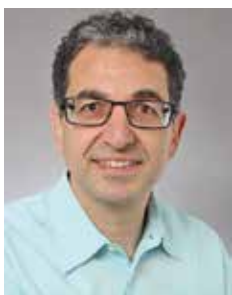


Brandschutz in der Gebäudetechnik: Nachweisverfahren für modulare Tragsysteme

Der Artikel befasst sich mit neuesten technischen Entwicklungen im baulichen Brandschutz im Zusammenhang mit modularen Tragsystemen. Vor diesem Hintergrund sollen die heute gängigen Verfahren des bautechnischen Nachweises vorgestellt und deren Vor- und Nachteile diskutiert werden. Ein innovatives Nachweisverfahren auf der Grundlage von Europäischen Technischen Bewertungen wird vorgestellt und Auswirkungen für Planer, Ausführende und Hersteller werden erörtert.



Giovanni Riello,
Vorschriften
und Zulassungen,
Hilti AG,
Liechtenstein



Dr.-Ing.
Susanne Reichel,
Zentrum
für Innovation und
Berechnung,
MFPA Leipzig GmbH



Robert Rollin,
Segmentleiter
Hilti Deutschland AG,
Kaufering

Modulare Tragsysteme für die Technische Gebäudeausrüstung haben bei der Einhaltung und Sicherstellung des baulichen Brandschutzes eine Schlüsselstellung inne. Zum einen übernehmen sie unmittelbar lastabtragende Funktionen von Bauteilen mit brandschutztechnischer Klassifizierung, beispielsweise bei Rohrdurchführungen, Lüftungs- und Kabelanlagen. Zum anderen dürfen modulare Tragsysteme bei der Installation über feuerhemmenden Unterdecken deren Integrität im Brandfall nicht durch

übermäßige Verformungen und Herabfallen beeinträchtigen. Letzteres muss unter Beachtung der MLAR [1] bzw. deren Umsetzungen in den Bundesländern in der täglichen Praxis für notwendige Flure, Treppenträume sowie vorgeschriebene Vorräume und Sicherheitsschleusen beachtet werden.

Für modulare Tragsysteme der Technischen Gebäudeausrüstung bestehen in Deutschland keine baurechtlichen Anforderungen, die über die allgemeinen Bestimmungen der Musterbauordnung [2] und der Bauproduktenverordnung [3] hinausgehen. Die Technischen Regeln für die Planung, Bemessung und Ausführung von Bauwerken, die in separaten Dokumenten geführt werden, enthalten ebenfalls keine einschlägigen und unmittelbar anzuwendenden technischen Baubestimmungen für modulare Tragsysteme, [4, 5].

Andererseits müssen unter Beachtung von § 3.5.3, Satz 3 MLAR „die besonderen Anforderungen hinsichtlich der brandsicheren Befestigung der im Bereich zwischen den Geschossdecken und Unterdecken verlegten

Leitungen beachtet werden“. Infolgedessen sind auch für modulare Tragsysteme die sicherheitsrelevanten Anforderungen in Bezug auf den Brandschutz und die Betriebssicherheit zu beachten und im Rahmen des bautechnischen Nachweises für den Heissfall zu prüfen und zu bewerten.

In der Praxis stehen dabei grundsätzlich die folgenden drei Nachweisverfahren zur Verfügung [6]:

1. Nachweis mit Hilfe von originalmaßstäblichen Brandversuchen,
2. Nachweis über Rechenverfahren auf Basis des Eurocodes 3 [7],
3. Nachweis auf Basis des Europäischen Bewertungsdokuments EAD 280016-00-0602 [8].

Nachweis mit Hilfe von originalmaßstäblichen Brandversuchen

Das Verfahren auf Basis von originalmaßstäblichen Brandversuchen (Abbildung 1) wird in [9] näher erörtert. Dieses Vorgehen hat sich in der Vergangenheit als effektiv, ausreichend und plausibel erwiesen, da



Abbildung 1: Verformungen von Montageschienen unter erhöhten Temperaturen



hierbei die direkte Anwendung von Ergebnissen aus Brandversuchen für Planer, Ausführende und Baubehörden leicht nachvollziehbar ist. Hersteller von Montagesystemen mit umfangreicher Prüferfahrung stellen Prüfberichte und Leitfäden für praxiserichte Anwendungen auf Basis von originalmaßstäblichen Brandversuchen zur Verfügung [10, 11].

In der Planung und Umsetzung müssen dabei insbesondere folgende Punkte beachtet werden:

- Die Vergleichbarkeit der Herstellerangaben ist nicht durchgehend gegeben, weil für die Tests und die Auswertung der Prüfergebnisse kein einheitliches Bewertungsverfahren zur Anwendung kommt. Hersteller von Befestigungssystemen haben unter dem Dach der RAL Gütegemeinschaft bisher lediglich ein Prüf- und Auswertverfahren für Rohrschellen veröffentlicht [12].
- Konkrete Bausituationen können von der getesteten Situation im Brandofen abweichen. Um den bautechnischen Nachweis dennoch führen zu können, müssen Prüfberichte auf der sicheren Seite liegend auf die konkrete Bausituation angewendet werden. Dabei müssen für die Auslegung im Allgemeinen längere Spannweiten, höhere Lasten und ungünstigere Lastkombinationen angenommen werden.

Beide Punkte – fehlende Vergleichbarkeit und konservative Auslegung der Systeme – können zu Lasten der Wirtschaftlichkeit in der Bauausführung gehen.

Nachweis über Rechenverfahren auf Basis des Eurocodes 3

Mit der Einführung des Eurocodes 3 wurde ein Verfahren bereitgestellt, das auf den ersten Blick geeignet schien, die Vergleichbarkeit von Herstellerangaben und eine effiziente Auslegung der Systeme zu ermöglichen. Neuere Erkenntnisse auf Basis von Forschungsergebnissen [13, 14] widerlegen allerdings die Anwendbarkeit des Eurocodes 3 für dünnwandige Montageschienen. Vergleichende Untersuchungen zeigen eine signifikante Diskrepanz zwischen berechneten und gemessenen Verformungen, wie die Abbildung 2 zeigt.

Im Folgenden sollen deshalb die Randbedingungen und Grenzen für die Anwendbarkeit des Eurocodes 3 für modulare Tragsysteme konkretisiert und zusammengefasst werden.

Nach dem aktuellen Stand der wissenschaftlichen Diskussionen [15, 16] sollen zusammenfassend die folgenden Punkte beachtet werden:

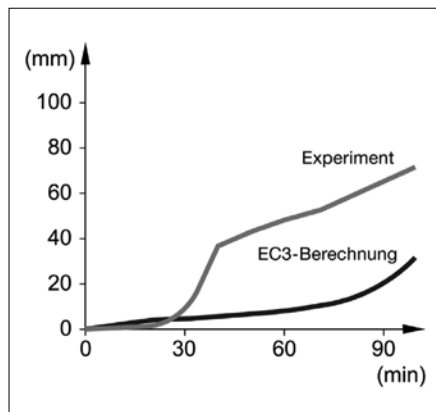


Abbildung 2: Verformungsverhalten einer dünnwandigen Montageschiene unter realen Testbedingungen und nach EC-3 Berechnung

1. Die Spannungs-Dehnungsbeziehungen des Eurocodes 3 können mit ausreichender Sicherheit für dünnwandige Montageschienen und Temperaturen bis ca. 750 °C angewendet werden.

2. Für Temperaturen über 750 °C sind keine hinreichend genauen Verformungsvorausagen auf Grundlage des Eurocodes 3 für dünnwandige Montageschienen möglich.
3. Die Anwendbarkeit des Eurocodes 3 muss auf Spannungsnachweise für dünnwandige Montageschienen beschränkt bleiben.
4. Gemäß [6] müssen mögliche Interaktionen von Verbindungskomponenten mit Montageschienen gesondert betrachtet werden und gegebenenfalls durch Brandversuche nachgewiesen werden.

Für die praktische Anwendung bedeutet das, dass ein bautechnischer Nachweis von Montageschienen auf Grundlage des Eurocodes 3 nur dann erfolgen kann, wenn keine Konflikte mit darunterliegenden feuerhemmenden Unterdecken oder sonstigen brandschutztechnisch klassifizierten Bauteilen bestehen. Aufgrund der zum Teil erheblichen Installationsdichten über feuerhemmenden

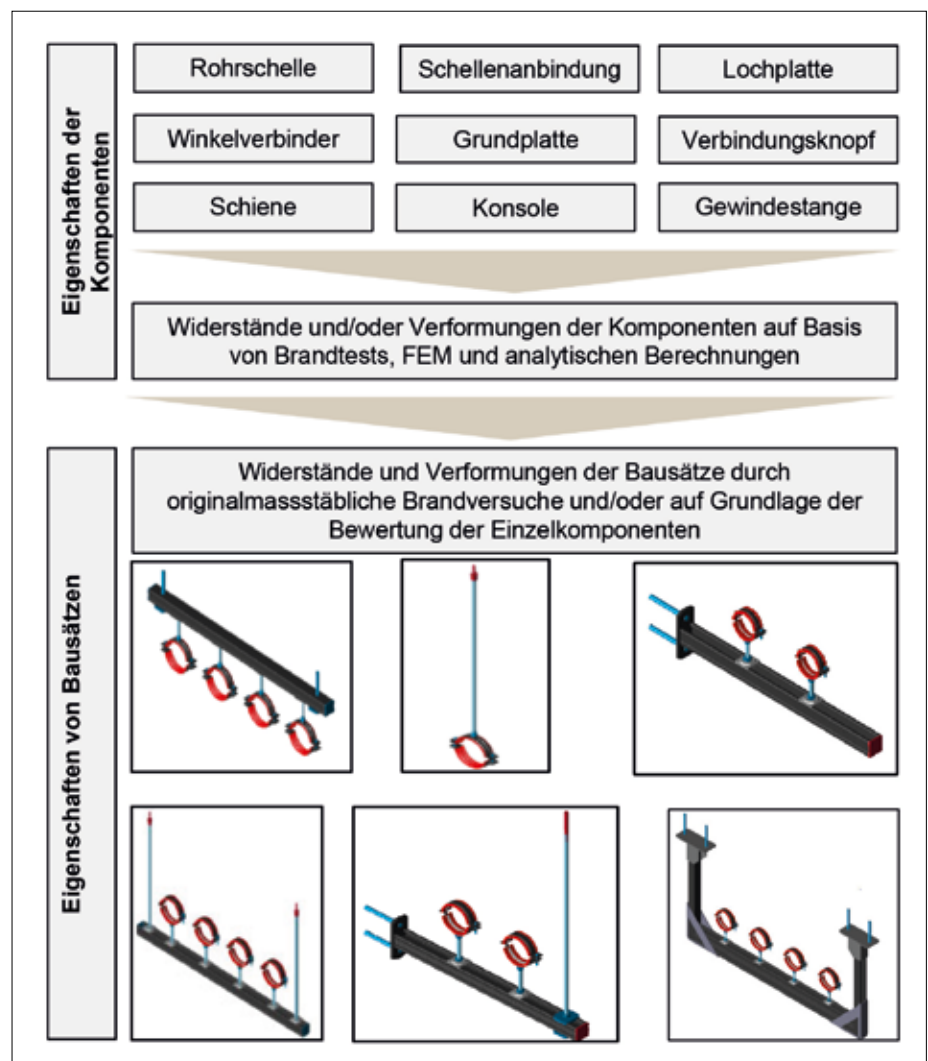


Abbildung 3: Anwendungsbereich und Verfahren gem. EAD 280016-00-0602

Unterdecken muss dies im Einzelfall überprüft werden.

Nachweis auf Basis des Europäischen Technischen Bewertungsdokuments

Die Anwendung originalmaßstäblicher Brandversuche und des Eurocodes 3 können für die Nachweisführung mit Einschränkungen verbunden sein. Deshalb wurde vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) und der Europäischen Organisation für Technische Bewertung (EOTA) im Rahmen eines Verfahrens für die Erstellung einer europäisch harmonisierten Spezifikation ein ganzheitlicher Bewertungsansatz verfolgt und erarbeitet. Im Folgenden sollen die wesentlichen Inhalte des Bewertungsdokuments vorgestellt und für die praktische Anwendung erläutert werden.

Das von der EOTA angenommene Bewertungsdokument „Produkte für Installationssysteme für technische Gebäudeausrüstung wie Rohre, Kanäle, Leitungen und Kabel“ adressiert die Grundanforderung 4 an Bauwerke gemäß Bauproduktenverordnung: „Sicherheit und Barrierefreiheit in der Nutzung“. Damit können für erhöhte Temperaturen Methoden und Verfahren zur Anwendung kommen, um die maximal möglichen Verformungen und Widerstände modularer Tragsysteme zu bestimmen. Mit den erfolgten Bewertungen können die Systeme wiederum so ausgelegt werden, um die Funktionssicherheit angrenzender Bauteile mit brandschutztechnischer Klassifizierung nicht zu beeinträchtigen. Somit können Verformungen als Leistungswerte deklariert werden, die über den klassischen Tragfähigkeitsansatz hinausgehen. Das ist notwendig,

um angesichts extremer Verformungen modularer Tragsysteme unter erhöhten Temperaturen eine wirtschaftliche und technisch sinnvolle Auslegung der Systeme zu ermöglichen (Abbildung 1).

Das Europäische Technische Bewertungsdokument 280016-00-0602 behandelt sowohl die isolierte Bewertung der Komponenten von modularen Tragsystemen als auch die Bewertung von zu Bausätzen zusammengeführten Komponenten. Damit können für die gängigsten Konfigurationen modularer Tragsysteme Verformungen und Widerstände für erhöhte Temperaturen unter den Bedingungen der Einheitstemperaturzeitkurve (ETK) nach DIN EN 1363-1 [17] ermittelt werden (Abbildung 3).

Als Bausätze werden betrachtet:

- an Decken montierte Schienen,
- mit Gewindestangen abgehängte Schienen,
- frei auskragende Konsolen,
- mit Gewindestangen abgehängte Konsolen,
- U-Joch Konstruktionen,
- Einzelbefestigung von Rohrschellen.

Die folgenden innovativen Verfahren und Methoden kommen zur Anwendung, um modulare Tragsysteme auf Basis der Eigenschaften der Einzelkomponenten zu bewerten:

1. Für alle Komponenten werden Bewertungsverfahren unter Bedingungen bei Raumtemperatur definiert. Diese Leistungsdaten bilden die Grundlage für eine wirtschaftliche Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit der Komponenten im laufenden Produktionsprozess.
2. Auszugswiderstände von Befestigern aus den Schienenrückenlochanlagen werden be-

wertet. Dabei können sowohl Auszugswiderstände aus Rundlöchern als auch aus Langlöchern in Verbindung mit den zur Anwendung kommenden Dübeln bewertet werden (Abbildung 4).

3. Bei der Ermittlung der Widerstände von Schellenanbindungen wird auch das Verformungsverhalten der angrenzenden Montageschiene berücksichtigt. Abhängig von der Spannungsauslastung bzw. dem Dehnungszustand der Montageschiene und der Neigung der Montageschiene können für Schellenanbindungen darauf abgestimmte Widerstände angegeben werden.
4. Der Widerstand der Schweißnähte von Konsolen bei erhöhten Temperaturen wird ermittelt.
5. Der Widerstand von Gewindestangen unter kombinierter Biege- und Zugbeanspruchung bei erhöhten Temperaturen wird ermittelt.
6. Der Widerstand von Lochplatten in Verbindung mit frei beflammt Dübeln für deckenmontierte Schienen wird ermittelt.
7. Für das eingesetzte Schienenmaterial wird ein individuelles Materialmodell auf der Grundlage instationärer Heiß-Kriechversuche erstellt. Daraus werden Spannungs-Dehnungsbeziehungen bei erhöhten Temperaturen abgeleitet, die gegenüber Berechnungen gemäß [7] realistische Verformungsvoraussagen ermöglichen.
8. Ein numerisches Verfahren zur Verformungsvoraussage von Montageschienen wird eingeführt – unter Berücksichtigung der spezifischen Materialparameter, der Spannweiten, der Schienenausrichtung und der Lastfälle.
9. Regeln für die Interpolation der aus dem numerischen Verfahren abgeleiteten Verformungswerte werden spezifiziert.

Ein Nachweisverfahren auf Komponentenebene unter Berücksichtigung von Europäischen Technischen Bewertungen hat die folgenden Vorteile:

- A) Erhöhung der Rechts- und Anwendungssicherheit:
 - Leistungsdaten auf Grundlage eines Europäischen Bewertungsdokuments (EAD),
 - In-Verkehr-Bringen von Bauteilen der Technischen Gebäudeausrüstung mit CE-Zeichen entsprechend der EU-Bauproduktenverordnung,
 - hoher technischer Standard der ETA und damit Erhöhung der Anwendungssicherheit bei Planern, Bauherren und Anwendern.



Abbildung 4: Deformierte Rückenlochung einer Montageschiene nach Brandversuch



- B) Erhöhung der Sicherheit im Brandfall:
- ganzheitliche Betrachtung von Modularen Tragsystemen nach neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen,
 - abgesicherte technische Lösung auf Grundlage einer Vielzahl von FEM-Berechnungen und Versuchen,
 - realistische Abbildung des Verformungsverhaltens von dünnwandigen Montageschienen und Systemen.

- C) Erhöhung der Wirtschaftlichkeit:
- Einführung eines numerischen Verfahrens für die effiziente Auslegung von modularen Tragsystemen,
 - konkrete Einbausituationen können analytisch abgebildet werden und auf kostenintensive originalmaßstäbliche Brandversuche kann weitestgehend verzichtet werden,
 - Vergleichbarkeit von Leistungsdaten von Produkten, die nach harmonisierten Verfahren ermittelt wurden.

- D) Erhöhung der Objektivität und Unabhängigkeit:
- ETAs werden ausschließlich von unabhängigen technischen Bewertungsstellen unter dem Dach der EOTA erteilt, die von den EU-Mitgliedstaaten benannt sind - beispielsweise DIBt. Das schafft EU-weit Transparenz und Vertrauen.

Für den mit der Planung und Auslegung von modularen Tragsystemen betrauten Personenkreis bedeuten diese Vorteile, dass die bautechnische Nachweisführung unter Zugrundelegung von Europäisch Technischen Bewertungen in Anlehnung an [6] gemäß Abbildung 5 geführt werden kann. Dabei ist es notwendig, dass die in den Europäisch Technischen Bewertungen bzw. in den Leistungserklärungen angegebenen Daten mit den konkreten objektspezifischen Anforderungen in Bezug gesetzt werden, beispielsweise Verformungsvorgaben im Brandfall. Um dabei eine effiziente Planung für optimal ausgelegte Systeme zu ermöglichen, bieten Hersteller von modularen Tragsystemen Softwarelösungen und darauf abgestimmte Dienstleistungen an.

Zusammenfassung

Um die Ziele des Brandschutzes in Fluren, Treppenträumen, vorgeschriebenen Vorräumen und Sicherheitsschleusen zu erreichen, müssen die in diesen Bereichen installierten modularen Tragsysteme über den Unterdecken für den Brandfall ausgelegt werden. Dabei stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung. Bisher wurden dafür

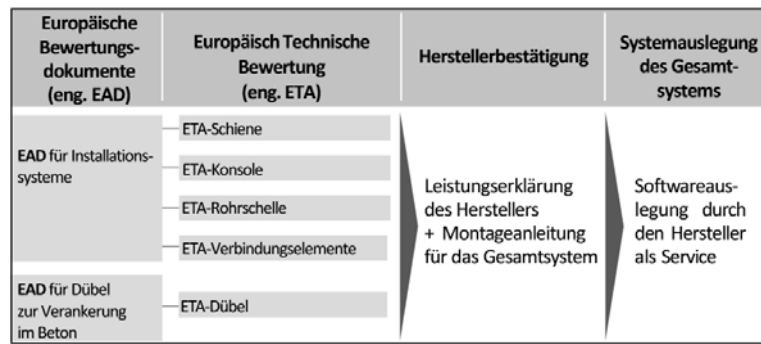


Abbildung 5: Nachweisverfahren auf Basis von Europäisch Technischen Bewertungen für modulare Tragsysteme

Verfahren wie originalmaßstäbliche Brandversuche oder Berechnungen nach Eurocode 3 angewendet. Diese können im Hinblick auf die zunehmenden Installationsdichten in Zwischendeckenbereichen an ihre wirtschaftlichen und technischen Grenzen stoßen. Mit dem von der EOTA angenommenen Europäischen Bewertungsdokument EAD 280016-00-0602 und den daraus abgeleiteten technischen Bewertungen ist es möglich, modulare Tragsysteme für erhöhte Temperaturen situationsbezogen und flexibel auszulegen. Planer und Ausführende können mit wirtschaftlichen Lösungen arbeiten, die nach den Vorgaben neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse getestet und bewertet werden. Die nach der harmonisierten Spezifikation ermittelten Leistungsdaten werden in Softwarelösungen integriert, um damit Systemauslegungen durchzuführen. Die Europäisch Technischen Bewertungen, die Leistungserklärungen, die Montageanleitungen und die Auslegung des Gesamtsystems bilden die Kernelemente des bautechnischen Nachweises, der objektbezogen und mit der Unterstützung von Herstellern dieser Systeme ausgearbeitet wird. ◀

Literatur:

- [1] Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie MLAR) - Fassung Februar 2015.
- [2] Musterbauordnung - MBO - Fassung November 2002, zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 13.05.2016.
- [3] Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates.
- [4] Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MV VTB), Ausgabe August 2017.
- [5] Bauregelliste A, Bauregelliste B und Liste C; Ausgabe 2015/2.

- [6] Kommentar zur Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie (MLAR): Anwendungsempfehlungen und Praxisbeispiele zu MLAR, MSysBör und EltBauVO - 12. November 2018; M. Lippe, K. Czepuck, F. Möller.
- [7] Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall; Deutsche Fassung EN 1993-1-2:2005 + AC:2009.
- [8] EAD 280016-00-0602: Products related to installation systems supporting technical equipment for building services such as pipes, conduits, ducts and cables; European Organisation of Technical Assessment, Februar 2018.
- [9] Geibig, O., Riello, G.: Brandschutz in der Gebäudetechnik; BTGA-Almanach 2017.
- [10] Technisches Handbuch Installationstechnik-Feuerwiderstand, Hilti AG, Version 1.0; Dezember 2016.
- [11] Installation Technical Manual, Fire Resistance Typicals, Hilti AG, Version 1.0; Dezember 2016.
- [12] Brandgeprüfte Rohrbefestigung, RAL-GZ 656, Ausgabe Mai 2010.
- [13] Mietzner, H. Brandverhalten von Montageschienen; Unsicherheiten bei der Anwendung des Eurocode 3, TAB 2017.
- [14] Hauswaldt, G., Beiter, C., Reichel, S.: Verformungsberechnung dünnwandiger Montageschienen im Brandfall, Workshop Heißbemessung, Braunschweiger Brandschutz-Tage 2016.
- [15] Reichel, S., Brandschutz in der Gebäudetechnik - Neue Entwicklungen bei der Heißbemessung von Montagesystemen; BTGA-Almanach 2018.
- [16] Beiter, C., Reichel, S.; Deformation of Modular Installation Systems in case of fire; Braunschweiger Brandschutz-Tage 2018.
- [17] DIN EN 1363-1: 2012-10: Feuerwiderstandsprüfungen-Teil1:AllgemeineAnforderungen.