

**Autor****Holger Mietzner**Geschäftsführer der RAL Gütegemeinschaft Rohrbefestigung,  
86899 Landsberg am Lech

**Bild 1: Moderne Montageschienensysteme sind hochflexible Konstruktionsbaukästen für vielfältige Anwendungsbereiche**

# Technisch bewerten – aber richtig

## Teil 3 – Schienenkonstruktionen

**In einer kleinen Artikelserie untersucht der Autor des Beitrags die Bewertung von Produkten zur Rohrbefestigung. Im vorliegenden dritten Teil beschäftigt er sich mit Schienenkonstruktionen. Der Autor vermittelt die grundlegenden Bewertungsverfahren und ihre Verknüpfungen zu normativen Prüfverfahren.**

Moderne Montageschienensysteme sind hochflexible Konstruktionsbaukästen für vielfältige Anwendungsbereiche. Angefangen bei einfachen U-Joch-Konstruktionen bis hin zu dreidimensionalen Tragwerken sind fast beliebige Problemlösungen realisierbar. Die Gestaltungsmöglichkeiten solcher Systeme sind praktisch unbegrenzt.

Natürlich müssen solche Konstruktionen auch planerisch beherrscht werden. Dies kann, insbesondere bei großen Konstruktionen, eine sehr umfangreiche und anspruchsvolle Aufgabe darstellen. Hilfreicherweise bieten viele Hersteller einen entsprechenden technischen Service an, der den Planer hier direkt unterstützt. Das dabei angebotene Leistungsspektrum an Planungshilfen kann von praxisnahen Auslegungstabellen bis hin zu integrierten Softwarelösungen reichen. Auch kann oft direkte Unterstützung durch Anwendungstechniker des Herstellers vor Ort angefordert werden. Trotzdem verbleibt dabei die Verantwortung für eine betriebssichere, wirtschaftliche Lösung beim Planer.

Schon bei einfachen Aufgabestellungen muss das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten eines Montageschienensystems hinreichend bekannt sein. Dies umfasst nicht nur die technischen Daten der eigentlichen Montageschienen sowie der gegebenenfalls verwendeten Konsolen, sondern insbesondere auch die technischen Daten der verwendeten Zubehörteile, die für die Verbindung der einzelnen Komponenten untereinander verwendet werden. Gerade im Bereich des so genannten „Schienenzubehörs“ gibt es mannigfaltige Produkte mit sehr unterschiedlichem Einsatzzweck. Hier erscheint es sinnvoll, zuerst einige grundlegende Begriffe zu klären:

Unter Konstruktionselementen (Bild 2) versteht man Produkte, die Montageschienen untereinander oder zum Baukörper hin verbinden, und Kräfte in angrenzende Montageschienen oder zum Baukörper übertragen. So gehören z. B. Winkel, Knotenbleche und auch Konsolen zu den Konstruktionselementen.

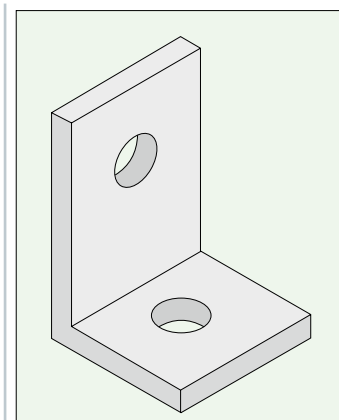
Verbindungselemente (Bild 3) sind Produkte, die erforderlich sind, um Konstruktionselemente (z. B. Winkel) oder andere Bauteile mit Montageschienen zu verbinden. Zu dieser Produktgruppe gehören z. B. Schienenmuttern oder Hammerkopfschrauben.

Kombinationen aus einem Konstruktionselement und mindestens einem – gegebenenfalls integriertem – Verbindungselement bezeichnet man als Verbindungsbauteile (Bild 4). Hierzu gehört eine Vielzahl vormontierter Bauteile, aus den Sortimenten der Hersteller.

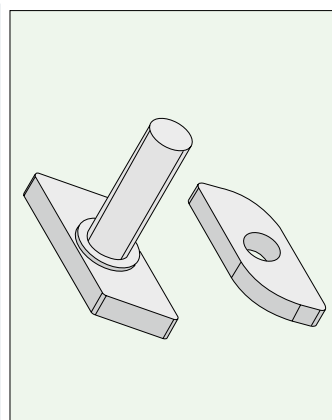
Gruppen von Verbindungsbauteilen die sich hinsichtlich Anschlussgeometrie an der Montageschiene, Werkstoff, Oberfläche, Anzahl und Art der Verbindungselemente nicht unterscheiden, bilden so genannte Verbindungstypen (Bild 5). So können z. B. alle zweischraubigen, vormontierten Winkel eines Herstellers letztendlich nur einen Verbindungstyp darstellen. Diese sind dann durch ein gleichartiges Verhalten an ihrer „Montageschnittstelle“ zur Montageschiene gekennzeichnet. Viele Eigenschaften dieser Produkte lassen sich somit gemeinsam betrachten.

Verbindungsbauarten schlussendlich sind Kombinationen von Verbindungstypen und zugehörigen Montageschienen die durch gemeinsame technische Daten gekennzeichnet werden können.

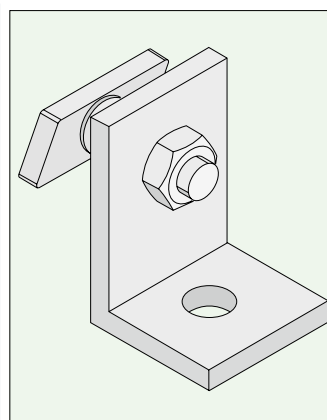
Ein Montageschienensystem besteht in der Regel aus einem Sorti-



**Bild 2:** Beispiel für ein Konstruktions-element



**Bild 3:** Beispiel für Verbindungselemente



**Bild 4:** Beispiel für ein Verbindungsbauteil

ment verschiedener Montageschienen gleicher Breite aber unterschiedlicher Höhe und Materialstärke. Auch werden häufig zusätzlich Montagedoppelschienen für den Einsatz bei größeren Spannweiten angeboten. Zu diesen Montageschienen werden dann manchmal mehr als hundert Zubehörteile angeboten.

Diese Produktvielfalt lässt sich aber oft auf nur wenige Verbindungsbauarten zurückführen. Da jede Produktkombination durch die technischen Daten der zugrundeliegenden Verbindungsbauart gekennzeichnet ist, gestaltet sich die Identifikation der einschlägigen technischen Daten dann übersichtlich. Allerdings erfordert dies, dass der Hersteller in seinen technischen Unterlagen eine klare Zuordnung seiner Produktkombinationen zu den jeweiligen Verbindungsbauarten vornimmt und die technischen Daten dieser Verbindungsbauarten auch klar angibt. Für gütegesichertes Schienenzubehör wird diese Pflicht zur Datenveröffentlichung durch die RAL-GZ 655 verbindlich geregelt. Da die Anwendung der RAL-GZ 655 jedoch freiwillig ist, sind diese übersichtlichen Angaben leider nicht bei allen Herstellern zu finden.

#### **Welche Daten müssen für eine solche Verbindungsbauart bekannt sein?**

Natürlich sind es die grundlegenden technischen Daten der verwendeten Montageschienen (u.a. Streckgrenze, Widerstandsmoment, Flächenträgheitsmoment, maximal zulässige Querkraft) und Konsolen (u.a. Grenzmoment), die bekannt sein müssen. Für die Verbindungsbauarten sind nun zusätzlich diejenigen Daten von besonderer Bedeutung, die die Verbindung mit den Montageschienen beschreiben. Dies sind vor allem die zulässigen Lasten in Richtung der Schienenlängsachse (x-Richtung) sowie quer dazu in z-Richtung; umgangssprachlich also das Abgleiten und das Herausreißen der Verbindungsbauteile aus der Montageschiene. Da grundsätzlich Verbindungsknoten in Montageschienenkonstruktionen als Gelenke betrachtet werden sollten, sind diese beiden Angaben die wichtigsten Hauptdaten der Verbindungsbauarten.

#### **Wie werden die zulässigen Lasten ermittelt?**

Hier gilt der gleiche Grundsatz wie bei allen technischen Daten im Bereich der Rohrbefestigung. Sinnvoll und hilfreich ist es, wenn solche Daten von den Herstellern auf Basis einheitlicher Bewertungsstandards ermittelt werden. Leider ist die Situation im Bereich Montageschienenzubehör hier noch unbefriedigend. Immer noch existieren viele Herstellerangaben in den Katalogen, die auf Basis herstellerspezifischer Bewertungsvorschriften ermittelt wurden. Schlimmer noch, auch diese Bewertungsverfahren sind oft nicht offen gelegt. Selbst der zugrunde gelegte Sicherheitsbeiwert wird teilweise verschwiegen. Dies erschwert den Produktvergleich erheblich. Von einer Ermittlung der technischen Daten durch eine neutrale Prüfstelle auf Basis einer verbindlichen technischen Regel sind einige Hersteller leider noch weit entfernt. Positiv zu vermerken bleibt hierzu allerdings, dass die Nachfrage nach einer Gütesicherung gemäß RAL-GZ 655 Teil E, die dies ja verbindlich regelt, stark zunimmt. Insofern ist in naher Zukunft mit einer deutlichen Verbesserung dieser Situation für den Kunden zu rechnen.

Die Ermittlung der zulässigen Last in z-Richtung für eine Verbindungsbauart gemäß RAL-GZ 655 birgt keine großen Geheimnisse. Eine Montageschiene wird fest eingespannt und ein Verbindungselement wird aus der Montageschiene herausgezogen. Die notwendigen Auszugskräfte werden hierbei gemessen (Bild 6).

Diese Messung ist mehrfach zu wiederholen. Die Ergebnisse werden statistisch ausgewertet und mit einem Sicherheitsbeiwert von  $\gamma = 2,0$  bewertet.

Natürlich sind die Ergebnisse sehr stark von den verwendeten Materialstärken der Schienen abhängig. Hierdurch entstehen teilweise erhebliche Unterschiede in der Belastbarkeit unterschiedlicher Verbindungsbauarten mit unterschiedlichen Montageschienen. Aber auch die Festigkeitswerte der verwendeten Verbindungselemente haben erheblichen Einfluss. Somit sind die zulässigen Lasten einer Verbindungsbauart nicht auf eine andere Verbindungsbauart übertragbar, selbst wenn es teilweise Überschneidungen in den betroffenen Bau-

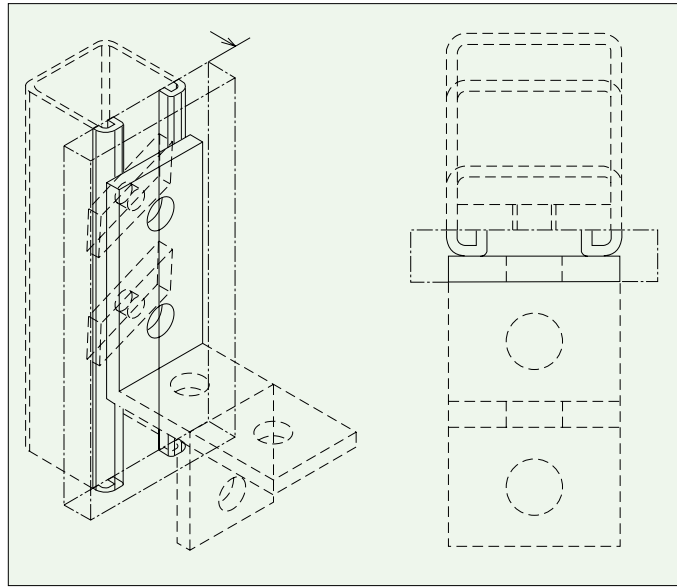


Bild 5: Beispiel für einen Verbindungstyp

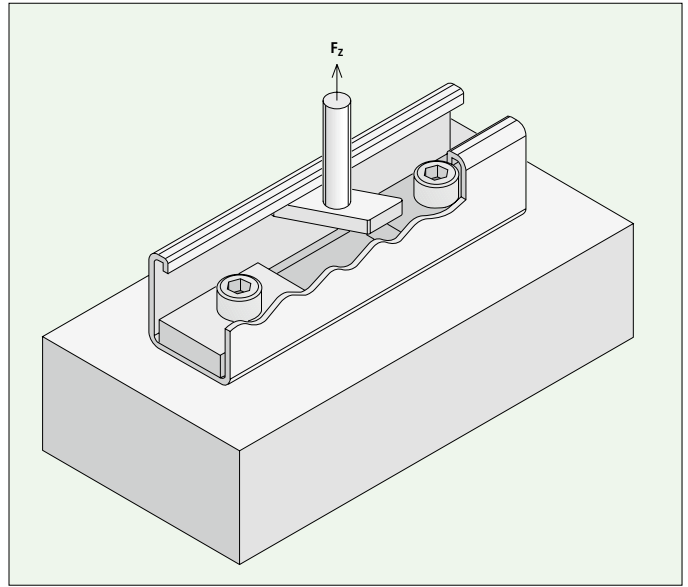


Bild 6: Prinzipskizze des Versuchsaufbaus (Lastermittlung in z-Richtung)

teilen gibt. Es darf immer nur die explizit für eine definierte Verbindungsbauart ermittelte zulässige Last berücksichtigt werden.

Die Ermittlung der zulässigen Last in x-Richtung (Abgleiten des Bauteils) ist eindeutig weniger trivial. Der Hintergrund ist leicht verständlich: während eventuell im Verbindungsbauteil vorhandenes Spiel in z-Richtung durch die Vorspannung bei der Montage in der Regel aufgehoben werden sollte, ist dies in x-Richtung nicht der Fall. Da das Bauteil nur in z-Richtung vorgespannt wird, bleiben sämtliche in x-Richtung vorhandenen Verschiebungsmöglichkeiten unbeeinflusst. Dies betrifft z. B. das Lochspiel eines Befestigungsbolzens. Da bei der Montage nicht immer darauf geachtet werden kann, dieses Lochspiel gezielt in eine vorher geplante Richtung zu begrenzen, ist seine wahre Größe im montierten Zustand auf der Baustelle als nicht bekannt anzunehmen. Dies muss bei der Ermittlung der Daten berücksichtigt werden. In x-Richtung könnte das gesamte Lochspiel des Bolzens wirksam werden, bevor das Verbindungsbauteil seine maximale Tragfähigkeit ausspielen kann (Bild 7). Aus diesem Grunde werden solche Einflüsse in der RAL-GZ 655 gezielt berücksichtigt.

Ein weiterer Effekt, der bei der Ermittlung der zulässigen Last in „Verschieberichtung“ zu beachten ist, ist der Verlauf der Kraft/Weg-Kurve. Hierzu sollte man sich Folgendes vergegenwärtigen: Zu Beginn der Belastung herrscht Haftreibung. Die Belastung des Verbindungsbauteils steigt weiter an, bis das System in Bewegung gerät. Nun wirkt nicht mehr Haftreibung, sondern Gleitreibung. Diese ist deutlich geringer als die Haftreibung. Ein „gleitendes“ System trägt erheblich weniger als ein „ruhendes“ System. Nun kann die Rückhaltekraft eines solchen „gleitenden“ Systems aber wieder ansteigen. Dies wäre z. B. der Fall, wenn der zuvor genannte Bolzen das Ende des Langlochs erreicht. Steigt die Rückhaltekraft des „gleitenden“ Systems stark genug an, so kann das System nach einer Gleitphase wieder in eine Ruhephase kommen. Insbesondere beim beschriebenen Ausnutzen des Lochspieles ist dies zu erwarten. Dies bietet somit eine zusätzliche Sicherheit gegen ein Totalversagen. Sinkt hingegen die Rückhaltekraft des Systems weiter ab, so ist nach Überschreiten des Haltepunktes ein schlagartiges Versagen nicht mehr aufzuhalten. Wichtig hierbei

ist natürlich die Berücksichtigung eines maximalen Verschiebeweges. Tritt dieser Stopp-Effekt erst nach einem zu langen Verschiebeweg ein, kann die bis dahin eingetretenen Veränderung der Geometrie längst zu einer erheblichen Verschlechterung der Stabilität geführt haben. Ein Versagen würde dann trotzdem eintreten.

Die experimentelle Überprüfung der zulässigen Lasten einer Verbindungsbauart in x-Richtung erfolgt durch eine anerkannte Prüfstelle nach RAL-GZ 655 Teil E wie folgt:

Das zu untersuchende Verbindungsbauteil wird in die zugehörige Montageschiene montiert (Bild 8). Eventuell vorhandenes Lochspiel wird hierbei berücksichtigt. Nun erfolgt eine geregelte Kräfteinleitung auf das Verbindungsbauteil. Hierbei wird ein Kraft/Weg-Diagramm aufgezeichnet.

Die Auswertung erfolgt nun abschnittsweise. Die zulässige Verschiebung des Verbindungsbauteils in der Montageschiene beträgt 3 mm. Die höchste Rückhaltekraft, die innerhalb dieses Verschiebeweges gemessen wurde, repräsentiert somit die „Haltekraft“ des Systems.

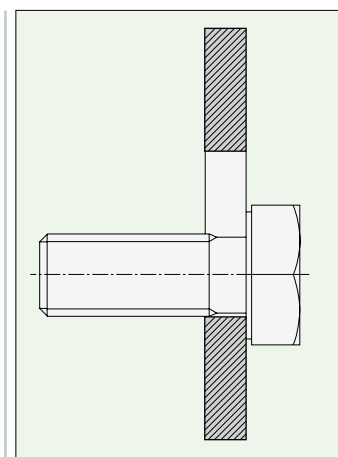
Zusätzlich wird innerhalb eines 6 mm Auswertebereich überprüft, ob sich nochmals ein Kraftanstieg ergibt. Falls nicht, kann die ermittelte zulässige Last dieses Verbindungsbauteils maximal die Hälfte der zuvor gemessenen „Haltekraft“ erreichen. Andernfalls kann die ermittelte zulässige Last bis zur Höhe der ermittelten Haltekraft anwachsen, allerdings auch nur unter der Voraussetzung, dass die aufgetretenen Streuungen durch die statistische Auswertung nicht zu einer Abminderung führen.

Durch diesen Bewertungsansatz, der die unterschiedlichen Einflüsse auf das „Beharrungsvermögen“ des Verbindungsbauteils in x-Richtung berücksichtigt, ist eine sehr ausgeglichene technische Bewertung möglich.

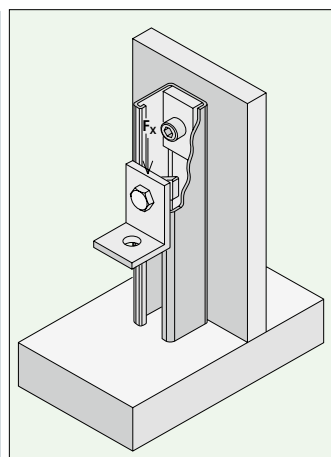
#### Fazit

Dieses verkürzte Beispiel der Bewertung der zulässigen Last einer Verbindungsbauart soll verdeutlichen, welche unterschiedlichen Parameter hierbei zu berücksichtigen sind.

Obwohl jeder Hersteller prinzipiell die gleichen technischen Daten



**Bild 7: Einseitiges Lochspiel**



**Bild 8: Ermittlung zulässiger Lasten in x-Richtung (Prinzipiskizze)**



Foto: Rehau

**Bild 9: Mit gütegesicherten Montagesystemen sind beliebige Problemlösungen realisierbar**

angibt, bleibt natürlich die Frage, ob diese Daten wirklich gleichartig in eine Planung einfließen können, oder ob die eventuell stark abweichenden zugrundeliegenden Bewertungsverfahren im Einzelfall speziell berücksichtigt werden sollten? Diese Frage muss jeder verantwortliche Planer für sich selbst beantworten. Aber falls ein Hersteller seine Bewertungsverfahren nicht offen legt, bleibt nur das Vertrauen auf das Image des Herstellers.

Technische Daten, die auf der Grundlage eines öffentlich zugänglichen, mit den Fach- und Verkehrskreisen abgestimmtem, technischen Regelwerks durch eine unabhängige Prüfstelle ermittelt und fortwährend neutral überwacht werden, bleiben wohl zurzeit einzigen nach RAL-GZ 655 gütegesicherten Montageschienensystemen vorbehalten. Und diese erkennt man alleine am Gütezeichen Rohrbe-  
festigung.

**Jetzt schon die Termine der nächsten Ausgabe vormerken!**

**TAB Technik am Bau 10/2009** erscheint am: 24.09.2009  
Anzeigenschlusstermin ist am: 09.09.2009

Nähere Informationen zu den geplanten Themen finden Sie unter [www.bauverlag-media.de](http://www.bauverlag-media.de) oder [www.tab.de](http://www.tab.de).

Ihre Ansprechpartner in der Anzeigenabteilung:  
Herbert Walhorn,  
Tel.: 0 52 41/80-22 32,  
E-Mail: herbert.walhorn@bauverlag.de

Marion Jendretzki,  
Tel.: 0 52 41/80-79 17,  
E-Mail: marion.jendretzki@bauverlag.de