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: 76 (1985)

Heft: 19

Artikel: CIRED-Konferenz 1985

Autor: Lüdin, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-904689

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

CIRED-Konferenz 1985

8e Congrès International des Réseaux Electriques de Distribution Brighton (GB), 20. bis 24. Mai 1985

Die höchste bisher zu verzeichnende Zahl Teilnehmer von 1021 aus 45 Ländern dokumentiert das grosse Interesse an dieser Veranstaltung. Die sechs Sitzungen waren gut besucht. Es gab Tage mit über 1000 ausgegebenen Kopfhörergarnituren. Die Schweiz war mit 47 (1983 = 59) Teilnehmern vertreten.

Insgesamt standen 90 technische Berichte zur Diskussion, die dann auch rege benützt wurde. Jeder Teilnehmer erhielt die Berichte einige Wochen vor dem Kongress zugestellt, so dass die Diskussionsbeiträge vorbereitet werden konnten. Die schriftliche Abgabe der Voten hat die übrigens vorzügliche Arbeit der Simultanübersetzer sehr erleichtert. Durch eine straffe Führung der Kongressarbeit gelang es sogar, freie Diskussionsbeiträge zu ermöglichen, was zur Belebung des Kongresses sicher beigetragen hat. Leider fielen auch dieses Jahr einige Dias und Folien durch Unbrauchbarkeit auf. Immerhin hat sich die Qualität gegenüber früher verbessert.

Laut Aussagen verschiedener Teilnehmer haben die am CIRED erstmals abgehaltenen Poster-Sessionen Anklang gefunden.

Gewisse Schwierigkeiten waren bei der Logierung zu verzeichnen. Das Grand-Hotel war wegen des Sprengstoffanschlages auf die britische Premierministerin ausser Betrieb; zudem fand in Brighton gleichzeitig eine Ausstellung über Energieprobleme statt. Anlässlich der Sitzung des CIRED-Direktionskomitees sind folgende Beschlüsse gefasst worden:

- Der nächste Kongress soll vom 20. bis 24. April 1987 in Lüttich stattfinden.
- Als Präsident wurde Herr *Roger Tellier*, EdF-Paris, gewählt.
- Finnland wird als Vollmitglied aufgenommen.
- Der unterbreitete Vorschlag zur Zusammenarbeit CIGRE-CIRED wird einer Arbeitsgruppe zugewiesen, die eine ausgewogene Variante zu suchen hat.

Zusammenfassend kann von einem erfolgreichen Verlauf der CIRED-Konferenz 1985 gesprochen werden. Kurzberichte über die sechs Sitzungen sind nachfolgend abgedruckt. Ich danke allen Berichtsautoren, Votanten und Kongressteilnehmern aus der Schweiz für die Mitwirkung.

V. Huber, Präsident des Schweizerischen Nationalkomitees CIRED

Unterwerksausrüstung

Zum Thema der ersten Sitzung wurden folgende Diskussionsschwerpunkte gebildet:

Vorzugsthema 1: Konsequenzen der Berücksichtigung der Betriebsanforderungen (Zuverlässigkeit, Sicherheit des Personals usw.) und der Umweltbeanspruchung in der Konzeption von MS/NS-Stationen bzw. von MS-Teilen in den HS/MS-Stationen.

Zu diesem Thema waren 7 Beiträge eingereicht worden, welche in drei Gruppen gegliedert wurden: Klima und Isolation; Planung von MS/NS-Unterstationen; Metallgekapselte MS-Unterbrechungsapparate und Geräte mit SF_6-Isolation.

Vorzugsthema 2: Betriebsbeanspruchung (inkl. Wiedereinschalt-Zyklen) und Unterhalt von MS- und NS-Apparaten (Schaltgeräte, Sicherungen usw.); Verwendung von Diagnosetechniken.

Sechs Arbeiten behandelten diese Fragen in drei Gruppen: Vakuum-Leistungsschalter mit magnetischem Axialfeld (in einer separaten Poster-Sitzung behandelt); Diagnose-Versuche; NS-Material.

Vorzugsthema 3: Tendenzen in der Konstruktion von Transformatoren und Kondensatoren unter Berücksichtigung neuer Dielektrika (vier Beiträge).

Zum ersten Vorzugsthema wurde festgestellt, dass in den Fällen, wo mit festen Isolierstoffen Probleme entstanden, dies in der Regel auf eine mangelhafte Auslegung der Isolierstoffe oder der Stationen zurückzuführen war. Primär ist das Eindringen von Feuchtigkeit in die Anlage zu verhindern. Je nach Situation können verschiedene Massnahmen getroffen werden: Stationsheizung in Abhängigkeit der Aussen-Umweltbedingungen, Belüftung, Doppelbedachung oder auch die Stationen nicht zu gross zu bauen. Die Belüftung kann jedoch auch wieder zu verstärkter Verschmutzung führen und somit zu einer Zunahme der Oberflächenleitfähigkeit von Isolierstoffen. Auch muss darauf geachtet werden, dass der Luftstrom die Schaltergeräte nicht direkt erreicht, damit eine Staubablagerung verhindert wird. Auf eine entsprechende Frage stellte man einstimmig fest, dass keine Notwendigkeit besteht, die IEC-Publ. 466 bezüglich Isoliereigenschaften abzuändern.

Eine Arbeit beschrieb eine Computerstudie über das Verhalten von Isolierstoffen in Stationen in Abhängigkeit von Luftfeuchtigkeit und Klima. Es stellte sich heraus, dass einerseits solche Studien kein Ersatz sind für die praktische Erfahrung im Langzeitverhalten von Isolierstoffen, anderseits dass aussagekräftige Ergebnisse in kurzer Zeit gefragt sind.

Auf die Frage nach der Zuverlässigkeit von MS/NS-Transformatoren deckten sich die Aussagen verschiedener Votanten: Mit einer durchschnittlichen Fehlerrate von etwa 1,2‰ pro Jahr ist zu rechnen. Betreffend Trafoschutz wurde keine einheitliche Meinung gefunden. Man ist sich jedoch einig, dass für den Entscheid, ob Schutz oder nicht Schutz bzw. Art des Schutzes die Abschätzung der Risiken und der Investitionsaufwand in Betracht gezogen werden müssen.

Ein bedeutender deutscher Netzbetreiber berichtete, dass dank langjähriger Erfahrung mit ölarmen Leistungsschaltern die Wartungskosten erheblich gesenkt wurden. Im momentanen Zeitpunkt sei kein Grund vorhanden, auf ein neues Löschmedium zu wechseln, da für GIS und Vakuum Langzeiterfahrungen fehlen.

Da beim MS-Leistungsschalter nicht primär der Schalterteil, sondern der mechanische Antrieb wartungsintensiv ist, wurde der Vorschlag unterbreitet, bei festeingebauten Schaltern den Antrieb als steckbare Einheit auszuführen und so die Wartungszeit wesentlich zu verkürzen.

Auf die Frage nach Diagnosesystemen auf Anlagen und Schaltern konnte keine eindeutige Antwort gefunden werden. Es ist aber zu erwarten, dass neue Überwachungssysteme die mechanische Leistungsgrenzen von Anlagen erweitern werden.

Die Trennerstellung bei GIS-Anlagen soll durch eine externe Stellungsanzeige sichtbar gemacht werden. Eine Sichtscheibe im Trennerraum selbst wird von einigen Rednern als nicht angebracht betrachtet, da Augenschäden bei eventuellen Lichtbögen befürchtet werden. Als interessant kann der Vorschlag gewertet werden, beim GIS die Druckentlastung als Informationsquelle für die Störungsmeldung zu benutzen. Für den GIS-Anwender sind neben technischen auch wirtschaftliche Vorteile entscheidend. Wichtig für die Investitionsrechnung ist,

dass nicht nur die Anlagekosten, sondern auch der wesentlich kleinere Raumbedarf im Gebäude berücksichtigt wird. Dieser Gesichtspunkt gewinnt bei Anlagen in Agglomerationen mit hohen m³-Kosten vermehrt an Bedeutung.

Für die Steckersysteme der Kabelanschlüsse bei GIS scheint sich der Wunsch nach genormten Steckern durchzusetzen.

Beim 3. Vorzugsthema wurden die Gefahren bei Trafoausfall durch Feuer behandelt. Dabei wurden zwei neue Isolations- und Kühlmedien vorgestellt, welche die heutigen Folgen beim Brand von Öltransformatoren stark reduzieren sollen. Als einheitliche Meinung resultierte die Forderung nach internationaler Normung der feuerfesten Isolierflüssigkeiten. *H. P. Meyer*

Perturbations et protections dans les réseaux de distribution

L'apparition dans les réseaux de distribution de récepteurs de plus en plus divers, que ce soit par leur taille ou leur sensibilité aux variations de tension, a profondément modifié la conception des critères de la qualité du service. Alors qu'il suffisait de déterminer l'amplitude des variations de tensions, non gênantes pour la lecture à la lumière d'une lampe à incandescence, il faut maintenant définir des critères admissibles pour des récepteurs de plus en plus sensibles qui, de plus, engendrent eux-mêmes des perturbations dans les réseaux. Dès lors, le champ d'études s'est étendu aux perturbations de type harmoniques, interharmoniques, variations de tension, papillotement, micro-coupures, déséquilibres, transitoires, signaux à fréquence musicale et HF. De surcroît, les perturbations conduites et rayonnées ainsi que l'influence des champs électriques, magnétiques et électromagnétiques sont également prises en considération. Tous ces différents aspects sont compris dans la dénomination de «concept de compatibilité électromagnétique» (CEM). Nombreux sont les problèmes que posent tant l'appréhension de ces phénomènes que l'appréciation d'une qualité de service raisonnable.

Deux rapports font état de la question du foisonnement d'harmoniques dans les réseaux et mettent notamment en exergue le fait que la présence de batteries de condensateurs peut amener une compensation angulaire pour les harmoniques 11 et 13, mais pas de compensation significative pour l'harmonique 5. Il faut aussi considérer que les différents courants harmoniques peuvent constituer, selon leur rang, des systèmes directs, inverses ou homopolaires, ce qui n'est pas sans conséquence sur la réponse du réseau et des charges adjacentes.

Un autre groupe de rapports et les dicussions qui s'ensuivirent eurent trait au problème du mesurage et des interprétations à y donner. En effet, pris individuellement, le problème du mesurage des différents phénomènes n'est pas un problème nouveau. Par contre, ce qui est nouveau c'est l'usage qui en est fait. Dès lors la représentation des valeurs acquises doit pouvoir être comparable avec celle exigée par la définition des critères de qualité.

Cette exigence conduit donc naturellement à une présentation statistique, laquelle doit également pouvoir être confrontée à une évaluation probabiliste des critères de qualité. En d'autres termes, le degré de diminution de la pollution de tension doit naturellement s'accorder avec l'éventualité de perturbations. La sensibilité aux perturbations de différents appareils et installations envers des harmoniques de la tension de réseau diffère beaucoup. Il est, par exemple, certain que les appareils dans des exploitations industrielles, comme ceux tombant sous les règles VDE 0160 ont, en règle générale, une immunité plus grande à la perturbation que des appareils utilisés dans le ménage et au bureau. Pour cette raison il est inadmissible d'appliquer ces mêmes niveaux pour les harmoniques ainsi que les impulsions et creux de tension comme critère pour l'admissibilité de la pollution de tension dans des réseaux publics.

En tout état de cause, le problème fondamental reste celui d'être en mesure d'évaluer la probabilité du bon fonctionnement d'un appareil dans une situation de réseau donnée, subséquemment et compte tenu d'un risque accepté, et de pouvoir guider la recherche d'une prophylaxie optimale. A ce jour règne encore un certain pragmatisme. On peut aisément imaginer que les problèmes iront en se compliquant et que la nécessité d'une réglementation se fera sentir de plus en plus. Le cas cité d'une confrontation sur le plan juridique montre bien que le problème est en train de prendre une grande importance tant en actualité qu'en acuité.

Et comme si les problèmes n'étaient pas suffisamment compliqués, on constate dans deux autres contributions, que les petites installations productrices autonomes telles les éoliennes ou les unités chaleur-force sont elles-mêmes de nouvelles sources polluantes (couple irrégulier, phénomènes de saturation, etc.). Or, on peut constater actuellement une pénétration notable de ces installations dans les réseaux ruraux. Une étude de marché effectuée récemment à l'initiative, entre autres, des sociétés néerlandaises d'électricité a montré que, dans ces secteurs, la pénétration est encore susceptible d'augmenter considérablement.

La conclusion à tirer est que l'on ne peut éviter des variations de tension intolérables que par une réglementation stricte. En principe, celle-ci sera réalisée en trois étapes:

- subordonner l'autorisation d'exploitation en parallèle avec le réseau public entre autres à un examen du réseau par lequel on contrôle, au moyen de calculs, si la variation de tension maximale se situe dans les limites permises;
  - faire équiper l'installation d'auto-production d'un système de sécurité contre les surtensions et les sous-tensions;
- contrôler les variations de tension lors de la mise en exploitation de ces installations.

Dans un tout autre domaine, un rapport a comparé la conception d'une bobine d'extinction ponctuelle à celle d'une compensation décentralisée. Cette deuxième option, implantée dans des réseaux MT de pays nordiques permet de réaliser de substantielles économies en supprimant l'exigence d'un réglage automatique en fonction des différents couplages des réseaux et permet d'utiliser les transformateurs de distribution comme éléments de couplage.

L'examen du problème de la localisation d'un élément de réseau affecté d'un défaut monophasé à la terre a fait, quant à lui, l'objet d'une communication intéressante. Dans la plupart des cas, on utilise l'une des deux méthodes suivantes pour cette localisation: ou bien on opère des déclenchements successifs, ce qui entraîne des interruptions de fourniture gênantes, ou bien il est nécessaire de provoquer artificiellement la circulation d'une composante active dans le défaut de façon à permettre le fonctionnement des relais directionnels. Cette seconde solution abandonne donc la mesure des amplitudes des courants de défaut au profit de celle des angles de phase des courants capacitifs engendrés par le défaut à la terre. Moyennant certaines précautions telles la compensation de l'erreur angulaire induite par les réducteurs de mesure, on peut, grâce à un comparateur électronique, identifier sans ambiguïté un départ affecté d'un défaut à la terre. Ce dispositif, mis au point par EKZ et décrit dans le rapport No 2/13, «Système automatique de détection de défauts à la terre pour réseaux à neutre isolé», par H. Baumgartner, a brillamment fait ses preuves ces dernières années. On relèvera principalement les avantages suivants:

- possibilité d'utiliser des transformateurs de courant toroïdaux ouvrants; la classe de précision 3 suffit. Leur mise en place sur des câbles existants ne nécessite pas de démontage d'extrémité de câble;
- la détection de la ligne affectée d'un défaut fonctionne même en l'absence de défaut franc à la terre;
- la recherche de la ligne affectée du défaut ne requiert pas de séquences de coupures;
- l'équipement électronique d'évaluation des signaux est relativement simple;
- l'équipement de mesure est insensible aux perturbations et peu onéreux;
- le système est compatible avec le réglage automatique de bobines d'extinction.

M. Fromentin

Kabel und Freileitungen

Dieser dritte Themenbereich wurde schwerpunktmässig in Freileitungen, Konstruktionsmethoden und Zubehör sowie Kabel unterteilt und auch in dieser Reihenfolge behandelt.

Bei den *Freileitungen* standen die Auslegung und Ausführung unter Berücksichtigung der verschiedenen Einflüsse wie Klima (Wind, Schnee und Eisbildung), Umwelt (Verschmutzung, visuelle Aspekte), Auswirkungen auf Kosten und die Be-

triebserfahrungen im Vordergrund. In verschiedenen Ländern werden Studien angestellt, um die Witterungsphänomene und die damit verbundenen Einwirkungen auf Freileitungen besser verstehen zu können. Ebenso werden Studien zur Verbesserung der mechanischen Festigkeit von Leitungskomponenten durchgeführt und Vorkehrungen für schnelle Notreparaturen nach schweren Schäden getroffen. Die Analyse grösserer Leitungsschäden infolge Wind, Eis- und Schneelasten in der Bundesrepublik Deutschland und in Frankreich wird in diesen Ländern neue Berechnungsmethoden und angepasste Auslegungen von Stahl- und Betonmasten nach sich ziehen. Nicht überraschend waren die von vielen Diskussionsteilnehmern aufgezeigten Vorteile der Holzmasten in Mittel- und Niederspannungsnetzen. Holzmasten wirken bei der Beanspruchung wesentlich dynamischer und haben in vielen Fällen bei Einwirkungen von Wind, Schnee- und Eislasten standgehalten, wo Eisen- und Betonmasten knickten. In Norwegen, wo das Eislastproblem besonders gross ist und auch bei Leitungen der unteren Spannungsebene mit Lasten bis zu 20 kg/m gerechnet werden muss, haben Holzmastenleitungen mit Hängeisolatoren gute Ergebnisse gebracht. Diskutiert wurde auch das Abtauen von Eis an Freileitungen mittels gezielten Kurzschlussschaltungen, jedoch liegen hier noch wenig Erfahrungen vor. Aus der BRD wurde eine Lösung vorgestellt, bei welcher der Leiterquerschnitt auf zwei Teilquerschnitte aufgeteilt und im «langen Schlag» verseilt wurde. Damit sollen bessere Bedingungen für den Windangriff und eine geringere Bildung von Eislast entstehen.

Über *Konstruktionsmethoden und Zubehör von Freileitungen und zur Verlegung von Kabeln* sind vier schriftliche Beiträge eingegangen. Beim Freileitungsbau ging es um die Verlängerung der Lebensdauer von Holzmasten, und zwar vor allem durch Imprägniermethoden. Ein Beitrag aus Grossbritannien beschreibt, wie mittels einem Ultraschall- und Elastizitätsmessgerät die Biegebruchfestigkeit von Masten ermittelt werden kann; Methoden, um Masten möglichst lange stehen zu lassen. Für schweizerische Verhältnisse wohl weniger anwendbar dürfte der von Spanien vorgestellte Stahlmastfuss sein. Dieser wird als Rohr mit angeschweissten Spiralelementen in das Erdreich gebohrt und dient dem Einstecken von Holmasten. Im Kabelbereich sind einmal mehr die Vor- und Nachteile der Verlegung mittels Fräsen oder Grabpflügen aufgezeigt worden. Obwohl bereits Kabel bis zu einer Spannung von 20 kV auf diese Art verlegt werden, kam zum Ausdruck, dass die Einpflügetechnik nie ein Ersatz, sondern nur eine Ergänzung zur bisherigen Kabelbautechnik sein kann. Diese Verlegungsart kann in gewissen Fällein auch eine Alternative zur Freileitung sein. So seien zum Beispiel in der BRD in günstigem Gelände die Erstellungskosten verschiedentlich nicht höher ausgefallen als für vergleichbare Freileitungen.

Der Themenbereich *Kabel* wurde bereits an früheren CIRED-Veranstaltungen eingehend behandelt. Obwohl immer mehr polymerisolierte Kabel verwendet werden, ist man in einigen Ländern der Ansicht, dass dies im Mittelspannungsbereich nur mit Vorsicht zu tun sei. Dabei dürfte es wichtig sein, die Untersuchungen über die Wasserdichtigkeit bis und mit der äusseren Umhüllung fortzusetzen. In Grossbritannien sind Abklärungen über die Probleme der Dehnung während der Lebensdauer sowie die mechanische Festigkeit des Aussenmantels gemacht worden. Sie konnten aber der Diskussion um PVC oder PE kaum weiterhelfen; in der BRD wurden hingegen mit PE-Aussenmänteln eindeutig bessere Ergebnisse erzielt. Aus Norwegen wird über Statistiken berichtet, wonach im Mittelspannungsbereich die Fehlerrate kunststoffisolierter Kabel gleich gut sei wie diejenige von papierisolierten Kabeln, hingegen seien die Muffen und Endverschlüsse in Kunststoff noch wesentlich störungsanfälliger. Recht ausgiebig ist über das Brandverhalten von Kunststoffkabeln diskutiert worden. Die Fragen, wo flammhemmend, wo feuerbeständig, wo wenig oder kein korrosiver Rauch usw., sind oft schwer zu beantworten. Es kam die Meinung auf, halogenfreie Kabel dürften in vielen Fällen genügen. Ein weiterer Diskussionsteil betraf die Kabelenden. In vielen Ländern werden bereits 80–90% der Transformatoren und Schalterverbindungen gesteckt. Die Erfahrungen sind durchwegs gut, allerdings liegen über die Alterung, so die Ansicht eines Vertreters aus Grossbritannien, wohl auch erst in fünfzig Jahren die richtigen Ergebnisse vor.

Ch. Rogenmoser

Betriebsführung und Steuerung öffentlicher Verteilnetze

Unter diesem Hauptthema wurden in der 4. Sitzung 17 in folgende Themengruppen unterteilte Beiträge bearbeitet:

- Fortschrittliche Messsysteme
- Kommunikationssysteme
- Automatisierung von Verteilnetzen mit hoher Versorgungsgüte
- Automatisierungsstrategien
- System zur Leistungsführung
- Fernsteuersysteme für Verteilnetze
- Rechnergestützte Betriebsführung von Verteilnetzen
- Spezielle Überwachungsfunktionen

Während die Verteilerwerke in der Vergangenheit ihr Hauptaugenmerk auf die Fernsteuerung von Einspeisestationen und die Lastverteilung gelegt haben, werden beim heutigen Stand der Elektronik gezielt alle zu einer optimalen technisch-wirtschaftlichen Führung der Energieversorgung sich zeigenden Lösungsmöglichkeiten ins Auge gefasst. So wurden insbesondere die fortschrittlichen Messsysteme, die Automatisierung von Verteilnetzen mit hoher Versorgungsgüte sowie Fernsteuersysteme für Verteilnetze als Vorzugsthemen behandelt.

Mit fortschrittlichen Messsystemen befassten sich sechs Referenten, schwergewichtig mit Systemen der Fernablesung von Energiezählern, wobei als Verbindungswege kommerzielle Rundfunkleitungen, Telefonleitungen sowie das EW-eigene Netz als technisch gangbare Lösungen herangezogen werden können. Während sich diese Technik, deren Rendite wesentlich von der Systemwahl abhängt, für Gross- und Industrieabnehmer wohl rechtfertigen lässt, wurde sie für Detailabnehmer infolge der für das Lieferwerk nicht unbedingt erwiesenen Kostenvorteile auch in Frage gestellt. Zudem wurde einerseits auf die Gefahren, dabei mit der Elektronik zu spielen, und anderseits auf die Problematik fehlender Akzeptanz neuester Zähler hingewiesen. Im übrigen konnten auf diesem Gebiet seit dem vorhergehenden CIRED-Kongress wesentliche Fortschritte festgestellt werden.

Bezüglich Automatisierung von Verteilnetzen mit hoher Versorgungsgüte nahmen sieben Referenten insbesondere zu den Konferenzbeiträgen über die Struktur von Hoch- und Mittelspannungsverteilnetzen, die Philosophie zur Führung von ländlichen Hoch- und Mittelspannungsstationen bzw. -schaltstellen, die Anwendung von Mikroprozessoren sowie über Systeme zur Leistungsführung im Bereich der elektrischen Raumheizung Stellung. In diesem Zusammenhang wurde u. a. auch die Frage der zentralen oder dezentralen Fernsteuerung von Schaltelementen behandelt, wobei je nach Unternehmung verschiedene Prinzipien vertreten wurden.

Das Vorzugsthema über Fernsteuerungssysteme für Verteilnetze rief insgesamt vier Votanten auf den Plan. Dabei fand die besondere Struktur des aus drei konzentrischen Ringen mit Mittelspannungsstationen bestehenden Verteilnetzes von Paris mit den Möglichkeiten, diese zu kuppeln und Lasten zu verlagern, grosse Beachtung. Ferner bildeten die rechnergestützte Betriebsführung von Verteilnetzen sowie spezielle Überwachungsmethoden von Freileitungen in bezug auf Temperatur und deren Messwertübertragung Gegenstand verschiedener Wortmeldungen.

J. Moser

Auslegung, Planung und Betrieb von Industrienetzen

Unsere Gesellschaft wird immer mehr abhängig von einer sicheren elektrischen Energieversorgung in guter und insbesondere gleichbleibender Qualität. Die Sicherstellung dieser Forderung und weniger die Planung der notwendigen Netze war denn auch das Hauptthema dieser 5. Sitzung. Im Vordergrund standen dabei die Einführung neuer Geräte und Technologien auf der einen Seite als Verursacher möglicher Störungen, auf der anderen als Mittel zur Vermeidung von Störungen. Obwohl das Thema auch schon an früheren CIRED-Veranstaltungen behandelt worden war, lag das Interesse erneut bei der Vermeidung von Netzrückwirkungen. Mit einiger Genugtuung dürfen die Elektrizitätswerke feststel-

len, dass Gerätehersteller wie Anwender störender Apparate realisiert haben, dass es besser ist, die Ursache von Rückwirkungen direkt an Ort und Stelle zu beheben als die Behebung über Verteilnetzverstärkungen zu suchen. So wurden interessante Schaltanordnungen von Umrichtern und deren speisenden Transformatoren gezeigt, um Oberschwingungen zu reduzieren bzw. direkt zu kompensieren. Aber auch eine von der Bundesrepublik Deutschland vorgestellte Dämpfung von Flickereffekten mittels einer über Mikroprozessoren gesteuerten Kompensationseinrichtung, z. B. für grössere Schweissanlagen, fand Interesse.

Weitere Themen behandelten die Einflüsse von grossen Lastabwürfen auf die Qualität der Netzspannung. Es gilt, die Frequenz- und Spannungsänderungen dabei möglichst klein zu halten. Eine vorgestellte neuartige Lastabwurfeinrichtung berücksichtigt die Reaktion des Netzes im voraus und setzt die Grösse der abzuwerfenden Last vorher so fest, dass die Betriebseinflüsse klein bleiben.

Im dritten Themenkreis wurde auf die Auswirkungen von Spannungseinbrüchen und kurzen Spannungsunterbrechungen eingegangen. Es besteht hier die Meinung, bei auftretenden Spannungsveränderungen liegen eigentlich Mängel im Verteilnetz bezüglich elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) vor. Zur Vermeidung dieser Mängel sind ebenfalls Planungsarbeiten notwendig. Sie erfordern eine enge Zusammenarbeit der Netzbetreiber, Gerätehersteller und Geräteanwender. Mit qualitativ guten, nicht störenden bzw. störfesten Geräten auf der einen Seite sowie einem gut geschützten und überwachten Netz auf der anderen Seite sollen gemeinsame Lösungswege gesucht werden. So werden in Grossbritannien vermehrt systematische Untersuchungen der transienten Störungen in Industrienetzen gemacht, um mit gezielten Gegenmassnahmen in Form von Potentialtrennung, Abschirmung, Filtereinsatz und Erdung in den Steuerungs- und Regeleinrichtungen Abhilfe schaffen zu können. *Ch. Rogenmoser*

Entwurf und Planung von öffentlichen Verteilnetzen

Für diese 6. Sitzung wurden 13 Berichte eingereicht, die in folgende Vorzugsthemen gruppiert wurden:

Verbrauchs- und Bedarfsvorhersage. Verhältnis zwischen Verbrauch und maximaler Leistung für verschiedene Lastarten und dessen Entwicklung. Einwirkungen ungewisser Voraussagen auf die Netzplanung.

Verfahren der Netzplanung (Rechnerunterstützung, graphische Techniken) unter Berücksichtigung der Verlustkosten, die Erneuerung und der Modernisierung vorhandener Anlagen, insbesondere in Zeiten geringen Lastzuwachses und finanzieller Schwierigkeiten.

Besondere Gesichtspunkte bei Planung und Optimierung der Netze, zum Beispiel integrierte Planung verschiedener Spannungsebenen und Zuverlässigkeitsberechnungen (einschliesslich Bewertung der Kosten für die Qualität der Versorgung).

Mit dem 1. Vorzugsthema befassten sich insbesondere drei Berichte aus Dänemark, Italien und Belgien. Als wesentliche Grundlage für alle Planungsarbeiten gilt die Kenntnis der Belastungswerte. Für das Verteilnetz setzen sich die Belastungen aus der zeitgleichen Summe der Leistungen einer mehr oder weniger grossen Zahl von Bezügern zusammen. Die Grösse und der zeitliche Verlauf dieser Summenlast werden durch zahlreiche, teils gänzlich unvorhersehbare Faktoren beeinflusst. Ein Bericht beschreibt ein Lastmodell auf der Basis von charakteristischen Lastkurven, insbesondere für Bezüger mit elektrischer Heizung oder Wärmepumpe. Ein zweiter Bericht behandelt eine statistische Methode für die Einteilung der Verbraucher in Lastklassen, die jeweils durch Lastkurven charakterisiert sind.

Für die Diskussion wurde nach praktischen Erfahrungen beim Einsatz der beschriebenen oder anderer Systeme und nach deren Genauigkeit gefragt. Aus 15 Diskussionsbeiträgen ergab sich ein breites Feld von Verfahren, die sich bewährt haben. Auch bei unvorhergesehenen Ereignissen kann der Leistungsbedarf recht gut ermittelt werden, insbesondere wenn die Umgebungstemperaturen mit berücksichtigt sind. Angaben über Anwendungen während der Kältewelle im Januar 1985 haben dies bestätigt. Allerdings wird die Prognose um so schwieriger, je mehr Verbrauchergruppen zur Unterscheidung beigezogen werden. Je mehr Daten vorliegen, desto genauer sind die Ergebnisse, doch steigt auch der Aufwand für die Untersuchungen. Die Auswertmöglichkeit durch Computer ist Voraussetzung. Damit kann die Fehlergrenze auf unter ±10% gebracht werden. Ebenso sind Datenbanken notwendig. Die Berechnung von spezifischen Leistungswerten pro Bezüger ist möglich. Seit dem CIRED 1983 sind grosse Fortschritte erzielt worden.

Sieben Berichte lagen zum 2. Vorzugsthema vor. Schade, dass sich darunter keine Netzplanungsstudien über schweizerische Verhältnisse befanden. Die in den Berichten dargestellten Planungssysteme basieren in der Regel auf Modellnetzen. Die komplexe Aufgabe der Netzplanung wird mittels Computerunterstützung gelöst, wobei die Berechnungsmethode zur Ausbaustrategie gehört. Für bestimmte Teilaufgaben wurden erprobte Lösungen vorgeführt. Es scheint heute möglich, die bestehenden Netze durch Digitalisierung aus den Katasterplänen zu erfassen. Diese Arbeit wird durch angelernte Kräfte besorgt. Mittels Netzberechnung und teilautomatisierter Netzplanung erhält der Planungsingenieur die notwendigen Unterlagen zur Entscheidung. Eine Visualisierung der Ergebnisse ist besonders wertvoll. Benützerfreundliche Darstellungsprogramme sind noch zu entwickeln. Interessant war die Bemerkung eines Belgiers, wonach die Suche nach dem optimalen Verlauf eines Trassees mehr durch die Investitionskosten als durch Bewertungen aus Zuverlässigkeitsanalysen unter Berücksichtigung der nicht gelieferten Energie beeinflusst wird. Die genannten Elemente sind heute Stand der Technik. Eine flexiblere Gestaltung der Netzberechnung wird angestrebt, insbesondere der laufende Einbezug und die laufende Analyse des Schutzkonzepts als Bestandteil der Planung. Je dichter die Überbauung ist, desto wichtiger wird die Frage der Spannungswahl für Hochspannungsnetze. Im weiteren ist der Planungshorizont langfristig anzusetzen. Niederspannungsnetze bilden die Grundlage des gesamten Verteilungssystems. Der Transport elektrischer Leistung mit Niederspannung ist jedoch wegen der hohen Verluste teuer. Die bisherigen Versorgungssysteme sind daher kritisch zu prüfen. Gerade bei der Planung von Niederspannungsnetzen ist die Kreativität des Planers gefordert.

Im Rahmen des 3. Vorzugsthemas wurde die Frage des Kabelsystems bei Mittelspannung unter Berücksichtigung von Kunststoffkabeln behandelt. Ferner wurden die für die Qualität des Verteilnetzes verantwortlichen Kriterien dargestellt, und schliesslich befasste man sich mit der Fehlererkennung. XLPE-Kabel bieten wesentliche Vorteile, insbesondere wenn es sich um Netzverstärkungen handelt. Als Qualitätsfaktoren werden vor allem Spannungshaltung, Spannungseinbrüche, langsame Spannungsfluktuationen und Oberschwingungen genannt. Für das Erkennen und Freischalten von Fehlern in Mittelspannungsnetzen werden mehr und mehr Automatiken eingeführt, wobei die Wirkungsweise unterschiedlich ist, je nach Fehlerlage in den eingeteilten Zonen.

Bei der Diskussion über Netzplanung zeigt sich immer wieder, dass der Planer für seine Aufgabe Leistungsangaben benötigt, in der Regel aber nur Energiewerte (kWh) erhält. Ferner wird es immer wichtiger, dass der Netzplaner seine Wünsche formulieren kann, damit Computerunterstützung gezielt möglich ist. Der planende Ingenieur kann nicht durch den Computer ersetzt werden. Seine Erfahrung und seine Kreativität sind zur Planung der öffentlichen Netze nach wie vor erforderlich. Wäre es nicht auch möglich, auf nationaler Ebene die vorhandenen Potentiale im Erfahrungsaustausch zu nützen? Dann könnte wohl auch international ein Beitrag zur Darstellung der Planungsaufgaben bei hohen Lastdichten vorgelegt werden. Gerade der grosse Aufwand bei der Bereitstellung von Rechenprogrammen könnte eine koordinierte Nutzung des vorhandenen Wissens nahelegen. *W. Lüdin*