Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 49 (1958)

Heft: 22

Rubrik: Communications ASE

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: 22.08.2025

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

stand dadurch ausgeglichen, dass die partiellen Differentialquotienten des Verluststromes, vor allem $\partial I_2/\partial n_1$, mit steigender Frequenz anwachsen. Die empirische Erprobung der Schaltung ergab eine sehr beachtliche Konstanz der Frequenz über den ganzen Bereich von 20...50 Hz, so dass es tatsächlich gelingt, mit zwei getrennten Schiebewiderständen die Frequenz und das Bremsmoment am Prüfling voneinander unabhängig einzustellen.

Der Frequenzfahrbereich wird durch die folgenden Grenzen eingeschränkt:

1. Die nebenschlusserregte Maschine *M2* führt, wenn eine (noch so kleine) zusätzliche Fremderregung angewendet wird, keine kleinere Spannung, als es dem Krümmungsbeginn der Kennlinie entspricht; anderseits kann das Feld Φ_1 einen gewissen Sättigungswert nicht überschreiten. Daraus ergibt sich die untere Bereichsgrenze zu ungefähr $n_{1min} = 600$ U./min und $f_{smin} = 20$ Hz.

2. Das Feld der Maschine *M2* kann sich, solange Feldschwächung nicht in Betracht gezogen wird, höchstens dem Wert von Φ_1 bis auf Gleichheit nähern; demgemäss ist $n_{1max} = 1500$ U./min und $f_{smax} = 50$ Hz als obere Bereichsgrenze anzusehen.

Ersetzt man die vierpolige Maschine *Ms* durch die in Fig. 7a gestrichelt eingezeichnete sechspolige Maschine *Ms'*, die übrigens dem Prüffeld ohnehin zur Erzeugung von Kombinationsfrequenzen zur Verfügung steht, so erhält man einen zweiten Frequenzbereich von 30...75 Hz.

3. Unter Verzicht auf die günstigen Regeleigenschaften kann der normale Variabilitätsbereich der Frequenz u. U. auf 15...60 Hz statt 20...50 Hz ausgedehnt werden. Es wird dazu am unteren Rand die Veränderung des Parameters Φ und am oberen Rand die Schwächung des Feldes Φ_1 erforderlich.

Die einwandfreie Funktion der Schaltung in der beschriebenen Art ist wesentlich an zwei Bedingungen geknüpft:

1. Die Prüflingsgruppe *LW/Mx* laufe leer mit niedrigster Frequenz. Dementsprechend sind die Regelwiderstände für Frequenz und Bremsmoment in den Endstellungen anzutreffen ($\Theta_{f1} = \max.$, $\Theta_{f2} = 0$). Mit $I = 0$, $s = 0$ sowie $E_b \ll E, E_1, E_2$ und $E \approx E_1 \approx E_2$ muss das Leistungswaagenfeld als konstanter Parameter nach Gl. (36) die folgende Bestimmungsgleichung erfüllen:

$$\left(\frac{p_s}{p_x}\Phi\right)\frac{f_{smin}}{50} \approx \frac{k_2}{k_1}\Phi_{nmin} \tag{39}$$

An der oberen Grenze lässt sich schreiben:

$$\frac{p_s}{p_x}\Phi \approx \frac{k_2}{k_1}\Phi_{2max} \tag{40}$$

Es gibt also eine einzige Einstellung $(p_s/p_x)\,\Phi$, wenn die Schaltung im gesamten Frequenzbereich

$$f_{smax} : f_{smin} = \Phi_{2max} : \Phi_{nmin} \tag{41}$$

betriebsbereit sein soll. Anderseits kann nach Gl. (39) durch Verstärkung von Φ die untere Stabilitätsgrenze erweitert werden. Die Einstellung von Φ muss vor allen Dingen der Polzahl des Prüflings gerecht werden, so dass immer $\Phi\,(p_s/p_x)$ Gl. (40) erfüllt.

2. Die Drehrichtung des Prüflings muss drehstromseitig mit derjenigen der Leistungswaage übereinstimmen.

5. Zusammenfassung

Der Gleichstrom-Arbeitskreis einer Leistungswaage wird mit elementaren Mitteln, d. h. mit den Erregerwicklungen der beteiligten Gleichstrommaschinen allein, in der Weise beherrscht, dass durch die Wahl der Erregungsschaltung eine Anpassung an verschiedene Betriebsverhältnisse der zu prüfenden Elektromotoren erreicht wird. Eine übersichtliche Druckknopfsteuerung bietet dem Prüfer die Bedienungsvarianten «Fahren», «Bremsen», «Halten» und «Ausschalten».

In der Position «Fahren» wird die einfache Leonard-Drehzahlsteuerung gewählt, welche zum Antrieb von Generatoren und von Motoren im Gegenstrom-Bremsbereich benötigt wird. Mit dem Druckknopf «Bremsen» wird die Komponentensteuerung oder bei variabler Frequenz die unabhängige Frequenzfahrsteuerung erhalten, beide zur Aufbringung einer echten Belastung. Die Stellung «Halten» dient dem Kurzschluss- oder Anzugsversuch.

Adresse des Autors:
Heinz-Günter Gerlach, dipl. Ingenieur, Berninastrasse 123, Zürich 57.

Technische Mitteilungen — Communications de nature technique

Zur Geschichte des Elektromotors

Eine Hörfolge über seine Erfindung

621.313.13(091)

Am 8. Juni 1958 hat das Studio Zürich unter dem Titel «Kraft aus Elektrizität» eine Radiosendung ausgestrahlt, mit der auf die auch für den Fachmann etwas verfängliche Frage geantwortet wird, von wem, wie und wann der Elektromotor erfunden wurde.

Ein Sprecher erzählte die Geschichte von der Erfindung des Motors in Form von Gesprächen mit bekannten und auch weniger bekannten Männern der Technik. Die 70 Jahre, die der Zeitraum der Geschichte umfasst, rollten in ernsten und heiteren Episoden vor dem Hörer ab. So war es kein trockener Bericht, sondern ein Griff ins Leben mit all seinen Irrungen, Leidenschaften und Triumphen. — Die Erzählung beginnt mit Johann Christian Oersteds zufälliger Entdeckung der Kraftwirkung, die der stromdurchflossene Leiter auf eine Magnetnadel ausübt (1820). Dominique François Arago, kurz nachher zufällig in Genf, äussert seine Bedenken, wird aber mit André-Marie Ampère bald zum eifrigsten Verkünder und Erforscher des merkwürdigen Phänomens. Michael Faraday, anfänglich Buchbinder, dann der berühmteste Experimentator seiner Zeit, bestätigt Oersteds Erkenntnis von der *drehenden* Wirkung des «elektrischen Konflikts» und baut 1821 seinen Rotationsapparat, den Urtyp des Elektromotors. Aber mit der Sensation, die der eben erfundene Elektromagnet auslöst, beginnt ein 30jähriger Irrweg in der Entwicklung des Elektromotors. Man glaubt, die riesige und als kostenlos betrachtete Kraft der Anziehung und Abstossung von Magneten zur Erzeugung von Bewegung ausnützen zu können. Der amerikanische Hufschmied Thomas Davenport erzählt von seiner aufsehenerregenden Erfindung des Magnetmotors (1833), an der er zugrunde geht; sein Pendant in St. Petersburg, der Physiker Hermann Jacobi (1834), von seiner etwa gleichzeitigen und fast gleichen Erfindung, deren Unbrauchbarkeit er aber schliesslich einsieht.

Inzwischen hatte man die Notwendigkeit erkannt, die galvanische Batterie als Stromquelle durch die maschinelle Erzeugung elektrischen Stromes zu ersetzen. Das gelingt Faraday in 10jähriger Forschungsarbeit, indem er den Vorgang in seinem Rotationsapparat umkehrt und durch Bewegung Strom erzeugt (1831). Es sind die Italiener Salvatore dal Negro und Pixii, die darnach die ersten Dynamomaschinen bauen. Werner von Siemens schildert, wie er, einen Gedanken des Engländers Wilde fortführend, zu seinem dynamoelektrischen Prinzip kommt (1866), und Oskar von Miller, wie er an der Münchner Ausstellung von 1882 Marcel Dep-

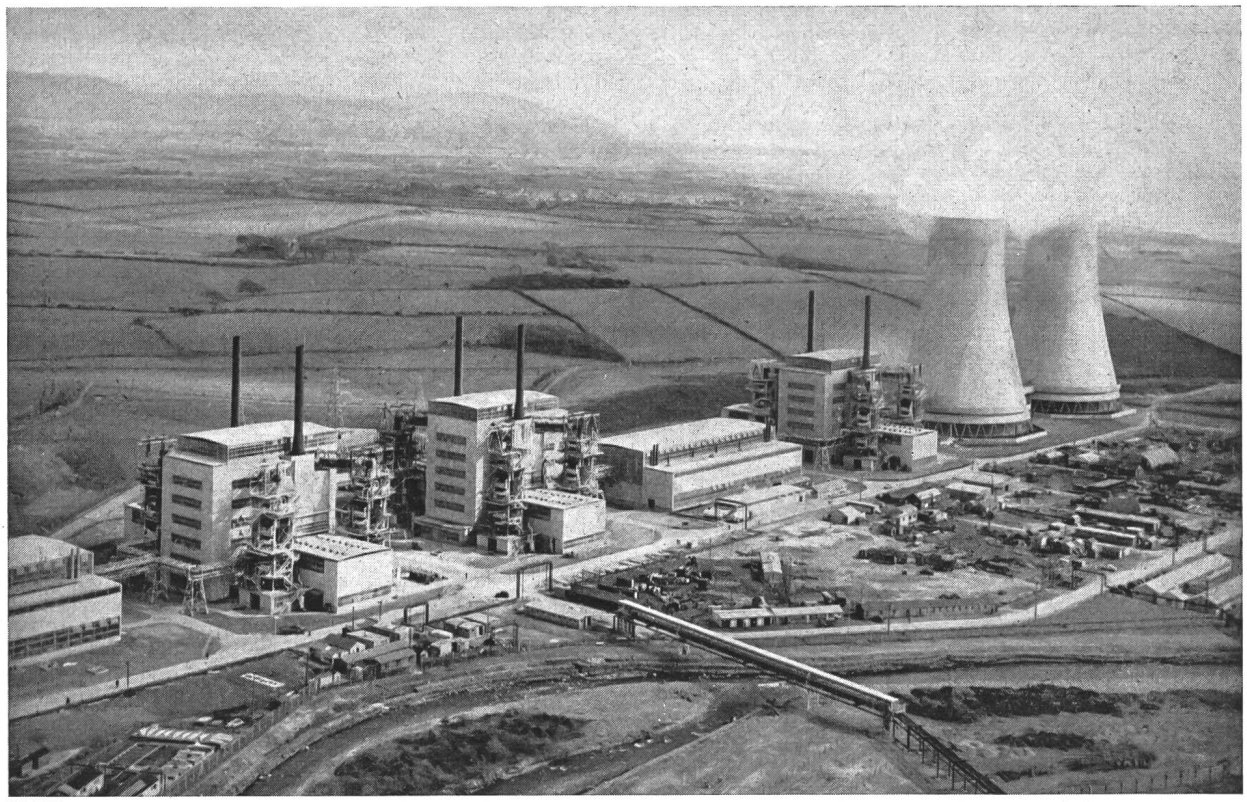
rez' Idee praktisch verwirklichte, durch Erhöhung der Spannung «mit Elektrizität beliebig grosse Kräfte auf beliebig weite Entfernung mit beliebig dünnen Drähten fortzuleiten». Der spannende Augenblick, als die vom Kohlenbergwerk Miesbach auf 57 km Entfernung gespeiste kleine Gleichstrom-Pumpengruppe sich in Bewegung setzt und ein künstlicher Wasserfall zu rauschen beginnt, wird als Radioreportage dargestellt.

Aber der Gleichstrom konnte das, worum es ging, nicht bewältigen. Schon wird der Transformator erfunden, Tesla und Ferraris erzeugen — unabhängig voneinander — durch Wechselstrom in einer ruhenden Wicklung ein kreisendes magnetisches Feld, das Drehfeld. Die Erfinder stürzen sich auf die damit gebotene Möglichkeit, einen Wechselstrommotor ohne Kommutator zu schaffen. In Europa ist es der Drehstrommotor des Chefkonstrukteurs der AEG, M. von Dolivo-Dobrowolski (1889), der sich durchsetzt. Aber mit dem Motor allein ist es nicht getan, es braucht dazu noch das Vertrauen in die Wechselstrom-Energieübertragung, für die sich, 9 Jahre nach Miesbach, wieder v. Miller einsetzt. Er hat es nicht leicht, weiss aber, dass nur die weithin sichtbare Demonstration die Skeptiker überzeugen und die Besserwisser überführen kann. In seiner Not wendet er sich nach der Schweiz, wo er bei der Maschinenfabrik Oerlikon und derem Chefkonstrukteur Charles Eugen Lancelot Brown volles Verständnis findet, und die dann gemeinsam mit der AEG die berühmt gewordene Kraftübertragung Lauffen—Frankfurt a. M. erstellen (1891). Sie war zwar zunächst auch nur ein wenig gewürdigter Erfolg; nach und nach setzte sich aber die Wechselstromübertragung und mit ihr der Drehstrommotor in der Praxis durch. Damit wurde der Elektromotor zum Promotor der Mechanisierung der Arbeitsvorgänge, ohne die der heutige Lebensstandard undenkbar wäre. Gleich- und Wechselstrom aber, einst feindliche Brüder, teilen sich seither in ihr Arbeitsgebiet einträchtig nach ihren Fähigkeiten.

Was am Radio in einer knappen Stunde sprunghaft erzählt wurde, bedarf noch einer Ergänzung, um die Bedeutung des Elektromotors zu erkennen und das Unterfangen einer populär-technischen Radiosendung zu rechtfertigen: Die schweizerische Industrie, die hier als Beispiel angeführt werden soll, verbraucht allein für Kraftzwecke jährlich 2,7 Milliarden kWh, was bei 2300 Arbeitsstunden im Jahr einer durchschnittlichen Leistung von fast 1,2 Millionen kW entspricht. Eine Pferdestärke, dem Arbeitsvermögen von 6 Mann, 1 kW also von 8 Mann gleichgesetzt, ergibt als Äquivalent des Energieverbrauches eine Arbeitsleistung von rund 10 Millionen Mann. Da aber 1 PS praktisch noch höher bewertet wird, kann man ohne Spitzfindigkeit sagen, dass das, was die Motoren der schweizerischen Industrie leisten, der mechanischen Arbeitsleistung von 10 bis 20 Millionen Mann gleichkommt. Es ist so, als ob hinter den 600 000 schweizerischen Industriearbeitern und -arbeiterinnen unsichtbar dieses riesige, 15- bis 30mal grössere Heer stiller Roboter stünde. Man überlege, wie sich das auf unsere Wirtschaft — und ähnlich auf die Wirtschaft aller Industrieländer — auswirken muss und wie es um die Produktion, und damit um unser materielles Wohlergehen ohne diese «Kraft aus Elektrizität» bestellt wäre!

St. E. Hopferwieser

Zweites Atomkraftwerk in England



SEV 26981

Calder Hall «B» (links im Bild), das gegenwärtig in der letzten Bauetappe steht, wird Englands zweites Atomkraftwerk sein. Es ist identisch mit dem ersten Atomkraftwerk Calder Hall «A» (rechts im Bild) in den technischen Daten und der Ausführung. Calder Hall «A» wurde 1956 in Betrieb genommen und weist folgende Hauptdaten auf [1]):

Thermische Reaktor-Ausgangsleistung . . .	182 MW
Elektrische Ausgangsleistung	39 MW
Thermischer Wirkungsgrad	21,5 %
Reaktorkern	nat. Uran
Moderator	Graphit
Kühlung	CO_2

[1]) Siehe Bull. SEV Bd. 46(1955), Nr. 15, S. 696, und Bd. 48(1957), Nr. 12, S. 580.

Internationale Kommission für Regeln zur Begutachtung elektrotechnischer Erzeugnisse (CEE)

Die Frühjahrstagung 1958 dieser Kommission fand vom 12. bis 22. Mai in Wien statt. Es waren wiederum alle 15 Mitgliedstaaten mit insgesamt etwa 140 Delegierten und Experten vertreten; von der Schweiz waren 7 Teilnehmer anwesend. Es wurden 5 Sitzungen von technischen Komitees und eine Plenarversammlung abgehalten.

Das technische Komitee für *Leitungsschutzschalter* behandelte in 2tägiger Sitzung die noch hängigen Fragen betreffend Abschaltgeschwindigkeit bei Kurzschlüssen und Kontakterwärmung, ferner die erste Hälfte des 4. Vorschriftenentwurfes über Leitungsschutzschalter. Da eingehende Untersuchungen gezeigt haben, dass eine Selektivität mit Sicherungen bei Kurzschlussverhältnissen nicht erreicht werden kann, wurde festgelegt, dass mit Leitungsschutzschaltern in Serie geschaltete Silberdrähte von 1,55 mm Durchmesser bei 500 A und von 1,0 mm Durchmesser beim Nennabschaltvermögen als mutmasslichem Strom nicht abschmelzen dürfen. Die zulässige Erwärmung der Kontakte wurde mit 60 °C für Kupferkontakte und mit 90 °C für Silberkontakte beschlossen, wobei für Fälle, in denen diese Temperaturen nicht gemessen werden können oder überschritten sind, eine Dauerprüfung vorgesehen wurde. Der Geltungsbereich des Vorschriftenentwurfes wurde im Hauptteil auf Schalter beschränkt, die für trockene Räume bestimmt sind und deren Nennstromstärken den Schmelzsicherungen entsprechen. Für Schalter mit Nennstromstärken, die auf der zulässigen Erwärmung basieren, sollen die Bestimmungen in einem Anhang zu den Vorschriften aufgenommen werden. Die Behandlung der Detailbestimmungen führte zu einer Reihe von Änderungsbeschlüssen; sie soll in der Herbsttagung weitergeführt und abgeschlossen werden.

Das technische Komitee für *Berührungsschutzschalter* behandelte in 1½tägiger Sitzung abschliessend den 5. Vorschriftenentwurf für solche Schalter. Im Geltungsbereich wurden die installationstechnischen Voraussetzungen für das zuverlässige Arbeiten der Schalter näher umschrieben. Von den zahlreichen kleineren Änderungsbeschlüssen seien folgende erwähnt. Ein allfälliger Ausschaltdruckknopf muss rot sein. Schalter mit Metallgehäuse müssen entweder mit einem vollständigen Isoliergehäuse im Innern oder mit einer Isolierauskleidung versehen sein. Am Gehäuse vorstehende Metallteile des Schaltmechanismus müssen von spannungführenden Teilen isoliert sein. Für die Prüfung bei normalem Gebrauch wird Schaltern bis 32 A ein Silberdraht von 0,85 mm Durchmesser bei 1500 A und Schaltern von 40 bis 63 A ein Silberdraht von 1,2 mm Durchmesser bei 3000 A mutmasslichen Stromes vorgeschaltet. Für die Schlagprüfung wird eine Fallhöhe von 10 cm des normalen Hammers festgesetzt. Luft- und Kriechstrecken für den Auslösestromkreis werden besonders festgelegt mit einem Minimum von 4 mm. Bei der Glühdornprobe wird auf die Messung der Verschiebung verzichtet und eine Prüftemperatur von 300 °C festgelegt. Die Überspannungsprüfung der Auslösekreise wird als Leistungsprüfung mittels eines Kondensators von 3 μF vorgesehen. Der Entwurf wird vom Redaktionskomitee bereinigt und der Plenarversammlung zur Genehmigung vorgelegt werden.

Das technische Komitee für *Steckkontakte und Schalter* hielt eine 2½tägige Sitzung ab, in welcher zunächst die erste Hälfte des 2. Vorschriftenentwurfes für Apparateschalter beraten wurde. Bei der Präzisierung des Geltungsbereiches wurden Kleinspannungsschalter und micro-gap-switches einbezogen, Schalter für Radio- und Fernsehapparate jedoch ausgeschlossen. Die Anforderungen für Schnurschalter, die gesamthaft in einem zweiten Teil der Vorschriften zusammengestellt werden sollen, wurden in dieser Sitzung nicht behandelt. Unter anderem wurden folgende Änderungen und Ergänzungen beschlossen. Zwischen zur Erdung eingerichteten und sonderisolierten Schaltern soll ohne äussere Kennzeichnung unterschieden werden. In den Bestimmungen über die Sichtbarkeit einzelner Anschriften und über die Kenntlichmachung der Ausschaltstellung bei mehrpoligen Schaltern wurden Erleichterungen beschlossen. Metallgriffe und berührbare Metallteile werden zugelassen, wenn sie entweder sonderisoliert oder für Erdung eingerichtet sind. Die Bedingung, dass nach Entfernung oder Beschädigung des Betätigungsorgans spannungführende Teile nicht berührbar sein dürfen, wurde auf den Fall beschränkt, dass das Betätigungsorgan von aussen wegnehmbar ist oder durch die mechanische Prüfung beschädigt wird. Lötanschlußstellen wurden bis zu Leiterquerschnitten von 2,5 mm² zugelassen, ausgenommen bei Schnurschaltern. Tropfwasser- oder spritzwassersichere Einbauschalter werden wie gewöhnliche Schalter geprüft. Die Prüfspannung zwischen offenen Kontakten wird für micro-gap-switches bis 250 V auf 750 V und für solche über 250 V auf 1000 V beschränkt. Die Behandlung der zweiten Hälfte des Entwurfes wurde verschoben mit Ausnahme der Diskussion der Glühdornprobe, welche zum Beschluss führte, dass 3 Länder eine Arbeitsgruppe zur Aufstellung einer geeigneteren Prüfmethode für die Wärmebeständigkeit bilden sollen.

Anschliessend wurde die Normung eines Haushaltsteckers 10 A, 250 V für Apparate mit Sonderisolierung behandelt. Der auf der Basis der bestehenden CEE-Steckkontakte aufgestellte Entwurf wurde mit einigen Änderungen als Unterlage für einen neuen Entwurf gutgeheissen. Der von der tschechoslowakischen Delegation auf Grund des schweizerischen Steckers Typ 11 gemachte Vorschlag wurde vorläufig mit dem Einwand ungenügenden Berührungsschutzes abgelehnt, zur weiteren Prüfung im Zusammenhang mit neueren Steckkontaktsystemen aber in Erwägung gezogen.

Das technische Komitee für *Leuchten* behandelte in 1½tägiger Sitzung zuerst den 4. Vorschriftenentwurf für Leuchten mit Glühlampen. Es wurden folgende wesentliche Beschlüsse gefasst. Für ortsfeste Leuchten für trockene Räume wurde die Isolationsklasse 0 unter der Bedingung zugelassen, dass die Leuchten vollständig in einem Isoliergehäuse eingeschlossen sind. Die Nennspannung muss auf der Leuchte aufgeschrieben werden, wenn sie von 250 V abweicht; hingegen wird die Aufschrift der Nennleistung für decorative fittings nur noch mittels einer Klebetikette oder dergl. verlangt. Apparateschnüre ohne Schutzleiter dürfen nur noch zum Anschluss von Leuchten der Isolationsklassen 0 und II verwendet werden. Der minimale Querschnitt für innere Verdrahtungen wurde allgemein auf 0,5 mm² reduziert und die Reduktion des Minimalquerschnittes von 0,75 mm² für Anschlußschnüre zu einzelnen Leuchtentypen ins Auge gefasst. Zugentlastungseinrichtungen für Anschlußschnüre mittels eines Knotens in der Schnur wurden unter gewissen Voraussetzungen als hinreichend erklärt. Die Behandlung des restlichen Teils des Vorschriftenentwurfes wurde verschoben, da noch einige besondere Fragen zu beraten waren.

In der Klassifizierung der Leuchten hinsichtlich Schutz gegen Berührungsspannungen wurde wiederum eine weitere Klärung erzielt. Die von einigen Ländern durchgeführten Temperaturmessungen an Glühlampen und Leuchten zwecks Festlegung einheitlicher Prüfmethoden haben Streuungen ergeben, die in erster Linie der verschiedenen Wahl der Thermoelemente zugeschrieben werden. Die Vergleichsmessungen werden unter Führung der englischen Delegation weitergeführt. Die Diskussion über die Normung von Nippelgewinden liess erkennen, dass das Gewinde M 8 stark verbreitet ist und führte zum Beschluss der Weiterverfolgung dieser Normung.

Das technische Komitee für *isolierte Leiter* konnte in der 1½tägigen Sitzung nur einige der vielen und zum Teil umfangreichen Traktanden behandeln. Die Diskussion über die Kennzeichnung der Schutzleiter erforderte viel Zeit und führte zum Beschluss, dass Schutzleiter in beweglichen Kabeln und Schnüren durch 2 Farben gekennzeichnet werden sollen, von denen jede auf jedem Leiterstück von 15 mm mindestens zu 30 % vorhanden sein muss, wobei die Art der Färbung frei bleibt; als Farben wurden vorläufig gelb und grün gewählt. Für bewegliche Mehrfachleiter wurde eine neue Farbenreihe aufgestellt, in welcher ausser den Farben für den Schutzleiter auch die blaue Farbe nur einmal vorkommt, damit diese für die allfällige Kennzeichnung des Nulleiters verwendet werden kann. Eine analoge Kennzeichnung soll auch für Mehrfachleiter für ortsfeste Verwendung erwogen werden.

Im weiteren wurde über verschiedene Prüfbestimmungen für Leiterschutzhüllen aus thermoplastischem Material beraten mit dem Ergebnis, dass solche Schutzhüllen grundsätzlich gleich zu prüfen sind wie thermoplastische Isolierhüllen. Für verschiedene Leitertypen wurde der Leiterquerschnitt von 0,5 mm² neu eingeführt. Die Fortsetzung der Besprechungen wurde für die Herbsttagung der CEE in Aussicht genommen.

In der halbtägigen *Plenarsitzung* wurden mehrere administrative und technische Fragen behandelt, von denen folgende erwähnt seien. Einem Vorschlag über die Zusammenarbeit

Fortsetzung auf Seite 1083

Es folgen «Die Seiten des VSE»