

Kabel als Bauprodukt

Empfehlungen für die Elektro-Installationspraxis

1. Ausgangslage	3
2. Installationsregeln und Branchenempfehlungen.....	5
3. Brandschutz-Pflichten der Wirtschaftsakteure	6
3.1 Pflichten der Kabelhersteller	6
3.2 Pflichten der Händler.....	6
3.3 Pflichten der Bauherrschaften.....	6
3.4 QS-Verantwortlicher Brandschutz.....	7
3.5 Pflichten der Elektroplaner und Elektroinstallateure.....	7
4. Für welche Kabel gelten die neuen Regeln?.....	7
5. Installationsregeln und Empfehlungen	9
5.1 Zuständigkeit für den Brandschutz in der Schweiz.....	9
5.2 Brandschutzvorschriften der VKF , Ausgabe 2015, Stand 2017.....	11
5.2.1 Geltungsbereich.....	11
5.2.2 Verwendung der neuen Brandklassen	12
5.2.3 Aussenkabel und Gebäudeeinführung.....	13
5.2.4 Brandlastberechnung der Kabel im horizontalen Fluchtweg	14
5.3 Niederspannungs-Installations-Norm (NIN).....	16
5.4 Empfehlungen des Bundes für öffentlichen Bauherren KBOB.....	16
5.5 Eisenbahnen – Infrastruktur	18
5.6 Astra – Bundesamt für Strassen, Nationalstrassen	18
5.7 Armasuisse/Zivilschutz.....	19
5.8 Energieversorgungsunternehmen (EVUs).....	20
5.8.1 Mittelspannung, Trafostationen	20
5.8.2 Installationen in Unterwerken – Hochspannungsanlagen.....	20
5.9 Solaranlagen	20
5.10 Sonderbauwerke	20
5.11 Vorkonfektionierte Installationskomponenten	21
5.11.1 Kupferdaten- oder Glasfaser-Rangierverbindungen in der Netzwerktechnik.....	21
5.11.2 Vorkonfektionierte Komponenten der Elektroinstallation.....	21
5.12 Verteilte Gebäudetechnikanlagen	22
5.13 Brandmeldeanlagen	22
5.14 Leitungsführungssysteme.....	23
5.14.1 Kabelkanäle zur Leitungsführung.....	23
5.14.2 Kabelanlagen mit integriertem Funktionserhalt	23
5.14.3 Kabeldurchführungen – Schottungen	23
6 Verfügbarkeit Kabel mit Leistungserklärung nach BauPV	23

7 Empfehlung der Arbeitsgruppe CPR-Cable	26
7.1 Kabel der Klasse B _{2ca} , s1a,d1,a1.....	26
7.2 Kabel der Klasse C _{ca} -s1,d1,a1	26
7.3 Kabel der Klasse D _{ca} -s2,d2,a2.....	27
7.4 Kabel der Klasse E _{ca}	27
7.5 Kabel der Klasse F _{ca}	27
8 Fazit	29
Abkürzungen.....	29
Referenzen.....	30
Autoren	30

1. Ausgangslage

Mit der Einführung einheitlicher Regeln für die Bewertung von Bauprodukten in der Europäischen Union sind erstmalig auch Kabel – wenn sie zur dauerhaften Verlegung in Bauwerken vorgesehen sind – bezüglich des Brandverhaltens nach neuen europäischen Normen zu prüfen und zu klassifizieren.

Die Schweiz hat die Vorgaben der europäischen Bauprodukteverordnung [1] in ein nationales Gesetz [2] und eine nationalen Verordnung [3] überführt, welche das Inverkehrbringen und die Bereitstellung auf dem Markt entsprechend regelt.

Hersteller von Energie-, Steuer- und Kommunikationskabeln dürfen deshalb diese Kabel seit dem 1. Juli 2017 nur noch mit einer Leistungserklärung in den Verkehr bringen, welche diese neue Klassifizierung anwendet. Dies gilt für alle dauerhaft in Gebäuden verbauten Kabel, die in den Geltungsbereich der SN EN 50575 [4] fallen.

Die Anforderungen an den Einsatz und die Auswahl der Kabel bzw. die Installationsregeln sind in der Bauprodukteverordnung selber nicht enthalten. Es gelten die nationalen Bauvorschriften des jeweiligen Landes. Dabei müssen aber zwingend die neuen Klassifizierungen verwendet werden.

Die neuen Brandklassen sind in Bild 1 dargestellt. Die Hauptklasse wird durch die Wärmefreisetzung und die Flammausbreitung festgelegt. Für die Brandklassen B_{1ca} bis D_{ca} werden sie durch die Zusatzklassen ergänzt, mit denen die ebenfalls wichtigen Brandeigenschaften wie Rauchbildung (smoke, s), brennendes Tropfen (droplets, d) und die Bildung korrosiver Brandgase (acidity, a) bewertet werden.

Hauptklasse		Zusatzklasse					
A _{ca}	Wärmefreisetzung	-					
B _{1ca}	Wärmefreisetzung Flammausbreitung	s1a	Rauchentwicklung	d0	Flammende Tropfen	a1	Azidität - Brandgase
B _{2ca}		s1b					
C _{ca}		s1					
D _{ca}		s2		d1		a2	
E _{ca}	Flammausbreitung	s3		d2		a3	
F _{ca}	-	-					




Bild 1: Klassifizierung des Brandverhaltens nach SN EN 13501-6[5].

A_{ca} ist für mineralische Baustoffe. Für flexible Kabel ist der Bereich B_{2ca} (sehr hohes Sicherheitsniveau) bis F_{ca} (keine Brandschutzanforderung) wichtig. Haupt- und Zusatzklassen können kombiniert vorkommen, so wie in der Tabelle beschrieben. Beispiele von Klassifizierungen: E_{ca} oder D_{ca}-s2,d2,a2, D_{ca}-s2,d1,a2 oder C_{ca}-s1,d1,a1 oder B_{2ca}-s1a,d0, a1.

Die Klassifizierung des Brandverhaltens muss in Form einer genau definierten Leistungserklärung erfolgen. Für die EU-Staaten ist eine damit verbundene CE-Kennzeichnung Pflicht.

<Infobox 1>

Leistungserklärung und CE-Kennzeichnung

In der Leistungserklärung (LE) müssen die wesentlichen Eigenschaften des Brandverhaltens – die Brandklasse, der Verwendungszweck und weitere Angaben – aufgeführt werden. Die Leistungserklärung muss vom Hersteller erstellt und zur Verfügung gestellt werden, noch bis zu 10 Jahre nach dem Inverkehrbringen des Bauprodukts. Die Leistungserklärung muss eindeutig einem Produkt zugeordnet sein. Sie dient den Anwendern als Nachweis der Konformität der verbauten Kabel. Die CE-Kennzeichnung von Kabeln als Bauprodukte hat auf dem Etikett zu erfolgen.

Hinter dem CE-Kennzeichen müssen folgende Informationen stehen: die letzten beiden Ziffern des Jahres, in dem die CE-Kennzeichnung zuerst angebracht wurde, der Name und die registrierte Anschrift des Herstellers, der eindeutige Kenncode des Produkttyps, die Bezugsnummer der Leistungserklärung, die darin erklärte Leistung nach Klasse, der festgelegte Verwendungszweck und ggf. die Kennnummer der Zertifizierungsstelle.

Wichtig für die Identifikation der richtigen Leistungserklärung zum Kabel ist der sog. eindeutige Kenncode. Mit diesem Kenncode ist im Allgemeinen die Leistungserklärung im Internet auf den Seiten der Kabelhersteller herunterladbar.

Der Artikel erläutert die unterschiedlichen Schweizer Vorschriften und Empfehlungen, welche auf die neuen Brandklassen nach Bild 1 zurückgreifen, sowie aktuell diskutierte Anwendungsbeispiele.

Bei der Planung, Beschaffung und Installation sind diese geforderten Brandklassen zu berücksichtigen. Die folgenden Informationen sollen dem Anwender die Auswahl der richtigen Kabel erleichtern.

2. Installationsregeln und Branchenempfehlungen

Je nach Art und Nutzung der Bauwerke sind in der Schweiz für den Brandschutz von Kabelinstallationen verschiedene Vorschriften und Installationsregeln zu beachten (Bild 2). Wichtig ist, dass die VKF-Brand-schutz-Richtlinien [6-10] in allen Kantonen als Mindestanforderung gelten und deshalb generell für Gebäudeanwendungen einzuhalten sind.

Anforderungsvorgaben in der Schweiz für Bauwerke

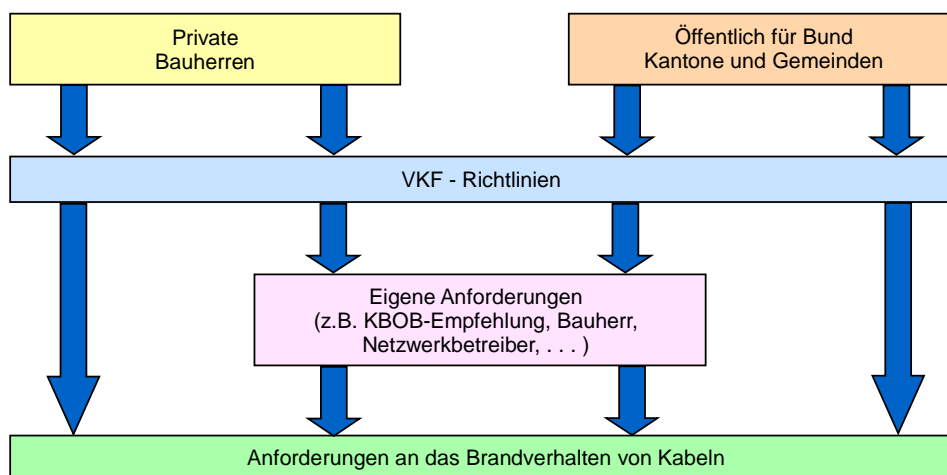


Bild 2: Verantwortlichkeiten bzgl. Kontrolle der Baustoffe, in Abhängigkeiten des Bauobjektes.

Höhere Anforderungen können durch öffentliche oder private Bauherren spezifiziert werden, z.B. die KBOB-Empfehlung [11]. Für bestimmte Bauwerke, zum Beispiel Eisenbahnanlagen, Strassentunnels etc., bestehen weitere Vorschriften und Empfehlungen. Die neuen Klassifikationen der sogenannten Brandklassen nach SN EN 13501-6 [5] werden darin ebenfalls verwendet.

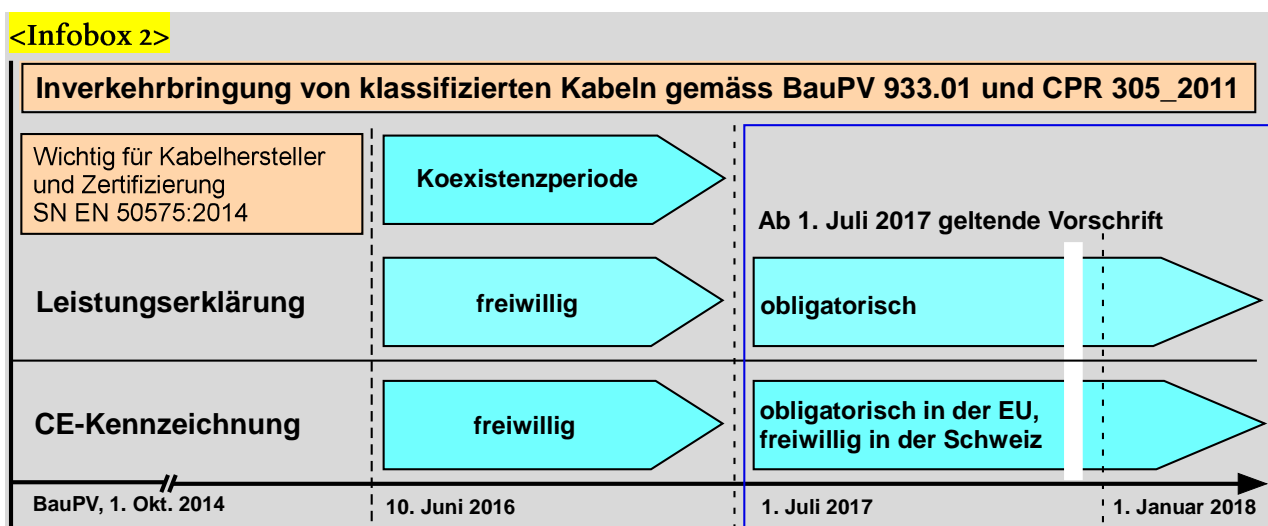
Im Abschnitt 5 werden diese Installationsregeln im Detail behandelt und erläutert.

3. Brandschutz-Pflichten der Wirtschaftsakteure

Bei der Auftragsvergabe von Bauwerken sind die Verantwortlichkeiten aller Beteiligten zu definieren, damit die Aufgaben im Projekt klar zugeordnet werden können. In den folgenden Abschnitten werden die Rollen der typischerweise Beteiligten beschrieben. Hilfreich dabei ist ebenfalls die VKF-Brandschutzrichtlinie 11-15 «Qualitätssicherung im Brandschutz» [7], wo die Rolle der Verantwortlichen abhängig von den geforderten Qualitätssicherungsstufen definiert wird.

3.1 Pflichten der Kabelhersteller

Kabelhersteller, welche Kabel für die dauerhafte Verwendung in Bauwerken im europäischen Markt in Verkehr bringen, haben diese Kabel nach den Vorgaben der Bauprodukteverordnung prüfen zu lassen und zu klassifizieren. Dabei werden sie von den sog. notifizierten Stellen (Zertifizierungsstellen) überwacht. Für jedes Kabel, welches in Verkehr gebracht wird, hat der Hersteller eine Leistungserklärung LE in einer geforderten Amtssprache des Landes zu erstellen, die unter anderem den Verwendungszweck und die Klassifizierung des Brandverhaltens aufführt. Die Leistungserklärung ist dem Abnehmer in gedruckter oder elektronischer Form (z.B. Online) zur Verfügung zu stellen. Die Leistungserklärung ist bis zu 10 Jahre nach dem Datum des Inverkehrbringens [2][3] vom Hersteller aufzubewahren und auf Verlangen eines Abnehmers zur Verfügung zu stellen. Die Infobox 2 zeigt diese Zusammenhänge.



3.2 Pflichten der Händler

Händler beziehen ihr Kabelsortiment von verschiedenen Kabelherstellern, für das sie beim Wareneingang die Übereinstimmung des gelieferten Kabels mit der vom Hersteller mitgelieferten zugehörigen Leistungserklärung kontrollieren. Für jedes auf den Markt gebrachte Kabel ist die Leistungserklärung den Abnehmern zur Verfügung zu stellen [2][3]. Eine Rückverfolgbarkeit zur Leistungserklärung durch Etikettierung von abgelängten Kabeln ist für nach dem 1. Juli 2017 in den Verkehr gebrachte Kabel zu gewährleisten. Das BauPG Art. 10.3 [2] verlangt, dass Händler während 10 Jahren auf Verlangen des BBL belegen können, von wem sie das Bauprodukt-Kabel gekauft haben und an wen sie dieses verkauft haben.

Kabel, die vor oder während der Übergangsfrist bis zum 1. Juli 2017 in den Verkehr gebracht wurden, können nach dem 1. Juli 2017 weiterhin ohne Leistungserklärung verkauft werden. Der Verwender der Kabel hat jedoch zu klären, ob ein Einsatz der Kabel ohne Leistungserklärung im Bauwerk zugelassen ist.

3.3 Pflichten der Bauherrschaften

Die Bauherrschaft hat die Nutzung des Bauwerks festzulegen. Sie beauftragt Personen mit entsprechender Fachkompetenz die Brandschutzregeln umzusetzen. Diese Aufgabe beinhaltet auch

die richtige Kabelauswahl. Als einzuhaltendes Minimum gelten schweizweit die Brandschutzrichtlinien des VKF [6-10]. Die Einhaltung der Vorschriften ist zu überwachen und zu kontrollieren.

Gegenüber der Brandschutzbehörde bestätigt der Eigentümer/Nutzer mit einer Übereinstimmungserklärung die Einhaltung der Brandschutzvorschriften, siehe VKF-Brandschutzrichtlinie 11-15 [7]. Ggf. stützt sich der Bauherr dabei auf die Übereinstimmungserklärungen des QS-Verantwortlichen Brandschutz.

3.4 QS-Verantwortlicher Brandschutz

Der QS-Verantwortliche Brandschutz hat nach VKF BSR 11-15 [7] u.a. die Aufgabe, die korrekte Verwendung von Baustoffen und Bauteilen zu prüfen (Kontrolltiefe je nach Qualitätssicherungsstufe, siehe Tabelle 1) und dies mit einer Übereinstimmungserklärung dem Eigentümer/Nutzer zu bestätigen. Dabei stützt er sich auf die Übereinstimmungserklärungen der Errichter bzw. Installateure.

	Anwendungsbereich der QSS-Stufen	Wer ist der QS-Verantwortliche Brandschutz?	Was muss er bzgl. Kabelinstallationen machen? ("Grundleistung")
QSS 1	Kleine, einfache Bauten und Anlagen.	Im Allgemeinen der Architekt	Überwachung Korrekte Verwendung von Baustoffen Stichproben
QSS 2	Kleine, bis mittelgrosse Bauten und Anlagen. Können erhöhte Brandrisiken haben.	Brandschutzfachmann VKF oder gleichwertig	
QSS 3	Mittelgrosse bis grosse Bauten u. Anlagen. Erhöhte Brandrisiken.	Brandschutzexperte VKF oder gleichwertig	Überwachung Korrekte Verwendung von Baustoffen Systematisch/Detailliert
QSS 4	Grosse Bauten und Anlagen. Hohe Brandrisiken.	Brandschutzexperte VKF oder gleichwertig	

Tabelle 1: Kurze Übersicht Überwachung Verwendung von Baustoffen nach VKF-Brandschutzrichtlinie 11-15 [7].

3.5 Pflichten der Elektroplaner und Elektroinstallateure

Die Vorgaben des Bauherren werden vom Elektroplaner auf Konformität geprüft und vom Elektroinstallateur umgesetzt. Dabei sind mindestens die VKF-Brandschutzrichtlinien zu berücksichtigen, ggf. auch weitere Vorschriften oder Empfehlungen.

Es liegt in der Verantwortung des Installateurs und des Planers den Bauherrn schriftlich auf eventuelle Unstimmigkeiten hinzuweisen und gegebenenfalls entsprechende Komponenten anzubieten und zu installieren, die:

- den anerkannten Regeln der Technik entsprechen.
- Konform sind zu den Vorschriften und Richtlinien des Bauwerks.
- die Einhaltung der von der Bauherrschaft und Behörden vorgegebenen Richtlinien und Vorschriften gewährleisten.

4. Für welche Kabel gelten die neuen Regeln?

Betroffen von der Bauproduktgesetzgebung sind alle Kabel, welche (1) als Bauprodukt verwendet werden können. Ist ein Kabel von der SN EN 50575:2014 [5] erfasst, ist vom Hersteller eine Leistungserklärung zu erstellen (2).

Zu (1): Als Bauprodukt gelten Komponenten, welche «dauerhaft» im Bauwerk eingebaut werden und sich eine Auswirkung auf die «Grundanforderungen» der Bauwerke habe [2]. Für Kabel wird unter «dauerhaft» verlegt Folgendes verstanden: dass man das Kabel nicht einfach mittels Steckern lösen und dann entfernen kann—Die für Kabel in der BauPV definierte Grundanforderung ist das Brandverhalten und die Abwesenheit von gefährlichen Inhaltsstoffen.

Zu (2): Die Norm SN EN 50575 ist eine sog. harmonisierte technische Spezifikation. Das BBL (Bundesamt für Bauten und Logistik) bezeichnet sie zusammen mit denjenigen Normen, welche auch in der EU harmonisiert sind [12]. Die SN EN 50575 definiert die Mess- und Kontrollverfahren zur Bestimmung der Brandeigenschaften und ist damit die Grundlage zur Erstellung der Leistungserklärung.

Dieser sehr allgemeine formulierte Geltungsbereich ist vielfach diskutiert worden. In den folgenden Abschnitten dieses Kapitels werden Bereiche vorgestellt, für die die BauPV für Kabel nicht angewendet werden muss oder kann.

Nicht dauerhaft verlegte Kabel

Die Regeln der BauPV müssen nicht angewendet werden für

- Kabel für temporäre Installationen (z.B. Bauprovisorien).
- Alle Geräteanschlusskabel, welche mit den Geräten geliefert werden und über Stecker angeschlossen werden¹.
- Mit Steckern vorkonfektionierte Kabel und Patchkabel².

Bestimmte Kabel, die anderen Verordnungen z.B. der Maschinenverordnung unterstehen:

Wenn eine Anlage z.B. nach der Maschinenverordnung MaschV [13] oder der Aufzugsverordnung AufzV [14] als abgeschlossene Anlage im Gebäude installiert wird und wenn in dieser Richtlinie der Brandschutz der Anlage bereits berücksichtigt ist, dann muss nach gegenwärtiger Auslegung nicht zusätzlich die BauPV dafür angewendet werden. Dies betrifft insbesondere:

- Kabel in Maschinen/Produktionsanlagen
- Kabel in Aufzugsanlagen/Fahrtreppen
- Kabel in Seilbahnanlagen

Es sei darauf hingewiesen, dass Kabel jedoch auch gleichzeitig unterschiedlichen Verordnungen unterliegen können. So unterstehen z.B. die Niederspannungskabel gleichzeitig der NEV [15] und der BauPV. Für die Deklaration der Inhaltsstoffe ist zudem die Chemikalien-Risikoreduktionsverordnung (ChemRRV, SR 814.81), respektive die in der EU geltende EU-REACH-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1907/2006) anwendbar.

Kabel mit Funktionserhalt fallen nicht in den Geltungsbereich der SN EN 50575:

Der Geltungsbereich der SN EN 50575 [4] ist definiert für Kabel: «die zur Elektrizitätsversorgung und für Steuer- und Kommunikationszwecke im Bauwesen vorgesehen sind». Er enthält keine Einschränkungen bezüglich Spannungsbereichen und schliesst auch Glasfaser-Datenkabel mit ein.

Kabel mit **Isolations- und Funktionserhalt** sind derzeit vom Geltungsbereich der SN EN 50575 [4] (Abschnitt 1) explizit ausgeschlossen. Deshalb darf für sie derzeit keine Leistungserklärung für das Brandverhalten nach SN EN 50575 ausgestellt werden. Dieser Zusammenhang ist in Bild 3 dargestellt. Erst wenn für die Kabel mit Isolations- und Funktionserhalt die notwendigen normativen Grundlagen vorhanden sind, wird eine Bewertung als harmonisiertes Bauprodukt möglich sein. Das bedeutet, dass für Sicherheitsanlagen, für welche ein Funktionserhalt gefordert ist, weiterhin Kabelanlagen mit integriertem Funktionserhalt nach DIN 4102-12 [16] einzusetzen

¹ Grundsätzlich gilt, dass Geräte mit vom Hersteller ausgelieferten Anschlusskabeln als ganzes Produkt nicht den Anforderungen der Bauprodukteverordnung unterliegen. Geräte mit solchen Anschlusskabeln sind z.B. in der Telekommunikation/ Netzwerktechnik anzutreffen. Beispiele von ansteckbaren Geräten in der Netzwerktechnik sind Settop-Boxen, Modems, Router, Computer und Telefone und dgl. In Heizungs- und Klimaanlageanlagen sind dies typischerweise kleinere Magnetventile und kleinere Umwälzpumpen, sowie Grundwasserpumpen. Grössere Umwälzpumpen, Magnetventile, Stellmotoren, die direkt angeschlossen werden unterliegen den üblich in dieser Zone gestellten Anforderungen.

² Formal gesehen fällt ein vorkonfektionierte Kabel (sowohl Kabel mit Cu-Leitern, als auch Glasfaserkabel) mit Steckern nicht in den Geltungsbereich der Norm SN EN 50575. Ein nach SN EN 50575 bewertetes Kabel kann jedoch in einem vorkonfektionierten Verkabelungssystem verwendet werden. Da viele Verkabelungssysteme dauerhaft in Gebäuden verlegt sind, teilweise sogar in recht grossen Mengen, ist es aus Brandschutzsicht sinnvoll dafür genau dieselben Anforderungen zu stellen, wie an Kabel, welche ohne Stecker fest verlegt werden. In der Regel kann der Hersteller des Verkabelungssystems die Leistungserklärung der verwendeten Kabel weitergeben oder in einer anderen Form die Erfüllung der Anforderung dokumentieren.

Beispiel: Vorgefertigte elektrische Installationskomponenten für Bürogebäude mit Bodendosen und mit flexiblen Anschlusskabeln (Brüstungskanalanschluss).

sind. Mit einer Komplettierung dieser europäischen Normen und ihrer Anwendung ist bis auf weiteres nicht zu rechnen.

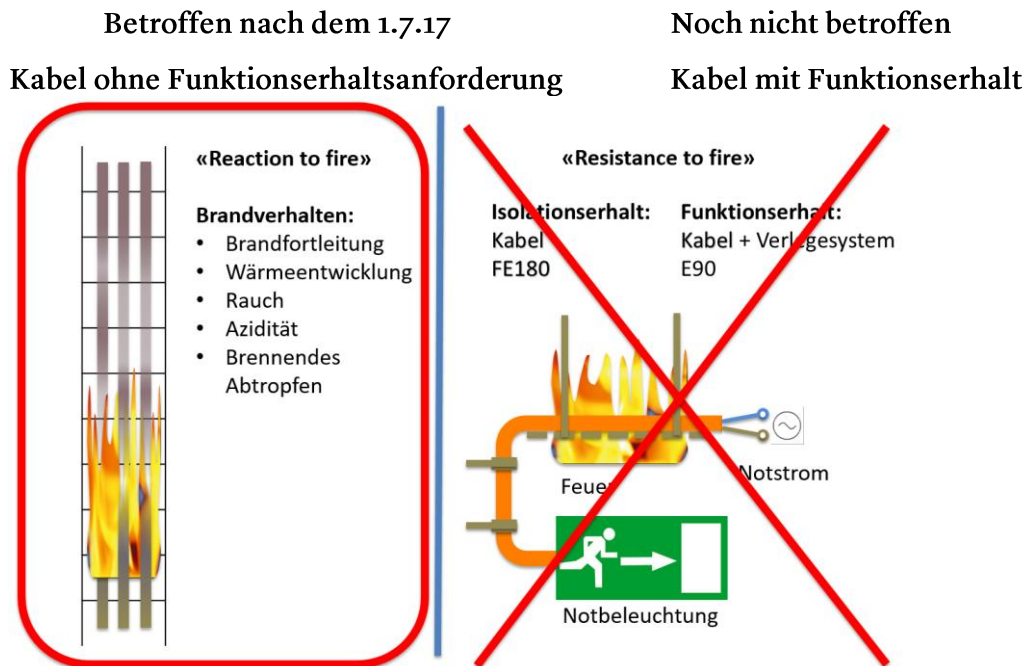


Bild 3: Links die «passiven» Brandeigenschaften, oft auch «Reaction to fire» genannt, welche nach SN EN 50575 für die BauPV bestimmt werden. Rechts die «aktive» Brandeigenschaft («Resistance to fire»), bei der die Kabelanlage trotz Brandfall weiter funktionieren muss (Funktionserhalt).

Da derzeit die Kabel mit Isolations- und Funktionserhalt aus dem Geltungsbereich der SN EN 50575 ausgenommen sind, darf für diese keine Leistungserklärung erstellt werden. Ihr passives Brandverhalten wird weiterhin durch die bisher verwendeten Normen spezifiziert und nachgewiesen (z.B. EN 60332-3-24 [20], EN 60754-1 [21]).

Zur Erinnerung: FE180 entspricht 180 min Flammeinwirkung im Test nach IEC 60331-21 [25]. E30, E60 und E90 entspricht 30, 60 und 90 Minuten Funktionserhalt nach DIN 4102-12 [16].

Aufgrund des Ausschlusses von Kabeln mit Isolations-/Funktionserhalt, befasst sich dieser Artikel mit der Anwendung von Kabeln, ausschliesslich bezogen auf das links in Bild 3 dargestellte Brandverhalten.

5. Installationsregeln und Empfehlungen

5.1 Zuständigkeit für den Brandschutz in der Schweiz

Die Brandschutzbehörde des jeweiligen Kantons ist zuständig für den Brandschutz. Die Kantone haben mittels IOTH (Interkantonaales Organ Technische Handelshemmnisse) die Brandschutznorm [6] und die Brandschutzrichtlinien [7-9] der VKF (Vereinigte Kantonale Feuerversicherungen) als verbindlich erklärt und in Kraft gesetzt. Die VKF-Brandschutzrichtlinien definieren somit die gesetzlich verbindlichen Mindestanforderungen in der Schweiz (Bild 4). Damit hat die VKF eine Doppelfunktion: zum einen als Vereinigung der Gebäudeversicherer, zum anderen als von den Kantonen beauftragter Autor der schweizweit verbindlichen Brandschutzregeln.

Bauherren, ob private oder öffentliche, können Anforderungen an den Brandschutz stellen, die über das VKF-Minimum hinausgehen. Dabei ist vor allem die KBOB-Empfehlung zu nennen [11] (KBOB, Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der Öffentlichen Bauherren: Bund, Kantone und Gemeinden). Sie kann als Vertragsbestandteil für Bundes-, Kantons- und Gemeindebauten angewendet werden, dient jedoch auch vielen privaten Bauherren als Orientierung.

Wie Bild 4 zu entnehmen ist, können auch andere Organisationen wie z.B. Bundesämter für Spezialanlagen eigene Vorschriften erlassen. Das Bundesamt für Verkehr (BAV) überwacht

beispielsweise die Einhaltung der Eisenbahnverordnung EBV, samt den dazugehörigen Ausführungsbestimmungen AB-EBV [19]. Dort werden die für Kabel geforderten Brandklassen definiert. Das Bundesamt für Strassen Astra hat ebenfalls spezifische Brandklassen festgelegt [23].

Für Elektroinstallationen im Niederspannungsbereich gelten die Vorgaben der NIN 2015 (Niederspannungsinstallationsnorm) [18]. In der NIN 2015 wird zur Anwendung der BauPV auf die VKF-Brandschutzrichtlinien verwiesen, sie enthält jedoch auch Aussagen ohne Verwendung der neuen Brandklassen.

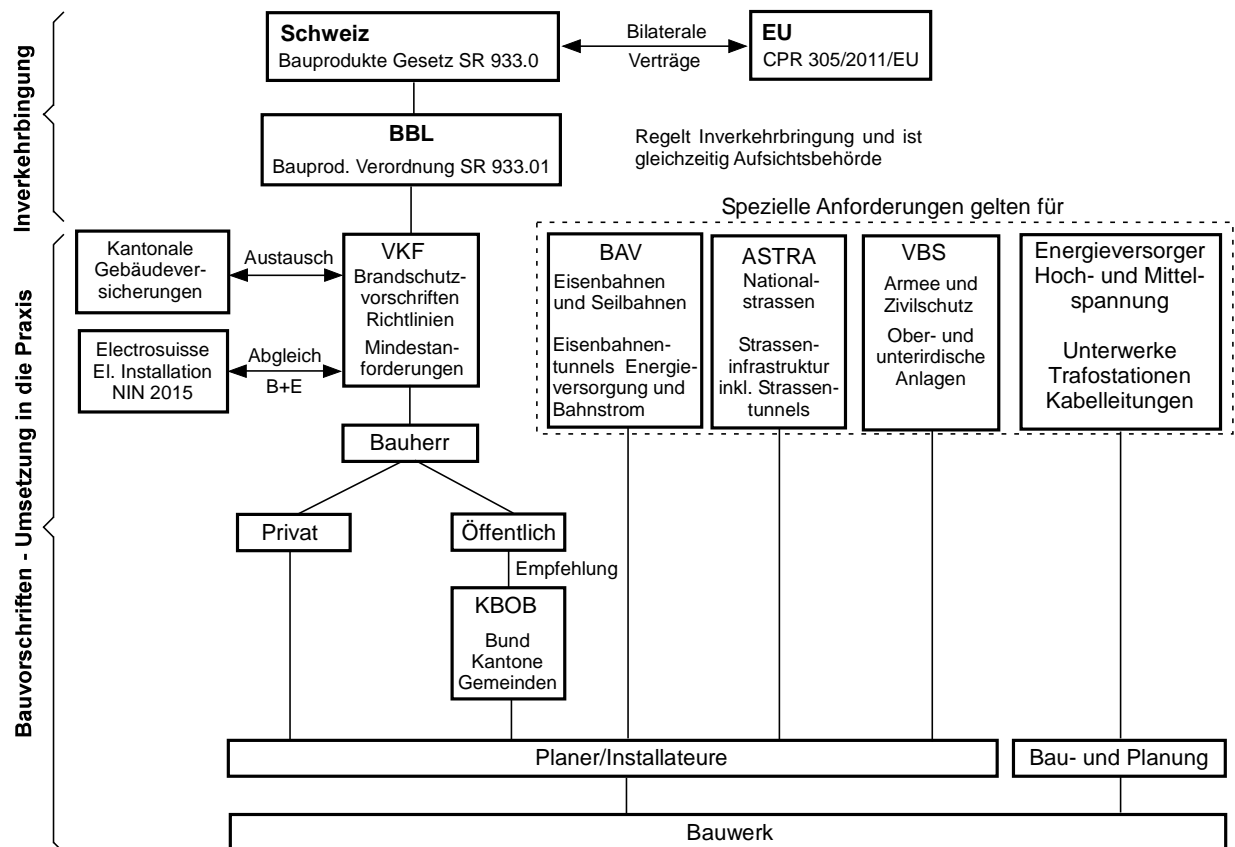


Bild 4 Übersicht - Zuständigkeiten von Marktakteuren

Wie im BauPG und der BauPV definiert, hat das BBL die Aufgabe das Inverkehrbringen der Bauprodukte zu regeln und ist für die Marktüberwachung zuständig.

Die veröffentlichten Installationsregeln werden in diesem Abschnitt 5 analysiert und erläutert. In den darauf folgenden Unterabschnitten werden praktische Anwendungen behandelt, die auf den Regeln von Abschnitt 5 beruhen.

<Infobox 3>

Gebäudeversicherungen in den Kantonen

In 18 Kantonen gibt es öffentlich rechtliche Gebäudeversicherungen. Wer in diesen Kantonen ein Gebäude besitzt, muss dieses obligatorisch bei der kantonalen Gebäudeversicherung versichern. Keine kantonalen, d.h. monopolistischen Gebäudeversicherungen gibt es in den GUSTAVO-Kantonen (GE, UR, SZ, TI, AI, VS, OW). Eine gesetzliche Verpflichtung für eine Gebäudeversicherung besteht in den Kantonen Schwyz, Uri, Appenzell Innerrhoden und Obwalden. In Genf, Tessin und Wallis ist die Gebäudeversicherung freiwillig. Die meisten Gebäude sind aber auch dort versichert. Weil in den GUSTAVO-Kantonen private Versicherer Gebäudeversicherungen anbieten, sind der Versicherungsschutz und die Prämien entsprechend unterschiedlich. Der Umfang der Versicherungspflicht ist in den einzelnen Kantonen geringfügig unterschiedlich geregelt. Hier das Beispiel aus dem Kanton Zürich. Liegt das Gebäude in einem anderen Kanton, dann orientieren Sie sich am Standortkanton.

Auszug aus dem Kanton Zürich

Vollzugsbestimmungen für die Gebäudeversicherung (vom 1. Oktober 1999)

Der Verwaltungsrat, gestützt auf § 7 a Abs. 1 Ziff. 6 des Gesetzes über die Gebäudeversicherung vom 2. März 1975, beschliesst:

II. Versicherungspflicht

Gebäude § 2.

1 Versicherungspflichtiges Gebäude ist jedes nicht bewegliche Erzeugnis der Bautätigkeit, das überdacht ist, benutzbaren Raum birgt und als Dauereinrichtung erstellt wurde.

2 Als Gebäude gelten auch die in Ausführung begriffenen Bauten. Baumaterialien und Bauteile, die durch endgültigen Einbau Bestandteil des Gebäudes geworden sind, sind mit versichert.

3 Strassen- und Bahnunterführungen, Tunnels, Stollen und ähnliche Bauten gelten nicht als Gebäude.

5.2 Brandschutzvorschriften der VKF , Ausgabe 2015, Stand 2017

5.2.1 Geltungsbereich

Die Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) hat 2015 im Auftrag der Kantone die Brandschutznorm 1-15 [6] und Brandschutzrichtlinien [7-9] herausgegeben und seither überarbeitet. In der Brandschutzrichtlinie 14-15 [9] sind unter Kapitel 5.2.1 Anforderungen an Kabel definiert. Wie in Bild 2 dargestellt, sind diese Regeln in der Schweiz verbindlich.

Es stellt sich die Frage, in welchem Umfang die VKF-Anforderungen bei Umbauten, Umnutzungen, Änderungen und Nachrüstungen angewandt werden müssen oder auch können. Die Antwort darauf findet sich im Artikel 2 der VKF-Brandschutznorm [6], wo der Geltungsbereich wie folgt definiert ist:

- 1) «Die Brandschutzvorschriften gelten für neu zu errichtende Bauten und Anlagen, sowie für solche Fahrnisbauten sinngemäss.
- 2) Bestehende Bauten und Anlagen sind verhältnismässig an die Brandschutzvorschriften anzupassen, wenn:
 - a) wesentliche bauliche oder betriebliche Veränderungen, Erweiterungen oder Nutzungsänderungen vorgenommen werden.
 - b) Die Gefahr für Personen besonders gross ist.»

Diese Formulierung beinhaltet einen gewissen Ermessensspielraum. Bei Fragen der Auslegung dieses Geltungsbereiches oder in Problemfällen ist es sinnvoll, frühzeitig den Kontakt mit der zuständigen Brandschutzbehörde aufzunehmen.

5.2.2 Verwendung der neuen Brandklassen

In der Richtlinie «13-15 Baustoffe und Bauteile» [8] sind diese Brandklassen für das Bauprodukt Kabel in einer Tabelle aufgeführt. In diesem Dokument werden die verschiedenen Brandklassen nach kritischem (cr) und nicht kritischem Verhalten unterteilt. Kritisch (und dort rot eingerahmt) sind Brandklassen, deren Zusatzklassifikation für Rauchentwicklung, brennendes Abtropfen und Azidität im Brandfall zu nicht akzeptierbaren Brandauswirkungen führen könnten (Bild 5). Ebenfalls kritisch ist die Brandklasse E_{ca}. Für andere Baustoffe gibt es vergleichbare Tabellen in Ref. [8], in denen das kritische und nicht-kritische Verhalten anhand von Brandversuchen im Rahmen der BauPV definiert wird.

Zusatzklassifizierungen für B1 _{ca} , B2 _{ca} , C _{ca} und D _{ca}	Rauchentwicklung	Brennendes Abtropfen	Korrosivität der Brandgase /Azidität	
Nicht kritisches Verhalten	s1a Geringe Rauchbildung, sehr geringe Beeinträchtigung der Sichtverhältnisse	d0 Kein brennendes Abtropfen	a1 Sehr geringe Korrosivität der Brandgase - halogenfrei	↑ sehr gut
	s1b Geringe Rauchbildung, geringe Beeinträchtigung der Sichtverhältnisse			
	s1 Geringe Rauchbildung			
	s2 mittlere Rauchbildung	d1 Kein länger als 10 Sek. brennendes Abtropfen	a2 Geringe Korrosivität Brandgase - halogenfrei	gut
Kritisches Verhalten (cr)	s3 starke Rauchbildung	d2 möglicherweise anhaltendes brennendes Abtropfen	a3 möglicherweise starke Korrosivität der Brandgase	kritisch

Bild 5 Zusatzklassifikationen mit nicht kritischem und kritischem Verhalten. Wenn das Zusatzkriterium nicht bestimmt wurde, dann muss die schlechteste Zusatzklassifizierung angegeben werden [5]. Deshalb steht bei s3, d2 und a3 jeweils der Begriff «möglicherweise».

Die VKF-Richtlinie «14-15 Verwendung von Baustoffen» [9] definiert, welches Anforderungsniveau von Kabeln in Fluchtwegen gefordert ist.

Kurz zusammengefasst, hier die wichtigste VKF-Kabelinstallationsregel:

**Kabel mit kritischem Verhalten (cr)
dürfen in Fluchtwegen nicht verwendet werden.
Dies gilt für horizontale und vertikale Fluchtwege.**

Im Abschnitt 5.2.1 der VKF-Richtlinie 14-15 [9] wird speziell für Kabel präzisiert:

1. «In vertikalen Fluchtwegen sind nur Kabel zulässig die zur Versorgung oder der Kommunikation der dort installierten Geräte und Installationen dienen.
2. In horizontalen Fluchtwegen (Korridore) sind Kabel bis zu einer gesamten Brandlast von 200 MJ/Laufmeter zulässig.
3. Kabel mit einem kritischem Verhalten (cr gemäss Zuordnungstabelle in der Brandschutzrichtlinie «Baustoffe und Bauteile») dürfen in horizontalen und vertikalen Fluchtwegen nicht verwendet werden.»

Erläuterung zu 1.:

- Fluchtwegfremde Kabel sind im vertikalen Fluchtweg nicht erlaubt. Hauptzweck dieser Vorschrift ist es, die Brandlast im vertikalen Fluchtweg so gering wie möglich zu halten. Beispiele von Kabeln, welche im vertikalen Fluchtweg installiert werden dürfen: Kabel für allgemeine und Sicherheits-Beleuchtung, für Entrauchung etc., deren angeschlossene Betriebsmittel sich im Fluchtweg befinden.
- Mit vertikalem Fluchtweg sind oft Treppenhäuser gemeint. Allerdings gilt auch ein horizontal liegender Fluchtweg (Korridor) als vertikaler Fluchtweg, wenn er nicht mit einer Brandschutztür abgetrennt ist.

Erläuterung zu 2.: Im horizontalen Fluchtweg soll die Brandlast der installierten Kabel auf ein vertretbares Minimum beschränkt bleiben. Ein Berechnungsbeispiel der Brandlast ist in Abschnitt 5.2.4 zu finden.

Erläuterung zu 3.: Damit werden für Fluchtwege alle Kabel ausgeschlossen, welche stark Rauch abgeben, stark brennend abtropfen und eine hohe Azidität aufweisen. Die Klasse $D_{ca-s2,d1,a2}$ stellt die Mindestanforderung dar.

Für Bauwerksbereiche ausserhalb von Fluchtwegen dürfen klassifizierte Kabel mit kritischem Verhalten ab der Klasse E_{ca} oder besser eingesetzt werden.

Es kann sinnvoll sein, die Kabelinstallation vom Fluchtweg brandschutztechnisch abzutrennen, um die Verwendung von Kabeln mit kritischem Verhalten zu ermöglichen. Unterputzinstallationen gelten ebenfalls als ausserhalb des Fluchtweges befindlich.

5.2.3 Aussenkabel und Gebäudeeinführung

Nach der Richtlinie 13-15 gelten Kabel der Klasse F_{ca} nicht als Baustoffe. Sie sind demnach nicht im Inneren von Gebäuden zu verwenden. Aussenkabel erreichen jedoch meist nur die Brandklasse F_{ca} (siehe ³). Der Übergabepunkt, bis zu welchem Aussenkabel verlegt werden, befindet sich meist im Gebäude (Bild 6). Deshalb stellt sich die Frage nach der Zulässigkeit der F_{ca} -Aussenkabel zwischen Gebäudeeintritt und Übergabepunkt. Die Antwort dazu hat der VKF in der FAQ₁₃₋₀₀₃ gegeben [10].

Danach gilt:

- «Kabel der Klassierung F_{ca} nach EN 13501-6 dürfen auch weiterhin für Hauszuleitungen aus den Versorgungsnetzen (Energie und Telekommunikation) verwendet werden.
- Die Distanz zwischen Hauseintritt und der ersten Trennstelle im Bauwerk ist dabei möglichst kurz zu halten.
- **In Flucht- und Rettungswegen dürfen keine Kabel der Klasse F_{ca} installiert werden.»**

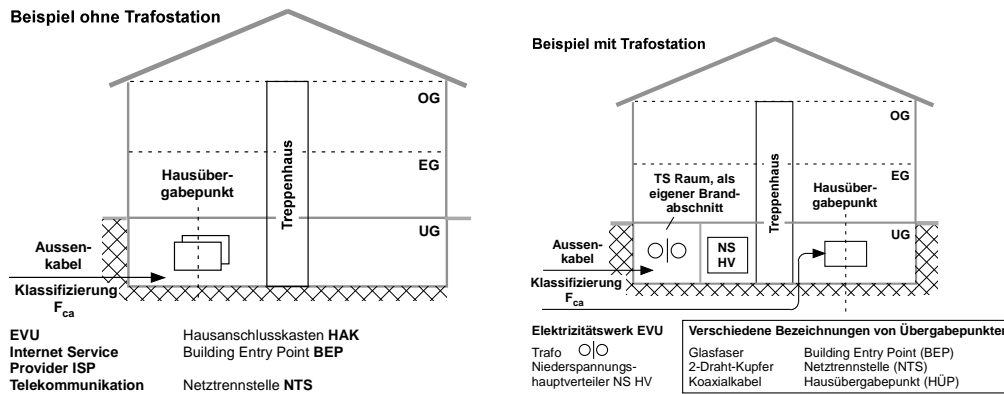
Beispiele typischer Aussenkabel mit Brandverhaltensklasse F_{ca} , die von dieser Regelung betroffen sind:

Niederspannung: GKN, GN-CLN,
Mittelspannung: XKDT, XDMZ, XDALZ
Telekommunikation: PE-ALT, PE-ALT-CLT,
Fiberoptik-Aussenkabel: wbGGT, A-DQ(ZN)B2Y

Müssen diese Aussenkabel dennoch auf längeren Strecken oder gar im Fluchtweg verwendet werden, kann die bauliche Abtrennung (z.B. Verschalung, Verlegung im Metallrohr) eine Lösung

³Für Aussenkabel, die generell keine Anforderung an den Brandschutz haben, sind andere Eigenschaften wie Robustheit, Beständigkeit gegen Wasser usw. prioritär. Eine zusätzliche Ausstattung von Aussenkabeln mit Brandschutz, ohne die prioritären Eigenschaften zu verlieren, wäre mit erheblichem Aufwand und Mehrkosten verbunden.

sein. In komplizierten Fällen ist es sinnvoll, dass der QS-Verantwortliche Brandschutz sich frühzeitig die Zustimmung der Brandschutzbehörde einholt.



Bilder 6a und 6b Kabeleinführungen von aussen ins Gebäude. Illustration der VKF-FAQ zur Brandschutzrichtlinie 13-15 [10].

Die erforderlichen Auf-Putz-Gehäuse für den BEP, die NTS oder den HÜP sollen vorzugsweise aus halogenfreiem Material bestehen. Dies ist allerdings keine Anforderung der VKF und auch nicht Gegenstand der Bauprodukteverordnung BauPV.

5.2.4 Brandlastberechnung der Kabel im horizontalen Fluchtweg

Die Brandlast eines Kabels ist die Energiemenge, welche freigesetzt wird, wenn ein Kabel vollständig verbrannt wird. Im horizontalen Fluchtweg ist nach der VKF-Richtlinie 14-15 [9] die Menge der Kabel über die maximal zulässige Brandlast von 200 MJ/m begrenzt. Dabei ist die Summe der in einem horizontalen Fluchtweg vorhandenen Brandlast aus Kabeln, geteilt durch die Länge des horizontalen Fluchtweges entscheidend. Örtlich sind höhere Werte zugelassen.

In folgendem Anwendungsbeispiel wird eine solche Brandlastberechnung durchgeführt. Bild 7 wurde dafür mit Nummern und Längenangaben ergänzt, welche nur für das konkrete Beispiel relevant sind.

Die Angaben bezüglich Brandlast sind den Produktdatenblättern der Kabelhersteller zu entnehmen. Die Angaben werden üblicherweise in den Einheiten MJ/m (Mega-Joule pro Meter) oder kWh/m (Kilo-Watt-Stunden pro Meter) angegeben.

Die Brandschutzbehörde kann Nachweise für die Berechnung verlangen.

Die Summe der im horizontalen Fluchtweg vorhandenen Brandlast aus Kabeln, geteilt durch die Länge des horizontalen Fluchtweges darf max. 200 MJ/Laufmeter betragen. Örtlich sind höhere Werte zulässig.

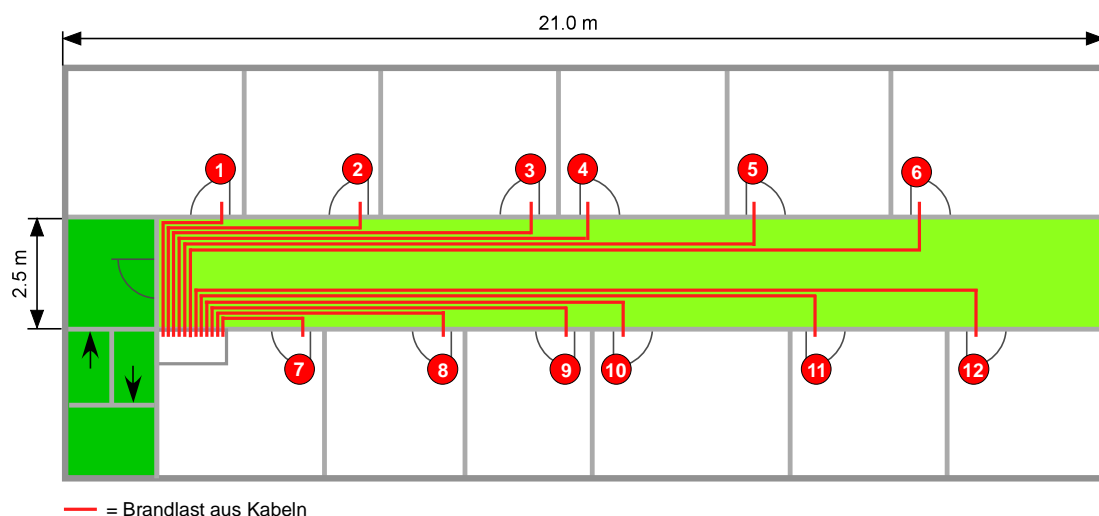


Bild 7 vertikale Fluchtwege mit Bestimmung der Brandlast nach VKF

Die Berechnung von der Brandlast von verlegten Kabeln zeigt das folgende Beispiel.

Beispiel Brandlastberechnung (Tabelle 2)

Kommunikationskabel, d.h. alle verwendeten Kabel haben dieselbe Brandlast pro Kabel.

Typ: Kupfer-Kommunikationskabel 4-paarig, S/FTP 4x2 Paar gemäss Datenblatt: 0,18 MJ/m

Anzahl verlegte Kabel zu jedem Punkt (Raum): 4 Kabel

Maximal zulässige Brandlast : 200 MJ/m

Berechnung:

In diesem Beispiel sind übersichtshalber nur Datenkupferkabel berücksichtigt. In der Praxis sind alle vorkommenden Kabel in der Berechnung einzubeziehen.

Fazit: Die Brandlast der verlegten Kabel (durchschnittlich 5.1 MJ/m) liegt weit unter dem Grenzwert (200 MJ/m).

Schritt 1	Anzahl Kabel zu jedem Raum	Brandlast pro Kabel [MJ/m]	Steigzone zur Trasse [m]	Trasse [m]	Trasse zu Raum [m]	Kabellänge im Fluchtweg [m]	Einzelbrandlast in [MJ]	
1	4	0.18	1.25	1.5	1.25	4.0	2.9	
2	4	0.18	1.25	5.0	1.25	7.5	5.5	
3	4	0.18	1.25	9.0	1.25	11.5	8.3	
4	4	0.18	1.25	10.5	1.25	13.0	9.4	
5	4	0.18	1.25	13.5	1.25	16.0	11.5	
6	4	0.18	1.25	16.5	1.25	19.0	13.7	
7	4	0.18	1.25	3.5	1.25	6.0	4.3	
8	4	0.18	1.25	8.0	1.25	10.5	7.6	
9	4	0.18	1.25	9.0	1.25	11.5	9.0	
10	4	0.18	1.25	10.0	1.25	12.5	10.0	
11	4	0.18	1.25	14.5	1.25	17.0	14.8	
12	4	0.18	1.25	18.0	1.25	20.5	18.0	
Gesamt							107.3	
Schritt 2								
	Gesamtbrandlast						107.3 MJ	
	Länge Fluchtweg						21.0 m	
	Gesamtbrandlast pro Laufmeter						5.1 MJ	

In diesem Beispiel sind übersichtshalber nur Kupferdatenkabel berücksichtigt. In der Praxis sind **alle** vorkommenden Kabel in die Berechnung einzubeziehen.

Fazit: Die Brandlast der Anzahl verlegten Kabel (durchschnittlich 5.1 MJ/m) liegt weit unterhalb vom Grenzwert (200 MJ/m).

Umrechnungsangaben : 1 kWh = 3.6 MJ; 1 MJ = 0.2777 kWh

Tabelle 2: Berechnungsbeispiel Brandlast der im horizontalen Fluchtweg installierten Kabel nach den Regeln von VKF.

Die Brandschutzbehörde kann Nachweise für die Berechnung der Brandlast verlangen. Es ist empfohlen, diese Nachweise bereitzuhalten, damit der QS-Beauftragte Brandschutz sie zusammen mit den Leistungserklärungen für die Übereinstimmungserklärung verwenden kann.

Für Bauherren ist es sinnvoll, die Kabelbrandlast der Fluchtwege in der Baudokumentation zu hinterlegen. Dann ist es bei Nachrüstungen und Änderungen leichter, den Nachweis zu erbringen, dass der Grenzwert von 200 MJ/m weiterhin eingehalten bleibt.

5.3 Niederspannungs-Installations-Norm (NIN)

Die NIN [18] enthält sicherheitstechnische Regeln für die Planung, Errichtung und Prüfung elektrischer Anlagen. Die Bestimmungen sind vorgesehen, die Sicherheit von Personen, Nutztieren und Sachwerten zu gewährleisten. Bezüglich Brandschutzanforderungen verweist die NIN (2015) auf die Anforderungen der VKF.

Zu den Anforderungen an die Kabeleigenschaften bezüglich Brandverhalten und Funktionserhalt sind in der NIN nur wenige Themen in den Beispielen und Erläuterungen (im Teil B+E) erklärt. Die dort beschriebenen Kabeleigenschaften deckten den damaligen Stand (2013) der VKF-Richtlinien ab, als die Auswirkungen der Bauprodukteverordnung noch unzureichend bekannt waren.

In der NIN ist eine Tabelle mit «Gebäuderäummöglichkeit BD1 – BD4» angegeben (Abschnitt B+E, Tab. 5.1.2.2.4.9). BD1 ist die niedrigste Stufe: «geringe Besetzung, einfache Rettungswege», dort steht «keine spezielle Anforderung». Für alle höheren Stufen BD2-4 ist angegeben: «Betriebsmittel aus flammwidrigem Material und verzögerter Entwicklung von Rauch und giftigen Gasen. Spezielle Anforderungen sind in Bearbeitung». In der Schweiz gibt es jedoch keine entsprechenden Praxisbeispiele.

5.4 Empfehlungen des Bundes für öffentlichen Bauherren KBOB

Die bereits im Juli 2014 veröffentlichte KBOB-Empfehlung [11] enthält Aussagen zur Verwendung der Kabel für das gesamte Bauwerk, ohne Unterscheidung der Verwendung im Fluchtweg bzw. in den Nutzungseinheiten. Dabei wendet die KBOB-Empfehlung die Brandklassen der BauPV (Bild 8) an.

Wie in Bild 8 angegeben werden für die Kabelauswahl drei Fragen gestellt:

1. Handelt es sich um Bauten oder Anlagen mit erhöhter Personengefährdung? Beispiele: Bauten mit grosser Personenbelegung, Bauten, in denen sich hilfsbedürftige Personen aufhalten, Bauten mit feuerpolizeilichen Risiken etc.
2. Ist ein erhöhter Sachwertschutz notwendig? Beispiele: historische Gebäude, Banken, Museen etc.
3. Handelt es sich um eine Anlage mit erhöhter Versorgungssicherheit? Beispiele: Flughäfen, Bahnhöfe, Rechenzentren, Energieversorgungsanlagen, Sportstadien, unterirdische Tunnelbauten etc.

Wird mindestens eine der drei Fragen mit ja beantwortet, so sind Kabel zu installieren, die mindestens die Anforderungen der Klasse $C_{ca-s1,d1,a1}$ erfüllen.

Die niedrigere Brandklasse $D_{ca-s2,d2,a2}$ ist vorgesehen, wenn alle der drei obigen Fragen mit Nein beantwortet werden können.

Anmerkung: Auch in Bauwerken für die die KBOB-Empfehlung angewendet wird, sind die schweizweit gültigen VKF-Richtlinien anzuwenden. Die hohe Brandklasse $C_{ca-s1,d1,a1}$ ist nach VKF für Fluchtwege geeignet. Die niedere Brandklasse $D_{ca-s2,d2,a2}$ aufgrund des kritischen Verhaltens «d2» nicht.

3.5 Auswahldiagramm für Kabel

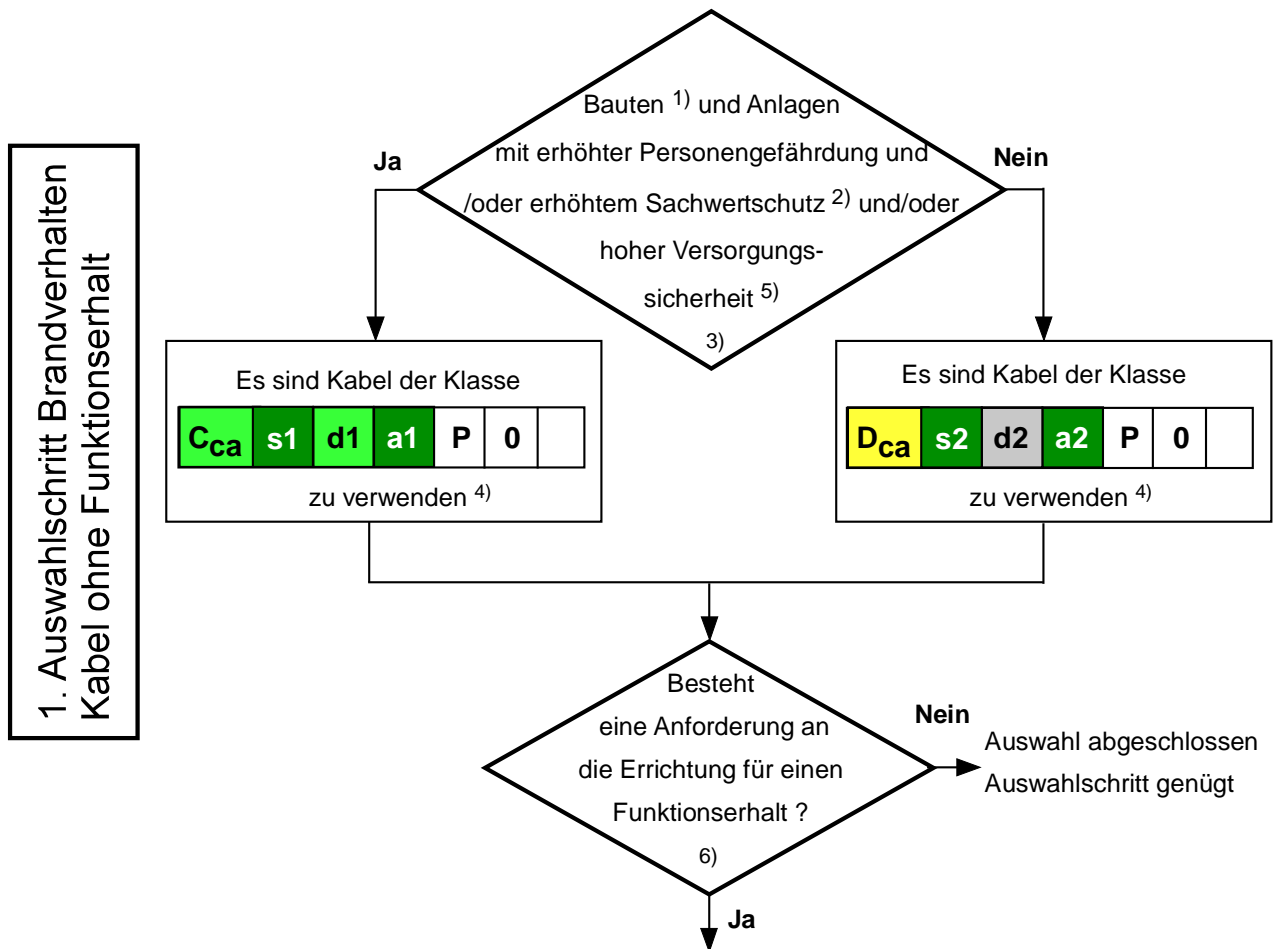


Bild 8 Kabelauswahlverfahren der KBOB bezüglich des Brandverhaltens.

Als Beispiele für die Anwendung des hohen und niedrigen Brandschutzniveaus sieht die KBOB-Empfehlung folgende Fälle vor (Tabelle 3):

Anforderungen an die Brandsicherheit	Beispiele	Brandklasse Kabel
hoch	Altersheim Spital Hochschulen (Hörsäle) Museum Kinos Grossraumbüros mit > 100 Personen Einkaufszentren > 1200 m ² Einkaufszentren mit > 100 Personen Unterirdische Anlagen Tunnel* Gefängnisse > 100 Personen	C _{ca} -s1, d1, a1
gering	Verwaltungsgebäude mit < 100 Personen Bürobauten mit < 100 Personen Einkaufszentren mit < 1200 m ² und < 10 Personen	D _{ca} -s2, d2, a2

Tabelle 3: Verwendungsbeispiele KBOB Brandklassen.

* Für Stassen- und Bahntunnels gelten die Anforderungen gemäss Astra und BAV, siehe Abschnitt 5.5 und 5.6.

Die KBOB-Empfehlungen zum Funktionserhalt (d.h. die Fortsetzung des Flussdiagrammes in Bild 8, siehe Bild 1 in Ruf [11]) mit den Klassen P90, P60, P30 sind derzeit noch nicht anwendbar, weil die europäischen Normen dazu nicht fertiggestellt sind. Bei der Anforderung «Funktionserhalt» sind deshalb weiterhin Kabelanlagen mit integriertem Funktionserhalt E90, E60 und E30 nach DIN 4102-12 [17] zu erstellen, so wie es in Abschnitt 4 erklärt ist.

Die KBOB-Empfehlungen können als Vertragsbestandteil für Bundes-, Kantons- und Gemeindebauten angewendet werden. In diesem Falle ist es zu empfehlen, einzelnen Details und eventuell Ausnahmen genauer zu spezifizieren. Das kann notwendig sein, falls nicht alle verwendeten Spezialkabel mit der Brandklasse $D_{ca-s2,d2,a2}$ oder besser verfügbar sind.

Seitens BBL ist eine Revision bzw. Aktualisierung der KBOB-Empfehlung in Bearbeitung.

5.5 Eisenbahnen - Infrastruktur

In der Schweiz sind die Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung AB-EBV zu Art. 44, AB 44b, Ziff. 4 [19] für das Brandverhalten der Kabel, die ganz oder überwiegend dem Bahnbetrieb dienen, anzuwenden. Die AB-EBV [19] enthält Brandschutzanforderungen für Kabel in Tunneln sowie an speziellen Orten, für elektrische Anlagen die ganz oder überwiegend dem Bahnbetrieb dienen. Die einzuhaltenden Merkmale sind in den AB-EBV zu Art. 44, AB 44.b, Ziffer 4 aufgeführt.

Für sog. Eisenbahn-Nebenbetriebe, d.h. Anlagen an Bahnhöfen mit kommerziellen Nutzungen wie Gastronomie, Verkaufsflächen, Unterführungen oder Wartehallen wird, wo dies die Eigentümer nicht anders definiert, die Kabelwahl anhand der Empfehlungen KBOB und/oder VKF getroffen.

5.6 Astra - Bundesamt für Strassen, Nationalstrassen

Das Astra hat das Fach-Handbuch 23001 Betriebs und Sicherheitsausrüstungen (FHB BSA) [23] bezüglich der BauPV überarbeitet.

Das Astra definiert im Fach-Handbuch 23001 Betriebs und Sicherheitsausrüstungen (FHB BSA) [23] bezüglich der BauPV im technischen Merkblatt «TM 23001-12130 – Kabel» folgende Anforderungen:

- Für die offene Strecke werden Kabel Klasse F_{ca} (flammhemmend und halogenfrei) eingesetzt. Tunnel unter 100 m werden wie offene Strecken behandelt.
- Kabel der Klasse $C_{ca-s1,d1,a1}$ werden im Tunnel > 100 m für das Normalnetz verwendet. Dieselbe Kabelklasse wird auch in Werkleitungskanälen, Sicherheitsstollen und Rohrblockanlagen verwendet.
- Kabel der Klasse $B_{2ca-s1a,d1,a1}$ werden im Fahrraum oberhalb Fahrbahnhöhe für das Not-Netz eingesetzt.
- Dient ein Werkleitungskanal gleichzeitig als Fluchtstollen oder dient ein Sicherheitsstollen gleichzeitig als Werkleitungskanal, müssen Kabel der Klasse $B_{2ca-s1a,d1,a1}$ eingesetzt werden.
- Wenn Hochspannungskabel in eigenen Rohrblöcken geführt werden, gilt Kabelklasse F_{ca} . Werden Hochspannungskabel im Werkleitungskanal geführt, gelten die höheren Anforderungen des Werkleitungskanals.
- Für die Installationen in Werkhöfen, Autobahnraststätten und Betriebsleitzentralen gelten die Bestimmungen der NIN und der VKF.
- Je nach Klimazone und Kabel-Typ sind armierte, abgeschirmte, längs- und querwasserdichte, zugarmierte und/oder UV-beständige Kabel einzusetzen.

Diese Anforderungen sind in der folgenden Tabelle 4 zusammengefasst:

Anwendung ASTRA		Anforderung
Offene Strecke Tunnel 0 - 100 m		F_{ca}
	Hochspannungskabel (1 - 50 kV) in eigenen Rohrblöcken	F_{ca}
Tunnel > 100 m inkl. Querver- bindungen im Portalbereich	Unterhalb Fahrbahnhöhe: Normalnetz	C_{ca} -s1, d1, a1
	Werkleitungskanal (inkl. Hochspannung 1 - 50 kV)	
	Sicherheitsstollen, Rohrblockanlagen	
	Notnetz im Fahrraum oberhalb Fahr- bahnhöhe	$B2_{ca}$ -s1a, d1, a1
	Im Werkleitungskanal, der als Flucht- stollen dient, inkl. Hochspannung 1 - 50 kV	
Im Sicherheitsstollen, der auch als Werk- leitungskanal dient		
Gebäude	Werkhöfe, Autobahnraststätten, Betriebszentralen	Gemäss NIN und VKF

Tabelle 4: Anforderungen an das Brandverhalten von Kabeln von Astra

Übergangsregelung für laufende Projekte, bei denen das Fachhandbuch von 2018 [23] noch nicht gilt:

Bei Projekten mit Beginn der Installationsarbeiten **vor 2015** gelten die Vorgaben der Ausschreibung.

Bei Projekten mit Beginn der Installationsarbeiten **nach 2015** gelten die Vorgaben der KBOB-Empfehlung (keine Kabel FEO und FEO5/Ersatzkabel FEO5C und FE180)

Bei Projekten mit Beginn der Installationsarbeiten **nach 2018** gelten die Vorgaben des Fachhandbuchs.

Das ASTRA erstellt zurzeit eine Richtlinie zu Kabelanlagen für Nationalstrassen. Darin werden die Anforderungen an Kabel, an Kabeltragsysteme und an Kabelinstallationen definiert. Auch der Funktionserhalt wird in der Richtlinie klar definiert.

5.7 Armasuisse/Zivilschutz

Für die Untertagbauten von Armee und Zivilschutz gelten die teilweise projektspezifischen Vorschriften der jeweiligen Organisation, z.B. des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz. Die Herausforderung: Es existiert meist nur ein Fluchtweg. Die überirdischen Bauten werden wie normale Bauten via Baueingabe betrachtet, d.h. landesweit kommen die VKF-Vorschriften und ggf. die KBOB-Empfehlung zum Tragen, die von den kantonalen Behörden via Gemeinden umgesetzt werden.

5.8 Energieversorgungsunternehmen (EVUs)

Energieversorger betreiben die energietechnischen Anlagen meist als Eigenversicherer und nehmen deshalb Einfluss auf die Versorgungssicherheit in eigener Verantwortung. In den Bauwerken der Energieversorger sind die Vorschriften der Starkstromverordnung massgebend, sowie die Brandschutzrichtlinien der VKF, die sich z.B. via Baueingabe der Sicherheit des Personals der EVUs in Fluchtwegen annimmt.

5.8.1 Mittelspannung, Trafostationen

Trafostationen, z.B. 11/22 kV oder 16 kV, typischerweise bis 36 kV AC, werden entweder in eigenständiger Ausführung aufgestellt oder in Gebäuden der Kunden der EVUs platziert. Bei der eigenständigen Ausführung obliegen die Brandschutzmassnahmen dem EVU, während im zweiten Fall Rücksicht auf die übrigen Installationen im Gebäude genommen werden muss. Werden Transformatorenstationen in Kundengebäuden realisiert, was oft in städtischen Gebieten vorkommt, muss sichergestellt werden, dass sie in einem eigenen Brandabschnitt realisiert werden.

5.8.2 Installationen in Unterwerken - Hochspannungsanlagen

An in Unterwerken verwendeten Hochspannungskabel von primärseitigen Schaltanlagen, werden meist keine Anforderungen bezüglich Brandsicherheit gestellt. Solche Kabel entsprechen der Klasse F_{ca} , da entsprechende Brandeigenschaften die Anforderungen an Isolationsfestigkeit und Wasserdichtigkeit massiv verschlechtern würden. Auf der Unterspannungsseite der Unterwerke gibt es, wie auf der Oberspannungsseite, (meist) keine Anforderungen an die Brandsicherheit.

Bei der Sekundärverkabelung, die der Steuerung des Unterwerkes dient, kommt oft ein weitergehender Brandschutz zum Tragen. Hier wurden beispielsweise bisher Niederspannungskabel mit der Bezeichnung FE0 bis FE5 verwendet. Diese Kabel sind weiterhin verfügbar, jetzt aber mit den neuen Bezeichnungen FE0D und FE05C. Die allgemeinen Installationen für Licht und Wärme im Unterwerk können mit denselben Brandklassen ausgeführt werden.

5.9 Solaranlagen

Für Freiflächenanlagen sind keine Anforderungen an den Brandschutz notwendig. Generell erfüllen Solarkabel nach SN EN 50618 [24] mindestens die Anforderungen des Flammtests SN EN 60332-1-2 [26], was der Brandklasse E_{ca} entspricht.

Für Verlegung innerhalb von Gebäuden ist die Brandklasse $D_{ca-s2,d2,a2}$ empfohlen. Ferner sind die VKF-Brandschutzrichtlinien zu beachten, insbesondere die Regeln für Fluchtwege.

5.10 Sonderbauwerke

Sonderbauwerke sind unterirdische Wasserpumpenwerke, Druckerhöhungspumpen für Gasleitungen usw. Für solche Bauwerke muss via Gemeinde eine Baubewilligung eingeholt werden. Wie bereits bekannt, informiert die Gemeinde die zuständigen kantonalen Behörden, und damit im Hintergrund die jeweilige Gebäudeversicherung. Zusammen mit dieser muss der Planer ein Konzept ausarbeiten, das die besonderen Umstände berücksichtigt.

5.11 Vorkonfektionierte Installationskomponenten

5.11.1 Kupferdaten- oder Glasfaser-Rangierverbindungen in der Netzwerktechnik

Für Patch- und Rangierkabel stellt sich die Frage, ob sie als dauerhaft installiert gelten und nach den Regeln der BauPV zu behandeln sind, weil sie als vorkonfektionierte Kabel ein eigenes Produkt darstellen und daher nicht eigenständig als Bauprodukt nach SN EN 50575 bewertet werden (Abschnitt 4).

Bei den Rangierverteilern in der Netzwerktechnik gibt es zwei Ausführungen:

- 1) Alle Patch- und Rangierverbindungen können innerhalb eines Verteilers verbunden werden. Dies trifft im Allgemeinen eher auf kleinere Installationen zu. Hier müssen die Anschluss- und Rangierkabel nicht klassifiziert sein, da sie flexibel ausgewechselt werden können.
- 2) In grösseren Rechenzentren können sich Rangierkabel über einen oder mehrere Räume erstrecken (Bild 9). Die Kabel werden üblicherweise entweder über einen darüber liegenden Installationskanal oder im Doppelboden verlegt. Damit haben diese Installationen dauerhaften Charakter und sollten dieselben Brandanforderungen erfüllen, welche für die umliegenden fest installierten Kabel vorgesehen ist (entsprechend Empfehlung der AG-CPR, Abschnitt 7). In der Regel kann der Hersteller des konfektionierten Rangierkabels die Leistungserklärung der verwendeten Kabel weitergeben oder in einer anderen Form die Erfüllung der Anforderung dokumentieren.

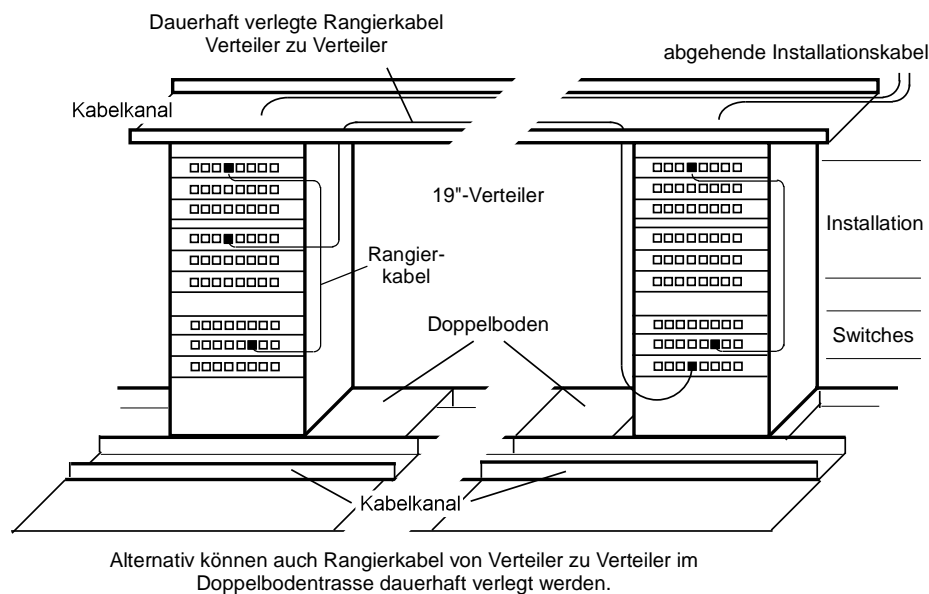


Bild9 Rangierverbindungen zwischen Verteilern

5.11.2 Vorkonfektionierte Komponenten der Elektroinstallation

Auch im Bereich der elektrischen Gebäudeinstallation gibt es immer mehr vorgefertigte elektrische Installationskomponenten, z.B. für Bürogebäude mit Bodendosen und mit flexiblen Anschlusskabeln (Brüstungskanalanschluss). Formal gesehen fällt ein vorkonfektioniertes Kabel mit Steckern nicht in den Geltungsbereich der Norm SN EN 50575, wie in Abschnitt 4 beschrieben. Ein nach SN EN 50575 bewertetes Kabel kann jedoch in einer vorkonfektionierten Installationskomponente (z.B. Niederspannungssteckdosen, Kommunikationsanschlüsse etc.) verwendet werden. Da viele solcher elektrischer Betriebsmittel dauerhaft in Gebäuden verlegt sind, teilweise sogar in recht grossen Mengen, ist es aus Brandschutzsicht sinnvoll, dafür genau dieselben Anforderungen zu stellen, wie an Kabel, welche ohne Stecker fest verlegt werden. Auch hier kann der Hersteller der vorgefertigten Installationskomponenten die Leistungserklärung der verwendeten Kabel weitergeben oder in einer anderen Form die Erfüllung der Anforderung dokumentieren.

5.12 Verteilte Gebäudetechnikanlagen

Es stellt sich die Frage, ob verteilte gebäudetechnische Anlagen, wie Heizungs-, Klima-, Kühlung- und Lüftungsinstallationen zu betrachten sind. Es handelt sich dabei um ortsfeste Gebäudetechnikanlagen die meist mit einer grösseren Anzahl Kabel vom Verteilerschrank mit der Peripherie verbunden sind und können somit zum Bauwerk gehörend betrachtet werden. Auch für diese Kabel gelten die für das Bauwerk einzuhaltenden Vorgaben.

5.13 Brandmeldeanlagen

Bei der Installation mit Brandmeldekabel ohne Funktionserhalt sind nach BauPV geprüfte Kabel zu verwenden und die Anforderungen des Brandverhaltens nach Brandschutzrichtlinie VKF einzuhalten. Brandmeldekabel mit integriertem Funktionserhalt fallen derzeit nicht unter die BauPV. Sie können weiterhin ohne BauPV-Brandklasse eingesetzt werden, wie in Abschnitt 4 beschrieben.

Falls durch Brandmeldeanlagen selektive Ansteuerung von Brandschutzeinrichtungen wie z.B. RWA, RDA (Rauch- und Wärmeabzug, Rauchschutz-Druck-Anlage) erfolgen, muss in jedem Gerät (Melder oder Ein- Ausgabe-modul) eine Linientrennfunktion enthalten sein, oder die Geräte und Kabel haben einen Funktionserhalt, der den gleichen Anforderungen wie das angesteuerte System entspricht. Die Linie muss als Ringleitung ausgelegt sein, und brandschutztechnisch getrennt verlegt werden (z.B. durch verschiedene Brandabschnitte oder mit Funktionserhalt).

Kantone können zusätzliche Anforderungen für Installationen von Brandmeldeanlagen erlassen. (z.B. Kanton Zürich GVZ)

<Infobox 4>

Auszug 4.9.2 Installation von Brandmeldeanlagen, BRANDMELDEANLAGEN WEISUNG GVZ.
www.gvz.ch/_file/271/weisung-20-07-brandmeldeanlagen.pdf

- 1 Brandmeldeanlagen müssen so geplant und installiert werden, dass bei Störungen oder Defekten an Anlagekomponenten (wie Rauchmelder, Handfeuermelder, Aktoren) oder des Leitungsnetzes (wie Kurzschluss, Kabelbruch) die Betriebsbereitschaft gewährleistet bleibt.
- 2 Dies bedeutet, dass bei Störungen oder Defekten:
 - a an Anlagekomponenten nur die betroffene Komponente ausfallen darf;
 - b am Leitungsnetz bei selektiven Ansteuerungen (Brandfallsteuerungen) keine Anlagekomponenten ausfallen dürfen (Loop erforderlich);
 - c am Leitungsnetz bei kollektiven Ansteuerungen (Brandfallsteuerungen) maximal 32 Anlagekomponenten; ausfallen dürfen (Stichinstallation möglich).
- 3 Die Leitungsführung von Brandmeldeanlagen muss immer innerhalb des überwachten Bereiches erfolgen.
- 4 Bei selektiven Ansteuerungen (Brandfallsteuerungen) ist die Leitungsführung als Loop zu erstellen. Der Loop ist so zu installieren, dass die Hin- und Rückleitung nicht im selben Trasse bzw. der gleichen Steigzone verlegt wird. Alternativ kann die Installation mit Funktionserhalt ausgeführt werden. Der Funktionserhalt muss in diesem Fall mindestens der Feuerwiderstandsdauer des Tragwerks, jedoch mindestens 30 Minuten entsprechen.
- 5 Bei der Modernisierung von Brandmeldeanlagen ist die gesamte Anlage entsprechend dem Stand der Technik zu planen und zu installieren.

5.14 Leitungsführungssysteme

5.14.1 Kabelkanäle zur Leitungsführung

Für Rohre- und Kabelkanäle gibt es derzeit keine über die BauPV festgelegte harmonisierte Spezifikation.

Nach Brandschutzrichtlinie 14-15, Punkt 3, Absatz c dürfen Baustoffe mit einem kritischen Verhalten (cr) im Inneren von Bauten und Anlagen raumseitig ohne Abdeckung angewendet werden: Kabel und zugehörige Elektrorohre (ausgenommen in horizontalen und vertikalen Fluchtwegen).

Das bedeutet, dass in Fluchtwegen Rohre ohne kritisches Verhalten einzusetzen sind. Es können metallene Rohre oder Kunststoff-Rohre mit einer gültigen VKF-Brandschutzanwendung und entsprechender nicht kritischer Verhaltensgruppe eingesetzt werden. Zugelassene Kunststoff-Rohre und deren Hersteller können über das Brandschutzregister der VKF gesucht werden.

5.14.2 Kabelanlagen mit integriertem Funktionserhalt

Wie bereits in Abschnitt 4 erklärt, sind Kabelanlagen mit Funktionserhalt geprüft nach DIN 4102-12 [16] zu errichten. Das bedeutet, dass die Kabel zusammen mit dem Verlegesystem auf ihren Funktionserhalt getestet sind. Hierzu sind am Markt für die unterschiedlichen Anforderungen E30-E90 Installationssysteme mit gemeinsam geprüften Kabeln erhältlich.

5.14.3 Kabeldurchführungen - Schottungen

Brandabschottungen stehen am Markt nach EN 13501-2 bzw. nationalen Normen geprüft zur Verfügung. Wie und welche Medien durch das Brandschott verlaufen dürfen ist im Prüfzertifikat, Leistungserklärung bzw. der Anleitung zum Bauprodukt genau angegeben und einzuhalten. Eine Übersicht der von der VKF anerkannten Baustoffe ist auf deren Website im Register für Baustoffe (2 Baustoffe, 223 Abschottungen/Durchführungen) zu finden.

6 Verfügbarkeit Kabel mit Leistungserklärung nach BauPV

Während der Koexistenzphase (6/2016-7/2017) und der Anfangsphase (ab 1.7.2017) der Anwendung der BauPV auf Kabel wurden sehr viele Kabel bei den wenigen zugelassenen Prüflabors getestet und zugelassen. Diese umfangreiche Arbeit ist für die wichtigsten Kabelfamilien inzwischen fertiggestellt. Die Verfügbarkeit der nach BauPV zugelassenen Kabel wurde seither immer besser. Heute kann man sagen, dass für den allergrössten Teil der Anwendungen die zugelassenen Kabel am Markt zur Verfügung stehen.

Diese Entwicklung geht derzeit laufend weiter. Als Beispiel steht das in der Schweiz weit verbreitete Telefonkabel U72 (M), welches auch für Installationen benutzt wird, die mit Telekominstallationen nichts zu tun haben. Lange stand es nur in einer Version mit $D_{ca-s2,d2,a2}$ zur Verfügung und war wegen kritischem Verhalten nicht geeignet für Fluchtwege. Nunmehr ist auch eine höhere Brandklassen im Markt verfügbar. Hersteller und Händler können über den aktuellen Stand informieren.

Es ist zu beachten, dass der neue Zulassungsprozess komplexer, kostspieliger und zeitaufwendiger ist als in der Vergangenheit. Einen Kabeltyp zu klassifizieren kann unter Umständen einige Monate dauern. Für speziellen Kabelbedarf (Hybridkabel, Sonderkabel, spezifische Aufbauten, ...) ist es deshalb besonders wichtig frühzeitig die Lieferanten zu kontaktieren.

<Infobox 5>

«Halogenfreie» Kabel

Grundsätzlich sind für die Anwendung und Verlegung von Kabeln in Gebäuden nur schwer- oder nicht brennbare Materialien zu verwenden, welche positive Eigenschaften bezüglich Umwelt und Sachwertschutz im Brandfall aufweisen. Diese Eigenschaften weisen flammhemmende, halogenfreie Materialien auf. Umgangssprachlich wird oft von «halogenfreien» Kabeln für die Gebäudeinstallation gesprochen. Gemeint ist jedoch «flammhemmend und halogenfrei».

Für die Brandsicherheit ist die Verwendung von flammhemmenden, halogenfreien Kabeln sinnvoll.

- flammhemmend, damit die Ausbreitung des Brandes begrenzt bleibt.
- halogenfrei, weil so ätzende, säurehaltige Brandgase vermieden werden. Typischerweise haben halogenfreie Kabel zusätzlich auch eine geringere Rauchentwicklung. Halogenfreiheit und geringe Rauchentwicklung erleichtern den Bewohnern im Brandfall die Evakuierung des Gebäudes.

Kabel mit den Klasse $D_{ca-s2,d2,a2}$ und $C_{ca-s1,d1,a1}$ erfüllen diese Anforderungen. Für Kabel der Klasse F_{ca} und E_{ca} wird die Halogenfreiheit nach SN EN 60754-1 [21] empfohlen.

Unter der Bauprodukteverordnung ist die Bestimmung der Halogenfreiheit nach SN EN 60754-1 nicht vorgesehen. Jedoch ist für Kabel, die weiterhin als halogenfreies Kabel gemäss einer spezifischen Konstruktionsnorm in den Verkehr gebracht werden, die Prüfung nach SN EN 60754-1 durchzuführen.

Wer es genau wissen will:

Die Kabel, welche mit «halogenfrei» bezeichnet werden, werden nach der EN 60754 getestet, welche 2 Teile hat:

- SN EN 60754-1 [21], Bestimmung des Gehalts an Halogenwasserstoffsäure
- SN EN 60754-2 [22], Bestimmung der Azidität und Leitfähigkeit

Dabei ist zu bemerken, dass SN EN 60754-2 selektiver ist. D.h. man kann davon ausgehen, dass ein Kabel, welches den SN EN 60754-2 Test besteht, ebenfalls SN EN 60754-1 erfüllt. Ein halogenhaltiges Kabel (z.B. aus PVC) wird in beiden dieser Tests versagen.

Die BauPV definiert Grundanforderung an Bauwerke, darunter, «... dass bei einem Brand die Bewohner das Bauwerk unverletzt verlassen ... können» (BauPV [3], Anhang 1, Abschnitt 2d). Daraus werden in den harmonisierten Normen sogenannte «wesentliche Merkmale» abgeleitet. Neben dem Verhalten der Rauchentwicklung wurde dazu von der EU-Kommission die Bestimmung der Azidität nach SN EN 60754-2 gewählt.

Für die Brandklassen D_{ca} bis B_{1ca} sind in der SN EN 13501-6 [5] die Aziditätsklassen a1, a2 und a3 definiert. Halogenfreie Kabel erfüllen die Anforderungen von a1 bzw. a2. Halogenhaltige Kabel erfüllen diese Anforderung nicht und sind folglich mit a3 klassifiziert.

Bei den Brandklassen F_{ca} und E_{ca} ist gemäss SN EN 13501-6 und SN EN 50575 [4] keine Zusatzklassifizierung vorgesehen. Dadurch ist es für diese Brandklassen auch nicht möglich die Halogenfreiheit mittels den Zusatzklassen a2 oder a1 zu deklarieren. Aus Umweltschutzgründen macht es aber durchaus Sinn, Kabel in halogenfreier Ausführung zu installieren. Deshalb kann für Kabel der Brandklassen F_{ca} und E_{ca} die Halogenfreiheit weiterhin mittels Einhaltung der Norm SN EN 60754-1 angewendet werden. Die folgende Tabelle 5 fasst den Sachverhalt zusammen.

Brandklasse	Spezifikation der Azidität SN EN 60754-2 unter der Bauprodukteverordnung	Weitere Spezifikation der Halogenfreiheit SN EN 50754-1
$C_{ca-s1, d1, a1}$	a1	Generell miterfüllt a1 kann nur mit halogenfreien Werkstoffen erfüllt werden.
$D_{ca-s2, d2, a2}$	a2	Generell miterfüllt a2 kann nur mit halogenfreien Werkstoffen erfüllt werden.
E_{ca}	nicht vorgesehen	Aus Sachwert- und Umweltschutzgründen empfohlen.
F_{ca}	nicht vorgesehen	Aus Sachwert- und Umweltschutzgründen empfohlen.

Tabelle 5: Zuordnung Bestimmung und Ausweisung der Halogenfreiheit für unterschiedliche Brandklassen.

7 Empfehlung der Arbeitsgruppe CPR-Cable

Die Anzahl der theoretisch möglichen Brandklassen nach der BauPV ist sehr gross. Von den 7 Hauptklassen in Bild 1 können 4 mit den 5 Rauchklassen und den 3 Klassen für das Abtropfverhalten und den 3 Klassen der Azidität kombiniert werden. So ergeben sich $3 + 4 \times 5 \times 3 \times 3 = 183$ theoretisch mögliche Brandklassen.

VKF unterteilt diese in 65 Klassen mit unkritischem Verhalten und 117 Klassen mit kritischem Verhalten und einer Klasse «kein Baustoff». In den im vorliegenden Artikel analysierten Anwendungsrichtlinien und Empfehlungen sind folgende Brandklassen konkret benannt: B_{ca}-s1a,d1,a1; B_{ca}-s1a,a1; C_{ca}-s1,d1,a1; D_{ca}-s2,d2,a2; E_{ca} und F_{ca}.

Für die praktische Arbeit ist es notwendig, sich auf so wenige Brandklassen wie möglich zu fokussieren, damit eine generelle Verfügbarkeit mit industriellen Mengen (d.h. kostengünstigen Kabeln) gesichert werden kann. Dennoch müssen es so viele wie nötig sein, damit die notwendigen Brandsicherheitsniveaus abgedeckt sind⁴. So weit wie es von den Kosten her vertretbar ist, kann eine höhere Brandklasse den Bedarf einer niedrigeren Brandklasse abdecken.

Die im Folgenden und in Bild 10 dargestellten Brandklassen erfüllen diese Kriterien. Deshalb werden sie von der Arbeitsgruppe CPR-Cable zur allgemeinen Verwendung empfohlen.

7.1 Kabel der Klasse B_{ca}, s1a,d1,a1

Für spezielle Anwendungsfälle existieren Kabel mit sehr hohen Anforderungen an das Brandverhalten, z.B. B_{ca}-s1a,d1,a1. Dieses sehr hohe Niveau wird vor allem im Bereich von Strassen- und Bahntunnels gefordert, wie es in Abschnitt 5.5 und 5.6 dargestellt ist. Sie haben ein sehr hohes Brandschutzniveau: sehr geringe Brandfortleitung, stark reduzierte Abgabe von Wärme, sehr geringe Rauchemission, minimales brennendes Abtropfen und sehr geringe Azidität.

7.2 Kabel der Klasse C_{ca}-s1,d1,a1

In Bereichen mit hohen Anforderungen an das Brandverhalten, z.B. in Spitälern, Hochhäusern, Einkaufszentren, Hotels etc. und insbesondere in Fluchtwegen werden Kabel der Brandklasse C_{ca}-s1,d1,a1 empfohlen. Sie erfüllen sowohl die höhere Anforderung von KBOB, als auch die Anforderungen des VKF für Fluchtwege.

Sie haben ein hohes Brandschutzniveau: geringe Brandfortleitung, reduzierte Abgabe von Wärme, sehr geringe Rauchemission, minimales brennendes Abtropfen und sehr geringe Azidität. Weil sie die Brandklasse C_{ca}-s1,d1,a1 erfüllen, heissen die Energiekabel dieser Klasse nun nicht mehr FE 5, sondern neu FE05C. Die eindeutige Angabe der Brandverhaltensklasse ist im Datenblatt bzw. der Leistungserklärung der Hersteller zu überprüfen.

⁴ Es wird dringend geraten, bei den vielen angebotenen Kabelklassen genau hinzuschauen, denn ein übersehener Buchstabe oder eine unbeachtete Ziffer kann eine Regelverletzung zur Folge haben.

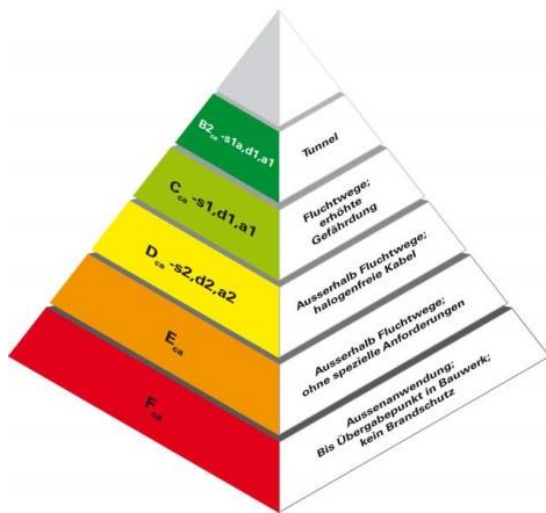


Bild 10: Empfohlene Brandklassen der Arbeitsgruppe «CPR-Cable».

7.3 Kabel der Klasse **D_{ca}-s2,d2,a2**

Diese Kabel haben ein mittleres Brandschutzniveau. Sie eignen sich für alle gewöhnlichen Installationen, jedoch nur ausserhalb von Fluchtwegen. Sie erzeugen im Vergleich mit früheren TT-Kabeln (aus PVC) viel weniger Rauch, setzen eine geringere Wärmeenergie frei und erzeugen kaum korrosive Brandgase (geringe Azidität). Die heute in weiten Bereichen eingesetzten halogenfreien Installationskabel FEO stehen nun mit D_{ca}-s2,d2,a2 klassifiziert zur Verfügung und heissen deshalb nun FEO D. Sie sind nicht für Installation in Fluchtwegen geeignet, weil sie die VKF-Mindestanforderung (D_{ca}-s2,d1,a2) nicht erfüllen.

<Infobox 6>

Kennzeichnung der Kabel

Die Kennzeichnungspflicht der CPR wird durch die Spulenetiketten erfüllt. (Infobox 1). Für den praktischen Gebrauch ist es dennoch notwendig, dass wichtige CPR-Informationen wie der Kenncode und die vollständige Brandklasse in der Kabelbedruckung enthalten sind. Obwohl diese Kabelbedruckung keine Muss-Anforderung aus der BauPV ist, wird sie von den meisten Herstellern erfüllt. Nur so kann eine Leistungserklärung 10 Jahre nach dem Inverkehrbringen des Kabels eindeutig zugeordnet werden. Das CE-Zeichen darf nicht einzeln auf dem Kabel stehen, denn die CPR verlangt, dass eine grosse Anzahl von Zusatzinformationen direkt hinter dem CE-Zeichen stehen muss.

7.4 Kabel der Klasse **E_{ca}**

Diese Kabel können nach VKF-Anforderungen in allen Bereichen von Gebäuden ausser dem Fluchtweg verwendet werden. Sie sind leicht flammhemmend. Heute sind dies teilweise immer noch Kabel aus PVC. Die Nachteile von PVC-Kabeln sind u.a. in der NIN 2015 [18] beschrieben. Deshalb ist die Verwendung von PVC-Kabeln nicht empfohlen. Daneben stehen auch weiterhin Kabel der Klasse E_{ca}, die halogenfrei sind, zur Verfügung, jedoch geprüft nach SN EN 60754-1 [21]. Aus Umweltschutzgründen wird die Verwendung von solchen halogenfreien Kabeln empfohlen.

7.5 Kabel der Klasse **F_{ca}**

Für Aussenkabel, die keine Auswirkungen auf den Brandschutz haben, stehen andere Eigenschaften wie Robustheit, Beständigkeit gegen Wasser usw. im Vordergrund. Solche Kabel erfüllen typischerweise nur die Brandklasse F_{ca}. Sie können im Bauwerk auf einer möglichst kurzen Strecke

bis zum Übergabepunkt verwendet werden, jedoch nicht im Fluchtweg. Als Übergabepunkt wird in Bild 6a und 6b ein Building Entry Point (BEP), eine Netztrennstelle (NTS), ein Haus-Übergabepunkt (HÜP), ein Hausanschlusskasten (HAK) oder eine Niederspannungs-Hauptverteilung (NS-HV) verstanden.

Aus Umweltschutzgründen ist es empfohlen, dass F_{ca}-Kabel ebenfalls in halogenfreier Ausführung verwendet werden, geprüft nach SN EN 60754-1 [21].

8 Fazit

Die Anwendung der Bauproduktenverordnung auf Kabel ist weiterhin für alle Beteiligten eine grosse Herausforderung. Hersteller, Händler, Installateure, Planer und Bauherren müssen bezüglich Brandschutz von Kabeln die Vorschriften und Empfehlungen anwenden, welche den Regeln der BauPV folgen. Diese Vorschriften und Empfehlungen wurden im vorliegenden Artikel dargestellt und erläutert, mit dem Ziel die Entscheidung für das richtige Brandsicherheitsniveau für den Anwender klarer und einfacher zu machen.

Durch die intensive Zusammenarbeit mit den verschiedenen Beteiligten konnten viele Fragen, die beim Einsatz des Bauproduktes «Kabel» auftreten, mit Anwendungshinweisen ganz oder zumindest ansatzweise beantwortet werden. Die von der Arbeitsgruppe «CPR-Cable» erarbeitete Empfehlung reduziert die theoretisch mögliche sehr grosse Anzahl unterschiedlicher Brandklassen auf deren fünf (Bild 10), zugeschnitten auf die wichtigsten Anwendungsbereiche. Mit diesen Brandklassen lässt sich der Grossteil der Anwendungsfälle abdecken.

Die Kabelhersteller hatten und haben mit der Zertifizierung der Produkte nach BauPV eine enorm grosse Aufgabe. Die Vielfalt der in Gebäuden verwendeten Kabel ist immens und beinhaltet auch viele Spezial- und Sonderkabel. Für Sonderkabel ist es weiterhin wichtig die Lieferanten und Hersteller frühzeitig zu kontaktieren, da spezielle zertifizierte Kabel nicht von heute auf morgen zu haben sind.

Für die wichtigen grossen Kabelfamilien der Gebäudeinstallation sind diese Zertifizierungsarbeiten abgeschlossen. Die Kabel mit den neuen BauPV-Brandklassen etablieren sich derzeit am Markt und die notwendigen Informationen verbreiten sich. Dieser Artikel soll ein Beitrag dazu sein.

Abkürzungen

ASTRA	Bundesamt für Strassen
BBL	Bundesamt für Bauten und Logistik
BauPG	Bauproduktegesetz
BauPV	Bauprodukteverordnung
AB-EBV	Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung
CPR	Construction Products Regulation (Deutsch Bauprodukteverordnung)
LE	Leistungserklärung (Englisch: DoP)
DoP	Declaration of Performance (Deutsch: Leistungserklärung)
EVU	Energieversorgungsunternehmen
KBOB	Koordinationskonferenz der Bau- und Liegenschaftsorgane der öffentlichen Bauherren
NIN	Niederspannungs-Installations-Norm
VKF	Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen

Referenzen

- [1] [Verordnung \(EU\) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011](#) zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates
- [2] [Bundesgesetz über Bauprodukte \(Bauproduktegesetz, BauPG\), SR 933.0](#)
- [3] [Verordnung über Bauprodukte \(Bauprodukteverordnung, BauPV\), SR 933.01](#)
- [4] [SN EN 50575:2014+A1:2016](#), Starkstromkabel und -leitungen, Steuer- und Kommunikationskabel - Kabel und Leitungen für allgemeine Anwendungen in Bauwerken in Bezug auf die Anforderungen an das Brandverhalten
- [5] [SN EN 13501-6:2014 * SIA 183.056](#), Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten - Teil 6: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von elektrischen Kabeln
- [6] [Brandschutznorm VKF 1-15](#)
- [7] [VKF-Brandschutzrichtlinie 11-15](#) «Qualitätssicherung im Brandschutz»
- [8] [Brandschutzrichtlinie VKF 13-15](#) «Baustoffe und Bauteile»
- [9] [Brandschutzrichtlinie VKF 14-15](#) «Verwendung von Baustoffen»
- [10] [FAQ-Nummer: 13-003: Brandschutzvorschriften VKF, Ausgabe 2015](#); Brandschutzrichtlinie 13-15/Baustoffe und Bauteile
- [11] [Einsatz von Elektro-Kabeln Funktionserhalt und Brandverhalten](#), KBOB Empfehlung vom September 2013, Version Juni 2014
- [12] [Liste der unter der BauPV harmonisierten Normen](#)
- [13] [Verordnung über die Sicherheit von Maschinen](#) (Maschinenverordnung, MaschV), SR 819.14
- [14] [Verordnung über die Sicherheit von Aufzügen](#) (Aufzugsverordnung, AufzV), SR 930.12
- [15] [Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse](#), NEV SR 734.26
- [16] [DIN 4102-12](#), Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 12: Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen; Anforderungen und Prüfungen.
- [17] [Bundesamt für Bauten und Logistik, Themen, Fachbereich Bauprodukte, Normen](#)
- [18] [NIN 2015 - Niederspannungs-Installationsnorm](#), SN 411000
- [19] [Ausführungsbestimmungen zur Eisenbahnverordnung \(AB-EBV\)](#)
- [20] [SN EN 60332-3-24](#) Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung von vertikal angeordneten Bündeln von Kabeln und isolierten Leitungen - Prüfmethode C
- [21] [SN EN 60754-1](#) Prüfung der bei der Verbrennung der Werkstoffe von Kabeln und isolierten Leitungen entstehenden Gase - Teil 1: Bestimmung des Gehaltes an Halogenwasserstoffsäure.
- [22] [SN EN 60754-2](#) Prüfung der bei der Verbrennung der Werkstoffe von Kabeln und isolierten Leitungen entstehenden Gase - Teil 2: Bestimmung der Azidität (durch Messung des pH-Wertes) und Leitfähigkeit.
- [23] [ASTRA Betriebs und Sicherheitsausrüstung FHB-BSA \(1/2018\)](#)
- [24] [SN EN 50618](#) Leitungen für Photovoltaik Systeme
- [25] [IEC 60331-21](#) Tests for electric cables under fire conditions - Circuit integrity - Part 21: Procedures and requirements - Cables of rated voltage up to and including 0,6/1,0 kV
- [26] [SN EN 60332-1-2/A1+A1](#) Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall - Teil 1-2: Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung an einer Ader, einer isolierten Leitung oder einem Kabel

Autoren

Arbeitsgruppe CPR-Cable, Koordinator bei Electrosuisse CES-Sekretär Alfred Furrer.

- Electrosuisse, 8320 Fehraltorf
- alfred.furrer@electrosuisse.ch

Die folgenden Unternehmen haben massgeblich zu diesem Artikel beigetragen:

Brugg Cables, Dätwyler Cables, Electrosuisse CES, EMSS GmbH, Leoni-Studer, Schweiz. Bundesbahnen SBB, Solifos Fibre Optics Systems, Swisscom, Huber+Suhner, Nexans und UPC Schweiz GmbH

Informationen, bzw. Unterstützung von den nachstehenden Organisationen wurden berücksichtigt: Bundesamt für Strassen Astra, Gebäudeversicherung Kanton Zürich GVZ und Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF.

Vorbehalt: Die in diesem Artikel wiedergegebenen Informationen sind nach bestem Wissen der Arbeitsgruppe zusammengestellt und beziehen sich auf den Stand vom 9. Juli 2018. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass in Zukunft gewisse Bereiche aktualisiert werden müssen.