

Traversen in der Veranstaltungstechnik nach Eurocode

Aluminium-Traversen in der Veranstaltungstechnik werden vor allem als Lastaufnahmemittel über Personen oder als tragendes Bauteil in bauaufsichtlich geregelten Bereichen (z.B. Fliegende Bauten) eingesetzt.

Der Einsatz in diesen Bereichen erfordert, dass Traversen unter Einhaltung von Qualitätsstandards gefertigt und die Tragfähigkeit über eine statische Berechnung belegt wird. Maßstab hierfür sind mittlerweile die folgenden europäischen Normen:

EN-1999-1-1 Eurocode 9: Bemessung und Konstruktion von Aluminiumtragwerken Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln

EN-1090-3 Technische Regeln für die Ausführung von Aluminiumtragwerken

Diese Normen geben die allgemein anerkannten Regeln der Technik für die Bemessung und Herstellung von Traversen wieder. Sowohl in den Listen der technisch eingeführten Baubestimmungen der Bundesländer, als auch in den Branchenstandards SQP1 und BGI 810-3 finden sich Verweise auf diese Normen wieder. Die früher in diesem Zusammenhang relevanten Normen DIN 4113 Teil 1 – 3 sind nach einer Übergangsregelung nun definitiv nicht mehr gültig.

Als Qualitätsmerkmal, dass Traversen diesen Standards genügen hat sich in der Veranstaltungstechnik die Bauart-Zertifizierung durch einen Technischen Überwachungsverein etabliert. Hierbei werden in der Regel der Schweißbeugnungsnachweis des Hersteller-Betriebs und die veröffentlichten Belastungstabellen kontrolliert. Mit der Umstellung der Norm müssen demnach auch diese Bauart-Zertifizierungen aktualisiert werden und die Werte in den Belastungstabellen bei allen Traversentypen und Herstellern werden sich zumindest geringfügig ändern.

Hinweis: Für eine Anwendung in bauaufsichtlich geregelten Bereichen hatte und hat diese Zertifizierung allerdings keine Bedeutung. Der Einsatz muss für jeden Einzelfall geprüft werden wobei auch hier nach den gleichen Normen geprüft wird.

In dieser Artikelserie soll im ersten Teil auf die Änderungen im Rahmen der Umstellung von DIN 4113 auf Eurocode 9 eingegangen werden und in einem zweiten Teil generelle Hintergründe zur Anwendung und Anwendbarkeit der Belastungstabellen gegeben werden.

Was hat sich mit der Einführung des Eurocodes geändert bzw. was ist gleich geblieben?

Eines vorweg: Die Qualitäten der verwendeten Aluminiumlegierungen und die Befähigung des Schweißers haben sich mit der Einführung des Eurocodes 9 nicht geändert. Das heißt eine Traverse, die vor Einführung des Eurocodes hergestellt wurde, hat erst einmal keine bessere oder schlechtere Qualität als eine, die nach Einführung des Eurocode 9 hergestellt wurde.

Was sich geändert hat sind das grundlegende Sicherheitskonzept (nicht das Sicherheitsniveau) und die Berechnungsgrundsätze zur Ermittlung der Tragfähigkeit. Daher können und werden die neuen Belastungstabellen Unterschiede zu den alten aufweisen.

Sicherheitskonzept

Die nicht mehr gültige DIN 4113 war eine der letzten Normen, die noch auf einem Sicherheitskonzept mit globalen Sicherheitsbeiwerten basierte. Dabei wurden pauschal alle zu berücksichtigenden Sicherheiten auf der Materialseite angesetzt - sprich die vorhandenem Materialkennwerte wie Zugfestigkeit oder Streckgrenze der verwendeten Aluminiumlegierung wurden um einen globalen Sicherheitsbeiwert reduziert.

Alle neuen Normenreihen und so auch der Eurocode 9 wenden dagegen ein Sicherheitskonzept mit Teilsicherheitsbeiwerten an. Dabei wird unterschieden zwischen Unsicherheiten auf der Einwirkungsseite (Lasten) und Unsicherheiten auf Seite des Materialwiderstands. Praktisch führt das dazu, dass für einen rechnerischen Nachweis die vorhandene

oder die tatsächlich zu erwartende Belastung, die sogenannten charakteristischen Lasten, um einen Sicherheitsbeiwert erhöht werden und der Tragwiderstand der Aluminiumbauteile mit einem eigenen zusätzlichen Sicherheitsbeiwert ermittelt wird. Der nach der alten DIN 4113 ermittelte Tragwiderstand eines Trägers ist daher nicht direkt mit dem Tragwiderstand nach Eurocode 9 zu vergleichen. Erst unter Einbeziehung der Sicherheitsbeiwerte auf der Lastseite können hier Vergleiche angestellt werden.

	altes Verfahren nach DIN 4113 (nicht mehr gültig)	Eurocode - neues Verfahren nach DIN EN 1999
Faktor für die Bemessung	1	1,35
Bemesswert in der Traverse infolge der Belastung	$M = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 10^6 = 1,0 \text{ kNm}$	$M_k = 1,25 \cdot 1,0 \cdot 10^6 = 1,25 \text{ kNm}$
Herstellereigenschaft für die Traverse z.B. 30er Traverse mit 50 x 3 mm Querschnitt	Charakteristischer Biegemoment $M_{zulässig} = 14 \text{ kNm}$	Bemessungswert $M_k = 21 \text{ kNm}$

Fast: M_k nicht mit M_k verwechseln, tatsächlich sind die Traversen fast unversichert!

Die Sicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungsseite sind nicht in der Aluminium - Norm geregelt sondern in den Normen für Lastannahmen. Das sind zum Beispiel für fliegende Bauten die Normen EN 13814 und EN 13782, oder für den allgemeinen Hochbau die EN-1990 und EN-1991. In der Regel spricht man hier von Sicherheitsbeiwerten in einer Größenordnung von 1,35 bis 1,5 je nach dem um was für eine Last und Bauart es sich handelt. Im Fall des Zusammenwirkens mehrerer Lasten mit unterschiedlicher Ursache werden diese Sicherheitsbeiwerte noch durch Kombinationsfaktoren angepasst.

Dabei kommt es im Rahmen der Veranstaltungstechnik jetzt zu dem Fall, dass Nutzlasten z.B. durch Beleuchtung oder Beschallung bei fliegenden Bauten mit einem geringeren Sicherheitsbeiwert beaufschlagt werden als bei Installationen in Messe- oder Veranstaltungshallen (siehe hierzu auch letzter Abschnitt des Artikels).

Die Unsicherheit auf der Materialseite bei metallischen Werkstoffen ist kleiner als auf der Einwirkungsseite, da man durch moderne Herstellungsverfahren und Qualitätsüberwachung in der Regel von gesicherten Materialeigenschaften ausgehen kann. Bei Aluminiumkonstruktionen werden Sicherheitsbeiwerte von 1,1 bis 1,25 angewendet. Voraussetzung ist, dass Rohrprofile mit einer CE-Kennzeichnung zum Einsatz kommen.

Durch die Aufteilung der Sicherheiten muss jetzt allerdings der Nutzer genauer darauf achten welche Werte er vergleicht. Die zulässige Belastung einer Aluminiumtraverse kann jetzt theoretisch ohne Berücksichtigung der Teilsicherheitsbeiwerte auf der Lastseite erfolgen oder mit Berücksichtigung dieser Sicherheitsbeiwerte. Wir empfehlen in diesem Zusammenhang, dass in den Belastungstabellen immer ein Sicherheitsbeiwert von 1,5 für die Nutzlast berücksichtigt sein sollte und dieser auch ausgewiesen ist.

Ein Vergleich der zulässigen Belastungsdaten nach der alten DIN 4113 mit den Belastungsdaten nach Eurocode 9 macht wie schon gesagt nur Sinn, wenn bei den Belastungsdaten nach Eurocode 9 der Teilsicherheitsbeiwert auf der Lastseite berücksichtigt wurde. Zu diesem Punkt auch noch später mehr.

Berechnungsgrundsätze

Vereinfacht kann man sagen dass nach der alten DIN 4113 die Schweißnaht als schwächster Punkt angesehen wurde. Die Höhe des Tragwiderstands wurde in der alten Norm in der Regel richtig ermittelt, allerdings haben Zugversuche die Versagensursache in den meisten Fällen nicht bestätigt. In der Regel ist das Aluminiumbauteil unmittelbar ne-

ben der Schweißnaht in der sogenannten Wärme-Einfluss-Zone (kurz WEZ) das schwächere Glied. Um diese Eigenschaft richtig zu erfassen sind nach Eurocode 9 differenzierte Betrachtungen in Abhängigkeit der Umfangs- und Längenausdehnung der WEZ erforderlich. Eine genaue Erläuterung hierzu würde den Umfang sprengen, man kann aber für überschlägige Betrachtungen davon ausgehen, dass sich der resultierende Tragwiderstand eines Gurtrohrs in der Größenordnung eines vollständig wärmebeeinflussten Querschnitts bei Ansatz der Zugfestigkeit der verwendeten Aluminiumlegierung befindet. Ein Hinweis für interessierte Leser die die Norm einmal selber anwenden wollen: beachten sie die Fußnote 4 in Tab 3.2b.

Der Nachweis knickgefährdeter Bauteile hat sich formal verändert, es sind allerdings keine neueren Erkenntnisse eingeflossen und die Ergebnisse daher mit der alten DIN 4113 vergleichbar.

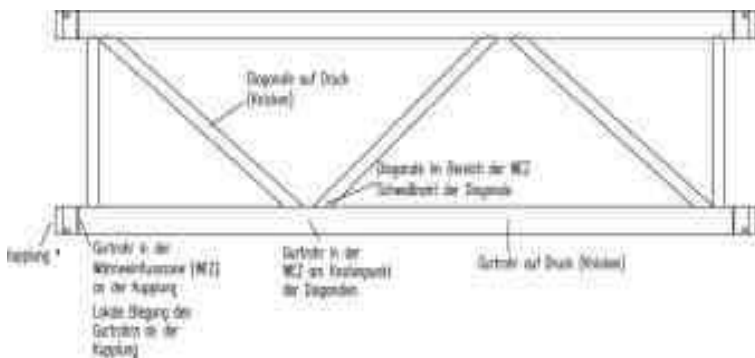
Bei verschraubten oder gesplinteten Verbindungen kann jetzt nach Eurocode der Einfluss der Rand- und Schraubenabstände differenzierter berücksichtigt werden, was bei günstigen Verhältnissen zu deutlich höheren aufnehmbaren Kräften führen kann. Bei Traversen mit gesplinteten Verbindungen sind allerdings in der Regel andere Bereiche maßgebend, so dass dieser Effekt hier nicht zum Tragen kommt.

Schweißeignungsnachweis des Herstellers

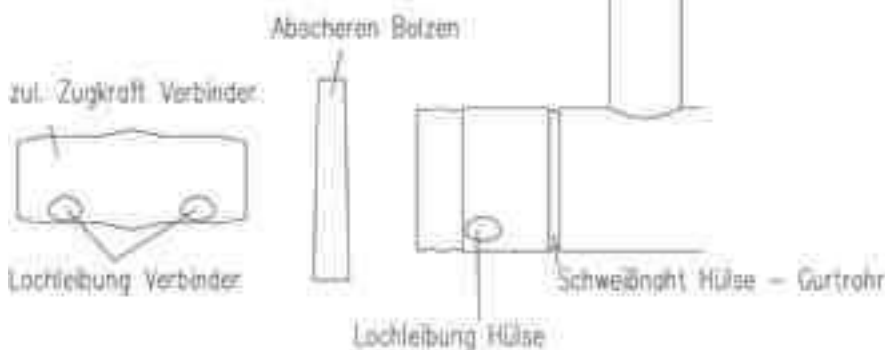
Die handwerklichen Anforderungen an den Schweißer nach der jetzt zu berücksichtigenden Norm EN 1090-3 sind grob gesagt vergleichbar mit denen nach der alten DIN 4113-3. Der formale Schweißeignungsnachweis allerdings nicht, da in der neuen Norm ein größeres Augenmerk auf die Arbeitsvorbereitung (Erstellung von Schweißplänen) und die Überprüfung der Schweißqualität gelegt wird.

Statische Berechnung einer Traverse und Ermittlung der Tragfähigkeiten/Widerstände gemäß DIN EN 1999

Die Berechnung beinhaltet alle Bauteile einer Traverse, d.h. Gurtrohre, Diagonalen, Schweißnähte, Verbinder, Schrauben oder Pins usw. Für alle diese Bauteile werden die Bemessungswerte der Tragfähigkeit ermittelt.



* Kupplung



Gabelverbinder analog

Soll zum Beispiel der Biege- und Druckwiderstand einer Traverse ermittelt werden, ist dafür zunächst der maximale Zug- und Druckwiderstand eines Gurtes zu bestimmen. Da das maßgebende Bauteil nicht im Vorfeld bestimmt werden kann müssen alle Einzelpunkte betrachtet werden.

Dies sind für das Gurtrohr einer Traverse mit Konus- oder Gabelverbindung folgende Werte:

- Zug- und Druckbelastung Gabelverbinder/Konusverbinder NRd,Konus
- Lochleibungskräfte Gabelverbinder/Konusverbinder Fb,Rd,Konus
- Abscheren/Biegung Bolzen/Pin (entspricht der Normalkraftrichtung des Gurtes) Va,Rd,Bolzen
- Zug- und Druckbelastung Gurtrohr Schweißnaht/WEZ NRd,WEZ/W
- Druckbelastung Gurtrohr zwischen den Diagonalen auf Knicken NRd,Gurt

Im Fall einer gesplinteten Kupplung:

- Abscheren Rollpins (entspricht der Normalkraftrichtung des Gurtes) VRd,Rollpin
- Lochleibungskräfte Gurtrohr bei Rollpins Fb,Rd,Gurt

Index R = Resistance = Widerstand

Index d = design = Bemessung

Der kleinste Absolutwert dieser ermittelten Widerstände ist der Druck- bzw. Zugwiderstand NRd,Gurtrohr mit Verbinder des gesamten Gurtrohres.

Das maßgebende Bemessungswiderstandsmoment einer Gesamttraverse (4-Gurt) ergibt sich damit zu: $M_{y,Rd} = 2 \times NRd,Gurtrohr \text{ mit Verbinder} \times h$

Außerdem wird die Tragfähigkeit der Gurtrohre auf Biegung sowie die Tragfähigkeit der Diagonalen auf Zug und Druck ermittelt. Aus diesen Werten ergeben sich die Bemessungswiderstände der Traversen VRd, MRd und NRd.

Wenn keine Stückelung vorgegeben und somit die Lage der Kupplungen beliebig ist, sind zusätzliche Betrachtungen an der Kupplung erforderlich. Da an diesen Stellen das Fachwerk unterbrochen ist, werden die Gurtstäbe auf Biegung beansprucht. Deshalb wird unter Umständen die Interaktion von Normalkraft und Moment für das Gurtrohr maßgebend.

Gemäß DIN EN 1999 handelt es sich hierbei um Bemessungswerte, es erfolgt eine Berechnung auf Streckgrenzen bzw. Bruchspannungsniveau.

Auf Grundlage dieser ermittelten Bemessungswerte können dann die Belastungstabellen erstellt werden. Dabei ist wie oben beschrieben auf die berücksichtigten Sicherheiten auf der Lastseite zu achten.

Dem Thema Anwendung und Interpretation von Belastungstabellen widmet sich dann der 2. Teil dieser Artikelserie. Dazu haben die Ingenieurbüros Krasenbrink + Bastians und vom Felde + Keppler ein Faltblatt entwickelt, um eine seriöse Abschätzung bzw. Vorbemessung eines Systems zu ermöglichen. Hiermit können Sie für unterschiedlichste Traversentypen zulässige Belastungen für Einfeld-, Zweifeld- und Mehrfeldträger ermitteln. Das Faltblatt kann vorab bei den Büros angefordert werden.

Autoren:
Frank Bastians,
Stefan Krasenbrink,
Jan Keppler,
Ralf-Harald vom Felde.

Weitere Informationen gibt es von den Autoren unter www.krasenbrink-bastians.de sowie www.vom-felde.de

oder per Mail an

info@krasenbrink-bastians.de
buero@vom-felde.de