beschäftigt, ist die stetig anwachsende, zu übertragende Leistung. Einerseits werden die Ströme (Nenn- und Kurzschlußströme) immer grösser, anderseits steigen aber auch die Spannungen an.

Diese Entwicklung beeinflusst den Schaltanlagenbau von der Technik her ganz wesentlich. Probleme, die damit zusammenhängen, stehen denn auch bei den Diskussionen in internationalen Fachgruppen, wie der CIGRE [2]), im Vordergrund.

Das Ansteigen der Nennströme hat in den Schaltanlagen vor allem eine Vergrösserung der Leiterdimensionen zur Folge. Bei Verwendung von Seilen geht man über zu 2er- und 4er-Bündeln. Versuche mit noch grösseren Bündeln sind bereits im Gang. Eine andere Möglichkeit besteht darin, Rohre mit grossen Durchmessern, meist aus Aluminium, zu benützen. Daraus ergeben sich für den Konstrukteur neue Aufgaben, insbesondere die Ausbildung der Apparateanschlüsse und der Armaturen, z. B. der Abstandshalter, sowie die Auslegung der Isolatoren. Bei den Rohren selbst ist gegenüber Seilen mit zusätzlichen Beanspruchungen durch den Wind zu rechnen. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Schwingungsbeanspruchungen.

Ein anderer Aspekt der hohen Betriebsströme ist die Erwärmung der Leiter. Die heute gültigen Regeln und Vorschriften legen die zulässige Erwärmung fest. Es gibt aber neuerdings Diskussionen um die Zweckmässigkeit dieser Vorschriften. Manche Ingenieure betrachten die Grenzen als zu niedrig, da die zulässigen Grenzwerte auf Annahmen beruhen, die gar nicht sicher eintreffen. Künstliche Kühlung kommt in Freiluftanlagen aus wirtschaftlichen Gründen nicht in Frage.

Aus Kanada kommt die Anregung, durch Auswertung der meteorologischen Daten zu einer besseren Ausnützung der Umgebungsverhältnisse zu gelangen und dementsprechend eine höhere Leiterbelastung zuzulassen. Man könnte auch berücksichtigen, dass die höchsten Lasten in vielen Fällen nur auftreten, wenn die Aussentemperaturen tief sind.

Neben den Nennströmen steigen auch die Kurzschlußströme und mit diesen die dynamischen Beanspruchungen des Materials (Leiter, Stützer usw.). Als Maximalwerte setzt man heute 63...80 kA ein. Die bisher gebräuchlichen Berechnungsunterlagen ergeben mit den heute zu erwartenden Kurzschlussleistungen sehr schwere Konstruktionen. Es geht deshalb darum, neue Berechnungsgrundlagen zu finden, die besser mit den tatsächlichen Verhältnissen übereinstimmen. Oft reichen hierzu theoretische Überlegungen oder Modellversuche nicht aus, so dass Versuche im Maßstab 1 : 1 durchgeführt werden müssten, die im allgemeinen sehr teuer sind.

Es ist bekannt, dass eine Schaltanlage als Gesamtheit mindestens die gleiche Kurzschlussfestigkeit aufweisen soll wie die eingebauten Leistungsschalter. Es wäre aber von Vorteil, wenn die Gesamtanlage für einen höheren Kurzschlußstrom ausgelegt wäre; denn es ist sicher einfacher, hinterher, bei der Erhöhung der Kurzschlussleistung, einen Schalter durch einen solchen mit höherer Ausschaltleistung zu ersetzen, als eine ganze Anlage zu verstärken. Immer häufiger zeigt sich nämlich die Notwendigkeit, bestehende Unterwerke zu verstärken (Uprating), für den Ingenieur jeweils eine sehr anspruchsvolle Aufgabe.

Mit den Kurzschlußströmen wachsen auch die Erdströme und damit die Anforderungen, welche an die Erdungseinrichtungen gestellt werden. Es genügt nicht mehr, eine bestimmte Anzahl m² Erderoberfläche zu verwenden; wegen der Potentialsteuerung sind ziemlich engmaschige Erdernetze zu verlegen.

Um die Kurzschlussleistungen künftig zu beherrschen, wird man nicht darum herumkommen, die Netze aufzutrennen. Gute Erfahrungen wurden mit sog. Spaltschaltern gemacht: In einem Unterwerk mit zwei oder mehr Sammelschienen unterscheidet man entsprechend viele Betriebssektoren. Im ungestörten Betrieb sind diese untereinander über Leistungsschalter gekuppelt. Diese Schalter werden durch sehr schnelle und empflindlich eingestellte Maximalstromrelais gesteuert. Bei der geringsten Störung lösen diese Spaltschalter als erste aus und trennen die Sektoren.

3. Steigende Spannungen

Parallel zu den Strömen steigen auch die Spannungen. So werden bereits Studien und Versuche mit Spannungen über 1000 kV durchgeführt; z. B. ist im Unterwerk *Bely Rast,* in der Nähe von Moskau, eine Versuchsanlage mit 1150 kV in

[1]) Vortrag, gehalten am 30. November 1976 im Rahmen des Kolloquiums für Forschungsprobleme der Energietechnik an der ETHZ (Herr Prof. *H. Leuthold)*

[2]) Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques

Betrieb [1] [3]). Augenfällig bei allen Ultra-Hochspannungsanlagen sind die enormen Dimensionen der Apparate an sich und die notwendigen Distanzen der Geräte untereinander. Deshalb liegen die Probleme vorwiegend in der Beschaffung des notwendigen Platzes. Ein 1300-kV-Feld benötigt eine Grundfläche von 286 m × 58 m. Für den Ingenieur stellt sich die Aufgabe, durch Verringerung der Abstände Platz einzusparen, was praktisch nur möglich ist, wenn ein gewisses Risiko von Überschlägen an ungefährlichen Stellen in Kauf genommen wird.

Vor 4 Jahren wurde von russischer Seite in einem Bericht die Behauptung aufgestellt, Personal von 500-kV-Unterwerken sei durch Einwirkungen des elektrischen Feldes gesundheitlich geschädigt worden. Seither ist diese Behauptung von verschiedenen Seiten widerlegt worden [2]. Auch werden an vielen Instituten in dieser Richtung medizinische Versuche unternommen. Erwähnt sei dies deshalb, weil besonders in der Bundesrepublik Deutschland versucht wird, unter Hinweis auf angebliche gesundheitliche Schäden gegen den Bau von Hochspannungsleitungen anzukämpfen. Der Ingenieur muss sich intensiv mit diesen Problemen befassen, um den ungerechtfertigten Angriffen wirksam entgegentreten zu können.

4. Umwelt

Strom- und Spannungssteigerungen sind technische Einflüsse auf die Gestaltung von Schaltanlagen. Anderer Art sind die Forderungen des Umweltschutzes, z. B. des Schutzes des Grundwassers vor ausfliessendem Öl und Pyralen sowie des Landschaftschutzes. Auch wenn der Ingenieur nicht den Eindruck hat, die Umwelt durch den Bau von Unterwerken übermässig zu belasten, ist er der Kritik ausgesetzt und muss Rücksichten nehmen.

Betrachtet man irgendein grösseres Unterwerk, dann herrscht die Ansicht vor, dass die Schaltanlage an sich nicht störend wirkt. Vielmehr sind es die mehr oder weniger zahlreichen Leitungen, welche durch ihre Massierung auffallen.

Durch Verkabelung der Leitungen in der näheren Umgebung der Unterwerke kann man etwas dagegen tun. Neben der optischen Verbesserung gewinnt der Konstrukteur damit mehr Freiheit in der Disposition seiner Anlage. Selbstverständlich bringt diese Lösung nicht nur Vorteile. Die Schwierigkeiten technischer und wirtschaftlicher Art, welche damit verbunden sind, sind Gegenstand vieler Diskussionen um die Verkabelung von Freileitungen (Kosten, betriebliche Besonderheiten infolge hoher Kapazitäten, Fehlerhäufigkeit und Fehlerfolgen). Es gilt, im Einzelfall die Vor- und Nachteile abzuwägen.

[3]) Siehe Literatur am Schluss des Aufsatzes

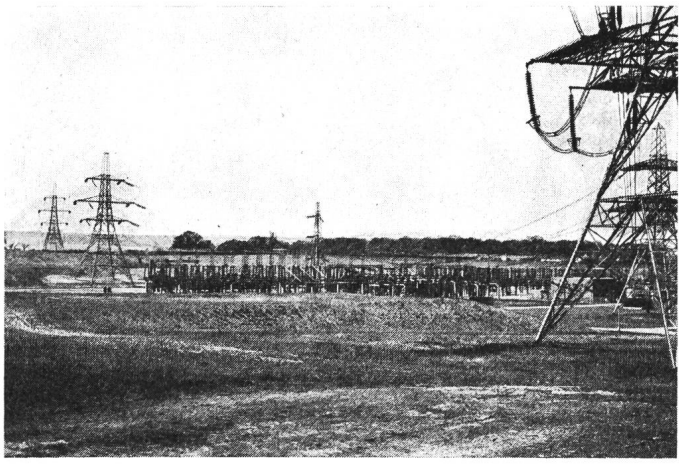

Fig. 1 400-kV-Anlage Wymondley (GB). Anordnung in einer Senke, von bepflanztem Erdwall umgeben

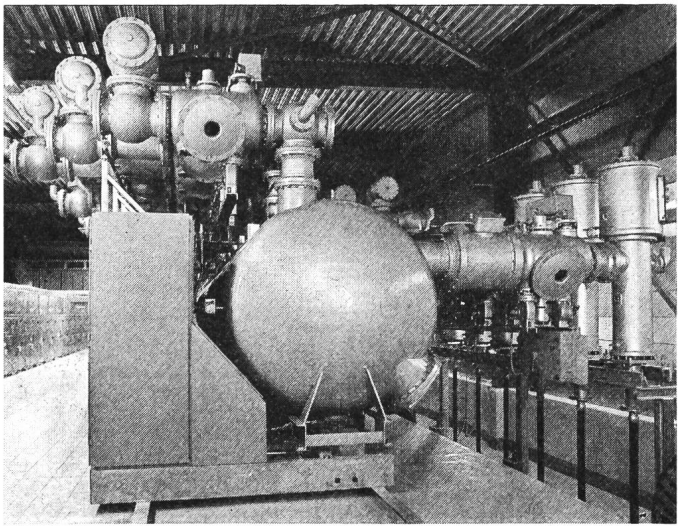

Fig. 2 Gekapselte Hochspannungsschaltanlage in SF_6. Nenndaten 145 kV, 1600 A, Abschaltvermögen 6000 MVA

Die Anlagen selbst können getarnt oder versteckt werden, sei es durch Anpflanzungen oder, bei grösseren Unterwerken, durch das Aufschütten von Erdwällen [3]. In England wird dies angewandt (Fig. 1). Ein gutes Beispiel aus der näheren Umgebung soll ebenfalls erwähnt werden: Die 220-kV-Leitung zum neuen Unterwerk Spreitenbach wird mittels Kabel in einem unterirdischen Kanal unter dem Rangierbahnhof eingeführt; das Abspanngerüst mit den Kabelendverschlüssen ist in einem bewaldeten Einschnitt aufgestellt und der Sicht weitgehend entzogen. Weitere Massnahmen, welche die Umweltfreundlichkeit fördern, sind die Verwendung von Profilträgern anstelle von Gittermasten, ferner geeignete Farbanstriche, z. B. graugrün. In der Schweiz werden solche Massnahmen schon ausnahmslos angewendet.

Im Zusammenhang mit den Umwelteinflüssen soll auf ein weiteres Problem eingetreten werden, das sich in Mitteleuropa erst seit kurzem stellt. Es ist die Erdbebenfestigkeit der Komponenten. Die in Japan und Amerika schon seit langem bekannte Forderung ist in Mitteleuropa erst bei den neuesten Kernkraftwerken in Erscheinung getreten. Für den nuklearen Teil werden erdbebensichere Konstruktionen verlangt. Die Sicherheit der zugehörigen elektrischen Anlagen muss angepasst werden. Dabei ist es schwierig, die Anforderungen konkret zu formulieren. Der Nachweis der entsprechenden Festigkeit kann durch Versuche auf Rütteltischen erfolgen. Bei grossen Apparatedimensionen muss man auf rechnerische Überprüfung abstellen, wobei auch das zugehörige Gerüst einzubeziehen ist.

5. Gekapselte Hochspannungsanlagen

Mit der Einführung von gekapselten Hochspannungsschaltanlagen können viele der erwähnten Probleme gelöst werden (Fig. 2).

Der grösste Vorteil derartiger Anlagen dürfte die Platzeinsparung sein. Dabei ist der Gewinn um so grösser, je

höher die Spannung. Bei 1300 kV beträgt das Verhältnis pro Feld 16 000 m² zu 350 m². Die gekapselten Schaltanlagen machen es überhaupt erst möglich, in Städten Hochspannungsanlagen zu bauen.

Bei den höchsten Spannungen gibt der Überspannungsschutz noch Anlass zu Diskussionen, so z. B. die Anordnung der Ableiter.

Hochstromanlagen sind ebenfalls in SF_6-Technik möglich. In Japan sind Anlagen für 8000 und 12 000 A gebaut worden.

Sehr gut ist natürlich der Schutz von gekapselten Anlagen gegen Verschmutzung und Berührung. Auch ist der Unterhalt geringer. Dagegen ist bei der Fabrikation und vor allem bei der Montage grosse Sorgfalt und peinliche Sauberkeit erforderlich. Dank der kleinen Abmessungen bietet der Umweltschutz wenig Probleme.

Kabelanschlüsse verschiedener Arten sind möglich, insbesondere auch Anschlüsse von Rohrgaskabeln mit SF_6-Isolation. Nicht zu empfehlen sind dagegen Freileitungsanschlüsse an eine gekapselte Anlage. Die stark verschiedenen Abstände in Luft und SF_6 ergeben eine fächerförmige Anordnung der Isolatoren, welche optisch störend wirkt.

Die Kosten von gekapselten Anlagen liegen etwa wie folgt: Bei 220 kV und darunter ist eine gekapselte Schaltanlage teurer als die gleichwertige konventionelle Bauweise. Bei 380 kV und darüber kehrt dieses Verhältnis, und die SF_6-Anlagen sind billiger, ganz besonders dort, wo der Grundstückpreis miteinbezogen wird.

Am Rande eine Bemerkung zur Technik: Man spricht üblicherweise von SF_6-Anlagen, weil die Isolation mit diesem Gas immer noch im Vordergrund steht. Neuerdings wird die Beimischung von Stickstoff vorgeschlagen.

6. Vereinfachtes Schaltschema

Zu erwähnen sind auch die Unterwerke mit vereinfachtem Schaltschema. Heute sind die weitaus meisten Stationen nach dem klassischen Schema mit Sammelschienen und Leistungsschaltern in allen Abgängen gebaut. Immer wieder hat man versucht, Einsparungen zu erzielen durch Vereinfachungen im Prinzipschema. So wird z. B. ein Unterwerk am Ende einer Stichleitung angeordnet, wobei ein Transformator über einen Trenner direkt an eine Leitung angeschlossen wird (Fig. 3). Der Schutz wird vom Schalter am Leitungsanfang übernommen. Allenfalls werden noch Sicherungen vorgeschaltet, oder sog. fault-throwing switches. In der UdSSR werden solche Schaltungen für Spannungen von 35...220 kV und Trafoleistungen bis 63 MVA angewendet [4]. Trotzdem die Erfahrungen mit solchen vereinfachten Unterwerken befriedigend sein sollen, scheint ihre Verbreitung nur zögernd voranzugehen.

7. Mittelspannungs-Schaltanlagen

In der Schweiz wurden bis vor etwa 20 Jahren ausschliesslich offene Schaltanlagen gebaut. Im Ausland, vor allem in den angelsächsisch beeinflussten Gebieten, herrschte schon lange die gekapselte Schaltanlage im Mittelspannungssektor vor. Ihre Kennzeichen sind weitgehende Schottung, Berührungssicherheit, ausfahrbare Schalter und Verriegelungen. In den letzten Jahren hat sich auch in der Schweiz das Bild gewandelt. Die verschalten, vorfabrizierten Schaltfelder

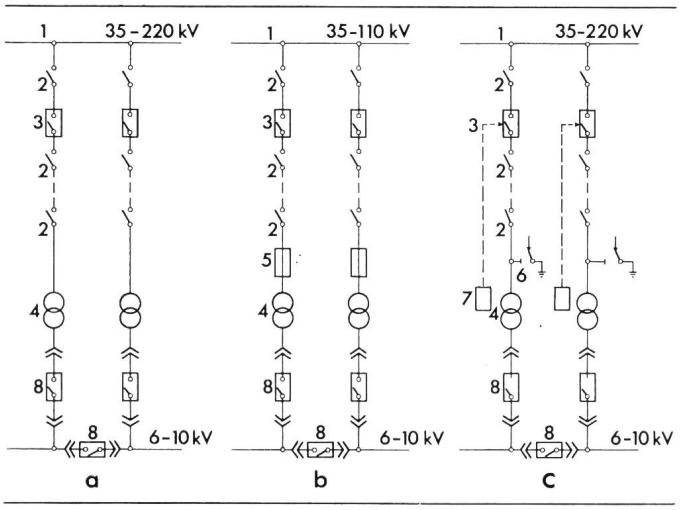

Fig. 3 Stichleitungen ohne Leistungsschalter am Leitungsende (4)
a einfachste Ausführung
b mit Hochspannungs-Sicherungen
c mit «Fault-throwing Switch»

1 Speiseseitige Sammelschiene
2 Trenner
3 Leistungsschalter
4 Transformatoren
5 Sicherungen
6 Fault-throwing Switch
7 Schutzrelais
8 Mittelspannungs-Verteilanlage

haben sich weitgehend durchgesetzt, wobei die Schottung z. T. weniger weit getrieben wird als im Ausland.

Als Vorteile dieser Art von Anlagen sind zu erwähnen: die Reduktion der Abmessungen (Feldbreite bei 12 kV: 450 mm) sowie die einfache und rasche Montage.

Auch der ausfahrbare Schalter, sei es als Last- oder Leistungsschalter, wird von vielen Benützern geschätzt (Fig. 4). Im Mittelspannungsbereich werden vorwiegend Druckluft- und ölarme Leistungsschalter verwendet. Der Kesselölschalter ist ganz verschwunden. Der Magnetschalter hat sich nie recht durchgesetzt. Neuerdings findet man auch SF_6-Schalter im Mittelspannungsbereich. Es scheint, dass diese

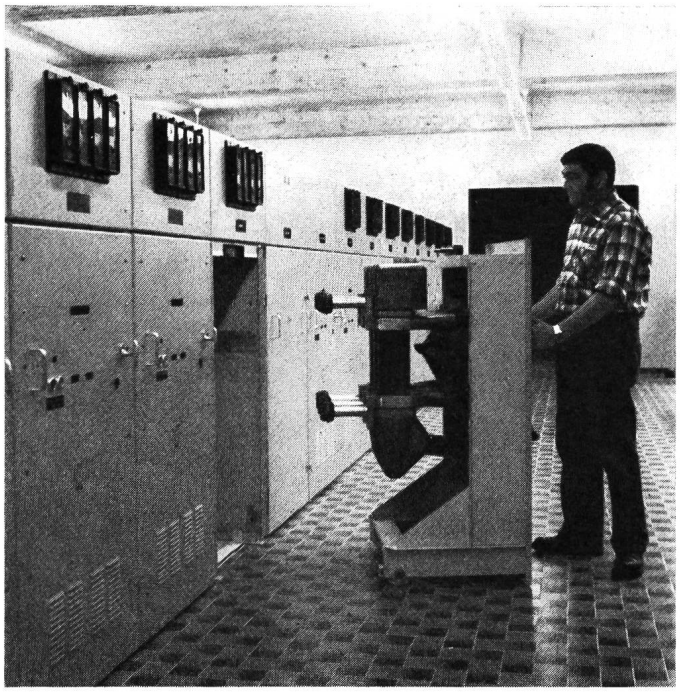

Fig. 4 Gekapselte Mittelspannungs-Schaltfelder mit ausgefahrenem ölarmem Schalter 12 kV, 1250 A, Abschaltvermögen 500 MVA

die Druckluftschalter mehr und mehr verdrängen werden. Schliesslich könnte aber dem Vakuum-Schalter auch in Europa der Durchbruch gelingen.

Adresse des Autors

Jacques Baumann, Elektroingenieur ETHZ, Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, 8022 Zürich.

Literatur

[1] *N. N. Beliakov* e. a.: Installation expérimentale à 1150 kV au poste «Bely Rast». Rapport CIGRE No. 23–03, 1976.
[2] Recherches sur les effets biologiques des champs électriques et magnétiques. Rev. Gén. Electr. 85(1976)7, Numéro spécial.
[3] *R. J. Cakebread* et *A. W. van Hamel:* Pour une amélioration de l'environnement des postes à très haute tension. Rapport CIGRE No. 23–07, 1976.
[4] *A. I. Tarasov* et *Y. A. Yakub:* Postes abaisseurs simplifiés en U.R.S.S. Rapport CIGRE No. 23–05, 1970.

Literatur – Bibliographie

DK 621.391.822:621.317.08 SEV-Nr. A 628

Noise in measurements. By *Aldert van der Ziel.* New York, London, Toronto, Sydney, John Wiley & Sons, 1976; 8°, IX/228 p., 60 fig. Price: cloth $ 19.–.

Das Buch ist aus Vorträgen des Verfassers an den Universitäten von Minnesota und Florida entstanden. Es behandelt eingehend den Einfluss des Rauschens im weiten Sinne, d. h. verschiedener unabwendbarer Störsignale zufälliger Natur, auf die Genauigkeit der Messungen physikalischer Grössen, mit besonderer Berücksichtigung der Halbleitertechnologie.

In den ersten sieben Kapiteln werden die zur quantitativen Erfassung des Rauschens notwendigen Hilfsmittel aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung und aus der Theorie der stochastischen Prozesse zusammengefasst. Es werden u. a. die wichtigsten Verteilungen (Bernoulli, Poisson, Gauss) besprochen, die Berechnung von Mittelwerten für die stationären und ergodischen Prozesse, die Korrelationsfunktionen und die Ermittlung der spektralen Leistungsdichtefunktionen. Die dargelegten Begriffe und Zusammenhänge werden an einfachen Anwendungsbeispielen erläutert.

Die Kapitel 8 bis 17 sind einer Vielfalt von praktischen Anwendungen gewidmet. Von den dort unter dem Gesichtspunkt des Rauschens behandelten Problemen seien erwähnt: Messung von sehr kleinen Strömen, Spannungen und Ladungen, Detektoren der Wärmestrahlung (wie Thermoelemente und Bolometer), Fotodetektoren (mit Verwendung u. a. des inneren fotoelektrischen Effektes), pyroelektrische Detektoren, Rauschen in Fernseh-Aufnahmeröhren, Modulation der Lichtstrahlen, Fotovervielfacher, Anwendungen des Josephson-Effektes sowie Detektoren von Quanten und Elementarteilchen hoher Energie.

Der Verfasser hat die in der einschlägigen Fachliteratur verstreuten Ergebnisse zusammengetragen und geordnet dargelegt. Etwa 50 bibliographische Hinweise sind beim Text an entsprechenden Stellen angegeben. Die Nützlichkeit des Buches ist nicht nur auf die Messtechnik beschränkt. Es kann überall dort gute Dienste leisten, wo durch Rauschen bedingte Störeinflüsse quantitativ bewertet werden müssen, so z. B. im gesamten Bereich des Nachrichtenwesens und auf anderen verwandten Gebieten.

J. Fabijanski

DK 621.39 : 629.78.058.54 SEV-Nr. A 485

Les systèmes de télécommunications par satellites. Par *J. Pares* et *V. Toscer.* Paris, Masson, 1975; X/220 p., 147 fig., – Collection de l'Ecole Nationale Supérieure de Technique Avancées. Prix Broché ffrs. 120.–.

Das vorliegende Buch gibt einleitend eine kurze Übersicht über die verschiedenen Satellitenarten, konzentriert sich aber dann ausschliesslich auf stationare Satelliten. Das Hauptgewicht des Buches liegt auf der Übertragungstechnik für die Richtstrahlstrecken und für den Satelliten selbst.

Im Kapitel über *Transmission de l'information* werden zuerst die verschiedenen dämpfenden und störenden Einflüsse untersucht, denen das zu übertragende Signal unterworfen ist. Alle üblichen Modulationsmethoden werden auf ihre Übertragungsqualität untersucht und einander gegenübergestellt. Daraus ergeben sich dann auch die Bedingungen für die Umsetzung und Verstärkung der Signale im Satelliten.

Das den *Reseaux* gewidmete Kapitel zeigt, welche Netzformen und Satellitenstrukturen möglich sind. Besonders eingehend wird dann der aktuelle Mehrfachzugang (multiple access) zu einem gemeinsamen Satelliten beschrieben, der eine bessere Ausnützung von Material und Frequenzen ermöglicht.

Das Kapitel *Interfaces géométriques* erläutert die Gesetze, welche die Umlaufbahn des Satelliten und indirekt den Öffnungswinkel der Antennen bestimmen. Störende Einflüsse auf die Umlaufbahn werden untersucht und die Grösse der Bahnkorrekturen angegeben. Daran anknüpfend werden dann unter *Organisation des satellites* alle Haupt- und Hilfssysteme wie Lagestabilisierung, Antennen, Zwischenverstärker und Stromversorgung behandelt.

Weitere, teils recht kurze Kapitel sind den Umweltbedingungen im Weltraum, dem Transport in die Umlaufbahn, den Bodenstationen und der Zuverlässigkeit gewidmet. Sie runden das Bild über den derzeitigen Stand der Satellitenübertragung ab.

Das sauber gedruckte und mit zahlreichen Bildern, Zeichnungen und Tabellen versehene Buch gibt eine gute Einführung in die Probleme der Nachrichtenübertragung mit stationären Satelliten. Es kann deshalb Studierenden und Nachrichteningenieuren, die sich in dieses Fachgebiet einarbeiten wollen, empfohlen werden. Die jedem Kapitel angehängten insgesamt über 80 Hinweise auf (vorwiegend amerikanische) Literatur helfen bei einem vertieften Studium weiter.

R. M. Metzger

621.317 SEV-Nr. A 499

Elektrisches Messen in Theorie und Praxis. Von *E. Grimm.* Aarau, Verlag «Der Elektromonteur», 1976. 8°, 336 S. Sig., Tab. Preis: kart. Fr. 34.–.

Das Buch enthält im wesentlichen die in «Der Elektromonteur» in 27 Folgen erschienenen Aufsätze über «Messen mit elektrischen Messinstrumenten». Es ist als Leitfaden für den Praktiker im Betrieb und auf Montage bestimmt.

Im ersten Teil werden einige Grundlagen der Messtechnik sowie die gebräuchlichsten Messinstrumente und deren Wirkungsweise beschrieben. Der zweite Teil ist der praktischen Messtechnik gewidmet, wobei auch auf die digitale Messtechnik und das Messen von nichtelektrischen Grössen eingegangen wird. Man vermisst dagegen nähere Angaben über die praktische Handhabung der Messgenauigkeit und der Genauigkeit von Auswertungen, die durch die allgemein verbreitete Verwendung von Taschenrechnern eine besondere Bedeutung erlangt hat.

Im dritten Teil, dem theoretischen Anhang, sind gewisse mathematische Ableitungen und ergänzende Erklärungen enthalten. Der Anhang entlastet somit die ersten beiden Teile und gewährleistet dort eine übersichtliche Darstellung.

Das auf den Kenntnissen der Gewerbeschule aufbauende Buch ist durch seine systematische Gliederung und saubere Darstellung als Nachschlagewerk für den Praktiker sehr gut geeignet.

Eb