

# Fachinformation

des Österreichischen Elektrotechnischen Komitees – OEK

## QUERSCHNITTSDIMENSIONIERUNG VON KABEL- UND LEITUNGSANLAGEN MIT FUNKTIONSERHALT

Fachinformation des TSK E04 – Sonderanlagen

Im Falle eines Nachdruckes darf der Inhalt nur wortgetreu und ohne Auslassung oder Zusatz wiedergegeben werden.

### Inhalt

1	Einleitung.....	2
2	Grundlagen und Annahmen .....	2
2.1	Grundlagen.....	2
2.1.1	Spannungsabfall .....	2
2.1.2	Spannungsart, Leitermaterial .....	3
2.2	Annahmen .....	3
2.2.1	Temperatur im Brandfall .....	3
2.2.2	Zu berücksichtigende Kabellängen im Brandfall .....	3
2.3	Berechnung der Stromkreise .....	4
3	Software.....	5

## 1 Einleitung

Für elektrische Kabel- und Leitungsanlagen notwendiger Sicherheitseinrichtungen sind gemäß ÖVE/ÖNORM E 8002-1:2007, 5.4 brandschutztechnische Maßnahmen vorzusehen, so dass sie bei äußerer Brandeinwirkung für eine ausreichende Zeitdauer funktionsfähig bleiben.

Je nach Art der notwendigen Sicherheitseinrichtung, zB Sicherheitsbeleuchtung, Löschwasserversorgungsanlagen, Feuerwehraufzüge, kann die Dauer des Funktionserhaltes 30 Minuten (E 30) bzw. 90 Minuten (E 90) betragen.

Die aktuelle Bestimmung für die Dimensionierung von Kabel- und Leitungsanlagen (ÖVE-EN 1 Teil 3 § 41) enthält keine Anforderungen für derartige Kabel- und Leitungsanlagen mit Funktionserhalt.

In ÖVE/ÖNORM E 8002-1:2007, B.3.1.1 findet sich der Hinweis, dass der Funktionserhalt der Leitungen sichergestellt ist, wenn die Leitungen ÖNORM DIN 4102-12 entsprechen.

In ÖNORM DIN 4102-12:2000, Anhang A gibt es folgenden Hinweis:

„Für Kabelanlagen mit integriertem Funktionserhalt sind annäherungsweise als Leitertemperaturen zum Zeitpunkt des Funktionsverlustes die Brandraumtemperaturen anzusetzen, wenn kein besonderer Nachweis erfolgt.“

Da diese Kabel- und Leitungsanlagen auch im Brandfall notwendige Sicherheitseinrichtungen wie zB Brandrauchventilatoren, Notbeleuchtungsanlagen für eine bestimmte Zeit weiter versorgen müssen, kann der Temperatureinfluss auf den Leitungswiderstand nicht vernachlässigt werden.

Die vorliegende Fachinformation gibt eine Hilfestellung bei der Planung und Dimensionierung von Kabel- und Leitungsanlagen mit Funktionserhalt unter Berücksichtigung der oben genannten Faktoren.

## 2 Grundlagen und Annahmen

### 2.1 Grundlagen

#### 2.1.1 Spannungsabfall

Hinsichtlich des zulässigen Spannungsabfalls enthält ÖVE/ÖNORM E 8015-1 und die bundeseinheitliche Fassung der TAEV 2008 folgende Anforderung:

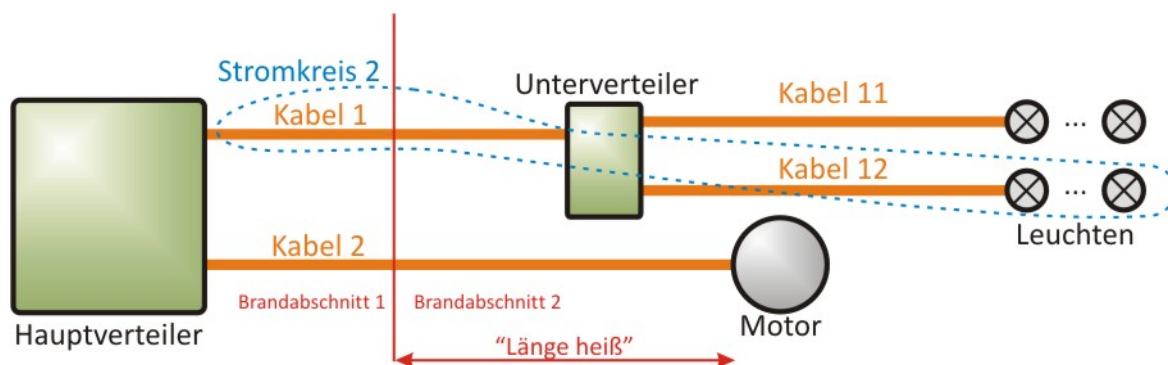
„Der gesamte Spannungsabfall für den Bereich von der Übergabestelle des Netzbetreibers bis zum letzten Verbrauchergerät ist mit 4 % der Nennspannung begrenzt. Von diesen 4 % Gesamtspannungsabfall ist 1 % für den Spannungsabfall im Bereich von der Übergabestelle des Netzbetreibers bis zur Messeinrichtung (Zähleranlage) reserviert.“

Die bundeseinheitliche Fassung der TAEV 2008 enthält des Weiteren noch folgende Empfehlung:

„Im Interesse der Netzbenuer wird empfohlen, vom Zähler bis zu den Stromverbrauchseinrichtungen einen Spannungsabfall von 1,5 % der Nennspannung im Regelfall nicht zu überschreiten und den Höchstwert von 3 % für den Nachzählerbereich nur in Sonderfall im Anspruch zu nehmen.“

Für die Dimensionierung bedeutet das, dass der Höchstwert von 3 % entlang der jeweiligen gesamten Stromkreise anzusetzen ist. Die Summe der Spannungsabfälle des Stromkreises **Kabel 1 + Kabel 11** sowie des Stromkreises **Kabel 1 + Kabel 12** darf diesen Wert nicht überschreiten (siehe Bild 1).

ANMERKUNG In besonderen und begründeten Fällen kann ein höherer Spannungsabfall zulässig sein zB bei Verbrauchern, die gegen Unterspannung unempfindlich sind.



Es bedeutet

Kabel  $n$  Kabelname für den jeweiligen Stromkreis

Länge heiß Länge des längsten Brandabschnittes, in dem das Kabel verlegt ist

**Bild 1 – Beispielprojekt mit Kabelnamen**

### 2.1.2 Spannungsart, Leitermaterial

Die vorliegende Fachinformation gilt nur

- für Wechselstrom, wobei die Nennspannung mit 230 V festgelegt ist, und
- für das Leitermaterial Kupfer.

## 2.2 Annahmen

Die Querschnitte der Zuleitungen müssen so gewählt werden, dass an diesen ein Spannungsabfall von 3 % ab Hauptverteilung nicht überschritten wird. Bei der Zuleitung zum Antrieb darf dieser Spannungsabfall zB bei Anlauf des Fahrtreppen- oder des Fahrsteigmotors nicht überschritten werden.

### 2.2.1 Temperatur im Brandfall

Folgende Werte für die Leitertemperaturen bei E 30 bzw. E 90 sind der Dimensionierung zugrunde gelegt:

- nach 30 Minuten eine Leitertemperatur von ca. 420 °C gemessen und
- nach 90 Minuten eine Leitertemperatur von ca. 870 °C.

**ANMERKUNG** Zufolge der Einheits-Temperaturzeitkurve (ETK) würden bei 30 Minuten Temperaturen von ca. 830 °C und bei 90 Minuten von über 1000 °C auftreten. Bei Brandversuchen seitens der Firma Dätwyler wurde in zwei Prüfverfahren festgestellt, dass die Leitertemperaturen nach 30 Minuten bzw. 90 Minuten an verschiedenen Kabeln wesentlich niedriger sind als durch die Einheits-Temperaturkurve definiert.

### 2.2.2 Zu berücksichtigende Kabellängen im Brandfall

Da Gebäude in verschiedene Brandabschnitte unterteilt sind bzw. sein sollten, können die Kabel- und Leitungsanlagen bei einem lokalen Brand nur in einem Brandabschnitt den erhöhten Temperaturen ausgesetzt werden.

Für die Dimensionierung der Querschnitte ist daher anzunehmen, dass der lokale Brand im größten Brandabschnitt (d.h. mit der längsten Kabellänge) ausbricht.

## 2.3 Berechnung der Stromkreise

Die Berechnung des Querschnittes eines Kabels soll auf Basis des Spannungsabfalls erfolgen. Dabei ist aber nicht nur der Spannungsabfall eines einzelnen Kabels zu wählen, sondern der Gesamtspannungsabfall jedes Stromkreises vom „Hauptverteiler“ bis zu den einzelnen Verbrauchern.

Anhand der nachstehenden Formeln ist zunächst bei jedem Stromkreis für sämtliche darin vorkommende Kabel der Querschnitt zu berechnen.

Die Berechnung des Querschnittes für ein Kabel mit Wechselstrom, welches durch mehrere Brandabschnitte führt, erfolgt mit folgender Formel

$$A_i = C \cdot \frac{P_i \cdot L_i}{\gamma_{20} \cdot \Delta U_i} \quad (1)$$

Dabei bedeuten

$A_i$  Querschnitt des  $i$ -ten Kabelstückes

$C$  Zahlenfaktor, welcher für ein Gleichstromsystem mit 1, für ein Wechselstromsystem mit 2 und für ein Drehstromsystem mit  $\sqrt{3}$  zu setzen ist.

$P_i$  Wirkleistung auf dem  $i$ -ten Kabelstück

$L_i$  Länge des  $i$ -ten Kabelstückes

$\gamma_{20}$  Leitfähigkeit von Kupfer bei 20 °C

$\Delta U_i$  zulässiger Spannungsabfall auf dem  $i$ -ten Kabelstück

ANMERKUNG Es wird angenommen, dass sich der Gesamtspannungsabfall des Kabels auf die  $n$  einzelnen Kabelstücke proportional zu deren Leitungslängen aufteilt.

$$\Delta U_i = \Delta U_{ges} \cdot \frac{L_i}{L_{ges}} \quad (2)$$

$$\Delta U_{ges} = \sum_i^n \Delta U_i \leq \Delta U_{Zulässig} \quad (3)$$

Dabei bedeuten

$\Delta U_{Zulässig}$  der geforderte maximale Spannungsabfall entlang des Kabels

$n$  Anzahl der Brandabschnitte, durch die das Kabel beführt wird

Die Formel (1) gilt nur für 20 °C. Der Widerstand eines Kabels bei einer höheren Temperatur als bei 20 °C wird folgendermaßen berechnet:

$$R(T) = R(20^\circ\text{C}) \cdot (1 + \alpha_{20} \cdot \Delta T) \quad (4)$$

Dabei bedeuten

$\alpha_{20}$  Temperaturbeiwert für Kupfer (0,00393)

$\Delta T$  Temperaturdifferenz zu 20 °C

Der Widerstand des Kabels im Falle eines Brandes beträgt daher nach 30 bzw. 90 Minuten

$$R(E_{30/90}) = R(T_{Umgebung}) \cdot \frac{1 + \alpha_{20} \cdot (T_{E30/90} - 20)}{1 + \alpha_{20} \cdot (T_{Umgebung} - 20)} \quad (5)$$

Nach einigen Umformungen ergibt sich für das Verhältnis der Widerstände „heißer zu kalter Bereich“ folgende Formel:

$$V = \frac{L_{ges} - L_{heiß}}{L_{ges}} + \frac{L_{heiß}}{L_{ges}} \cdot \frac{1 + \alpha_{20} \cdot (T_{E30/90} - 20)}{1 + \alpha_{20} \cdot (T_{Umgebung} - 20)} \quad (6)$$

Dabei bedeuten

$L_{ges}$  Länge des Kabels

$L_{heiß}$  Länge des Kabelabschnittes im größten Brandabschnitt

Schließlich ergibt der benötigte Kabelquerschnitt bei einer Brandeinwirkung nach 30 bzw. 90 Minuten  $A(E_{30/90})$  aus dem benötigten Kabelquerschnitt bei Umgebungstemperatur  $A(T_{Umgebung})$  gemäß ÖVE-EN 1 Teil 3 § 41 und dem Verhältnis der Widerstände „heißer zu kalter Bereich“  $V$ .

$$A(E_{30/90}) = A(T_{Umgebung}) \cdot V \quad (7)$$

Die Formeln (1) bis (7) gelten für ein einzelnes Kabel, welches durch  $n$  Brandabschnitte führt.

### 3 Software

Für die ordnungsgemäße Berechnung des Querschnittes von Kabel- und Leitungen mit Funktionserhalt sind viele Schritte und Überlegungen erforderlich und mit den oben genannten Gleichungen zu verknüpfen.

Zur Unterstützung der Anwender dieser Fachinformation stellt das TSK E04 eine Software auf der Basis einer EXCEL<sup>®</sup>-Tabellenkalkulation zur Verfügung.

Mit dem Programm wird neben dem Temperatureinfluss auch die Leitungsführung der Kabel- und Leitungen in den Brandabschnitten berücksichtigt; und dies nicht nur für einen Endstromkreis, sondern für die gesamte Kabel- und Leitungsanlage.

Dadurch können schnell und ohne großen Aufwand eine Vielzahl von Varianten berechnet und verglichen werden. Der Ergebnisausdruck enthält eine vollständige Auflistung aller Eingabeparameter und aller Ergebnisse, wodurch die Reproduzierbarkeit und die Überprüfung jederzeit sichergestellt sind.

---

Voraussetzungen zur Nutzung dieser Berechnungshilfe auf einem PC sind entsprechende Anwenderkenntnisse im Umgang mit Tabellenkalkulationen und eine vorhandene Installation des Microsoft®-Anwendungsprogramms EXCEL®.

**HINWEIS: Das Programm dient ausschließlich zur Unterstützung bei der Planung von Leitungsanlagen mit Funktionserhalt. Die Ergebnisse müssen von einer Elektrofachkraft auf Plausibilität kontrolliert werden. Das gilt insbesondere in Hinblick auf die vom Anwender frei gestaltbaren Werte.**

**Für fehlerhafte Kabel- und Leitungsberechnungen wird keine Haftung übernommen.**

#### **Download der Software**

Die Software und eine Dokumentation können als komprimierte Datei vom Server des OVE unter der Adresse <http://oek.ove.at/info/tools.html> abgerufen werden.