Realisierung der Versorgungssicherheit in Krankenhäusern

J. Gaitzsch, C. Naumann; Grimma

Neue medizinische Behandlungsmethoden und der verstärkte Einsatz elektrischer Geräte erhöhten die Ansprüche an die Versorgungssicherheit in Krankenhäusern und medizinisch genutzten Räumen. Die Anforderungen an die zuverlässige Stromversorgung und die anzuwendenden Schutzmaßnahmen sind in der DIN VDE 0107:1994-10 [1] festgelegt.
Schwerpunkte werden dabei im redundanten Netzaufbau sowie in der sicheren Versorgung der Räume der Anwendungspruppe 2 gesetzt, in denen ein totaler Ausfall der Stromversorgung für alle elektromedizinischen Geräte ausgeschlossen werden soll. Diese werden nachfolgend behandelt.
Sie sind sowohl für Planer als auch für Wartungstechniker von Interesse.

1 Redundanter Netzaufbau

Grundsätzlich kann man bei der Betrachtung des Netzaufbaus in Krankenhäusern und medizinisch genutzten Räumen von drei Ebenen der Stromverteilung ausgehen. Diese ergeben sich sowohl aus den baulichen Gegebenheiten als auch aus den Vorgaben der anzuwendenden Schutzmaßnahmen für die Räume der Anwendungsgruppen 0, 1 und 2 [2]. Im wesentlichen werden unterschieden:

- Niederspannungshauptverteilung (NSHV) als zentrale Schaltanlage zur Stromversorgung eines Krankenhauses auf der Niederspannungsebene
- Gebäudehauptverteilungen (GHV) zur Stromversorgung und -verteilung innerhalb eines Krankenhausgebäudes
- IT-Netz-Verteiler zur Stromversorgung der Räume der Anwendungsgruppe 2 und als Etagenverteiler für die Allgemeine Stromversorgung (AV-Netz) oder die Sicherheitsstromversorgung (SV-Netz) für Räume der Anwendungsgruppen 0 und 1).

Ein Beispiel für den Aufbau einer Stromversorgung im Krankenhaus zeigt Bild ❶. Hier wird die grundsätzliche Anordnung der Verteiler in den jeweiligen Krankenhausbereichen dargestellt. Jeder dieser Verteiler muß entsprechend [1] Umschalteinrichtungen für die redundante Stromversorgung (zwei voneinander unabhängige Einspeisungen) der Verbraucher enthalten.
In den Ebenen der NSHV und GHV ist darüber hinaus eine lichtbogensichere Trennung zwischen den SV- und AV-Netzen notwendig. Im NSHV und der Einspeisung der GHV ist ein TN-C-System zugelassen. Die Abgänge der GHV sind zwingend als TN-S-System auszuführen ([1], Abschn. 3.3.1).
Zur Stromversorgung im sensiblen Bereich von Räumen der Anwendungsgruppe 2 ist ein IT-System aufzubauen. Die in den IT-System-Verteilern anzuwendenden Umschalteinrichtungen haben neben der Umschaltung im Fehlerfall noch die Funktion der Überwachung und Meldung bei Überlast und Auftreten eines ersten Isolationsfehlers.

Autor

Dipl.-Ing. *Jörg Gaitzsch*, Dipl.-Ing. *Carsten Naumann* sind Mitarbeiter der ESA Elektroschaltanlagen Grimma GmbH, Grimma.

2 Niederspannungshauptverteilung

Die NSHV ist die zentrale Schaltanlage des Krankenhauses auf der 0,4-kV-Ebene. In ihr wird die grundlegende Netzstruktur mit dem AV-Netz und dem SV-Netz gebildet. Im Grundzustand werden sowohl AV- als auch SV-Netz über die Einspeisung des AV-Netzes aus dem öffentlichen Netz über den geschlossenen Kuppelschalter versorgt. Die Einspeisung des SV-Netzes ist in diesem Fall geöffnet. Bei Auftreten einer Störung dieser Einspeisung in Sinne eines Netzausfalls bzw. einer Spannungsabsenkung werden die Netze mittels Kuppelschalter getrennt und die Einspeisung des SV-Netzes wird zugeschalten.
Das Aggregat der Sicherheitsstromversorgung (z. B. ein Generator) übernimmt innerhalb von 15 s die Versorgung des SV-Netzes. Bei Wiederkehr des AV-Netzes wird durch Rücksynchronisation unterbrechungsfrei zurückgeschaltet.
Die Steuerung der automatischen Umschaltung kann nur in Zusammenhang mit dem Netzersatzaggregat erfolgen. Dazu werden die entsprechenden Meldungen und Schaltbefehle zwischen NSHV und Netzersatzaggregat übergeben. Für die Steuerspannungsversorgung der NSHV während des Generatoranlaufs muß jedoch eine separate unterbrechungsfreie Stromversorgung Anwendung finden, um die Funktion der automatischen Umschaltung innerhalb der NSHV unabhängig von der Starterspannung des Netzersatzaggregats zu ermöglichen.
Die Betriebs- und Störungszustände der NSHV werden entweder über die Gebäudeleittechnik oder vor Ort über eine Bedienerschnittstelle zur Anzeige gebracht und protokolliert.
Aufgrund der Bedeutung der NSHV für die Versorgungssicherheit im Krankenhaus ist an dieser Stelle der Einsatz von typgeprüften Niederspannungsschaltanlagen (TSK) nach DIN VDE 660 Teil 503 notwendig (Bild ❷).
Typgeprüfte Schaltgerätekombinationen sind durch eine gleichbleibend hohe Qualität, die sich in einem hohen Sicherheitsniveau ausdrückt, gekennzeichnet. Dies wird durch die industrielle Serienfertigung mit ihrer charakteristischen Wiederholgenauigkeit erreicht [3].

3 Gebäudehauptverteilung

Die GHV sind der Einspeisepunkt der Verteilungsebene innerhalb einer baulich zusammenhängenden Einheit des Krankenhauses. Ihre Notwendigkeit ergibt sich aus den Forderungen nach [1], Abschn. 5.10.5, für die Versorgung mehrerer Gebäude mit einer Netzersatzanlage von einer zentralen Stelle.
Maßgeblich für die Einführung der GHV ist die Tatsache, daß in Krankenhäusern mit zentraler Netzersatzanlage bei Beschädigung der Zuleitungskabel zu den Gebäuden durch Baumaßnahmen keine Versorgungssicherheit gewährleistet werden könnte. Erst mit Einführung einer zusätzlichen Ebene von Umschaltungen und der getrennten Trassierung von AV- und SV-Netz konnte dieser Mangel beseitigt werden.
Die GHV besteht aus dem AV- und dem SV-Teil, welche lichtbogensicher gegeneinander zu schotten sind ([1], Abschn. 3.1.4). Die Verbindung erfolgt über den Kuppelschalter. Dieser ist Bestandteil des SV-Netzes und muß daher im SV-Schrank untergebracht werden.
Wesentlich für die Funktion der GHV ist die Umschalteinrichtung nach [1]. Diese beinhaltet den SV-Einspeise- und den Kuppelschalter, die Spannungsüberwachung der 1. und 2. Leitung, die Steuerspannungsumschaltung ([1], Abschn. 5.9.2) und den Baustein „optische und akustische Darstellung der Schalt- und Störzustände“ ([1], Abschn. 5.8). Nach DIN VDE 0107 nicht unbedingt gefordert, bringen die Verwendung eines Schaltprotokolls und die Ankopplung an die Gebäudeleittechnik deutliche Verbesserungen für den Betrieb der Umschalteinrichtung.

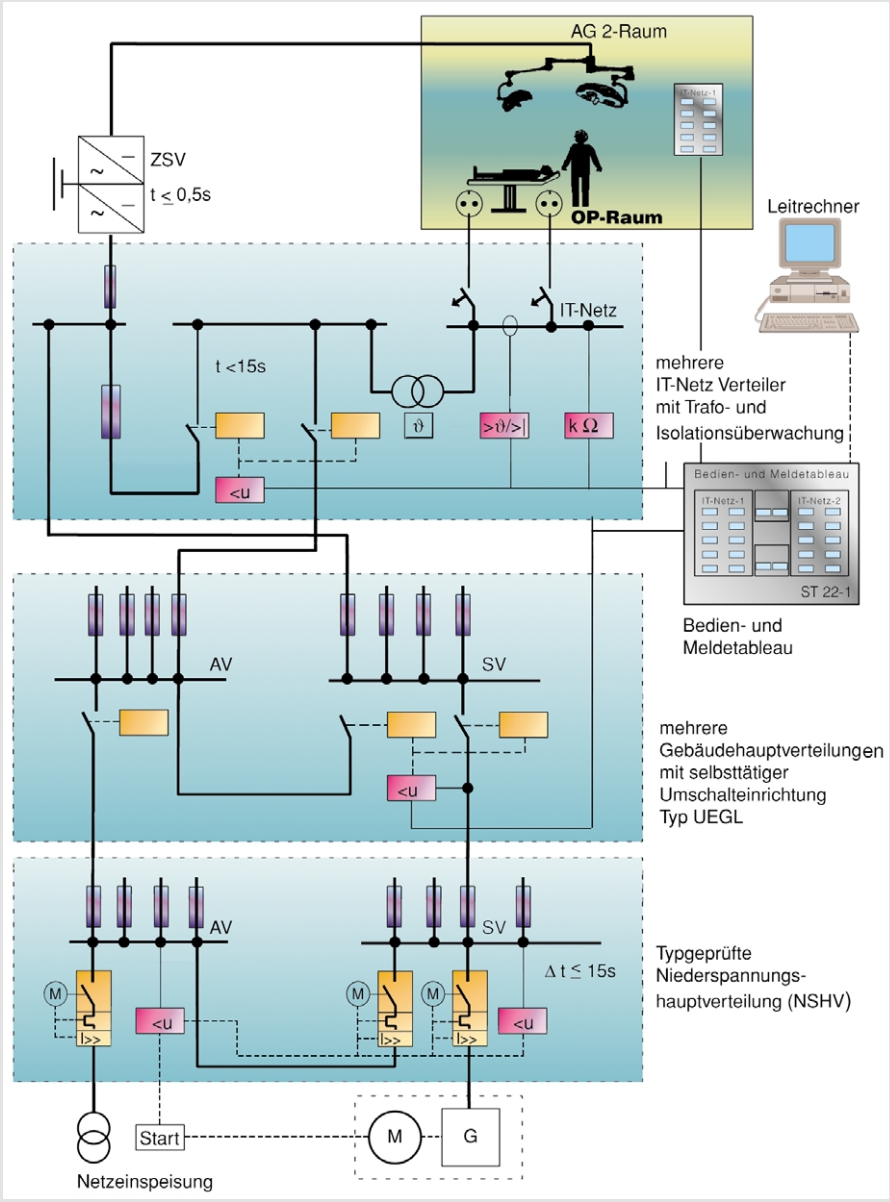
In der Praxis hat sich die Verwendung von Komplettbaugruppen bewährt, die hinsichtlich der Funktion und Sicherheit vom TÜV einer Baugruppen-Prüfung unterworfen wurden. Die Prüfung, die in Deutschland ausschließlich durch den TÜV Süddeutschland, Fachbereich Elektrotechnik, ausgeführt wird, gewährleistet für die Umschalteinrichtung den Qualitätsstandart eines Serienprodukts mit gepüfter Funktion. Diese Lösung sollte im sensiblen Krankenhausbereich selbstversändlich den Vorrang vor sogenannten Bastellösungen finden.
Bei der Funktion der Umschalteinrichtung wird in erster Linie die Versorgung des SV-Netzes betrachtet. Über die Spannungsüberwachung an der 1. Leitung (bevorzugte Einspeisung) wird im Havariefall auf die 2. Leitung umgeschalten. Im Gegensatz zur NSHV sind bei der GHV zwei verschiedene Schaltungen, die „kalte“ und die „warme“ Umschaltung möglich.
Diese beiden Umschaltvarianten ordnen den Begriffen 1. und 2. Leitung unterschiedliche Netze zu. Die 1. Leitung ist die Leitung, die im fehlerlosen Fall das SV-Netz versorgt. Die 2. Leitung versorgt das SV-Netz im Fall der Unterbrechung der Einspeisung der 1. Leitung.

3.1 „Kalte“ Umschaltung

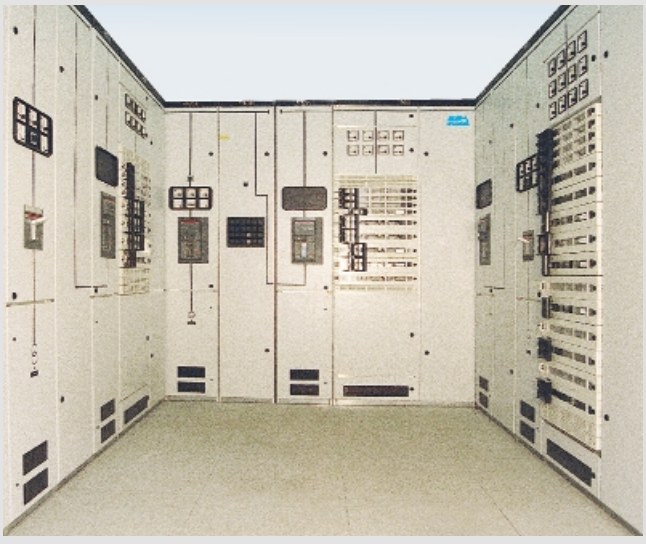
Bei der „kalten“ Umschaltung (Bild ❸) erfolgt die Einspeisung der GHV im fehlerfreien Fall aus dem AV-Netz der NSHV. Über den geschlossenen Kuppelschalter versorgt das AV-Netz der GHV das SV-Netz der GHV mit. Der SV-Einspeiseschalter ist geöffnet. Die Spannungsüberwachung erfolgt redundant im AV-Netz und nur für Meldezwecke im SV-Netz ([1], Abschn. 5.8, 6. Anstrich).
Der Ausfall der Spannung eines oder mehrerer Außenleiter der Einspeisung im AV-Netz löst die automatische Umschaltung aus und schaltet auf das SV-Netz um. Der Kuppelschalter wird geöffnet und der SV-Schalter wird geschlossen. Bei Netzwiederkehr erfolgt nach Ablauf einer Mindestdauer in der das AV-Netz stabil anliegen muß, der sogenannten Rückschaltverzögerung, die Rückschaltung auf das AV-Netz. Die Rückschaltverzögerung ist einstellbar und liegt in der Regel zwischen 2 und 10 s. Damit ist die AV-Leitung als 1. Leitung und die SV-Leitung als 2. Leitung zu bezeichnen, da die Versorgung des SV-Netzes im fehlerfreien Fall über das AV-Netz erfolgt. Die SV-Einspeisung und damit die SV-Schiene der NSHV wird im fehlerfreien Fall nicht belastet. Sie steht als „kalte“ (nicht belastete) Reserve zur Verfügung.

3.2 „Warme“ Umschaltung

Bei der „warmen“ Umschaltung (Bild ❹) erfolgt die Einspeisung der GHV im fehlerfreien Fall getrennt über beide Leitungen. Die AV-Leitung versorgt über den



❶ **Möglicher Aufbau einer Stromversorgung in einem Krankenhaus mit zentraler Netzersatzanlage**



❷ **Typgeprüfte Niederspannungs-hauptverteilung (NSHV), System GNS 3.0**

AV-Einspeiseschalter die AV-Schiene der GHV, und die SV-Schiene versorgt über den SV-Einspeiseschalter die SV-Schienen der GHV. Der Kuppelschalter ist geöffnet. Die Spannungsüberwachung erfolgt redundant im SV-Netz und nur für Meldezwecke im AV-Netz.

Der Ausfall der Spannung eines oder mehrerer Außenleiter der SV-Einspeisung löst die automatische Umschaltung aus und schaltet auf das AV-Netz um. Der SV-Schalter wird geöffnet und der Kuppelschalter geschlossen. Die Versorgung der SV-Schiene erfolgt über das AV-Netz. Bei Netzwiederkehr erfolgt nach Ablauf der Ruckschaltverzögerung die Rückschaltung auf das SV-Netz.

Damit ist die SV-Leitung als 1. Leitung und die AV-Leitung als 2. Leitung zu bezeichnen, da die Versorgung des SV-Netzes im fehlerfreien Fal1 über die SV-Einspeisung erfolgt. Die AV-Schiene der GHV fungiert als „warme“ (unter Last stehende) Reserve für das SV-Netz.

Auf den ersten Blick ist der Unterschied zwischen beiden Varianten gering, jedoch ergeben sich eine Reihe von technischen Vor- und Nachteilen. Speziell die Lastübernahme und Rücksynchronisation bei Generatorlauf sprechen für die „warme“ Umschaltung, so daß man dieser Variante auf jeden Fall die höhere Bedeutung zumessen sollte.

4 IT-System-Verteiler

Der IT-System-Verteiler dient zur Versorgung der Teile des AG 2-Bereichs, die nach DIN VDE 0107 über die Schutzmaßnahme „Meldung durch Isolationsüberwachung im IT-System“ [1] verfügen müssen. Das sind:

- Operationsleuchten, mit Nennspannung über AC 24 V oder DC 60 V
- zweipolige Steckdosen mit Schutzkontakt, an die medizinische Einrichtungen angeschlossen werden, die operativen Eingriffen oder Maßnahmen dienen, die lebenswichtig sind
- als Empfehlung: alle anderen zweipoligen Steckdosen mit Schutzkontakt des AG 2-Bereichs.

Das IT-System besteht dabei im wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Einspeisung 1. Leitung
- Einspeisung 2. Leitung
- Automatische Umschaltung
- IT-System-Trafo
- Isolationsüberwachung des IT-Systems
- Last- und Temperaturüberwachung des Trafos
- Stromkreisabgänge
- Melde- und Prüfkombination.

Die Einspeisung des IT-System-Verteilers, bestehend aus zwei getrennten Netzen, und die automatische Umschaltung bei Netzausfall von der 1. Leitung auf die 2. Leitung gewährleisten die sichere Stromversorgung des IT-Systems. Durch den Trafo wird ein ungeerdetes Netz aufgebaut. Dieses verhindert das Auftreten eines gefährlichen Stromflußes bei Körperschluß, dessen Erkennung und Meldung durch die Isolationsüberwachung erfolgt. Die Last- und Temperaturüberwachung erfolgt über einen Stromwandler und einen in den Trafo integrierten Thermistor. Sie dient zur Meldung von drohenden Fehlern durch Überlastung des IT-System-Trafos. Als Verbraucherabgänge werden 2polige LS-Schalter verwendet. Die optische und akustische Signalisierung für das medizinische und technische Personal erfolgt über eine Meldeprüfkombination. Dieses kleine Tableau faßt alle Meldungen des IT-Systems in standardisierter Form zusammen.

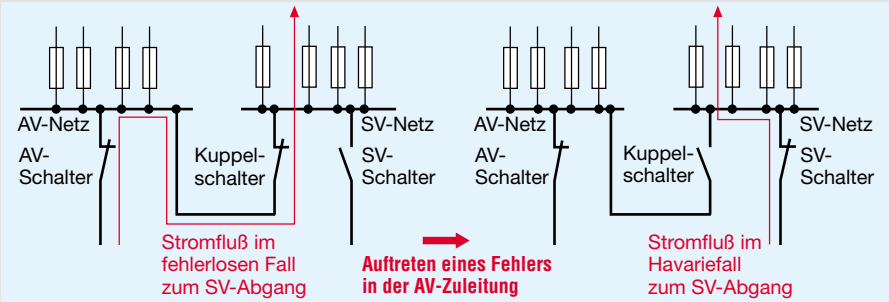
Auswahl der Umschalteinrichtung. Maßgebend sind die Art und die Anzahl der zu versorgenden elektrischen medizinischen Geräte sowie die räumliche Aufteilung und Zuordnung des AG 2-Bereichs der Anwendungspruppe 2 in bezug auf den Verteilerstandort. Dabei sind im wesentlichen drei Fragen zu berücksichtigen:

1. Werden Geräte verwendet, für die eine zusätzliche Stromversorgung (ZSV) notwendig ist bzw. für die eine Umschaltzeit < 15 s bereits zu lang ist?
2. Sind die IT-System-Verteiler, die Trafos und die zu versorgenden Stromkreise im selben Brandschutzabschnitt angeordnet?
3. Wird mehr als ein IT-System zur Versorgung dieses AG 2-Bereichs benötigt?

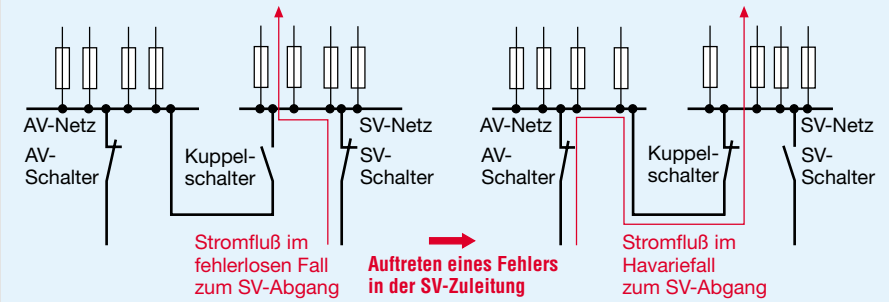
■ Die erste Frage entscheidet über die notwendige Umschaltzeit und damit über die notwendigen Schaltglieder. Wird keine ZSV benötigt, erfolgt die Einspeisung der 1. Leitung aus dem SV-Netz der GHV und die der 2. Leitung aus dem AV-Netz der GHV. Die Umschaltung bei Ausfall der 1. Leitung muß innerhalb einer Umschaltzeit t_{um} < 15 s erfolgen. Man spricht von einer „langsamen“ Umschaltung. Als Schaltglieder werden motorgetriebene Lastschalter verwendet.

Ist eine ZSV notwendig, erfolgt die Einspeisung der 1. Leitung aus dem SV-Netz der GHV und die der 2. Leitung über eine ZSV. Die Umschaltung bei Ausfall der 1. Leitung muß innerhalb einer Umschaltzeit t_{um} < 0,5 s erfolgen. Man spricht von einer „schnellen“ Umschaltung. Als Schaltglieder werden Schütze verwendet.

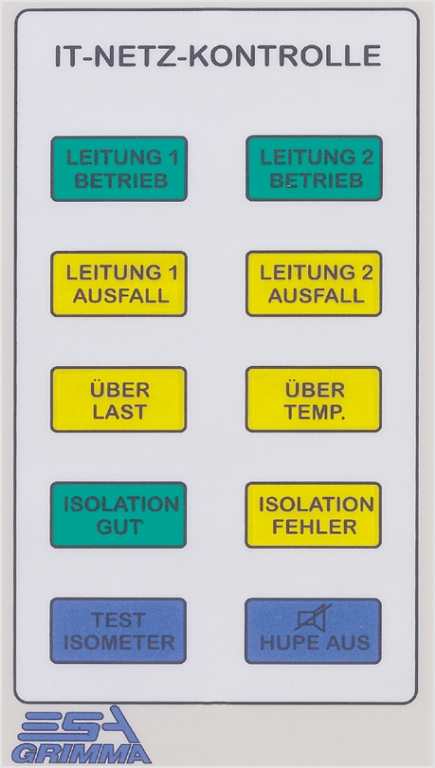
■ Zweiter Punkt ist die Frage nach der Anordnung des IT-System-Verteiters und der Trafos in bezug auf das zu errichtende IT-System. Die Versorgung über einen Trenntrafo mit vorgeschalteter Umschaltung kann erfolgen, wenn sich der Verteiler des AG 2-Bereichs, die Trafos und sämtliche Kabelverbindungen im gleichen Geschoß und im selben Brandabschnitt wie der zu versorgende AG 2-Bereich befinden ([1], Abschn. 3.3.3.8 c). Ist dies nicht gegeben muß die Versorgung durch die 2. Leitung über einen eigenen Trenntrafo bzw. eine Einspeisung aus einer ungeerdeten ZSV erfolgen Die Umschaltung erfolgt somit nach den Trafos im IT-System ([1], Abschnitt 3.3.3.9).



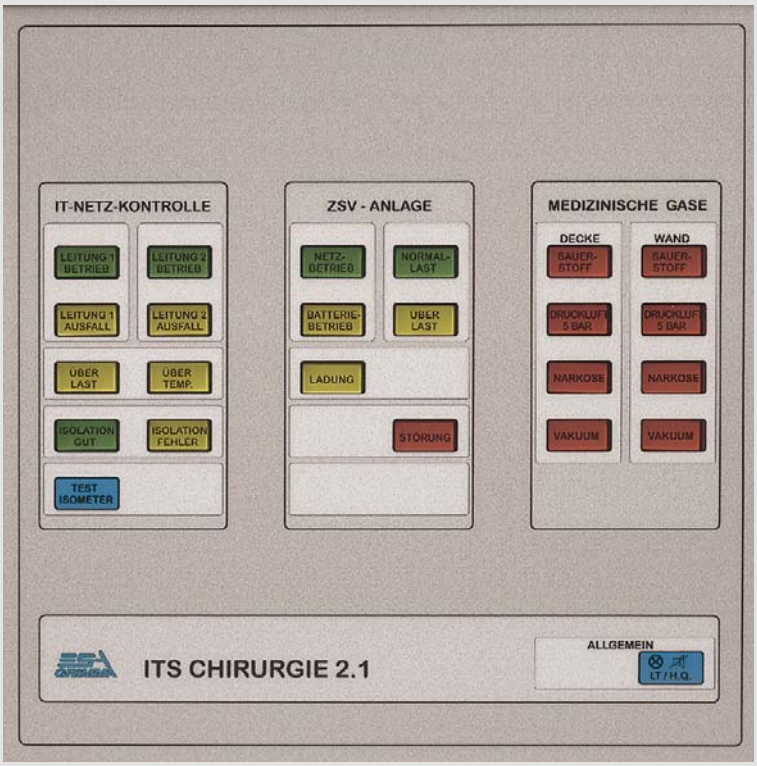
❸ Grundprinzip einer „kalten“ Umschalteinrichtung



❹ Grundprinzip einer „warmen“ Umschalteinrichtung



❺ Melde- und Prüfkombination für ein IT-System in Räumen der Anwendungsgruppe 2



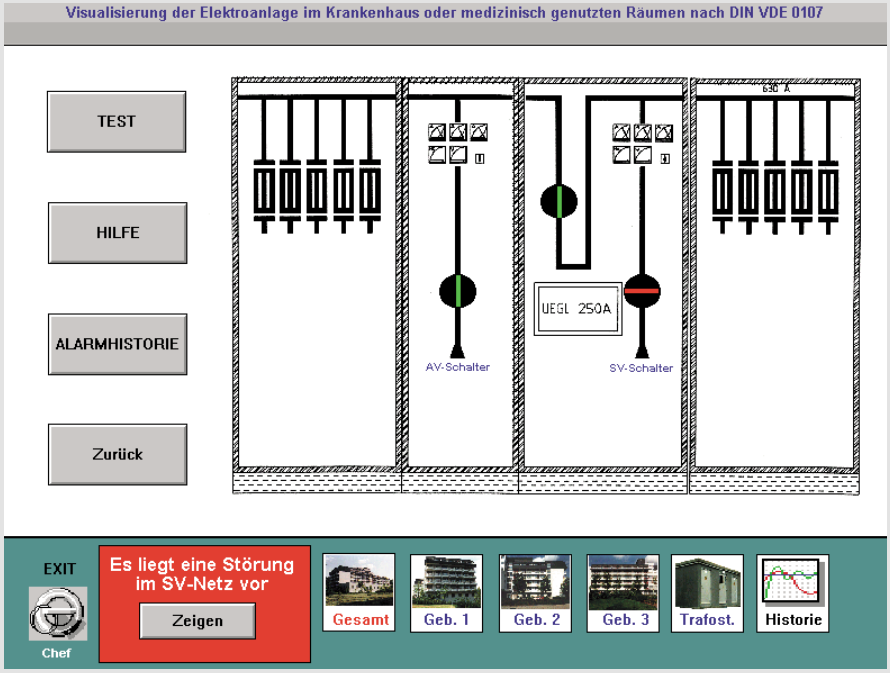
❻ Bedien- und Meldetableau als Folientastatur

■ Die dritte Frage gewinnt in der Praxis zu nehmend Bedeutung. Durch die steigenden Anforderungen an die Leistung für die Medizintechnik und die gleichzeitige Beschränkung der Leistung der IT-System- Trenntrafos werden viele Bereiche der Anwendungsgruppe 2 inzwischen über eine ganze Anzahl von IT-Systemen versorgt. Hier besteht auch die Möglichkeit, für alle IT-Systeme des AG 2-Bereichs eine gemeinsame Umschaltung zu verwenden. Diese erfüllt dann die selben Anforderungen an die Redundanz wie die separaten Umschaltungen pro IT-System. Sie ist jedoch aufgrund der erforderlichen Leistung mit 4poligen Schaltgliedern entsprechender Stromstärke auszuführen.

5 Melde- und Prüfkombination

Der Aufbau eines IT-Systems ist in den Räumen der AG 2 für die Sicherheit der Patienten von wesentlicher Bedeutung. Deshalb sind nach [1] Überwachungseinrichtungen gefordert, die eine Früherkennung eines Isolationsfehlers oder eine Überlastung eines Transformators zur Bildung des IT-Systems ermöglichen. Diese Meldungen sind sowohl optisch als auch akustisch anzuzeigen ohne die Stromversorgung bei Auftreten eines 1. Fehlers dauerhaft zu unterbrechen oder abzuschalten.
Hierfür dient eine Melde- und Prüfkombination, die an die Überwachungsgeräte (Isolations-Überwachungsgeräte, Transformator-Überwachungsgerät, selbsttätige Umschalteinrichtung) in den IT-System-Verteilern angeschlossen ist.
Wie im Bild ❺ dargestellt, werden in der Melde- und Prüfkombination die Betriebs- bzw. Fehlerzustände des IT-Systems durch die LED-Anzeigen optisch angezeigt. Eine eingebaute Hupe erzeugt jeweils bei Auftreten einer Fehlermeldung ein akustisches Signal. Dies kann durch Betätigen der Taste „HUPE AUS“ quittiert werden. Die optische Meldung bleibt solange bestehen, bis der Fehler aufgehoben ist bzw. ein neuer Fehler entsteht (Neuwertmelder).
Im ungestörten Betrieb leuchten die grünen LED-Anzeigen „LEITUNG 1 BETRIEB“, „LEITUNG 2 BETRIEB” und „ISOLATION GUT“.
Bei Ausfall einer Leitung, bei Übertemperatur bzw. Überlast des Trafos und bei Isolationsfehlern leuchten die entsprechenden LED-Anzeigen und ein akustisches Signal wird erzeugt.
Zur Überprüfung der Funktion der Melde- und Prüfkombination muß durch Betätigen der Taste „TEST ISOMETER” ein Isolationsfehler am Isometer simuliert werden können, wonach eine Fehlermeldung erzeugt und an der Melde- und Prüfkombination angezeigt werden muß.
Die Melde- und Prüfkombinationen sind in den Räumen der Anwendungsgruppe 2 angeordnet. Für die Bedienung und Meldung an verschiedenen Stellen müssen gleichzeitig mehrere Melde- und Prüfkombinationen an die Überwachungsgeräte anschließbar sein.
Neben den o. g. technischen Merkmalen für Melde- und Prüfkombinationen werden weitere Anforderungen an die Eigenschaften beim Einsatz in Räumen der Anwendungsgruppe 2 gestellt, z. B.:

- Einfache und sichere Bedienung durch Kurzhubtasten.
- Übersichtliche Darstellung der Betriebszustände durch Großflächen-Lichtemitterdioden (LED).



❼ **Darstellung des Betriebszustands einer Gebäudehauptverteilung auf einem Leitrechner**
(Quelle: ESA Grimma GmbH)

- Resistenz der Frontfolie gegenüber Reinigungs- und Desinfektionsmitteln.
- Montage als Unterputz- bzw. Aufputzausführung oder zum Einbau in Kabelkanäle geeignet.

Um die Darstellung der Betriebs- und Fehlermeldungen für das Bedienpersonal zu vereinfachen, werden in Melde- und Prüfkombinationen häufig auch Klartextanzeigen eingesetzt.

6 Bedien- und Meldetableaus als Folientastatur

Durch die Überwachung der technischen Systeme in einem Krankenhaus ergeben sich eine Vielzahl von Informationen, die für den Betreiber angezeigt und ausgewertet werden müssen. Dies betrifft nicht nur die Anlagen und Baugruppen der Stromversorgung, sondern auch z. B. Klimaanlagen, Beleuchtungsanlagen, Lichtrufanlagen, Anlagen zur Bereitstellung der medizinischen Gase oder Telefonanlagen. Um diese Vielzahl von Informationen auszuwerten und zu überwachen, werden an zentraler Stelle in Krankenhausbereichen (Schwesternräumen, Pförtner o. ä) Bedien- und Meidetableaus vorgesehen, in denen diese Meldungen zusammengefaßt und übersichtlich dargestellt werden. Diese Bedien- und Meldetableaus können als Unterputz- oder Aufputzgehäuse (IP 54) ausgeführt sein und individuell den räumlichen Gegebenheiten angepaßt werden.

Aus hygienischen Gründen sowie aus Gründen der Zuverlässigkeit und Lebensdauer verwendet man in Krankenhäusern vorzugsweise Bedien- und Meldetableaus mit einer Bedienoberfläche aus einer geschlossenen mehrschichtigen Folie. Diese muß gegen Desinfektionsmittel resistent und UV-beständig sein. Der mehrschichtige Aufbau ermöglicht eine dauerhafte und individuelle Beschriftung der Bedien- und Anzeigeelemente und die Darstellung z. B. von Grundrissen von Gebäuden oder Räumen.

Im Bild ❻ ist ein Bedien- und Meldetableau dargestellt, welches neben der Überwachung eines IT-Systems die Anzeige für die medizinischen Gase und der ZSV-Anlage beinhaltet. Die Anzeigen werden mit Großflächenleuchtdioden realisiert, die gegenüber herkömmlichen Leuchtmitteln eine längere Lebensdauer oder eine geringere Ausfallwahrscheinlichkeit aufweisen.

Als Bedienelemente werden Kurzhubtaster verwendet, die eine platzsparende Bauweise ermöglichen.

Eine eingebaute Hupe ermöglicht im Fehlerfall neben der optischen eine akustische Meldung. Diese kann vom Bediener quittiert werden und verlischt, während die optische Anzeige solange bestehen bleibt, bis der Fehter behoben ist (Neuwertmelder). Ein eingebautes Netzteil dient zur Stromversorgung für die optischen und akustischen Anzeigen. Damit ist ebenfalls die Voraussetzung geschaffen, die Melde- und Bedientableaus unabhängig von Fremdspannungen zu betreiben. Um eine galvanische Trennung zu erreichen, sollten Meldungen und Befehle über Koppelrelais verarbeitet werden.

Die komplexen technischen Strukturen sowie der verstärkte Einsatz moderner medizinischer Behandlungsmethoden bedingen eine umfassende Überwachung und Steuerung der Prozesse, die für die Zweckerfüllung des Gebäudes notwendig sind. Dies betrifft in erster Linie Bereiche der Versorgung und der Sicherheit. Deshalb ist es oft sinnvoll, die Bedien- und Überwachungstableaus in das Leitsystem einzubinden, so daß am zentralen Leitrechner eine Visualisierung der Betriebs- und Fehlerzustände gewerbeübergreifend durchgeführt werden kann (Bild ❼). Hierzu sollte in den Bedien- und Meldetableaus ein Ankoppelbaustein integriert werden können, der eine Anbindung an einen EIB-Bus ermöglicht.

Literatur

[1] DIN VDE 0107:1994-10 Starkstromanlagen in Krankenhäusern und medizinisch genutzten Räumen außerhalb von Krankenhäusern.
[2] *Flügel, Th.:* Installation in medizinisch genutzten Räumen nach DIN VDE 0107. Elektropraktiker, Berlin 52(1998)8, S. 728-732 und 9, S. 818-822.
[3] DIN VDE 0660 Teil 500:1994-04 Niederspannungs-Schaltgerätekombinationen.