

**Zeitschrift:** Schweizerische Bauzeitung  
**Band:** 69 (1951)  
**Heft:** 36

**Artikel:** Gefahren der Elektrizitätsanwendung in Operationssälen  
**Autor:** Schuler, H.W.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-58917>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 19.11.2024

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

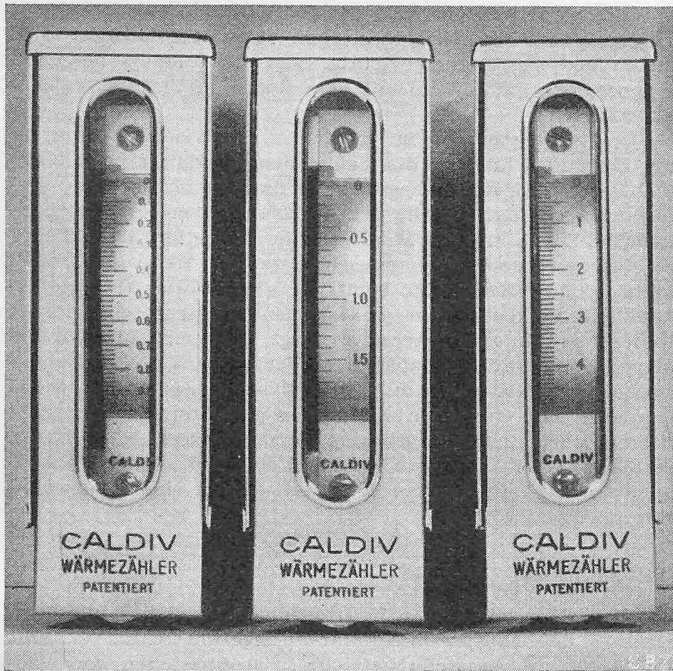


Bild 3. Drei Heizkostenverteiler «Caldiv» mit verschiedenen Skalen

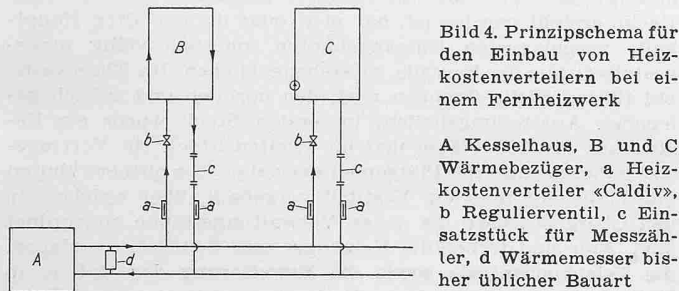


Bild 4. Prinzipschema für den Einbau von Heizkostenverteilern bei einem Fernheizwerk

A Kesselhaus, B und C Wärmebezüger, a Heizkostenverteiler «Caldiv», b Regulierventil, c Einbaustück für Messzähler, d Wärmemesser bisher üblicher Bauart

lieferten Wärme ermöglicht. Am Ende der Heizperiode werden die Anzeigen der einzelnen Apparate abgelesen, für jeden Bezüger die Differenz der Anzeigen zwischen Vorlauf und Rücklauf gebildet und diese Differenz mit der jeweiligen Wassermenge multipliziert. Die so erhaltene Kennzahl bildet nun den Masstab für die Aufteilung der total gelieferten Wärmemenge auf die einzelnen Wärmebezüger und damit die Grundlage für die Heizkostenverteilung.

## Gefahren der Elektrizitätsanwendung in Operationssälen

Von Dipl. Ing. H. W. SCHULER, Zürich

DK 614.825 : 725.519.2

Die bessere Kenntnis der Krankheiten, das vermehrte Wissen um die funktionellen Zusammenhänge der Organe des menschlichen Körpers und die verfeinerten Methoden der Diagnose, die vielfach auf den neuesten chemischen und physikalischen Entdeckungen beruhen, erlauben chirurgische Eingriffe heute in viel grösserem Masse als früher vorzunehmen. Dieser Umstand, sowie die starke Zunahme der durch den Verkehr verursachten leichten und schweren Unfälle hat eine viel intensivere Benützung des Operationssaales zur Folge als noch vor wenigen Jahrzehnten. Mit dieser intensiveren Operationstätigkeit des Chirurgen hat auch die Zahl und Art der medizinischen Hilfsapparate zugenommen, insbesondere auch solcher, bei denen Elektrizität in irgend einer Form benötigt wird.

Viele operative Eingriffe können mit Hilfe von Lokalanästhesie, viele durch intravenöse Narkose durchgeführt werden, in sehr vielen Fällen aber ist nur Narkose durch Anästhetika, die in Gasform eingeatmet werden, möglich. Ihre Basis ist in fast allen Fällen Aether, der bei Zimmertemperatur vom flüssigen in den gasförmigen Zustand übergeht. Heute gebräuchliche Aether-Verbindungen sind Divinyläther, Äthyläther, Äthylen, Vinyläther, Ätherchlorid oder Kelen, Cyclopropan, das in Äther löslich ist, und Lachgas (Stickstoffoxydul). Alle diese Stoffe können mit Sauer-

stoff oder Luft entzündbare und z.T. sehr explosive Gasgemische bilden. Die Gegenwart glühender Gegenstände, offener Flammen sowie das Auftreten von Lichtbogen infolge Kurzschluss oder Schaltungen und von Funken als Folge statischer Entladungen sind daher möglichst weitgehend zu vermeiden. Mit allen Mitteln muss verhindert werden, dass sie in die Gefahrenzone der Narkose-Einrichtung gelangen. Da aber auch im Operationsfeld feuergefährliche, leicht entzündliche Chemikalien Verwendung finden können, ist auch hier grosse Vorsicht geboten.

Lichtbogen können entstehen beim Einschalten von Schaltern in den Licht-, Kraft- oder Wärmestromkreisen des Operationssaales, beim Einstecken der Stecker elektrischer Apparate in die Steckdosen oder bei ihrem Herausziehen aus diesen. Sie können aber auch entstehen, wenn der Apparat oder seine Zuleitungsschnur schadhafte wird, derart, dass ein Phasenleiter gegen einen andern oder gegen den Nulleiter oder Schutzleiter überschlägt.

Mittel gegen diese Gefahren sind die Anwendung von Schaltern, deren Schaltkontakte in Öl eingetaucht oder zuverlässig gegen Zutritt explosibler Gasgemische abgekapselt sind; von Steckkontakten, die mit Schaltern derart verriegelt sind, dass der Schalter nur ein- und ausgeschaltet werden kann, wenn der Stecker eingestossen ist, wobei dieser nicht herausgezogen werden kann, wenn der Schalter eingeschaltet ist; von Verbindungsschnüren, die als Gummischlauchleiter mit zuverlässiger, zugentlasteter Befestigung im Stecker und am Apparat versehen sind, sowie von Apparaten, die keine Schalter aufweisen.

Da die Gase der Aethergemische schwerer als Luft sind, kann auch die Anordnung der fest in den Wänden verlegten Schalter und Steckdosen mindestens 1,5 m über Boden als sehr zweckmässige Massnahme angesehen werden.

Weil in der Regel die einphasigen Anschlüsse — Licht, Heisswasserpfännchen, Wärmekissen usw. — überwiegen, kann solchen Stromkreisen auch ein Transformator mit metallisch getrennten Primär- und Sekundärwicklungen vorgeschaltet werden, der selbstverständlich ausserhalb des Operationssaales aufgestellt werden muss. Ein Kurzschluss tritt dann nicht ein, wenn einer der beiden Leiter in metallische Verbindung kommt mit dem Apparatengehäuse oder mit einem Gegenstand, der in leitender Verbindung mit dem Boden des Operationssaales steht, sondern erst, wenn zwischen beiden Leitern eine direkte Verbindung hergestellt wird.

Funken können entstehen, wenn statisch aufgeladene Gegenstände und Personen mit Gegenständen in Berührung kommen, die Erdpotential aufweisen. Da solche Entladungen überall in der nächsten Nähe des Patienten, also insbesondere auch im Umkreis der Narkosemaske möglich sind, ist diesem Gefahrenherd alle Aufmerksamkeit zu schenken. Auch Schuhe mit Nägeln oder Schrauben in Sohle und Absatz können Funken bilden.

Mittel gegen das Entstehen statischer Potentialdifferenzen sind: genügende Leitfähigkeit des Fussbodens, damit dieser möglichst überall gleiches niederes Potential aufweist; gute metallische Verbindung aller festen und beweglichen metallischen Gegenstände mit dem Fussboden, die beweglichen wenn nötig mit Schleifkontakt (Kette); die Ausführung des Operationstisches, der Instrumententische usw. aus blankem Metall; die Ausführung allfällig nötiger Ueberzüge aus elektrisch leitendem Material, die Herstellung von Gummigegenständen aus leitendem Gummi, das Vermeiden von Nägeln oder Schrauben in Sohlen und Absätzen, sowie die Verwendung eines Sohlenmaterials, das zuverlässig leitend ist, damit sich ihr Träger nicht aufladen kann, das Vermeiden von Ueberkleidern oder Patientenhüllen aus Wolle, Seide oder Kunstfaserprodukten wie Rayon, Nylon usw., das Aufrechterhalten einer relativen Luftfeuchtigkeit von 50 bis 60%, die noch nicht feucht wirkt und doch isolierenden Oberflächen eine gewisse, für langsame Entladungen genügende Leitfähigkeit verleiht, und schliesslich die Verbindung des Patienten mit dem metallischen Teil des Operationstisches durch leitende Binden oder Gurten.

Elektrisierung. Ausser der Gefahr der Explosion infolge von Lichtbogen oder Funken besteht diejenige der Schockwirkung durch Elektrisierung. Sie ist die Folge der Berührung von nackten, unter Spannung stehenden Teilen elektrischer Apparate oder ihrer Zuleitungsschnüre oder von Apparaten,

deren umfassbare Teile infolge eines Schadens unter Spannung stehen.

Mittel gegen solche elektrische Schockwirkungen sind Zwischenschaltung eines Transformators mit dem Uebersetzungsverhältnis 1:1; Verbindung aller einphasig anzuschliessenden Apparate über dreidradige Schnüre, wobei der dritte Leiter als Schutzleiter geschaltet wird, derart, dass er umfassende Metallteile metallisch zuverlässig mit dem Nulleiter oder Schutzleiter des allgemeinen Verteilsystems in Verbindung bringt, wodurch auch die statische Aufladung solcher Apparate zusätzlich verhindert wird. Schlecht leitende Fussböden wären auch als Mittel gegen Elektrisierung zu nennen, doch steht dieser Forderung die noch wichtigere gegenüber, diese zur Verhinderung statischer Aufladung von Personen und Gegenständen leitend zu machen.

Die Vorschaltung eines Transformators kann auch dazu benützt werden, grundsätzlich alle elektrischen Apparate nur mit Kleinspannung (50 Volt und weniger) zu betreiben, da bei solchen Spannungen eine Elektrisierung praktisch nicht mehr eintritt.

Schliesslich sei noch auf die Gefahren hingewiesen, die eintreten, wenn aus irgendwelchen Gründen die Stromzufuhr zur Operationslampe unterbrochen wird und gleichzeitig der Arzt mit einem delikaten chirurgischen Eingriff beschäftigt ist. Hier muss im Moment des Stromunterbruchs eine zuverlässige Notstromquelle einspringen, sei es, dass durch sie besondere Lichtquellen der Operationslampe in Betrieb gesetzt werden, sei es, dass die Hauptglühlampe der Operationslampe zwei Glühfäden enthält, wovon der eine für normale Wechselstromspeisung, der andere für Gleichstrombetrieb aus Akkumulatoren vorgesehen wird. Notstromversorgung aus einer Dieselerzeugeranlage benötigt eine Anlaufzeit von einigen Sekunden und ist daher im Operationsaal höchstens für die Aufrechterhaltung der normalen Beleuchtung zulässig.

Aus dieser kurzen Zusammenstellung im Operationsaal möglicher Gefahren ergibt sich eine Reihe von Forderungen, die z. T. in unseren Spitälern schon erfüllt sind, z. T. sich ohne wesentliche Mehrkosten bei Neuanlagen erfüllen lassen. Selbstverständliche und erste Forderung ist, dass sich der operierende Arzt, der Narkoseleiter und das Hilfspersonal ständig der Gefahren bewusst sind, welche erhitzte Gegenstände und offene Flammen in der Nähe eines narkotisierten Patienten bilden.

Künstliche Lüftung mit Klimatisierung, durch die zu trockene Luft vermieden wird, stellt eine Forderung dar, die in allen neuern Spitälern der Schweiz erfüllt ist. Die künstliche Lüftung bringt auf jeden Fall schon den Vorteil, dass die Bildung explosionsfähiger Gasgemische ausserhalb der nächsten Umgebung der Narkosenmaske praktisch vermöglicht wird. Da Gasgemische, die Aether enthalten, schwerer als Luft sind, soll die verbrauchte Luft des Operationsaales möglichst nahe am Boden abgesaugt werden. Die klimatisierte Frischluft muss oben unter der Decke eingeblasen werden. Wollte man einen Operationsaal mit künstlicher Lüftung als explosionsgefährlichen Raum bezeichnen, so hätte dies zur Folge, dass alle Schalter- und Steckdosen in explosions-sicherer Ausführung vorgesehen werden müssten. Eine solche Forderung ginge aber entschieden zu weit. Es darf schon als reichlich genügende Massnahme bezeichnet werden, wenn Apparate in normaler Ausführung verwendet und sie 1,5 m über Boden gesetzt werden, statt wie üblich nur 1,10 bis 1,35 m über Boden. Damit befinden sie sich sicher ausserhalb des Bereiches gefährlicher Gasgemische, die Aether enthalten.

Zwischen den Forderungen eines isolierenden Fussbodens zur Vermeidung von Elektrisierung und eines leitenden Fussbodens zur Verhinderung von elektrostatischer Aufladung ist ein Kompromiss möglich, weil auch eine verhältnismässig hohe Isolierfähigkeit von etwa  $500\,000\ \Omega$ , gemessen zwischen zwei 1 m voneinander entfernten Punkten des Fussbodens, statische Aufladung noch verhindert und doch beim Berühren eines unter 220 V Spannung stehenden Apparateiles den Stromfluss durch den menschlichen Körper auf etwa  $4,4 \times 10^{-4}$  A begrenzt, während die tödlich wirkende Stromstärke bei etwa  $5 \times 10^{-3}$  A liegt. Wenn aber die Isolationsfestigkeit des Bodens auf etwa  $100\,000\ \Omega$  heruntergeht, steigt die Stromstärke bereits auf  $2,2 \times 10^{-3}$  A. Da man wohl kaum die Isolierfähigkeit des Bodens dauernd zwischen  $200\,000\ \Omega$  und etwa  $500\,000\ \Omega$  halten kann und man mit einer begrenzten Leitfähigkeit ja in erster Linie die Gefahr der statischen

Aufladung vermeiden will, ist der Verhinderung der Elektrisierung alle Aufmerksamkeit zu schenken. Dies ist auch darum ausserordentlich wichtig, weil die «Möbel» des Operationsaales gut leitend mit dem Boden in Verbindung stehen sollen.

Die Ausrüstung aller tragbaren elektrischen Apparate mit Leitungsschnüren, die neben dem Nulleiter noch einen Schutz- oder Erdleiter besitzen, so dass berührbare und umfassende metallische Teile der Apparate zuverlässig an Erdpotential liegen, kann als Mindestforderung gelten. Sie darf aber als durchaus genügend angesehen werden, wenn eine regelmässige und zuverlässige Kontrolle gleichzeitig für gute Instandhaltung derjenigen elektrischen Apparateile, insbesondere der Zuleitungsschnüre sorgt, die mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt sind. Die Verwendung von Zwischentransformatoren, sei es mit dem Uebersetzungsverhältnis 1:1 oder auch mit einem Verhältnis, das gestattet, alle Apparate grundsätzlich an Kleinspannung anzuschliessen, sollte nur in Verbindung mit optischen Signalen erfolgen, die durch Aufleuchten von Lampen das Schadhafwerden eines Phasenleiters anzeigen.

## MITTEILUNGEN

Das Comptoir Suisse in Lausanne, das dieses Jahr vom 8. bis 23. September zum 32. Mal durchgeführt wird, vereinigt auf 90 000 m<sup>2</sup> Ausstellungsfläche 2200 Aussteller, was wiederum einen Rekord bedeutet. Nachdem erst letztes Jahr die neue grosse Nordhalle mit schöner, stählerner Kreuzeckrost-Decke erstellt worden ist, hat man jetzt die der alten Haupt-halle vorgelagerten Eingangsbauten innerlich völlig umgestaltet; nur die Fassade ist stehengeblieben. Im Ehrenvestibül führen breite Treppen nach den nördlich und südlich gelegenen Ausstellungshallen; im ersten Stock wurde ein Restaurant für 300 Plätze und im zweiten Stock ein Vortrags- und Kinosaal mit 700 Plätzen eingerichtet. Der obenerwähnten Nordhalle hat man ein Vestibül vorgebaut, über welchem in den Obergeschossen die neuen Verwaltungsräume angeordnet sind. Neu sind ferner die Heizungs- und Ventilationsanlagen, die Telephonzentrale sowie die Erweiterung der Galerie in Halle I. Als Architekt dieser Umbauten zeichnet unser S.I.A.-Kollege Ch. Thévenaz. Als besondere Attraktionen der dies-jährigen Schau sind folgende zu erwähnen: der Pavillon von Marokko, der Stand der Association suisse romande de l'Art et de l'Industrie, die Ausstellung von Bildhauereien in der auf 3000 m<sup>2</sup> erweiterten Gartenanlage und schliesslich die beiden Modelle des menschlichen Körpers, eines in Naturgrösse und das andere 3,6 m hoch. Dieses ist aus durchsichtigem, plastischem Material und erlaubt, jedes anatomische Detail genau zu betrachten. Das Knochengestüst ist aus Aluminium, die Sichtbarmachung des Blutkreislaufes mit dem schlagenden Herzen geschieht durch 62 m Röhren und 1500 Lämpchen. Die beiden «gläsernen Menschen» sind das Werk des Deutschen Gesundheitsmuseums in Köln-Merheim.

Die Internationale Tagung über Fragen der Abnutzung und des Spiels (International Symposium on Abrasion and Wear), die von der Rubber-Stichting in Delft veranstaltet wird, ist auf den 14. und 15. November 1951 festgesetzt worden und findet im neuen Verwaltungsgebäude dieser Gesellschaft, Oostsingel 178, Delft, statt. Ausser einer kurzen Eröffnungsansprache und einführenden Bemerkungen werden acht berufene Fachleute über interessante technische Fragen aus diesem wichtigen Gebiet sprechen. Am 16. und 17. November sollen Exkursionen zur Besichtigung industrieller und staatlicher Laboratorien durchgeführt werden. Anmeldungen sind bis spätestens 30. September 1951 an das Sekretariat der Rubber-Stichting, Postbox 66, Delft, zu richten. Die entsprechenden Formulare können beim Internationalen Kautschukbüro, Wiedingstrasse 26, Zürich, Telefon 33 44 85, bezogen werden, das auch nähere Auskünfte erteilt.

Battelle International Institute ist der Name eines Forschungsinstituts zur Förderung der europäischen Wirtschaft, das im Herbst 1951 an einem noch nicht festgelegten Ort in Europa errichtet werden soll. Gründerin ist das Battelle Institute, Columbus, Ohio, USA, eine der grössten Stiftungen der Welt für Industrieforschung. Diese Stiftung wird auch die Finanzierung des europäischen Instituts übernehmen. In Aussicht genommene Forschungsgebiete sind: angewandte Chemie und Physik, Metallurgie, Brennstoffe, Keramik, Elektronik, theoretische und angewandte Mechanik, Ingenieurwissenschaft-