

Sonderveröffentlichung



Brandverhalten von Befestigungssystemen in der Installationstechnik.

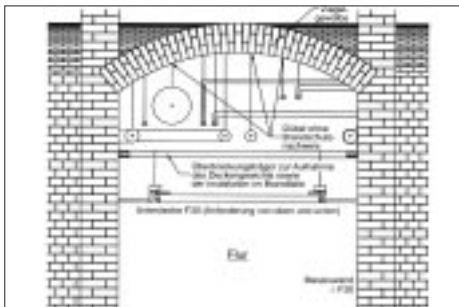
Peter Nause, Materialprüfanstalt für das Bauwesen, Braunschweig

Einleitung und Problemstellung

Bei der brandschutztechnischen Auslegung und Umsetzung von Befestigungssystemen für Installationen zur Gebäudeversorgung (Trinkwasser-, Abwasser-, Regenwasser-, Heizungsanlagen und Elektroanlagen, Kabeltrassen und Elektroverteiler) zeigen sich in der Praxis, insbesondere in Flucht- und Rettungswegen von Gebäuden besonderer Art und Nutzung, im Bereich oberhalb von brandschutztechnisch relevanten Unterdecken immer wieder Probleme und Unsicherheiten.



Bild 1 und 2:
Einbausituation von
Installationssystemen
in der Praxis



Dieser Beitrag soll anhand von in der MPA Braunschweig systematisch durchgeführten Brandprüfungen an derartigen Befestigungssystemen einerseits den Leser im Hinblick auf das Brandverhalten von Befestigungen und Installationssystemen sensibilisieren und andererseits dem Planer, dem Ausführenden, der Bauaufsicht sowie dem Sachverständigen Wege aufzeigen wie entsprechende Nachweise aussehen können und diese in die Praxis umgesetzt und angewendet werden können.

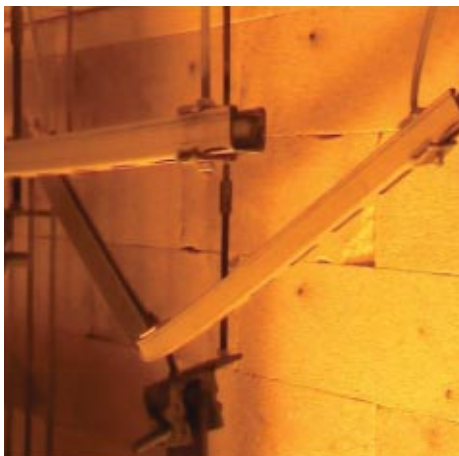


Bild 3:
Abgehängtes System nach
Brandbeanspruchung

Brandschutztechnische Risiken, Anforderungen und Nachweisverfahren

Eines der primären Schutzziele der Landesbauordnungen fordert, dass Menschen ein brennendes Gebäude sicher und auf schnellstem Wege verlassen können und es der Feuerwehr sowie den Rettungskräften möglich sein muss in das Gebäude zu gelangen, um Menschenleben zu retten und wirkungsvolle Löschmaßnahmen durchführen zu können. Aus diesem Grunde werden an Flucht- und Rettungswege besonders hohe brandschutztechnische Anforderungen gestellt.

Im Rahmen von Bestandsaufnahmen und Baubegleitungen wird immer wieder festgestellt, dass in den Rettungswegen nicht nur Installationen verlegt sind, die zur Versorgung der Rettungswege dienen, sondern dass auch die ehemals zulässigen Brandlasten gemäß MLAR 12/98 von 7 kWh/m² bzw. 35 kWh/5m² deutlich überschritten werden. Aufgrund der unzulässigen Brandlasten und der hieraus folgenden möglichen Gefahr einer Brandentstehung im Zwischendeckenbereich ist es dann notwendig, dass die Installationen entsprechend den Vorgaben der MLAR 03/2000 [1] durch Unterdecken oder Installationskanäle gekapselt werden müssen. Häufig jedoch weisen bestehende bzw. geplante Installationen eine unzureichende brandschutztechnische Befestigung zum Gebäudekörper hin auf. Die Anordnung einer Unterdeckenkonstruktion (klassifizierte „Unterdecke allein“ sowohl bei Brandbeanspruchung von oben als auch von unten) oder eines klassifizierten Installationskanals ist ohne weitere

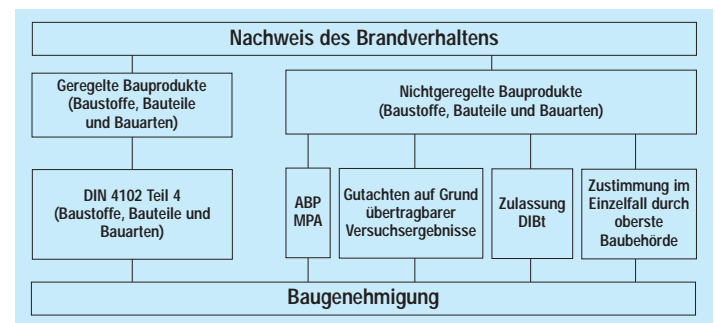


Bild 4:
Nachweisverfahren nach LBO

Kompensationsmaßnahmen nicht ausreichend. In einem solchen Fall kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Installationen die Unterdeckenkonstruktion bzw. den Installationskanal während einer Brandbeanspruchung negativ beeinflussen und daher wirkungslos machen. Somit kann das geforderte brandschutztechnische Schutzziel der Unterdecke oder des Installationskanals nicht gewährleistet werden. Dieses erfordert um so mehr „maßgeschneiderte“ Lösungsansätze, die derzeit noch nicht klar genug aus allgemeinen bauaufsichtlichen Nachweisen (Ver- und Anwendbarkeitsnachweise) entsprechend Bild 4 herauszulesen sind, obwohl in den allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnissen (abP) für Unterdecken schon immer klar und deutlich gefordert wird, dass die Gefahr der Zerstörung durch herabstürzende Gegenstände ausgeschlossen sein muss.

Aufgrund der Wichtigkeit sind die diesbezüglichen Anforderungen weiterhin in der MLAR [1] und auch zwischenzeitlich in den

Landesbauordnungen der Bundesländer als LAR (Leitungsanlagen-Richtlinie) mit folgendem Wortlaut nach Abschnitt 3.5.3 aufgenommen worden:

„Für Unterdecken nach den Abschnitten 3.5.1 und 3.5.2 muss die erforderliche Feuerwiderstandsdauer bei einer Brandbeanspruchung sowohl von oben als auch unten gewährleistet sein. Dies gilt auch für die Abschlüsse von Öffnungen in den Unterdecken. **Die besonderen Anforderungen hinsichtlich der brandsicheren Befestigung der im Bereich zwischen den Geschossdecken und den Unterdecken verlegten Leitungen sind zu beachten.**“

Gemäß Kommentar und Anwendungsempfehlungen zur MLAR 03/2000 [2] ist ein Herabfallen nicht zu befürchten, wenn die Leitungen mit Stahlbauteilen und Metalldübeln wie folgt an den massiven Umfassungsbauteilen des Zwischendeckenbereiches befestigt werden:

- Die rechnerischen Zugspannungen der Stahlbauteile dürfen den Wert von $\sigma = 9 \text{ N/mm}^2$ (F 30 – F 60) bzw. 6 N/mm^2 (F 90 – F 120) nicht überschreiten. Die Ausleger von Tragsystemen müssen an den freien Enden zusätzlich abgehängt werden. Bei Tragsystemen für Rohrleitungsanlagen muss die Standsicherheit und Verformung durch Brandprüfungen nachgewiesen werden.
- Die Metalldübel müssen eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für den Verwendungsbereich der Verankerung im gerissenen Beton aufweisen und soweit keine weiteren brandschutztechnischen Nachweise vorliegen, mindestens mit der Größe M 8 mit doppelter Setztiefe bzw. $\geq 60 \text{ mm}$ ausgeführt werden.
- Ein Herabfallen ist im Brandfall ebenfalls nicht zu befürchten, wenn elektrische Leitungen auf Kabeltragsystemen verlegt werden, die im Rahmen von Brandprüfungen nach DIN 4102-12 entsprechend nachgewiesen worden sind.
- Zwischen den Kabeltrag- und Befestigungssystemen bzw. Rohrleitungen sollte zur Oberkante der Unterdecke ein Mindestabstand von 50 mm eingehalten werden.

Für brandschutztechnisch relevante Befestigungen im Untergrund (Dübelverankerungen) werden bereits seit langem entsprechende Nachweise in Form von Untersuchungsberichten von Materialprüfanstalten erstellt. Ein solcher Nachweis ist um so mehr im Hinblick auf das Verhalten der Halterungen und Unterstützungskonstruktionen der Installationsleitungen im Brandfall erforderlich, da weniger das reine Versagen (Bruch) der Tragsysteme relevant ist, sondern vielmehr bereits die Verformung der Konstruktion zu einer Beschädigung der Unterdecke führen kann.

Da es hinsichtlich der Beurteilung einer brandschutztechnischen Eignung von Befestigungen für Installationsleitungen gemäß Bild 5 im Gegensatz zu den Elektrotrassen mit Funktionserhalt oder den brandschutztechnisch relevanten Unterdecken bisher keine „offiziellen“ Prüf- bzw. Beurteilungsvorgaben gibt, ist derzeit eine gewisse Verunsicherung der für die Planung bzw. Ausführung

Verantwortlichen, aber auch unter den Herstellern solcher Befestigungssysteme, festzustellen.

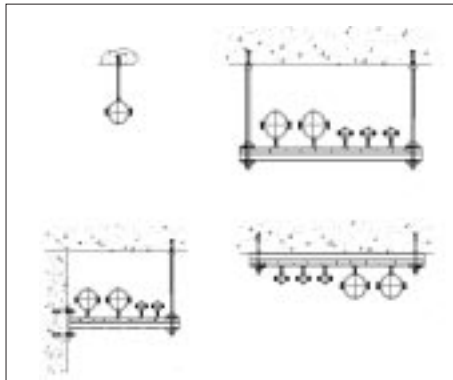


Bild 5: Übersicht geprüfter Tragsysteme in der Installationstechnik

Brandverhalten von Stahlbauteilen

Stahl ist als sehr guter Wärmeleiter bekannt und im Gegensatz zu Beton, insbesondere bei den hier vorliegenden Schienen- und Schellenkonstruktionen, deutlich filigraner. Dieses bedeutet, dass Stahl relativ schnell die Umgebungstemperatur annimmt. Bei einer Temperaturbeanspruchung nach der Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) gemäß DIN 4102-2:1977-09 bedeutet das, dass der Stahl nach 30 bzw. 90 Minuten Branddauer eine Temperatur von ca. $800 \text{ }^\circ\text{C}$ bzw. $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ aufweist. In Bild 6 ist der Abfall der Spannungs- und Dehnungsbeziehungen nach Eurocode 3 [4] dargestellt. Hieraus ist ersichtlich, dass unter den vgl. Temperaturen die Spannung und der E-Modul unter 10 % in Bezug auf den Ausgangswert unter Raumtemperatur absinkt.

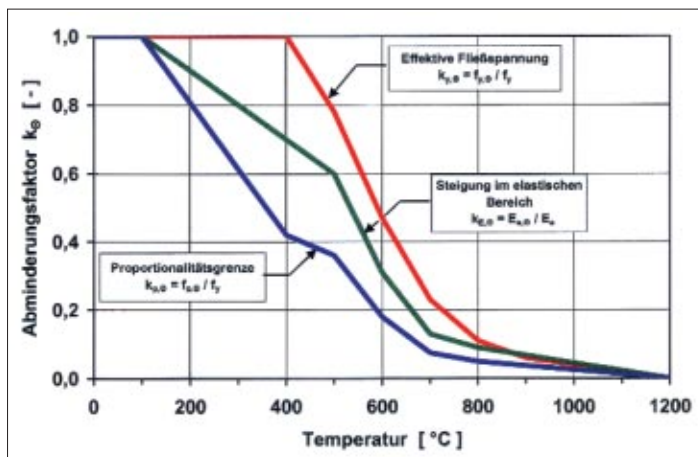


Bild 6: Abminderungsfaktoren für die Spannungs-Dehnungsbeziehungen von Stahl unter erhöhten Temperaturen nach [4]

Bisherige Praxis der Nachweisführung

Aus diversen vorliegenden statischen Berechnungen hinsichtlich der brandschutztechnischen Dimensionierung von Schienen- und Rohrschellensystemen zeigt sich, dass biegebeanspruchte Stahlbauteile entweder überhaupt nicht oder fälschlicherweise mit den in DIN 4102-4 [3] angegebenen Grenzspannungen für reinen zentrischen Zug (6 N/mm^2 bzw. 9 N/mm^2) nachgewiesen werden. Der rechnerische Nachweis der Verbinde- und Anbindungsteile, wie z.B. Grundplatten oder Winkel, sowie insbesondere der maximalen Durchbiegung der Gesamtkonstruktion einschließlich der Längenänderung der Abhängekonstruktion fehlt gänzlich.

Da in der Praxis oft nur geringe Bauhöhen im Zwischendeckenbereich zur Verfügung stehen und teilweise sehr hohe Installationsdichten vorhanden sind, ist der Abstand der Installationen zur Oberseite der Unterdecke sehr gering. Daher sind, auch wenn die Standsicherheit der Tragsysteme gewährleistet ist, in besonderem Maße die Verformungen unter Brandbeanspruchung, im Hinblick auf das geforderte Schutzziel der brandschutztechnischen relevanten Zwischendecken, von großer Bedeutung.

Neue Erkenntnisse aus Brandprüfungen

Aufgrund der in den letzten Jahren gesammelten Prüferfahrungen lässt sich feststellen, dass, ohne praktischen Nachweis, für einen Brandfall keine Aussagen über die maximalen Vertikalverformungen von Schienen bzw. Schellen, über die Knotenverdrehungen im Anschlusspunkt Gewindestange-Schiene, einschließlich der dynamischen Beanspruchungen bei einem „schlagartigen“ Durchsenken der Schiene, wie es im Brandfall häufig zu beobachten ist, sowie über die Deformationen der Querschnitte möglich sind. Reine rechnerische Nachweise auf der Grundlage der Zugspannungsbeschränkungen gemäß DIN 4102 Teil 4 [3] erlauben keinerlei realistische Aussagen. Durch die bei der MPA Braunschweig systematisch durchgeführten Brandprüfungen zeigt sich eindeutig, dass sich zusätzlich zur temperaturbedingten Festigkeitsabnahme des Stahls durch plastische Verformungen der Profile sowohl die Widerstandsmomente als auch die Trägheitsmomente von Schienen unter Brandeinwirkung rapide verringern bzw. verändern und die beiden querschnittsabhängigen Rechenwerte eine Funktion von der Temperatur bzw. der Zeitdauer der Temperaturbeanspruchung darstellen.

Die folgenden Bilder (7 bis 12) von brandbeanspruchten Bauteilen sollen einen Eindruck hinsichtlich des vorab beschriebenen Verhaltens von Befestigungssystemen der Installationstechnik im Brandfall vermitteln.



Bild 7:
Tragkonsole nach
Brandbeanspruchung.



Bild 10:
Rohrschellen vor und nach
Brandbeanspruchung



Bild 8:
Schienensystem nach
Brandbeanspruchung
(deformierter
Endquerschnitt).



Bild 11:
Schellenversagen infolge
Brandbeanspruchung

Linkes Bild: Gelenkversagen
Rechtes Bild: Versagen im
Bereich der Gewindemuffe



Bild 9:
Schienensystem nach
Brandbeanspruchung.

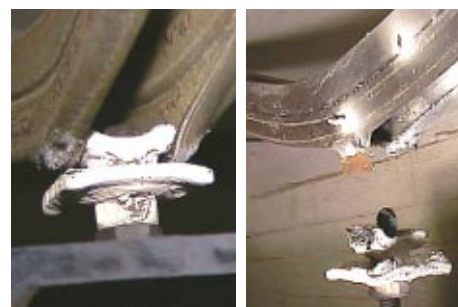


Bild 12:
Schienensystem nach
Brandbeanspruchung

Versagen: Ausriss Schienemutter
in Verbindung mit Aufwölbung
Schienenlippen

Empfehlungen für die Praxis

In Zwischendeckenbereichen oberhalb brandschutztechnisch relevanter Unterdecken von Flucht- und Rettungswegen kommt den Befestigungssystemen in der Installationstechnik eine besondere Rolle zu, um die bauaufsichtlichen Schutzziele ganzheitlich erfüllen zu können. Aufgrund des komplexen Verhaltens von derartigen Befestigungssystemen in Verbindung mit der Vielzahl von Einzelkomponenten und der gegenseitigen Beeinflussung (z.B. Winkelverdrehung der Gewindestangen durch Verformungen der Schienenkonstruktion) ist es derzeit ohne die zusätzliche Validierung durch entsprechende Brandprüfungen nicht möglich, solche Systeme unter Brandbeanspruchung, insbesondere die Verformungen, rechnerisch nachzuweisen. Die durchgeführten Brandprüfungen zeigen, dass die in [2] ausgesprochene Empfehlung, zwischen Kabeltrag- und Befestigungssystemen bzw. Rohrleitungen zur Oberkante der Unterdecke ein Mindestabstand von 50 mm eingehalten soll, bei Schienenspannweiten ab 400 mm und einer ≥ 30 -minütigen Brandbeanspruchung in Verbindung mit entsprechender Belastung mit Sicherheit nicht ausreichend ist (siehe auch Bild 13). Darüber hinaus haben die Versuche am Gesamtsystem gezeigt, dass die rechnerische Dimensionierung von Zugstangen für eine Grenzzugspannung von 6 N/mm² bzw. 9 N/mm² in Verbindung mit der zusätzlichen Winkelverdrehung bei Schienen mit größeren Spannweiten auf der unsicheren Seite liegt.

Entsprechende Brandprüfungen in Materialprüfanstalten an kompletten Tragsystemen im Bereich der Installationstechnik können den derzeit noch verunsicherten Planern und Anwendern nunmehr für die geprüften Systeme/Bauteile anwenderfreundliche Planungshilfen zur Verfügung stellen, aus denen unmittelbar in Abhängigkeit der Brandbeanspruchung und Spannweite die zulässige Traglast unter Brand in Verbindung mit dem zugehörigen Sicherheitsabstand zu entnehmen ist.

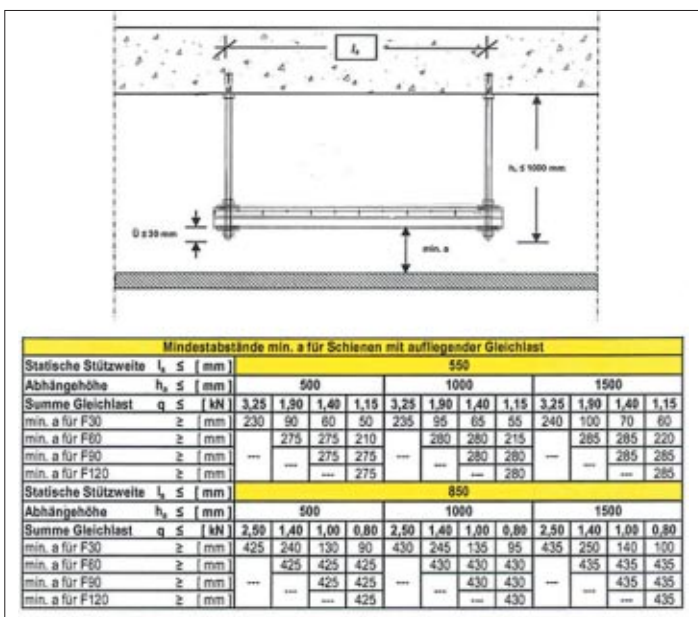


Bild 13: Auszug aus einem Prüfbereich der MPA Braunschweig: Mindestabstände min. a zwischen Unterkante Schiene und Unterdeckenoberseite in Abhängigkeit der Feuerwiderstandsdauer, Schienenspannweite, Abhängigkeit und Belastung.

Zusammenfassung

Die in den vergangenen Jahren durchgeführten systematischen Untersuchungen und die dabei gesammelten Erfahrungen auf dem Gebiet des Brandverhaltens von Befestigungssystemen in der Installationstechnik ermöglichen es heute, über das Verhalten der geprüften Systeme und Bauteile im Brandfall in die Praxis umsetzbare Aussagen zu treffen.

Die geforderten Schutzziele können nur dann eingehalten werden, wenn alle am Brandgeschehen beteiligten Systeme bzw. Bauteile so ausgelegt sind bzw. eingebaut werden, dass sichergestellt ist, dass die Funktion der anderen brandschutztechnisch relevanten Komponenten nicht negativ beeinträchtigt wird. Durch die vorab beschriebenen geprüften Systeme wird die Anwendungskette der brandschutztechnisch relevanten Komponenten im Sinne der Landesbauordnungen bzw. der MLAR [1]

- Dübel, als brandschutztechnisch nachgewiesene Befestigung zum Untergrund
- Kabeltragssysteme mit elektrischem Funktionserhalt
- Unterdecken mit Anforderungen an den Brandschutz und Abschottungen

durch geprüfte Befestigungssysteme/Bauteile der Installationstechnik geschlossen.

Nunmehr besteht die Möglichkeit eine ganzheitliche Betrachtung, d.h. unter Berücksichtigung des Zusammenwirkens aller eingebauten Systeme und Komponenten, vorzunehmen und sicherzustellen, so dass das jeweils geforderte Schutzziel auch wirklich erreicht werden kann.

Literaturverzeichnis:

- [1] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen – Fassung März 2000, DIBt-Mitteilungen 6/2000, S. 206 – 211
- [2] Lippe, M.; Wesche, J.: Kommentar und Anwendungsempfehlungen zur MLAR 03/2000
- [3] DIN 4102-4 : 1994-03: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile
- [4] DIN V ENV 1993-1-2, Eurocode 3, Bemessung und Konstruktion von Stahlbauteilen, Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall, Deutsche Fassung ENV 1993-1-2 : 1995
- [5] DIN V ENV 1994-03: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen. Funktionserhalt von elektrischen Kabelanlagen, Anforderungen und Prüfungen.

Verfasser:

Peter Nause

Materialprüfanstalt für das Bauwesen
Institut für Baustoffe, Massivbau und
Brandschutz
Beethovenstraße 52
D- 38106 Braunschweig
Telefon 0531 - 3 91 54 00
Fax 0531 - 3 91 59 00
e-mail mpa@tu-bs.de
www.mpa.tu-bs.de