

Bild 1: Kabelsalat, aber kein Funktionserhalt

Funktionserhalt – Die Lösung steckt im Detail

AUFGABE MIT HOHEM ANSPRUCH Eine Vielzahl von sicherheitstechnischen Anlagen in Gebäuden besonderer Art oder Nutzung bedarf im Brandfall der gesicherten Stromversorgung, um ihre Schutzwirkung zu gewährleisten. Neben der erforderlichen Sicherheitsstromversorgungsanlage, die bei Ausfall des Allgemeinstroms für den notwendigen Ersatz sorgt, kommt der elektrischen Leitungsanlage mit Funktionserhalt im Brandfall eine besondere Bedeutung zu (**Bild 1**).

Die Komplexität dieser Planungsdisziplin führt regelmäßig zu Herausforderungen, die dann erst auf der Baustelle erkannt werden und zu kostenintensiven Nachbesserungen führen. Daher sollte man sich bei der Projektierung der elektrischen Leitungsanlagen mit Funktionserhalt frühzeitig im Planerteam abstimmen, weil die Entscheidungen gewerkeübergreifende Auswirkungen auf Architektur und Haustechnik haben.

In vielen Sonderbauten sind sicherheitstechnische Anlagen bauordnungsrechtlich vorgeschrieben, um die gesetzlichen Schutzziele für Nutzer und Einsatzkräfte der Feuerwehr zu gewährleisten. Abhängig von der Art oder Nutzung des Gebäudes kann der Umfang der Sicherheitsanlagen beträchtlich sein, z. B. im Hochhaus sind dies u. a. Folgende:

- Brandmeldeanlagen
- Sprachalarmierungsanlagen
- Sicherheitsbeleuchtungsanlagen
- automatische Feuerlöschanlagen
- Feuerwehraufzug inkl. Druckbelüftungsanlagen
- Druckbelüftungsanlage für Sicherheitstreppe
- Brandfallsteuerung für Personenaufzug.

Daneben kann es aufgrund der besonderen Belange des Bauherren erforderlich sein, dass weitere Sicherheitsanlagen vorzusehen sind, z. B. Gaslöschanlagen für Räume mit erhöhten Sachschutzanforderungen (Serverräume).

Gewerkekoordination durch Architekten

Die Aufzählung verdeutlicht, dass es bei der Planung des Funktionserhalts von elektrischen Leitungsanlagen im Brandfall (FE) viele Berührungspunkte der verschiedenen Gewerke gibt. Alleine dieser Umstand sollte den Architekt sensibilisieren, denn »für das Ineinandergreifen der verschiedenen Fachplanungen« ist er bauordnungsrechtlich verantwortlich.

Insofern sollten die Schnittstellen und jeweiligen Planungsaufgaben frühzeitig definiert werden. Die Beteiligten müssen abstimmen, inwieweit bzw. bis zu welchem »Übergabepunkt« durch den Elektroplaner der FE geplant wird und ab wo der jeweilige Fachplaner »übernimmt«. Dies betrifft neben der Spannungsversorgung natürlich auch die Signal-

übertragung für Steuerungs- oder Schaltbefehle der Sicherheitsanlagen, die ebenfalls über FE-Leitungsanlagen erfolgen muss. Die benannten Leitungen durchziehen das gesamte Gebäude – vergleichbar dem Ader- und Nervennetz eines lebenden Organismus zur Versorgung seiner lebensnotwendigen Organe.

Der Umfang der Sicherheitsanlagen, z. B. in einem Hochhaus, ist im Alltag der Planer ggf. die Ausnahme aber auch bei »unspektakulären« Sonderbauten können schnell mehrere Systeme erforderlich sein (z. B. Pflegeheimen, Versammlungs- oder Verkaufsstätten).

Die technische Baubestimmung heißt MLAR

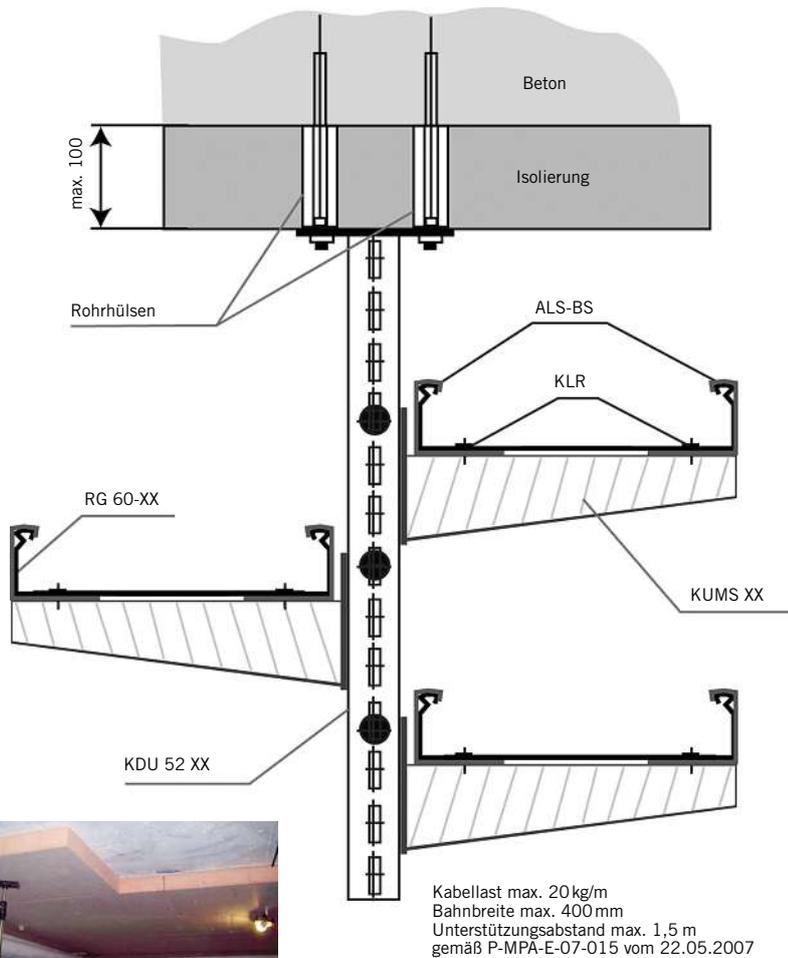
Die qualitativen Anforderungen an Sicherheitsanlagen, die gemäß den jeweiligen



AUF EINEN BLICK

PLANUNGSPHASE STELLT WEICHEN Gerade die Details im Zusammenhang mit dem Funktionserhalt müssen in sehr frühen Planungsphasen berücksichtigt werden – spätere Korrekturen sind schwierig

WAHL DER KOMPONENTEN ENTSCHEIDEND Die Fachplaner Elektro und MSR müssen sich hierzu in einem derartigen Bauvorhaben frühzeitig mit den anderen Fachbeteiligten abstimmen



Quelle: a. A.

Bild 2: Wechselwirkung zwischen elektrischem Funktionserhalt und anderen Gewerken, hier Architektur (Deckendämmung)

Sonderbauvorschriften erforderlich sind, werden u.a. durch die Technische Baubestimmung »Muster-Leitungsanlagenrichtlinie« (MLAR) konkretisiert. Diesbezüglich muss betont werden, dass sich Planer aus dem Hochbau durch den Begriff »Technische Baubestimmung« auch angesprochen fühlen müssen – hierbei handelt es sich nämlich um einen Rechtsbegriff für eine Gruppe von Regeln, die durch die am Bau Beteiligten zu beachten sind und keinesfalls um Bestimmungen nur für die »Technikgewerke«. Für alle zugänglich findet sich die MLAR auf der Internetseite der Bauministerkonferenz: www.is-argebau.de.

In der MLAR sind im Kapitel 5 genaue Anforderungen für die Planung/Errichtung des FE definiert. Neben fachspezifischen Informationen sind auch hier gewerkeübergreifende Anforderungen formuliert: So müssen

die FE-Leitungsanlagen für bauordnungsrechtliche Anlagen auch in Wechselwirkung mit anderen Einrichtungen und Anlagenteilen funktionieren. Sollen z. B. Leitungsanlagen für die Sicherheitsbeleuchtungsanlage, die einer Funktionserhaltungsdauer von 30 min bedürfen, in einer großen Tiefgarage vorgesehen werden, muss der Architekt dies bei Planung der Deckendämmung berücksichtigen. Das Herabfallen der schweren Dämmung, die ggf. mit brennbaren Dübeln verankert ist, darf im Brand nicht zur Zerstörung der empfindlichen Leitungen führen. Herrscht hier bei den Planern in der Entwurfs- spätestens in der Ausführungsplanung die notwendige Sensibilität über Lage der Leitungen, können die erforderlichen Lösungen entwickelt und kostenmäßig eingepreist werden (z. B. nicht-brennbare Befestigung der Deckendämmung, siehe **Bild 2**).

Gleiches gilt selbstverständlich für die Montage von Tragsystemen des FE an Bauteilen. Werden E90-Leitungen an feuerhemmenden Bauteilen befestigt, stellt dies eine Abweichung zur MLAR dar und bedarf der besonderen Beurteilung bzgl. der Schutzziele. Regelkonform wären diese Bauteile dann feuerbeständig zu dimensionieren. Das feingliedrige Netz des FE hat im Organismus »Gebäude« somit überall seine Querungs- und Berührungspunkte und kennt keine Grenzen von Kostengruppen.

Erforderliche Dauer des Funktionserhalts im Brandfall

Im Kapitel 5 der MLAR sind u.a. auch die jeweilige bauordnungsrechtliche Dauer des FE sowie mögliche Erleichterungen definiert. Es gibt im Wesentlichen zwei Gruppen, einmal den FE mit einer Dauer von 30 min, z. B.:

- Brandmeldeanlagen
 - Sprachalarmierungsanlagen
 - Sicherheitsbeleuchtungsanlagen
 - Brandfallsteuerungen für Personenaufzüge.
- Auf der anderen Seite gibt es Anlagen, die der Feuerwehr dienen. Sie benötigen einen längeren FE (90 min), zutreffend z. B. für:
- Feuerwehraufzüge inkl. Druckbelüftungsanlagen
 - Druckbelüftungsanlagen für Sicherheitstrepptreppenträume
 - automatische Feuerlöschanlagen
 - Druckerhöhung für Wandhydranten
 - maschinelle Rauchabzugsanlagen.

Bauliche Trennung oder Beschaffenheit?

Die MLAR besagt, dass der FE der elektrischen Leitungsanlagen im Brandfall auf zwei unterschiedliche Arten gewährleistet werden kann:

- entweder durch bauliche Abtrennung oder
- durch die Beschaffenheit der elektrischen Leitungsanlagen.

Bei ersterem müssen die Leitungsanlagen durch feuerhemmende oder feuerbeständige Bauteile geschützt werden, sodass sie bei einem Feuer – außerhalb der definierten Bereiche – nicht betroffen sind und der Stromfluss unterbrochen würde. Man erreicht diese bauliche Abtrennung für die Leitungen z. B. durch »Funktions-Erhaltskanäle« – E-Kanäle. Diese Kanäle dürfen keinesfalls mit sogenannten »I-Kanälen« verwechselt werden bei denen das Schutzziel darin besteht, einen Brand innerhalb der Kanäle abzuschotten, um z. B. Personen in notwendigen Fluren vor schädigenden Wirkungen eines Kabelbrandes zu schützen.

des zu schützen. Obwohl die Kanäle vermeintlich gleich aussehen ist die Brandschutzdimensionierung unterschiedlich, was mit der potentiellen Lage der Temperaturbeanspruchung zusammenhängt.

Häufig trifft man in der Planung die prinzipiell zweite Lösungsmöglichkeit an (**Bild 3**). Hier wird der FE durch die Beschaffenheit erzielt. Diese setzt sich aus zwei wesentlichen Eigenschaften zusammen: Die einzelnen Kupferleiter der Kabel sind mit einer besonderen nichtbrennbaren Schutzschicht versehen, die beim zwangsläufigen Verbrennen der Isolierungen im Feuer ein direktes Berühren der Adern verhindern und es somit nicht zum Kurzschluss kommen kann, dem sogenannten integrierten FE. Die Schutzwirkung wird im Brand nicht durch die »orange« Isolierung erreicht sondern befindet sich für den Betrachter nicht sichtbar im Inneren der Kabel (Beachte: daraus folgende größere Biegeradien gegenüber herkömmlichen »grauen« Elektroleitungen. Hieraus ergeben sich wieder besondere Schnittstellen zum Hochbau, da für die Ausfädelung mehr Platz beansprucht wird. Sind dann die Höhen von Systemböden oder Unterdecken zu knapp bemessen kann dies vor Ort zu erheblichen Konflikten führen). Die empfindlichen Leiter, die nun zwar gegen Kurzschluss geschützt sind, könnten trotzdem versagen, da es durch herabfallende Gegenstände zum Leiterbruch kommen könnte. Insofern wird die Beschaffenheit zum zweiten durch besondere – brandschutztechnisch dimensionierte – Trage- und Befestigungsmittel erzielt. Je nachdem ob sie als sogenannte Normkonstruktionen (als konservativ bemessene Tragesysteme) oder mit besonderem bauaufsichtlichen Nachweis dimensioniert werden, ergeben sich differierende Auswirkungen, z. B. auf den Hochbau sowie die übrigen TGA-Gewerke. So müssen z. B. Kabelrinnen von sogenannten Normkonstruktionen alle 120cm befestigt werden – bauaufsichtlich zugelassene Systeme können bis zu 150cm zwischen zwei Befestigungspunkten haben. Und auch hier muss natürlich der Anschluss an die jeweiligen klassifizierten Bauteile möglich sein – sprich: die darüber liegenden Gewerke frühzeitig koordiniert sein. Bestenfalls wird der Funktionserhalt per se in die oberste Installationsebene »verbannt«. Vorteil ist, dass dann kaum noch von oben einwirkende Wechselwirkungen gegeben sein dürften. Insofern: Planungsentscheidungen die im Entwurf im Team abgestimmt und koordiniert werden müssen. Dies den Unternehmern auf der Baustelle zu überlassen ist naiv.

Quelle: Dätwyler Cables GmbH

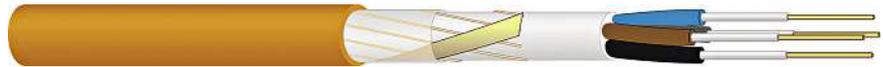


Bild 3: Elektrische Leitung mit integriertem Funktionserhalt (ohne dazugehöriges Tragesystem)

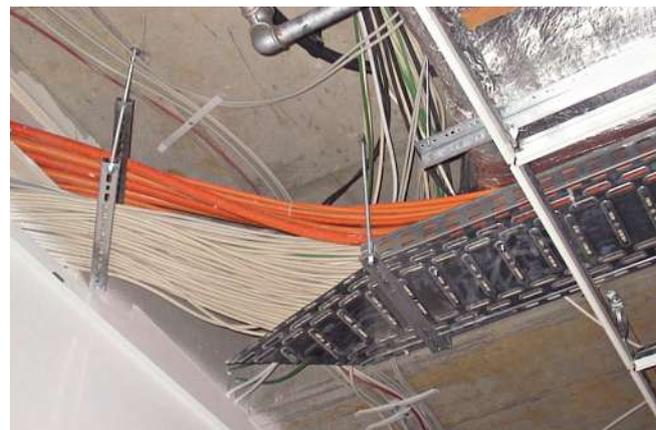
Norm- oder Sonderkonstruktion

Anhand der prinzipiell unterschiedlichen Möglichkeiten für die Dimensionierung des Funktionserhaltes wird offenbar, dass im Entwurf entscheidende Weichenstellungen erfolgen müssen: Funktionserhalt der Leitungen mittels E-Kanälen, die entsprechenden Platz benötigen oder via Beschaffenheit? Normkonstruktionen, bei denen die Gewichtsbelastung 10kg/lf.d.m sein darf oder bauaufsichtliche zugelassene Systeme, bei denen z. B. tatsächlich Trassen-Gewichtsbelastungen von 20kg/lf.d.m möglich sind – ergo weniger Platzbedarf erfordern. Werden diese elementaren Planungsentscheidungen des »Ader- und Nervensystems« der sicherheitstechnischen Anlagen erst in der LPH 5 diskutiert, dürfte ggf. der Platz für Installationen fehlen. Der Architekt muss also ein Eigeninteresse haben in den Themenkomplex Funktionserhalt eingebunden zu sein respektive zu werden (**Bild 4**).

Begriff Leitungsanlagen

In der MLAR ist der Umfang der Leitungsanlagen definiert. Im Sinne des Gesetzgebers zählen hierzu neben den reinen Elektroleitungen viele weitere Komponenten. Wie oben erläutert benötigen z. B. elektrische Leitungen mit integriertem FE besonders klassifizierte Tragesysteme. Zur Leitungsanlage zählen somit weiterhin beispielsweise:

- Befestigungs- und Tragesysteme (Einschellen, Kabelrinnen- und -steiger, Sammelschellen etc.)



Quelle: Karl-Olaf Kaiser

Bild 4: Trassenüberbelegung – ein allseits anzutreffender Fehler

- Mess-, Steuer-, Regel- und Sicherheitseinrichtungen
- Verteiler.

Bauliche Trennung der Verteiler

Im Geltungsbereich des FE ist daher auch den Verteilern besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Analog zu den Leitungen kann der FE entweder durch bauliche Abtrennung oder Beschaffenheit gewährleistet werden. Insofern muss das Planungsteam frühzeitig abstimmen, welche Planungsvarianten im Gebäude realisiert werden sollen.

Eine Möglichkeit besteht darin die Verteiler von Sicherheitsanlagen mit FE in eigenen, für andere Zwecke nicht genutzten Räumen aufzustellen (s. MLAR 2005, Abschnitt 5.2.2 a). Bei dieser Lösungsvariante ergeben sich für den Architekten und die Fachplaner jedoch beachtenswerte Implikationen. Seitens des Architekten muss für den jeweiligen Raum entsprechender Flächenbedarf in der Geschossplanung berücksichtigt werden. Abhängig von Art oder Nutzung des Gebäudes und dem Umfang der Sicherheitsanlagen können für die Verteiler somit schnell einige Räume zusammen kommen. Die erforderliche Grundfläche fällt somit in der Mietflächenkalkulation weg und dies sollte mit dem Eigentümer abgestimmt werden. Des Weiteren ist durch den Architekten und seine Fachplaner zu beachten, dass für Grundfläche der Räume ausreichend Platz vorzusehen ist, sodass die elektrischen Einbauten des Verteilers durch Wärme nicht ausfallen. D. h. kritische Temperaturen im Regelbetrieb

auch im Brandfall müssen planerisch ausgeschlossen werden (wenn es z. B. in einem Nachbarraum brennen könnte und die Temperatur entsprechend der Prüfnorm auf der brandabge-

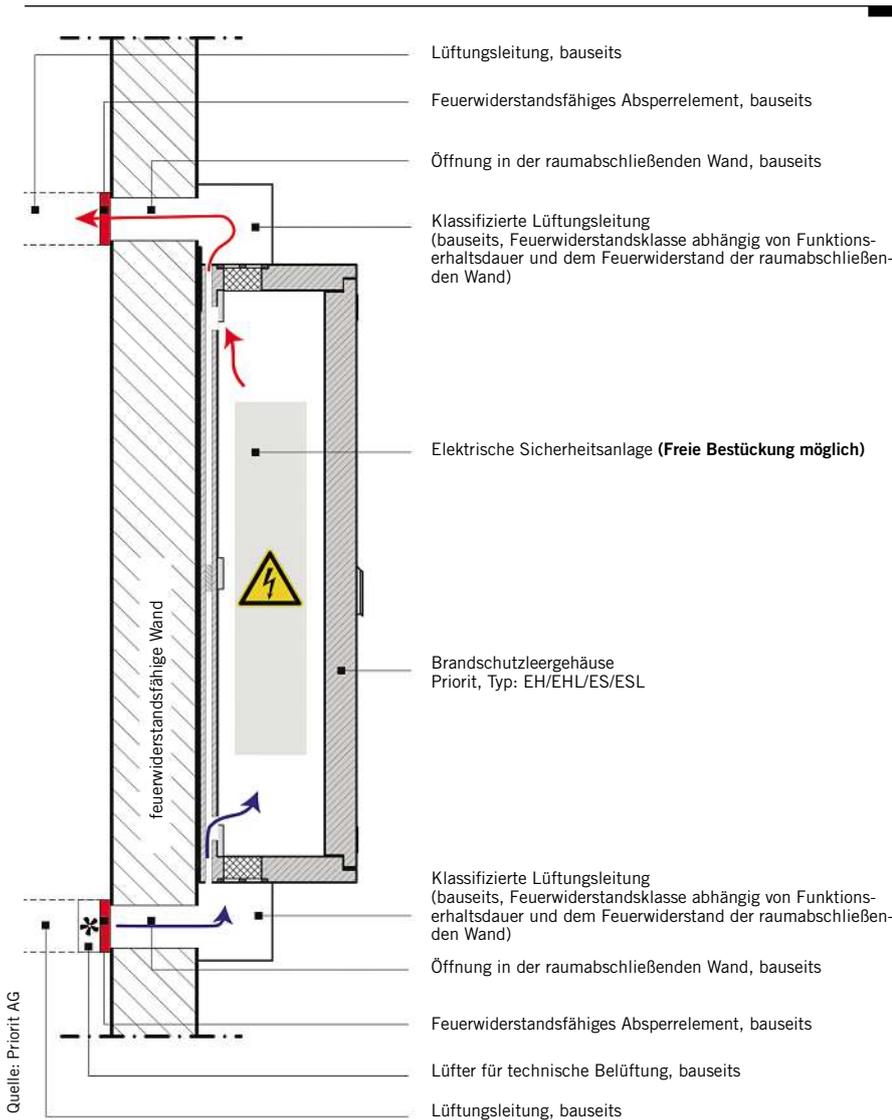


Bild 5: Prinzipskizze von aktiv belüfteten FE-Verteilern

wandten Seite zulässigerweise schon im Mittel 140K betragen darf). Für Verteiler, z. B. in einem Technikgeschoss im Dach darf auch im Sommer eine definierte mittlere Temperaturerhöhung nicht überschritten werden. Der Wert der mittleren täglichen max. Temperatur darf aus elektrotechnischen Gründen nicht mehr als 35°C betragen! Ebenso gelten für die Luftfeuchtigkeit elektrotechnische Grenzwerte im Raum. Sofern die Überschreitung nicht ausgeschlossen werden kann, sind z. B. Kühlaggregate einzuplanen (dann als Bestandteil der sicherheitstechnischen Anlage auf SV sowie mittels FE -Leitungsanlagen an die USV angeschlossen). Alternativ ist eine entsprechend dimensionierte Lüftungsanlage zu projektieren.

Neben den Anforderungen der MLAR müssen für definierte Sicherheitsanlagen weitere baurechtliche Bestimmungen be-

achtet werden. Bzgl. der beschriebenen elektrotechnischen Herausforderungen sei daher zum besseren Verständnis an dieser Stelle auf die Muster-Verordnung über den Bau von Betriebsräumen für elektrische Anlagen hingewiesen. Die EltBauVO gilt für den Bau von elektrischen Betriebsräumen z. B. für Stromerzeugungsaggregate und zentrale Batterieanlagen von bauordnungsrechtlich vorgeschriebenen Sicherheitsanlagen. Zur Vermeidung der erläuterten Probleme (Erwärmung, kritische Luftfeuchtigkeit etc. im Normal- aber auch im Brandfall in benachbarten Bereichen) wird in der EltBauVO für die dort geregelten Räume gefordert, dass diese den betrieblichen Anforderungen entsprechend wirksam be- und entlüftet werden müssen. Und rein technisch gesehen, treten diese Probleme eben auch bei Verteilern mit FE auf. Die Forde-

rung der EltBauVO deutet somit eine Analogie zur gesetzlich gedachten Lösung bei Verteilern mit FE an.

Das der Schnittstellen aber nicht genug: In den besagten eigenen Räumen für die Verteiler mit FE dürfen sich keine anderen Anlagen und Einrichtungen befinden. Das bedeutet diese Räume sind bezüglich der Planung der anderen Fachplaner »weiße Flächen«. Dort dürfen sich keinerlei fachfremde Einrichtungen, Lüftungsleitungen oder Leitungsanlagen befinden. Wenn doch, ist die Gleichwertigkeit der anderen Lösung durch das Planungsteam ganzheitlich zu analysieren und Maßnahmen einzuplanen.

Beschaffenheit der Verteiler-Brandschutzgehäuse

Unter Berücksichtigung der oben benannten Aspekte ist es planerisch interessant, die anderen potentiellen Planungslösungen für Verteiler mit FE gemäß MLAR zu prüfen. Auch hier gilt: Die Lösung findet sich im Detail und es gibt verschiedene Wege zum Ziel.

Brandschutzgehäuse sind eine weit verbreitete Produktlösung, um den FE von Verteilern sicherzustellen. Durch die kompakte Bauweise sind die Herausforderungen im Brandfall groß, da mit einem zusätzlichen Wärmeeintrag von außen in das Gehäuse und vor allem durch entstehende Luftfeuchtigkeit im Gehäuse durch austretenden Wasserdampf aus den Feuerschutzplatten durch kristallin gebundenen Gips zu rechnen ist. Hierzu existieren derzeit einige praktikable Lösungsansätze.

Brandschutzgehäuse als sicherheitstechnischer Bestandteil

Brandschutzgehäuse mit elektrischen Komponenten als Bestandteil einer sicherheitstechnischen Anlage: Hierzu wird eine eigene Brand-Typprüfung in einer zertifizierten Materialprüfstelle durchgeführt, die den FE der im Brandschutzgehäuse eingebauten elektrischen Komponenten im Brandfall unter Last nachweist.

Der bauaufsichtliche Nachweis wird dann über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) für das Gesamtsystem Brandschutzgehäuse sowie die elektrischen Einbauten bestätigt (vgl. hierzu MLAR 2005, Abschnitt 5.2.2 b).

Allerdings dürfen bei der Umsetzung dieser Lösung auf der Baustelle die typgeprüften elektrischen Einbauten nur in der genauen Anordnung im Brandschutzgehäuse verwendet werden, was natürlich die Flexibilität bzgl.

Quelle: Priorit AG



Bild 6: Testanordnung von aktiv belüfteten FE-Verteilern in einer MPA

der Belegung einschränkt. Erleichterungen im Zulassungsverfahren des DiBT sowie nichtwesentliche Abweichungen im abZ im Sinne der Landesbauordnungen sind hier allerdings möglich.

Verwendung von Leergehäusen

Brandschutz-Leergehäuse mit einer allgemeinen bauaufsichtliche Zulassung (abZ) als Leergehäuse nach MLAR 2005, Abschnitt 5.2.2 c: Diese Brandschutzgehäuse sind geeignet für den Einbau von elektrischen Komponenten als Bestandteil einer sicherheitstechnischen Anlage, um den FE zu gewährleisten. Allerdings muss der FE bei dieser Produktlösung laut abZ gesondert nachgewiesen werden. Dieser gesonderte Nachweis stellt allerdings eine große Herausforderung an alle am Bau Beteiligten dar, besonders für den Fachplaner Elektro. Auch hier gibt es derzeit nachfolgend beschriebene Lösungsansätze.

Leergehäuse mit spezifischen Einbauten

Für das Brandschutz-Leergehäuse mit elektrischen Einbauten als Bestandteil einer sicherheitstechnischen Anlage erfolgt eine Bewertung durch den Fachplaner Elektro auf Basis von Temperatur und Luftfeuchtigkeitswerten im Brandschutz-Leergehäuse, anhand von Analogien zu vergleichbaren bereits typgeprüften Kombinationen oder auf Basis von Erfahrungswerten, die allerdings in der Praxis aufgrund der Vielzahl an Schaltgerätekombinationen selten vorliegen. Ggf. können im Einzelfall besondere Vorortsituationen, wie z. B. reduzierte und reglementierte Brandlasten oder eine vorhandene Sprinklerung, als brandschutztechnische Kompensation zur Begründung einer nicht wesentlichen Abweichung zur positiven Bewertung des FE derartiger Konstruktionen herangezogen werden.

Typgeprüftes Leergehäuse mit spezifischen Einbauten

Für das Brandschutz-Leergehäuse mit elektrischen Einbauten als Bestandteil einer sicherheitstechnischen Anlage wird wie zuvor beschrieben eine gleichwertige eigene Brand-Typprüfung in einer zertifizierten Materialprüfanstalt durchgeführt, die den FE der elektrischen Komponenten im Brandfall unter Last nachweist. Da das Brandschutz-Leergehäuse bereits über eine bauaufsichtlichen Nachweis (abZ) verfügt, genügt als Nachweis für den FE der eingebauten elektrischen Komponenten ein Typprüfbericht.

Um den Nachweis der Betriebssicherheit und Wirksamkeit dieser Lösung, z.B. für den Prüfsachverständigen zu führen, sind entsprechende Dokumentationen zu erbringen – z. B. Typprüfbericht, Typenschild, Montage- und Bedienungsanleitung für Brandschutz-Leergehäuse mit typgeprüfter Anlage.

Eine Typprüfung kann hier auch über herstellerbezogene Verfahren oder Teststände erfolgen, sofern diese einen dokumentierten Nachweis liefern. Auch hier gilt, dass nur die typgeprüften elektrischen Einbauten in der genauen Anordnung im Brandschutzgehäuse in der Praxis verwendet werden dürfen, was die Flexibilität ebenso einschränkt.

Brandschutz-Leergehäuse mit aktiver Be- und Entlüftung

Einen neuen Lösungsansatz bieten Brandschutz-Leergehäuse der Fa. Priorit, die im Brandfall aktiv be- und entlüftet werden können und somit eine freie Bestückung der elektrischen Komponenten als Bestandteil einer sicherheitstechnischen Anlage möglich machen (**Bild 5**).

Die Wärmelasten, die bei gewünschter Bestückung mit Komponenten verschiedener Hersteller bisher vorher genau bestimmt werden mussten, werden nunmehr durch die zirkulierende Luft gezielt abgeführt (**Bild 6**). Die Durchströmung des Gehäuses erfolgt von der

unteren Rückseite mittels eines kleinen Ventilators. Die sich im Gehäuse erwärmende Luft strömt oben – ebenfalls auf der Rückseite – in den angrenzenden rückwärtigen Raum ab. Da die Wand an der das Leergehäuse befestigt wird – aufgrund der Bestimmungen der abZ – in der korrespondierenden Feuerwiderstandsklasse des Gehäuses und massiv sein muss, ergibt sich hieraus kein Mehraufwand. Gegenüber der oben beschriebenen Lösung sind als zusätzliche Kosten lediglich der kleine Ventilator, sowie zwei Absperrelemente sowie kurze Stücke von mind. feuerhemmenden resp. feuerbeständigen Lüftungsleitungen zu berücksichtigen. Für diese Kosten »kauft« sich der Bauherr jedoch für die Planung und Ausführung sowie den Betrieb – und das ist ein großer Vorteil – eine uneingeschränkte Flexibilität der Belegung des Verteilers ein (freie Bestückung).

Fazit

Die Planung und Errichtung von FE-Leitungsanlagen ergeben zahlreiche Schnittstellen zu den Gewerken des Hochbaus und der übrigen TGA. Insofern müssen sich der originär verantwortliche Fachplaner Elektro und MSR frühzeitig mit den anderen Fachbeteiligten abstimmen, da die Wahl der elektrischen Leitungen mit FE erhebliche Auswirkungen auf den notwendigen Platzbedarf sowie Anordnung der anderen Gewerke haben. Auch die Planung der FE-Verteiler muss frühzeitig im Entwurf abgestimmt werden. Neuerdings bietet hier die aktive Belüftung von bauaufsichtlich zugelassenen Leergehäusen eine gute Lösung im Detail.



AUTOR

Dip.-Ing. Karl-Olaf Kaiser
Brandschutzconsultant,
Frankfurt am Main