Elektroinstallationsprobleme für Wohnkomplexe und Wohnhochhäuser

Autor(en): **Kirschner, U.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **65 (1974)**

Heft 9

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-915398

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Elektroinstallationsprobleme für Wohnkomplexe und Wohnhochhäuser

Von U. Kirschner

In diesem Artikel werden aus deutscher Sicht Gedanken zu zukünftigen Installationsproblemen geäussert, die auch für Schweizer Leser interessant sein könnten. Wir möchten den Text daher veröffentlichen, im Bewusstsein, dass gewisse Äusserungen für die Schweiz nur bedingt Gültigkeit haben.

Die Redaktion.

621.315.37 : 728.2

Dans cet article, l'auteur traite des problèmes que poseront à l'avenir les installations électriques en Allemagne et qui peuvent également intéresser les lecteurs en Suisse. Nous publions donc ce texte, tout en sachant que certaines considérations ne concernent qu'en partie les conditions dans notre pays.

La Rédaction.

Die Entwicklung, die die weitere Elektrifizierung in allen Bereichen der Wirtschaft nimmt, ist ausgesprochen dynamisch. Im Jahre 2000 wird der Stromverbrauch in der Bundesrepublik Deutschland (BRD) voraussichtlich rund 870 Mill. kWh betragen. Dies ist das Vierfache des heutigen Verbrauches. Die interessanteste Verbrauchergruppe bilden dabei die Haushalte, deren Anteil an dem Gesamtstromverbrauch dann bei rund 32 % liegen wird. Heute werden nicht nur viel mehr elektrische Haushaltgeräte verwendet als früher, die Geräte sind auch leistungsfähiger geworden. Während früher ein Heisswasserbereiter einen Leistungsbedarf von 1 kW hatte, nimmt heute ein Durchlauferhitzer aus dem Netz eine Leistung bis zu 20 kW auf. Das gleiche gilt für die Elektroherde und Waschmaschinen, und schon zeichnet sich ganz deutlich die Tendenz zur elektrischen Vollraumheizung ab. Während 1960 der Stromverbrauch je Haushalt in der BRD noch 730 kWh betrug, rechnet man 1980 mit etwa 4700 kWh und im Jahre 2000 unter der Berücksichtigung der bis dahin sicher eingeführten elektrischen Vollraumheizung mit bereits 25 000 kWh. Die Entwicklung der elektrischen Vollraumheizung steckt zwar noch in den Anfängen, immerhin waren 1964 in der BRD bereits ungefähr 200 000 Nachtstromspeicheröfen im Betrieb, in der Zeit bis 1997 wird sich die Zahl auf 608 000 erhöht haben.

Der neuzeitliche Städtebau vermeidet die Zersiedelung des Landes durch einzeln stehende Einfamilienhäuser oder Reihenhaussiedlungen. Grössere Wohnkomplexe, besonders auch Wohnhochhäuser werden immer mehr Träger des Wohnbedarfes. Die Stromversorgung der neuzeitlichen Grossbauten und Hochhäuser, die bei Wohnhochhäusern in den unteren Etagen auch Grossraumbüros, Praxisräume, Geschäfte, Restaurants und sonstige Dienstleistungseinrichtungen enthalten, unterscheiden sich von der in älteren Bauten durch einen viel grösseren Leistungsbedarf und Umfang der elektrischen Anlagen. Dieser Sachverhalt ist nicht nur durch ein höheres Beleuchtungsniveau als früher gegeben, sondern vor allem durch die vielen technischen Einrichtungen, wie Wärme- und Kraftmaschinen, Vollklimatisierung, Hochdruckwasserversorgung, Klimaanlagen, Aufzüge und dergleichen. Der übrige Elektrizitätsbedarf für Telefon, Lautsprecher- und Signaleinrichtungen, Feuerschutzanlagen und sonstige schwachstromtechnische Einrichtungen ist verhältnismässig gering, darf aber bei der Planung der technischen Anlagen nicht ausser acht gelassen werden. Dabei kennzeichnen Kabel und Leitungen in grosser Häufung die Verbindungswege der einzelnen Anlagenteile. Bei der Planung solcher Bauten sind deshalb die Grössen der elektrischen Anlagen genau zu erfassen und die Wege für die Versorgungsstränge und die Leitungsführung festzulegen, zumal überwiegend mit Beton gebaut wird und eine Nachinstallation meistens schwierig und vor allem sehr kostspielig ist.

Bei Einfamilienhäusern und mehrgeschossigen Wohnbauten beträgt der Kostenanteil für die Elektroinstallation nur etwa 2 bis 4 % der Gesamtbaukosten, bei Wohnhochhäusern etwa 5 bis 8 %. In Anbetracht des also recht geringen Anteils der Anschaffungskosten erscheint es mehr als angebracht, alle Installationen von vornherein grosszügig zu planen. Eine Ausführung, die etwa nach 10 Jahren noch «zukunftsgerecht» ist und somit für lange Zeit einen gleichbleibenden hohen Wohnwert gewährleistet, beansprucht den geringen Mehraufwand von nur 0,5 bis 1 % der Gesamtbaukosten. Berücksichtigt man ausserdem, dass Nachinstallationen wesentlich höhere Kosten verursachen, so gebührt der Entscheidung für eine Planung auf weite Sicht noch mehr Gewicht.

Soll ein Versorgungsnetz nicht nur zukunftssicher, sondern auch wirtschaftlich sein, so muss die Planung den zu erwartenden «Gleichzeitigkeitsfaktor» berücksichtigen. Auf Grund der zunehmenden Elektrifizierung muss man heute für einen Haushalt ohne elektrische Vollraumheizung einen Gesamtanschlusswert von mindestens 16 kW, im Durchschnitt von 24 kW und in sehr vielen Fällen von 40 bis 50 kW annehmen (gegenüber früher von 6 bis 8 kW). Die Energieversorgungsunternehmen (EVU) legen heute für die Versorgung einen Gleichzeitigkeitsfaktor von 5 % und einen Höchstlastanteil je Wohnung von 1,2 kW zugrunde. In bezug auf das Versorgungsnetz innerhalb eines Wohnblocks oder Wohnhochhauses ist also die Frage der Belastung und somit der Netzgestaltung von Interesse. Der Gleichzeitigkeitsfaktor ist natürlich von der Anzahl der Wohnungen abhängig; er wird kleiner bei mehr Wohnungen. Bei einem durchschnittlichen Anschlusswert pro Wohnung von 24 kW ergibt sich beispielsweise aus statistischen Ermittlungen (Vergleichsmessungen an zwei vertikalen Ringleitungen von 16 mm²) für ein Hochhaus mit 80 Wohnungen ein Gleichzeitigkeitsfaktor von 6 % und ein Höchstlastanteil je Wohnung von 1,6 kW. Es ist auch die interessante Feststellung gemacht worden, dass die Lastspitzen bei 8 Wohnungen mit Durchlauferhitzern nicht höher liegen als bei 8 Wohnungen mit Warmwasserspeichern. Der Grund liegt in der jeweiligen zeitlichen Belastung: in einem Falle kurzzeitig, im anderen Falle langandauernd.

Für welche Leistungen wird nun zweckmässigerweise das elektrische Versorgungsnetz auf Grund der steigenden Anschlusswerte in Wohnblöcken und Wohnhochhäusern ausgelegt, und welche Netzart bzw. Netzgestaltung eignet sich am besten, um den Verbraucher zukunftssicher die benötigte Energie wirtschaftlich zuführen zu können? Das auch heute noch übliche Versorgungsnetz in Wohnbauten ist das Strahlennetz mit einem Leiterquerschnitt von 16 mm². Früher schloss man an eine solche Steigleitung mindestens 6 bis 8 Wohnungen an, heute sollten es dem steigenden Leistungsbedarf entsprechend drei, höchstens vier sein. In Wohnblök-

ken wird das Strahlungsnetz weiterhin überwiegen, in Hochhäusern wird es jedoch problematisch; denn installationstechnisch ist die Anhäufung von vielen Steigleitungen unwirtschaftlich, da die Steigleitungen für die oberen Stockwerke beträchtliche Längen haben müssen. Die Höhe der Querschnitte bringt neben erhöhten Material-, Verlegungs- und Wartungsschwierigkeiten keinen wirtschaftlichen Gewinn, eher eine Verschlechterung, auch dann, wenn man für die oberen Stockwerke Steigleitungen mit einem Querschnitt von 50 mm² wählt. Auch die Lösung, die oberen Stockwerke durch ein eigenes Strahlennetz zu versorgen, das über Steigleitungen von 70 mm² gespeist wird, befriedigt nur zum Teil und wirkt ebenfalls kostensteigernd; denn es werden zwei Hauptleitungen benötigt, ausserdem ist nicht immer Platz für die Zwischenverteilung.

Die Rettung aus diesem Dilemma ist die Ringleitung. Wie erwähnt, ist der Gleichzeitigkeitsfaktor um so niedriger, je mehr Wohnungen angeschlossen sind, andererseits ist ein niedriger Gleichzeitigkeitsfaktor die Voraussetzung für ein wirtschaftliches Versorgungsnetz. Diese Erkenntnis führt dazu, dass man als Steigleitungen nicht Stichleitungen, sondern Ringleitungen mit einem Querschnitt von 16 mm² verlegt. Die Ringleitung entspricht hinsichtlich der Leitungslänge und, da man an beiden Enden einspeist, der verfügbaren Strommenge etwa zwei Stichleitungen. Konnte jedoch eine Stichleitung infolge des verhältnismässig hohen Gleichzeitigkeitsfaktors nur drei Wohnungen versorgen, ist die Situation bei der Ringleitung wesentlich günstiger. Auf Grund der besseren Lastverteilung ergibt sich ein niedrigerer Gleichzeitigkeitsfaktor. Es können bis zu 12 Haushalte angeschlossen werden. Dadurch ergibt sich zwangsläufig eine beachtliche Verringerung der Steigleitungen, im Optimum bis zur Hälfte. Die Lastspitzen auf Grund der guten Lastverteilung sind bei üblicherweise 8 angeschlossenen Wohnungen nicht mehr als 60 bis 70 A. Ringleitungen (NYM 16 mm² Cu) können mit 174 A belastet werden; es können also 12 Wohnungen angeschlossen werden (nach VDE 0100/12.65 dürfen Mantelleitungen höher belastet werden als in Röhren eingezogene Einzeladerleitungen). Die wirtschaftlichen Vorteile liegen auf der Hand: keine grossen Querschnitte, einfachere Verlegung, nur eine einzige, verhältnismässig kleine Hauptverteilung im Untergeschoss, zentrale Anordnung und einheitliche Grösse der Hauptsicherungen, geringe Anzahl der Leitungen.

Man wird je nach Baugrösse, Form und Raumverteilung zu einer bestimmten Anordnung der Hauptverteilung kommen. In langgestreckten Bauten können diese Leitungen als Versorgungsstränge in Abständen nach oben geführt werden, die das Gebäude in Versorgungsabschnitte einteilen. Für jeden Geschossabschnitt muss genügend Raum und freier Zugang vorhanden sein. In Hochhäusern sind dafür am besten Schächte geeignet, die eine räumlich abgeschlossene Unterbringung der Leitungen und Abzweige ermöglichen.

Ausgangspunkt solcher Überlegungen ist der Leistungsbedarf bzw. die Aufteilung der benötigten Leistungen in den einzelnen Gebäudeteilen. Bei Hochhäusern mit geringem Elektrizitätsbedarf würde eine Vorsorgung direkt aus dem Netz, z. B. aus einem Netzknotenpunkt, noch denkbar sein. Überwiegend werden aber auch solche Hochhausbauten aus gesonderten Transformationsstationen gespeist. Für Gebäude mit einem Leistungsbedarf von mehr als 1 MVA ist es nicht mehr zweckmässig, die Versorgung von nur einer Transformationsstation, beispielsweise vom Keller aus, vorzunehmen. Hier hat es sich als sinnvoll erwiesen, im Dachgeschoss und gegebenenfalls auch in einzelnen oberen Stockwerken weitere Stationen als Schwerpunktstationen einzurichten, um eine wirtschaftlichere Energieverteilung zu erreichen. Dafür spricht auch, dass im Dachgeschoss durch Abluft- und Rückkühlanlagen wie Aufzüge oft ein grösserer Leistungsbedarf gegeben ist. Das Bestreben, mit Hochspannung möglichst nahe an Belastungsschwerpunkte heranzugehen, hat nicht nur in Industrieanlagen Bedeutung, es bringt auch für die Lastverteilung im Hochhaus klare Vorteile. Es ist nämlich dann nicht mehr notwendig, die Niederspannung von unten bis auf die volle Höhe zu führen. Der Querschnitt der Steigleitungen wird dadurch besser ausgenutzt und ist mit geringeren Verlusten für die Stockwerkversorgung belastet. Der Transformator im Mittelgeschoss ermöglicht kürzere Stromversorgung über Kabel nach oben und unten.

Hierbei sei auf den Vorteil von Transformatoren mit nicht brennbaren Kühlmitteln und ölfreien Schaltgeräten hingewiesen, die keine besonderen baulichen Sicherheitsmassnahmen erfordern. Die erforderlichen Räume sowie die Transportwege für die teilweise grossen und schweren elektrischen Anlagenteile können nur nach rechtzeitiger Koordinierung eingeplant werden. Für die Räume der Transformatorstationen sind, um nachträgliche kostspielige Anpassungen zu vermeiden, jeweils die landesüblichen Errichtungsbestimmungen zu berücksichtigen. In jedem Falle ist es zweckmässig, besondere Räume zu schaffen, die so ausgestattet bzw. abgeschlossen sind, dass sie nur für die Wartung und Bedienung zugänglich sind. Von der Transformatorstation aus wird die Energie über eine oder mehrere Hauptschaltanlagen verteilt. Die Niederspannungs-Hauptschaltanlage ist der Ausgangspunkt des Verteilungsnetzes zur Versorgung der gesamten Verbraucher. Die frühzeitige Klärung des Verteilungssystems ist mit Rücksicht auf die räumlichen Unterbringungsmöglichkeiten sehr zu empfehlen. Das Verteilungsnetz kann grundsätzlich als Strahlen-, Ring- und Maschennetz ausgeführt werden, deren Vor- und Nachteile in der jeweiligen Belastungssituation genau ausgewogen werden müssen.

Hinsichtlich der Zuleitungssysteme (Schienen-, Mehrleiter- oder Einleiterkabel) lässt sich sagen: Schienenzuleitungen erreichen eine Wirtschaftlichkeit bei höherem Leistungsbedarf und bei grösseren Leistungsdichten im Querschnittsbereich < 150 mm². Mehrleiterkabel, ungeschnitten verlegt, sind in der Energieverteilung von Hochhäusern bisher wenig eingesetzt, nicht zuletzt deshalb, weil das erforderliche Abzweigklemmenmaterial noch nicht geschaffen ist. Ausserdem muss immer die geringere spezifische Strombelastung gegenüber Schienenzuleitungen bzw. Einleiterkabel beachtet werden.

Einleiterkabel erreichen eine Wirtschaftlichkeit im üblichen Querschnittsbereich bis einschliesslich 185 mm². Die Handhabung ist leicht und das Installationszubehör erprobt.

Räumlich lässt sich das Netz in eine vertikale Verteilung und in eine horizontale oder Stockwerkversorgung aufteilen. Die vertikale Versorgung erfordert in jedem Falle einen oder auch mehrere Steigschächte zur Aufnahme der Energiekabel

oder der in den letzten Jahren, insbesondere bei Hochhäusern mit relativ hohen Belastungswerten, als zweckmässig erkannten Sammelschienen. Die Lösung mit vertikalem Sammelschienensystem, das eine Verlängerung der Sammelschiene der Niederspannungshauptverteilung darstellt, ergibt praktisch eine Dezentralisierung und garantiert damit eine grosse Versorgungssicherheit. Grosse Verbrauchergruppen, wie Aufzugmotoren, Klimapumpen-Anlagen im Dachgeschoss oder in den Kellern, werden zweckmässiger nicht vom vertikalen Licht- und Kraftverteilersystem gespeist, sondern erhalten getrennte Versorgungssysteme, um die unangenehmen Spannungseinbrüche im Lichtnetz zu vermeiden.

Die Stockwerkverteilungen bilden die Basis der horizontalen Verteilung mit verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten. In dem Bemühen, dabei Anhäufungen von Stromkreisen zu begrenzen, können, allerdings auf Kosten der Versorgungssicherheit, mehrere Verbraucher in einen Stromkreis zusammengefasst werden. Diese Nachteile werden durch die dezentralisierte Verteilungsform vermieden. Hierbei werden nur wenige Verbraucher in einer kleinen, möglichst in unmittelbarer Nähe anzuordnenden Unterverteilung zusammengefasst mit eigenen Leistungsschutzschaltern. Die Versorgung der Unterverteilung erfolgt über Ringleitungen von der Stockverteilung. Dabei entfällt die Vielzahl der Stromkreise und auch die Leitungsanhäufung an der Stockwerkverteilung und in den Fluren.

Es können nur Richtlinien aufgezeigt werden, über die endgültige Wahl entscheidet die Wirtschaftlichkeitsberechnung. Werden beispielsweise Zähler in einem Raum in der Nähe des Speisetransformators angeordnet, können für höhere Stockwerke zur Vermeidung grösserer Spannungsabfälle höhere Leitungsquerschnitte erforderlich sein. Für Zähleranordnungen in den einzelnen Stockwerken sind Hauptleitungen zum Speisetransformator entsprechenden Querschnitts notwendig, die entweder einzeln aufgeführt oder auf einem Hauptast abgezweigt werden. Diese müssen als Ringleitungen mit entsprechenden Trennkuppelstellen ausgeführt werden. Die «starke Hauptleitung» selbst kann dabei ein entsprechendes Sammelschienensystem, ein Mehrleiterkabel oder vier Einzelleiterkabel sein. Diese Einzelgrundausführungen können natürlich beliebig gemischt werden, z. B. in einem Mischsystem, bei dem mehrere Stockwerke zentral erfasst und dabei jede Anlage durch eine entsprechende Hauptleitung gespeist wird. Die unteren Stockwerke mit meist leistungsstarken Verbrauchern (Läden, Restaurants, Praxisräume für Ärzte, Büros) werden meist von einer zentralisierten Anlage versorgt und über eine starke Hauptleitung gespeist, von der Einzelverbraucher abgezweigt werden.

Auch hinsichtlich der Wirtschaftlichkeit gibt es einzelne Richtlinien. Die zentralisierte Anordnung der Zähler und Zuordnung eines jeweiligen Speisetransformators, von wo aus die Zuleitungen in jede Wohnung führen, wird überall dort wirtschaftlich sein, wo allelektrischer Betrieb (Elektroheizung, Durchlauferhitzer und sonstige elektrische allgemeine Ausrüstung) vorgesehen ist, also auch bei Fällen, in denen in der Versorgung ein hoher Gleichzeitigkeitsfaktor gegeben ist und ausserdem wegen eines beabsichtigten allelektrischen Ausbaues eine entsprechende Energiereserve bereitgestellt werden muss. Die dezentrale Anordnung der Zähler in jedem Stockwerk und Speisung dieser Zähler von zentraler Stelle durch einzelne Zuleitungen kommt nur für Wohnbauten kleineren Volumens, also nicht für die eigentliche Hochhausinstallation, in Frage. Eine dezentrale Anordnung der Zähler in jedem Stockwerk bzw. ihre Zusammenfassung in mehrere Stockwerke und Speisung durch starke Hauptleitungen (gegebenenfalls Ringleitungen) ist im allgemeinen bei Hochhauskomplexen wirtschaftlich, bei denen ein geringer Gleichzeitigkeitsfaktor gegeben ist, also bestimmt in all den Fällen, die für vollelektrischen Betrieb (ohne elektrische Heizung) vorgesehen sind.

Zusammen mit dem beschriebenen Versorgungssystem muss auf die Bestimmungen für eine unabhängige Notstromversorgung hingewiesen werden. Diese muss automatisch bei Ausfall des öffentlichen Netzes eingeschaltet werden und eine ausreichende Beleuchtung (Orientierungsbeleuchtung) für Ausgänge, Flure, Treppenhäuser sowie den notwendigen Betrieb von mechanischen Entlüftungsanlagen sicherstellen. Die Mindestforderungen können im allgemeinen durch den Einbau einer stationären Batterieanlage für dreistündigen Betrieb erfüllt werden. Ferner empfiehlt es sich, eine Einrichtung zu schaffen, die es ermöglicht, bei Stromausfall alle Aufzugskabinen die nächstgelegenen Stockwerke anfahren zu lassen, so dass möglicherweise eingeschlossene Fahrgäste die Kabinen verlassen können. Für diesen erweiterten Notstrombetrieb ist der Einsatz eines Dieselnotstromaggregates, gegebenenfalls zusammen mit einer kleinen Batterieanlage, vorzusehen. Wird für eine Notstrombatterieanlage üblicherweise wegen der verschiedenen Stromart ein getrenntes Verteilungsnetz mit einigen Unterverteilungen erstellt und benutzt man für grössere Notstromanlagen mit Dieselgeneratorsatz das normale Verteilungsnetz, wird die Niederspannungs-Hauptsammelschiene in zwei Systeme getrennt, wobei ein System ausschliesslich die Nutzstromverbraucher versorgt. Bei Normalbetrieb werden beide Sammelschienensysteme vom öffentlichen Netz betrieben, während bei Netzausfall automatisch nur das Notstromsystem vom Dieselgeneratorsatz versorgt wird. Diese Zweiteilung wird bis in die Unterverteilung durchgeführt. Zur Unterbringung dieser Anlagen sind gelüftete Räume vorzusehen.

Adresse des Autors:

Dr.-Ing. *U. Kirschner,* Zentralstelle für Information der Siemens AG, Postfach 103, D-8000 München 1.