

sikla



**Brandschutz-
Leitfaden**

Vorbemerkungen	1.1
Gesetzliche Vorgaben und Richtlinien zum Brandschutz	2.1 - 2.6
Entstehung von Rauch und Feuer	3.1 - 3.3
Brandverhalten von Baustahl	4.1 - 4.2
Verhalten von Rohren im Brandfall	5.1 - 5.2
Befestigungsprodukte ohne variable Parameter	6.1 - 6.4
Befestigungsprodukte mit variablem Parameter L_f	7.1 - 7.2
Berechnungen nach EC 3 / DIN EN 1993 - 1 - 2	8.1 - 8.9
Empfehlungen für Bauarten	9.1 - 9.10
Fachbegriffe	10
Quellenangaben	11
Anwendung	12

Vertriebsorganisation

Kundencenter Süd

Sikla GmbH
In der Lache 17
78056 VS-Schwenningen

Telefon 07720 948 0
Telefax 07720 948 337
svi@sikla.de

www.sikla.de

Kundencenter Nord

Sikla GmbH
Spannstiftstraße 37
58119 Hagen

Telefon 02334 9584 0
Telefax 02334 9584 12
nvi@sikla.de

www.sikla.de

Industrie- und Anlagenbau

Sikla GmbH
In der Lache 17
78056 VS-Schwenningen

Telefon 07720 948 456
Telefax 07720 948 358
anlagenbau@sikla.de

www.industrie.sikla.com

Sikla Sprinklerelemente GmbH

Hauptstraße 106 - 108
D - 78549 Spaichingen

Telefon 07424 9484 0
Telefax 07424 9484 16
info@siklasprinkler.de

www.siklasprinkler.de

Sikla Austria Ges.m.b.H.

Kornstraße 4
A - 4614 Marchtrenk

Telefon +43 7242 420 58 0
Telefax +43 7242 420 50
office@sikla.at

www.sikla.at

Sikla (Schweiz) AG

Udermülistrasse 26
CH - 8320 Fehraltorf

Telefon +41 44 95484 14
Telefax +41 44 95484 24
info@sikla.ch

www.sikla.ch

Vorbemerkungen

Der Brandschutzleitfaden (BSLF) von Sikla gibt Mitarbeitern, Planern und Verarbeitern Sicherheit für brandschutzgerechte Befestigungslösungen.

Die Basis von Brandschutzanforderungen ergibt sich aus den Regelungen des Grundgesetzes, für Bürger allgemein Verkehrssicherheit und Unversehrtheit zu garantieren.

Brandschutzanforderungen gliedern sich grundsätzlich in

- **vorbeugenden Brandschutz** (baulich, anlagentechnisch, versicherungsrechtlich)
- **abwehrenden Brandschutz** (Feuerwehreinsatz)
- **organisatorischen Brandschutz** (betriebliche Brandschutzordnung).

Basierend auf den gesetzlichen Vorgaben der **Musterbauordnung MBO** (in Österreich gelten die OIB-Richtlinien) leiten sich die wesentlichen Schutzziele für den Bereich Brandschutz ab und werden in jedem Bundesland in der **Landesbauordnung LBO** verbindlich vorgegeben. Die Musterbauordnung ist auf Leitungsanlagen im weitesten Sinne anzuwenden, da diese Bauarten darstellen, die auf Bauprodukten basieren.

In LBO (Landesbauordnungen) wird auf die **LETB (Liste der Eingeführten Technischen Baubestimmungen)** verwiesen, die für jedes Bundesland eine Übersicht über die anzuwendenden Technischen Regeln und Normen gibt.

Dies sind Richtlinien und Normen insbesondere zum Brandschutz, Wärmeschutz und Schallschutz, die bei der Planung, bei der Ausführung der Installationen aber auch bei der Erstellung eines Brandschutzkonzeptes anzuwenden sind.

Die LETB enthält sowohl nationale Normen (DIN) als auch europäische Normen (DIN EN), so zum Beispiel die hier relevanten **Eurocodes** (DIN EN 1990; 1991; 1993).

Neben der Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben gibt es mehrere Richtlinien, so z.B.

- die **Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR)**
- die **Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie (M-LüAR)**,

in denen weitere Anforderungen für spezielle Bereiche formuliert sind und die in weiterführenden Veröffentlichungen von einem Autorenkollektiv unter Leitung von Herrn Dipl.-Ing. Manfred Lippe anhand von Beispielen erläutert werden, so z.B.

- der **Kommentar zur MLAR** und der **Kommentar zur M-LüAR**.

Für die grundsätzliche **Einteilung der Baustoffe hinsichtlich ihres Brandverhaltens** gelten zur Zeit parallel die deutsche Norm DIN 4102-4 und die europäische Norm DIN EN 13501-1.

Von der **Gütegemeinschaft Rohrbefestigung (RAL)** und von **Materialprüfanstalten (MPA)** wurden produktspezifische Prüfergebnisse ermittelt und ausgewertet, die in die aktuellen Katalogangaben eingearbeitet sind.



Diese Zusammenarbeit hat uns frühzeitig in die Lage versetzt, Befestigungskonstruktionen unter definierten Voraussetzungen zu berechnen sowie Belastungs- und Verformungswerte aus Brandversuchen bestimmter Komponenten wissenschaftlich auszuwerten.



Durch Gutachtliche Stellungnahmen renommierter Prüfinstitute konnten so verschiedene Befestigungssituationen für den Brandfall praxisnah untersucht und professionell ausgewertet werden, insbesondere durch das IBS [12] auch für den Bereich der Lüftungs- und Entrauchungsanlagen.



Die Unterlage gibt weiterhin Hinweise für den Verarbeiter, um durch sinnvolle Bauweise die Sicherheit von Konstruktionen zu gewährleisten bzw. zu erhöhen und durch die Beachtung brandspezifischer Randbedingungen bereits bekannte Gefahren abzuwenden.

Bei der **Anwendung** dieses Brandschutzleitfadens für die Bearbeitung konkreter Projekte gelten die im Abschnitt 12 (Anwendung) zusammengefassten Informationen.

Dem Brandschutz wird landesspezifisch in **Europa** gegenwärtig unterschiedliche Bedeutung beigemessen.

Dies äußert sich in spezifischen nationalen Anwendungsdokumenten (NAD) für europäische Normen, aber auch einfach in unterschiedlichen Baugewohnheiten.

So können landesspezifisch abweichende Regelungen gelten, die eine Einhaltung aller hier dargestellten Hinweise formal nicht erfordern und ggf. auch veränderte Schutzziele zulassen.

Musterbauordnung (MBO) [15]

§ 2 definiert die Einteilung baulicher Anlagen nach Gebäudeklassen (1 bis 5).

Jeder Gebäudeklasse sind bestimmte Rettungskonzepte zugeordnet, weshalb die Ausbildung von Decken und Wänden mit bestimmten Anforderungen an die Feuerwiderstandsfähigkeit verbunden wird, um geeignete Rettungsmöglichkeiten zu finden und gezielt Brandabschnitte zu bilden.

Rettungsgeräte der Feuerwehr sind ab Gebäudeklasse 3 zur Evakuierung vorgesehen.

§ 3 beschreibt Forderungen zur Gewährleistung der öffentlichen Sicherheit und Ordnung.

§ 14 konkretisiert die wesentlichen Schutzziele

„Bauliche Anlagen sind so zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass

- der Entstehung eines Brandes vorgebeugt wird
- der Ausbreitung von Feuer und Rauch (Brandausbreitung) vorgebeugt wird
- bei einem Brand die Rettung von Menschen und Tieren ermöglicht wird
- sowie wirksame Löscharbeiten möglich sind.“

§ 33 ff erläutert Anforderungen an (Flucht- und) Rettungswege

Rettungswege müssen ins Freie führen und für den Fall, dass Aufenthaltsräume vorhanden sind, müssen sie eine Alternative besitzen (zweiter notwendiger Rettungsweg).

Rettungswege gliedern sich im Normalfall richtungsabhängig in horizontale Abschnitte (notwendige Flure) und vertikale Abschnitte (notwendige Treppenhäuser).

§ 40 erläutert, dass Leitungsanlagen in (Flucht- und) Rettungswegen nur zulässig sind, wenn deren Nutzung im Brandfall ausreichend lang möglich ist.

Im Umkehrschluss bedeutet dies:

(Flucht- und) Rettungswege sollten/müssen deshalb frei von Brandlasten sein.

§ 41 erläutert, dass Lüftungsanlagen brandsicher sein müssen.

Lüftungsleitungen, ihre Bekleidungen und Dämmstoffe müssen aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Brennbare Stoffe sind nur zulässig, wenn ein Beitrag der Lüftungsleitung zur Brandentstehung und Brandweiterleitung nicht zu befürchten ist.

§ 42 Feuerstätten umfassen z.B. Heizzentralen u.ä. Räume spezieller Nutzung

Für besondere Räume (z.B. Räume mit Feuerstätten) gelten besondere Vorschriften wie beispielsweise die Feuerstättenverordnung, die je nach Art der Feuerstätte und Art und Umfang des Heizmaterials wieder bestimmte Anforderungen an die bauliche Ausführung der angrenzenden Bauteile (Decken, Wände) sowie an deren Öffnungen (Türen, Fenster) stellt.

Die MBO gestattet aber auch

- **Abweichungen** nach § 16 vom Verwendbarkeitsnachweis (für Bauarten)
- **Abweichungen** nach § 21 vom Verwendbarkeitsnachweis (für Bauprodukte)
- **Erleichterungen** nach § 51 (z.B. für Sonderbauten)
- **Abweichungen** nach § 67 (z.B. für Bauvorhaben normaler Art und Nutzung und Sonderbauten)
- **Abweichungen** nach § 85 (a) von Technischen Baubestimmungen (lt. geänderter Fassung 2016), wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße die allgemeinen Anforderungen ... erfüllt werden.

Einteilung von Baustoffen und Bauteilen nach ihrem Brandverhalten

national (D)			
DIN 4102 [4]			
Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen			
Prüfverfahren bis einschließlich B2 nach DIN 4102-1 und DIN 4102-4 und DIN 4102-15			
A	A1	nichtbrennbar	ohne brennbare Bestandteile
	A2	nichtbrennbar	mit brennbaren Bestandteilen (unbedenkliche Rauchentwicklung)
B	B1	schwer entflammbar	Additive im Brandfall ggf. problematisch
	B2	normal entflammbar	ggf. mit Zusatz: nicht brennend abtropfend
	B3	leicht entzündlich	nach MBO alleinstehend nicht verwendbar, sondern nur im Verbund einsetzbar, wenn da- durch mindestens B2 erreicht wird

europäisch			
DIN EN 13501-1 [7] und Prüfungen nach DIN EN 13501-2			
Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zum Brandverhalten (Prüfungen nach DIN EN 1363-1 ff)			
A1	nichtbrennbar	Prüfung nach DIN EN ISO 1182 kein Beitrag zum Brand	
A2	nichtbrennbar	A2, s1, d0 vernachlässigbarer Beitrag zum Brand	
A2	schwerentflammbar	A2, s>1 und/oder d>0, aber vernachlässigbarer Beitrag zum Brand	
B	schwerentflammbar	SBI-Prüfstand sehr begrenzter Beitrag zum Brand	
C (vgl. B1)	schwerentflammbar	SBI-Prüfstand begrenzte Energiefreisetzung	
D	normalentflammbar	hinnehmbare Energiefreisetzung	
E (vgl. B2)	normalentflammbar	Prüfung nach DIN EN ISO 11925-2 hinnehmbares Brandverhalten	
F	leichtentflammbar	ungeeignetes Brandverhalten	
s = Rauchentwicklung (smoke)		s1 = keine Rauchentwicklung	
		s2 = kaum Rauchentwicklung	
		s3 = unbeschränkte Rauchentwicklung	
d = brennendes Abtropfen (droplet)		d0 = kein brennendes Abtropfen in 600 s	
		d1 = kein fortdauerndes brennendes Abtropfen über mehr als 10 s	
		d2 = keine Leistung festgestellt	
Beschreibung des Feuerwiderstandes / der Feuerwiderstandsfähigkeit			
E	Raumabschluss (Dichtheit)		
I	Isolation (brandabgewandte Seite max. 180 K Temperaturerhöhung)		
M	mechanische Einwirkung (Stoß)		
R	Widerstand; Tragwiderstand; Tragfähigkeit; Standsicherheit		
S	Begrenzung der Rauchdurchlässigkeit (Dichtheit)		

Übersicht und Hinweise zu aktuellen Normänderungen



Europäische Nomen

DIN EN 1363-1 / Neufassung 2012-10 [5]

Feuerwiderstandsprüfungen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen

Beschrieben werden in dieser Norm die Randbedingungen für Brandversuche, die zur Ermittlung des Feuerwiderstandes von Bauteilen dienen.

Im Nationalen Vorwort wird speziell auf Änderungen hingewiesen (Buchstabe „a“ bis „h“) Neu formuliert wurde gegenüber der Fassung 1999-10 insbesondere das Kriterium der Tragfähigkeit:

Im Abschnitt 11.1 wird beschrieben, dass Versagen dann eintritt, wenn im Brandversuch entweder die Durchbiegungsgeschwindigkeit oder die Tragfähigkeit bei unveränderter Lasteinleitung überschritten wird.

Das Kriterium der Durchbiegungsgeschwindigkeit gilt noch nicht in den ersten 10 Minuten.

Die Tragfähigkeit gilt als erreicht, wenn für biegebelastete Bauteile der zulässige Grenzwert der Durchbiegung D überschritten wird.

$$D = \frac{L^2}{400d} \text{ mm}$$

D = Durchbiegung in mm
 L = freie Profillänge zwischen 2 Auflagerpunkten in mm
 d = Profilhöhe in mm



Bild 2.1: Verformung zum Seileck bedeutet Versagen

Im Versuch kann an dieser Stelle die Auswertung abgebrochen werden, weil der zulässige Bereich verlassen wird. Auch eine Berechnung darf keine größeren Ergebnisse aufweisen, um die Anwendbarkeit der Algorithmen zu sichern.

Dieses Grenzkriterium wurde in unsere Software bereits eingearbeitet, so dass nur die Lösungen als zulässig dargestellt werden, die dieses Kriterium nicht überschreiten.

Damit wird sichergestellt, dass die Profile innerhalb der geforderten Feuerwiderstandsdauer auch im Brandfall im Wesentlichen ihre Struktur erhalten und kein typisches Versagensbild wie zum Beispiel ein Seileck entwickeln.

Nationale Normen (D)

DIN 4102-4 / Neufassung 2016-05 [4]

Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen - Teil 4:

Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile

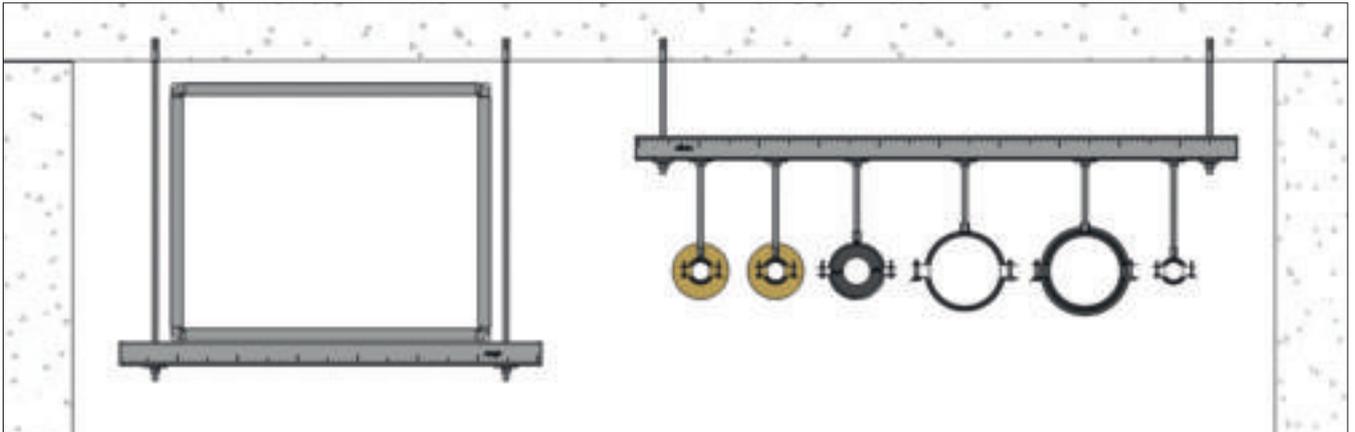
Im Abschnitt 7.1 wird die Bemessung von Stahlbauteilen nach DIN EN 1993 (Eurocode 3) beschrieben.

Bei einer Kaltbemessung der Stahlbauteile nach DIN EN 1993-1-1 ist die Heißbemessung nach DIN EN 1993-1-2 zu führen.

Möglich ist die Berechnung der Tragfähigkeit von bekleideten und unbekleideten Stahlbauteilen sowie Stahltragwerken und Teiltragwerken unter beliebiger Brandbeanspruchung.

Gegenüber der früheren Fassung wurde damit eine Angleichung an Europäische Normen vorgenommen und auf den Rechenweg verwiesen.

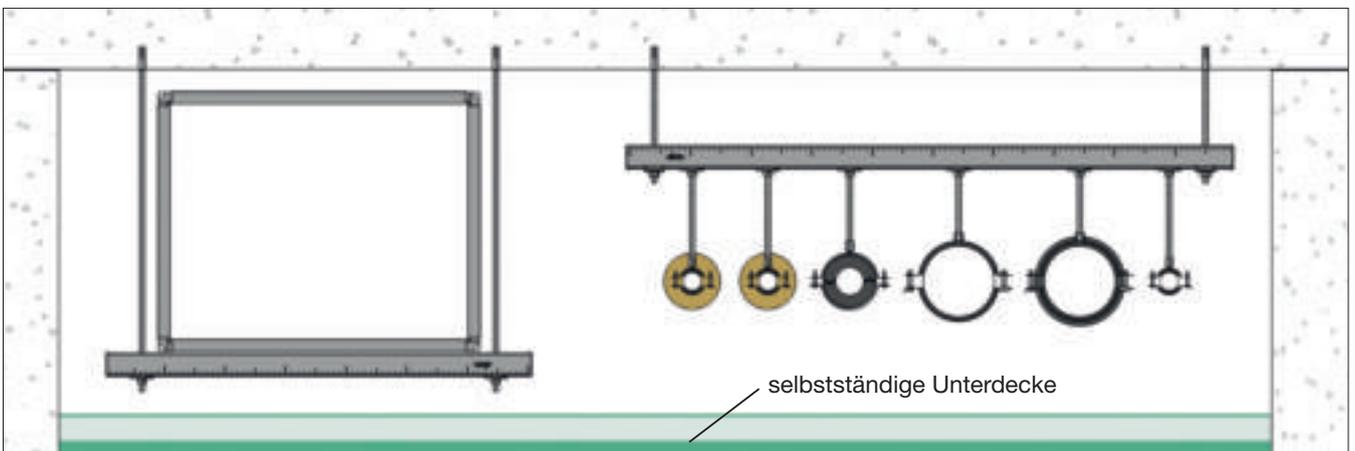
MLAR [16] / Beispiele für Leitungsanlagen in Rettungswegen



In notwendigen Fluren dürfen Leitungsanlagen offen verlegt werden, soweit die Leitungen, deren Trag- und Befestigungssysteme sowie Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Dies gilt in gleicher Weise für Rohrleitungen für brennbare/brandfördernde Medien.

Die Auslegung der Trag- und Befestigungssysteme erfolgt nach den statischen Erfordernissen.

Bei der Verlegung von brennbaren Leitungen (z.B. Elektroleitungen) oder Leitungen mit brennbaren Dämmstoffen (z.B. Rohrleitungen mit Synthetikgummi) sind zusätzliche brandschutztechnische Maßnahmen erforderlich. Nach MLAR sind möglich: Installationsschächte oder -kanäle, Unterdecken, Unterflurkanäle oder Systemböden. Für einzelne brennbare Rohrleitungen oder Rohrleitungen mit brennbaren Dämmstoffen besteht die Möglichkeit der Brandlastkapselung (siehe Seite 9.6).



Die selbstständige Unterdecke darf innerhalb der geforderten Feuerwiderstandsdauer nicht durch herabfallende oder sich aufgrund der Wärmeeinwirkung im Brandfall durchbiegende Bauteile belastet werden.

Die Trag- und Befestigungssysteme der Leitungen oberhalb von selbstständigen Unterdecken sind daher brandschutztechnisch zu bemessen. Außerdem sind Mindestabstände zwischen den Leitungsanlagen und der Unterdeckenkonstruktion einzuhalten. Diese ergeben sich in der Regel aus dem Verwendbarkeitsnachweis für die Unterdecke.

Die Verlegung von Rohrleitungen für brennbare/brandfördernde Medien innerhalb dieser Hohlräume ist nur eingeschränkt möglich (Vorgaben der DVGW-TRGI sind zu beachten).

M-LüAR [18] / Lüftungsanlagen / Lüftungsleitungen / Rauchschutz

Die **M-LüAR [18]** regelt als Richtlinie den Brandschutz von Lüftungsanlagen, für die im § 41 MBO [15] Anforderungen zum Brandschutz gestellt werden. Dazu gehören

- Klimaanlage
- Warmluftheizungen sowie
- raumluftechnische Anlagen.

Die M-LüAR [18] **gilt** demnach in

- Gebäuden mit > 2 Nutzungseinheiten
- Gebäuden mit Nutzungseinheiten von insgesamt > 400 m²
- Gebäuden mit Aufenthaltsräumen mit einer OK Fußboden > 7m und
- allen Sonderbauten.

Die M-LüAR [18] **gilt nicht** für

- Rohrpost-Anlagen
- luftgetriebene Förderanlagen (Spänetransport o.ä.).

Lüftungsanlagen bestehen aus Lüftungsleitungen und allen zu ihrer Funktion erforderlichen Bauteilen und Einrichtungen.

Lüftungsleitungen bestehen u.a. aus Lüftungsrohren, Lüftungskanälen, Absperrvorrichtungen gegen die Übertragung von Feuer und/oder Rauch (Brandschutzklappen / Rauchschutzklappen) sowie aus ihren Verbindungen, **Befestigungen**, **Dämmungen** usw.

Entsprechend § 41 (2) MBO [15] bestehen Lüftungsleitungen inklusive ihrer Bekleidungen bzw. Dämmstoffe aus nichtbrennbaren Baustoffen. Brennbare Stoffe sind nur zulässig, wenn dadurch ein Beitrag zur Brandentstehung oder Brandweiterleitung nicht zu befürchten ist.

Schwerentflammbare Baustoffe sind für Lüftungsleitungen zulässig, wenn sie ausschließlich innerhalb eines Brandabschnittes verlegt werden und dadurch keinen Beitrag zur Brandübertragung leisten.

Lüftungsleitungen dürfen raumabschließende Bauteile, für die eine Feuerwiderstandsfähigkeit vorgegeben ist, nur überbrücken, wenn eine Brandausbreitung ausreichend lang nicht zu befürchten ist, oder wenn Vorkehrungen dagegen getroffen sind.

Abschnitt 5.2 der M-LüAR [18] gibt spezielle Hinweise zur Leitungsverlegung:

Lüftungsleitungen dürfen durch Brandeinwirkung keine erheblichen Kräfte auf tragende oder feuerwiderstandsfähige Teile des Baukörpers ausüben. Dafür sind entsprechende Dehnungsmöglichkeiten vorzusehen, vgl. Bild 2.3 auf Seite 2.6.

Feuerwiderstandsfähige Leitungsabschnitte müssen an Bauteilen mit entsprechender Feuerwiderstandsdauer befestigt sein.

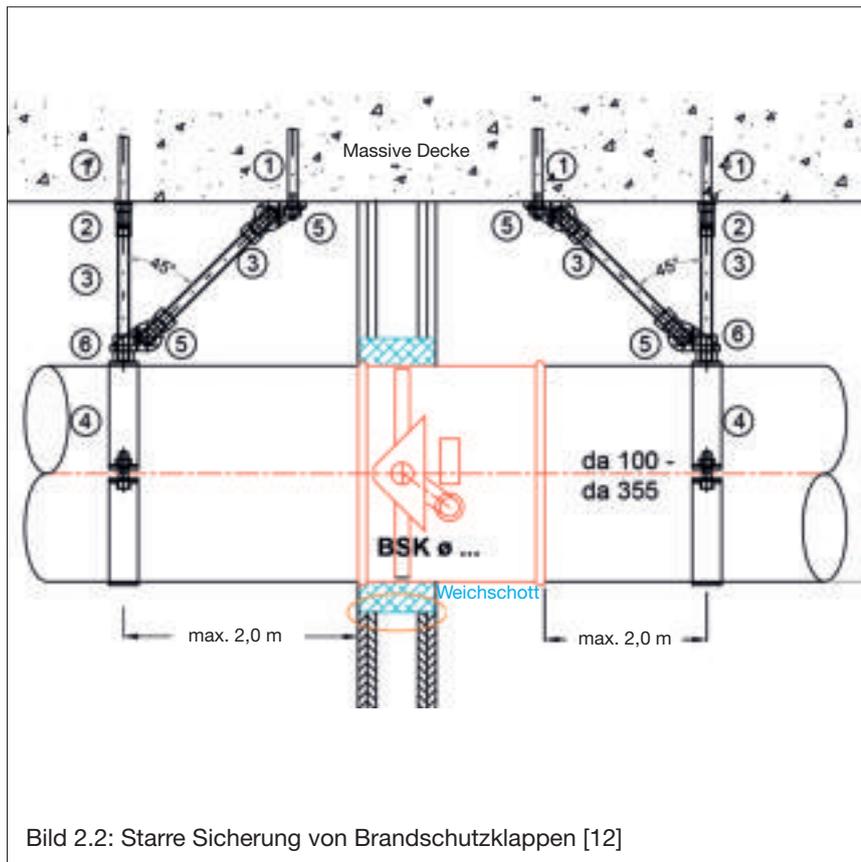
Insbesondere oberhalb von selbstständigen Unterdecken mit geforderter Feuerwiderstandsfähigkeit sind Lüftungsleitungen so zu befestigen, dass sie im Brandfall nicht herabfallen können.

Detailliert beschreibt die M-LüAR [18] anhand von Abbildungen **Schachtlösungen** und **Schottlösungen**, die im dazugehörigen Kommentar [19] weiter erläutert werden.

Neu wurden in der Ausgabe **2016** der M-LüAR [18] u.a. folgende Sachverhalte aufgenommen:

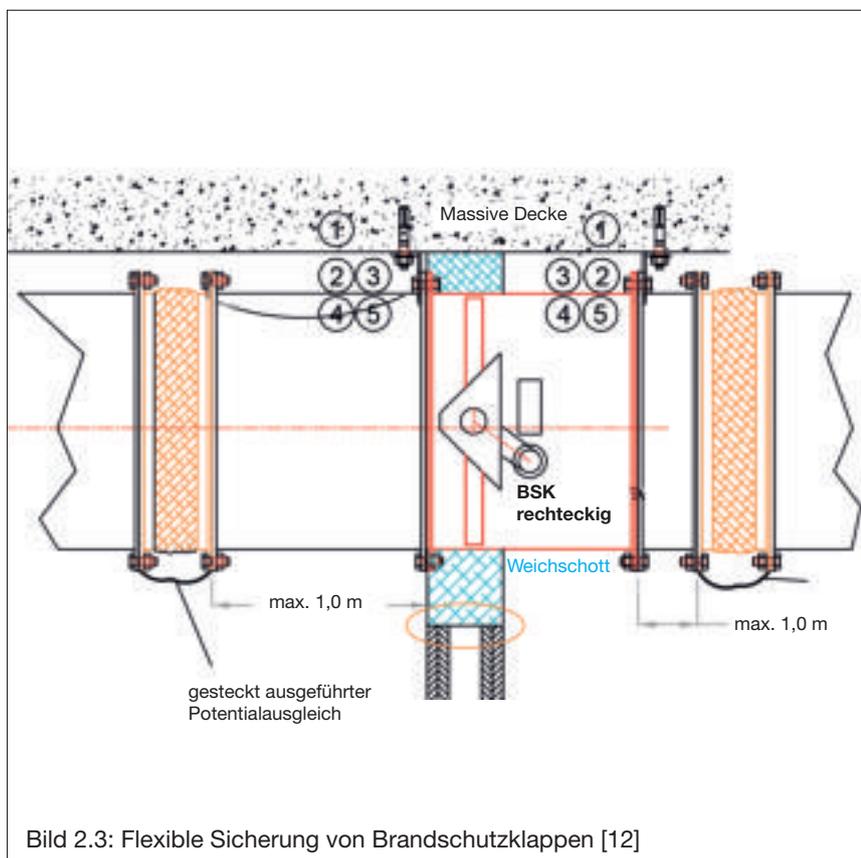
- Feuerwiderstand von Lüftungsleitungen mit Gefahrenpotential bei Durchdringungen
- Verwendung von Brandschutzklappen für Laborlüftung
- Vermeidung wesentlicher Bauwerksbelastung durch Rohrausdehnung im Brandfall.

Befestigungen zur Funktionssicherung von Brandschutzklappen [12]



Befestigungen von Lüftungsleitungen mit runden und/oder eckigen Brandschutzklappen oder Brauchsteuerklappen müssen so erfolgen, dass im Brandfall deren Funktion gesichert ist.

In der Gutachtlichen Stellungnahme des IBS [12] sind deshalb starre und flexible Befestigungslösungen beschrieben, die ein ungewolltes Verschieben dieser Sicherheitseinrichtungen verhindern und damit deren Funktion sichern.



Die Dehnungskompensation ist insbesondere dann nötig, wenn eine sich im Brandfall ausdehnende Lüftungsleitung die Sicherheitseinrichtungen in ihrer Funktion beeinträchtigen könnte.

Das Beispiel zeigt einen solchen Fall, wo die Position der Sicherheitsklappen entweder durch benachbarte Festpunkte oder durch Entkopplung gesichert wird.

Feuerdreieck und Brandverlauf

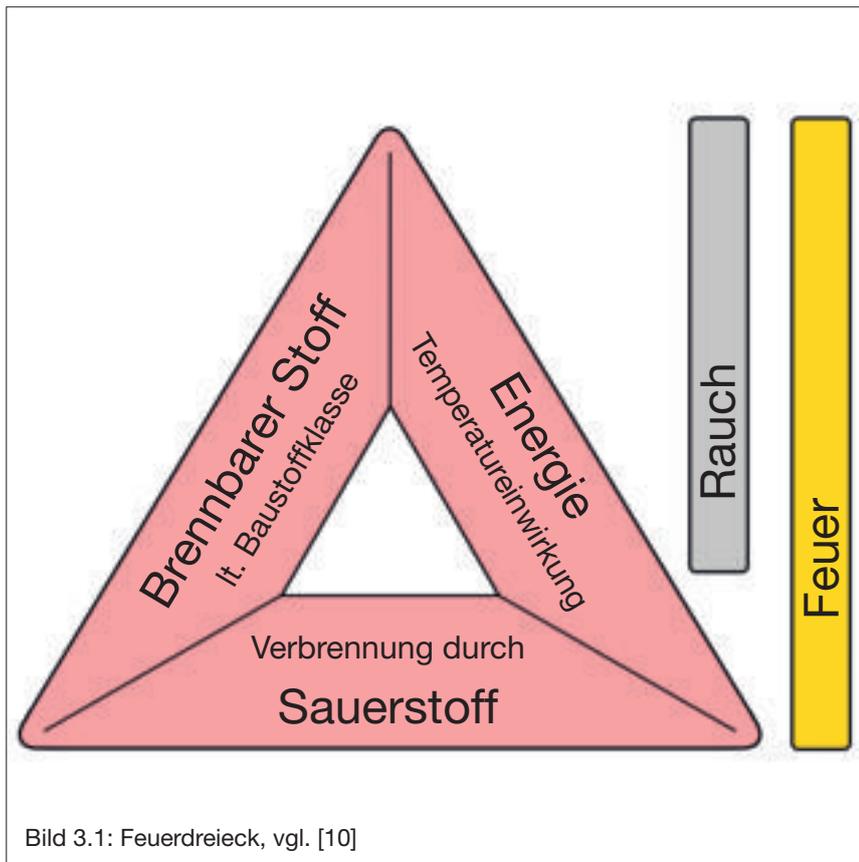


Bild 3.1: Feuerdreieck, vgl. [10]

Für die Entstehung eines Brandes müssen drei Voraussetzungen erfüllt sein:

- brennbarer Stoff
- Energie und
- Sauerstoff.

Zur Bekämpfung eines Brandes ist es daher erforderlich, diese Voraussetzungen einzuschränken durch:

- quantitative Reduzierung brennbarer Stoffe
- Entzug von Energie (Kühlung durch Sprinkleranlage und/oder Abzug heißer, giftiger Rauchgase durch RWA)
- Entzug oder Verdrängung des Sauerstoffs.

Dem Feuer wird auf diese Weise seine Basis entzogen, damit es erlischt.

Gleichzeitig wird damit als wesentliches Schutzziel die Ausbreitung eines Feuers verhindert.

Da über 90 % der Opfer im Brandfall durch giftigen Rauch ums Leben kommen, besteht ein primäres Schutzziel darin, sowohl der Entstehung als auch der Ausbreitung von Rauch entgegenzuwirken.

Lebensgefährlicher Rauch entsteht bereits in den ersten Minuten nach Brandbeginn (= Brandentstehungsphase).

Mit zunehmender Temperatur und unter Einwirkung von Sauerstoff kommt es dann zum offenen Feuer.

Besonders gefährlich ist dann der Moment, in dem sich das entstandene Rauchgas bei steigender Temperatur selbst entzündet.

Nach diesem „flash over“ spricht man von einem Vollbrand. Maßgebend für die Bemessung ist dann der Feuerwiderstand.

Wird in der ersten Phase bereits die Sprinkleranlage aktiviert, kann diese oder die eintreffende Feuerwehr den Vollbrand ggf. noch verhindern oder in seiner frühen Phase unter Kontrolle bringen, um Schaden zu begrenzen.

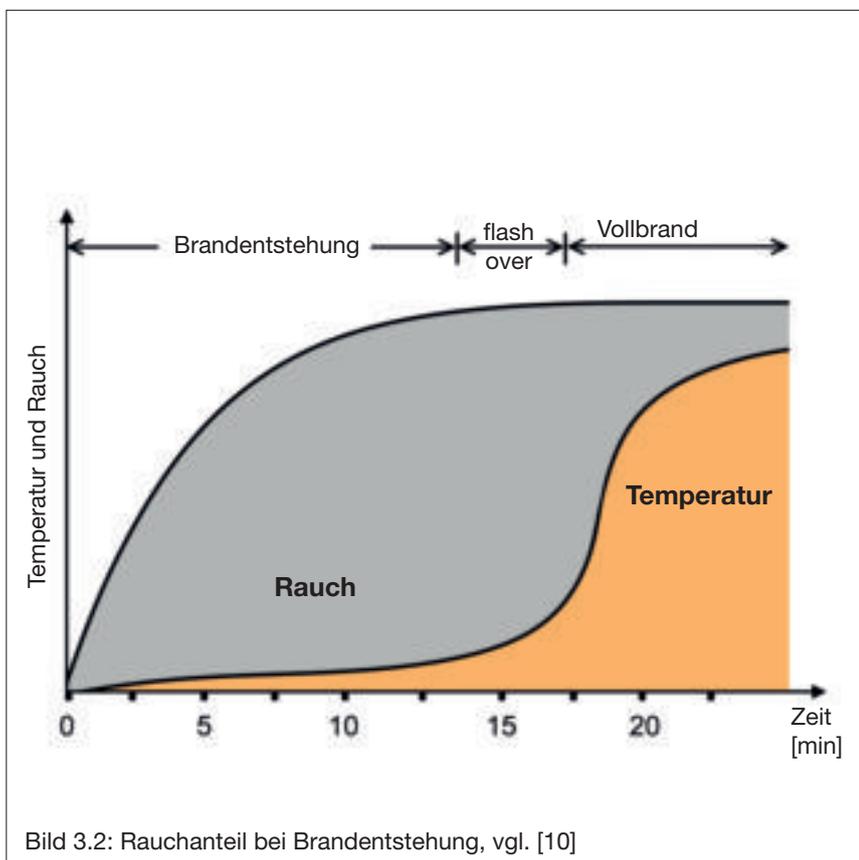


Bild 3.2: Rauchanteil bei Brandentstehung, vgl. [10]

Bemessungsbrand (ETK)

Natürlich hat jeder Brandverlauf in Abhängigkeit seines Umfeldes eigene Parameter:

Zu diesen besonderen Umständen zählen insbesondere

- Brandlasten (Größe, Verteilung, Nachschub)
- Löschmöglichkeiten (Sprinkleranlage) und
- das Zeitintervall bis zum Eintreffen der Feuerwehr.

Die Einwirkung eines Brandes sollte trotzdem durch ein allgemein gültiges Modell simuliert werden, dessen Auswirkungen möglichst auf der konservativen Seite liegen.

Um vergleichbare Werte zum Feuerwiderstand zu erhalten, wird der Brandverlauf deshalb i.d.R. durch die Einheits-Temperaturzeitkurve beschrieben.

Sowohl in DIN 4102-2 als auch in DIN EN 1363-1 ist diese Vorgehensweise definiert.

Der Temperaturverlauf entspricht der internationalen Standardkurve nach ISO 834.

Der Temperaturanstieg im Brandraum wird durch eine logarithmische Gleichung als Funktion der Zeit errechnet:

$$T - T_0 = 345 \cdot \lg(8 \cdot t + 1) \quad [K]$$

Durch Sensoren im Brandraum wird die Verbrennung dann gezielt gesteuert, um den tatsächlichen Temperaturverlauf innerhalb einer zulässigen Toleranz zu realisieren.

Markante Punkte sind die Temperaturen nach 30 min bzw. nach 90 min im Brandofen bei einer Raumtemperatur von $T_0 = 20 \text{ °C}$ zu Versuchsbeginn

Dauer	Ofentemperatur
0 min	20 °C
30 min	842 °C
90 min	1006 °C

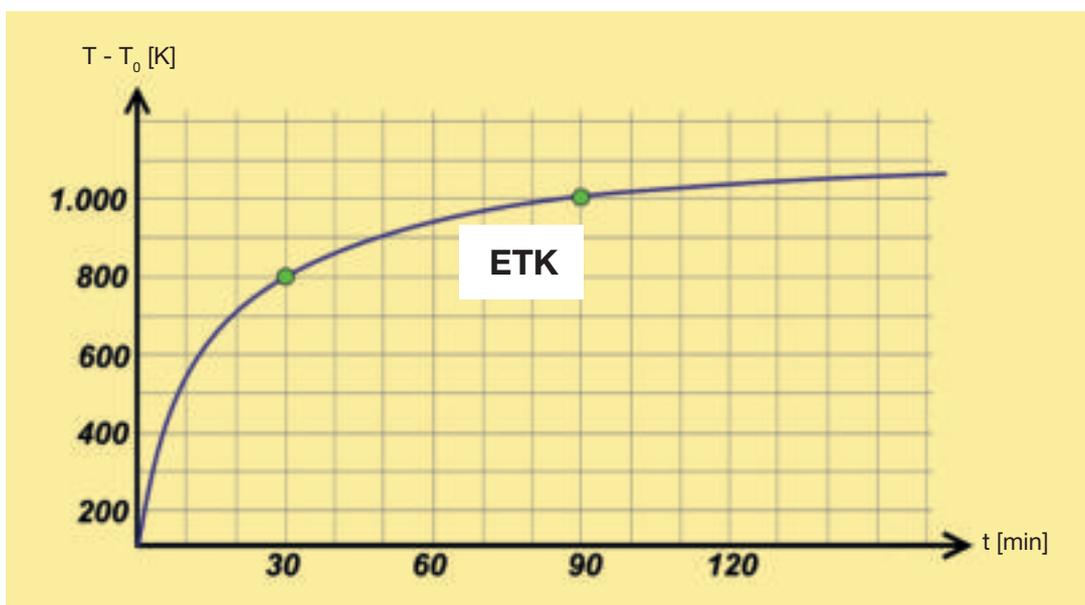


Bild 3.3: Einheits-Temperaturzeitkurve [9]

Weitere Brandszenarien (Tunnelbrand und Naturbrand)

Tunnelbrandkurve / ZTV

Der Tunnelbrand beschreibt eine Extremsituation von

- brennenden Fahrzeugen inkl. Kraftstoff bei behinderter Wärmeableitung.

Im Rahmen der ZTV (Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien, z. B. für den Bau von Straßentunnel) werden die besonderen Anforderungen definiert, die unter diesen Bedingungen für eine ingenieurmäßige Bemessung anzuwenden sind.

Die fehlende Nachführung von Brandlast und das zunehmende Fehlen von Sauerstoff führen in diesem Modell ab der 30. Minute letztlich zu einer kontinuierlichen Verminderung der Temperatur.

In Österreich gilt die RVS 09.01.45 Baulicher Brandschutz in Straßentunnel.

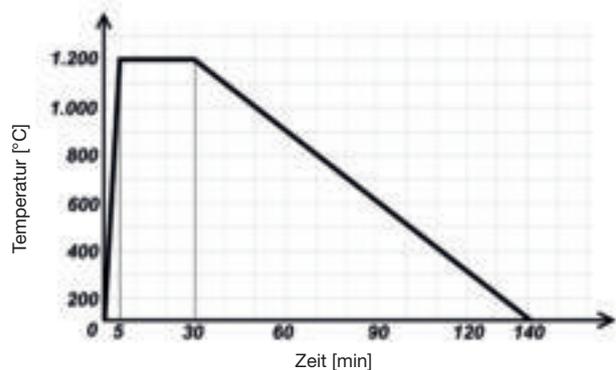


Bild 3.4: Tunnelbrandkurve nach ZTV [25]

Naturbrandmodelle

Die Anwendung von Naturbrandkurven stellt heute noch eher die Ausnahme dar. Infolge der zu betrachtenden spezifischen Randbedingungen zu

- tatsächlicher Brandlast
- beginnenden Löschmaßnahmen (Sprinkleranlage und Feuerwehr)
- Evakuierungszeiten
- Verrauchung

kann häufig eine wirtschaftlichere Bemessung im Vergleich zur ETK erfolgen.

Speziell für Sonderbauten kann die Anwendung von Naturbrandkurven in Zukunft interessante Alternativlösungen aufzeigen, die für jeden Einzelfall zu prüfen sind.

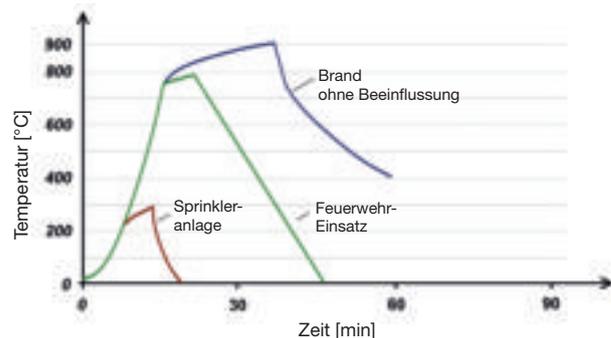


Bild 3.5: Naturbrandmodell / vgl. vfdb-Leitfaden [24]

Falls es doch mal brennt ... auf der sicheren Seite

Sollte es z.B. über einer selbständigen Unterdecke tatsächlich zu einem Brand kommen, so wird dies i.d.R. auf außergewöhnliche und ungewollte Umstände zurückzuführen sein.

Die Brandausbreitung könnte durch Wärmeströmung, Wärmeleitung und Wärmestrahlung erfolgen, z.B. durch einen Kurzschluss. In einem abgeschotteten Bereich oberhalb der klassifizierten Decke ist jedoch weder mit einem Nachschub an Brennstoff noch mit einem Nachschub an Sauerstoff zu rechnen.

Aufgrund dieser Umstände kann sich dieser Brand entsprechend dem Feuerdreieck kaum weiterentwickeln, so dass mit einem Brandverlauf entsprechend der ETK in dieser Situation in der Praxis nicht zu rechnen ist.

Brandverhalten von Baustahl / Abminderungsfaktoren

Die Festigkeitskennwerte von Stahl gehören zu dessen wesentlichen Materialeigenschaften. Physikalisch ist es vollkommen unstrittig, dass sich diese Materialkennwerte zwischen Raumtemperatur und Schmelzpunkt bis auf den Wert 0 reduzieren.

In DIN EN 1993-1-2 : 2010-12 (Eurocode 3) sind für die Heißbemessung als Funktion der Temperatur die jeweils abgeminderten Werte angegeben für die

- effektive Fließgrenze
- Proportionalitätsgrenze (elastisches Verhalten) und für die
- Steigung im elastischen Bereich (E-Modul).

Die konkreten Abminderungsfaktoren werden anhand eines Diagrammes (siehe Bild unten) und auch anhand von Zahlentabellen in Abhängigkeit von der stationären Temperatur angegeben. Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden. Damit lässt sich nun für den Brandfall die Resttragfähigkeit rechnerisch auf dem Weg der Heißbemessung bestimmen.

Die betrachteten Größen stehen dabei in engem Zusammenhang: Mit sinkender Fließgrenze reduziert sich die Tragfähigkeit und ein geringerer E-Modul bedeutet indirekt proportional eine Zunahme der Verformung. Eine Lasteinleitung über dem plastischen Grenztragsmoment führt zum Versagen, was sich für eine Traverse optisch z.B. als Seileck darstellt.

Unter Brandeinwirkung von 90 min reduziert sich die Belastbarkeit einer Konstruktion ca. um den Faktor 20, also auf ca. 5 %, was für die Rohrstützweite RSW i.d.R. keine wirtschaftliche Lösung darstellt. Stattdessen ist es in diesen Fällen üblich, die Konstruktion (also die Widerstandsseite) deutlich zu verstärken (z.B. auf das 4-fache) und die bei Raumtemperatur übliche Stützweite dabei auf 1/5 zu reduzieren, woraus sich ebenfalls wieder der Faktor 20 ergibt - diesmal aber als „wirtschaftlich tragfähige“ Lösung. In Anlehnung an DIN 4104-4 [4] Pkt. 11.2.6.3 sollte die Rohrstützweite für den Brandfall 1,5 m nicht übersteigen.

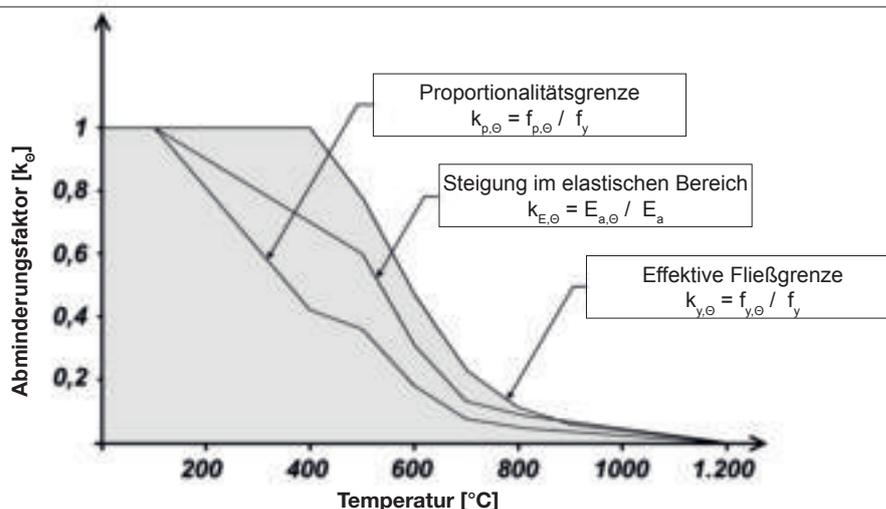
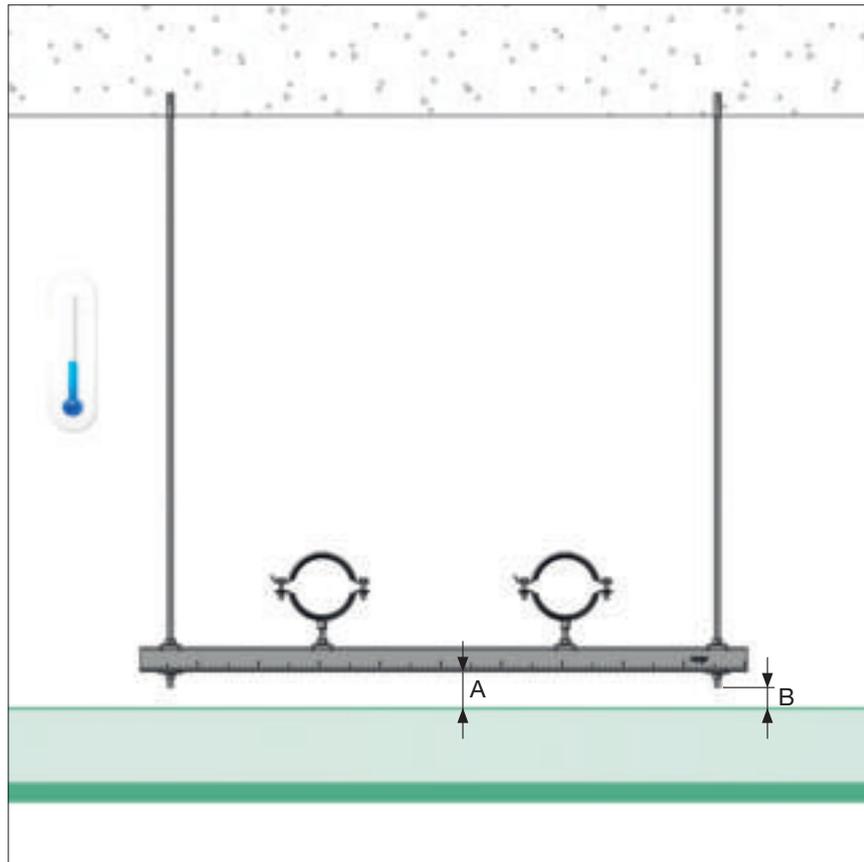


Bild 4.1: Abminderungsfaktoren für Kohlenstoffstahl [6]



Bild 4.2: Vorgehensweise zur Heißbemessung / Sikla

Mindestabstand von Rohrhalterungen über selbstständigen Unterdecken

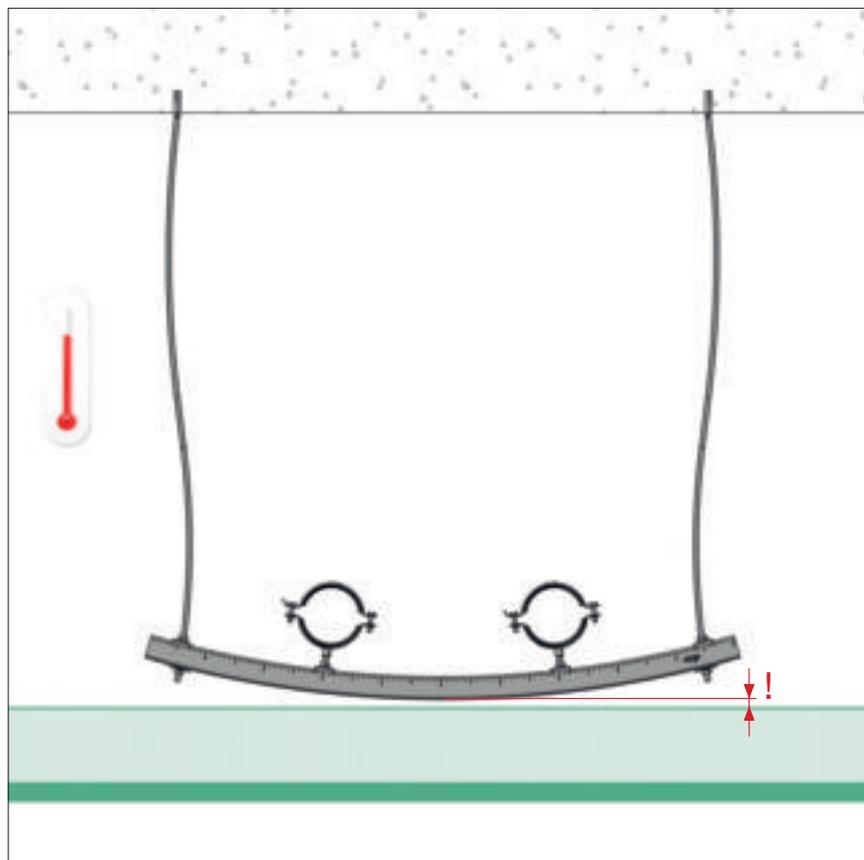


Montagesituation unter Normalbedingungen bei Raumtemperatur

Hinweis:

► Die Trag- und Befestigungssysteme der Leitungen oberhalb von klassifizierten Unterdecken sind entsprechend der Feuerwiderstandsdauer der Decken zu bemessen.

$\min(A; B) \geq 50 \text{ mm}$



Montagesituation unter Brandbedingungen

Es ist ein ausreichender Abstand zwischen Befestigungsstruktur und oberster Störkante der klassifizierten Unterdecke sicherzustellen um deren Beschädigung oder Zerstörung zu verhindern.

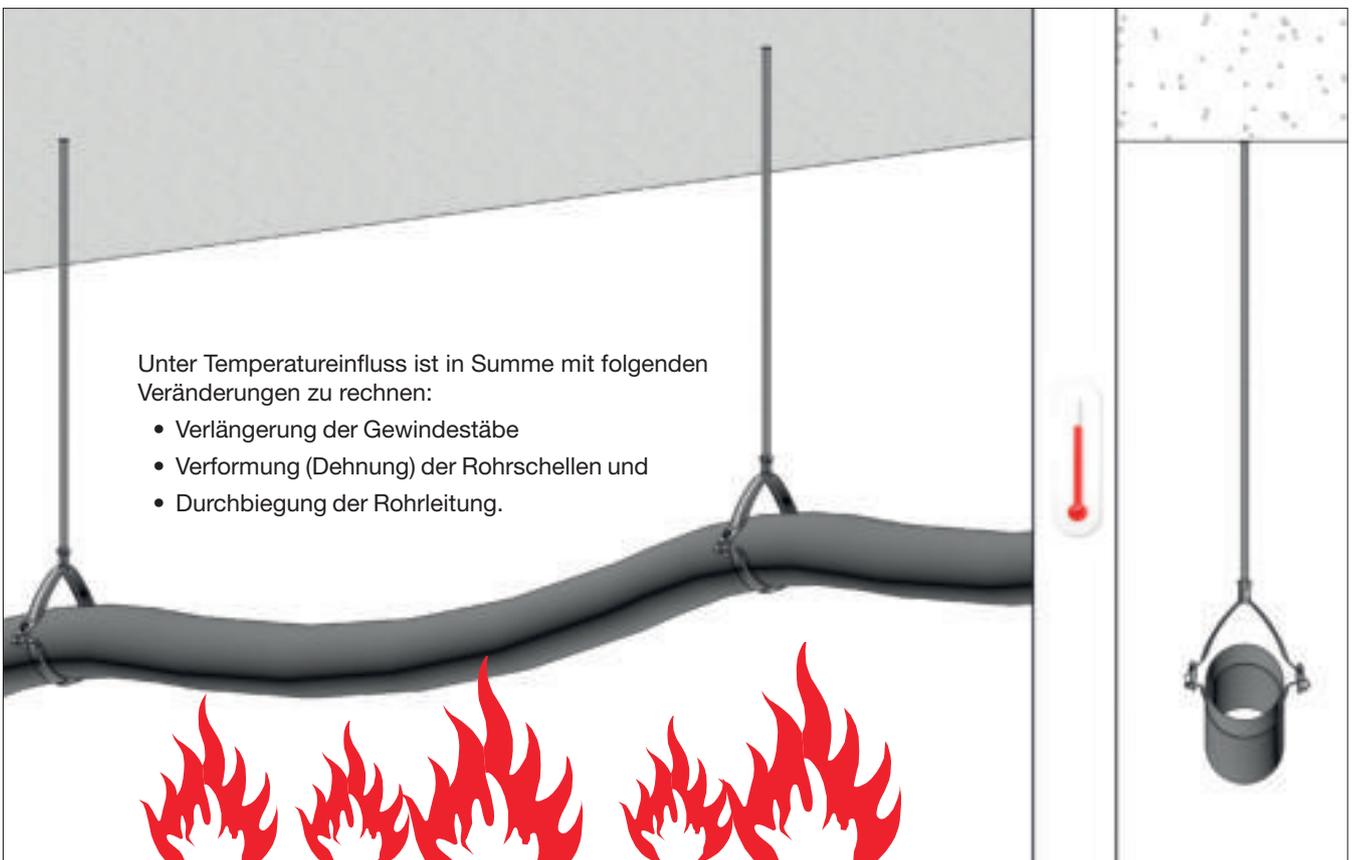
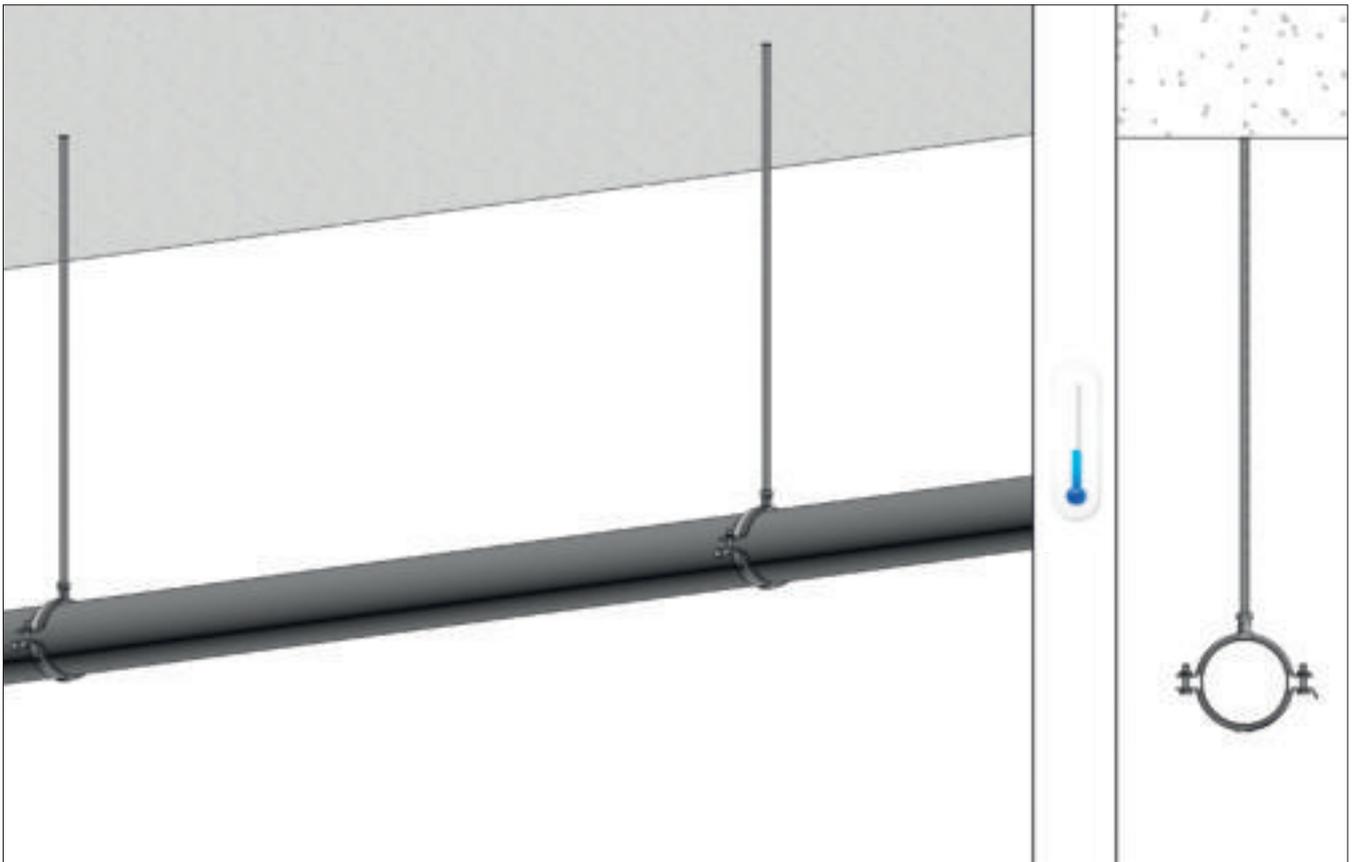
Hinweis:

► Mindestabstände ergeben sich aus dem Verwendbarkeitsnachweis (abP/abZ) des Deckenherstellers.

Nach den Empfehlungen des Kommentars zur MLAR [17] sollte dieser in jedem Fall mindestens 50 mm betragen.

Häufig wird ein größerer Abstand (auch über 100 mm) erforderlich sein, insbesondere bei abgehängten Rohrleitungen.

Absenkung der Rohrleitung unter Temperatureinfluss



Befestigungsregeln für Rohre unter Temperatureinfluss

Für den **Tragsicherheitsnachweis** einer Rohrleitung ist zunächst die Lastverteilung auf die einzelnen Befestigungen zu ermitteln und für jeden Befestigungspunkt eine Lastkette aus deren Widerständen zu untersuchen.

- R_{AN} = Charakteristische Last des Ankers
- R_{GEW} = Charakteristische Last des Gewindestabes
- R_{RS} = Charakteristische Last der Rohrschelle

Im Zusammenwirken muss jedes Element dieser Lastkette den erforderlichen Widerstand aufweisen.

Jeder Einzelwert muss deutlich größer sein als das Rohrleitungsgewicht am Befestigungspunkt, um Unregelmäßigkeiten bei der Verlegung in die Betrachtung einzubeziehen:

$$\min(R_{AN}; R_{GEW}; R_{RS}) > G'(Rohr) \cdot RSW$$

- $G'(Rohr)$ = Gewicht der gefüllten, isolierten Rohrleitung je m
- RSW = Rohrstützweite

Um die **Gebrauchstauglichkeit** einer Rohrleitung im Brandfall einzuschätzen, sollte auch die Durchbiegung der Rohrleitung betrachtet werden, sofern das Rohr nicht über eine spezielle Brandschutzertüchtigung verfügt, z.B durch eine Steinwolle-Rohrschale, z.B. Rockwool 800.

Insbesondere bei Einzelabhängungen nicht isolierter Rohrleitungen kann es zu einer unerwartet großen Gesamtverformung d_{ges} kommen, da sich diese aus mehreren Komponenten zusammensetzt:

$$d_{ges} = d_{GEW} + d_{RS} + d_{Rohr}$$

- d_{GEW} = Verlängerung des Gewindestabes
- d_{RS} = Verlängerung der Rohrschelle
- d_{Rohr} = Absenkung der Rohrleitung

Die Verlängerung eines Gewindestabes d_{GEW} ist berechenbar und beträgt ca. 13 mm / (m · 1000 K).

Die Verlängerung der rohrumschließenden Teile d_{RS} ist den Katalogangaben zu entnehmen (vgl. ab Seite 6.2, Wert für dz) und basiert auf Prüfberichten.

Die Absenkung der Rohrleitung d_{Rohr} ist deutlich schwerer vorauszusagen und sollte deshalb durch Maßnahmen wie

- kurze Stützabstände (< 1 m) und/oder
- nichtbrennbare Rohrisolierungen (Steinwolle) und/oder
- Zwischenabhängungen bei Traversen

indirekt minimiert werden.

Hinweis: Empfehlung für Rohrtrassen

- ▶ *Werden die Rohrleitungen aufgeständert auf horizontalen Profilen befestigt so ergibt sich aus der Profilhöhe der Tragschiene und der Höhe der Verbindungselemente zusätzlicher Spielraum für eine mögliche Eigendurchbiegung der Rohrleitung.*

Verhalten von Befestigungsprodukten im Brandfall

Die Verlängerung eines Gewindestabes im Brandfall ist grundsätzlich berechenbar. Entsprechend der geforderten Feuerwiderstandsdauer (FWD) wird aus der ETK [9] die Temperaturerhöhung abgelesen und mit dem (integralen) Längenausdehnungskoeffizienten multipliziert.

Überschlägig gilt

$$d_{z,GEW} = L_{GEW} \cdot 0,013 \text{ mm} / (m \cdot K)$$

Bei einer Feuerwiderstandsdauer FWD 90 ist also damit zu rechnen, dass sich ein Gewindestab von 1 m Länge im Tragsicherheitsbereich um ca. 13 mm verlängert, was die Tabellen in zahlreichen Brandversuchen widerspiegeln.

Anders als beim Gewindestab, dessen Ausdehnung in Abhängigkeit von einer Temperaturänderung und seiner Länge berechenbar ist, werden insbesondere für Rohrschellen konstante Verformungswerte angesetzt, die in Feuerwiderstandsprüfungen bei einer zugeordneten Prüfzeit von 120 min ermittelt wurden.

Diese Werte (siehe Tabelle ab Seite 6.2) können damit auch für kürzere Feuerwiderstandsdauer angewendet werden und liegen in diesen Fällen auf der sicheren Seite.

Je nach Schutzziel sollte nach Ermittlung aller im Brandfall erwarteten Verformungen ein zusätzlicher Sicherheitsabstand von 50 mm berücksichtigt werden, um auch bei asymmetrischem Verformungsverhalten und weiteren Unregelmäßigkeiten die Funktion der selbstständigen Unterdecke zu erhalten.

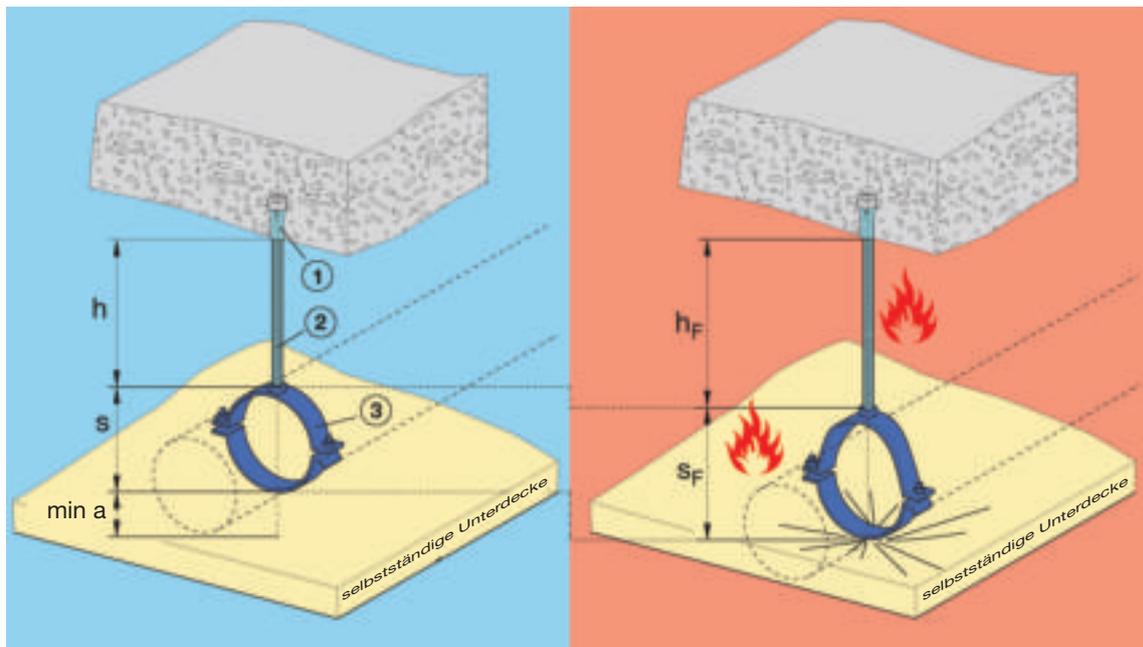


Bild 6.1: Rohrverankerungen über einer selbstständigen Unterdecke im Brandfall / Sikla

Gebrauchslasten und max. Zuglast im Brandfall (1)

Feuerwiderstandsdauer				ohne	FWD 30	FWD 60	FWD 90	FWD 120				
Zeit im Brandraum		t	min	0	30	60	90	120				
max. Temperatur		T	° C	20	842	945	1006	1069				
Abminderungsfaktor (a)		ky, Θ	--	1,000	0,089	0,051	0,039	0,030				
verminderte Streckgrenze (b)		fy, Θ	N/mm ²	235,0	20,9	12,0	9,2	7,1				
Schlaganker AN ES				ETA - 10/0258 (2017-08-02)								
M 8 x 30	110467	F (c, d, e)	kN	1,70	0,90	0,90	0,90	0,50				
M 8 x 40	110468	F (c, d, e)	kN	2,00	1,50	1,50	0,90	0,50				
M 10 x 40	110469	F (c, d, e)	kN	2,00	1,50	1,50	1,50	1,00				
M 12 x 50	110470	F (c, d, e)	kN	2,40	1,50	1,50	1,50	1,20				
M 16 x 65	110471	F (c, d, e)	kN	6,30	4,00	4,00	3,70	2,40				
Bolzenanker AN BZ plus				ETA - 10/0259 (2017-06-09)								
M 8	114137	F (d, f, h)	kN	2,40	1,25	1,10	0,80	0,70				
M 10	114143	F (d, f, h)	kN	4,30	2,25	1,90	1,40	1,20				
M 12	114149	F (d, f, h)	kN	7,60	4,00	3,00	2,40	2,20				
M 16	114156	F (d, f, h)	kN	11,90	6,25	5,60	4,40	4,00				
Verbundanker VMZ				ETA 0260	MFPA GS3.2/17-340-2 (bis 2023-02-04)							
M 8 / 50	190721	F (d)	kN	6,10	1,04	0,47	---	---				
M10 / 60	190748	F (d)	kN	8,00	2,50	1,45	0,39	---				
M12 / 80	190775	F (d)	kN	12,30	5,80	3,80	1,81	0,81				
M16 / 125	190793	F (d)	kN	24,00	7,62	5,81	4,01	3,11				
Nagelanker AN N				ETA - 13/0048 (erteilt 2018-01-30)								
M 8 / M10	112152	F (d, e)	kN	2,14	0,60	0,60	0,60	0,50				
Profilnagel PN 27				ETA - 06/0259 (erteilt 2016-12-08)								
6 x 35	196298	F (d)	kN	2,40	0,80	0,70	0,60	0,40				
Stockschraubenanker MMS-ST				ETA - 05/0010 (erteilt 2015-01-21)								
7,5 x 80	157825	F (d)	kN	2,00	1,50	1,10	0,80	0,50				
10 x 100	157898	F (d)	kN	3,70	2,70	2,00	1,50	1,00				
Stockschraubenanker TSM-ST				ETA - 16/0656 (erteilt 2016-09-30)								
6 x 55	115725	F (d)	kN	3,60	0,90	0,80	0,60	0,40				
Hohldeckenanker AN Easy				DIBt Z-21.1-1785 (erteilt 2016-08-24)								
M 8	110463	F (d, i)	kN	2,00	0,90	0,90	0,70	0,40				
M10	110465	F (d, i)	kN	3,00	1,20	1,20	1,20	1,00				
M12	110466	F (d, i)	kN	3,00	1,20	1,20	1,20	1,20				
Block PBH 41				PB 901 9945 000/La								
M8-M12 für s(MS) = 2,0 mm	199008	F	kN	5,80	0,85	0,43	0,25	---				
M8-M12 für s(MS) ≥ 2,5 mm	199008	F	kN	5,80	1,00	0,54	0,35	0,25				
Stabil D-3G m.E. + Silikon				RAL-GZ 655 und RAL-GZ 656							dz [mm]	
14 - 23		F (M10)	kN	1,80	0,38	0,20	0,14	---	49			
24 - 65		F (M10)	kN	2,00	0,50	0,25	0,17	0,12	44			
67 - 115		F (M10)	kN	2,00	1,00	0,65	0,50	0,40	96			
124 - 162		F (M12)	kN	2,90	2,20	1,20	0,85	0,60	96			
165 - 305		F (M12)	kN	8,00	2,40	1,40	1,00	0,85	104			

Gebrauchslasten und max. Zuglast im Brandfall (2)

Feuerwiderstandsdauer				ohne	FWD 30	FWD 60	FWD 90	FWD 120	
Ratio S				RAL-GZ 655 und RAL-GZ 656					dz [mm]
12 - 35		F (M10)	kN	0,80	0,27	0,08	0,02	---	42
38 - 80		F (M10)	kN	1,30	0,45	0,14	0,07	0,04	41
83 - 90		F (M10)	kN	1,30	0,46	0,17	0,08	0,03	45
108 - 170		F (M10)	kN	2,20	0,57	0,31	0,20	0,15	62

Ratio LS				RAL-GZ 655 und RAL-GZ 656					dz [mm]
12 - 84		F (M10)	kN	0,60	0,27	0,12	0,07	0,04	35
83 - 90		F (M10)	kN	0,95	0,30	0,11	0,08	0,03	45
108 - 114		F (M10)	kN	1,15	0,51	0,26	0,17	0,13	46

Gleitelement GLE J				PB 2101/785/16-CM und PB 900 8374 000/La/Ei					
M10		126861	F	kN	3,50	1,10	0,60	0,40	0,30
M12		126870	F	kN	6,00	1,30	1,00	0,50	0,30
M16		126889	F	kN	6,00	1,30	1,00	0,50	0,30

Gleitsatz GS 2G				PB 900 8374 000/La/Ei und PB 901 9945 000/La					
GS 2G2		110584	F	kN	0,60	0,60	0,43	0,28	0,20
GS 2G2-PL		110585	F	kN	0,60	0,60	0,43	0,28	0,20

Gleitsatz GS H3G				PB 901 9945 000/La und PB 900 8374 000/La/Ei					
GS H3G2		110588	F	kN	5,00	1,00	0,54	0,36	0,26
GS H3G2-PL		110589	F	kN	5,00	1,00	0,54	0,36	0,26

Universalgelenk UG				PB 2100/243/17- CM					
M 8		198636	F	kN	5,80	0,60	0,45	0,34	0,26
M10		198643	F	kN	8,00	0,60	0,60	0,54	0,42
M12		158075	F	kN	13,00	1,60	1,03	0,79	0,61
M16		158084	F	kN	13,00	1,60	1,60	1,47	1,13

Gewindestäbe 4.6 / 4.8				DIN EN 1993-1-2: 2010-12 (Eurocode 3)					
M 8		124559	F (g)	kN	5,80	0,78	0,45	0,34	0,26
M10		124568	F (g)	kN	9,30	1,24	0,71	0,54	0,42
M12		143192	F (g)	kN	13,50	1,80	1,03	0,79	0,61
M16		110817	F (g)	kN	25,10	3,35	1,92	1,47	1,13

Gewindestäbe 4.6 / 4.8				DIN 4102-4 : 2016-05					
M 8		124559	F (k)	kN	5,80	0,33	0,33	0,22	0,22
M10		124568	F (k)	kN	9,30	0,52	0,52	0,35	0,35
M12		143192	F (k)	kN	13,50	0,76	0,76	0,51	0,51
M16		110817	F (k)	kN	25,10	1,41	1,41	0,94	0,94

Hinweise:

- für ferritischen Baustahl lt. Untersuchungsbericht Nr. 9009798000 der MPA Stuttgart (OGI)
- für $f_y = 235 \text{ N/mm}^2$
- für Ausführungen verzinkt (Brandlast für Anschluss ab 5.6) oder Edelstahl A4
- für C 20/25 ohne Berücksichtigung verminderter Achs- oder Randabstände im gerissenen Beton
- für Mehrfachbefestigungen nichttragender Systeme im gerissenen Beton
- Brandlasten für Ausführung A4 ggf. höher (siehe Katalog)
- Lasten für Gewindestab unter Brandbeanspruchung nach DIN EN 1993-1-2: 2010-12
- für Standard-Verankerungstiefe bei $t_{\text{fix}} = 50 \text{ mm}$
- für Beton $\geq \text{C45/55}$ und Spiegeldicke $\geq 40 \text{ mm}$
- Lasten für Gewindestab unter Brandbeanspruchung nach DIN 4102-4: 2016-05

Alle Lastangaben verstehen sich als Zuglasten.

Produktprüfungen nach RAL-GZ 656

Die unabhängige Prüfung von Rohrschellen unter Brandbedingungen unterliegt den strengen Güte- und Prüfbestimmungen RAL-GZ 655 „Rohrbefestigung“ als Grundlage für eine Brandprüfung und Auswertung nach RAL-GZ 656 „Brandgeprüfte Rohrbefestigung.“

Nach klar definierten Montageanleitungen werden mehrere Produkte in entsprechenden Aufnahmevorrichtungen verschraubt, unter Raumtemperatur geprüft und die Ergebnisse statistisch ausgewertet.

Sind die Prüfungen unter Raumtemperatur bestanden, werden zahlreiche Feuerwiderstandsprüfungen durchgeführt, um eine bestimmte Anzahl vorgeschriebener Messpunkte zu erhalten, die anschließend über Regressionskurven und notwendigen Sicherheitsbetrachtungen einer ingenieurmäßigen Auswertung unterliegen.



Ermittelt werden im Ergebnis die Feuerwiderstände der Bauteile hinsichtlich Zugbelastung für eine Feuerwiderstandsdauer FWD von 30; 60; 90; 120 min und die dazugehörige größte Verformung d_z in mm (Werte ab Seite 6.2).

Vollständig definierte gleiche Prüfbedingungen ermöglichen dem Anwender letztlich eine tatsächliche Vergleichbarkeit der technischen Kennwerte dieser Produkte. Die Einhaltung von Vorgaben der werkseigenen Produktionskontrolle sowie die unabhängige Fremdüberwachung sichern dauerhaft die erwartete Qualität.



Bild 6.2: Feuerwiderstandsprüfung Rohrschelle / Sikla

Die maximale Verformung d_z gilt für eine Feuerwiderstandsdauer von 120 min und ist damit auch auf jede kürzere Widerstandsdauer anwendbar.



Bild 6.3: Rohrschelle Stabil D-3G vor und nach Brandversuch / Sikla

Profile / Herleitung der Randbedingungen

Tragfähigkeit (TFK)

Die Tragfähigkeit der Profile im Brandfall gilt entsprechend der Neufassung von DIN EN 1363-1 : 2012-10 für „Feuerwiderstandsprüfungen“ als erreicht, wenn die Durchbiegung folgenden Grenzwert $d_{zul,TFK}$ erreicht hat.

$$d_{zul,TFK} = \frac{L_f^2}{400 \cdot h}$$

Gebrauchstauglichkeit (GTK)

Die Gebrauchstauglichkeit beschreibt eine begrenzte Durchbiegung $d_{zul,GTK}$, die aus optischer Sicht begründet ist und den Erhalt des Profilquerschnittes über die biegebeanspruchte freie Länge L_f sichert:

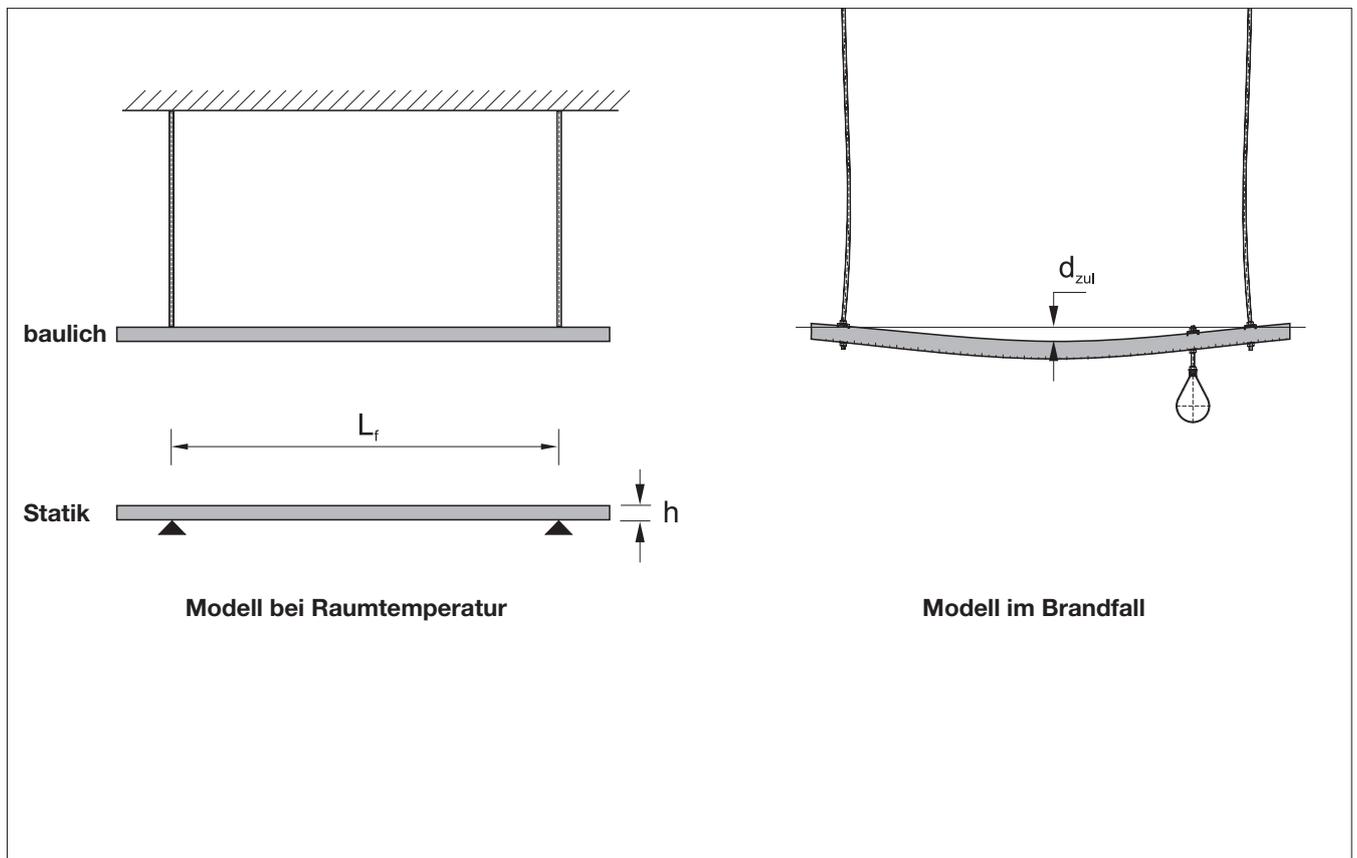
$$d_{zul,GTK} = \frac{L_f}{20}$$

Werden beide Kriterien verknüpft, ergibt sich die maximal empfohlene Stützweite L_f im Brandfall als theoretischer Wert $L_{f,theor}$

$$d_{zul,TFK} = d_{zul,GTK}$$

$$\frac{L_f^2}{400 \cdot h} = \frac{L_f}{20}$$

$$L_{f,theor} = 20 \cdot h$$



Profile / Tabelle für freie Längen L_f

MS Typ	$L_{f, empf}$ [mm]	$L_{f, theor}$ [mm]
 27/15/1,25	300	300 ¹⁾
 27/25/1,25	400	500 ¹⁾
 27/37/1,25	400	740 ¹⁾
 41/21/1,5	400	420 ¹⁾
 41/21/2,0	400	420 ²⁾
 41/31/2,0	600	620 ²⁾
 41/41/2,0	800	820 ²⁾
 41/41/2,5	800	820 ²⁾
 41/45/2,5	800	900 ²⁾
 41/52/2,5	1000	1040 ²⁾
 41/62/2,5	1000	1240 ²⁾
 41/62/3,0	1000	1240 ²⁾
 41-75/65/3,0	1250	1300 ²⁾
 41-75/75/3,0	1250	1500 ²⁾

¹⁾ Die Verwendung dieser Profile erfordert die zusätzliche Beurteilung der konkreten Einsatzbedingungen durch einen Sachverständigen/Fachplaner für gebäudetechnischen Brandschutz.

²⁾ Profile ab Wanddicke 2,0 mm dürfen von geschulten Mitarbeitern ausgelegt werden (Inhaber des Zertifikates SiPlan-Schulung, Block 2 mit Schwerpunkt „Heißbemessung“) nach DIN EN 1363-1 : 2012-10 für Feuerwiderstandsprüfungen nach DIN EN 1993-1-2 : 2010-12 für die Tragwerksbemessung im Brandfall.

Ausgehend von der errechneten theoretischen freien Länge $L_{f, theor}$ wurden auch aus brandschutztechnischen Überlegungen empfohlene Werte $L_{f, empf}$ abgeleitet für die immer gilt

$$L_{f, empf} \leq L_{f, theor}$$

Grundlagen

1. Traditionelle Ermittlung von Lastwerten für den Brandfall

Erste Berechnungsansätze gab es in früheren Ausgaben der DIN 4102 für zugbelastete Elemente (Gewindestäbe) mit den seit ca. 1970 verwendeten Spannungswerten:

zul. Zugspannungen nach DIN 4102	FWD 30	FWD 60	FWD 90	FWD 120
	9 N/mm ²	9 N/mm ²	6 N/mm ²	6 N/mm ²

Gleiche Werte für FWD 30 und FWD 60 sowie für FWD 90 und FWD 120 verdeutlichen dabei, dass für FWD 30 und FWD 90 größere Sicherheiten bestehen.

Bis zum Jahr 2000 wurden aber fast ausschließlich Prüfungen in Materialprüfanstalten durchgeführt, um Aussagen zur Feuerwiderstandsfähigkeit von Bauprodukten zu erhalten.

Die Anwendung von Ingenieurmethoden im Brandschutz war erst in der Erprobung und wurde parallel mit der Softwareentwicklung für die Berechnung von Stahltragwerken mit und ohne Bekleidung vorangetrieben.

2. Eurocode 3 DIN EN 1993-1-2 für den Brandfall

2005 liegt erstmalig eine Europäische Norm für die Heißbemessung vor:

DIN EN 1993-1-2 „Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten“ Teil 1-2 „Tragwerksbemessung für den Brandfall.“

Der Anwendungsbereich wird auf dünnwandige Profile (bis 3 mm) erweitert.

Im Jahre 2010 erschien eine überarbeitete Fassung dieser Norm [7] mit Nationalem Anhang.

3. Sikla erhält den Prüfbericht der MPA Stuttgart

Bereits Ende 2005 erhält Sikla von der MPA Stuttgart den Prüfbericht Nr. 900 9788 000 zur Rechnerischen Untersuchung abgehängter Stahltraversen aus C-Profilen für den Brandfall. Damit wird die Anwendbarkeit von Berechnungen auf biegebelastete Montageschienen nachgewiesen und die Umsetzung in der Planungssoftware SiPlan vorbereitet. Entsprechend den Kenntnissen und Erfahrungen der MPA Stuttgart wird bei der Ermittlung der Verformung bereits ein zusätzlicher Vergrößerungsfaktor berücksichtigt.

4. Neue Erkenntnisse der RAL-Gütegemeinschaft Rohrbefestigung

2015 wird in Versuchen der Arbeitsgruppe Brandschutz des RAL festgestellt, dass in bestimmten Fällen größere Verformungen auftreten als in den Berechnungen nach EC 3 ermittelt. In einer Veröffentlichung der tab [23] wird dieses Phänomen beschrieben und vom Autor darauf hingewiesen, dass die Anwendung dieser Norm für leichte, kaltprofilerte, dünnwandige Profile besonderen Sachverstand und umfassende Anwendungs- und Produktkenntnis erfordert. Weiterhin wird die Tatsache erwähnt, dass einzelne Vorversuche von Herstellern auf eine höhere als die (rechnerisch) erwartete Tragfähigkeit hinweisen, was die unstrittige Anwendbarkeit der reduzierten Spannungswerte begründet, wie in einem weiteren Fachartikel der RAL-Gütegemeinschaft im Magazin FeuerTrutz 2017/1 [11] beschrieben.

5. Sikla berücksichtigt die neuen Erkenntnisse

2016 wird in Auswertung der neuen Erkenntnisse ein Verformungszuschlag ermittelt und in SiPlan ergänzt, so dass deutlich größere Verformungen als nach alleiniger Anwendung des EC 3 ermittelt werden. Anhand des neuen Kriteriums Tragfähigkeit nach DIN EN 1363-1 werden die Berechnungen so auf den Bereich eingegrenzt, in dem kein Versagen zu erwarten ist. Es werden deshalb nur die Fälle berechnet, die als „tragfähige Lösungen“ zu betrachten sind.

Verformungen zum Seileck bedeuten dagegen deutliche lokale Querschnittsveränderungen und gehören damit nicht mehr zum Lösungsfeld, sondern in den Bereich „Versagen.“

Aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse wird deshalb die Empfehlung für die Anwendung des Rechenverfahrens auf Montageschienen ab 2 mm Wanddicke in gestuften Längen in Abhängigkeit vom Querschnitt auf eine freie Länge L_f von 400 mm bis max. 1250 mm bei einer Wanddicke von 3 mm begrenzt (vgl. Seite 7.2).

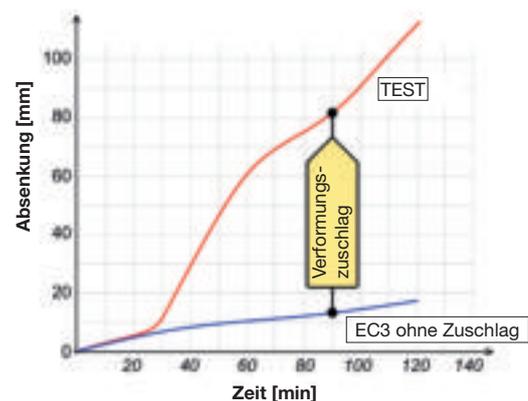
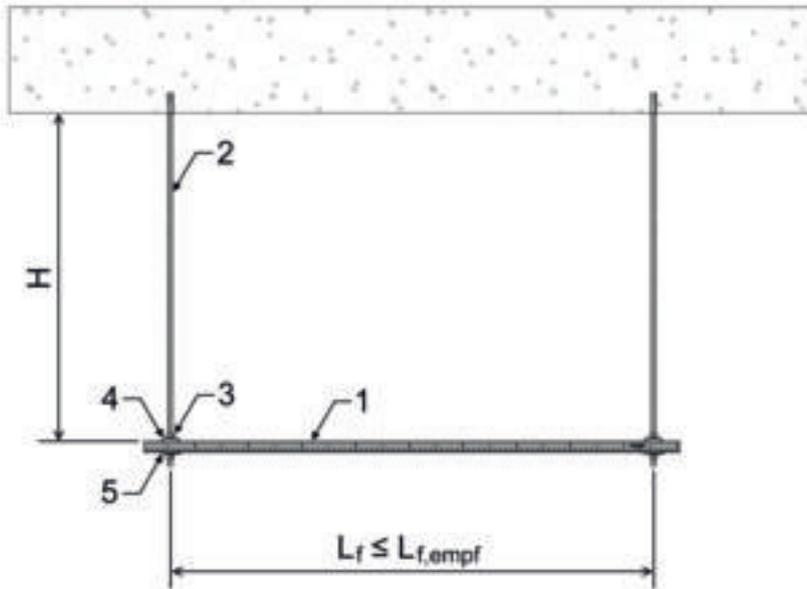


Bild 8.1: Verformungszuschlag zwischen Testwerten und zuschlagfreier EC3-Berechnung für MS von Sikla

Orientiert wird aus diesem Grunde auf Zwischenabhängungen und max. Verformungen bis $L/20$, um die Anwendbarkeit des Rechenverfahrens verantwortungsvoll auf einen beherrschbaren Bereich einzuschränken, bis Forschungsergebnisse wieder eine größere und wirtschaftlichere Anwendungsbreite erkennen lassen.

Ausnahmen für MS mit geringerer Wanddicke sind nur noch unter bestimmten Bedingungen möglich und erfordern zusätzliche Fachkenntnisse.

Feuerwiderstand Lastwerte für abgehängte Montageweise: MS 41/21/2,0

Stückliste

Pos.	Art. Nr.	Anz.	Bezeichnung
1	193686	1	MS 41/21/2,0
2	124568	2	Gewindestab GST M10
3	137546	4	Sechskantmutter M10
4	178247	2	Halteklau HK 41/10
5	105590	2	Unterlegscheibe US 10/40

Max. $q_{z,zul}$: Gleichstreckenlast

Feuerwiderstandsdauer	L_f					
	200 mm		300 mm		400 mm	
	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,93	10,0	0,61	14,0	0,46	19,0
FWD 60	0,53	11,0	0,35	17,0	0,26	24,0
FWD 90	0,40	11,0	0,26	16,0	0,19	23,0
FWD 120	0,31	12,0	0,20	16,0	0,15	23,0

H = 500 mm

Max. $F_{z,zul}$: Einzellast - Zentrisch

Feuerwiderstandsdauer	L_f					
	200 mm		300 mm		400 mm	
	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,46	10,0	0,30	14,0	0,23	19,0
FWD 60	0,26	11,0	0,17	16,0	0,13	24,0
FWD 90	0,20	11,0	0,13	16,0	0,09	22,0
FWD 120	0,15	11,0	0,10	16,0	0,07	22,0

H = 500 mm

Max. $F_{z,zul}$: 2 Einzellasten - Symmetrisch

Feuerwiderstandsdauer	L_f					
	200 mm		300 mm		400 mm	
	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,34	10,0	0,23	14,0	0,17	19,0
FWD 60	0,19	11,0	0,13	16,0	0,09	23,0
FWD 90	0,15	11,0	0,10	16,0	0,07	23,0
FWD 120	0,11	11,0	0,07	16,0	0,05	21,0

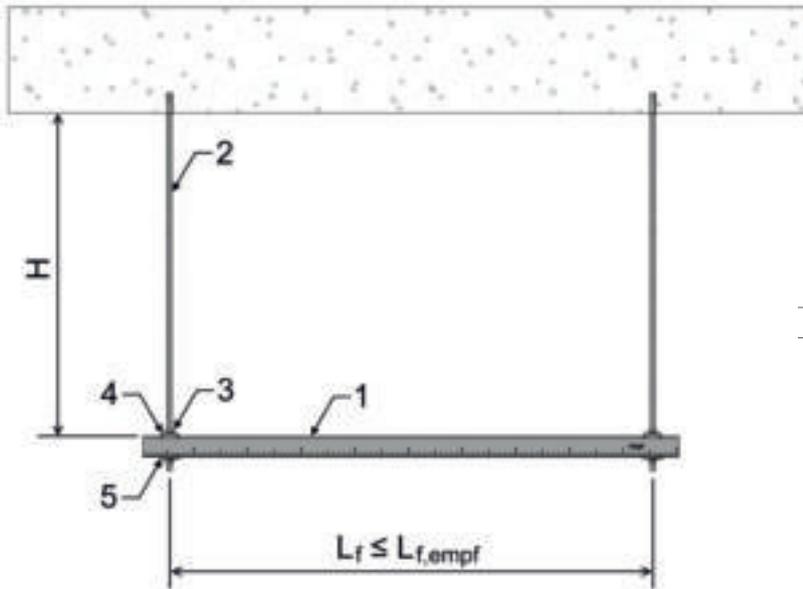
H = 500 mm

Max. $F_{z,zul}$: 3 Einzellasten - Symmetrisch

Feuerwiderstandsdauer	L_f					
	200 mm		300 mm		400 mm	
	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,23	10,0	0,15	14,0	0,11	19,0
FWD 60	0,13	11,0	0,08	16,0	0,06	23,0
FWD 90	0,10	11,0	0,06	16,0	0,04	20,0
FWD 120	0,07	11,0	0,05	16,0	0,03	20,0

H = 500 mm

Die angegebene Absenkung ergibt sich aus der Verlängerung der Gewindestäbe und Durchbiegung des Profils; der Wert enthält einen Verformungszuschlag entsprechend aktueller Forschungsergebnisse.

Feuerwiderstand Lastwerte für abgehängte Montagewise: MS 41/41/2,0

Stückliste

Pos.	Art. Nr.	Anz.	Bezeichnung
1	193723	1	MS 41/41/2,0
2	124568	2	Gewindestab GST M10
3	137546	4	Sechskantmutter M10
4	178247	2	Halteklau HK 41/10
5	105590	2	Unterlegscheibe US 10/40

Max. $q_{z,zul}$: Gleichstreckenlast

Feuerwiderstandsdauer	L_f							
	200 mm		400 mm		600 mm		800 mm	
	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	2,47	8,0	1,31	13,0	0,87	21,0	0,64	32,0
FWD 60	1,41	9,0	0,75	15,0	0,49	26,0	0,36	41,0
FWD 90	1,07	9,0	0,56	15,0	0,37	25,0	0,27	39,0
FWD 120	0,83	9,0	0,44	15,0	0,28	25,0	0,20	38,0

H = 500 mm

Max. $F_{z,zul}$: Einzellast - Zentrisch

Feuerwiderstandsdauer	L_f							
	200 mm		400 mm		600 mm		800 mm	
	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]						
FWD 30	1,32	8,0	0,66	13,0	0,43	21,0	0,32	32,0
FWD 60	0,75	9,0	0,37	15,0	0,24	26,0	0,18	41,0
FWD 90	0,57	9,0	0,28	15,0	0,18	25,0	0,13	39,0
FWD 120	0,44	9,0	0,22	15,0	0,14	24,0	0,10	38,0

H = 500 mm

Max. $F_{z,zul}$: 2 Einzellasten - Symmetrisch

Feuerwiderstandsdauer	L_f							
	200 mm		400 mm		600 mm		800 mm	
	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]						
FWD 30	0,98	8,0	0,49	13,0	0,32	21,0	0,24	32,0
FWD 60	0,56	9,0	0,28	15,0	0,18	26,0	0,13	40,0
FWD 90	0,42	9,0	0,21	15,0	0,13	25,0	0,10	39,0
FWD 120	0,33	9,0	0,16	15,0	0,10	25,0	0,07	38,0

H = 500 mm

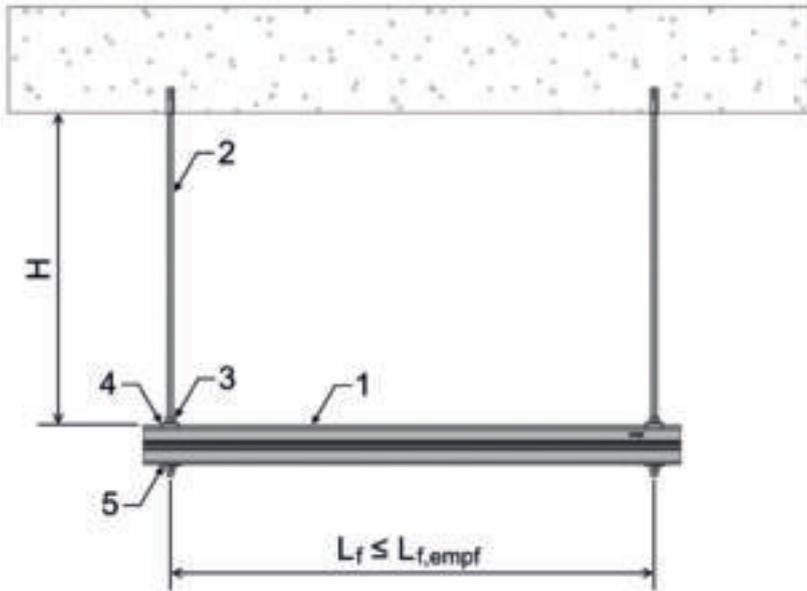
Max. $F_{z,zul}$: 3 Einzellasten - Symmetrisch

Feuerwiderstandsdauer	L_f							
	200 mm		400 mm		600 mm		800 mm	
	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]						
FWD 30	0,66	8,0	0,32	13,0	0,21	21,0	0,16	32,0
FWD 60	0,37	9,0	0,18	15,0	0,12	26,0	0,09	41,0
FWD 90	0,28	9,0	0,14	15,0	0,09	25,0	0,06	39,0
FWD 120	0,22	9,0	0,11	15,0	0,07	25,0	0,05	38,0

H = 500 mm

Die angegebene Absenkung ergibt sich aus der Verlängerung der Gewindestäbe und Durchbiegung des Profils; der Wert enthält einen Verformungszuschlag entsprechend aktueller Forschungsergebnisse.

Feuerwiderstand Lastwerte für abgehängte Montagewise: MS 41-75/75/3,0



Stückliste

Pos.	Art. Nr.	Anz.	Bezeichnung
1	173999	1	MS 41-75/75/3,0
2	143192	2	Gewindestab GST M12
3	114228	4	Sechskantmutter M12
4	178256	2	Halteklaupe HK 41/12
5	105606	2	Unterlegscheibe US 12/40

Max. $q_{z,zul}$: Gleichstreckenlast

Feuerwiderstandsdauer	L_f							
	500 mm		750 mm		1.000 mm		1.250 mm	
	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	3,56	10,0	3,37	19,0	2,50	29,0	1,97	42,0
FWD 60	2,02	12,0	1,91	23,0	1,42	37,0	1,10	54,0
FWD 90	1,54	12,0	1,43	23,0	1,05	35,0	0,81	51,0
FWD 120	1,18	12,0	1,11	23,0	0,81	35,0	0,62	50,0

H = 500 mm

Max. $F_{z,zul}$: Einzellast - Zentrisch

Feuerwiderstandsdauer	L_f							
	500 mm		750 mm		1.000 mm		1.250 mm	
	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]						
FWD 30	2,55	12,0	1,68	19,0	1,25	29,0	0,98	42,0
FWD 60	1,46	14,0	0,95	23,0	0,70	37,0	0,55	54,0
FWD 90	1,10	14,0	0,71	23,0	0,52	35,0	0,40	51,0
FWD 120	0,85	14,0	0,55	22,0	0,40	34,0	0,31	50,0

H = 500 mm

Max. $F_{z,zul}$: 2 Einzellasten - Symmetrisch

Feuerwiderstandsdauer	L_f							
	500 mm		750 mm		1.000 mm		1.250 mm	
	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]						
FWD 30	1,78	11,0	1,26	19,0	0,93	29,0	0,74	43,0
FWD 60	1,01	13,0	0,70	23,0	0,53	37,0	0,41	54,0
FWD 90	0,77	13,0	0,53	23,0	0,39	35,0	0,30	51,0
FWD 120	0,59	13,0	0,41	22,0	0,30	34,0	0,23	50,0

H = 500 mm

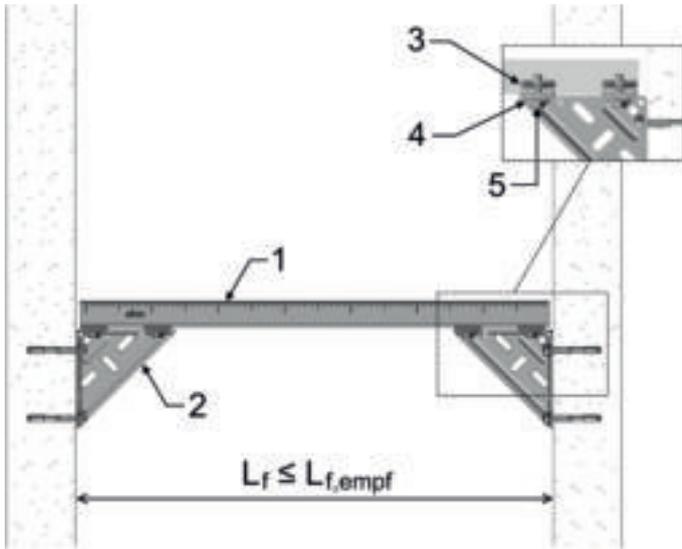
Max. $F_{z,zul}$: 3 Einzellasten - Symmetrisch

Feuerwiderstandsdauer	L_f							
	500 mm		750 mm		1.000 mm		1.250 mm	
	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]						
FWD 30	1,18	11,0	0,84	19,0	0,58	28,0	0,48	42,0
FWD 60	0,67	13,0	0,47	23,0	0,35	37,0	0,27	53,0
FWD 90	0,51	13,0	0,36	23,0	0,26	35,0	0,20	50,0
FWD 120	0,38	13,0	0,27	22,0	0,20	34,0	0,15	49,0

H = 500 mm

Die angegebene Absenkung ergibt sich aus der Verlängerung der Gewindestäbe und Durchbiegung des Profils; der Wert enthält einen Verformungszuschlag entsprechend aktueller Forschungsergebnisse.

Feuerwiderstand Lastwerte für Montagetraverse als Traverse an WK: MS 41/41/2,0



Stückliste

Pos.	Art. Nr.	Anz.	Bezeichnung
1	193723	1	MS 41/41/2,0
2	-	2	Winkelkonsole WK Typ s. Lasttabelle

WK 100/100-40

Pos.	Art. Nr.	Anz.	Bezeichnung
3	198995	4	Block PBH 41-M10
4	125365	4	U-Scheibe DIN 9021-10
5	138626	4	Sechskantschraube M10 x 30

ab WK 150/150

Pos.	Art. Nr.	Anz.	Bezeichnung
3	199008	4	Block PBH 41-M12
4	156462	4	U-Scheibe 12/30
5	138477	4	Sechskantschraube M12 x 30

	Feuerwiderstandsdauer	Winkelkonsole WK (Art. Nr.)					
		100/100-40 (163921)		150/150 (155513)		200/200 (118170)	
		Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,34	13,0	0,70	16,0	0,70	12,0	
FWD 60	0,18	15,0	0,39	20,0	0,39	15,0	
FWD 90	0,13	15,0	0,29	19,0	0,29	14,0	
FWD 120	0,10	15,0	0,22	19,0	0,22	14,0	

$L_f = 800$ mm

	Feuerwiderstandsdauer	Winkelkonsole WK (Art. Nr.)					
		100/100-40 (163921)		150/150 (155513)		200/200 (118170)	
		Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,34	23,0	0,40	22,0	0,44	19,0	
FWD 60	0,18	28,0	0,22	28,0	0,25	24,0	
FWD 90	0,13	27,0	0,17	26,0	0,19	23,0	
FWD 120	0,10	26,0	0,13	26,0	0,14	22,0	

$L_f = 800$ mm

	Feuerwiderstandsdauer	Winkelkonsole WK (Art. Nr.)					
		100/100-40 (163921)		150/150 (155513)		200/200 (118170)	
		Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,17	16,0	0,34	22,0	0,34	17,0	
FWD 60	0,09	20,0	0,19	28,0	0,19	21,0	
FWD 90	0,06	19,0	0,14	26,0	0,14	20,0	
FWD 120	0,05	19,0	0,11	26,0	0,11	20,0	

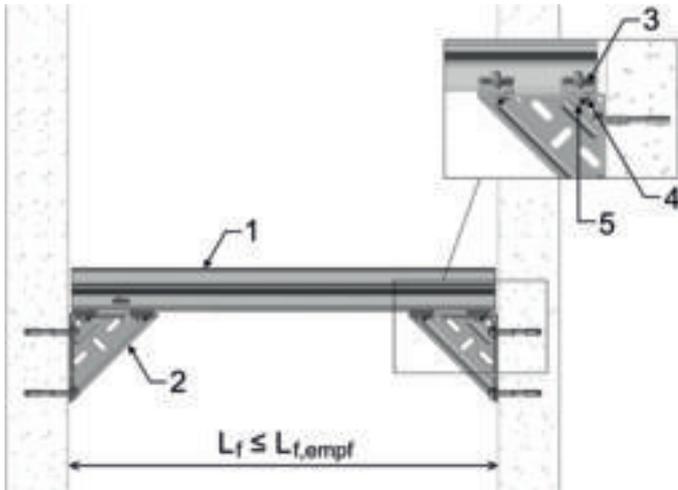
$L_f = 800$ mm

	Feuerwiderstandsdauer	Winkelkonsole WK (Art. Nr.)					
		100/100-40 (163921)		150/150 (155513)		200/200 (118170)	
		Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,11	16,0	0,22	22,0	0,23	17,0	
FWD 60	0,06	20,0	0,12	28,0	0,13	21,0	
FWD 90	0,04	19,0	0,09	26,0	0,09	20,0	
FWD 120	0,03	19,0	0,07	26,0	0,07	20,0	

$L_f = 800$ mm

Die angegebene Absenkung ergibt sich aus der Verformung der WK und der Durchbiegung des Profils; der Wert enthält einen Verformungszuschlag entsprechend aktueller Forschungsergebnisse.

Hinweis: Die Konsolen können auch oberhalb der MS montiert werden.

Feuerwiderstand Lastwerte für Montageschiene als Traverse an WK: MS 41-75/75/3,0

Stückliste

Pos.	Art. Nr.	Anz.	Bezeichnung
1	173999	1	MS 41-75/75/3,0
2	-	2	Winkelkonsole WK Typ s. Lasttabelle
3	199008	4	Block PBH 41-M12
4	156462	4	U-Scheibe 12/30
5	138477	4	Sechskantschraube M12 x 30

 Max. $q_{z,zul}$: Gleichstreckenlast	Feuerwiderstandsdauer	Winkelkonsole WK (Art. Nr.)					
		150/150 (155513)		200/200 (118170)		300/200 (118046)	
		Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,64	11,0	0,64	10,0	1,71	26,0	
FWD 60	0,34	14,0	0,34	12,0	0,95	33,0	
FWD 90	0,24	13,0	0,24	12,0	0,71	32,0	
FWD 120	0,17	13,0	0,17	11,0	0,54	31,0	

 $L_f = 1.250 \text{ mm}$

 Max. $F_{z,zul}$: Einzellast - Zentrisch	Feuerwiderstandsdauer	Winkelkonsole WK (Art. Nr.)					
		150/150 (155513)		200/200 (118170)		300/200 (118046)	
		Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,64	19,0	0,64	17,0	1,11	34,0	
FWD 60	0,34	23,0	0,34	20,0	0,62	43,0	
FWD 90	0,24	22,0	0,24	19,0	0,46	41,0	
FWD 120	0,17	20,0	0,17	18,0	0,35	40,0	

 $L_f = 1.250 \text{ mm}$

 Max. $F_{z,zul}$: 2 Einzellasten - Symmetrisch	Feuerwiderstandsdauer	Winkelkonsole WK (Art. Nr.)					
		150/150 (155513)		200/200 (118170)		300/200 (118046)	
		Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,32	14,0	0,32	12,0	0,85	34,0	
FWD 60	0,17	17,0	0,17	14,0	0,47	42,0	
FWD 90	0,12	16,0	0,12	14,0	0,35	40,0	
FWD 120	0,08	16,0	0,08	13,0	0,27	40,0	

 $L_f = 1.250 \text{ mm}$

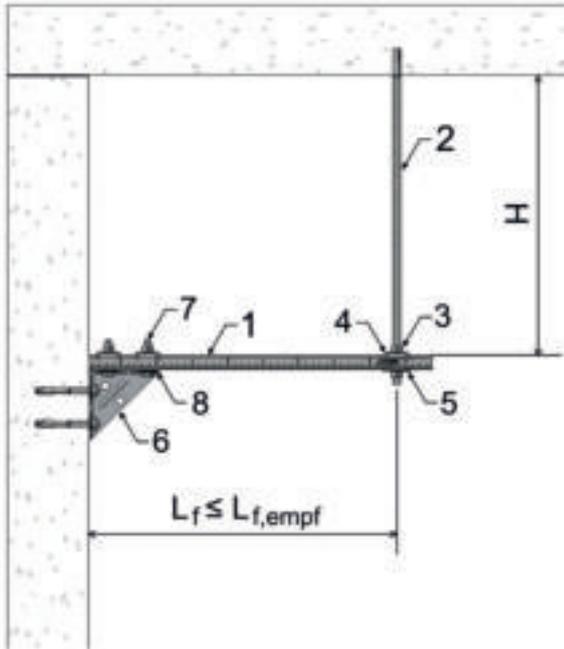
 Max. $F_{z,zul}$: 3 Einzellasten - Symmetrisch	Feuerwiderstandsdauer	Winkelkonsole WK (Art. Nr.)					
		150/150 (155513)		200/200 (118170)		300/200 (118046)	
		Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,21	14,0	0,21	12,0	0,57	34,0	
FWD 60	0,11	16,0	0,11	14,0	0,31	42,0	
FWD 90	0,08	16,0	0,08	14,0	0,23	40,0	
FWD 120	0,05	15,0	0,05	13,0	0,18	40,0	

 $L_f = 1.250 \text{ mm}$

Die angegebene Absenkung ergibt sich aus der Verformung der WK und der Durchbiegung des Profils; der Wert enthält einen Verformungszuschlag entsprechend aktueller Forschungsergebnisse.

Hinweis: Die Konsolen können auch oberhalb der MS montiert werden.

**Feuerwiderstand Lastwerte für auskragende Montagewiseite mit Endabhängung:
MS 41/21/2,0**



Max. $q_{z,zul}$: Gleichstreckenlast

Feuerwiderstandsdauer	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,30	10,0
FWD 60	0,17	12,0
FWD 90	0,13	13,0
FWD 120	0,10	13,0

H = 500 mm; L_f = 400 mm

Max. $F_{z,zul}$: Einzellast – Zentrisch

Feuerwiderstandsdauer	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,27	16,0
FWD 60	0,15	19,0
FWD 90	0,11	18,0
FWD 120	0,09	19,0

H = 500 mm; L_f = 400 mm

Max. $F_{z,zul}$: 2 Einzellasten - Symmetrisch

Feuerwiderstandsdauer	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,15	13,0
FWD 60	0,08	15,0
FWD 90	0,06	15,0
FWD 120	0,05	16,0

H = 500 mm; L_f = 400 mm

Max. $F_{z,zul}$: 3 Einzellasten - Symmetrisch

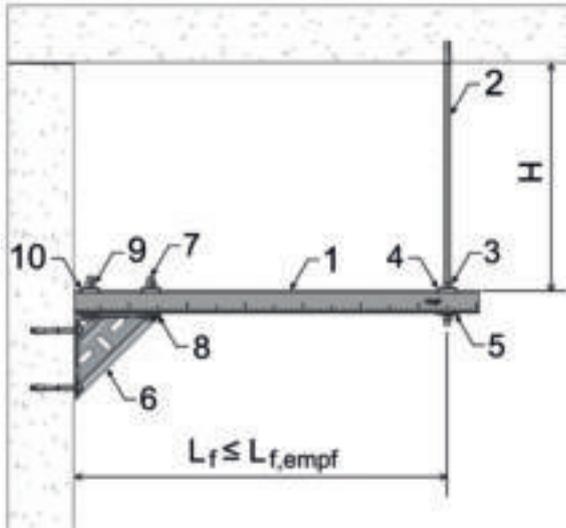
Feuerwiderstandsdauer	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,11	12,0
FWD 60	0,05	14,0
FWD 90	0,04	14,0
FWD 120	0,03	14,0

H = 500 mm; L_f = 400 mm

Stückliste

Pos.	Art. Nr.	Anz.	Bezeichnung
1	193686	1	MS 41/21/2,0
2	124568	1	Gewindestab GST M10
3	137546	4	Sechskantmutter M10
4	178247	3	Halteklau HK 41/10
5	105590	1	U-Scheibe 10/40
6	163921	1	Winkelkonsole WK 100/100-40
7	138635	2	Sechskantschraube M10 x 60
8	125365	2	U-Scheibe 10/9021

Die angegebene Absenkung ergibt sich aus der Verformung der Konsole, der Verlängerung des Gewindestabes und Durchbiegung des Profils; der Wert enthält einen Verformungszuschlag entsprechend aktueller Forschungsergebnisse.

**Feuerwiderstand Lastwerte für auskragende Montagewise mit Endabhängung:
MS 41/41/2,0**


Max. $q_{z,zul}$: Gleichstreckenlast			
Feuerwiderstandsdauer	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	
FWD 30	0,63	22,0	
FWD 60	0,35	28,0	
FWD 90	0,26	26,0	
FWD 120	0,20	26,0	

 H = 500 mm; $L_f = 800$ mm

Max. $F_{z,zul}$: Einzellast – Zentrisch			
Feuerwiderstandsdauer	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	
FWD 30	0,36	27,0	
FWD 60	0,20	33,0	
FWD 90	0,15	32,0	
FWD 120	0,11	30,0	

 H = 500 mm; $L_f = 800$ mm

Max. $F_{z,zul}$: 2 Einzellasten - Symmetrisch			
Feuerwiderstandsdauer	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	
FWD 30	0,27	27,0	
FWD 60	0,15	33,0	
FWD 90	0,11	31,0	
FWD 120	0,08	30,0	

 H = 500 mm; $L_f = 800$ mm

Max. $F_{z,zul}$: 3 Einzellasten - Symmetrisch			
Feuerwiderstandsdauer	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]	
FWD 30	0,19	27,0	
FWD 60	0,10	32,0	
FWD 90	0,08	32,0	
FWD 120	0,06	31,0	

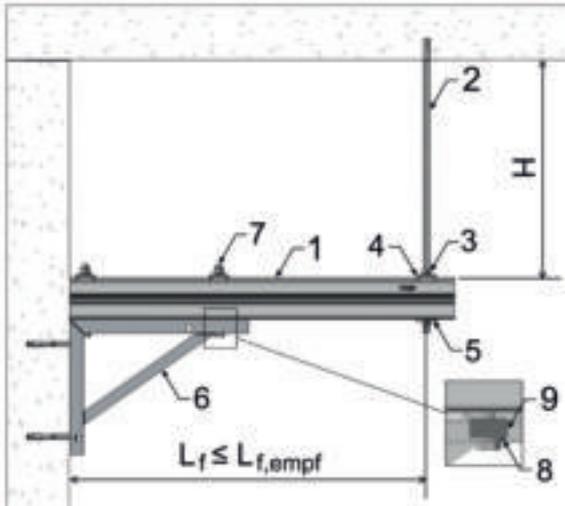
 H = 500 mm; $L_f = 800$ mm

Stückliste

Pos.	Art. Nr.	Anz.	Bezeichnung
1	193723	1	MS 41/41/2,0
2	124568	1	Gewindestab GST M10
3	137546	2	Sechskantmutter M10
4	178247	1	Halteklau HK 41/10
5	105590	1	U-Scheibe 10/40
6	155513	1	Winkelkonsole WK 150/150
7	138705	2	Sechskantschraube M12 x 80
8	156462	2	U-Scheibe 12/30
9	114228	2	Sechskantmutter M12
10	178256	2	Halteklau HK 41/12

Die angegebene Absenkung ergibt sich aus der Verformung der Konsole, der Verlängerung des Gewindestabes und Durchbiegung des Profils; der Wert enthält einen Verformungszuschlag entsprechend aktueller Forschungsergebnisse.

**Feuerwiderstand Lastwerte für auskragende Montagewise mit Endabhängung:
MS 41-75/75/3,0**



Max. $q_{z,zul}$: Gleichstreckenlast

Feuerwiderstandsdauer	Max. $q_z \cdot L$ [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	1,65	32,0
FWD 60	0,91	40,0
FWD 90	0,68	39,0
FWD 120	0,51	38,0

H = 500 mm; $L_f = 1.250$ mm

Max. $F_{z,zul}$: Einzellast - Zentrisch

Feuerwiderstandsdauer	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	1,03	40,0
FWD 60	0,57	50,0
FWD 90	0,42	47,0
FWD 120	0,32	46,0

H = 500 mm; $L_f = 1.250$ mm

Max. $F_{z,zul}$: 2 Einzellasten - Symmetrisch

Feuerwiderstandsdauer	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,77	40,0
FWD 60	0,43	50,0
FWD 90	0,32	48,0
FWD 120	0,24	46,0

H = 500 mm; $L_f = 1.250$ mm

Max. $F_{z,zul}$: 3 Einzellasten - Symmetrisch

Feuerwiderstandsdauer	Max. F_z [kN]	Absenkung δ_{max} [mm]
FWD 30	0,52	40,0
FWD 60	0,29	50,0
FWD 90	0,21	47,0
FWD 120	0,16	46,0

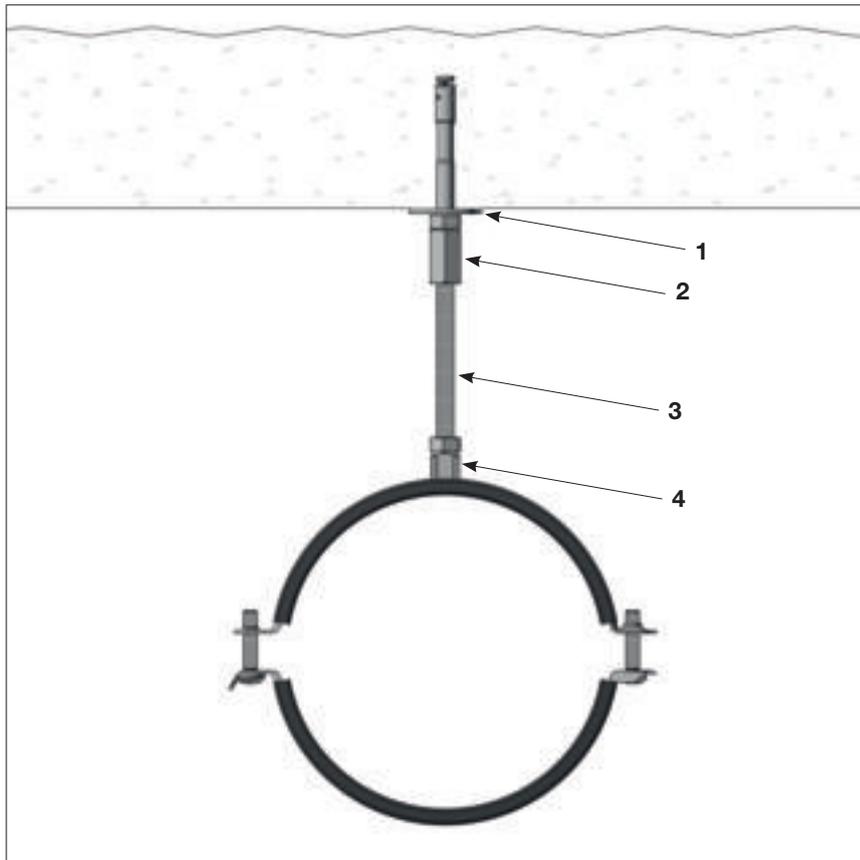
H = 500 mm; $L_f = 1.250$ mm

Stückliste

Pos.	Art. Nr.	Anz.	Bezeichnung
1	173999	1	MS 41-75/75/3,0
2	143192	1	Gewindestab GST M12
3	114228	4	Sechskantmutter M12
4	178256	3	Halteklau HK 41/12
5	105606	1	U-Scheibe 12/40
6	118046	1	Winkelkonsole WK 300/200
7	114750	2	Sechskantschraube M12 x 120
8	156462	2	U-Scheibe 12/30
9	114848	2	Distanzstück DIS So-WK

Die angegebene Absenkung ergibt sich aus der Verformung der Konsole, der Verlängerung des Gewindestabes und Durchbiegung des Profils; der Wert enthält einen Verformungszuschlag entsprechend aktueller Forschungsergebnisse.

Befestigung von RS ohne/mit Redundanz / Einzel- und Mehrfachbefestigungen



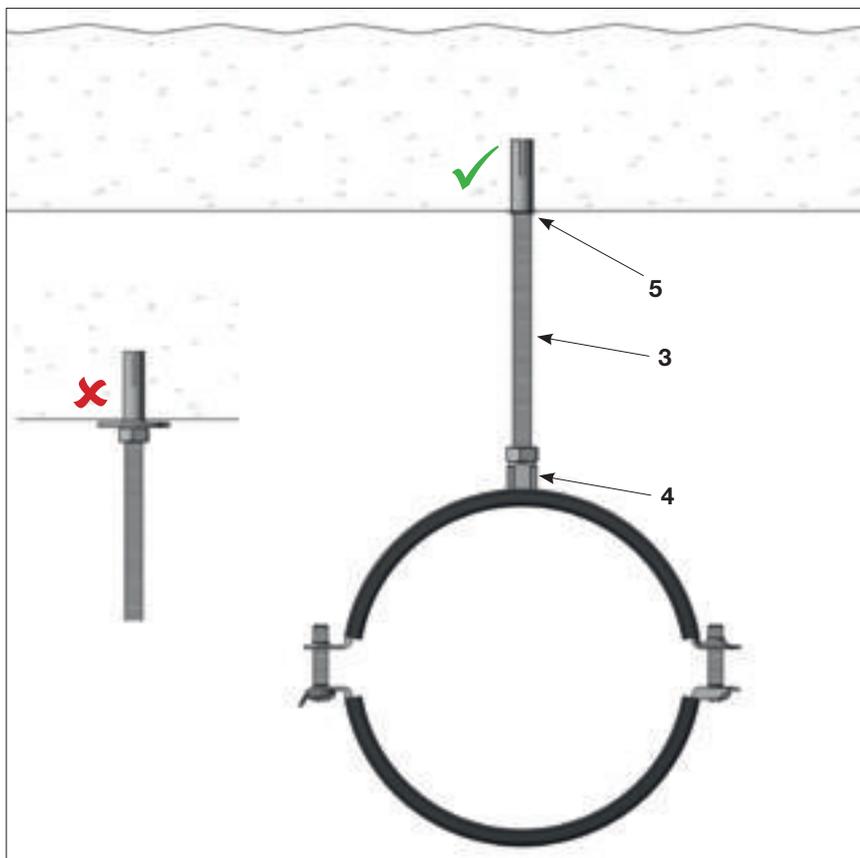
Einzelbefestigung

für Rohrleitungen nichtbrennbarer Flüssigkeiten und Gase. Die Vorgaben der Rohrhersteller sind zu beachten.

Bauteile

- 1 Bolzenanker AN BZ plus
- 2 Verlängerungsmuffe AD
- 3 Gewindestab
- 4 Rohrschelle ab Seite 6.2

weitere geeignete Anker siehe Übersicht ab Seite 6.2.



Mehrfachbefestigung (Redundanz)

für Rohrleitungen nichtbrennbarer Flüssigkeiten / Gase. Die Vorgaben der Rohrhersteller sind zu beachten.

Bauteile

- 3 Gewindestab
- 4 Rohrschelle ab Seite 6.2
- 5 Schlaganker AN ES

Grundlagen:

Bei Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer (FWD 30-120) Bauteilwahl gemäß Tabelle für max. Zuglast im Brandfall ab Seite 6.2.

In Anlehnung an die DIN 4102 T4 Pkt. 11.2.6.3 wird eine maximale Stützweite von 1,50 m empfohlen. Wickelfalzrohre bei raumlufttechnischen Anlagen können nach diesem Prinzip befestigt werden.

Hinweis:

► *Im Zulassungsbescheid des Ankers ist keine Mutter vorgesehen. Wird eine Mutter verwendet, darf diese nur handfest angezogen werden.*

Deckenverankerung von Montageschienen

Verankerung im Schienenboden



Die Verankerung im Schienenboden ist nicht zu empfehlen, da die Tragfähigkeit entsprechend dem gesamten Schienenquerschnitt bemessen wird.

Für die Deckenverankerung werden deshalb durchgeschraubte Lösungen empfohlen.

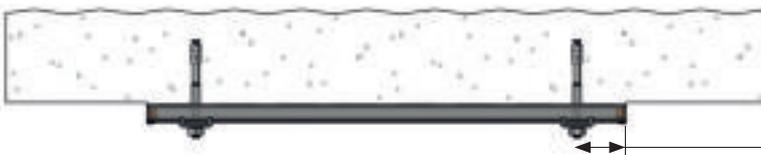
Verankerung mit Durchsteckmontage (Schlaganker AN ES)



Anzugsdrehmoment:

M10 = 15 Nm
M12 = 35 Nm
≥ 50 mm

Verankerung mit Durchsteckmontage Bolzenanker BZ plus)



Anzugsdrehmoment:

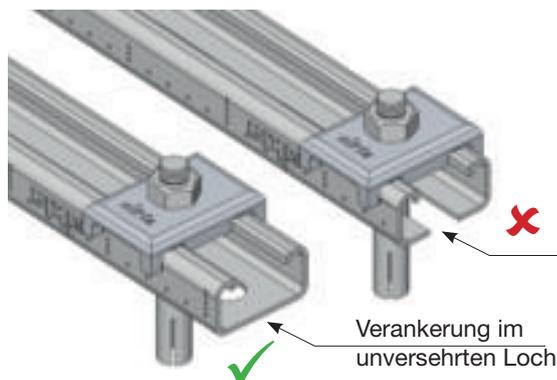
M10 = 25 Nm
M12 = 45 Nm
≥ 50 mm

Verankerung mit Durchsteckmontage (Stockschraubenanker TSM-ST)



Anzugsdrehmoment:

TSM10 = 40 Nm
≥ 50 mm



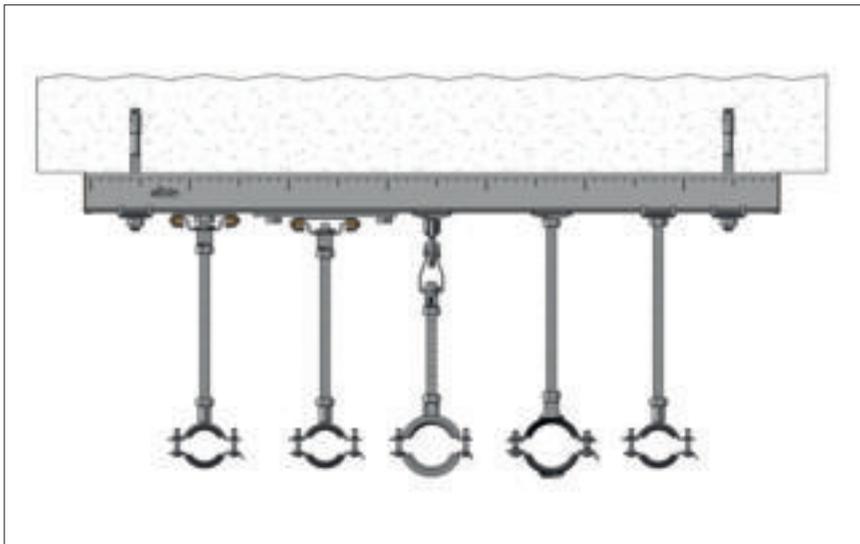
Verankerung im angeschnittenen Loch nicht empfohlen!

Verankerung im unversehrten Loch

Allgemeine Hinweise zur Verankerung:

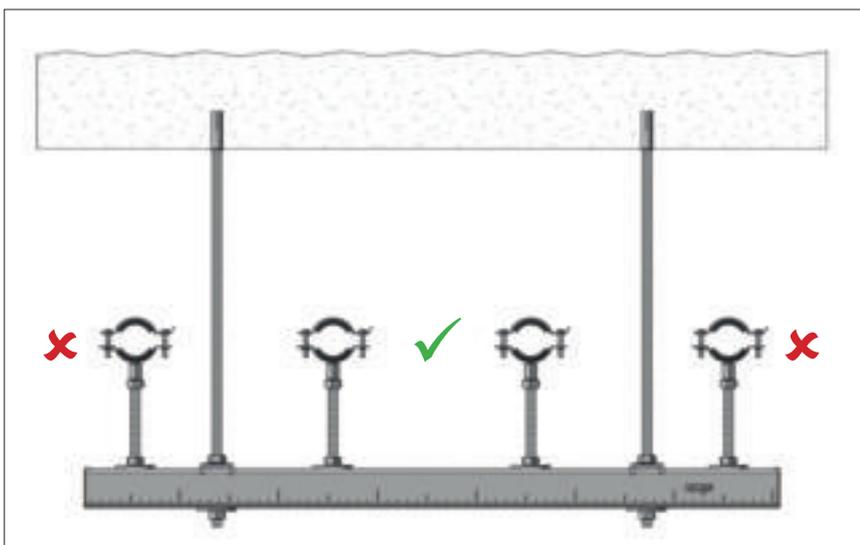
Zur Durchsteckmontage der Anker sind profilumgreifende Halteklauen zu verwenden!

Rohrtraversen für TGA Trassen



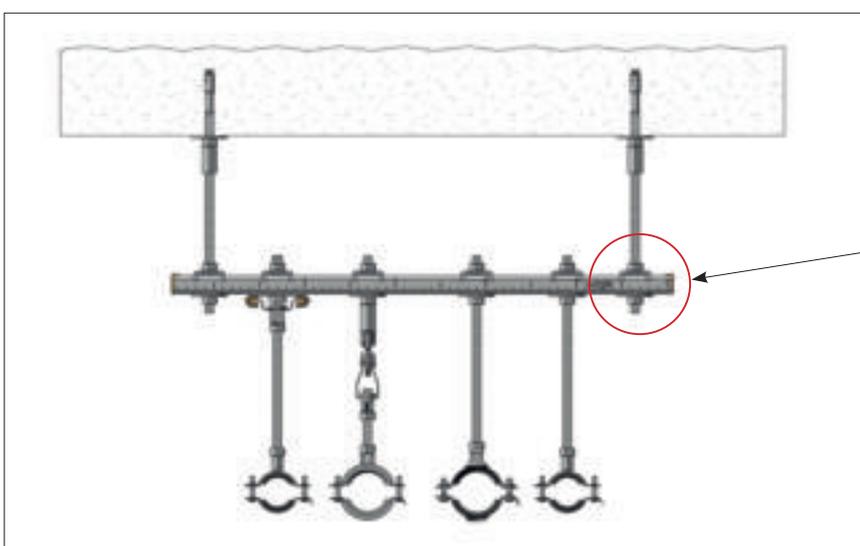
Montageschiene mit direkter Deckenbefestigung

Zur Befestigung der Rohre an Montageschienen sind Produkte entsprechend ihren max. Zuglasten im Brandfall ab Seite 6.2 zu empfehlen.



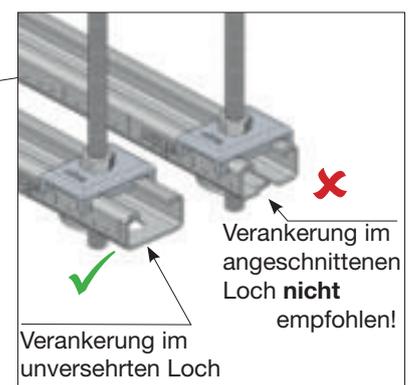
Montageschienen als abgehängte Traverse

Lasteinträge auf einer Montageschiene außerhalb der Baukörperbefestigungen sind unzulässig, da sie wie einarmige Auskragungen zu behandeln sind.

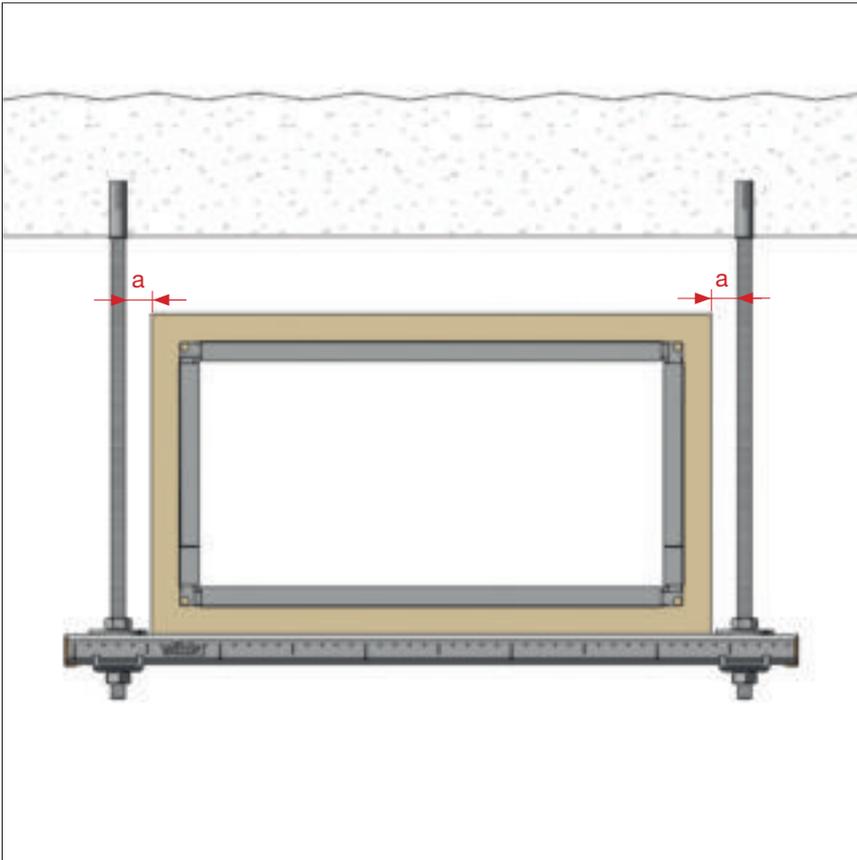


Montageschienen als abgehängte Traverse

sollten nicht in angeschnittenen, sondern nur in geschlossenen Lochungen befestigt werden.



Befestigung von Lüftungskanälen / Wickelfalzrohren

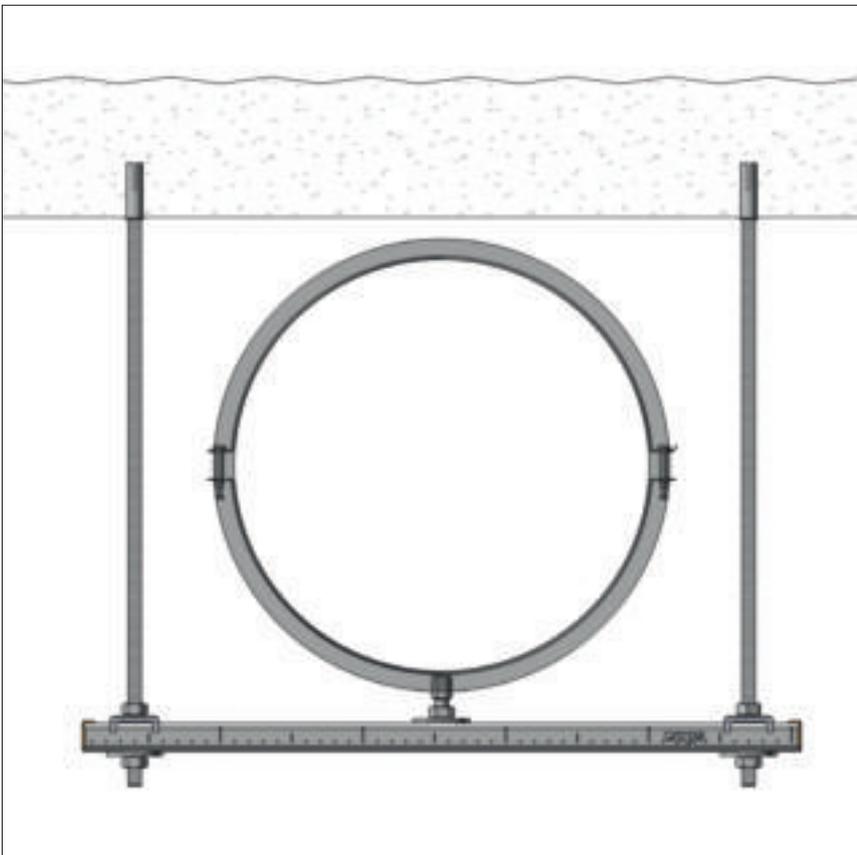


Kanalhalterung

Lüftungskanäle (Lüftungsleitungen mit Rechteckquerschnitt) sind auf Montageschienen zu befestigen. Legitimation der Montageschiene gemäß Eurocode 3 und Empfehlungen der Hersteller.

Stützweitenempfehlung 1,50 m in Anlehnung an Abschnitt 11.2.6.3 der DIN 4102 - 4 : 2016-05

Für den Abstand a werden 50 mm empfohlen.



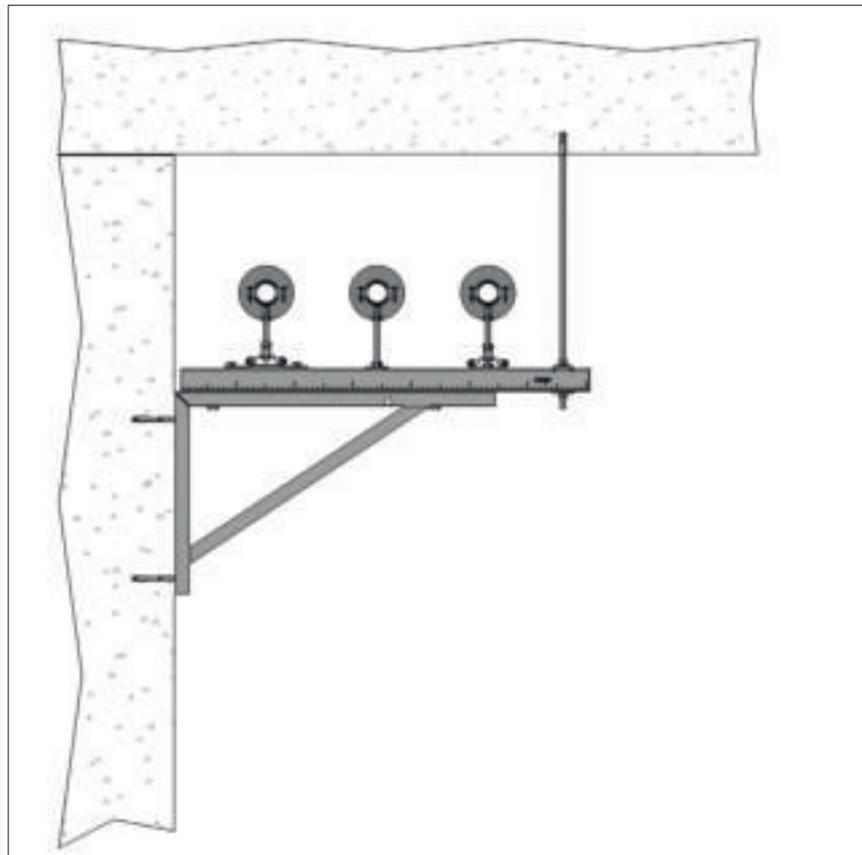
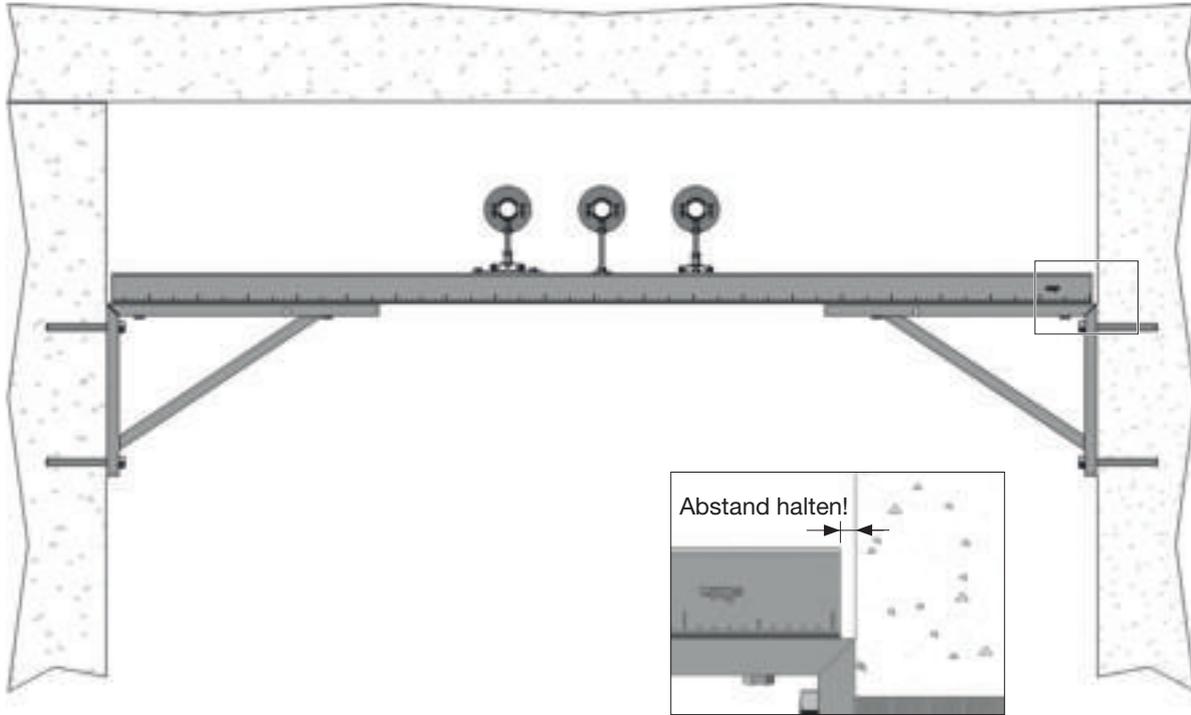
Rohrhalterung

Wickelfalzrohre mit Lüftungsschelle sollten nur geständert montiert werden. Hängende Halterungsvarianten sind mit Rohrschellen auszuführen, deren Gebrauchslasten für den Brandfall im Abschnitt 6 aufgeführt sind.

Stützweitenempfehlung 1,50 m in Anlehnung an Abschnitt 11.2.6.3 der DIN 4102 - 4 : 2016-05

Wandbefestigung von Montageschienen

Um bei Erwärmung horizontaler Profile im Brandfall eine Zwängung zu vermeiden, wird in Summe ein freier Wandabstand von 10 mm/m empfohlen.



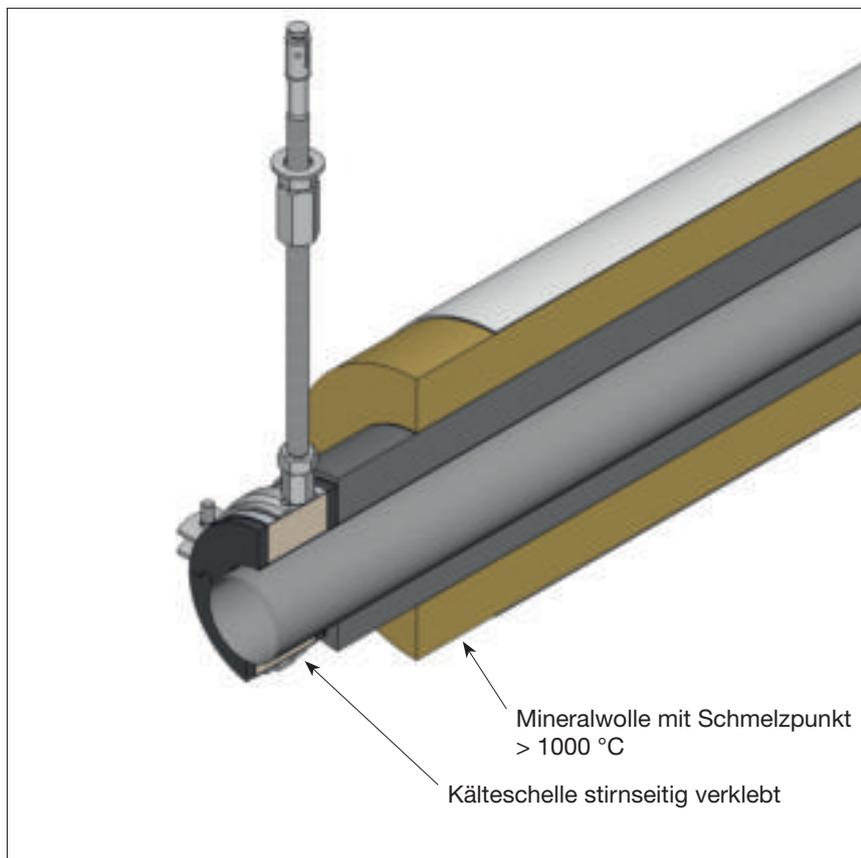
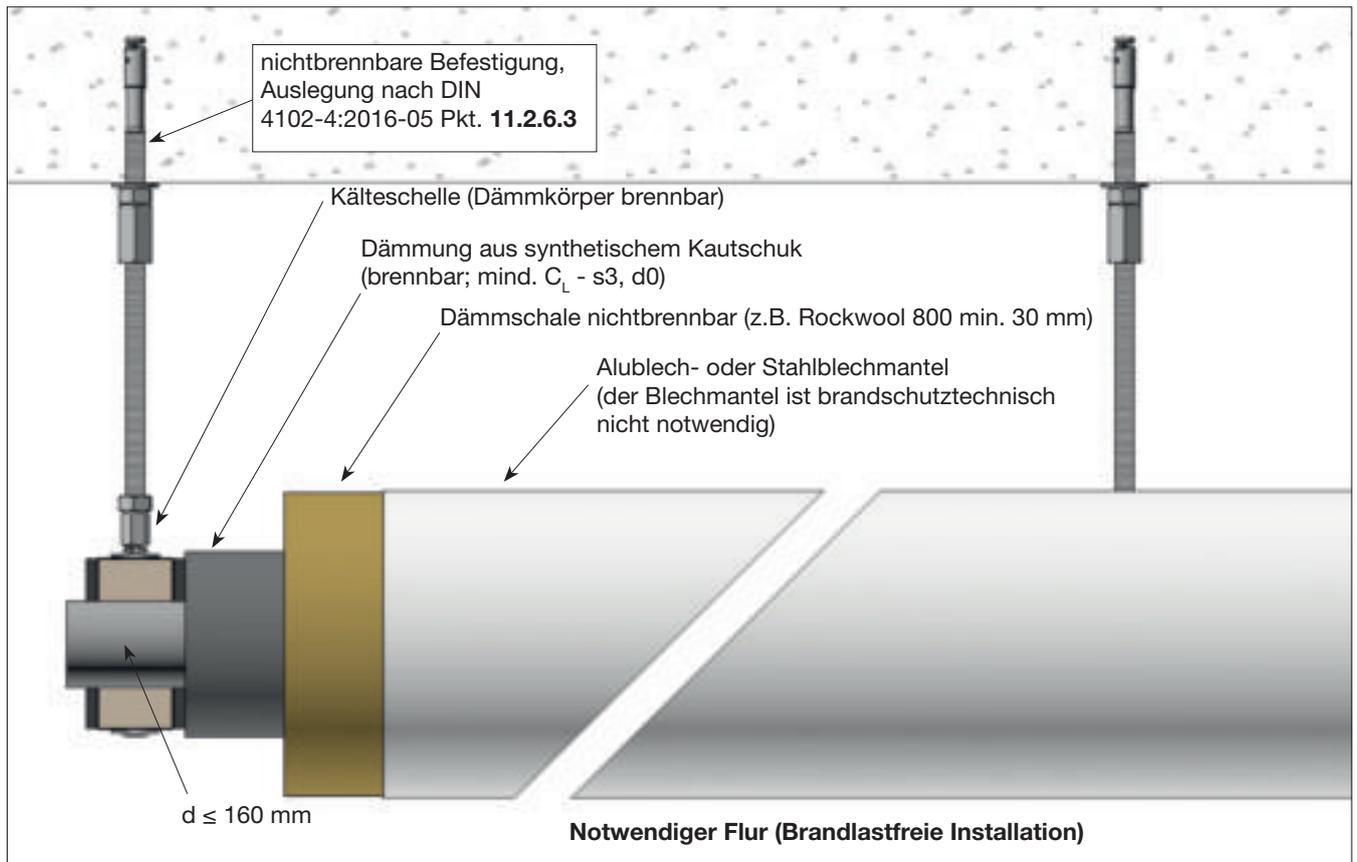
Beidseitige Wandbefestigung mit Konsolen

Um eine Zwängung in Folge von Wärmedehnung, welche zu vorzeitigem Versagen der Montageschiene (MS) führen kann, zu vermeiden, sind die Enden der MS mit Abstand zur Wand zu montieren.

Einseitige Wandbefestigung mit Konsole

Der Kragarm ist durch eine zusätzliche, bemessene Befestigung an der Decke gegen Abknicken zu sichern!

Rohrbefestigung für Kälteleitungen mit brandschutztechnischer Kapselung



Einzel- / Mehrfachbefestigung für Kälteleitungen

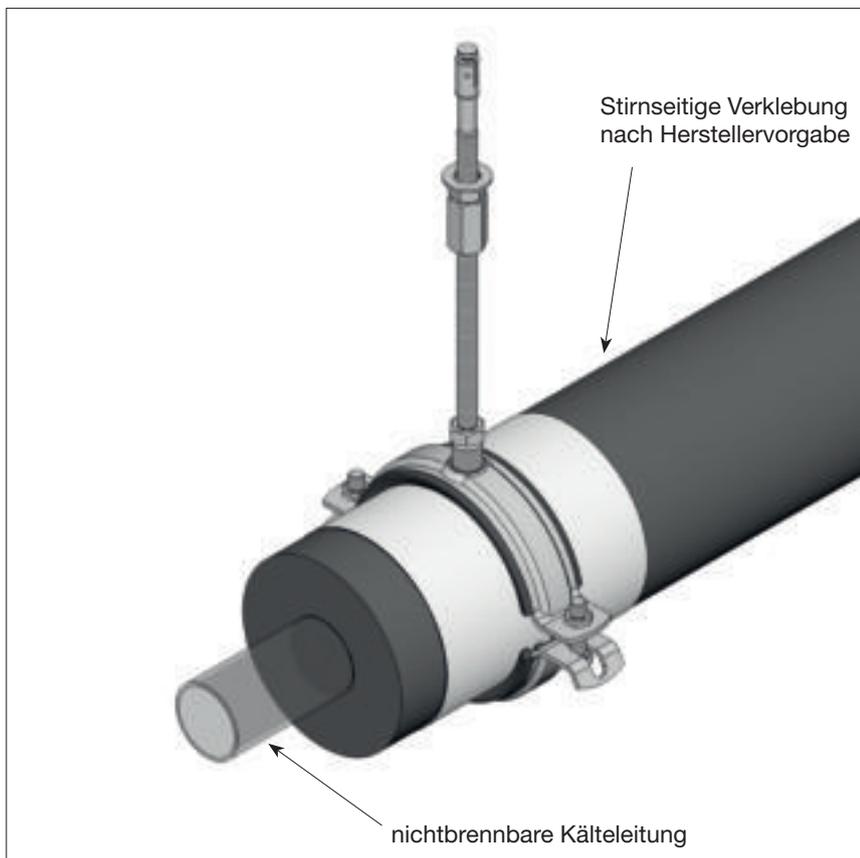
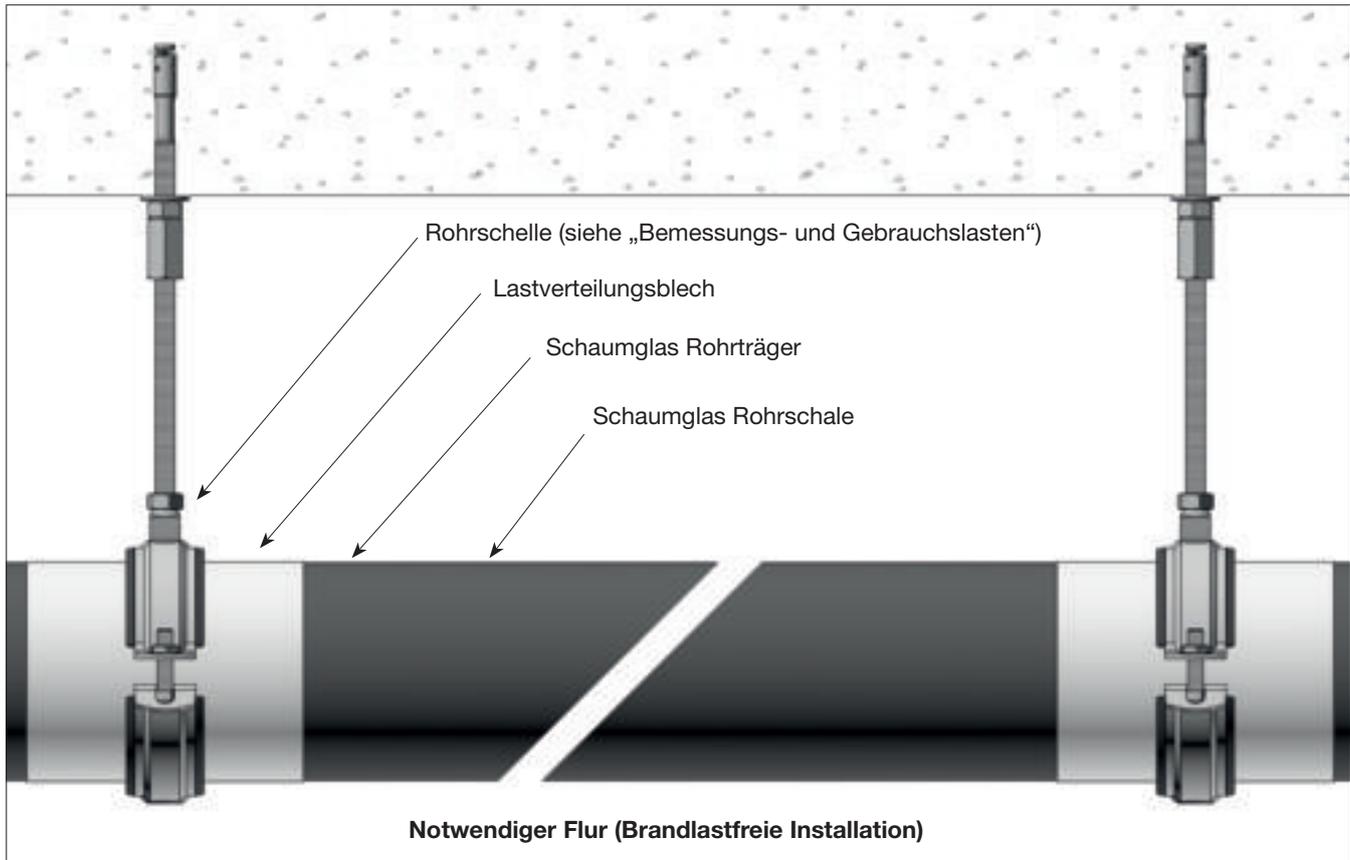
Werden Rohrleitungen in notwendigen Fluren mit brennbaren Dämmstoffen ummantelt, können diese mit einer Mineralwollrohrschale Rockwool 800 mit mindestens 30 mm Dämmstärke ummantelt werden.

Nach der Gutachterlichen Stellungnahme GA 3335/1111-Mer der MPA Braunschweig* ist diese Ausführung als gleichwertig zu den in der MLAR unter Pkt. 3.3.2. beschriebenen Maßnahmen zu bewerten. Die Rohrleitungsbefestigung wird nach DIN 4102-4:2016-05 Pkt. 11.2.6.3 ausgelegt.

Größere Rohrdimensionen (da > 160 mm) erfordern dickere Dämmschalen oder weitere Maßnahmen.

* Gutachterliche Stellungnahme GA 3335/1111-Mer unter: www.rockwool.de

Rohrbefestigung für Kälteleitungen mit Schaumglas-Rohrschalen



Einzel-/ Mehrfachbefestigung für Kälteleitungen

Rohrhalterungen bei Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer bzw. bei Vorgabe brandlastfreier Verlegung in notwendige Fluren.

Rohrschellenabstand gemäß Herstellervorgabe.

Die Verwendbarkeitsnachweise der Dämmstoffhersteller sind zu beachten.

Hinweis:

► Bei Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer sind geprüfte Rohrschellen, Anker bzw. Gewindestäbe gem. DIN 4102-4:2016-05 Pkt. 11.2.6.3 zu verwenden. Hierbei wird eine maximale Stützweite von 1,50 m empfohlen.

Hinweis:

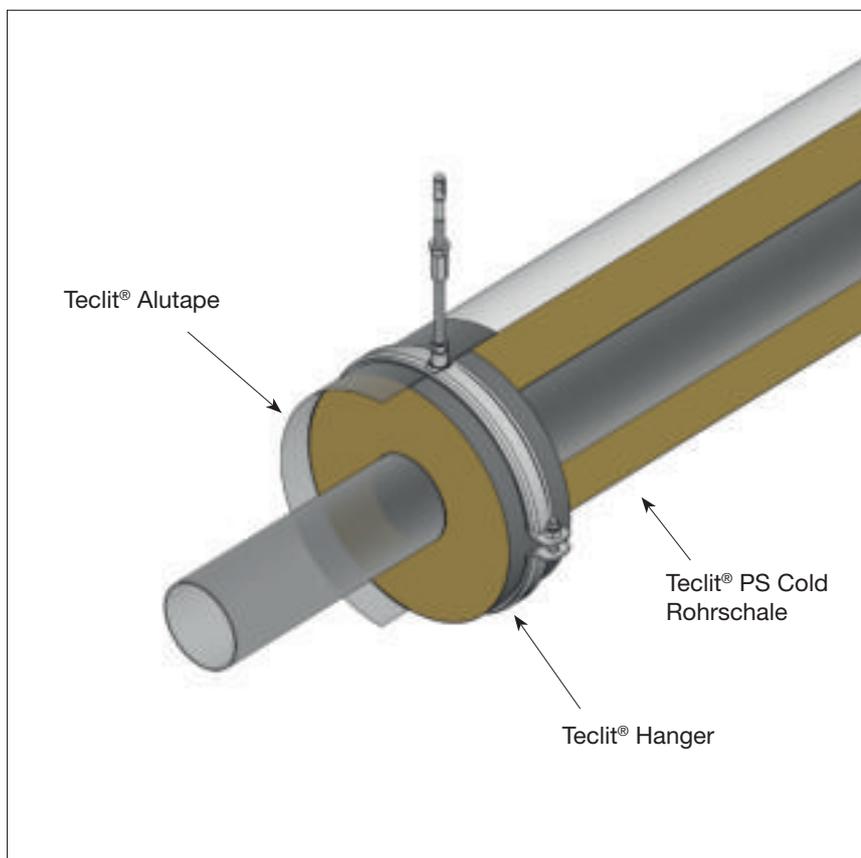
► Die Rohrbefestigungen können unabhängig von der weiterführenden Dämmung montiert werden.

Rohrbefestigung für Kälteleitungen mit Teclit® System

Nichtbrennbares Dämmsystem für Kälteleitungen



* Gutachterliche Stellungnahme
GA 3335/1111-Mer unter:
www.rockwool.de



Nichtbrennbares Dämmsystem für Kälteleitungen

Um die Anforderung an eine brandlastfreie Verlegung in notwendigen Fluren zu erfüllen, können Kälteleitungen mit dem Teclit® System von Rockwool gedämmt werden.

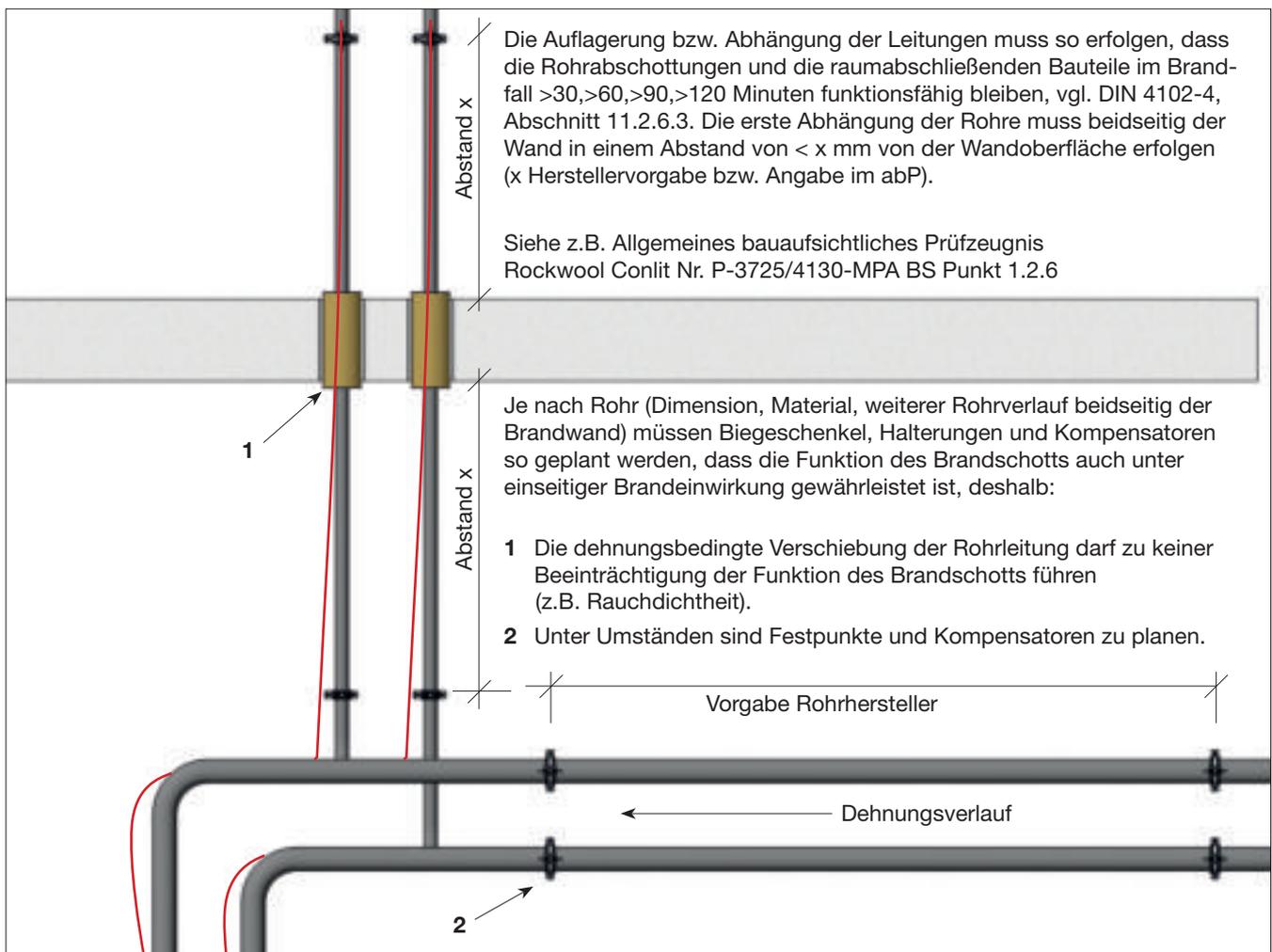
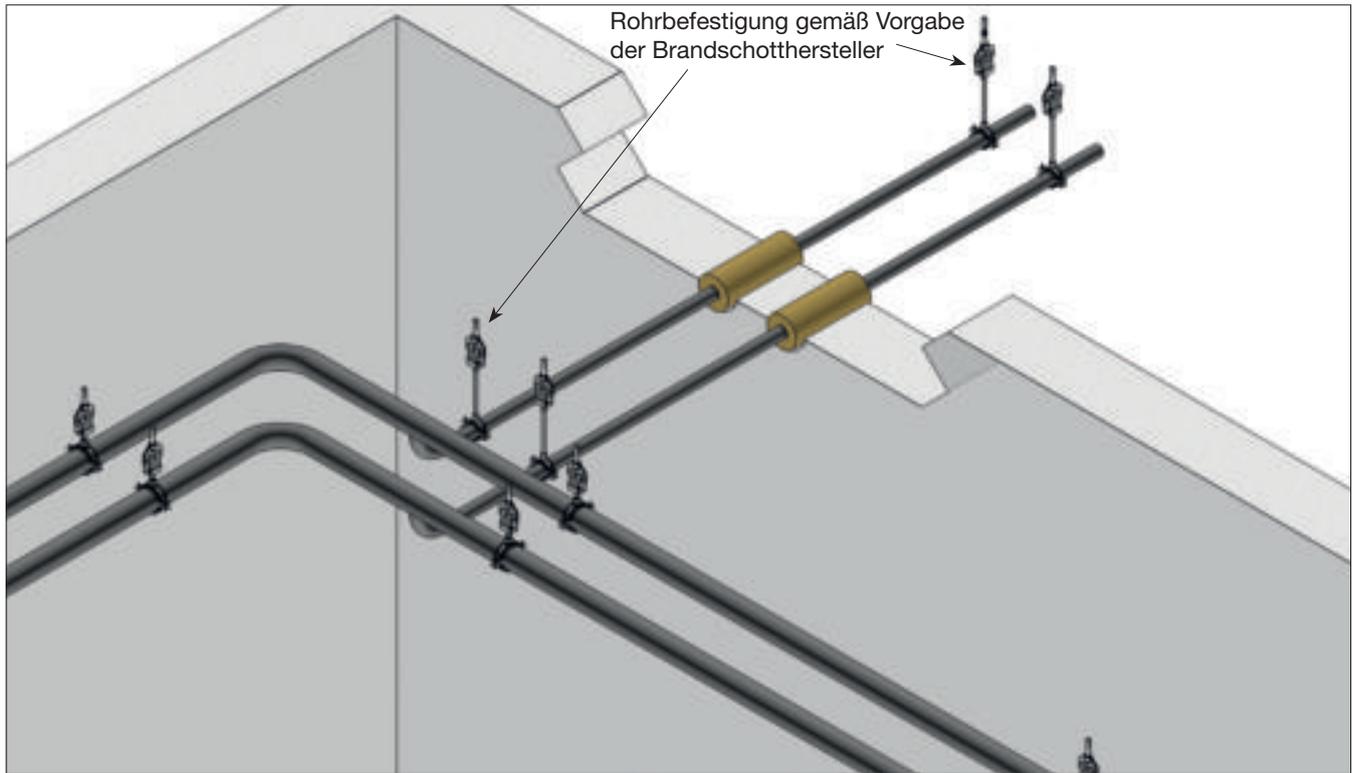
Die Befestigung der Rohrleitungen erfolgt dabei mit dem Teclit® Hanger.

Dieser besteht im Inneren aus einem druckfesten Dämmkern aus nichtbrennbarer Steinwolle mit einer glasfaserverstärkten Aluminiumkaschierung. Die Dämmung der Rohrleitung erfolgt mit der Rohrschale Teclit PS Cold. Wichtig ist, dass alle Komponenten an ihren Fugen mit dem Teclit Alutape diffusionsdicht abgeklebt werden.

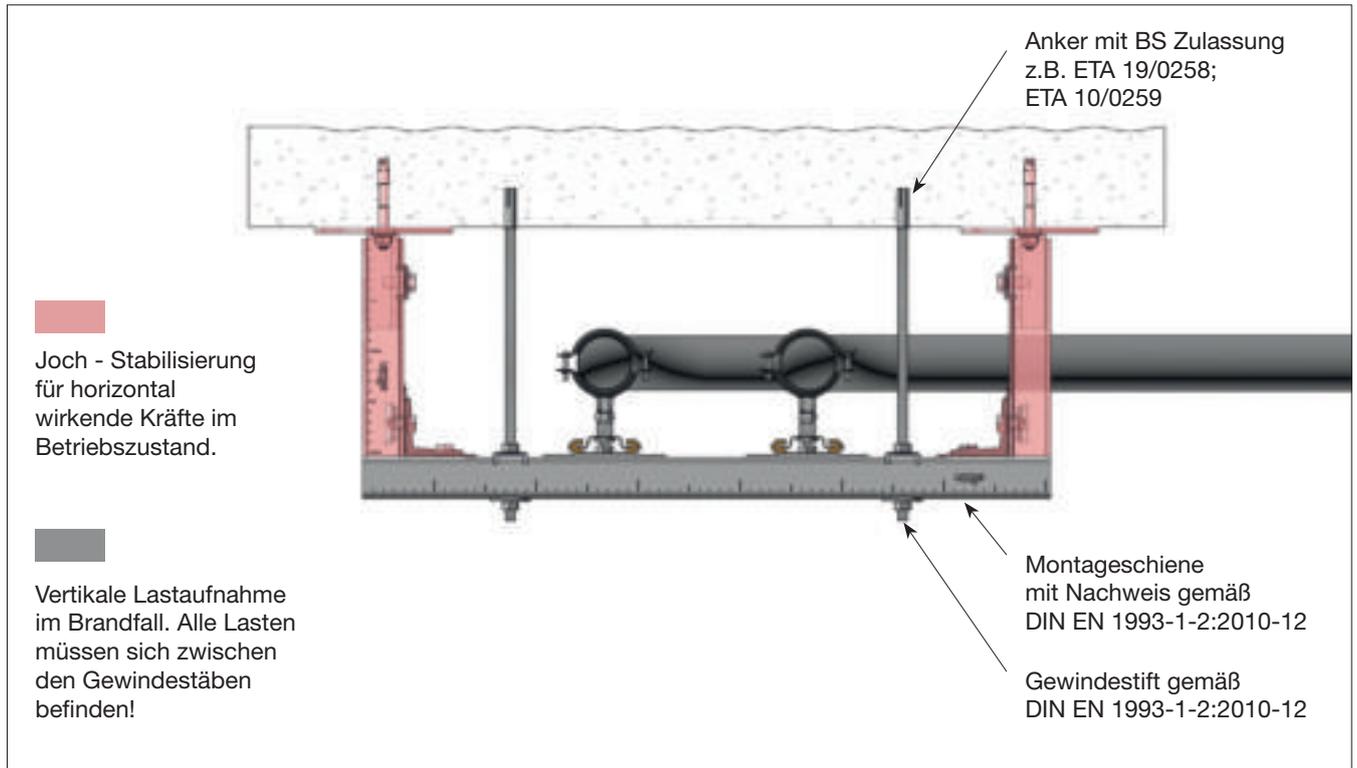
Auf brennbaren Rohrleitungen kann das System auch zur Brandlastkapazitätsnach der Gutachterlichen Stellungnahme GA 3335/1111-Mer der MPA Braunschweig* verwendet werden.

In diesem Fall erfolgt die Auslegung der Rohrleitungsbefestigung nach DIN 4102-4:2016-05 Pkt. 11.2.6.3.

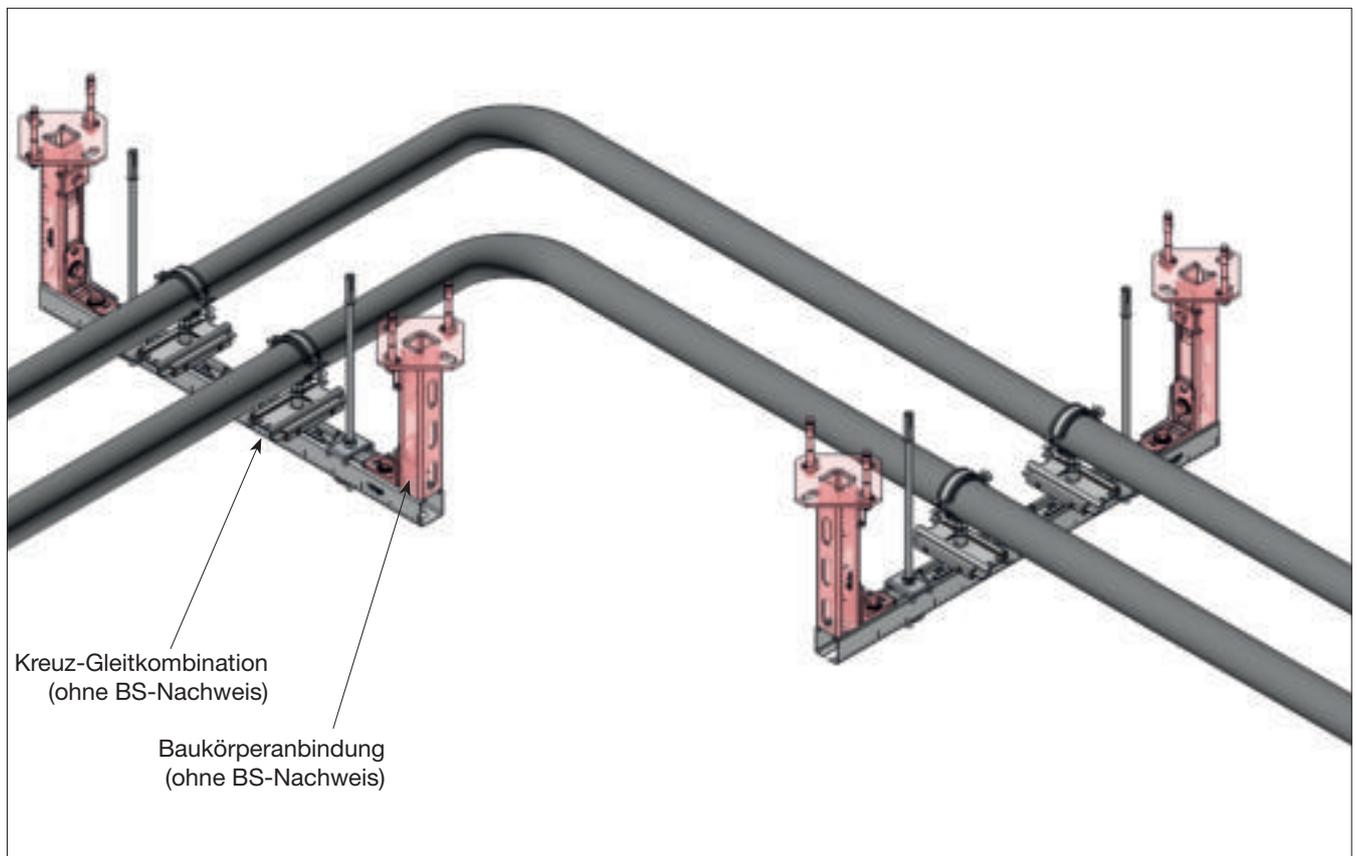
Brandschutzgerechte Wanddurchführung



U-Jochkonstruktionen mit Brandschutzanforderungen



Bei Trassenmodulen mit definierten Anforderungen an die Feuerwiderstandsdauer bei denen eine einfache Abhängung mit Gewindestäben aus statischer Sicht nicht ausreichend ist, besteht die Möglichkeit einer zusätzlichen brandschutzgerechten Ertüchtigung mit Nachweis. Hierbei werden das tragende Horizontalprofil, die Gewindestäbe und Anker bewertet.



aBG	allgemeine Bauartgenehmigung
abP	allgemeines bauaufsichtliches Prüfzeugnis
abZ	allgemeine bauaufsichtliche Zulassung
Bauregellisten	wurden in den letzten Jahren regelmäßig vom DIBt veröffentlicht enthalten technische Regeln für Bauprodukte und Bauarten gegliedert in die Listen A; B; C (geregelt; nicht geregelte; sonstige Bauprodukte und Bauarten) Geplant ist die Ablösung der Bauregellisten durch die VVTB, die in den Bundesländern eingeführt werden
Baustoffklasse	bezieht sich auf die Brennbarkeit des Materials hinsichtlich Beitrag zum Brandgeschehen: <ul style="list-style-type: none"> - Rauchbildung - Flammbildung - Wärmeentwicklung - Brandherdausbreitung - brennendes Abtropfen
BMA	Brandmeldeanlage nach DIN 14675 / DIN EN 54 ff
Brandabschnitt	umfasst maximal 1600 m ² , da der Abstand von Brandwänden 40 m nicht überschreiten sollte (zulässig sind begründete Ausnahmen für Sonderbauten)
Brandausbreitung	erfolgt durch Wärmeleitung / Wärmeströmung / Wärmestrahlung
Brandschutzkonzept	Komplexe Planungsleistung z.B. für Sonderbauten, um für bestimmte konkrete und auch abweichende Randbedingungen die geforderten Schutzziele zu erreichen.
BRSK	Brandrauchsteuerklappe
BSK	Brandschutzklappe
bvfa	Bundesverband Technischer Brandschutz e.V., Würzburg
ETA	European Technical Assessment Europäisch Technische Bewertung (früher auch: Europäisch Technische Zulassung)
Feuerwiderstand Feuerwiderstandsdauer FWD	auf ein Bauteil / eine Bauart bezogene Angabe bei einer bestimmten Feuerwiderstandsdauer (FWD 30; FWD 60; FWD 90; FWD 120) Zeitintervall in min bezüglich Bauteilverhalten im Brandfall
feuerbeständig	Feuerwiderstandsdauer ≥ 90 min hochfeuerbeständig ≥ 120 min
feuerhemmend	Feuerwiderstandsdauer ≥ 30 min hochfeuerhemmend ≥ 60 min

FWP	Feuerwiderstandsprüfung
hEN	harmonisierte Europäische (Produkt-) Normen besitzen immer nationalen Anhang ZA, der mandatierte Eigenschaften aufführt
Leistungserklärung	Pflichtdokument CE-gekennzeichneter Produkte mit Angaben zu mandatierten Eigenschaften Leistungserklärung = DOP = declaration of performance
Nutzungseinheit	brandschutztechnisch abgetrennte Einheit, gekennzeichnet durch spezifische Nutzung oder spezifische Nutzer mit Aufenthaltsräumen
OIB	Österreichisches Institut für Bautechnik
Rettungsweg	Oberbegriff für Flure und Treppenträume u.a. Einrichtungen, über die sich Personen im Brandfall in Sicherheit bringen und die von der Feuerwehr u.a. Kräften zur Evakuierung genutzt werden.
RSW	Rohrstützweite
RWA	Rauch- und Wärmeabzug
SBI-Prüfstand	single burning item ist ein Prüfverfahren zur Bestimmung des Brandverhaltens von Bauprodukten bei thermischer Beanspruchung durch einen einzelnen brennenden Gegenstand, ausgenommen Bodenbeläge.
Sonderbauvorschriften	für Hochhäuser, Gaststätten, Beherbergungsstätten, fliegende Bauten, Pflegeheime, Krankenhäuser, Garagen, Versammlungsstätten, Industriebauten, Verkaufsstätten (Einkaufszentren), Sportanlagen, Campingplätze, Justizvollzugsanstalten, Vergnügungsparks, ...
ZiE	Zustimmung im Einzelfall

Quellenangaben

- [1] **BauPVO** Europäische Bauproduktenverordnung, gültig seit 01.07.2013
(CPR = Construction Products Regulation)
- [2] **DIBt** Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin
- [3] **DIN** Deutsches Institut für Normung, Berlin
- [4] **DIN** **4102-4** : 2016-05
Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe,
Bauteile und Sonderbauteile
DIN, Alleinvertrieb durch den Beuth-Verlag, Berlin
- [5] **DIN EN** **1363-1** : 2012-10
Feuerwiderstandsprüfungen
Teil 1: Allgemeine Anforderungen
DIN, Alleinvertrieb durch den Beuth-Verlag, Berlin
- [6] **DIN EN** **1993-1-2** : 2010-12 (Eurocode 3)
Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten
Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
DIN, Alleinvertrieb durch den Beuth-Verlag, Berlin
- [7] **DIN EN** **13501-1** : 2010-01
Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten
Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum
Brandverhalten von Bauprodukten
DIN, Alleinvertrieb durch den Beuth-Verlag, Berlin
- [8] **ETA** Europäische Technische Bewertung (european technical assessment)
- [9] **ETK** Einheits-Temperaturzeitkurve nach
DIN 4102; DIN EN 1363-1 und ISO 834
- [10] **FeuerTrutz** Brandschutzatlas, Version 3/2018
- [11] **FeuerTrutz** Eurocode 3: Unsicherheiten beim Brandverhalten von Montageschienen
Veröffentlichung der RAL Gütegemeinschaft,
FeuerTrutz-Magazin 2017/1
- [12] **IBS** Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung, Linz
Gutachterliche Stellungnahme Nr. 316080801-1 vom 04.09.2017
Brandschutztechnische Beurteilung für Befestigungssysteme von
Brandschutzklappen und Brandrauchsteuerklappen
- [13] **LBO** Landesbauordnung, landesspezifisch abgeleitet aus der MBO für jedes
Bundesland
- [14] **LETB** Liste (Verzeichnis) der eingeführten Technischen Baubestimmungen
veröffentlicht vom DIBt, Fassung vom 13.03.2017
- [15] **MBO** Musterbauordnung 2016, beschlossen durch Bauministerkonferenz
am 13.05.2016 (basierend auf Fassung der MBO 2002)

- [16] **MLAR** Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie
Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an
Leitungsanlagen
veröffentlicht vom DIBt, Fassung vom 10.02.2015
Überarbeitung Ausgabe 2 vom 11.10.2016
- [17] Kommentar zur MLAR, 5. Auflage 2018,
Anwendungsempfehlungen und Praxisbeispiele
der Autoren Lippe, Czepuck, Möller, Reintsema
veröffentlicht von der Heizungsjournal Verlags GmbH
- [18] **M-LüAR** Muster-Lüftungsanlagen-Richtlinie
Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an
Lüftungsanlagen
veröffentlicht vom DIBt, Fassung vom 29.09.2005
Überarbeitung Ausgabe 1 vom 10.02.2016 mit Änderungen
vom 11.12.2015
- [19] Kommentar zur M-LüAR, 2. Auflage vom Mai 2016
mit Empfehlungen zur praxisgerechten Umsetzung der Lüftungsanlagen-
Richtlinie der Autoren Lippe, Czepuck, Esser und Vogelsang
veröffentlicht vom FEUERTRUTZ-Verlag
- [20] **MPA** Materialprüfungsanstalt (notifizierte Einrichtungen für unabhängige Tests)
Nando = New Approach Notified and Designated Organisations
- [21] **M-VVTB** Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen
Entwurfssfassung des DIBt, Stand 11.12.2017
- [22] **RAL** Gütegemeinschaft Rohrbefestigung e.V., Landsberg am Lech
Verleihung von Gütezeichen nach neutralen, gleichwertigen Prüfungen
- [23] **tab** Fachartikel zum Brandverhalten von Rohrbefestigungen
Ergebnisse aus Grundlagenversuchen mit Montageschienen
Veröffentlichung in der Fachzeitschrift tab, 2015-09
- [24] **vfdb** Vereinigung zur Förderung des deutschen Brandschutzes e.V.
Leitfaden zu Ingenieurmethoden im Brandschutz, 2013
Autor: Hosser, Dietmar
- [25] **ZTV** Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien
z.B. für den Bau von Straßentunneln

Dieser Brandschutzleitfaden fasst den aktuellen Stand der Technik zusammen und gibt Hinweise für brandschutzgerechte Befestigungslösungen anhand von Erläuterungen, Bildern und Tabellen.

Aufgrund der voranschreitenden technischen Entwicklung sind bei der Übernahme von Daten in aktuelle Projekte vom Anwender die Gültigkeit der getroffenen Annahmen zu prüfen und anhand der konkreten Randbedingungen abzugleichen.

Die Erläuterungen gelten ausschließlich für die von uns vertriebenen Produkte unter Einhaltung der zugehörigen Montagehinweise.

Für Lastangaben gelten die aktuellen Daten, die auf unserer Homepage zu finden sind, ebenso gilt der jeweils letzte Stand von angegebenen Ankerzulassungen.

Eine Gewährleistung für die vollständige Richtigkeit der gemachten Angaben kann daher von Sikla nicht übernommen werden.

Insbesondere sollte sich der Anwender, der letztlich für die Umsetzung einer Lösung verantwortlich ist, mit dem Bearbeiter des Brandschutzkonzeptes oder anderen Experten beraten.

Mit Erscheinen einer Neufassung dieses Brandschutzleitfadens verliert diese Ausgabe ihre Gültigkeit, weitere Infos hierzu finden Sie auf unserer Homepage unter <https://www.sikla.de> im Bereich Downloads bei „Broschüren“.

