

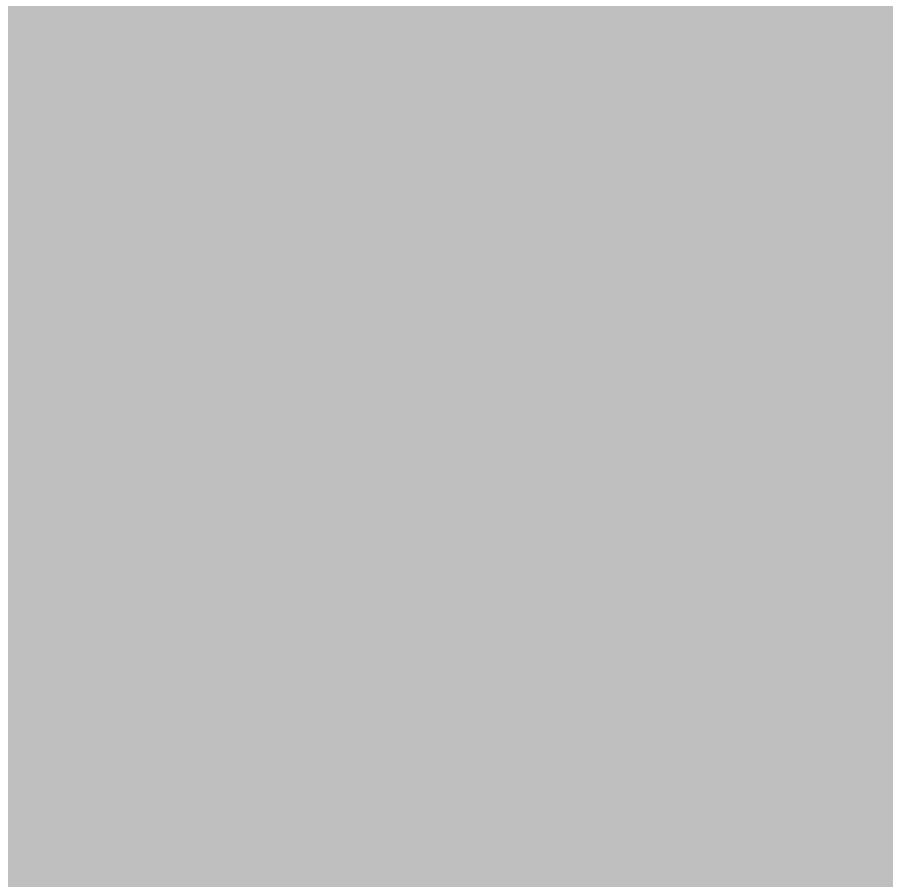
# KBOB

Koordination der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes  
Coordination des services fédéraux de la construction et de l'immobilier  
Coordinamento degli organi della costruzione e degli immobili della Confederazione  
Coordination of the Federal Construction and Properties Services

## EMPFEHLUNG

Ausgabe 1 / Oktober 2004

### Einsatz von Elektrokabeln, Funktionserhalt und Brandverhalten



## Impressum

Ausgabe 1 / Oktober 2004

Stellenwert der KBOB-Empfehlungen	KBOB-Empfehlungen legen auf dem betreffenden Fachgebiet den generellen Standard fest. Abweichungen davon sind zu begründen.
Übersicht	<p>Die KBOB hat bisher folgende generelle Empfehlungen für das Immobilienmanagement erarbeitet und publiziert:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Haustechnik-Anlagen</li><li>▪ MSRL-Technik</li><li>▪ Universelle Kommunikationsverkabelung</li><li>▪ Energie-Messkonzept</li><li>▪ Umweltmanagement von Hochbauprojekten</li><li>▪ Baumaterialien im Hochbau</li><li>▪ Laborbauten</li><li>▪ Anwendung des LM (SIA)</li></ul> <p>Im weiteren hat die KBOB zahlreiche Empfehlungen in den folgenden Bereichen herausgegeben:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Nachhaltiges Bauen</li><li>▪ Preisänderungsfragen</li><li>▪ Dienstleistungen Planer</li></ul>
Herausgeber	<p>Die Empfehlungen werden von der KBOB herausgegeben und nachgeführt. Die vorliegende Empfehlung wurde erarbeitet von Hans-Peter Glanzmann (BBL), Leitung, Hans-Ulrich Werren (armasuisse), Thomas Herzog (ETH-Bereich, Betrieb) und Rolf Hunziker (ETH-Bereich, Informatikdienste). Hinweise für Korrekturen und Ergänzungen werden gerne entgegengenommen durch die</p> <p>KBOB Koordination der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes Holzikofenweg 36 3003 Bern Telefon: 031 - 325 50 63 Fax: 031 - 325 50 09 E-Mail: kbob@bbl.admin.ch Internet: www.kbob.ch</p>
Bezugsquelle	<p>BBL Bundesamt für Bauten und Logistik 3003 Bern Telefon: 031 - 325 50 50 Fax: 031 - 325 50 58 E-Mail: verkauf.zivil@bbl.admin.ch Internet: www.bundespublikationen.ch Art.-Nr: 114.027.d</p>

# Inhaltsverzeichnis

Seite

1	EINLEITUNG .....	1
1.1	ZIELE .....	1
1.2	GELTUNGSBEREICH .....	1
1.3	MASSGEBENDE UNTERLAGEN .....	1
1.4	ADRESSATEN .....	1
2	AUSGANGSLAGE .....	2
3	GRUNDLAGEN .....	3
3.1	BEGRIFFE .....	3
3.2	PRÜFKRITERIEN.....	4
3.2.1	Prüfung der Korrosivität von Brandgasen .....	4
3.2.2	Prüfung der Flammwidrigkeit.....	4
3.2.3	Prüfung der vertikalen Brandfortleitung bei Bündelung von Leitungen.....	4
3.2.4	Prüfung der Rauchgasdichte .....	5
3.2.5	Isolationserhalt (FE 30, FE 90, FE 180).....	5
3.2.6	Funktionserhalt (E 30, E 60, E 90).....	5
4	EINSATZ VON ELEKTROKABELN .....	6
4.1	GROBAUSWAHL .....	6
4.2	EIGENSCHAFTEN VON INSTALLATIONSKABELN BEZÜGLICH VERHALTEN IM BRANDFALL .....	7
4.3	ENTSCHEIDUNGSKRITERIEN FÜR DIE KABELAUSWAHL .....	8
4.3.1	PVC Kabel .....	8
4.3.2	Halogenfreie und flammwidrige Kabel .....	8
4.3.3	Sicherheitskabel (aus der Sicht des passiven Brandschutzes).....	9
4.3.4	Sicherheitskabel mit Isolationserhalt (für die Funktion im Brandfall).....	9
5	VERWENDETE ABKÜRZUNGEN .....	10
6	NORMENVERGLEICH .....	10
7	QUELLENVERZEICHNIS .....	10



# 1 Einleitung

## 1.1 Ziele

Die Empfehlung soll im Allgemeinen

- das Einhalten der sicherheitsspezifischen Bedingungen für den Personen- und Sachenschutz bezüglich Einsatz von Elektrokabeln unterstützen
- zu einer ganzheitlichen Beurteilung der zu treffenden Brandschutzmassnahmen beitragen.

Die Empfehlung soll im Besonderen

- den Beauftragten die Auswahl der angemessenen Kabel ermöglichen
- den Bau- und Liegenschaftsorganen (BLO) erlauben, den Einsatz von Elektrokabeln vorausschauend zu planen.

## 1.2 Geltungsbereich

Die Empfehlung gilt für alle Neu- und Umbauten, Instandhaltungs- und Instandsetzungsprojekte im Geltungsbereich der Verordnung über das Immobilienmanagement und die Logistik des Bundes (VILB), das bedeutet für:

- Zivile Immobilien
- Militärische Immobilien
- Immobilien des Bereichs der Eidgenössischen Technischen Hochschulen (ETH-Bereich)

In Zweifelsfällen entscheidet das zuständige BLO, in welchem Umfang diese Empfehlung anzuwenden ist.

## 1.3 Massgebende Unterlagen

Grundsätzlich stützt sich diese Empfehlung auf folgende Standards und Dokumente ab:

- Die Schweizerische Niederspannungs-Installations-Norm (NIN) SN SEV 1000:2000
- Weitere Normen und Vorschriften gem. Kapitel 6 Normenvergleich

## 1.4 Adressaten

Die Empfehlung richtet sich in erster Linie an die beauftragten Haustechnik-Ingenieure, aber auch an den beauftragten Gesamtleiter, die übrigen Mitglieder des Planungsteams sowie die zuständigen BLO.

## 2 Ausgangslage

Gemäss Statistik der Schweizerischen Koordinationsstelle für den Brandschutz ereignen sich in der Schweiz pro Jahr ca. 20'000 Brände. Bei rund einem Viertel dieser Brände ist die Schadensursache Elektrizität:

- Mängel an Apparaten
- Mängel an Installationen
- Unsachgemässe Verwendung der Apparate

Die schweizerische Niederspannungs-Installationsnorm (NIN 2000) schreibt Massnahmen vor, um Personen und Sachen vor schädlichen Wärmeeinwirkungen zu schützen, welche durch den Betrieb von elektrischen Anlagen verursacht werden können. Schädliche Wärmeeinwirkungen können verursacht werden durch:

- Entzündung, Verbrennung, Wärmestau, Wärmestrahlung und dgl.
- Beeinträchtigung der sicheren Funktion der elektrischen Anlagen, Betriebsmittel und Energieverbraucher
- Heizungsanlagen wie Heisslufteinrichtungen, Heizöfen, Heizstrahler und dgl.

Nicht berücksichtigt wird hingegen in der NIN 2000 die Wirkung der elektrischen Anlagen und Installationen als brennbarer Teil eines Objektes.

Die vorliegende Empfehlung soll diese Lücken im Sinne eines optimalen baulichen Brandschutzes schliessen.

## 3 Grundlagen

### 3.1 Begriffe

Brandfortleitung	<p>Raum- und etagenübergreifende Ausbreitung eines Brandes über installierte Kabel.</p> <p>Kabel ohne Brandfortleitung können durch eine Zündflamme zwar entzündet werden, leiten aber den Brand auch bei senkrechter Anordnung von Kabelbündeln nicht weiter und verlöschen von selbst beim Entfernen der Zündquelle, bzw. beim Löschen des Brandherdes.</p>
Feuerausbreitung	Siehe Brandfortleitung
Flammwidrig (selbsterlöschend)	<p>Flammwidrig sind Kabel, die zwar durch eine Zündflamme zum Brennen gebracht werden können, deren Brand sich aber beim Einzelkabel nur wenig über den Brandbereich hinaus ausbreitet und nach Entfernen der Zündflamme von selbst erlischt.</p> <p>Bei senkrechter Bündelordnung, z.B. in Kabelsteigschächten, kann das Weiterbrennen wegen dem sogenannten „Kamineffekt“ nicht verhindert werden. Um dies zu unterbinden, braucht es Kabel mit der zusätzlichen Eigenschaft „keine Brandfortleitung“.</p>
Funktionserhalt (E)	<p>Der Funktionserhalt sagt aus, wie lange eine Installation im Brandfall noch funktionieren muss. Die Aussage bezieht sich auf das Verhalten der gesamten Kabelanlage inklusive Befestigungsmaterial und nicht nur auf die Kabel.</p> <p>Der Funktionserhalt wird gekennzeichnet mit E (z.B. E 90 = Funktionserhalt 90 Minuten). Während der vorgeschriebenen Dauer darf weder ein Kurzschluss noch ein Unterbruch entstehen.</p>
Halogenfreie Kabel	Halogenfreie Kabel sind vollkommen frei von den reaktionsfreudigen Elementen Brom, Jod, Fluor und Chlor und erzeugen im Brandfall keine giftigen und korrosiven Gase. PVC-Kabel sind halogenhaltig!
Isolationserhalt (FE)	<p>Isolationserhalt = Feuerwiderstand</p> <p>Zeitangabe, während der die Isolation des Kabels unter Feuereinwirkung erhalten bleibt. Die Prüfkriterien sind Kurzschluss und Unterbruch. Nicht erfasst sind die Widerstandsänderungen und das Verhalten der Kabelanlage.</p> <p>Der Isolationserhalt wird gekennzeichnet mit FE (z.B. FE180 = Isolationserhalt 180 Minuten).</p> <p>FE = Flamm- oder Feuer-Einwirkung</p>
Korrosive Gase	<p>Beim Verbrennen von halogenhaltigen Materialien entstehen korrosiv wirkende Gase, welche sich mit Feuchtigkeit zu aggressiven Säuren verbinden, die Metalle angreifen und grosse Folgeschäden an Bau und Einrichtungen verursachen können.</p> <p>Weil die korrosiven Gase z.B. über Lüftungsanlagen im ganzen Gebäude oder innerhalb ganzer Anlagen verteilt werden, treten oft Schäden an Stellen auf, welche nicht direkt vom Brand betroffen sind. Besonders gefährdet sind elektronische Bauteile und elektrische Kontakte, aber auch freie oder sogar in Beton eingeschlossene Stahlkonstruktionen.</p>

---

Rauchgasschäden	<p>Im Brandfall kann starke Rauchentwicklung die Sichtverhältnisse im Gebäude derart verschlechtern, dass die Flucht- und Rettungswege nicht mehr erkennbar sind.</p> <p>Eine grosse Gefahr für die Menschen im Gebäude ist auch das bei der Verbrennung freigesetzte Kohlenmonoxyd (CO) und der Russ. Bei PVC Bränden kommt zusätzlich Chlorwasserstoff hinzu, der in Verbindung mit Wasser Salzsäure bildet. Die ätzende Wirkung der Salzsäure auf Augen und Lunge beeinträchtigt die Fluchtfähigkeit der Brandopfer stark.</p>
Schwer brennbar	Siehe flammwidrig
Sicherheitsanlagen	Anlagen, welche im Brandfall während einer definierten Zeit funktionieren müssen, wie z.B. Sicherheitsbeleuchtungen, Feuerwehraufzüge, Sprinkleranlagen, Rauch- und Wärmeabzugsanlagen usw.

## 3.2 Prüfkriterien

### 3.2.1 Prüfung der Korrosivität von Brandgasen

Prüfnormen: IEC 60754-2, EN 50267-2-2/3, HD 602

Beschreibung: Die brennbaren Materialien werden bei über 900 °C verbrannt bzw. zersetzt. Die entstehenden Brandgase werden in Wasserflaschen ausgewaschen, und die Korrosivität dieser Lösungen wird anhand des pH-Wertes und ihrer elektrischen Leitfähigkeit bestimmt. Damit erfolgt die Bestimmung der Halogenfreiheit auf indirektem Wege.

Bedeutung: Halogenfreie Produkte enthalten praktisch keine Elemente wie Fluor, Chlor, Brom oder Jod. Halogenhaltige Werkstoffe können im Brandfall zum Teil beträchtliche Mengen korrosiver Gase freisetzen. In Verbindung mit Wasser entstehen dann saure Lösungen. Durch korrosive Brandgase können nicht nur sehr hohe Folgeschäden an Sachwerten entstehen. Sie sind auch Reizgase, welche zu Ödemen in der Lunge oder Verätzungen in den Atemwegen führen können.

### 3.2.2 Prüfung der Flammwidrigkeit

Prüfnormen: IEC 60332-1, bzw. IEC 60332-2 bei Querschnitt <0.5mm<sup>2</sup>, EN 50265-1, EN 50265-2-1, EN 50265-2-2 (ersetzen HD 405.1 bzw. HD 405.2)

Beschreibung: Eine einzelne Ader oder Leitung wird mit einem Propan-Luft-Brenner während einer bestimmten Zeitdauer beflammt. Beurteilt wird die Höhe der Brandbeschädigung, welche die obere Halterung nicht erreichen darf (Prüfungslänge: 60 cm, senkrecht eingebaut)

Bedeutung: Dieser Standard beschreibt ein Testverfahren zur Bestimmung der Entflammbarkeit eines einzelnen Kabels oder einer Ader und definiert die Anforderungen an flammwidrige Kabel.

### 3.2.3 Prüfung der vertikalen Brandfortleitung bei Bündelung von Leitungen

Prüfnormen: IEC 60332-3, VDE 0482 Teil 266-2-4

Beschreibung: Abhängig vom Volumen des brennbaren Materials werden die gebündelten, auf einer 3.5 m langen Leiter aufgebundenen Leitungen 20 bzw. 40 Minuten von unten beflammt. Beurteilt wird die Höhe der Brandbeschädigung, welche 2.5 m nicht überschreiten darf.

Bedeutung: Diese Prüfanordnung bildet vereinfacht die Kaminwirkung in einem vertikalen Kabelkanal nach. Leitungen, welche diese Prüfungen bestehen, weisen verbesserte Eigenschaften bezüglich der Brandfortleitung auf. Die Bezeichnung „geringe Brandfortleitung“ ist vertretbar.



---

### 3.2.4 Prüfung der Rauchgasdichte

Prüfnormen: IEC 61034, EN 50268-1, EN-50268-2 (Ersatz für HD 606)

Beschreibung: In einer kubischen Prüfkammer mit 3 m Kantenlänge wird eine definierte Anzahl Kabel über offen brennendem Alkohol verbrannt. Mit einer optischen Transmissionsmessung wird die Rauchgasdichte bestimmt.

Bedeutung: Diese Prüfung erlaubt eine grobe Aussage über die im Brandfall zu erwartenden Sichtbehinderungen.

### 3.2.5 Isolationserhalt (FE 30, FE 90, FE 180)

Prüfnorm: IEC 60331

Beschreibung: Eine einzelne und frei aufgehängte Leitung wird während der definierten Zeit über eine Distanz von ca. 60 cm in waagrechter Position beflammt. Die unter Nennspannung stehenden Adern werden auf Kurzschluss und Unterbruch überwacht. Die Prüfung gilt als bestanden, wenn während der Prüfdauer sowie 12 Stunden nach der Prüfung kein Kurz- oder Erdschluss bzw. Unterbruch auftritt. So haben beispielsweise FE 30-Kabel mindestens 30 Minuten und FE 180-Kabel mindestens 3 Stunden den Test überstanden. „FE“ steht für Dauer der Flammeinwirkung.

Bedeutung: Die Prüfung des Isolationserhaltes (FE 30, FE 90 oder FE 180) zeigt an, wie viele Minuten eine mechanisch nicht belastete Leitung bei einer Flammeinwirkung mit einer Flammtemperatur von min. 750° C, eine minimale Isolationsfähigkeit in trockener Umgebung beibehält. Ein exakter Rückschluss über die im Brandfall zu erwartende Dauer voller Funktionstüchtigkeit ist damit nicht zwingend gegeben. Vielmehr stellen diese Vergleichswerte eine Auswahlhilfe dar.

### 3.2.6 Funktionserhalt (E 30, E 60, E 90)

Prüfnorm: DIN VDE 4102-12 (noch nicht international normiert)

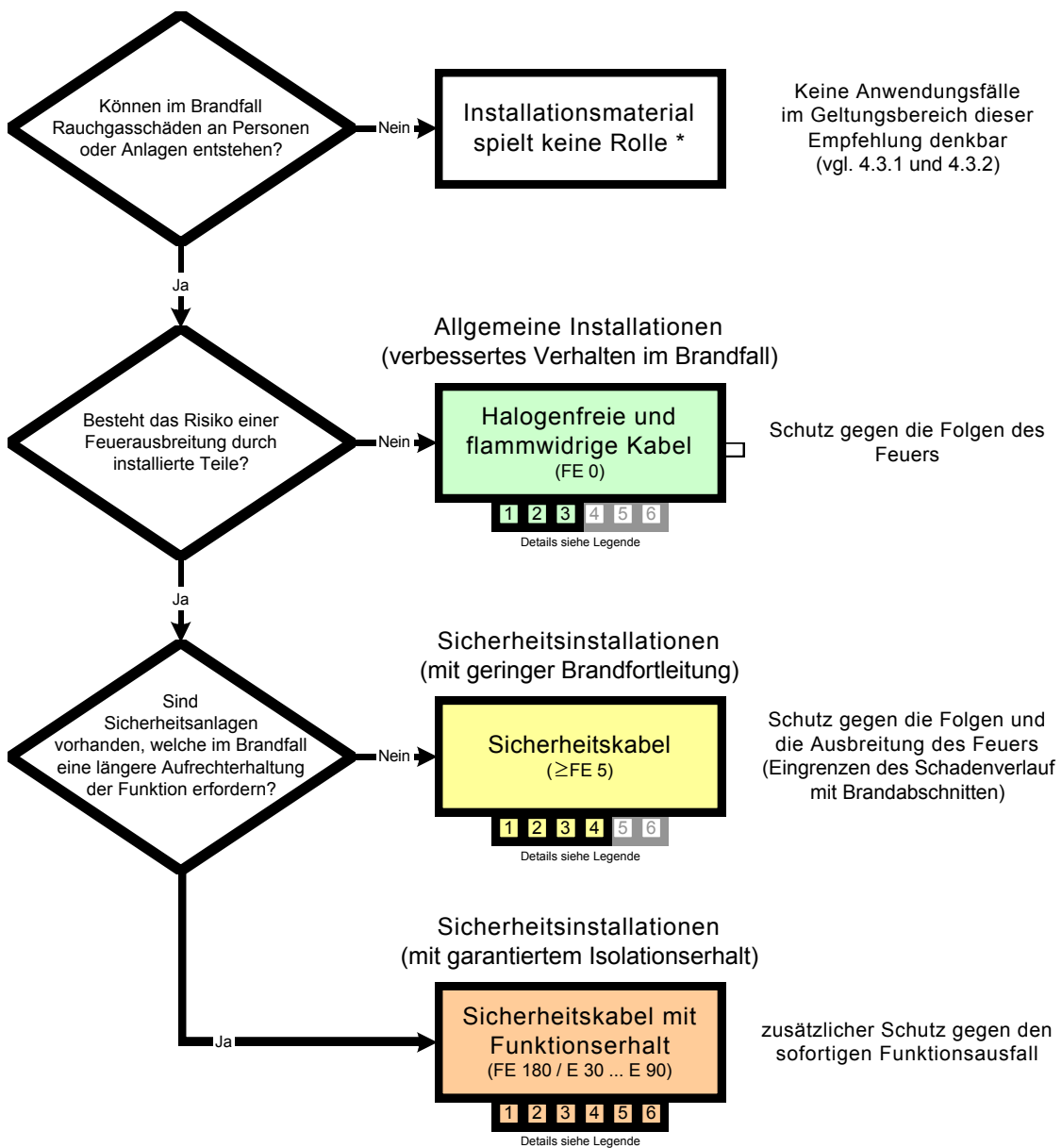
Beschreibung: Eine „gesamte Kabelanlage“ wird inklusive aller Befestigungseinrichtungen in einem grossen Ofen mit definierten Mindestabmessungen, gemäss einem standardisierten Temperaturverlauf, über eine bestimmte Zeit beflammt. Dazu werden die Systeme mit dem maximal zulässigen Gewicht belastet und den vorgegebenen Abspannweiten installiert. Die unter Betriebsspannung stehenden Adern dürfen keinen Unterbruch oder Kurzschluss verursachen.

Bedeutung: Diese sehr aufwändige, praxisorientierte Prüfung bezieht sich nicht nur auf das Kabel, sondern auch auf alle verwendeten Befestigungskomponenten. Sie stellt damit weniger eine reine Kabel-, sondern vielmehr eine Systemprüfung dar. Der erreichte Funktionserhalt E 30, E 60 oder E 90 ist nicht direkt vergleichbar mit den entsprechenden FE-Werten der Isolationserhaltprüfung.

## 4 Einsatz von Elektrokabeln

### 4.1 Grobauswahl

Anhand des folgenden Ablaufdiagrammes erfolgt eine erste Grobauswahl der zu verwendenden Kabel und der entsprechenden Installationsmaterialien:



Legende:

1 = halogenfrei, keine korrosiven Gase  
2 = schwer brennbar / selbsterlöschend

3 = minimale Rauchentwicklung  
4 = geringe Brandfortleitung

5 = Isolationserhalt (FE)  
6 = Funktionserhalt nach DIN 4102-12

**Abbildung 1: Grobauswahl**

## 4.2 Eigenschaften von Installationskabeln bezüglich Verhalten im Brandfall

Die folgende Tabelle zeigt die Unterschiede, Einsatzzwecke und Eigenschaften der verschiedenen Installationskabel auf:

	Halogenfreie und flammwidrige Kabel (FE 0) *	Sicherheitskabel ( $\geq$ FE 5) *	Sicherheitskabel mit Funktionserhalt (FE 180 / E 30...E 90)
	Schutz gegen die Folgen des Feuers	Schutz gegen die Folgen und die Ausbreitung des Feuers	Schutz gegen die Folgen, die Ausbreitung und den sofortigen Funktionsausfall durch das Feuer
Eigenschaften und Normen	↓	↓	↓
halogenfrei IEC 60754-1	✓	✓	✓
keine korrosiven Gase IEC 60754-2	✓	✓	✓
geringe Rauchentwicklung IEC 61034-1	✓	✓	✓
Flammwidrig IEC 60332-1	✓	✓	✓
Keine Brandfortleitung IEC 60332-3	Nein	✓	✓
Isolationserhalt IEC 60331-11	Nein	Nein	✓
Funktionserhalt DIN 4102-12	Nein	Nein	✓
<b>Einsatz</b> ⇨	Generell an Stelle von PVC-Kabeln Grundlage für die allgemeine Installation	Verhindert die Brandfortleitung bei offener Verlegung und grosser Häufung der Kabel	Sichert den Notbetrieb im Brandfall über einen definierten Zeitraum

\* je nach Kabelhersteller unterschiedliche Bezeichnung

### 4.3 Entscheidungskriterien für die Kabelauswahl

Die Wahl der einzusetzenden Elektrokabel hat frühzeitig zu erfolgen und ist ganzheitlich anzugehen. Entscheidende Kriterien zur Auswahl der Kabel sind z.B. die Objektgrösse und die Art der Nutzung.

Die folgende Auswahlhilfe ist anzuwenden bei elektrischen Installationen  $\leq 1000$  Volt.

#### 4.3.1 PVC Kabel

PVC Kabel enthalten in erheblichen Mengen Chlor. Bei erhöhten Temperaturen ( $> 200$  °C) wird Chlor und Wasserstoff abgespalten und verwandelt sich in Verbindung mit der Feuchtigkeit in Salzsäure und Säuregas. Diese haben starke toxische und korrosive Wirkungen zur Folge.

Nach einem Brandfall können Korrosionsschäden an der Gebäudesubstanz nur durch aufwändige Sanierungsarbeiten gestoppt werden.

Für Installationen im Geltungsbereich dieser Empfehlung sind ausschliesslich halogenfreie Kabel einzusetzen!

#### 4.3.2 Halogenfreie und flammwidrige Kabel

Als Minimalforderung gilt die Verwendung von halogenfreien und flammwidrigen Kabeln. Diese verhindern alle nachteiligen Folgen, welche üblicherweise mit Kabelbränden verbunden sind. Ihr Einsatzgebiet liegt in allen Bereichen, bei denen im Brandfall an die Kabelanlage nur eine einzige Anforderung gestellt wird: „keine Gefährdung von Personen und keine Folgeschäden durch die Brandgase“.

Halogenfreie und flammwidrige Kabel werden in folgenden Fällen eingesetzt:

- In Gebäuden mit gutem Brandschutz
- Bei kleinem Kabelvolumen
- Keine grossen Räume mit grossen Menschenansammlungen
- Für die feste Verlegung in Rohren auf oder unter Putz sowie in geschlossenen Installationskanälen, auch in feuchten oder nassen Räumen oder im Freien
- Nicht direkt in Erde oder Beton

 **Brandschutzkonzept nach Bedarf.**

### 4.3.3 Sicherheitskabel (aus der Sicht des passiven Brandschutzes)

Sicherheitskabel verhindern zusätzlich die Brandfortleitung. Auch hier wird der elektrischen Aufgabe des Kabels keine Beachtung geschenkt. Interessant ist nur das passive Verhalten im Brandfall. Im Gegensatz zu den einfachen halogenfreien Kabeln brennen Sicherheitskabel nur bei der Zündquelle. Bei allen Anwendungen, bei denen Brandschäden mittels Brandabschnitten begrenzt werden, ist der Einsatz derartiger Kabel bei grossen Kabelmengen zwingend.

Halogenfreie Sicherheitskabel (min. FE 5 nach IEC 60332-3) sind zu verwenden, wenn der Schadenverlauf mit Brandabschnitten eingegrenzt werden muss, wie z.B.:

- In Gebäuden mit grösserem Brandrisiko
- Bei vielgeschossigen Gebäuden
- Bei grossen Menschenansammlungen
- Bei grossen Kabelmengen
- Bei Verlegung auf Tragsystemen

☞ **Brandschutzkonzept erforderlich.**

### 4.3.4 Sicherheitskabel mit Isolationserhalt (für die Funktion im Brandfall)

Bei diesen Kabeln ist die elektrische Funktion von Interesse. Das Kabel behält unter Feuereinwirkung während einer definierten Zeit seine elektrischen Eigenschaften.

Halogenfreie Sicherheitskabel FE 180 / E 30 oder FE 180 / E 90, auf geprüfem Tragsystem oder geprüfte Verlegeart (nach DIN 4102 Teil 12), müssen in folgenden Fällen eingesetzt werden:

- Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA)
- Feuerwehraufzüge
- Wasserdruckerhöhungsanlagen
- Not- und Sicherheitsbeleuchtungen für Rettungswege
- Melde, Signalisations- und Informationssysteme für die Evakuierung
- Ansteuerung und Speisung von Notsystemen
- Personenaufzüge mit Evakuierungsschalter

☞ **Brandschutzkonzept zwingend.**

Das dazugehörige Installationsmaterial ist den jeweiligen Kategorien entsprechend auszuwählen!

## 5 Verwendete Abkürzungen

BBL	Bundesamt für Bauten und Logistik
BLO	Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes
KBOB	Koordination der Bau- und Liegenschaftsorgane des Bundes
NIN 2000	Niederspannungs-Installations-Norm (NIN) SN SEV 1000:2000
VILB	Verordnung über das Immobilienmanagement und die Logistik des Bundes
VKF	Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen

## 6 Normenvergleich

Anforderung	International IEC	Europa CE-NELEC	Deutschland VDE	Schweiz SEV	weitere
Halogennachweis	IEC 60754-1	EN 50267	VDE 0482 Teil 267	TP 20B/3C 3.4.5	NF C20-454
Korrosivität der Brandgase	IEC 60754-2	EN 50267 (HD 602)	VDE 0482 Teil 267	TP 20B/3C 3.4.4/3.4.5	BS 6425 Part 2 NF C20-454
Toxizität der Brandgase	IEC 60754-1	---	---	---	NES 713 NF C20-454
Rauchdichte der Brandgase	IEC 61034-1	EN 50268 (HD 606)	VDE 0482 Teil 268	TP 20B/3C 3.4.3	BS 7622 Part 1
Isolationserhalt (FE)	IEC 60331-11	EN 50266-2-4 (HD 405.3)	VDE 0472 Teil 814	TP 20B/3C 3.4.2	BS 6387 (CWZ)
Flammwidrigkeit eines Kabel	IEC 60332-1	EN 50265 (HD 405.1/2)	VDE 0482 Teil 265-2-1	TP 20B/3C 3.4.1.1	BS 4066 Part 1
Brennverhalten von Kabelbündeln	IEC 60332-3	EN 50265-2-1 (HD 405.3)	VDE 0482 Teil 266-2-4	TP 20B/3C 3.4.1.3	BS 4066 Part 3
Funktionserhalt (E) von Kabelanlagen	---	---	DIN 4102 Teil 12	---	---

## 7 Quellenverzeichnis

- Information im Bulletin SEV/VSE 15/99: „Das TK 20B informiert“
- Diverse Unterlagen und Broschüren von Kabellieferanten
- VKF Brandschutzvorschriften und Statistik