

BLACK BOOK

PROLYTE TECHNISCHE GRUNDLAGEN



IMPRESSUM

Text & Übersetzung:

Rinus Bakker
Marc Hendriks
Michael Kempe
Matthias Moeller
Marina Prak

Zeichnungen:

Ivo Mulder
Ralph Beukema

Fotos:

Jan Buwalda
Qatar Vision
Event Structure
Spijkerman Evenementen

Graphik:

Yvonne Hoeboer

Druck:

Geers Offset, Belgien

© 2007 PROLYTE SALES BV.

Alle Rechte vorbehalten. Es ist nicht gestattet, den Inhalt dieses Katalogs auf irgendeine Weise, sei es in gedruckter Form, mithilfe von Abbildungen, auf Mikrofilm oder auf sonstige Art ohne die vorherige schriftliche Zustimmung von Prolyte Products zu vervielfältigen oder zu veröffentlichen. Der Zusammenstellung des Katalogs wurde größte Aufmerksamkeit gewidmet.

Dennoch können wir für die Richtigkeit und Genauigkeit der darin angegebenen Abmessungen, Daten und Informationen keine Gewährleistung übernehmen. Prolyte übernimmt keine Haftung für Schäden, Einbußen, Verluste oder sonstige Folgen, die mit der Verwendung der im Katalog angegebenen Abmessungen, Daten und Informationen in irgendeinem Zusammenhang stehen. Wir behalten uns das Recht vor, die Produkte, Codes und technischen Informationen ohne vorherige Bekanntgabe zu ändern.

TECHNISCHE GRUNDLAGEN

VORSTELLUNG

In diesem Abschnitt werden technische Grundlagen erläutert. Wir betrachten die Traverse mit ihren technischen Eigenschaften, Möglichkeiten und praktischen Grenzen.

Es ist uns bewusst, dass es sich bei diesen Informationen um Basiswissen handelt und dass nicht alle Bereiche angesprochen werden können. Obwohl diese Dokumentation nicht umfassend sein kann, sind wir überzeugt, dass sie eine gute Grundlage bilden.

Alle Informationen entsprechen den aktuellen Standards.

Nachfolgend werden die Beschaffenheit und die Bauformen von Aluminiumtraversen, die unterschiedlichen Arten von Verbindungssystemen, die Kräfte innerhalb von Traversen und verschiedene Belastungsarten beschrieben. Wir betrachten die Normen, Richtlinien und Gesetze, die Traversen betreffen. Anschliessend werden die Berechnungsmethoden und Belastungstabellen erklärt.

Weiterhin erläutern wir das Anschlagen von Traversen, das Anheben von Personen, die Wartung von Traversen, Ablegekriterien sowie anerkannte Regeln der Praxis.

Unserer Meinung nach wird ein guter Kundenservice hauptsächlich durch ständig verbesserte Aufklärung der Anwender erreicht. Somit wird allen Anwendern die Auswahl und Nutzung verschiedener Traversentypen basierend auf den spezifischen konstruktiven Eigenschaften der Traversen ermöglicht. Ein besserer und angemessener Umgang mit den Traversen ist sowohl für unsere Kunden als auch für uns als Hersteller von grossem Nutzen. Langfristig führt dies zu erhöhter Sicherheit, zufriedenen Anwendern und einem gesteigerten Bewusstsein des Anwenders im Gebrauch von Traversen.

Unser grösster Anspruch ist Qualität. Dies betrifft nicht nur unsere Produkte, sondern auch die Informationen. Beides ist der Schlüssel zu einer erfolgreichen und sicheren Produktpalette.

INHALT

1. DER BEGRIFF: TRAVERSE	6
2. VERBINDUNGSSYSTEME	10
3. LASEN AN TRAVERSEN	12
4. BELASTUNGSARTEN	19
5. SPEZIFISCHE BELASTUNGSSZENARIEN	21
6. TRAVERSEN UND BELASTUNG	23
7. BERECHNUNGSMETHODEN	33
8. BESTIMMUNG VON SICHERHEITSAKTOREN	35
9. BELASTUNGSTABELLEN	37
10. STANDARDS	39

11. ANSCHLAGEN VON TRAVERSEN	47
12. PRAKTISCHE HINWEISE FÜR PROLYTE TRAVERSEN	54
13. BEFÖRDERN VON PERSONEN	61
14. WARTUNG UND ABLEGEKRITERIEN VON TRAVERSEN	62
15. ANERKANNTE REGELN DER PRAXIS	67

1. DER BEGRIFF: TRAVERSE

1.1 EIN KURZER HISTORISCHER ÜBERBLICK

Der Begriff "Traverse" stammt aus dem Französischen und bedeutet „quer verlaufendes Bauteil, z.B. Querbalken oder Querstück zwischen Maschinenteilen, Querträger an einem Strommast" (Brockhaus – Die Enzyklopädie). Als in der Veranstaltungstechnik die ersten Fachwerkträger in den siebziger Jahren des zwanzigsten Jahrhunderts auftauchten, hätte wohl kaum ein Mensch die Traverse wie folgt beschrieben: „Ein aus aneinander geschweißten Aluminiumrohren hergestelltes modulares Bauelement zur Herstellung temporärer Tragkonstruktionen für licht- und tontechnische Geräte in der Veranstaltungstechnik.“ Zu dieser Zeit wurde hierfür von Stahlrundrohren bis zu Antennenmasten alles herangezogen. Das Wort Traverse bezeichnete hölzerne Fachwerkrahmen, die zum Bau von Hausdächern oder mittelalterlichen Kathedralen eingesetzt wurden. Die Entwicklung der uns heute bekannten Traversen begann gegen Ende der siebziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts. Die Veranstaltungsindustrie suchte nach einer Möglichkeit zur einfachen und effizienten Herstellung von leichten aber sicheren Tragkonstruktionen.

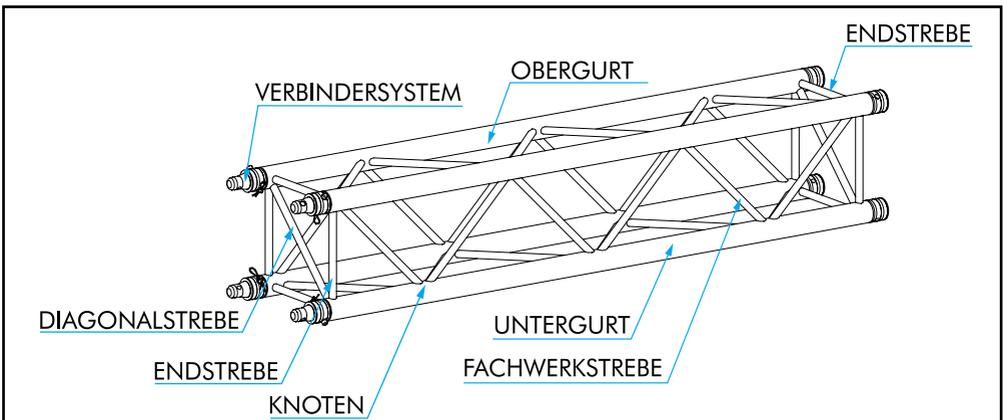


Die Kenntnisse über räumliche Fachwerkstrukturen aus dem Brückenbau nutzen die Entwickler bei dem Entwurf der heute bekannten Produkte. Neben der Tragfähigkeit waren andere praktische Faktoren ebenso wichtig bei der Entwicklung der Traversen.

Eine Traverse wird definiert als:

Ein räumlicher Fachwerkträger,

- der aus aneinander geschweißten Rundrohren gefertigt wird,
- der aus Einzelteilen besteht, die modular zusammengesetzt werden können,
- der in standardisierten Längen hergestellt wird,
- der zur Aufnahme von Lasten in der Veranstaltungstechnik dient,
- der an fast jedem gewünschten Punkt angeschlagen werden kann.



1.2 MATERIAL FÜR TRAVERSEN

Traversen werden aus Aluminium gefertigt, weil

- Aluminium ein um ca. 65 % geringeres Eigengewicht aufweist als Stahl,
- Aluminium korrosionsbeständig ist, somit weniger Wartung und keinen Korrosionsschutz erfordert,
- Aluminium eine relativ hohe Zugfestigkeit besitzt,
- Aluminium durch seinen Eigenglanz ein ansprechendes Erscheinungsbild hat,
- Aluminium vollständig recyclebar ist.

Die Grundelemente einer Traverse:

- Gurte oder Hauptrohre (hauptsächlich 48 - 51 mm Außendurchmesser)
- Streben oder Diagonale (Fachwerk-Gitterstruktur)
- Verbindungselemente (zur Verbindung der einzelnen Traversen-Elemente miteinander).

Alle Traversen sollten folgende Eigenschaften aufweisen:

- dem Verwendungszweck angemessene Festigkeit und Stabilität
- ein einfaches, zuverlässiges und schnelles Verbindungssystem
- unkomplizierte Handhabung dank leichter, kompakter Elemente
- effizient in Anwendung, Transport und Lagerung
- vielseitige Einsatzmöglichkeiten
- grundlegende, für den Anwender klar ersichtliche Informationen über zulässige Belastung und resultierende Durchbiegung in Form von Tabellen und Diagrammen

Traversen sind in unterschiedlichen geometrischen Querschnitten erhältlich: Zweigurträger, Dreigurträger, Viergurträger in quadratischer und rechteckiger Bauform sowie diverse Arten von faltbaren Traversen.

Es existieren große Unterschiede zwischen diesen Querschnitten, sie sind maßgebend für die:

- Sicherheit; strukturelle Festigkeit und Stabilität.
- Wirtschaftlichkeit; Effizienz in Verbindung, Lagerung und Transport.
- vielseitigen Einsatzmöglichkeiten; eine große Bandbreite des Anwendungsbereichs für unterschiedliche konstruktive Konfigurationen mit einem speziellen Traversentyp.

Jede dieser Bauformen hat ihre spezifischen Vor- und Nachteile und Einsatzbereich.

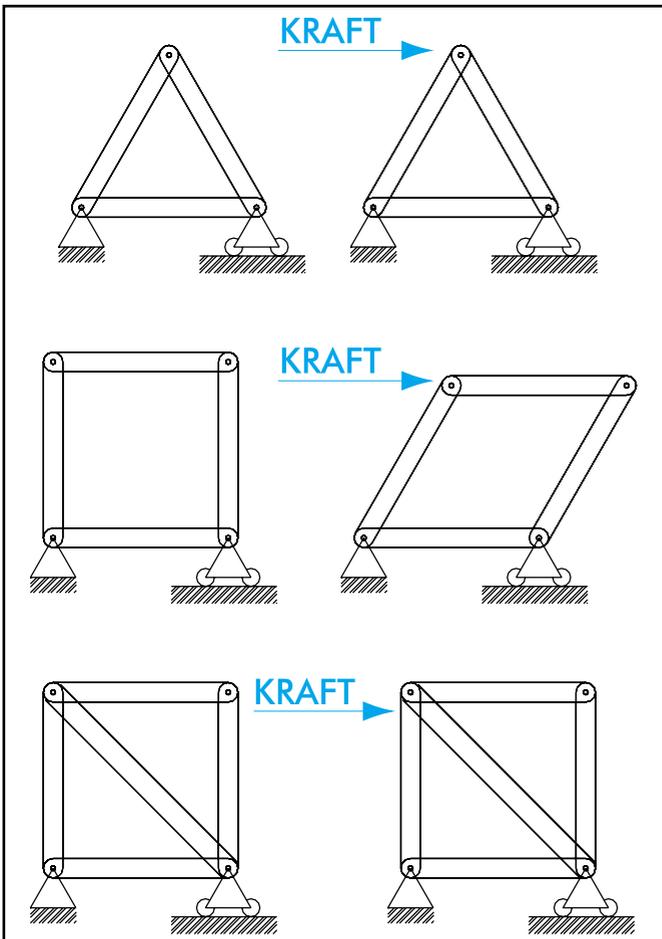
Der Anwender muß vor einer Systemscheidung die möglichen Einsatzzwecke sorgfältig in Betracht ziehen. PROLYTE stellt Traversen für nahezu alle Anwendungszwecke in der Veranstaltungstechnik her. Von dekorativen Traversen der E-Serie für Ladeneinrichtungen und Displays über Universal-Traversen für Ausstellungen, Messebau und die Vermietung bis hin zu Schwerlast-Traversen für die hohen Beanspruchungen in der Veranstaltungsindustrie und im Bühnenbau. Obwohl es sich hier um eine vergleichsweise neue Entwicklung handelt, haben sich Traversen zu einem Produkt entwickelt, auf das die Veranstaltungsindustrie heute kaum noch verzichten könnte.



1.3 DIE DREIECKIGE ANORDNUNG DES FACHWERKS

Warum ist die dreieckige Form die wichtigste Eigenschaft einer Traverse? Das Dreieck ist die einzige geometrische Form, die auch dann formbeständig bleibt, wenn diese an den Verbindungsstellen oder Knotenpunkten belastet wird, selbst wenn diese Verbindungsstellen aus Gelenken bestehen. Nur wenn ein Seite verformt wird (gestreckt, gestaucht, gebogen), verliert das Dreieck seine Grundform.

Das Verhalten einer Dreiecksstruktur unter Last ist einfach zu berechnen und vorherzusagen, sofern die Lasten ausschließlich in den Knoten angreifen. Statiker müssen das Ergebnis ihrer Arbeit innerhalb sehr enger Toleranzen bestimmen können, um dem Anwender eine sichere Arbeitsgrundlage zu gewährleisten. Es müssen einige grundlegende Annahmen zur Berechnung gemacht werden.



Das Dreieck ist die einzige geometrische Figur, die ihre Form behält, wenn sie an den Verbindungsstellen belastet wird



Jede Seite eines Dreiecks darf nur axialen Druck oder Zug erfahren. Da keine anderen Einflüsse wie z.B. Biegebeanspruchung angenommen werden, dürfen Lasten nur in die Knoten eingeleitet werden. Traversen der 30er-Serien besitzen relativ große Fachwerkstreben im Vergleich zur Bauhöhe der Traverse und ein verhältnismäßig dichtes Fachwerk.

Es muss hervorgehoben werden, dass eine Traverse mit ein- oder zweiseitigen Leiterstreben (rechtwinklig zum Hauptgurt) nicht für die gleichen Belastungsarten wie Traversen mit allseitigem diagonalem Fachwerk verwendet werden können. Dies gilt beispielsweise für die Traversen-Serien S36R, S52F, S52V, S66R und S66V, die ausschließlich vertikale Kräfte aufnehmen können, die Kräfte also in einer Ebene mit dem diagonalem Fachwerk und im 90°-Winkel zur Ebene der Leiterstreben wirken müssen.

2. VERBINDUNGSSYSTEME

Traversen werden in Standard-Längen hergestellt, diese können zu jeder gewünschten Gesamtlänge zusammengesetzt werden.

Es ist unüblich, dass große Traversenstrecken, wie sie in der Praxis benötigt werden, aus einem Stück gefertigt werden. Dies würde die Handhabung, den Transport und unterschiedliche Anwendungsmöglichkeiten nahezu unmöglich machen.

- Schraubwerkzeuge erforderlich
- Relativ geringe Belastungsfähigkeit
- Gefahr durch Verwendung von Schrauben niedriger Festigkeit
- Spezielle Scharnierlösungen für Tower-Anwendungen nötig

Günstige Eigenschaften:

- Geschlechtsloses Verbindungssystem
- Baulänge entspricht Traversenlänge
- Robuste Verbindungsstellen
- Anwenderfreundliche Knotenelemente

2.1 DIE VIER GEBRÄUCHLICHSTEN VERBINDUNGSARTEN

Die Mehrzahl der Traversen haben eine Länge von 2 - 3 Meter (6 bis 10 Fuß); es werden aber überwiegend längere Strecken benötigt.

Aus diesem Grund ist ein schnelles, effizientes und einfaches Verbindungssystem zur Verbindung der Traversen erforderlich. Obwohl es viele Arten von Traversenverbindungen gibt, haben sich in der aktuellen Praxis nur wenige bewährt. Verbindungssysteme mit ernstzunehmendem Marktanteil unterteilen sich in vier Kategorien:

1 End- oder Kopfplatten Verbindung:

Die Verbindung der Endplatten erfolgt durch Schrauben. Diese werden weit außerhalb der Hauptgurtachsen einer Zugbelastung ausgesetzt. Die Endplatten erfahren im Bereich der Untergurte eine hohe Biegebeanspruchung. Abhängig von Festigkeit und Anzahl der Verbindungsstellen ergeben sich unterschiedliche Belastungsfähigkeiten für ein und denselben Traversentyp.

Ungünstige Eigenschaften:

- Ungenaue Achsausrichtung der Gurtrohre zueinander
- Viele Einzelteile
- Langwierige Montage
- Leichte Verwechslung von Vertikal- und Horizontalfachwerk bei quadratischen Traversenquerschnitten

2 Rohr-Verbindung:

Die Verbindung erfolgt durch Einstecken von Rohrstücken mit kleinerem Außendurchmesser als der Innendurchmesser der Gurtrohre in die Enden der Gurtrohre. Die Einsteckrohre werden mit dem Gurtrohr verschraubt. Die Schrauben werden Scherkräften ausgesetzt, welche diese im Gegensatz zum Gurtrohrwerkstoff problemlos aufnehmen können. Die Bohrungen der Gurt- und Verbinderrohre werden somit einem sehr hohen Lochleibungsdruck ausgesetzt. Diese Art der Verbindung findet man Überwiegend bei Traversen mit relativ geringen Anforderungen hinsichtlich der Tragfähigkeit.

Ungünstige Eigenschaften:

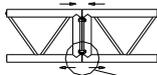
- Relativ mühevoller Aufbau
- Viele Einzelteile
- Langwierige Montage
- Spiel in der Verbindung zw. Hauptrohr und Verbinderrohr
- Schraubwerkzeuge erforderlich
- Schnelle Überlastung der Verbindung durch Lochleibungsdruck
- Leichte Beschädigung der Rohrenden, tritt bei häufigem Gebrauch ständig auf (führt zur Ablegereife der Traverse)

Günstige Eigenschaften:

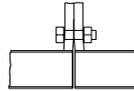
- Geschlechtsloses Verbindungssystem
- Baulänge entspricht Traversenlänge

VERBINDUNGSSYSTEME

1: ENDPLATTEN

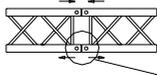
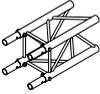


BIEGUNG IN DEN ENDPLATTEN

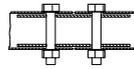


SPALTBILDUNG ZWISCHEN UNTER GÜRTEN

2: ROHRVERBINDER

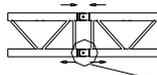


SEHR HOHE LOCHLEIBUNG AN DEN SCHRAUBEN



SPALTBILDUNG ZWISCHEN UNTER GÜRTEN

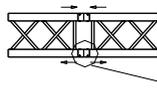
3: GEBEL VERBINDER



VERBINDERSPIEL DURCH ABNUTZUNG



4: KONUSVERBINDER



KONISCHE VERBINDUNG KOMPENSIERT ABNUTZUNG



3 Gabel-Zapfen-Verbindung:

Verbindung der „weiblichen“ Gabel mit dem „männlichen“ Zapfen durch zylindrische Bolzen. Die Kraftübertragung erfolgt in den Achsen der Hauptgurte, dabei werden die Verbindungsbolzen durch Scherkräfte belastet.

Ungünstige Eigenschaften:

- Erhöhter Planungsaufwand durch festgelegte Einbaurichtung
- Große Anzahl verschiedener Knotenelementen erforderlich
- Baulänge ist kürzer als Traversenlänge
- Verbindungselemente sind relativ leicht zu beschädigen (führt zur Ablegereife der Traverse)
- Abnutzung der Verbindungselemente führt zu Spiel zwischen zwei Traversen-Elementen (Ausleibung der Bohrungen in den Verbindungselementen ist irreparabel)

Günstige Eigenschaften:

- Wenig Einzelteile
- Sehr schnelle und einfache Montage
- Keine Scharnierteile bei Tower-Anwendungen erforderlich

4 Konische Verbindung:

Verbindung durch massive Doppelkonusverbinder welche mit konischen Bolzen in den Enden der Gurtrohre befestigt werden.

Die konischen Bolzen werden einer doppelten Scherung ausgesetzt.

Es entsteht eine vollständig kraftschlüssige Verbindung, die Kraftübertragung erfolgt in den Achsen der Hauptgurte.

Ungünstige Eigenschaften:

- Spezielle Scharniere für Tower-Anwendungen erforderlich

Günstige Eigenschaften:

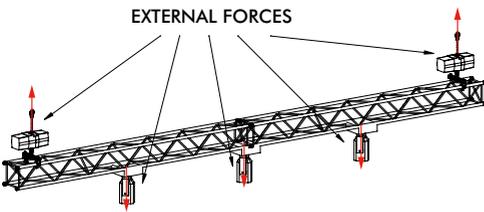
- geschlechtsloses System
- präzise Ausrichtung der Elemente
- sehr schnelle und einfache Montage
- spielfreie Verbindung.
- Baulänge entspricht Traversenlänge
- Kompensation von Abnutzung in den Bohrungen durch konische Bolzen.
- Verbindungselemente sind schwer zu beschädigen und einfach zu ersetzen

3. LASTEN AN TRAVERSEN

3.1 DEFINITION DER ÄUSSEREN UND INNEREN KRAFTE

Im Allgemeinen unterscheidet man zwei Arten von Kräften, die äußeren und die inneren Kräfte. Bei den äußeren Kräften handelt es sich um die Kräfte, die an einer Konstruktion angreifen. Beispiele hierfür sind

- Eigengewichte der Konstruktion
- Nutzlasten (Eigengewicht der Bauteile, Personenlasten, Licht, Ton usw.)
- Wind und Schneelasten

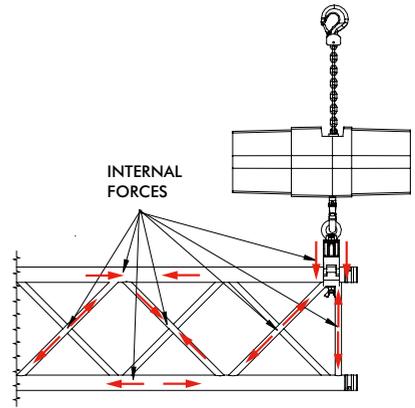


Bei den internen Kräften handelt es sich um Kraftverläufe die sich innerhalb eines Trägers/ Traverse infolge der äußeren Kräfte einstellen. Die folgenden internen Kräfte oder auch Schnittgrößen genannt, können bei einem Träger oder Fachwerk (Traverse) auftreten:

M_x (Torsionsmoment), M_y (Biegemoment um die y- Achse), M_z (Biegemoment um die z-Achse), N (Normalkraft), Q_y (Querkraft in y-Richtung), Q_z (Querkraft in z-Richtung).

Bei der Betrachtung eines konkreten Trägers/ Traversenelementes müssen die äußeren Kräfte die auf die Traverse einwirken, sowie die inneren Kräfte an einem beliebigen Schnitt im Gleichgewicht stehen.

Das besondere eines Fachwerkträgers besteht darin, daß die Biegemomente durch Normalkräfte (Zug/Druck) in den Gurten und Querkräfte durch Normalkräfte (Zug/Druck) in den Diagonalen abgetragen werden.



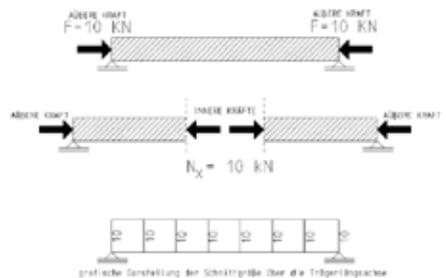
Im nächsten Kapitel werden die inneren und äußeren Kräfte erläutert. Wir erklären wie die zulässigen Kräfte durch die Veränderung einzelner Komponenten für eine Traverse erhöht werden können.

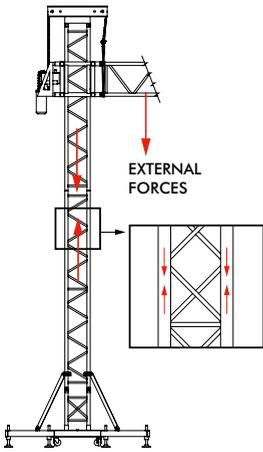
Die Schnittgrößen werden einzeln betrachtet. Dabei ist es egal ob man über einen Träger (z.B. HEA 100) oder eine Traverse (Fachwerk) spricht. Die besondere Tragwirkung einer Traverse gegenüber einem Träger (z.B. HEA 100) wird erläutert.

Je nach äußerer Belastung können alle Schnittgrößen gleichzeitig auftreten.

3.2 NORMALKRÄFTE

Bei einer Normalkraft handelt es sich um eine innere Kraft die entlang eines Trägers oder einer Traverse wirkt. Die Normalkraft kann als Zug oder Druckkraft wirken.

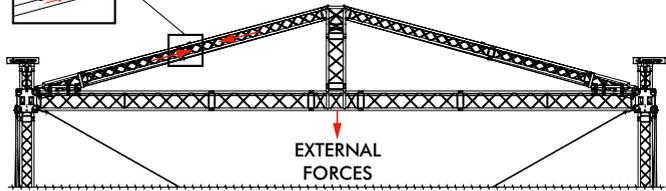




Ein Träger (z.B. HEA 100) trägt die Normalkraft über den gesamten Querschnitt, übertragen auf eine Traverse heißt das, die Normalkräfte werden durch die Gurte einer Traverse getragen.

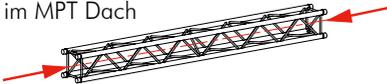
Für eine Traverse ermittelt sich die maximale Normalkraft durch die Tragfähigkeit der Gurte, Verbinder, Schweißnähte.

Die Normalkrafttragfähigkeit kann zum einen durch die Vergrößerung des Rohrdurchmessers und zum anderen durch Vergrößerung der Wandstärke oder der Materialgüte vergrößert werden.



Beispiele hierfür sind:

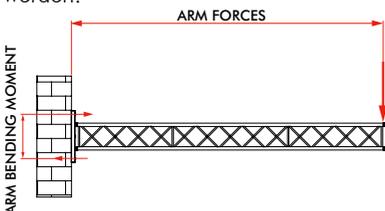
- Stützen
- Tower
- Sparren im MPT Dach



Ein Träger (z.B. HEA 100) trägt die Normalkraft über den gesamten Querschnitt, übertragen auf eine Traverse heißt das, die Normalkräfte werden durch die Gurte einer Traverse getragen.

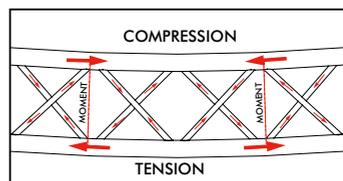
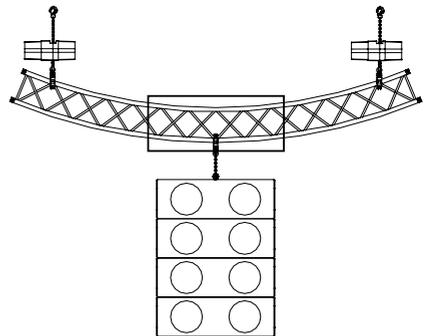
Für eine Traverse ermittelt sich die maximale Normalkraft durch die Tragfähigkeit der Gurte, Verbinder, Schweißnähte.

Die Normalkrafttragfähigkeit kann zum einen durch die Vergrößerung des Rohrdurchmessers und zum anderen durch Vergrößerung der Wandstärke oder der Materialgüte vergrößert werden.

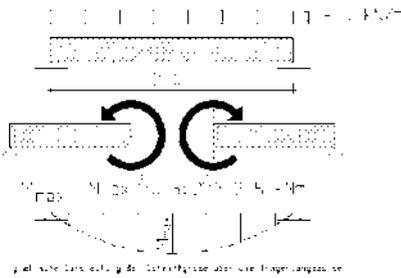


3.3 BIEGEMOMENT

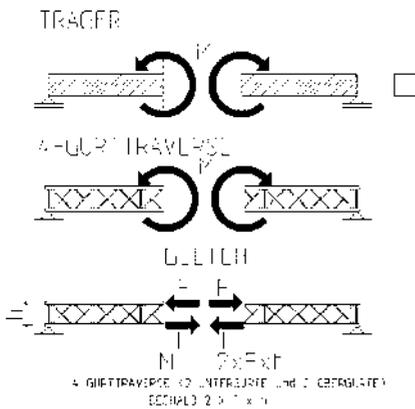
Ein Biegemoment ist definiert als Kraft x Hebelarm.



Beispiel für einen Einfeldträger



Vergleich Träger/Traverse



Das Biegemoment ist eine innere Kraft in einem Träger, die durch die äußere Belastung im Träger entsteht.

Dieses Biegemoment ist in der obersten Skizze als Schnittgrößensymbol eingezeichnet. Dieses Biegemoment wirkt in der berechneten Größe egal ob es sich um einen Stahlträger (z.B. HEA 100) oder eine Traverse handelt.

Mit dem Verständnis, dass eine Traverse nur durch Zug / Druckkräfte in Diagonalen bzw. den Gurten funktioniert muss man das Biegemoment wieder als Zug und Druckkräfte in in den Gurten umwandeln. Ein Biegemoment kann man auch als Produkt aus Kraft mal Hebelarm ausdrücken. $M = F \cdot x$, d.h. eine Traverse mit einer Höhe h hat die Normalkräfte $F = \pm M / (2 \cdot x)$ infolge Biegung

Beispielbelastungen die bei einem Träger oder einer Traverse zu einem Biegemoment führen

- Eigengewicht einer Konstruktion
- Nutzlasten oder Verkehrslasten
- Windlasten, Schneelasten

Das maximal zulässige Biegemoment einer Traverse kann durch die Wahl einer Traverse mit größerer Bauhöhe erhöht werden. Die zulässige Normalkraft der Gurte bleibt zwar unverändert, der Abstand der Kräfte erhöht sich und somit das Biegemoment. Die zweite Methode das zulässige Biegemoment zu erhöhen, ist die Vergrößerung der Querschnittsfläche der Gurte.

Außermittigkeit der Diagonalstäbe an den Gurten oder eine Lastenleitung in den Gurten zwischen den Knoten kann zusätzlich zu lokaler Biegung führen, d.h. Biegung der Gurte zwischen den Diagonalen.

Abb. Biegemomente im Gurt durch Außermittigkeit der Diagonalen

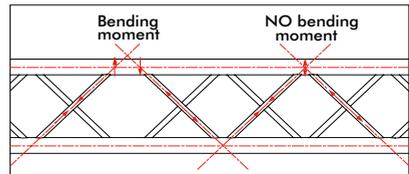
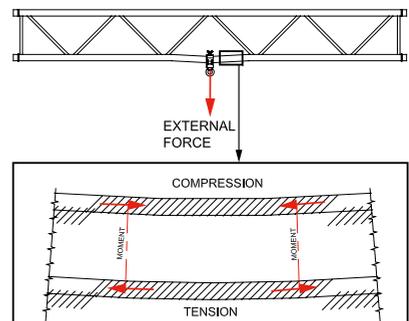
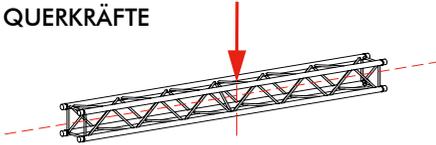


Abb. Biegemomente im Gurt durch eine Belastung zwischen den Knoten

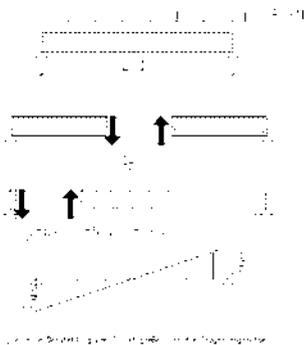
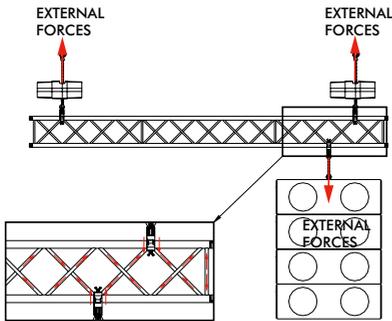


3.4 QUERKRÄFTE



Mittige Einzellast als äußere Belastung

Querkräfte sind innere Schnittgrößen in einem Träger.



Für einen Träger unter Gleichlast ist die Querkraft in der Mitte des Trägers = 0 und steigt zu den Auflagern hin linear an.

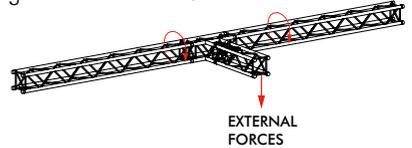
Bei Traversen werden die Querkräfte durch Zug oder Druck in den Diagonalen zu den Auflagern abgetragen.

d.h. die zulässige Querkraftbelastung einer Traverse kann man durch Vergrößerung des Diagonalrohrdurchmessers oder durch Vergrößerung der Wanddicke des Diagonalrohrs erreicht werden.

Jeder Träger unter Belastung durch Nutzlast oder Eigengewicht weist innere Querkräfte über die Trägerlänge auf

3.5 TORSIONSKRÄFTE

Torsionskräfte sind Momente die eine Stab um seine Längsachse verdrehen.



Kragarm der in einer Traversenlänge eingespannt ist und diese verdreht.

Belastung einer Traverse nur an einem Gurt.

3.6 VERFORMUNG

Als Verformung versteht man die Änderung der Form unter Belastung. Unter Belastung verformt sich jeder Träger/Traverse. Wenn Belastung von Traversen ohne Berücksichtigung einer Verformungsbeschränkung angegeben werden hat dies keinen Einfluß auf die Sicherheit einer Traversen, kann jedoch einen Einfluß auf die Gebrauchstauglichkeit bzw. das Sicherheitsempfinden haben.

Bei Prolyte werden für die Traversen zwei Belastungsangaben angegeben. Belastungstabellen ohne Berücksichtigung einer Verformungsbeschränkung und Belastungstabellen unter Berücksichtigung unter Verformungsbeschränkung von $l/100$. Die Belastungsangaben im Katalog beinhalten die Werte ohne Verformungsbeschränkung. Belastungsangaben mit Verformungsbeschränkung können auf der Webseite eingesehen werden. (siehe TÜV Zertifikate)

Traversenverbinder mit Spiel können ebenfalls zu einer zusätzlichen Verformung führen. Schlecht gesicherte Bolzen, abgenutzte Verbinder, verformte Endplatten, alles dieses führt zu zusätzlichen Verformungen.

Die konischen Coupler von Prolyte (CCS®) kompensieren durch ihre Kegelform einen Teil der Abnutzung. Bei anderen Verbindungsarten ist das nicht der Fall. Abnutzung führt in diesen Fällen zu zusätzlicher Verformung unter Last.

Prolyte verfolgt eine offene und transparente Informationspolitik. Alle Material und Traversendaten und Berechnungsgrundlagen werden veröffentlicht.

Unser Meinung nach ist dies im Sinne des Kunden, da er so die Berechnungsgrundlage verstehen kann und das Produkt sicher bis zu den Belastungsgrenzen anwenden kann.

Beispiel 1: zulässige Belastung einer Traverse bei gegebener Durchbiegung

Traverse X30D, freitragende Spannweite	L	=	10m
Eigengewicht gesamt ca. 39kg, Eigengewicht pro Meter	EG	=	3,9 kg/m
Zul. Streckenlast ohne Berücksichtigung d. zul. Durchbiegung	U	=	32,9 kg/m
Vorhandene Durchbiegung bei dieser Belastung ist	f	=	89 mm

Welche Streckenlast ist zulässig, wenn für die zulässige Durchbiegung maximal $d = 1/200$ der freitragenden Spannweite festgelegt wird?

$$\begin{aligned}
 UL/200 + Eg &= ((L \times d) / f) \times (U + Eg) \\
 &= ((10000 \text{ mm} \times 1/200) / 89 \text{ mm}) \times (32,9 \text{ kg/m} + 3,9 \text{ kg/m}) \\
 &= (50/89) \times 36,8 \text{ kg/m} \\
 UL/200 + Eg &= 20,67 \text{ kg/m} \\
 UL/200 &= 20,67 \text{ kg/m} - Eg \\
 &= 20,67 \text{ kg/m} - 3,9 \text{ kg/m} \\
 &= 16,77 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$

Mit dem Faktor 0,85 zur Berücksichtigung möglichen Verschleißes (siehe 8.1) ergibt sich damit:
 $U_{max} = 16,77 \text{ kg/m} \times 0,85 = 14,25 \text{ kg/m}$

Es ergibt sich so ein zusätzlicher „Sicherheitsfaktor“ von:

$$S = 32,9 \text{ kg/m} / 14,25 \text{ kg/m} = 2,31$$

Die meisten Hersteller geben in ihren Belastungstabellen Werte ohne Berücksichtigung der Durchbiegung an, da die zulässige Durchbiegung von der Anwendung abhängt.

Beispiel 2: resultierende Durchbiegung bei gegebener Belastung

Traverse X30D, freitragende Spannweite	L = 10 m
Eigengewicht gesamt ca. 39 kg, Eigengewicht pro Meter	EG = 3,9 kg/m
Zul. Streckenlast ohne Berücksichtigung d. zul. Durchbiegung	U = 32,9 kg/m
Vorhandene Durchbiegung bei dieser Belastung ist	f = 89 mm
zulässige Streckenlast U + Eigengewicht der Traverse EG	UE = 36,8 kg/m

Wie groß ist die Durchbiegung f_{vor} bei einer vorhandenen Belastung von $U_{vor} = 20 \text{ kg/m}$?

$$\begin{aligned}f_{vor} &= ((U_{vor} + EG)/UE)*f \\ &= ((20 \text{ kg/m} + 3,9 \text{ kg/m})/36,8 \text{ kg/m}) * 89 \text{ mm} \\ f_{vor} &= 57,8 \text{ mm}\end{aligned}$$

Die Traverse wird sich bei einer Belastung von 20 kg/Meter um ca. 58 mm durchbiegen.

Traversenverbinder mit Spiel können ebenfalls zu einer zusätzlichen Verformung führen. Schlecht gesicherte Bolzen, abgenutzte Verbinder, verformte Endplatten, alles dieses führt zu zusätzlichen Verformungen.

Die konischen Coupler von Prolyte (CCS®) kompensieren durch ihre Kegelform einen Teil der Abnutzung. Bei anderen Verbindungsarten ist das nicht der Fall. Abnutzung führt in diesen Fällen zu zusätzlicher Verformung unter Last.

Die Bauhöhe einer Traverse bestimmt neben den Gurtabmessungen die Steifigkeit der Traverse.

Je steifer eine Traverse ist desto kleiner ist die Durchbiegung unter Last. Die von verschiedenen Herstellern angegebenen Durchbiegungen können geringfügig differieren.

Dies kann zwei Gründe haben:

Die Steifigkeit einer Traverse ist nicht mit 85% des Trägheitsmomentes I berücksichtigt.

Das Eigengewicht der Traverse wird bei der Berechnung nicht berücksichtigt

Es gibt Anwendungsfälle in denen eine Durchbiegungsbeschränkung eingehalten werden sollte. Z.B. an einer Traversenstrecke die einen Vorhang halten muss macht eine Durchbiegungsbeschränkung Sinn, damit der Vorhang in Feldmitte nicht auf dem Boden aufliegt.

3.7 WAS IST EINE BEMESSUNGSLAST/ DESIGN LOAD

Bei dieser Terminologie gibt es oft Verwirrung. Dies liegt an den zwei verschiedenen Bemessungsverfahren die existieren. Zum einen gibt es ein „zulässiges Spannungskonzept“. Bei einer Bemessung nach diesem Konzept wird mit einfachen Lasten die Spannung im Bauteil errechnet und gegen die zulässige Spannung (ca. Streckgrenze/1,7) für das jeweilige Material abgeglichen. Die notwendigen Bemessungssicherheiten sind hierbei in den zulässigen Spannungen eingearbeitet. Dieses Konzept ist nur noch bei der Bemessung für Aluminium nach DIN 4113 anzuwenden. Beim zweiten Verfahren handelt es sich um das Widerstandskonzept welches in den Eurocodes, DIN 18800 BS 8118 angewendet wird.

Hierbei werden die Lasten je nach Lasttyp (Eigengewicht (1,35), Verkehrslast(1,5), Wind(1,5), usw.) mit verschiedenen Sicherheitsfaktoren (multipliziert. Diese Last, also das Produkt aus einfacher Last und Sicherheitsfaktor nennt man Bemessungslast/ Design load.

Die Spannungen die mit dieser Last berechnet werden dürfen gegen die Streckgrenze des Materials dividiert durch 1,1 abgeglichen werden. Bei dem Faktor 1,1 handelt es sich nochmals um einen kleinen Sicherheitsfaktor auf der Materialseite.

Eine Bemessungslast ist also keine tatsächliche Nutzlast. Sie ist um den Sicherheitsfaktor zu groß.

Eine Bemessungslast für einen crowd barrier von 450 kg/m entspricht einer SWL von $450/1,5 = 300$ kg/m.



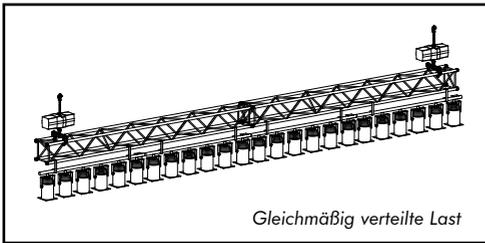
4. BELASTUNGSARTEN

Last kann definiert werden als:

Die Summe der Kräfte resultierend aus Massen, Eigengewicht oder Spannung, der ein Träger ausgesetzt wird. Die Belastungsarten, die betrachtet werden unterteilen sich in zwei Kategorien: gleichmäßig verteilte Last und Punktlast.

Gleichmäßig verteilte Last

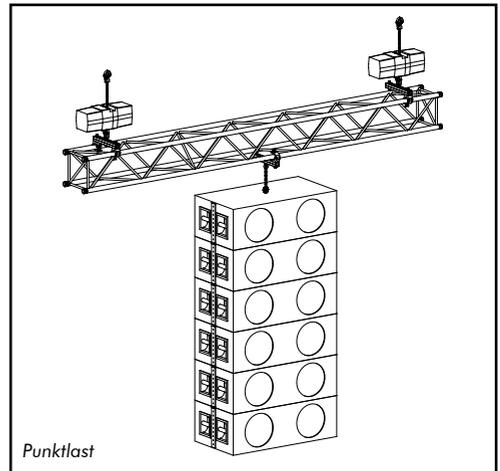
Eine Belastung mit identischem Gewicht entlang der gesamten Spannweite einer Traverse beziehungsweise eine Belastung, die gleichmäßig über die Knotenpunkte der unteren Gurtrohre einer Traverse verteilt ist, wird als gleichmäßig verteilte Last (UDL – Uniformly Distributed Load) betrachtet. Beispiele für eine gleichmäßig verteilte Last sind Vorhänge, Dekorationen, Kabel sowie Scheinwerfer gleichen Gewichtes in gleichen Abständen über die Traversenspannweite verteilt. Formelzeichen für die Summe der gleichmäßig verteilten Last ist Q , die Einheit wird in kg oder kN angegeben. Eine gleichmäßig verteilte Last pro Meter wird mit q bezeichnet und in kg/m oder kN/m angegeben.



Punktlast

Die Punktlast beschreibt eine einzelne Last an einem einzigen Punkt auf der Traversenspannweite. Die ungünstigste Position für eine einzelne Punktlast befindet sich in der Mitte der Traversenspannweite. Diese Art der Belastung wird als mittige Punktlast (CPL – Center Point Load) bezeichnet. Platziert man diese Punktlast an einem anderen Punkt entlang der

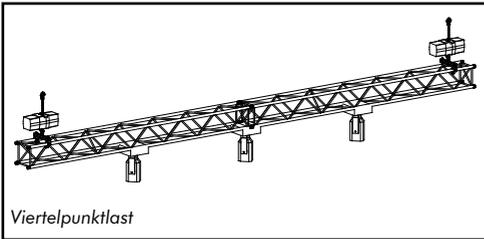
Traversenspannweite, resultiert dies in einem geringeren Biegemoment und somit geringerer Biegespannungen, wobei die Querkraft im Angriffspunkt der Kraft gleich bleibt. Jedoch wird die Querkraft an dem Auflager größer, in dessen Richtung die Kraft verschoben wurde. Beispiele für Punktlasten sind Lautsprecheranordnungen, Verfolgersitze, Anschlagpunkte für darunter hängende Traversen und Techniker. Prolyte betrachtet alle Lasten mit dem Eigengewicht eines Menschen oder höher als Punktlast und empfiehlt allen Anwendern, dies genauso zu betrachten. Ein Techniker auf einer Traverse verursacht mindestens eine Punktlast von 1 kN.



Mehrere Punktlasten

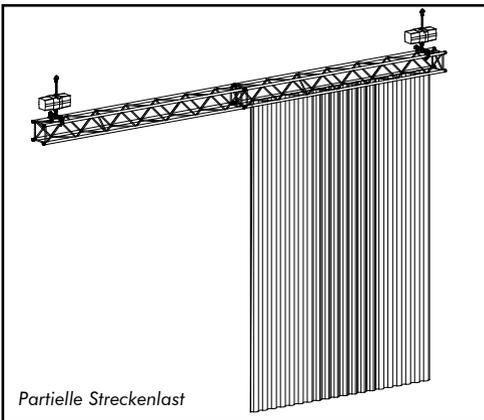
Häufig findet man nicht eine einzige Punktlast in der Mitte einer Traversenspannweite, sondern mehrere gleiche Punktlasten in gleichen und regelmäßigen Abständen. In unseren Belastungstabellen nennen wir die zulässige Belastung durch zwei gleiche Punktlasten, die die Traversenspannweite in drei gleiche Abschnitte aufteilen (Drittelpunktlasten). Drei gleiche Punktlasten, die die Spannweite in vier gleiche Abschnitte unterteilen, werden als Viertelpunktlasten, und vier gleiche Punktlasten,

die die Spannweite in fünf gleiche Abschnitte unterteilen, werden als Fünftelpunktlasten bezeichnet. Oberhalb dieser Anzahl von gleichen Punktlasten können die Belastungsdaten für eine gleichmäßig verteilte Last herangezogen werden.



Ungleichmäßige Belastung

Eine ungleichmäßige Belastung liegt vor, wenn nur ein Teil der Spannweite mit der gleichmäßig verteilten Last belastet ist oder mehrere Punktlasten in einem begrenzten Bereich angreifen, während der Rest der Spannweite unbelastet bleibt.



Die sicherste Art der Abschätzung der Tragfähigkeit einer Traverse unter ungleichmäßiger Belastung ist die Ermittlung der gesamten Belastung und die Annahme dieser Last als mittige Punktlast (CPL). Es ist offensichtlich, dass diese verschiedenen Arten von Belastung extrem unterschiedliche Einflüsse auf die Stabilität

einer Traverse haben und somit eine besonderen Betrachtung erfordern. Zwei grundsätzliche Kriterien sollten bei der Auswahl einer geeigneten Traverse berücksichtigt werden:

- Die Länge der zulässigen Traversenspannweite – der Abstand zwischen zwei Auflagern.
- Die zulässige Belastung der Traverse für eine gegebene Traversenspannweite.

Die Spannweite zwischen zwei Auflagern und die zulässige Belastung sind zwei voneinander unzertrennliche Faktoren. Je größer die Spannweite, desto geringer die zulässige Belastung und je größer die Belastung, desto kürzer die mögliche Traversenspannweite. In den seltenen Fällen, in denen die Querkraft und nicht die Durchbiegung die begrenzendende Größe ist, kann eine sehr hohe Belastung bei sehr kurzer Traversenspannweite zum Versagen im Bereich der Auflager führen. Dies resultiert in Ausbeulung der Gurtrohre, Ausknicken der druckbelasteten Fachwerkstreben oder im Bruch der Schweißnähte zugbelasteter Fachwerkstreben. Jeder Traversentyp, unabhängig vom Hersteller, hat seine spezifischen Kriterien für ein Versagen. Jeder Hersteller hat dafür zu sorgen, dass bei der Berechnung der zulässigen Belastungen und Spannweiten diese Kriterien niemals eine bleibende Gefahr bedeuten.

KYLO „KNOW YOUR LOAD“

Für eine vereinfachte Ermittlung einer Prolyte Traverse für statisch bestimmte Systeme (Einfeldträger mit Auskragungen) stellt Prolyte auf <http://www.prolyte.com> das auf MS-Excel basierende Werkzeug „KYLO“ zur Verfügung. Mit KYLO kann auf einfache Art die Auslastung einer Traverse bzw. eine geeignete Traverse für einen speziellen Lastfall ermittelt werden. Prolyte weist aber ausdrücklich darauf hin, dass die Ergebnisse aus KYLO in keinsten Weise eine statische Berechnung ersetzen!

5. SPEZIFISCHE BELASTUNGSSZENARIEN

5.1. VERWENDUNG IM FREIEN ODER IN GESCHLOSSENEN RÄUMEN

Der Unterschied hinsichtlich der Belastung bei der Verwendung im Freien bzw. in geschlossenen Räumen ist genauso offensichtlich wie wichtig: Die klimatischen Bedingungen haben einen großen Einfluß auf die Sicherheit der Konstruktion.

Wind:

- kann zu einer horizontalen Belastung einer Traversenstrecke führen
- kann zum Kippen, Abheben oder Gleiten einer Konstruktion führen
- kann zu einer Überlastung der Traversen führen, die über die Verplanung oder andere Windangriffsflächen eingeleiteten Kräfte aufnehmen müssen
- kann die Dach- Seiten- und Rückwandverplanung beschädigen

Regen und Schnee:

- kann durch Bildung von Wasseransammlungen eine Überlastung verursachen
- schneelast ist nicht zulässig
- kann den Untergrund aufweichen und dadurch dessen Tragfähigkeit mindern
- erhöht die Gefahr des Abrutschens beim Beklettern einer Traverse
- kann die elektrischen Anlagen zum Verfahren der Konstruktion beeinträchtigen

Blitzschlag:

- kann Personen und elektrische Anlagen gefährden

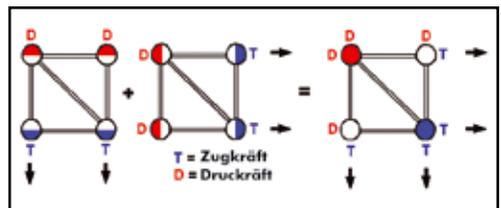
Temperatur:

- Durch starke Sonneneinstrahlung können Tower und Traversen stark erwärmt werden. Dadurch kann es zu einer Gefährdung beim Beklettern kommen, insbesondere, wenn die

Erwärmung durch Beleuchtungseinrichtungen verstärkt wird. Es ist auf eine entsprechende Schutzkleidung zu achten und im besonderen auf den Schutz von textilen Anschlagmitteln vor der Temperatureinwirkung!

5.2 HORIZONTALE LASTEN

Die horizontalen Lasten werden oftmals unterschätzt. Sie können durch viele Faktoren entstehen, z.B. durch Windkräfte, durch Spannkkräfte von Planen, Gazen, Leinwänden usw. Die in den Belastungstabellen angegebenen Werte beziehen sich auf eine Belastung der Traverse in vertikaler Richtung. Kommt zusätzlich eine zweite Biegekraft in horizontaler Richtung hinzu, kann es zu einer Überlastung der Traverse kommen, obwohl die vertikale Belastung innerhalb der Grenzwerte der Tabelle liegt. Bauartbedingt dürfen die Traversensysteme S36R, S52F & V, S66R & V und S100F keiner horizontalen Belastungen ausgesetzt werden. Sollte sich dieses nicht vermeiden lassen, ist unbedingt eine Ableitung dieser Kräfte vorzusehen, z.B. mittels anderen Traversen zum Ableiten von Druckkräften oder Stahlseilen zum Ableiten von Zugkräften.



5.3 DYNAMISCHE KRÄFTE

Beim Heben und Senken von Lasten entstehen durch die Beschleunigungen beim Starten oder Stoppen zusätzliche dynamische Kräfte, die

unbedingt bei der Ermittlung der Gesamtlast berücksichtigt werden müssen.

Bei der Verwendung von gängigen Hebezeugen wird üblicherweise ein Faktor von 1,2 bis 1,6 zur Erfassung der dynamischen Lastanteile verwendet. Sollte mit höheren Beschleunigungskräften zu rechnen sein, z.B. bei sehr schnell laufenden Kettenzügen und Seilwinden oder artistischen Vorführungen, sollte die Ermittlung der Lasten und auch der Tragfähigkeit unbedingt einer kompetenten Person übertragen werden!

5.4 THEORIE UND PRAXIS

Obwohl alle unsere Berechnungen und theoretischen Modelle den aktuellen Stand der Technik berücksichtigen, ist es nicht möglich, alle Fälle der täglichen Praxis abdecken zu können. Für uns als Hersteller ist das Feedback über solche Fälle eine wichtige Erkenntnis, gibt es uns doch die Möglichkeit, zufriedenstellende Lösungen und langfristige Wertigkeit unserer Produkte zu erreichen.

In unserer Konstruktions- und Verkaufsabteilung werden Mitarbeiter mit praktischer Erfahrung in den Bereichen Rigging und Traversen beschäftigt. Ihr unbezahlbares Wissen, zusammen mit dem Wissen, welches sich in zahlreichen Jahren als professioneller Traversenhersteller bei Prolyte gesammelt hat, bildet einen enormen Vorteil, den wir mit unseren Anwendern teilen möchten. Die Erkenntnis möglicher Defizite beim theoretischen Wissen über Traversen und deren Anwendung erinnert uns an unsere Verantwortung, unsere Anwender durch Wissensvermittlung zu unterstützen. Dadurch möchten wir eine sichere Arbeit und eine hohe Lebensdauer unserer Produkte gewährleisten.

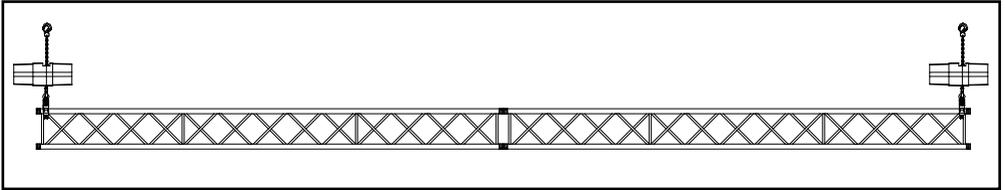
Foto: Spijkerman Evenementen, die Niederlande



6. TRAVERSEN UND BELASTUNG

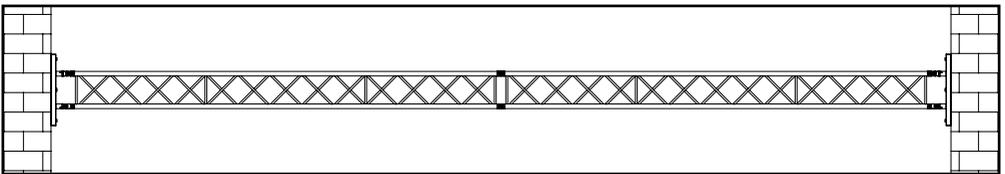
6.1 TRÄGER AUF ZWEI AUFLAGERN

Die einfachste Art eines Trägers ist der Träger auf zwei Auflagern, der sogenannte Einfeldträger. Die Belastungstabellen geben die Belastungsdaten für einen Einfeldträger an. Dies ist die häufigste Art von Traversenanwendungen in der Veranstaltungstechnik. Die Traverse ist an beiden Enden aufgelagert und ermöglicht somit eine vertikale Durchbiegung der belasteten Traverse zwischen diesen Auflagern.



6.2 BEIDSEITIG EINGESPANNTER TRÄGER

Belastungsangaben, die sich auf einen beidseitig eingespannten Träger beziehen, sind schwer zu realisieren, da diese Art von Einsatz in der Veranstaltungstechnik äußerst ungewöhnlich ist. Hersteller, die derartige Belastungsangaben veröffentlichen, sind offensichtlich nur daran interessiert, hohe Tragfähigkeiten zu präsentieren, die der Anwender hingegen nur in den aller wenigsten Fällen ausnutzen kann.

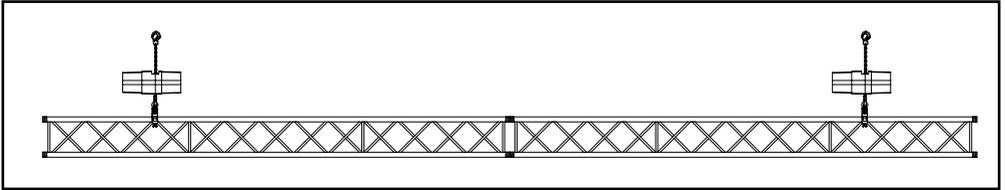


6.3 TRÄGER MIT AUSKRAGUNG

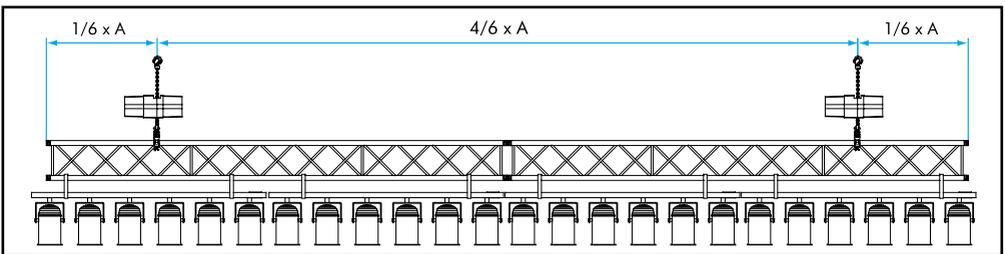
Bei auskragenden Trägern betrachtet man einen Einfeldträger mit nach innen gerückten Auflagern, so dass die Enden der Traverse über die Auflager hinausreichen. Die gesamte Belastung des Trägers sowie sein Eigengewicht beeinflussen die Querkräfte im Bereich der Auflager.

Je größer die Auskragung, desto größer das Biegemoment am Auflagerpunkt.

Weiterhin sind Auskragungen nur durch das Auflager, über das sie hinausreichen, gegen Torsionskräfte gesichert und daher sehr anfällig gegen ungleichmäßige Belastung.



Wenn Traversenspannweiten begrenzt sind, besteht bei Einfeldträgern die Möglichkeit, die Traversen außerhalb der Auflager zu verlängern. Als Faustformel kann, wie im Bild gezeigt, ein Sechstel der Spannweite als zulässige Auskragung angenommen werden.



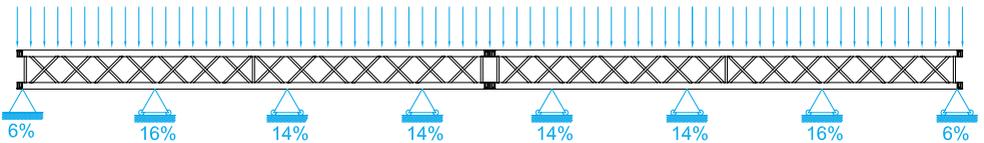
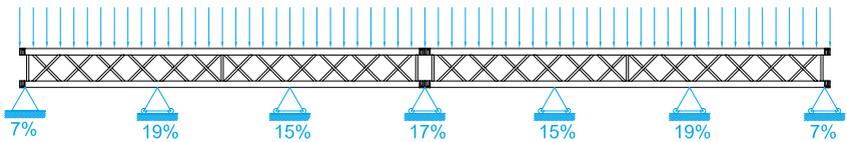
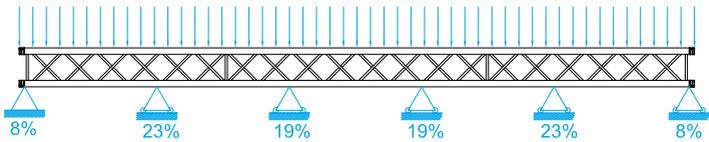
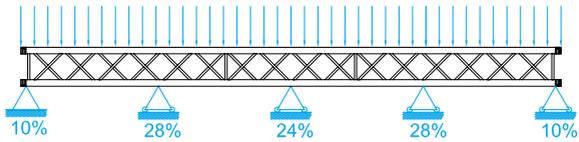
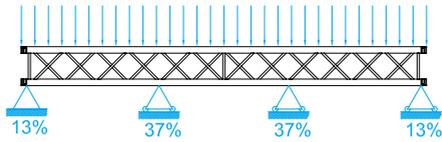
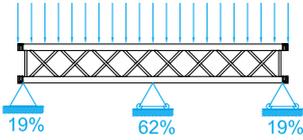
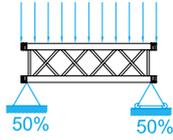
6.4 MEHRFELDTRÄGER

Durchlaufende ungelenkkige Träger auf mehr als zwei Auflagern werden als statisch unbestimmte Systeme bezeichnet. Eine Belastung in einem Feld – dem Bereich zwischen zwei Auflagern – beeinflusst das Verhalten des Trägers in den benachbarten Feldern. Die möglichen Belastungsfälle sind annähernd unendlich. Die hieraus resultierenden Konsequenzen für die zulässige Belastung sind so komplex, dass keine speziellen Belastungstabellen für die vielen Lastkombinationen veröffentlicht werden können. Eine Angabe über die Auflagerreaktionen von Mehrfeldträgern hingegen ist sehr wichtig, da die Querkraft an allen Auflagerpunkten im für die Traverse und für den Auflagerpunkt zulässigen Bereich bleiben muß.

Weiterhin ist die Eigenschaft des Biegemomentes über den inneren Auflagern zu dem in der Mitte der Felder entgegengesetzt. In der Mitte der Felder führt die Biegekraft zu Zug in den Untergurten und zu Druck in den Obergurten. Über den mittleren Auflagern führt die Biegekraft zu Zug in den Obergurten und zu Druck in den Untergurten. In dieser Hinsicht erfüllt Prolyte die Anforderungen der Deutschen Industrie-Normen (DIN), sowie die neuesten Entwicklungen in den ESTA-ANSI (USA), PLASA-BSI (UK), VPT (NL) und VPLT (D) Entwürfen zur Entwicklung, Herstellung und Anwendung von Traversen in der Veranstaltungstechnik.

Foto: Qatar Vision, Qatar



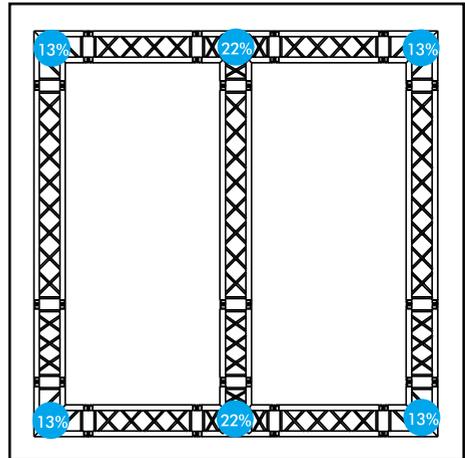


6.5 BELASTUNG VON TRAVERSENKNOTEN (ECKEN)

Die exakte Bestimmung der zulässigen Belastung von Eckelementen ist eine komplizierte Angelegenheit. Der Entwurf und die Konstruktion eines Eckelementes beeinflussen die zulässige Belastung des Eckelementes. Nicht alle Eckelemente können die Belastung aufnehmen, die durch die angeschlossene Traversenstrecken eingeleitet werden, wenn diese voll belastet werden. Viele Hersteller ziehen diese Tatsache nicht in Betracht, wenn sie sich auf ihre Belastungsangaben beziehen. Weiterhin ist nicht nur die Konstruktion maßgebend für die zulässige Belastung des Eckelementes, sondern auch dessen Position in einer 2D- oder 3D-Traversenkonstruktion.

Deshalb sollte für jeden individuellen Fall die Belastung der Eckelemente geprüft werden, wobei die Längen und die vorhandene Belastungen der angeschlossenen Traversenstrecken in Betracht gezogen werden müssen.

In den vergangenen zwei Jahren hat Prolyte seine geschweißten Eckelemente verbessert bzw. umkonstruiert, um die zulässige Belastbarkeit zu erhöhen. Als Faustregel kann gelten, daß die an die geschweißten Eckelemente von Prolyte angeschlossenen Traversenstrecken mit etwa 50% - 100% ihrer zulässigen Belastung belastet werden können.

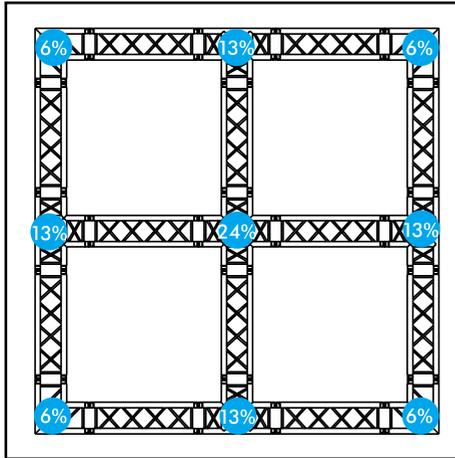


Unter der Annahme, dass jeder Traversenknoten ein Auflager darstellt, werden hier die ungefähren Auflagerreaktionen als prozentualer Anteil der gesamten gleichmäßig verteilten Last einer quadratischen Konstruktion mit einer Mitteltraverse dargestellt:

Werden die Belastungstabellen für die zulässige mittlere Punktlast der kürzesten vorhandenen Spannweite betrachtet, beispielsweise 4 m X30D = 451,3 kg, so sollte nur 50 % dieses Wertes, also 225,7 kg angenommen werden. Die Auflager mit dem höchsten Prozentsatz sollten niemals mit einem höheren Wert als diesem belastet werden. Hieraus folgt eine maximal zulässige gleichmäßig verteilte Belastung einer solchen Konstruktion aus X30D-Traversen von ca. 1026 kg. Dies führt zu Auflagerlasten von:

140,6 kg	225,7 kg	140,6 kg
140,6 kg	225,7 kg	140,6 kg

Unter der Annahme das jeder Traversenknoten ein Auflager darstellt, werden hier die ungefähren Auflagerreaktionen als prozentualer Anteil der gesamten gleichmäßig verteilten Last einer quadratischen Konstruktion mit einem Traversenkreuz in der Mitte dargestellt:



6.6 KREISTRAVERSEN TECHNISCHE GRUNDLAGEN

Prolyte ist bekannt für ein komplettes Programm von Traversenserien für verschiedenste Anwendungen. Darüber hinaus produziert Prolyte Traversen in Form von Kreisen, Bögen und Ellipsen. Prolyte produziert diese gebogenen Traversen mit einem besonders hohen Grad an Präzision, dies sichert eine gute Passgenauigkeit ohne Verwindungen. Alle Kreistraversen werden in einer spezialisierten Abteilung innerhalb des Unternehmens gefertigt. Diese Abteilung ist mit hochmodernen Schweißvorrichtungen ausgestattet, die überwiegend von der hausinternen Entwicklungsabteilung entworfen werden. Auf diesen Schweißvorrichtungen werden alle Kreissegmente als Standardelemente hergestellt, von der dekorativen E20 Traverse bis zur robusten S66-Serie. Hierdurch wird sichergestellt, dass jedes Bogensegment an einer beliebigen Stelle des entsprechenden Kreises eingesetzt werden kann, ohne dass die Gesamtform des Kreises beeinflusst wird. Kreistraversen und Bögen können aus allen Traversenserien - außer S52F, S100F und E15V – hergestellt werden.

Werden die Belastungstabellen für die zulässige mittlere Punktlast der kürzesten vorhandenen Spannweite betrachtet, beispielsweise 4 m X30D = 451,3 kg, so sollte nur 50 % dieses Wertes, also 225,7 kg angenommen werden, um die zulässige Belastung des C-016-Knotens zu ermitteln. Das Auflager mit dem höchsten Prozentsatz sollte niemals mit einem höheren Wert als diesem belastet werden. Hieraus folgt eine maximal zulässige gleichmäßig verteilte Belastung einer solchen Konstruktion aus X30D-Traversen von ca. 940 kg. Dies führt zu Auflagerlasten von:

56 kg	122 kg	56 kg
122 kg	225,7 kg	122 kg
56 kg	122 kg	56 kg

Hierbei muß deutlich hervorgehoben werden, dass sich fast ein Viertel der gleichmäßig verteilten Gesamtlast in dem mittleren Kreuz-Knoten konzentriert.

KREISPRODUKTION

Obwohl Prolyte die Produktion von Kreistraversen mittlerweile auf den gleichen Standard gebracht hat wie die Produktion von geraden Traversen, wird sie sich immer davon unterscheiden.

Die Produktion von gebogenen Traversen erfordert deutlich mehr Zeit. Jedes einzelne Gurtrohr muß in dem spezifischen Radius gebogen werden, den es in der Funktion eines Gurtrohres einer Kreistraverse haben wird. Dies bedeutet, dass eine gebogene Traverse mindestens zwei unterschiedliche Gurtrohr-Radien hat: den inneren und den äußeren Radius.

Jedes Rohr kann nur über eine durch die Laufrollen der Biegemaschine begrenzte Länge gebogen werden. Der Verlust beim Biegen beträgt ca. 20-25 cm an jedem Rohrende.

Daher resultiert aus einer Halbzeuglänge von 6 m eine gebogene Länge von etwa 5,5 m.

Dies ist die Segment-Grenze für die Länge von gebogenen Traversen, die einen Kreis bilden.

Ein weiterer Faktor der die Kreis- und Bogenproduktion beeinflusst ist die Positionierung

der Fachwerkstreben. Während dies bei der Produktion von geraden Traversen durch die Schweißvorrichtungen exakt vorgegeben ist, gibt es hierfür bei der Kreisproduktion bisher keine praktikable Lösung. Alle aufrechten Fachwerkstreben müssen manuell positioniert werden.

Es existiert eine untere Grenze für den Biegeradius eines jeden Rohrtyps. Wird der Radius kleiner ausgeführt, nehmen die Gurtrohre eine ovale Form an (10 % Verformung gelten hier als Obergrenze) und sie verlieren ihre blanke Oberfläche durch starke Druckkräfte an der Innenseite des Bogens.

Der Grad, bis zu dem ein Rohr zufriedenstellend gebogen werden kann, hängt von 3 Faktoren ab:

- Außendurchmesser des Rohres; dieser beeinflusst direkt das Flächenträgheitsmoment und den Widerstand gegen Biegen.
- Wandstärke des Rohres; diese beeinflusst ebenfalls das Flächenträgheitsmoment und den Widerstand gegen Biegen, wobei größere Wanddicken weniger anfällig gegen

E -Serie (32 x 1,5 mm)	Minimaler Rohrbiegeradius 400 mm Minimaler Kreisdurchmesser 1,3 m
X -Serie (51 x 2 mm)	Minimaler Rohrbiegeradius 1.000 mm
X30 -Serie	Minimaler Kreisdurchmesser 2,2 m
X40 -Serie	Minimaler Kreisdurchmesser 2,4 m
H -Serie (48 x 3 mm)	Minimaler Rohrbiegeradius 800 mm
H30 -Serie	Minimaler Kreisdurchmesser 2,2 m
H40 -Serie	Minimaler Kreisdurchmesser 2,4 m
S -Serie (50 x 4 mm)	Minimaler Rohrbiegeradius 1.300 mm
S36R	Minimaler Kreisdurchmesser 3,2 m
S36V	Minimaler Kreisdurchmesser 3,4 m
S52V	Minimaler Kreisdurchmesser 3,7 m
S66R	Minimaler Kreisdurchmesser 3,6 m
S66V	Minimaler Kreisdurchmesser 4,2 m

Oberflächenveränderungen sind, aber auch wesentlich mehr Zeit und Energie beim Biegen erfordern.

- Legierung des Rohres; je geringer die Festigkeit, desto leichter die Kaltverformbarkeit.

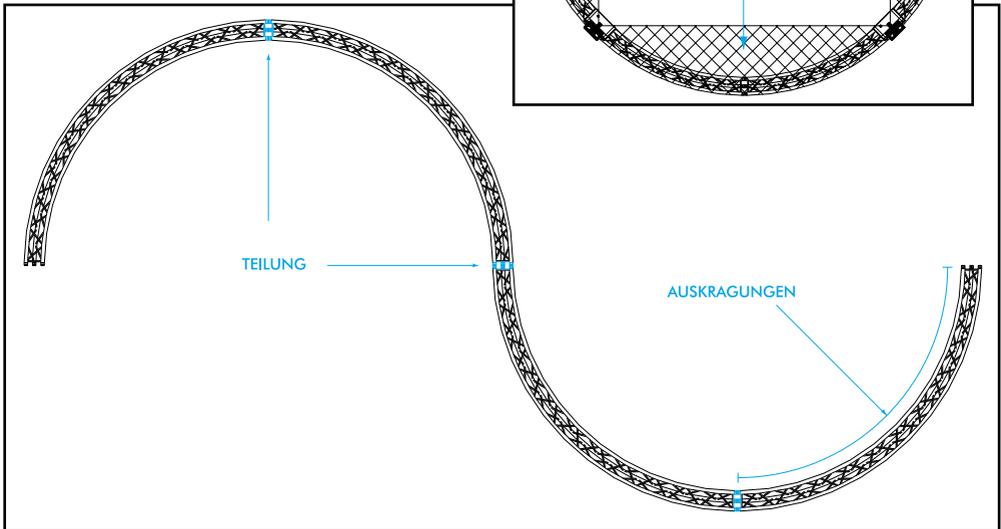
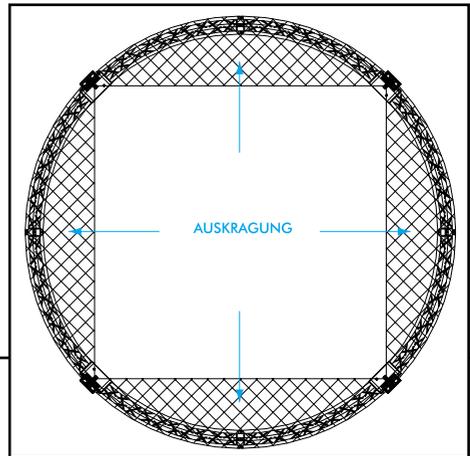
Prolyte bezieht sich bei der Angabe der Kreistraversenabmessungen auf den Außenradius des äußeren Gurtrohres. Beim Biegen der Rohre ist der Innenradius des inneren Gurtrohres begrenzend. Hier geben wir die minimalen Kreisabmessungen an, die ohne größere Verschlechterung der Rohroberfläche und der Stabilität möglich sind:

BESTELLEN EINER KREISTRAVERSE

Für den Einsatz in der Veranstaltungstechnik empfehlen wir grundsätzlich eine Teilung in 4, 8, 12, 16 ... Kreissegmenten. In dieser Aufteilung können Kreise in unterschiedlichen Konstruktionen eingesetzt werden, wie die nachfolgenden Abbildungen zeigen. Die Anzahl der Segmente, aus denen ein Kreis besteht, ist abhängig vom Radius des Kreises.

Die maximale Rohrlänge, die gebogen werden kann, ist 5,5 m, daher können Kreissegmente nicht länger sein. Durchschnittliche Längen zwischen 2 m und 4 m lassen sich am einfachsten handhaben, transportieren und lagern.

Wir möchten unseren Kunden die Berücksichtigung dieser Erfahrungswerte beim Bestellen eines Kreises empfehlen. Außerdem darf bei Dreigurt-Kreistraversen die Lage des Dreiecks – Spitze oben/unten, außen oder innen – nicht vergessen werden.



BELASTUNG VON KREISTRASERSEN

Kreistrasersen in einer horizontalen Lage - und teilweise auch Bogensegmente - sind deutlich weniger belastbar als gerade Traversen.

Da die Anzahl der Auflager bei Kreistrasersen grundsätzlich so gering wie möglich ist, kommt es zu Überhängen der Kreisabschnitte und somit zu Auskragungen. In einem Bogensegment ist das vertikale Fachwerk der inneren und äußeren Seiten grundsätzlich verschieden.

Folglich ist die Knicklänge der Fachwerkstreben an der Außenseite immer größer als an der Innenseite. Somit ist eine unsymmetrische Kraftverteilung in die Traverse eingebaut.

Das Ergebnis hieraus ist nicht nur eine andere Beanspruchung der Gurtrohre, des Fachwerks und der Verbindungselemente durch Biegung und Querkraft, sondern auch eine Rotations- und Torsionskraft, die die Tragfähigkeit der Traverse beeinflusst.

Die Torsionskraft beeinflusst die Ausknickgefahr in den Bogenspannweiten. Diese Effekte haben große Auswirkungen auf die verschiedenen Arten von Kreistrasersen, je nachdem, ob sie aus Zweigurt-, Dreigurt- oder Viergurt-Traversen bestehen. Die minimale Anzahl von Auflagern für horizontal eingesetzte Kreistrasersen ohne Stabilitäts- oder Gleichgewichtsprobleme ist "drei". Kreistrasersen mit nur zwei Auflagern sind in jedem Fall instabil und werden somit als unsicher angesehen.

In den Fällen, in denen eine Kreistraverse aus der Horizontalen geneigt ist oder während einer Veranstaltung bewegt wird, ist die Berechnung der zulässigen Belastung äußerst schwierig, da es nicht möglich ist, die resultierende Belastung für jede mögliche Neigung vorherzusagen. In derartigen Fällen raten wir dringlichst dazu, einen Statiker zu befragen.

6.7 ZULÄSSIGE BELASTUNG VON TOWERTRASERSEN

Unserer Konstruktionsabteilung wird häufig die Frage nach Belastungstabellen für alle Tower verwendete Traversen gestellt. Bei einer solchen Verwendung kann es vor Erreichen der zulässigen Druckbeanspruchung zu einem Versagen der Traverse durch Knickung kommen. Die Traverse weicht der Druckkraft seitlich aus und biegt durch. Zwei wichtige Faktoren dabei sind:

- Die Höhe des Towers
- Die Art der Lagerung des Towers

Eulersche Knickfälle

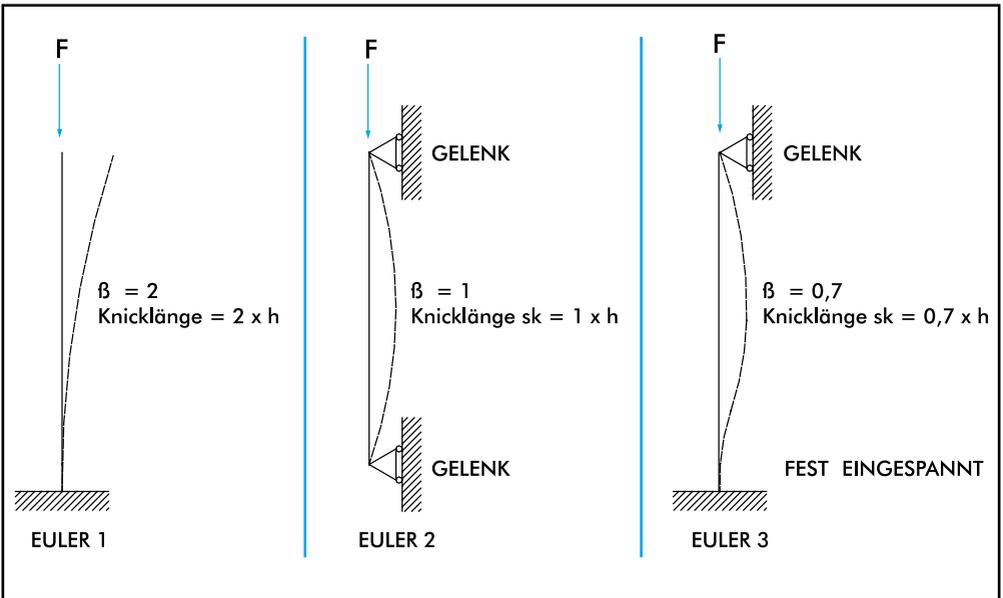
Euler 1: Tower unten eingespannt, oben frei

Euler 2: Tower unten gelenkig gelagert, oben geführt

Euler 3: Tower unten eingespannt, oben geführt

Da bei der Berechnung der Knicksicherheit viele weitere Faktoren eine Rolle spielen, ist es nicht möglich, die zulässigen Belastungen nur in Abhängigkeit der Towerhöhe anzugeben.

Eine Tabelle, die alle Faktoren berücksichtigt, wäre kaum möglich. Für Belastungssituationen, die von den im Katalog angegebenen Werten und den im folgenden Abschnitt genannten abweichen, ist eine Berechnung im Einzelfall vorzunehmen. Wir möchten unbedingt darauf hinweisen, diese Berechnungen nur durch Fachpersonal durchführen zu lassen.



Einzelner Tower

Freistehender Tower auf einem Basement oder auf einer Fußkonstruktion aus Traversen, angenommen wird eine rein vertikale Belastung (keine horizontalen Kräfte wie zum Beispiel Windlast).

Traverse: H30V

Towerhöhe h : 6,0m

Annahme des Faktors β zur Ermittlung der Knicklänge: $\beta = 2,5$

Daraus ergibt sich eine Knicklänge von:

$$s_k = \beta \times h$$

am Beispiel:

$$s_k = 2,5 \times 6\text{m} = 15\text{m}$$

Aus den Omega-Tabellen in DIN 4113 läßt sich die zulässige Normalkraft für diesen Traversentyp und die Knicklänge ersehen. Als maximal zulässige Druckkraft ergibt sich $P=15\text{kN}$, entsprechend einer Last von ca. 1500kg. Eine Standard-Base-Section mit Outriggern kann ähnlich betrachtet werden.

7. BERECHNUNGSMETHODEN

7.1 NÄHERE BETRACHTUNG

In den vergangenen Jahren hat der Markt einen Zuwachs an vielen neuen Traversenherstellern gesehen. Mehr Wettbewerb am Markt bedeutet mehr Auswahl einher gehend mit geringeren Preisen, ein Vorteil für den Verbraucher.

Einen Nachteil stellt in diesem Zusammenhang der Umstand da, daß auch Verwirrung erzeugt wird, weil Traversen verschiedener Hersteller auf den ersten Blick sehr ähnlich aussehen.

Für den durchschnittlichen Anwender ist es sehr schwierig, die Qualität allein aufgrund des Aussehens zu beurteilen. An dieser Stelle kann es gefährlich werden, denn der Markt bringt leider auch Hersteller hervor, deren Strategie darin liegt, alles Mögliche einfach nur zu kopieren und die den Markt glauben machen wollen, daß ihre Kopien bei geringeren Kosten die gleichen Ansprüche hinsichtlich Qualität und Sicherheit erfüllen.

Wir möchten darauf hinweisen, daß es länderabhängige Unterschiede bei den Berechnungsmethoden und Konstruktionsvorgaben gibt. Auch verschiedene Auslegung der grundlegenden Prinzipien oder Vernachlässigung des Wissens über den täglichen Gebrauch von Traversen kann zu stark unterschiedlichen Ergebnissen bei der Berechnung führen.

Dadurch kann es auch zu Unterschieden bei der Belastbarkeit von auf den ersten Blick gleichen Traversensystemen verschiedener Hersteller führen. Nur wenn international anerkannte Standards zu Konstruktion und Berechnung angewendet werden, können die Belastbarkeiten verglichen werden.

Wie eine Kette ist auch die Traverse nur so stark, wie das schwächste Element.

Die Belastbarkeit einer Traverse wird durch eine große Anzahl von Faktoren bestimmt. Zu einem bestimmten Zeitpunkt begrenzt nur ein Faktor

die Tragfähigkeit. Welcher Faktor das ist, hängt davon ab, wie die Traverse zu diesem Zeitpunkt verwendet wird. Als Beispiel können konstruktive Eigenschaften (Bauhöhe, Wandstärken...) oder technologische Eigenschaften des Materials, z.B. die Zugfestigkeit, die Tragfähigkeit im speziellen Fall begrenzen.

Die üblichen Standards (wie z.B. ANSI, BS, NEN, Euro Code und DIN) legen verschiedene Berechnungsmethoden für die Berechnung von Konstruktionen aus Aluminium und Stahl zugrunde, Beide Methoden führen aber im Allgemeinen zu praktisch gleichen Ergebnissen.

7.2 MATERIALSPEZIFIKATION

EN AW6082 T6 ist die am häufigsten benutzte Legierung zur Traversenherstellung. Andere, weniger feste, Legierungen werden immer noch vereinzelt verwendet. Wie bei allen aushärtbaren Aluminiumlegierungen werden die technologischen Eigenschaften der genannten Legierung durch den Einfluß von Wärme verändert. So führt der Wärmeeintrag beim Schweißen zu einer Verringerung der Zugfestigkeit des Grundwerkstoffs in einem bestimmten Bereich um die Schweißnaht.

Dieser Bereich wird Wärmeeinflußzone (WEZ), oder englisch Heat Affected Zone (HAZ) genannt. Die Größe der WEZ und die in ihr verbleibende Restfestigkeit werden neben Werkstückgeometrie und vielen Parametern beim Schweißprozeß auch vom Schweißverfahren (z.B. MIG und WIG) selbst bestimmt. In den entsprechenden DIN-Normen wird keine Unterscheidung zwischen den verschiedenen Schweißprozessen hinsichtlich der Tragfähigkeitsberechnung gemacht. Andere Standards sehen diese Unterscheidung bereits vor, die allgemeine Akzeptanz steht aber noch aus.

7.3 DIAGONALSTREBEN

Weil Aluminium durch den geringen E-Modul sehr flexibel ist, werden die Diagonalstreben für die Berechnung als beidseitig gelenkig gelagert betrachtet. Würden sie als beidseitig eingespannt betrachtet werden, würde die Knicklänge reduziert werden. Moderne Berechnungsmethoden schreiben vor, bei räumlichen Konstruktionen, bei denen die Hauptrohre einen entscheidend größeren Durchmesser als die Streben haben, die Lagerung der Streben als eine Mischung aus fester Einspannung und gelenkig zu betrachten.

Wie im Bild unten gezeigt, ergibt sich durch die Gehrung der Streben am Gurtrohr ein größerer Umfang an der Schnittstelle (d_2) und damit auch ein größerer Umfang für die Schweißnaht verglichen mit dem Umfang der Strebe (d_1). Diese Differenz erlaubt es, die Schweißnähte nur zu etwa 9/10 des Umfangs auszuführen, ohne dass dadurch die Gesamtbelastbarkeit der Verbindung gemindert wird.

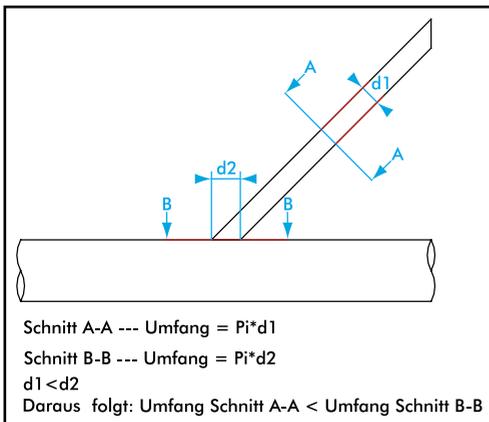


Foto: Impact Event, UK

8. BESTIMMUNG VON SICHERHEITSAKTOREN

8.1 TRAVERSEN ALS KONSTRUKTIONSELEMENT

Allgemein

Vorschriften oder Normen für die Berechnung von Aluminiumkonstruktionen sind in fast jedem Land der Welt verfügbar. In den meisten Ländern in Europa und Nordamerika gelten ähnlich Vorgaben, so daß sich bei den Berechnungsergebnissen keine großen Unterschiede einstellen sollten. Leider ist dies eine Wunschvorstellung. Es wäre ideal, wenn die Berechnungsmethoden von Traversen durch ein Formblatt festgeschrieben wären. Dieser Prozeß der weltweiten Angleichung steht aber gerade erst am Anfang.

Traversen sollten von einer unabhängigen Stelle im Rahmen einer Bauartprüfung geprüft werden, die Konstruktionswerte und Berechnungsmethoden sollten offengelegt werden. Alle Berechnungen sollten angeglichen werden, so daß sie untereinander verglichen werden können.

Konstruktionselement

Aus geraden Traversenlängen können in Kombination mit Winkелеlementen räumliche Konstruktionen hergestellt werden.

Diese Konstruktionen können freistehend sein und einer bestimmten Belastung standhalten.

Wird eine Traverse als Teil einer solchen Konstruktion verwendet, kann sie auch mit einem Stahlträger in einem normalen Gebäude verglichen werden. Die Sicherheitsfaktoren lassen sich trotzdem aber nicht mit den im Stahlbau üblichen Sicherheitsfaktoren vergleichen, denn:

- Traversen werden hauptsächlich für mobile oder temporäre Konstruktionen verwendet
- Traversen werden regelmäßig transportiert
- Eine Traverse wird im Laufe ihrer Lebensdauer in vielen verschiedenen Konstruktionen eingesetzt

- Traversen werden aus Aluminium hergestellt, einem vergleichsweise weichem Material. Aus diesen Gründen unterliegen Traversen einem Verschleiß.

Die britische Norm BS 7905/7906 und die amerikanische Norm ANSI E1.2-2000 schreiben vor, diesem Verschleiß durch Multiplikation der Werte in den Belastungstabellen mit dem Faktor 0,85 Rechnung zu tragen.

Leider wird das Erreichen der Ablegereife von Traversen in diesen Normen nicht geregelt. Solche Daten sollten unbedingt vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden, um ein sicheres Arbeiten mit Traversen zu gewährleisten.

Wir geben entsprechende Kriterien zur Ablegereife vor, so wie wir eine Inspektion von Traversenelementen anbieten.

Der VPLT SR1.0 besagt, daß der Traversenhersteller nicht für den Verschleiß der Traverse verantwortlich ist.

Klare Richtlinien sind in diesem Zusammenhang aber noch nicht verfügbar, die Verantwortung sollte entsprechend der CE-Bestimmungen beim Besitzer/Anwender der Traverse liegen.

8.2 TRAVERSEN ALS LASTAUFNAHMEMITTEL

Allgemein

Für den Fall der Benutzung einer Traverse als Lastaufnahmemittel, das von Hebezeugen, z.B. von Kettenzügen, getragen wird, kann die Traverse als Teil einer Krananlage oder als Krantraverse betrachtet werden (nach NEN-EN 13155:A1 - Cranes – Nonfixed load lifting attachments (2005)). Solche Konstruktionen werden wie normale Stahlträger berechnet, nur wird eine zusätzliche Sicherheit durch die Begrenzung der zulässigen Durchbiegung berücksichtigt.

Durchbiegung als begrenzender Faktor?

Grenzen des Betrages der Durchbiegung sind in der niederländischen Norm NEN 6702 beschrieben und hängen von der Anwendung der Gebäudekonstruktion und der Art der Konstruktion ab. Traversen sollten auf eine ähnliche Weise betrachtet werden.

Die Begrenzung der zulässigen Durchbiegung sollte in erster Linie als funktionelle Größe betrachtet werden, nicht als zusätzlicher Sicherheitsfaktor, siehe Abschnitt 7.5.

Es muß in diesem Zusammenhang erwähnt werden, das die zulässige Durchbiegung für Traversen in den meisten Fällen größer ist, als bei der Anwendung in anderen technischen Bereichen toleriert wird. Durchhängende Traversen vermitteln rein optisch nicht den Eindruck einer soliden Rigging-Arbeit, selbst wenn die Traversen noch nicht an ihrer Belastungsgrenze sind.

8.3 SICHERHEITSAKTOREN VON PROLYTE TRAVERSEN

Alle Bauart geprüften Prolyte Traversen wurden von erfahrenen Ingenieuren berechnet. Da Prolyte die verschiedenen Verwendungen der Traversen nicht vorhersehen kann, wurden bei der Berechnung der zulässigen Belastungen die gleichen ingenieurwissenschaftlichen Sicherheitsfaktoren wie z.B. bei der Berechnung von Stahltragwerken berücksichtigt.

Diese Sicherheitsfaktoren betragen 1,7 gegenüber einer plastischen Verformung und 2,5 gegenüber einem Versagen der Traversen, bezogen auf die in den Belastungstabellen angegeben maximal zulässigen Werte.

WARNUNG: PROLYTE weist ausdrücklich darauf hin, das eine Überschreitung der angegebenen zulässigen Belastungen der Traversen UNZULÄSSIG ist!

Oftmals herrscht Unklarheit oder Verwirrung bezüglich höherer Sicherheitsfaktoren (10 oder 12) in der Veranstaltungstechnik. Diese höheren Sicherheitsfaktoren, die z.B. von Unfallversicherern gefordert werden, kommen dann zum Tragen, wenn technische Arbeitsmittel zum Befördern von Personen bzw. zum Halten und Bewegen von Lasten über Personen eingesetzt werden. Der Ursprung hierzu findet sich in der EG-Maschinenrichtlinie, die allerdings „nur“ eine Verdoppelung des vom Hersteller berücksichtigten Sicherheitsfaktors fordert. Sofern diese technischen Arbeitsmittel aber für den Anwendungszweck (z.B. das Halten von Lasten über Personen) nachgewiesen sind (z.B. Bauart Prüfung), können die geprüften Belastungsangaben angewendet werden. Nähere Angaben hierzu sollten aus den Prüfberichten der Prüfstellen hervorgehen.

Sollten nationale oder regionale Vorschriften, Richtlinien oder Gesetze höhere Anforderungen an technische Arbeitsmittel stellen, so sind diese grundsätzlich zu berücksichtigen!

Hierzu besteht für den Anwender/Unternehmer die dauerhafte Aufforderung sich permanent über die aktuell geltenden Vorschriften, Richtlinien, Gesetzen und Standards zu Informieren.

9. BELASTUNGSTABELLEN

Die Belastungsangaben gelten für einen Einfeldträger ohne Auskragungen bei Belastung durch eine gleichmäßig verteilte Last (UDL = Uniformly Distributed Load), eine mittige Punktlast (CPL = Center Point Load) oder mehrere gleiche Punktlasten in gleichen Abständen zueinander und zu den Auflagern. Die Belastungsangaben gelten für Spannweiten, die aus beliebigen Längen eines Traversentyps zusammengesetzt werden.

1. Länge der Traversenspannweite in Meter
2. Länge der Traversenspannweite in Fuß
3. Zulässige gleichmäßig verteilte Last (UDL) in kg/m
4. Zulässige gleichmäßig verteilte Last (UDL) in lbs/ft
5. Durchbiegung in Millimeter bei Belastung durch UDL
6. Durchbiegung in Inch bei Belastung durch UDL
7. Zulässige mittige Punktlast in kg (eine Punktlast, die die Spannweite in 2 gleichlange Abschnitte teilt)
8. Zulässige mittige Punktlast in lbs (eine Punktlast, die die Spannweite in 2 gleichlange Abschnitte teilt)
9. Durchbiegung in Millimeter bei Belastung durch CPL
10. Durchbiegung in Inch bei Belastung durch CPL
11. Zulässige Drittpunktlasten (TPL) in kg (zwei gleiche Punktlasten, die die Spannweite in 3 gleichlange Abschnitte teilt)
12. Zulässige Drittpunktlasten (TPL) in lbs (zwei gleiche Punktlasten, die die Spannweite in 3 gleichlange Abschnitte teilt)
13. Zulässige Viertelpunktlasten (QPL) in kg (drei gleiche Punktlasten, die die Spannweite in 4 gleichlange Abschnitte teilt)
14. Zulässige Viertelpunktlasten (QPL) in lbs (drei gleiche Punktlasten, die die Spannweite in 4 gleichlange Abschnitte teilt)
15. Zulässige Fünftelpunktlasten (FPL) in kg (vier gleiche Punktlasten, die die Spannweite in 5 gleichlange Abschnitte teilt)
16. Zulässige Fünftelpunktlasten (FPL) in lbs (vier gleiche Punktlasten, die die Spannweite in 5 gleichlange Abschnitte teilt)

PROLYTE H30V - ALLOWABLE LOADING

SPAN		UNIFORMLY DISTRIBUTED LOAD		DEFLECTION		MAXIMUM ALLOWABLE POINT LOADS									
						CENTRE POINT LOAD		DEFLECTION		SINGLE LOAD THIRD POINTS		SINGLE LOAD FOURTH POINTS		SINGLE LOAD FIFTH POINTS	
		UDL				CPL		DEFLECTION		TPL		QPL		FPL	
m	ft	kg/m	lbs/ft	mm	inch	kg	lbs	mm	inch	kg	lbs	kg	lbs	kg	lbs
1	3,3	1984,1	1335,0	1	0,04	1984,1	4378,9	1	0,04	992,1	2189,5	660,3	1457,3	496,0	1094,7
2	6,6	988,9	665,4	4	0,16	1977,8	4365,0	3	0,12	988,9	2182,5	657,2	1450,4	494,5	1091,3
3	9,8	657,2	442,2	9	0,35	1936,7	4274,4	7	0,28	985,8	2175,6	654,0	1443,4	492,9	1087,8
4	13,1	491,3	330,6	17	0,67	1447,0	3193,6	13	0,51	982,6	2168,6	650,9	1436,5	491,3	1084,3
5	16,4	391,8	263,6	26	1,02	1152,0	2542,4	21	0,83	864,0	1906,8	576,0	1271,2	478,1	1055,1
6	19,7	318,1	214,0	37	1,46	954,2	2105,9	30	1,18	715,6	1579,4	477,1	1052,9	396,0	873,9
8	26,2	176,2	116,5	66	2,60	704,6	1553,1	53	2,09	526,5	1166,3	352,3	773,5	272,4	603,4
9	29,5	137,9	92,8	84	3,31	620,4	1369,2	67	2,64	465,3	1026,9	310,2	684,6	257,5	568,2
10	32,8	110,5	74,3	104	4,09	552,4	1219,0	83	3,27	414,3	914,3	276,2	609,5	229,2	505,9
11	36,1	90,2	60,7	125	4,92	496,1	1095,0	100	3,94	372,1	821,2	248,1	547,5	205,9	454,4
12	39,4	74,8	50,3	149	5,87	448,7	990,4	119	4,69	336,6	742,8	224,4	495,2	186,2	411,0
13	42,6	62,8	42,3	175	6,89	408,2	900,8	140	5,51	306,1	675,6	204,1	450,4	169,4	373,8
14	45,9	53,3	35,8	203	7,99	372,9	823,1	163	6,42	297,7	617,3	186,5	411,5	154,8	341,6
15	49,2	45,6	30,7	233	9,17	342,0	754,8	187	7,36	256,5	566,1	171,0	377,4	141,9	313,2
16	52,5	39,3	26,5	265	10,43	314,5	694,1	212	8,35	235,9	520,6	157,3	347,1	130,5	288,1

1 inch = 25.4 mm | 1m = 3.28 ft | 1 lbs = 0.453 kg

Foto: Impact Event, UK



10. STANDARDS

10.1 STANDARDS FÜR TRAVERSEN UND HEBEZEUGE

Einer der positiven Effekte der Europäischen Union ist die schrittweise Überführung nationaler Regelungen in das europäische System der „integrierten Regelung/Gesetzgebung“.

Wir beobachten die Geburt harmonisierter Europäischer Normen (EN) und Euro-Codes, welche in naher Zukunft die verschiedenen nationalen Normen ablösen werden.

Nur so wird es keine Unterschiede bei der Anwendung von Maschinen als Bestandteile der Veranstaltungstechnik geben.

Hebezeuge und deren Zubehör werden technisch spezifiziert und rechtlich eingeordnet.

Unglücklicherweise beginnt dieser Prozess erst und wird noch einige Jahre andauern.

Traversen haben eine seltsame Position aus Sicht der Gesetzgebung und Normung, obwohl sie den Grundstein für viele verschiedene Anwendungen bilden. Für feste und dauerhafte Installationen wie beispielsweise deckenbefestigte Ladeneinrichtungen oder Discothekeneinbauten sollten reguläre Bauvorschriften zur Ermittlung der Tragfähigkeit und Sicherheit herangezogen werden. Traversen müssten für diese Einsatzzwecke der Bauprodukte Richtlinie (89/396/EWG) entsprechen.

Für temporäre Konstruktionen wie räumliche Tragwerke mit vielen frei stehenden Stützen, wie sie bei Konzerten oder im Messebau zu finden sind, sind andere und immer häufiger strengere Regeln anzuwenden.

Es sollte offensichtlich sein, dass Konstruktionen zum Heben von geführten Lasten (z.B. Tower-Groundsupport) oder frei hängenden Lasten (z.B. Rigging-Tower) unter Berücksichtigung der Vorschriften und Regelungen für Hebezeuge bzw. Lastaufnahmeeinrichtungen betrachtet werden müssen.

Europäische Richtlinien (die auf Grundlage des EG-Vertrags erlassen werden, entfalten keine unmittelbare Wirkung, sie müssen in nationales Recht transformiert werden) die den Einsatz von Hebezeugen bzw. Lastaufnahmeeinrichtungen beschreiben sind:

die **Maschinenrichtlinie** (98/37/EG, vormals 89/392/EG, zukünftig 2006/42/EG) ist in Deutschland durch das Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) und die darauf gestützte Maschinenverordnung (9. GPSGV) in nationales Recht umgesetzt, in Österreich durch die Maschinensicherheitsverordnung. Sie beschreibt die wesentlichen sicherheitstechnischen Anforderungen an den Entwurf und die Herstellung von Maschinen, darunter auch die, die für Hebezwecke genutzt werden. Zusätzlich wird auch hebetechnisches Zubehör welches keine Maschine darstellt abgedeckt.

Die Richtlinie **Sicherheit und Gesundheitsschutz der Arbeitnehmer bei der Arbeit** (89/391/EEC) beschreibt die Pflichten der Arbeitgeber als Verantwortliche für die Gesundheit und Sicherheit der Arbeitnehmer bei der Arbeit.

Die **Richtlinie für Arbeitsmittel** (89/655/EEC) beschreibt die Mindestanforderungen für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Benutzung von Arbeitsmitteln durch Arbeitnehmer bei der Arbeit. Der Arbeitgeber hat sicherzustellen, dass Arbeitsmittel (auch Maschinen) derart benutzt werden, dass keine Gefahr für Sicherheit und Gesundheit für den Arbeitnehmer am Arbeitsplatz entsteht. Dies beinhaltet auch die Benutzung von Hebezeugen, die ursprünglich nicht dazu vorgesehen sind Lasten über Personen zu heben.

Gesetzgebung und Standardisierung für den Bereich Veranstaltungstechnik haben erst kürzlich begonnen entwickelt zu werden. Dieser spezielle Bereich kann mittlerweile als eigenständiges

Arbeitsfeld betrachtet werden. Ähnlich der Integration der Sicherheit von Maschinen in die Gesetzgebung wird auch die Gesetzgebung für das Heben von Lasten über Personen langsam harmonisiert.

Die Maschinenrichtlinie schließt den Aufenthalt von Personen unter Lasten derzeit grundsätzlich aus und beschreibt lediglich das Heben von Personen. In vielen EU-Mitgliedsstaaten wurde daher das Heben von Lasten über Personen mit dem Heben von Personen gleichgesetzt, um sogenannte szenische Darstellungen mit bewegten Lasten über Darstellern rechtlich überhaupt zu tolerieren.

Entwicklungen von Regeln und Richtlinien für die Theater- und Veranstaltungstechnik stimmen in einem Punkt überein: Werden Lasten mit herkömmlichen Hebezeugen (konform mit der Maschinenrichtlinie) über Personen gehoben, so ist deren Sicherheitsfaktor mindestens zu verdoppeln. Diese Tendenz ist in den Richtlinien und Industriestandards vieler EU-Mitgliedsstaaten sowie in einigen Normentwürfen in den USA zu erkennen.

Zukünftig wird diese Entwicklung - zumindest in der EU - dazu führen, dass eine Serie von „Europäischen Veranstaltungsrichtlinien“ mit vergleichbaren Standards für alle EU-Mitgliedsstaaten entsteht. Ein erster Schritt hierzu ist das „CEN Workshop Agreement“ kurz „CWA“, ein unter der Schirmherrschaft des Europäischen Normungsinstituts (CEN) agierender Zusammenschluß von Herstellern, Verbänden und interessierten Anwendern, der Richtlinien erarbeitet, die den Status von niedergeschriebenen grenzübergreifenden anerkannten Regeln der Technik genießen.

Weltweit ist eine ähnliche Entwicklung zu erwarten, wobei nicht alle Länder an diesen Prinzipien teilhaben werden.

Es muss hervorgehoben werden, dass lokale, regionale oder nationale Regelungen, Richtlinien, Vorschriften oder Gesetze, welche die Sicherheit im Hebezeugbetrieb (über Personen) betreffen, bekannt sein müssen und befolgt werden müssen. Sollten in Ihrem Land keinerlei derartige Regelungen existieren, so verweist Prolyte streng darauf, dem Prinzip des „doppelten Sicherheitsfaktors“ zu folgen, da dies mittlerweile als wichtigster Teil der „besten Praxis“ angesehen wird. Jedes Hebezeug, Anschlag- oder Lastaufnahmemittel sollte nur mit der Hälfte der angegebenen Tragfähigkeit belastet werden, wenn sich Personen unter den angehobenen Lasten „betriebsbedingt“ aufhalten müssen. Für Traversen - sofern sie Bestandteil einer Lastaufnahmeeinrichtung sind – bedeutet dies, dass sie nur mit der Hälfte der in den Belastungstabellen angegebenen zulässigen Lasten belastet werden sollten.

Lediglich solche Arbeitsmittel die dazu bestimmt sind Lasten über Personen zu Heben und für den Einsatzzweck nachgewiesen sind, dürfen entsprechend der Angaben der Hersteller (Kennzeichnung/Bedienungsanleitung) voll belastet werden. In diesem Fall wird der Hersteller mitverantwortlich, falls diese Arbeitsmittel unter normalen Arbeitsbedingungen versagen.

Auch wenn die 50%ige Ablastung von herkömmlichen Lastaufnahmeeinrichtungen sehr drastisch erscheint, so kann dies oft durch Erhöhung der Anzahl von Auflagern bei großen Traversenspannweiten oder Auswahl einer tragfähigeren Traverse einfach erreicht werden.

Die Techniker, die schon immer darauf achten, konform mit Regulierungen, Sicherheits- und Qualitätsstandards zu arbeiten, werden keine Schwierigkeiten haben, diese Regeln zu befolgen.

Es ist an der Zeit zu begreifen, dass keine wirtschaftlichen Argumente ausreichen, die Sicherheit von Beschäftigten oder Publikum zu gefährden.

Es existieren verschiedene Institutionen und Organisationen für Qualitätskontrolle und Zertifizierung. Sie alle orientieren sich an den Standards ihrer Ursprungsländer. In Europa ist der deutsche TÜV als führende Zertifizierungsstelle allgemein anerkannt, aber auch Lloyds (Großbritannien), DNV (Norwegen) und Bureau Veritas (Frankreich) sind in dieser Hinsicht sehr bekannt. In Europa existieren somit eine Reihe von „Anerkannten Institutionen“ die rechtlich anerkannt sind, um Arbeitsmittel zu zertifizieren die unter die Europäischen Richtlinien fallen. Auch wenn Traversen für die Veranstaltungstechnik in keiner Europäischen Richtlinie berücksichtigt werden, so müssen Traversen die über Personen eingesetzt werden den Richtlinien für Arbeitsmittel (89/655/EEC) entsprechen und erfordern somit einer Risikoanalyse für die spezielle Einsatzart.

10.2 REGELN FÜR DIE HERSTELLUNG VON TRAVERSEN

Die Herstellung von Traversen aus Aluminium unterliegt folgenden Anforderungen und Normen:

- Aluminiumlegierungen, DIN EN 573, Bezeichnung, chemische Zusammensetzung, physikalische Eigenschaften wie Zugfestigkeit, Aushärtbarkeit
- Schweißen von Aluminium, DIN EN 288-4
- Aluminiumkonstruktionen, DIN 4113, BS 7906, BS 8118

Prolyte produziert Aluminiumtraversen für die Veranstaltungstechnik unter den folgenden Gesichtspunkten:

Werkstoffe

Die von Prolyte verarbeiteten Werkstoffe unterliegen einer strengen Qualitätskontrolle seitens der Lieferanten.

Besonders Aluminiumwerkstoffe ähneln einander im Aussehen, weisen jedoch teilweise gravierende Qualitätsunterschiede auf.

Es sollte grundsätzlich erfragt werden welche Werkstoffe von einem Hersteller verwendet werden, gute Produktinformationen sollten diese Information enthalten. Prolyte verwendet Aluminiumrohre des Werkstoffs EN AW-6082 T6 (AlMgSi1 F31). Die für Traversen wesentlichen Eigenschaften dieser Legierung liegen etwa 10% über denen des Werkstoffs EN AW-6061, welcher überwiegend in den USA eingesetzt wird.

Die von Prolyte verwendeten Werkstoffe verfügen grundsätzlich über ein Werkszeugnis 3.1b gemäß EN 10204. Dieses Zertifikat bestätigt, dass die chemische Zusammensetzung und mechanischen Eigenschaften innerhalb der vorgeschriebenen Toleranzen liegen.

Schweißverfahren

Eine Schweißnaht nach ihrem Aussehen zu beurteilen ist nicht einfach. Prolyte garantiert, dass das Schweißen strikt nach den Anforderungen der EN 729-3 und der DIN 4113-3 erfolgt. Dies erfordert die Beschäftigung eines qualifizierten Schweißtechnikers bzw. Schweißingenieurs. Weiterhin sind alle Schweißer gemäß EN 287-2 qualifiziert. Die angewendeten Schweißverfahren entsprechen der EN 288-4.

Qualitätskontrolle

Prolyte gewährleistet die Qualität seiner Produkte gemäß eines Qualitätskontrollverfahrens welches entsprechend der EN 729-3 entwickelt wurde. Diese Norm beschreibt alle Schritte des Herstellungsprozesses die Einfluss auf das Endprodukt haben können.

Produktzertifizierung

Alle serienmäßigen Prolyte Traversen sind durch den RWTÜV „Bauart geprüft“.

Prolyte Towersysteme sind CE gekennzeichnet, alle Prolyte Konstruktionen können mit prüffähigen statischen Berechnungen geliefert werden.

10.3 REGELN FÜR DIE MONTAGE VON TRAVERSEN

Die Montage von Traversen in der Veranstaltungstechnik in Deutschland unterliegt zunächst einer Unterscheidung zwischen den Einsatzorten:

1. Montage von Traversen in Freien

Werden Konstruktionen aus Traversen im Freien errichtet, so gelten sie als bauliche Anlagen und fallen somit unter das Baurecht und die entsprechenden Bauvorschriften.

Da die allgemeinen Bauvorschriften grundsätzlich von permanenten Konstruktionen – und damit von allgemeinen Umwelteinflüssen wie z.B. Sturm, Schnee und Frost

– ausgehen, Traversenkonstruktionen der Veranstaltungstechnik in der Regel aber temporäre Konstruktionen sind, existieren hierfür spezielle Normen und Vorschriften.

Konstruktionen die dazu bestimmt sind in gleicher Bauweise an verschiedenen Orten auf- und abgebaut zu werden gelten als „Fliegende Bauten“. Die Bemessung und Konstruktion ist in DIN 4112 – „Fliegende Bauten“ beschrieben. Im Baurecht findet sich in jeder Bauordnung ein Paragraph über „Genehmigung Fliegender Bauten“ in dem die Anforderung nach einer Ausführungsgenehmigung (Baubuch) definiert sind. Die „Musterrichtlinien für den Bau und Betrieb Fliegender Bauten,“ letztlich legen die Anforderungen an einen Fliegenden Bau, wie

Fluchtwegkennzeichnung, Baustoffklassen verwendeter Materialien und Einhaltung der Sicherheitsanforderungen, fest.

Ein besonders komplizierter Sachverhalt bei Traversen in Fliegenden Bauten ist die fast universelle Austauschbarkeit einzelner Traversenelemente einer Konstruktion. Während klassische Fliegende Bauten Fahrgeschäfte auf Jahrmärkten darstellen, bei denen einzelne Bauelemente eine festgelegte Position in der Konstruktion haben und daher regelmäßig durch Sachverständige geprüfte werden müssen, besteht für Traversen derzeit keinerlei Auflage zur Prüfung durch Sachverständige.

Hersteller, Anwender und Versicherungsträger in der Veranstaltungsbranche sollten offen und ehrlich alle Fragen bezüglich Verantwortlichkeit, Zuverlässigkeit und Sicherheit beantworten.

2. Montage von Traversen in Gebäuden

Werden Konstruktionen aus Traversen in Gebäuden errichtet, so gelten sie – solange sie nicht fest mit dem Gebäude verbunden sind – nicht als bauliche Anlagen sondern als Einrichtungen. Somit fallen sie nicht unmittelbar unter die Anforderungen des Baurechts. Sie bedürfen aber grundsätzlich eines Nachweises der Tragfähigkeit und Standsicherheit und unterliegen den Anforderungen der gesetzlichen Unfallversicherer. Der Nachweis der Tragfähigkeit kann bei einfachen hängenden Traverseninstallationen von erfahrenen Sachkundigen unter Zuhilfenahme von nachgewiesenen Belastungsangaben für einfache Statische Systeme erbracht werden. Komplexe hängende Konstruktionen oder szenisch bewegte Konstruktionen erfordern in der Regel einer Betrachtung durch eine sachverständige Person, welche nachweislich in der Lage ist eine prüffähige statische Berechnung zu erstellen. Einfache gestützte Konstruktionen können von

erfahrenen Sachkundigen unter Verwendung gut dimensionierter Bauelemente als tragfähig und standsicher beurteilt werden.

Komplexe Konstruktionen oder besonders hohe schlanke Stützen erfordern aber wiederum der Betrachtung durch einen Statiker.

Weitere derzeit gültige Normen und Richtlinien anderer EU-Mitgliedsstaaten sind „Temporary Demountable Structures“ und BS 7906 – „Code of Practise for use of aluminium and steel trusses and towers“ aus Großbritannien.

10.3 ANFORDERUNGEN DER UNFALLVERHÜTUNGSVORSCHRIFTEN BGV D8 UND BGV C1 AN ELEKTROKETTENZÜGE UND DEREN STEUERUNG

Die Unfallverhütungsvorschriften (BGV = Berufsgenossenschaftliche Vorschriften für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit) der deutschen gesetzlichen Unfallversicherer genießen Gesetzescharakter und sind zwingend einzuhalten. Die Kenntnis entsprechender Vorschriften ist somit unerlässlich. Für den Einsatz von Elektrokettenzügen sind die BGV D8 – „Winden, Hub- und Zugeräte“ sowie die BGV C1 – „Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung“ maßgeblich.

Die BGV D8 gilt für den Einsatz von Hebezeugen in der Industrie, bei dem der Aufenthalt von Personen unter schwebenden Lasten grundsätzlich verboten ist. Die BGV C1 betrachtet in gewissen Grenzen die Situation von Personen, die sich betriebsbedingt unter schwebenden und sogar bewegten Lasten aufhalten.

In der BGV C1 fallen Elektrokettenzüge unter den Begriff Punktzüge. Diese werden im §8 –

„Sicherung gegen unbeabsichtigte Bewegungen“ erwähnt. In der Durchführungsanweisung zu diesem Paragraphen wird auf die DIN 56925 – „Theatertechnik, Bühnenmaschinerie; Punktzüge; Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung“ verwiesen. Diese Norm wurde im Jahr 2005 durch die DIN 56950 – „Maschinentechnische Einrichtungen, Sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung“ ersetzt. Die hierin enthaltenen Anforderungen die auch für Elektrokettenzüge gelten können, sind:

Gundausrüstung

- Zwei unabhängig voneinander wirkende Bremsen
- Ein Sicherheitsfaktor von 10 für die Kette
- Eine Überlastsicherung
- Doppelte Hubwegsbegrenzung (Betriebs- und Not-Endschalter)

Zusatzausrüstung

- Schlaffkettenerkennung
- Hubwegmessung
- Lastmesseinrichtung

Wesentlich komplexer gestalten sich die Anforderungen an die Steuerung von Elektrokettenzügen gemäß dieser Norm, insbesondere dann, wenn mehr als zwei Elektrokettenzüge gemeinsam eine Last heben. Sobald mindestens zwei Elektrokettenzüge über einen gemeinsamen Befehlsgeber (Start-Taster) in Betrieb genommen werden, spricht man von einer Gruppenfahrt. Hier kommen je nach Grad der Gefährdung die Zusatzausrüstungen zum Einsatz. Ein Fehler irgendeines Bestandteiles der Gruppe und deren Steuerung darf keinen unsicheren Zustand hervorrufen.

Hieraus resultieren die Anforderungen wie Gruppenabschaltung, Lastmessung und Hubgeschwindigkeitsänderung. Die Komplexität der Anforderungen an das Gesamtsystem wird

entsprechend der in EN 61508 definierten Sicherheits-Integritäts-Level (SIL 1-4) ermittelt. Speziell für den Bereich der Veranstaltungstechnik soll an dieser Stelle die Unterscheidung zwischen Einrichtbetrieb und szenischem Betrieb erwähnt werden.

Einrichtbetrieb

Im Einrichtbetrieb ist der Aufenthalt von Personen unter schwebenden Lasten dann zulässig, wenn sich diese Lasten im Stillstand befinden. Während des Auf- und Abbaus einer Veranstaltung bzw. wenn Lasten (überwiegend Traversen mit Beleuchtungs-, Beschallungs- und Projektionseinrichtungen) mit Elektrokettenzügen in die entsprechenden Einsatzpositionen gehoben und wieder abgesenkt werden, ist der Aufenthalt im Gefahrenbereich (unterhalb der bewegten Lasten) verboten.

Szenischer Betrieb

Halten sich Personen betriebsbedingt unter bewegten Lasten auf, so spricht man vom szenischen Betrieb. Dies erfolgt überwiegend im Bereich Theater, mit fest installierten Hebezeugen. Im Bereich der mobilen Veranstaltungstechnik ist der Szenische Betrieb meist nur bei großen Konzertveranstaltungen mit aufwändigen Bühnendarstellungen anzutreffen.

Es sollte klar sein, dass die Anforderung nach einer „BGV C1 Anlage“ für eine Veranstaltung nicht pauschal erfüllt werden kann.

In der täglichen Praxis des Veranstaltungsriggering kommen überwiegend Elektrokettenzüge die der BGV D8 entsprechen zum Einsatz.

Da bei diesen Elektrokettenzügen der Aufenthalt unter den angehobenen Lasten verboten ist, müssen diese Lasten nach dem Erreichen der Einsatzposition in nicht brennbare Anschlagmittel gehängt werden.

Die Elektrokettenzüge müssen entlastet werden, bevor Personen sich unter den Lasten aufhalten dürfen. Dieser Vorgang wird weitläufig als „Tothängen“ bezeichnet.

Dieses „Tothängen“ erweist sich in der Praxis als äußerst hinderlich, sowohl im Hinblick auf die Effizienz eines Produktionsablaufs, als auch bei komplexen Konstruktionen mit mehr als 4 Elektrokettenzügen.

Eine Erleichterung des Tothängens stellt die Verwendung von sogenannten Sekundärsicherungen dar. Hierbei bleibt die Last in den Elektrokettenzügen hängen, während parallel zu jedem Elektrokettenzug ein nicht brennbares Anschlagmittel die Last mit möglichst geringem Fallweg bei Versagen des Elektrokettenzuges auffängt und trägt.

Da aber auch der Einsatz von Sekundärsicherungen einen recht hohen Produktionstechnischen Aufwand erfordert, kommt häufig der Wunsch nach einem System ohne Tothängen oder Sekundärsicherung auf. An diesem Punkt angekommen, bewegt man sich derzeit wieder vollständig im Geltungsbereich der BGV C1 und unterliegt somit den Anforderungen der DIN 56950.

In keinem zivilisierten Land der Erde sind die Anforderungen und Vorschriften für den Einsatz von Elektrokettenzügen in der Veranstaltungstechnik derart komplex und schwer zu erfüllen.

Internationale Veranstaltungsproduktionen die sich aufgrund der Popularität der auftretenden Künstler keinerlei Unfälle oder sicherheitstechnische Gefährdungen erlauben können, arbeiten sicher, ohne diese nationalen Vorschriften zu berücksichtigen.

Zusätzlich muß erwähnt werden, dass die Anforderungen von BGV C1 und DIN 56950 in erster Linie für fest installierte Einrichtungen geschrieben wurden. Temporäre Installationen weisen deutlich geringere Betriebszeiten der Hebezeuge, wesentlich geringere Hubgeschwindigkeiten, sowie deutlich geringere Lasten im Verhältnis zur Tragfähigkeit auf.

Im Sinne der Sicherheit bei Veranstaltungen sei deutlich auf die Verantwortung der Unternehmer und der Anwender hingewiesen.

10.4 BÜHNENPODESTE

Standards für Podeste gibt es derzeit lediglich in Deutschland und Großbritannien. In den meisten anderen Ländern nimmt man Bezug auf die Vorschriften aus dem Bauwesen.

In den meisten Fällen gelten die gleichmäßige Belastbarkeit und eine Durchbiegungsgrenze von $L/200$ als maßgebliche Entwurfskriterien für Podeste, während mögliche Punktbelastungen auf die Podeste völlig außer Acht gelassen werden. Existierende Normen verlangen eine zulässige Punktlast von 7 kN (etwa 700 kg) auf einer Fläche von 5 cm x 5cm.

Vergleicht man diese Anforderung mit den technischen Daten von Birkenperrholz, so findet man eine Mindestplattenstärke von 35 mm. Die Spannweite bzw. Größe der Platte ist hierbei nicht der entscheidende Faktor sondern vielmehr das Eindringen der Punktlast in das Plattenmaterial.

Deutsche und Britische Normen nennen Richtlinien für horizontale Kräfte.

Diese entstehen durch Bewegungen auf Podesten (z.B. durch Tänzer oder Bühnenwagen) und zusätzliche Belastungen durch Geländer.

Die DIN 4112 fordert für Bühnen eine horizontale Belastbarkeit von 10% der zulässigen vertikalen Lasten, die Britischen Normen stuft die horizontale Belastbarkeit in drei Stufen zwischen 5% und 10% ab. Bei synchronen (rhythmischen) Bewegungen liegt die Anforderung ebenfalls bei 10%.

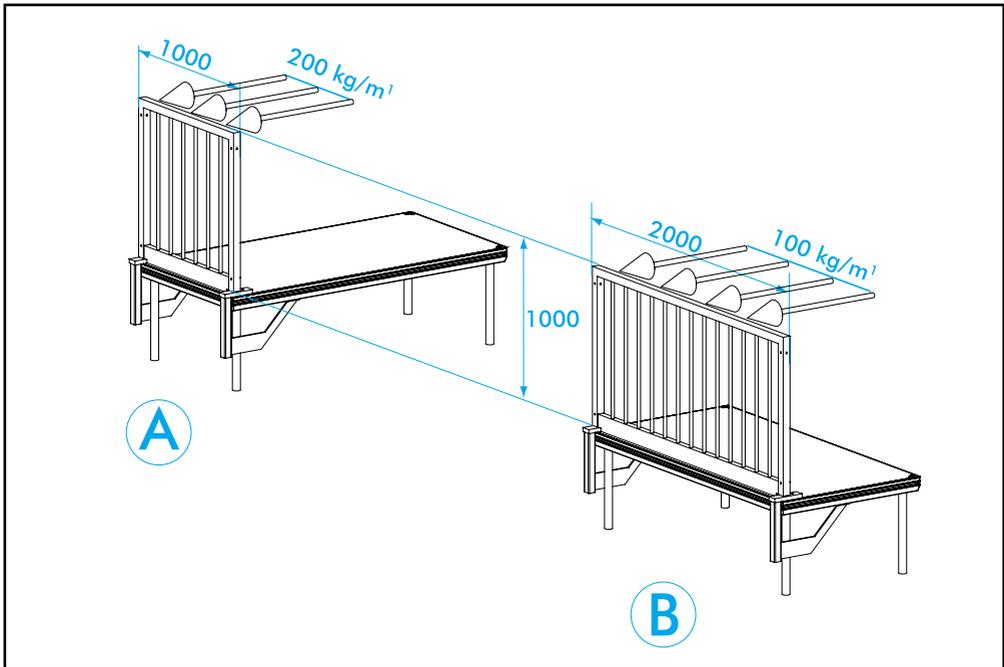
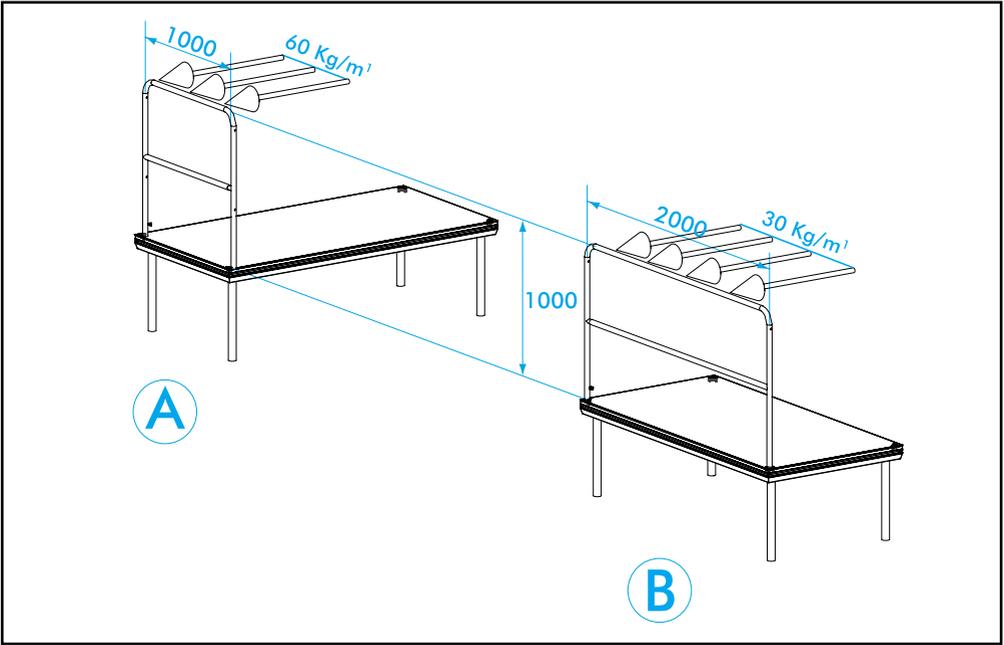
Daraus folgt als Anforderung für die Steckfüße, dass bei einem Standardpodest von 2 m x 1 m mit einer zulässigen Vertikallast von 750 kg/m^2 (also 1500kg gleichmäßig verteilte Last) jeder der vier Steckfüße eine Horizontallast von 37,5 kg aufnehmen muss. ($10\% \text{ von } 1500 \text{ kg} = 150 \text{ kg} / 4 = 37,5 \text{ kg}$).

Bei Verwendung von Rundrohren als Steckfüße von 100 cm Länge sollten Rohre von mindestens 48,3 mm x 4mm der Legierung EN AW-6082 T6 verwendet werden.

Werden Podeste miteinander zu einer Bühnenfläche verbunden, so könnte die zulässige Belastbarkeit reduziert werden, wenn nicht die gesamte Anzahl der Steckfüße verwendet wird. Prolyte möchte diesen Sachverhalt klar und deutlich darlegen und hat daher Tabellen mit Belastungsdaten in Abhängigkeit von Länge und Werkstoff von Steckfüßen veröffentlicht.

Betrachtet man die Anforderungen an Geländer, so wird in Deutschland unterschieden zwischen: Geländer in der Öffentlichkeit (DIN 1055-3 und DIN 4112), somit also auch Geländer auf frei zugänglichen Bühnen und Tribünen, die einer Belastung von 100 kg/m in 100 cm Höhe standhalten müssen.

Bühngeländer (DIN 15920-11), diese dienen als Absturzsicherung an Flächen die nur von eingewiesenen Personen betreten werden und müssen einer Belastung von 30 kg/m in 100 cm Höhe standhalten können.



11. Anschlagen von Traversen

11.1 DIE RELEVANZ DER ANSCHLAGMETHODE

Über die Art und Weise des Anschlages von Traversen kann viel berichtet werden. Sicher ist, dass Prolyte alle Anwender von Traversen dazu anregt, die besten und sichersten Anschlagmethode zu verwenden. Es soll aber auch erwähnt werden, dass nach unseren Erfahrungen mit bekannten Traversenunfällen die Anschlagmethode nur eine untergeordnete Rolle spielt.

Es existieren drei Hauptgründe für das Versagen von Traversenkonstruktionen bzw. für Unfälle mit Traversen:

Überlastung einer Traversenstrecke; zu hohe Nutzlasten in Teilbereichen einer Traversenstrecke, häufig in Kombination mit dynamischen Lastanteilen wie beispielsweise: Häufiges Unterbrechen von Hubvorgängen, kletternde Personen, an geflogenen Traversen (Mother-Grid) angeschlagene Hebezeuge oder Windlasten, Verhaken oder Aufsetzen von bewegten Traversen an Gebäudeteilen, Bühnenaufbauten oder anderen starren Hindernissen, welches unmittelbar zu starken Überlastungen und Beschädigungen führt (Der Bediener von Hebezeugen muss den gesamten Hubweg einer geflogenen Konstruktion jederzeit überwachen können und darf sich nicht ablenken lassen), Überlastung von Gurtröhren zwischen zwei Fachwerkknoten einer Traverse (Große Punktlasten sollten grundsätzlich in den Fachwerkknoten bzw. in unmittelbarer Nähe dazu eingebracht werden).

Die Art des Anschlages erlangt dann Bedeutung, wenn Querkräfte der begrenzende Faktor für die Stabilität einer Traversenkonstruktion werden (siehe 3.2).

11.2 Anschlagmethoden

Beim Anschlagen von Traversen muss zunächst zwischen temporären und permanenten Installationen unterschieden werden. Für permanente bzw. feste Installationen werden überwiegend starre Anschlagmittel, die die Traversen an festen Positionen halten, eingesetzt. Starre Anschlagmittel dürfen nur für senkrechte Abhängungen eingesetzt werden, Schrägzug ist für Rohrschellen und Traversenklammern unzulässig. Somit ist der Einsatz von starren Anschlagmitteln an einer Traverse in einem Bridle nicht zulässig.

Bei temporären Installationen wie, z.B. bei Konzerten, werden überwiegend flexible Anschlagmittel eingesetzt. Somit kann die frei hängende Traverse auf horizontale Lastanteile reagieren. Hierfür werden Polyesterundschnlingen, Rundschnlingen mit Stahlseilkern oder Anschlagdrahtseile mit Schutzschlauch in Verbindung mit hochfesten geschweißten Schäkeln verwendet.

11.3 ANSCHLAGMITTEL

Rundschnlingen

Aus der Sicht eines Aluminiumrohres werden geschmeidige, weiche und nicht-abreibende Anschlagmittel benötigt. Rundschnlingen sind hier die perfekte Wahl. Leider werden Rundschnlingen aus Polyester hergestellt, welches bei ca. 250° C schmilzt. Die zulässige Einsatztemperatur für Rundschnlingen ist auf 100° C begrenzt. In den meisten Ländern gelten Feuerschutzbestimmungen, die den Einsatz von Rundschnlingen in der Nähe von Wärmequellen untersagen. Versuche haben ergeben, dass das Gehäuse eines 2 kW-Scheinwerfers im Dauerbetrieb eine Temperatur von 190° C

erreichen kann, die Traversen direkt darüber bis zu 140° C. Dies ist beim Anschlag von Traversen mit Polyesterrundschlingen unbedingt zu beachten. Es sind Unfälle bekannt geworden, die eindeutig auf geschmolzene Rundschlingen zurückzuführen sind. Werden Rundschlingen verwendet, so ist eine zweite unbrennbare Sicherung durch ein Stahlseil oder eine Kette unbedingt erforderlich.

Rundschlingen mit Stahlseileinlage (Soft-Steel®)

Das flexible Anschlagmittel Soft-Steel unterscheidet sich von herkömmlichen Rundschlingen durch eine nicht brennbare Stahlseileinlage. Soft-Steel ist genauso flexibel wie Polyester Rundschlingen, benötigt aber aufgrund seiner hohen Temperaturbeständigkeit keine zweite Sicherung durch ein Stahlseil.

Der Polyestermantel der Soft-Steel ist schwarz, das Identifikationslabel ist Silbergrau und ein durch einen Klettverschluss verdecktes Sichtfenster ermöglicht eine Sichtprüfung des Stahlseilkerns. Soft-Steel entspricht allen CE Anforderungen.

Aus Sicht der Gurtrohre einer Traverse ist ein Soft Steel grundsätzlich einem Stahlseil vorzuziehen, da es eine wesentlich breitere Auflagefläche bietet.

Stahlseile

Ein weiteres flexibles Anschlagmittel ist ein Anschlagseil nach EN 13414.

Ein direkter Kontakt zwischen Stahlseil und Traversengurt sollte aufgrund der rauen Oberfläche des Stahlseils jedoch vermieden werden. Hierfür werden weltweit kunststoffummantelte Stahlseile eingesetzt. Da dies in Deutschland unzulässig ist, kommen hier verschiebbare Schutzschläuche auf den Stahlseilen zum Einsatz.

Durch die Verschiebbarkeit ist die Sichtprüfung des gesamten Stahlseils gewährleistet.

Neben dem Abriebschutz dient der Schutzschlauch auch als Wärmeisolator. Anschlagseile vom Typ N mit Fasereinlage und Aluminiumpresshülsen verlieren ab einer Temperatur von 100° C an Tragfähigkeit, solche mit Stahleinlage ab 150° C. Anschlagseile vom Typ F (Flämisches Auge) besitzen grundsätzlich eine Stahleinlage sowie Stahlpresshülsen. Sie verlieren ihre Nenntragfähigkeit erst oberhalb von 250° C.

Eine gute Hitzebeständigkeit von Anschlagmitteln ist grundsätzlich zu begrüßen. Wird sie jedoch wesentlich besser als die Temperaturanfälligkeit der Traverse, so erreicht ihre Effektivität eine sensible Grenze. Aluminiumlegierungen verlieren mit zunehmender Temperatur an Zugfestigkeit. Diese beträgt oberhalb 75° C noch 95 % der Nennzugfestigkeit, ab 100° C beträgt sie noch 85 %, ab 150° C noch 70 % und bei 200° C beträgt sie nur noch 50 %! Es muss betont werden, dass in tropischen Gebieten bei massivem Einsatz von konventionellen Scheinwerfern oder in Film- und TV-Studios, in denen Leuchten über sehr lange Zeiträume ununterbrochen betrieben werden, ein gewisses Potential an Überhitzungsgefahr für Traversen vorliegen kann.

Stahlseile sind im Hinblick auf die bevorzugten Anschlagmethoden mit Umschlingung und Umwicklung schwierig anzuwenden. Dies lässt weniger Möglichkeiten für eine optimale Aufhängung zu.

Anschlagketten

Ketten können höheren Temperaturen widerstehen, erfordern aber zwingend einen Schutzmantel und sind für die bevorzugten Anschlagarten nur schlecht zu verwenden. Auch wenn die Anforderung nach Einsatztemperaturen oberhalb von 200° C liegt, muss sich der Anwender im Klaren darüber sein, dass Traversen aus Aluminium hier nicht mehr

ausreichend tragfähig sind. Bei derart hohen Einsatztemperaturen sollten Stahltraversen zum Einsatz kommen. Wenn also Ketten als Anschlagmittel für Aluminiumtraversen bevorzugt werden, müssen die Argumente hierfür vom Anwender selbst kommen, besonders wenn andere Anschlagmittel genauso gut oder gar besser für die meisten Anwendungsfälle geeignet sind.

Starre Anschlagmittel

Das letzte erwähnenswerte Anschlagmittel sind starre Traversenadapter, und Rohrschellen mit Ringmuttern. Diese Adapter sind für die meisten Traversenserien erhältlich und haben die Eigenschaft gemeinsam, dass horizontale Kräfte zwischen den Gurtrohren vernachlässigt werden können und dass Hitzebeständigkeit keine Bedeutung hat. Starre Traversenadapter werden je nach Traversentyp aus Stahl oder Aluminium gefertigt. Ein kleiner Nachteil besteht darin, dass diese Adapter nie direkt in den Fachwerkknoten einer Traverse, sondern nur in deren Nähe, montiert werden können und dass die Montage besonders an den Untergurten zeitaufwendig ist. Bei Festinstallationen ist diese Einschränkung eher unwichtig, daher findet man diese Traversenadapter hier recht häufig. Da die Traversenadapter nicht vollständig mit standardisierten Anschlagmethoden vergleichbar sind, werden sie an dieser Stelle nicht weiter betrachtet. Schrägzug ist bei Traversenadaptern bzw. Rohrschellen unzulässig.

11.4 ANSCHLAGEN VON TRAVERSEN

Alle Anschlagarten weltweit basieren auf vier Grundanschlagarten, die sich in DIN 30785 – „Anschlagarten im Hebezeugbetrieb“ wiederfinden. Diese sind:

- | | |
|----------------|--------------|
| 1. Direkt | Direct Hitch |
| 2. Geschnürt | Choke Hitch |
| 3. Umgelegt | Basket Hitch |
| 4. Umschlungen | Wrap |

Die verschiedenen Anschlagvarianten für Traversen setzen sich immer aus einer Kombination dieser vier Anschlagarten zusammen.

Je größer die Kontaktfläche zwischen einem Anschlagmittel und einem Traversengurtrohr ist, desto besser können einzubringende Lasten in eine Traverse eingeleitet werden. Würden die Gurtrohre auf einer Nagelspitze (ca. 1 mm²) lagern so wären die Spannungen an der Kontaktfläche um ein Vielfaches höher als beispielsweise bei Verwendung einer 50 mm Schelle mit einer wirksamen Auflagerfläche von etwa 1/3 des Gurtrohrumfangs.

Natürlich würde Niemand eine Traverse auf einem Nagel auflagern, doch Stahlseile und Ketten haben bei direktem Kontakt ebenfalls nur sehr geringe Auflagerflächen und können die Gurtrohre dadurch sehr leicht beschädigen. Dies ist besonders bei relativ dünnwandigen Gurtrohren von nur 2mm zu beachten.

Versuche haben ergeben, dass selbst 3 mm dicke, faserverstärkte Nylonhüllen als Schutzmantel für Stahlseile mit einem Durchmesser von 10 mm eine Einsatzgrenze haben. Auflagerlasten von etwa 1800kg (d.h. 900kg pro Gurtrohr) führen zur vollständigen Zerstörung der Nylonschichten zwischen Stahlseil

und Gurtrohr, lediglich die verstärkenden Fasern bleiben erhalten.

Der schützende Effekt für das Aluminiumrohr, nicht vom Stahlseil beschädigt zu werden, geht verloren.

Werden Stahlseile mit Schutzschlauch zum Anschlagen von Traversen verwendet, müssen sie systematisch überprüft werden.

Eine weitere Möglichkeit zum Schutz der Gurtrohre ist die Verwendung von geschlitzten Kunststoffrohren die im gewünschten Anschlagpunkt über die Gurtrohre gesetzt werden. Diese Schutzmaßnahme kann relativ einfach, durch handelsübliche Abflussrohre aus denen ein Teil herausgeschnitten wird, hergestellt werden. In diesem Fall können „nackte“ Stahlseile verwendet werden, denn der regelmäßige Austausch dieser kostengünstigen Schutzausrüstung kann kein ernstes Thema sein, wenn ein gesundes Sicherheitsbewusstsein vorhanden ist.

Ketten werden zum direkten Anschlagen von Traversen vergleichsweise selten eingesetzt, da sie vergleichsweise teuer sind und der Schutz der Gurtrohre Kettenschutzschläuche das Anschlagen stark erschwert.

Grundsätzlich soll die Anschlagart vorrangig die Querkräfte in den Vertikalen der Traverse kompensieren. Die Anschlagmethode hat wesentlich weniger oder sogar keinen Einfluß auf die Sicherheit einer freien Traversenspannweite im Hinblick auf das Biegemoment.

An den inneren Auflagern von Mehrfeldträgern, in denen sich die Zug- und Druckkräfte in den Gurtrohren umkehren, ist die Anschlagart besonders zu beachten. Hier ist es notwendig die Traverse auch in den Knoten der unteren Gurtrohre anzuschlagen.

Direkter Anschlag (Direct hitch)

Diese Anschlagart findet nur in Verbindung mit starren Anschlagmitteln bzw. bei vorhandenen Anschlagpunkten Verwendung. Das flexible Anschlagmittel (Rundschlinge, Stahlseil oder Kette) wird mit einem Haken oder Schäkel hieran befestigt. Zur Gewährleistung der sogenannten Einfehlersicherheit sollte die Verwendung von nur einem flexiblen Anschlagmittel vermieden werden.

Geschnürter Anschlag (Choke hitch)

Diese Anschlagart sollte nur unter Verwendung von zwei gleichen flexiblen Anschlagmitteln in einem Anschlagpunkt erfolgen. Je eine flexibles Anschlagmittel trägt hierbei eine Seite des Traversenquerschnitts. Die Anschlagmittel werden um einen Untergurt geschnürt und um einen Obergurt gewickelt, bevor sie durch einen Schäkel oder Haken miteinander verbunden werden. Stahlseile und Ketten sind hierfür ungeeignet.

Es ist zu beachten, dass diese Anschlagart die Tragfähigkeit der einzelnen Anschlagmittel um den Schlingfaktor 0,8 herabsetzt und der Aufspannwinkel zwischen den Enden der Anschlagmittel eine zusätzliche Reduzierung der Tragfähigkeit um 30% bzw. 50% hervorruft. Dies ist den Belastungstabellen der Hersteller von flexiblen Anschlagmitteln zu entnehmen.

Umgelegter Anschlag (Basket hitch)

Bei dieser Anschlagart wird das Anschlagmittel unterhalb der Traverse geführt und einmal um die Untergurte gewickelt oder wird an beiden Seiten der Traverse direkt aufwärts geführt und einmal um die Obergurte gewickelt, bevor die Enden durch einen Haken oder Schäkel miteinander verbunden werden. Die Tragfähigkeit der Anschlagmittel wird hierbei um den Schlingfaktor 1,4 bis 2 – abhängig vom Aufspannwinkel zwischen den Anschlagmittellenden verbessert.

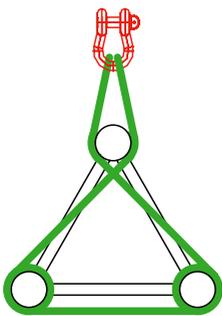
Dieser Aufspannwinkel darf nicht größer als 120° sein. Es ist sicherzustellen, dass das Anschlagmittel nahe an einer Horizontalstrebe eingesetzt wird, damit diese die komprimierenden Kräfte zwischen den Obergurten aufnimmt. Grundsätzlich könnte eine Traverse nur an den Obergurten angeschlagen werden, hierbei könnte die Fähigkeit der Anschlagart Querkräfte aufzunehmen um bis zu 50% reduziert werden. Sollte eine Traverse aus irgendwelchen Gründen nur an den Obergurten angeschlagen werden können, so ist sicherzustellen, dass sie mit maximal 50% der zulässigen Werte aus den Tabellen belastet wird.

Das Anschlagen einer Traverse – unabhängig von der Bauform – an nur einem Gurtrohr ist nicht akzeptabel, außer dann, wenn keine Last eingeleitet wird und die Anwendung rein dekorative Zwecke erfüllt.

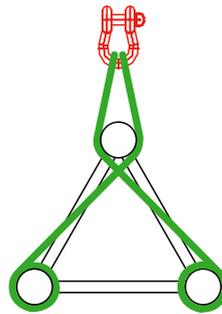
Umschlungen (Wrap)

Diese Anschlagart wird grundsätzlich nur in Verbindung mit dem geschnürten oder umgelegten Anschlag verwendet und dient in erster Linie dazu, die Obergurte einer Traverse durch Umschlingung bzw. Umwicklung in die Anschlagart einzubeziehen. Weiterhin dient sie zur horizontalen Stabilisierung einer Traverse. Die Tragfähigkeit der Anschlagmittel bzw. der Anschlagart wird bei sauber gelegten Umschlungen nicht reduziert.

Häufig eingesetzte Anschläge an Traversen

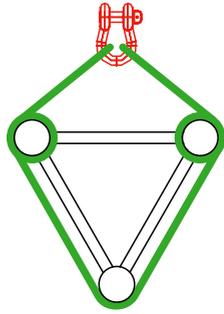


Dreigurt-Traverse Spitze oben, ein Anschlagmittel



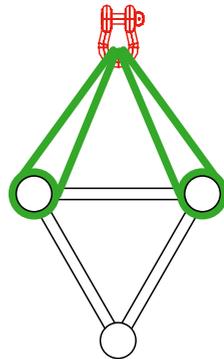
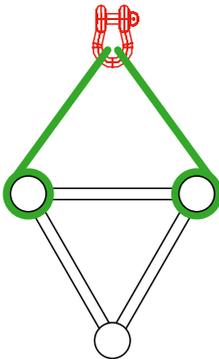
Dreigurt-Traverse Spitze oben, zwei Anschlagmittel

Das Anschlagen darf nur in den Fachwerkknoten bzw. in unmittelbarer Nähe dazu erfolgen.



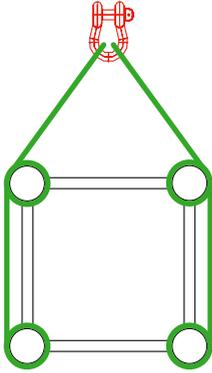
Dreigurt-Traversal Spitze unten, ein Anschlagmittel

Das Anschlagen darf nur in den Fachwerkknoten bzw. in unmittelbarer Nähe dazu erfolgen.



Dreigurt-Traversal Spitze unten, zwei Anschlagmittel

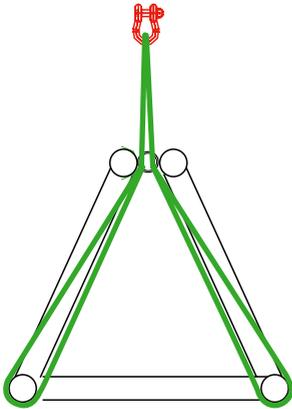
Das Anschlagen darf nur in den Fachwerkknoten bzw. in unmittelbarer Nähe dazu erfolgen.



Prolyte weist ausdrücklich darauf hin, dass die Verwendung von zwei gleichen flexiblen Anschlagmitteln für einen Traversenanschlag grundsätzlich empfohlen wird. Hierbei sollten alle Traversengurte in den Anschlag einbezogen werden.

Viergurt-Traverse, quadratischer und rechteckiger Querschnitt

Das Anschlagen darf nur in den Fachwerkknoten bzw. in unmittelbarer Nähe dazu erfolgen.



Viergurt-Traverse, trapezförmiger Querschnitt

Das Anschlagen darf nur in den Fachwerkknoten bzw. in unmittelbarer Nähe dazu erfolgen.

12. Praktische Hinweise für Prolyte Traversen

12.1 ABMESSUNGEN BEI KOMBINATION VON SLEEVE-BLÖCKEN UND KNOTENELEMENTEN

Diese Abbildung zeigt die Zwischenlänge einer Mitteltraverse unter Verwendung von Standard-T-Stücken (H40V-C017) in einem MPT-Towersystem mit CCS6-602 Anschlüssen:

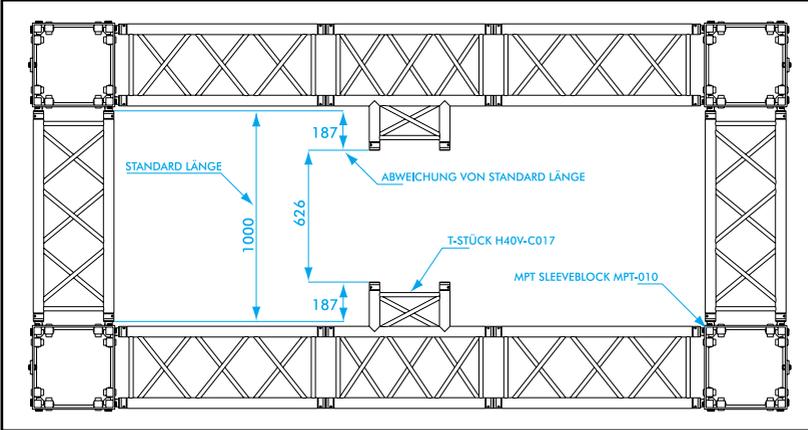


Bild: H40VC017 mit MPT-Sleeve-Blöcken

Die Länge der Geraden zwischen zwei T-Stücken H40V-C017 beträgt $2 \times 187 \text{ mm} = 374 \text{ mm}$ weniger als die Strecke zwischen den Sleeve-Blöcken.

Diese Abbildung zeigt die Zwischenlänge einer Mitteltraverse unter Verwendung von Boxcornern (BOX40V + CCS6-651) in einem MPT-Towersystem mit CCS6-602 Anschlüssen:

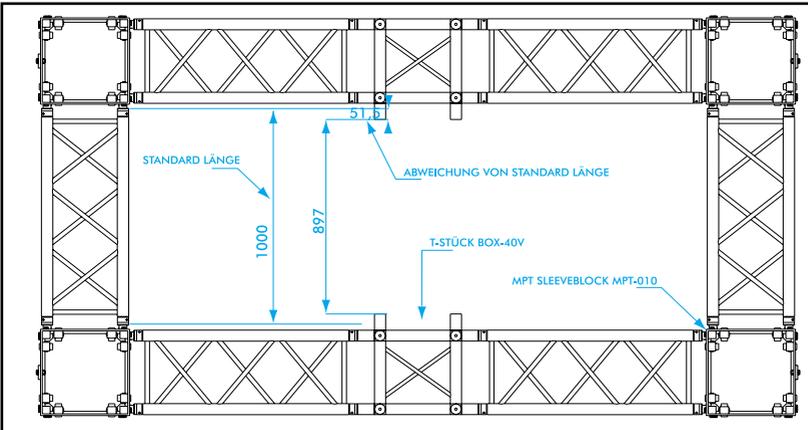


Bild: BOX40V mit MPT-Sleeve-Blöcken

Die Länge der Geraden zwischen zwei BOX40V beträgt $2 \times 51,5 \text{ mm} = 103 \text{ mm}$ weniger als die Strecke zwischen den Sleeve-Blöcken.

Diese Abbildung zeigt die Zwischenlänge einer Mitteltraverse unter Verwendung von Standard-T-Stücken (H30V-C017) in einem MPT-Towersystem mit CCS6-602 Anschlüssen:

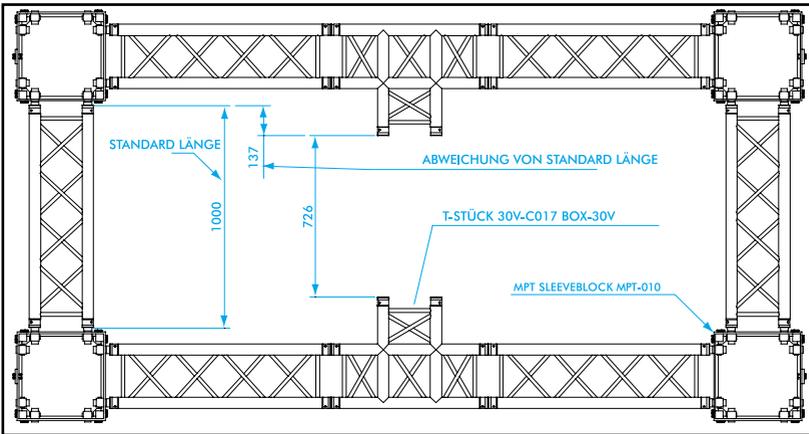


Bild: H30VC017 mit MPT-Sleeve-Blöcken

Die Länge der Gaden zwischen zwei T-Stücken H30V-C017 beträgt $2 \times 137 \text{ mm} = 274 \text{ mm}$ weniger als die Strecke zwischen den Sleeve-Blöcken.

Diese Abbildung zeigt die Zwischenlänge einer Mitteltraverse unter Verwendung von Boxcornern (BOX30V + CCS6-651) in einem MPT-Towersystem mit CCS6-602 Anschlüssen:

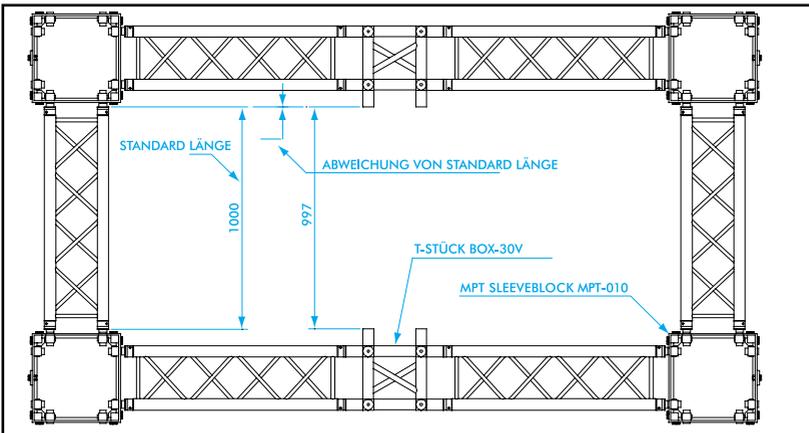


Bild: BOX30V mit MPT-Sleeve-Blöcken

Die Länge der Gaden zwischen zwei BOX30V beträgt $2 \times 1,5 \text{ mm} = 3 \text{ mm}$ weniger als die Strecke zwischen den Sleeve-Blöcken. Prolyte liefert hierzu Sonderlängen oder Spacer.

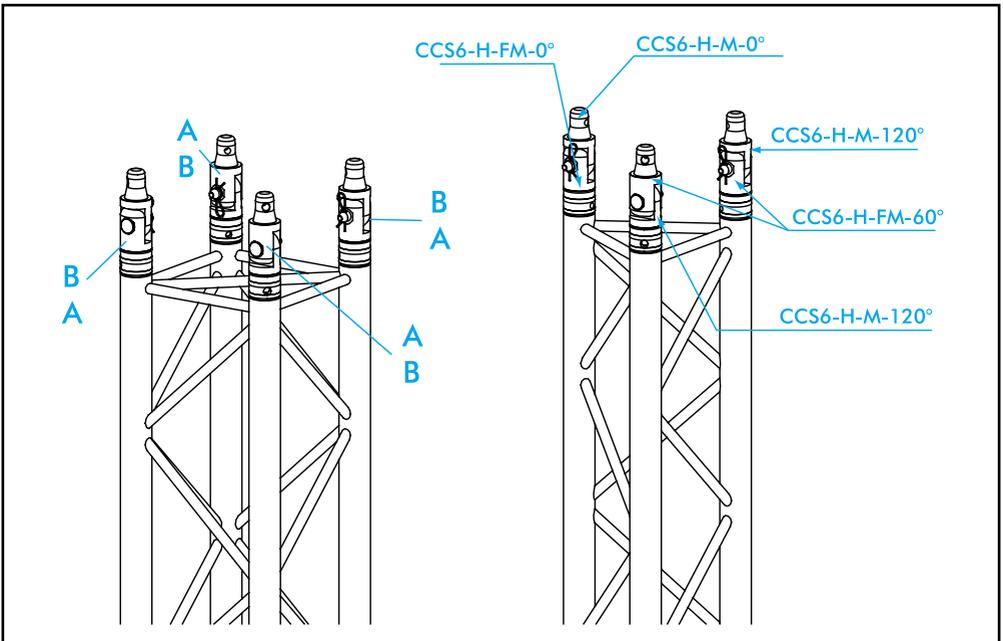
12.2 SCHARNIERELEMENTE

Scharniere werden in erster Linie in Towersystemen eingesetzt, sie finden aber auch in zunehmendem Maß in Sonderkonstruktionen ihre Anwendung. Im Folgenden erläutern wir die Scharnierbezeichnungen für Drei- und Viereckstraversen der X/H-Serien sowie für Traversen der S/B-Serien.

Das am häufigsten eingesetzte Scharnier ist Typ CCS6-H, es wird in allen MPT- und ST-Towersystemen sowie dem Riggingtower RT-H30V eingesetzt.

Das CCS6-H ist ein Einzelscharnier und besteht neben dem Scharnierbolzen ACC-LP016 und dem Sicherungsfederstecker CCS7-705 aus einem Gabel-Scharnierteil CCS6-H-FM-45° und einem Zapfen-Scharnierteil CCS6-H-M-135°.

Die Gradangaben bezeichnen den Winkel der konischen Bohrung zur Scharnierachse. Die Scharnierachse liegt immer im Rechten Winkel zur Scharnierachse. Ältere CCS6-H Scharniere sind ungekennzeichnet, neuere CCS6-H Scharniere sind mit ihren Gradzahlen graviert.

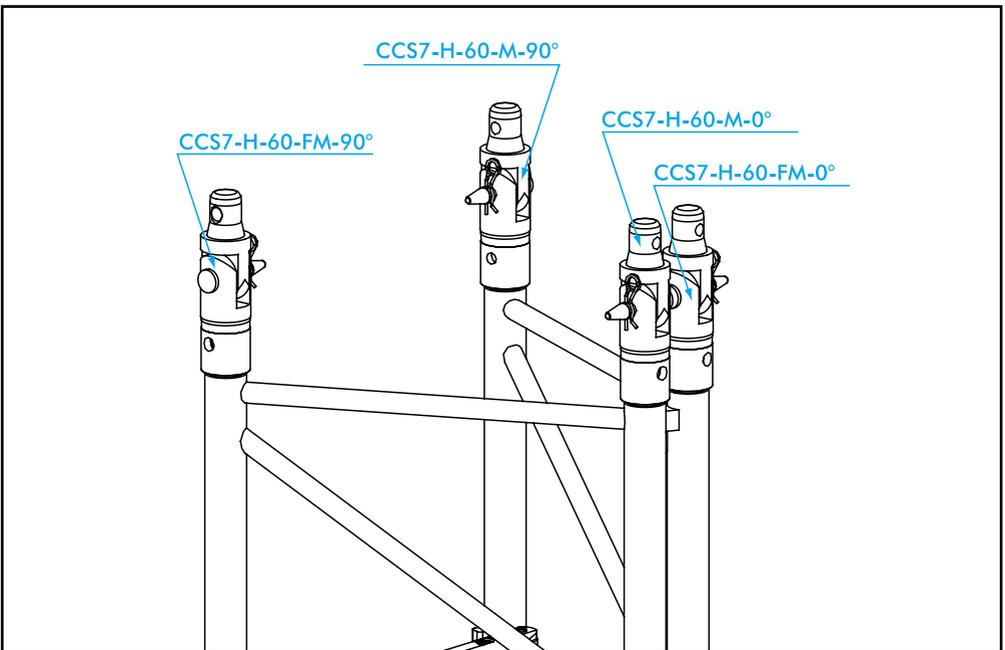


Typ CCS6-H2 ist ein Set aus 3 Scharnieren und wird für Dreigurttraversen z.B. in den ARC-Roof Bühnendächern eingesetzt.

Ein Scharnier dieses Sets besteht neben dem Scharnierbolzen ACC-LP016 und dem Sicherungsfederstecker CCS7-705 aus einem Gabel-Scharnierteil CCS6-H-FM-0° und einem Zapfen-Scharnierteil CCS6-H-M-0°. Beide Scharnierteile sind durch zwei eingearbeitete Ringe bzw. durch eingravierte Gradzahlen gekennzeichnet. Die beiden anderen Scharniere dieses Sets bestehen neben dem Scharnierbolzen ACC-LP016 und dem Sicherungsfederstecker CCS7-705 aus einem Gabel-Scharnierteil CCS6-H-FM-60° und einem Zapfen-Scharnierteil CCS6-H-M-120°.

Beide Scharnierteile sind durch einen eingearbeiteten Ring bzw. durch eingravierte Gradzahlen gekennzeichnet.

Scharniere für Traversen der S/B-Serien werden nur in Einzelteilen angegeben. Ein komplettes „Set“ für eine Viergurttraverse der S/B-Serien besteht neben den Scharnierbolzen ACC-LP20/60 und den Sicherungsfedersteckern CCS7-705 aus Scharnierzapfen CCS7-H-60-M-0° (Gravur) und CCS7-H-60-M-90° (Gravur) sowie den Scharniergabeln CCS7-H-60-FM-0° (Gravur) und CCS7-H-60-FM-90° (Gravur).

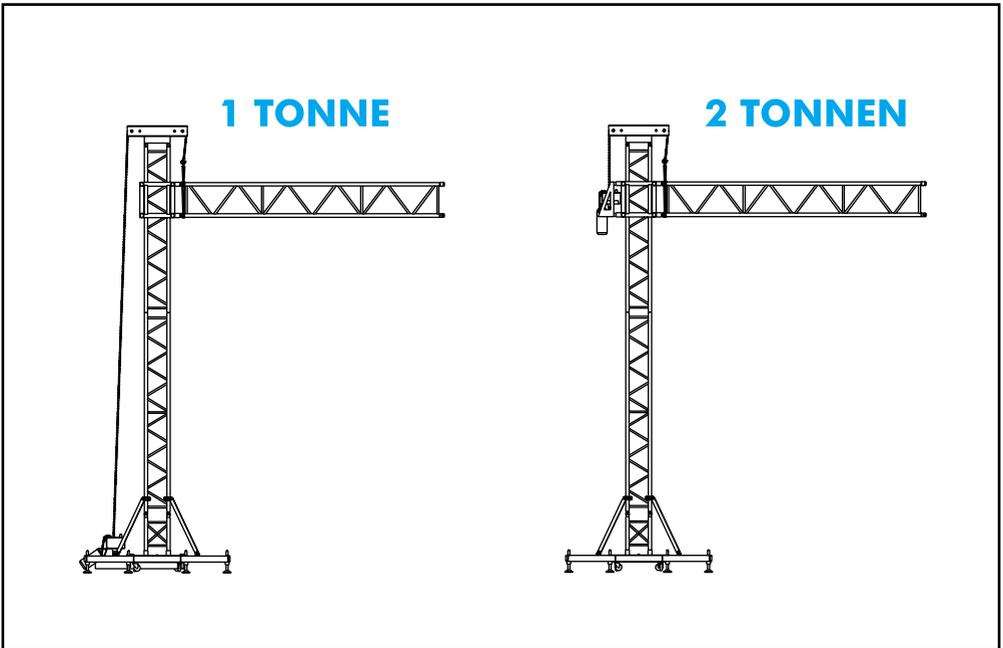


12.3 MOTORPOSITIONIERUNG BEI TOWER-SYSTEMEN

Schert man die Kette eines Kettenzuges zweisträngig ein und ersetzt alle Komponenten mit Nennt Tragfähigkeit durch Komponenten doppelter Tragfähigkeit, so kann und darf dieser Kettenzug das Doppelte seiner einsträngigen Tragfähigkeit heben. Dies führt zu halber Hubgeschwindigkeit und halber Hubhöhe. Ein zweisträngig eingescherter 1000 kg Kettenzug kann somit 2000 kg heben.

Wird die Kette eines einsträngigen Kettenzuges über das Topteil eines Tower-Systems geführt, entsteht eine ähnliche Situation, wobei die Anschlagposition des Kettenzuges hier ausschlaggebend ist.

Das erste Bild zeigt einen Tower bei dem der Kettenzug an der Tower-Base angeschlagen ist, die Kette läuft über das Topteil und ist an der horizontalen Traverse oder dem Sleeveblock angeschlagen.



Die Tragfähigkeit entspricht hierbei der Nenntaugfähigkeit des Kettenzuges. Innerhalb des Towers wirken beidseitig die resultierenden Kräfte der Kette, dies führt zu einer Belastung des Towers mit der doppelten Nenntaugfähigkeit des Kettenzuges. Das zweite Bild zeigt den gleichen Kettenzug, der hier am Sleeveblock angeschlagen ist. Hierdurch ist der Kettenzug in der Lage die doppelte Nennlast zu heben, während die Hubgeschwindigkeit halbiert ist.

Auch hier erfährt der Tower eine Belastung mit doppelter Nenntaugfähigkeit des Kettenzuges. Üblicherweise werden Ground-Support-Systeme aus mindestens 2 Tower-Systemen konstruiert. Dabei ist aufgrund der beschriebenen unterschiedlichen Hubgeschwindigkeiten zwingend darauf zu achten, dass alle Kettenzüge auf die gleiche Art angeschlagen werden.

12.4 POTENTIALAUSGLEICH FÜR TRAVERSENKONSTRUKTIONEN

Ob eine Traversenkonstruktion einen Potentialausgleich benötigt oder nicht, kann ein Traversenhersteller nicht grundsätzlich vorhersehen. Dies liegt in der Entscheidung des Anwenders. Prolyte empfiehlt alle Traversenkonstruktionen entsprechend der geltenden nationalen Normierungen und Vorschriften mit einem ausreichend bemessenen Potentialausgleich zu versehen. Es liegt in der Verantwortung des Anwenders, mit den geltenden Normen und Vorschriften vertraut zu sein und diese zu beachten.

Als generelle Regel sollten folgende Werte berücksichtigt werden:

Bei einer Leitungslänge bis 50 m mindestens 16 mm² Leiterquerschnitt, bei Leitungslängen bis 100 m mindestens 25 mm² Leiterquerschnitt.

12.5 KLETTERN AUF TRAVERSEN

Prolyte weist ausdrücklich darauf hin, dass das Klettern auf Traversen der 20er und 30er Serien unzulässig ist.

Der überwiegende Anteil der Traversen dieser Abmessungen ist nicht stabil genug um die durch eine kletternde Person eingeleiteten Kräfte aufzunehmen, von den impulsartigen Belastungen einer in ein Sicherungssystem fallenden Person ganz zu Schweigen.

Bereits die Tatsache, dass die geringen Abmessungen dieser Traverse ein sicheres Klettern nahezu unmöglich machen, sollte überzeugend genug sein.

Auch größere Traversen sollten sorgfältig betrachtet bzw. berechnet werden, bevor auf ihnen geklettert oder ein Sicherungssystem (z.B. horizontale „Lifelines“) installiert wird. Die resultierenden Kräfte einer in einen Falldämpfer fallenden Person sind sehr hoch und oftmals über den zulässigen Belastungswerten einer Traverse bzw. über den berechneten Kräften einer langsam kletternden Person.

Wir warnen ausdrücklich vor der häufiger zu beobachtenden Praxis, Absturzsicherungen - wenn auch nur kurzzeitig - an Fachwerkstreben zu befestigen.

Müssen kletternde Rigger Knotenpunkte in Dachkonstruktionen oder ähnlichen Positionen erreichen und es besteht die Gefahr des Abstürzens, so sollte die Veranstaltungsstätte über Absturzsicherungseinrichtungen verfügen, die internationalen oder zumindest nationalen Sicherheitsanforderungen entsprechen. Diese Einrichtungen sollten von einer unabhängigen anerkannten Institution zertifiziert und geprüft werden.

Der kletternde Rigger selbst sollte sich durch das Tragen von zulässiger und geprüfter Persönlicher Schutzausrüstung gegen Absturz (PSA) schützen.

ANWENDBARE NORMEN:

NEN-EN 353-2

Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz - Teil 2: Mitlaufende Auffanggeräte einschließlich beweglicher Führung

NEN-EN 360

Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz - Höhensicherungsgeräte

NEN-EN 361

Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz - Auffanggurte

NEN-EN 363

Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz - Auffangsysteme

NEN-EN 364

Persönliche Schutzausrüstung gegen Absturz; Prüfverfahren

ANSI E1.1 1999

Veranstaltungstechnik – Konstruktion und Anwendung von Strickleitern

13. Befördern von Personen

Das vertikale Befördern von Personen erfolgt gemeinhin durch Aufzüge, Rolltreppen, Hubarbeitslifte und Hubplattformen.

Die ersten beiden Beförderungseinrichtungen orientieren sich an den Anforderungen an große Maschinen die öffentlich zugänglich sind. Die letzten beiden Einrichtungen sind eher als Arbeitsmittel für einen bestimmten unterwiesenen Personenkreis einzustufen. Beide Arten unterliegen einer Serie von Sicherheitsanforderungen und Vorschriften, die rechtlich klar definiert sind.

Betrachtet man aber den kreativen Einsatz einer Flugbewegung eines Menschen, findet man in kaum einem Land der Erde eine rechtlich einwandfreie und klar definierte Regelung. Für solche Spezialeffekte (die in Film, TV und Theater Anwendung finden) wurden in der Veranstaltungstechnik spezielle Personen-Flugsysteme entwickelt. Ungeachtet dessen ist diese Art der Personenbeförderung aus der Maschinenrichtlinie (98/37/EC und auch 2006/42/EG) ausgeschlossen.

In der täglichen Praxis jedoch werden verschiedenste Personen-Flugsysteme entwickelt und von Technikern weltweit eingesetzt. Die „fliegende“ Person kann hierbei mehr oder weniger betrachtet werden wie z.B. ein Elektriker, der in einer anwendungsbezogen konstruierten Hebevorrichtung an einem Kran angehoben wird, um Wartungsarbeiten von ein paar Minuten Dauer durchzuführen.

Betrachtet man das Heben von Personen durch Einrichtungen die ursprünglich nicht hierfür vorgesehen sind, so sind die Anforderungen der Maschinenrichtlinie klar und deutlich: Verdopplung des Sicherheitsfaktors. Im Allgemeinen bedeutet dies eine Erhöhung des Sicherheitsfaktors von 5 auf 10.

Die gesetzlichen Unfallversicherer in Deutschland definieren eine Traverse als Lastaufnahmemittel, deren Belastungsangaben mit dem Faktor 0,5 multipliziert werden müssen, solange diese Traversen nicht für den Anwendungszweck nachgewiesen wurden.

Diesen Nachweis erbringt ein Hersteller z.B. durch eine Bauart Prüfung durch den TÜV und die nachfolgende Kennzeichnung der Traversen. Prolyte verfügt über Bauart Prüfungen aller Traversentypen.

Für die Beförderung von Personen ist ein sehr fundiertes Fachwissen erforderlich. Wir weisen ausdrücklich darauf hin, mit diesen Aufgaben ausschließlich darauf spezialisierte Fachfirmen zu beauftragen.

Darüber hinaus sollte ein Techniker alle Komponenten eines Personen-Flugsystems gründlich überprüfen und die Ergebnisse dieser Überprüfungen dokumentieren.

Vor der Inbetriebnahme sollte zusätzlich eine Überlastprüfung und eine Endabnahme erfolgen. Eine Risikobeurteilung (früher Gefährdungsanalyse) muss durchgeführt werden, deren dokumentiertes Ergebnis die Gefährdungen für Personen aufzeigt und Maßnahmen zur Gefahrenabwehr angibt. Weiterhin ist ein durchführbarer Notfallplan zu erstellen, z.B. für die Situation eines Ausfalls der Energieversorgung.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es basierend auf Europäischen Richtlinien klare Regelungen für die Beförderung von Personen gibt.

14. Wartung und Ablegekriterien von Traversen

Einleitung

Abgesehen von den normalen Anforderungen im Hinblick auf den sorgfältigen Umgang sowie die fachgerechte Montage, Demontage, den Transport und die Lagerung von Traversen ist auch eine wiederkehrende Prüfung unerlässlich. Eine aufmerksame visuelle Kontrolle der einzelnen Elemente vor jeder Verwendung, unabhängig vom jeweiligen Anwendungsbereich, sollte als selbstverständlich gelten.

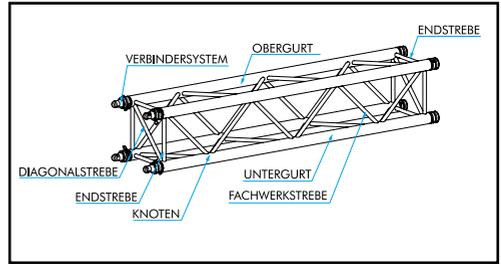
Die wiederkehrende Prüfung der Traversen sollte mindestens einmal pro Jahr von einer sachkundigen Person durchgeführt und schriftlich dokumentiert werden. Bei intensiver Nutzung der Traversen sollte die wiederkehrende Prüfung in kürzeren Intervallen erfolgen.

Werden bei der Prüfung von Traversen Mängel festgestellt, die die weitere sichere Verwendung der Traverse ausschließen, so gilt die Traverse als ablegereif.

Ablegereife bedeutet: Das Produkt (hier die Traverse) für die weitere bestimmungsgemäße Verwendung unbrauchbar machen.

Eine Kennzeichnung der Beschädigung ist in den meisten Fällen als nicht ausreichen anzusehen. Eine Entsorgung über den Hersteller/Lieferanten oder einen Metall-Recycling-Betrieb ist für den Anwender die einzig sichere Weise, andere vor einer Gefährdung durch schadhafte Material zu schützen.

Die hier von PROLYTE vorgegebenen Kriterien für die Ablegereife von Traversen sollten bei der Prüfung vollständig berücksichtigt werden, da bisher keine offiziellen Regelungen innerhalb der EU existieren.



Elemente einer Traverse.

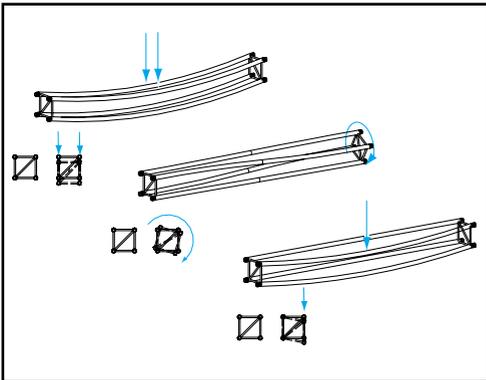
Ablegekriterien

Traversen gelten als ablegereif, wenn sie einer oder mehrerer der nachstehenden Kriterien entsprechen. Im Zweifelsfall sollte der Hersteller/Lieferant oder eine sachverständige Person/Institution geprüft werden.

Allgemein

- Fehlende Identifizierung (Name des Herstellers, Traversentyp und Fertigungsdatum).
- Bleibende (plastische) Verformung der Traversen-Elemente durch Rotation, Biegung oder Torsion oder eine andere Deformation mit resultierender Abweichung von der ursprünglichen Form.
- Schweißnähte, die Risse oder andere Ungleichmäßigkeiten aufweisen. Die nicht vollständig umlaufenden Schweißnähte an den Diagonalverstrebungen sind herstellungsbedingt und ihre ausreichende Festigkeit nachgewiesen (TÜV Bauart geprüft).
- Unvollständige Schweißnähte (abgesehen von den erwähnten Schweißnähten im Kehlbereich der Diagonalverstrebungen).
- Verringerung der Schweißnahtüberhöhung durch mechanischen Verschleiß um mehr als 10%. Übermäßige Korrosion, wodurch die gesamte Querschnittsfläche der Traverse um mehr als 10% verringert wird.
Zwar ist bei dem Werkstoff Aluminium keine Korrosionsbildung wie bei vielen Stahllegierungen zu beobachten, trotzdem

wirken viele Umwelteinflüsse auch auf Aluminium korrosiv. Besondere Aufmerksamkeit gilt hier Konstruktionen, die lange Zeit im Freien stehen, insbesondere in Gebieten mit einer hohen Umweltbelastung durch Industrieinflüsse. Auch in Küstennähe und beim Einsatz in Schwimmhallen und generell in der Nähe von Schwimmbecken sollte vor dem Einsatz von Traversen im Einzelfall geprüft werden, ob die zu erwartende Umweltbelastung einen korrosiven Effekt auf die Traversen ausübt.



Deformationsformen: Biegung, Torsion, Rotation.

Hauptgurte

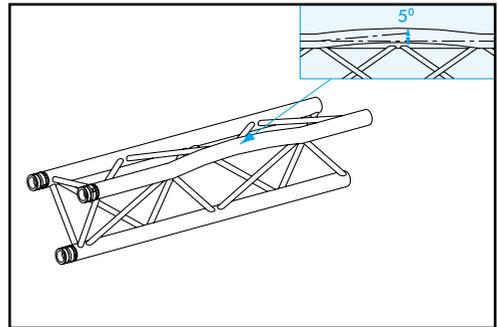
Sind einer oder mehrere der Hauptgurte gebrochen oder gerissen, oder einer oder mehrere der Hauptgurte um mehr als 5° aus der ursprünglichen Mittellinie herausgebogen, ist die Traverse ungeeignet für den weiteren Gebrauch. Das gleiche gilt, wenn bei einer Traverse die Enden der Hauptgurte im Bereich der Konusbuchsen verbogen sind, wodurch die Montage dieser Traverse an ein anderes Element nur noch unter erheblichem Kraftaufwand möglich ist.

Weiter gelten als Zeichen für die Ablegereife:

- Kratzer, Schnitte oder Abnutzungserscheinungen auf der Oberfläche der Hauptgurte, die die

Querschnittsfläche des Rohres um mehr als 10% verringern.

- Kratzer, Schnitte oder Beulen im Hauptrohr mit einer Tiefe von mehr als 1 mm und einer Länge von über 10mm - egal in welcher Richtung.
- Nach dem Inverkehrbringen entstandene Löcher.
- Die bleibende (plastische) Deformation des Hauptgurtes in eine ovale Form oder Einbeulung des Rohres um mehr als 10%.



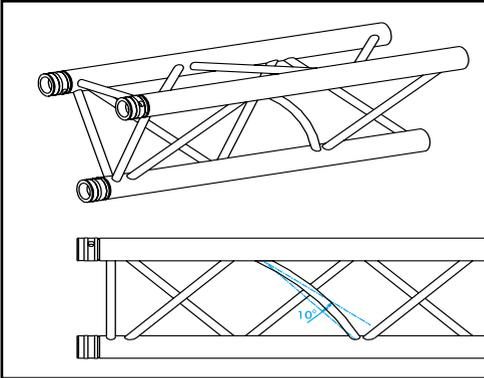
Plastische Verformung der Gurtrohre

Streben

Sind eine oder mehrere der Diagonalverbände, Endverstrebenungen oder Querverstrebenungen gebrochen oder sogar nicht mehr vorhanden, ist die Traverse unbrauchbar. Das gleiche gilt bei Verstrebenungen, die um mehr als 10° aus der Mittellinie herausgebogen sind.

Weiter gelten als Zeichen für die Ablegereife:

- Kratzer, Schnitte oder Abnutzungserscheinungen auf der Oberfläche der Verstrebenungen, die die Querschnittsfläche der Verstrebenungen um mehr als 10% verringern.
- Kratzer oder Schnitte auf den Verstrebenungen mit einer Tiefe von über 0,5 mm und einer Länge von mehr als 10mm, egal in welcher Richtung.
- Nach dem Inverkehrbringen entstandene Löcher.
- Die bleibende (plastische) Deformation einer Strebe in eine ovale Form oder Einbeulung des Strebenrohrs um mehr als 10%.



Plastische Verformung der Fachwerkstreben

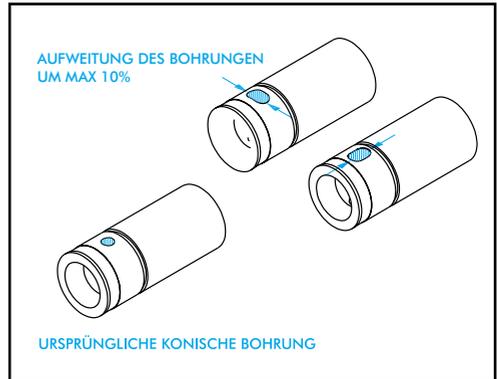
Das konische Verbindersystem

Zeichen für die Ablegereife sind:

- Gerissene oder teilweise gebrochene Schweißnähte zwischen Hauptrohr und der Konusbuchse.
- Ovale Abnutzungserscheinungen der Bohrungen um mehr als 10%.
- Rotationsversatz der Bohrungen für die Bolzenlöcher in einem CCS-Verbinder oder zwischen zwei benachbarten Verbindern um mehr als 2°.
- Biegung der Hauptgurtenden mit Konusbuchsen um mehr als 5°, wodurch die Verbindung zweier Traversenelemente bei der Montage erschwert wird.
- Abnutzungserscheinungen auf dem Konusverbinder oder der Konusbuchse, die die Querschnittsfläche um mehr als 10% verringern.
- Deformation oder Verformung im Hauptgurtbereich neben der Schweißnaht der Konusbuchse.
- Überlastung durch übermäßigen Druck verursacht Knickung nach außen. Eine Überlastung durch übermäßigen Zug verursacht eine Verjüngung des Hauptrohres neben den Schweißnähten.
- Jeder Kratzer, Schnitt oder Hammerschlagabdruck auf der Konusbuchse

mit einer Tiefe von über 2 mm, der länger ist als 10 mm, egal in welcher Richtung.

- Übermäßige Korrosion in der Verbindung. Bei Systemen, die länger als ein Jahr lang in Innenräumen oder einen Sommer lang im Freien aufgestellt bleiben, sollte man vorzugsweise ausschließlich neue, verzinkte Bolzen oder solche aus Edelstahl verwenden, um eventuellen Gefahren durch galvanische Korrosion vorzubeugen.



Aufweitung der Bohrungen

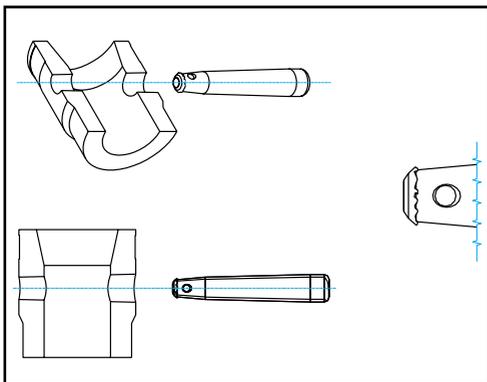
Deformation: an den konischen Bohrung

Konische Bolzen

Die konischen Bolzen verschleßen bei häufigem Ein- und Austreiben besonders durch die Hammerschläge. Sie sind als Verbrauchsgüter anzusehen. Druckflächen und Deformationen am Bolzen sind Indikatoren einer starken Überlastung. Zeigt ein Bolzen eine solche Veränderung, darf er nicht mehr weiter verwendet werden. Weitere Zeichen für die Ablegereife:

- Verkleinerung des Durchmessers um mehr als 10%.
- Schnitte, Beulen, Kratzer und andere Schäden an der glatten Oberfläche des Stifts.
- Grate, Pilzkopfbildungen und andere hervorstehende scharfe oder spitze Kanten am verjüngten Ende des Stifts.

- Deformation durch Hämmern, wodurch die Querbohrung verschlissen beziehungsweise ein Schraubengewinde beschädigt wird.
- Abnutzung der Zinkbeschichtung auf einem beliebigen Teil des Bolzens, wodurch dieser korrodiert.
- Es dürfen keine selbstsichernden Muttern zum Einsatz gelangen, bei denen der Nylon-Sicherungsmechanismus deutlich durch Abnutzung beschädigt ist.



Deformation: an den konischen Bohrungen

Dokumentation

Die Forderung einer täglichen umfassenden Inspektion aller Traversen- oder Towerelemente ist unrealistisch. Mindestens einmal jährlich jedoch sollten alle Traversen und Towerelemente sorgfältig von einer qualifizierten Person überprüft werden (bei intensiver Nutzung sollte dieser Zeitraum entsprechend verkürzt werden), um die Funktionalität und Sicherheit der Traversen zu gewährleisten.

Diese Inspektionen sollten in einem Prüfprotokoll dokumentiert werden, das die Prüfungskriterien und Ergebnisse enthält. Idealerweise sollte jedes Element mit einer eindeutigen Markierung versehen werden, so dass der „Lebenslauf“ jedes Elements nachvollzogen werden kann. Abgereifte Traversen müssen unverzüglich aus

dem Verkehr gezogen und so gekennzeichnet werden, dass sie nicht versehentlich von anderen Personen weiter verwendet werden können. Wenn an der Verwendbarkeit einer Traverse Zweifel bestehen, darf diese auf keinen Fall verwendet werden.

Nehmen Sie in einem solchen Fall Kontakt mit Ihrem Lieferanten oder einem Prolyte Service-Point auf.

Wartung und Instandhaltung

Bei den beschriebenen wiederkehrenden Prüfungen können einige Mängel vom sachkundigen Prüfenden selbst behoben werden.

An der Innenseite der Bohrungen der Konusbuchsen kann sich Aluminium aufbauen, das von Zeit zu Zeit mit Schleifpapier mittlerer Stärke entfernt werden sollte.

Reste von Sprayfarbe, Schmutz, Staub und Fasern setzen sich häufig an den Konusbuchsen der Traversen oder des Towers ab und erschweren das Zusammenbauen der Elemente.

Einige Firmen nutzen zur Markierung ihrer Traversen Sprayfarben.

Dabei sollte darauf geachtet werden, dass sich keine Farbe auf den Passflächen (Innenseite und Stoßfläche der Konusbuchse, Außenflächen der Konusverbinder und Innenflächen der Bohrungen für die konischen Bolzen) absetzt, da die Verbindungselemente sehr präzise gefertigt sind. Farbtropfen können fünf mal dicker sein als die Fertigungstoleranz bei der Herstellung.

Sie können die Verbindungselemente verkleben oder aber die Montage behindern, wenn sie getrocknet sind. PROLYTE empfiehlt den Anwendern den Gebrauch eines Kupferhammers bei der Montage der konischen Bolzen.

Diese werden dadurch geschont, da Kupfer weicher ist als Stahl, außerdem verhindert das weiche Kupfer übermäßige Beschädigung bei „Fehlschlägen“ auf die Konusbuchse oder das Rohr.

„Mehlartige“ Rückstände an Konusverbindern und Konusbuchsen sind normal und können mit Wasser und nicht-fasernden Putztüchern entfernt werden. Auf den Einsatz von aggressiven Reinigungsmitteln geschweige denn Säuren sollte grundsätzlich verzichtet werden.

Unter gar keinen Umständen dürfen die Konusverbinder und Konusbuchsen mit Ölen oder Fetten in Verbindung gebracht werden. Äussere Verschmutzungen der Traversen z.B. durch Klebstoffrückstände können mit Seifenlaugen oder Hochdruck-Wasserstrahl beseitigt werden. Reinigungstücher die von Klebebandherstellern angeboten werden, können dann verwendet werden, wenn der Hersteller eine Unbedenklichkeit beim Einsatz auf Aluminiumlegierungen erklärt.

WARNUNG:

Die Unterlassung einer regelmäßigen Überprüfung der Traversen und Tower kann unter Umständen eine Beeinträchtigung der Sicherheit der Produkte zur Folge haben.

Dadurch werden Sachschäden, Verletzung oder sogar der Tod von Menschen riskiert.

Traversenelemente, die in irgendeiner Form in ihrer Sicherheit beeinträchtigt sind, sollten sofort aus dem Verkehr gezogen werden, damit eine irrtümliche Benutzung ausgeschlossen wird.

Nur ein Streifen Klebeband als Kennzeichnung ist nicht ausreichend, da dessen Bedeutung missverstanden werden kann und er zu einfach übersehen oder entfernt werden kann.

Das Verständnis für die Sicherheit von Traversen und Traversenkonstruktionen ist natürlich in hohem Maße von der ausreichenden Information und Schulung des Anwenders abhängig. Prolyte und alle Prolyte Service-Points bieten regelmäßig Workshops und Schulungen für den sicheren Umgang mit Prolyte Produkten an. Informationen hierzu finden Sie unter <http://www.prolyte.com>

15. ANERKANNTE REGELN DER PRAXIS

Für den Einsatz von Traversen in der täglichen Praxis möchten wir einige Hinweise für die Planung geben:

DATENERFASSUNG

Einzubringende Lasten:

- Anzahl der verschiedenen Einzel- und Streckenlasten wie: Scheinwerfer, Movinglights, Vorschaltgeräte, Verfolgerscheinwerfer (einschließlich des Verfolgersitzes und der Bedienungsperson), Kabel, Adapter, Lautsprecher, Lautsprecher-Cradles, Projektionsflächen, Projektoren, Flugrahmen, Vorhängen, Backdrops, etc.).
- Massen/Gewichtskräfte der einzelnen Lasten.
- Ermittlung der Gesamtlast.

Anzahl und Art der Auflager:

- Anzahl und Abstände der Flugpunkte und deren Belastbarkeit
- Anzahl und Abstände von Stützen und die Tragfähigkeit des Untergrundes (Hallenboden, Freiflächen)

Lokale Gegebenheiten:

- Zuwegung des Einsatzortes
- Potentialausgleich
- Kommunikationswege mit Veranstaltern und Behörden
- Lokale besondere Vorschriften (z.B. Ausschluß von speziellen Arbeitsmitteln)

AUSWAHL DER GEEIGNETEN TRAVERSEN

Zunächst berechnet man die Last für jede einzelne Traversenstrecke. Treten bei einer Traverse eine Kombinationen aus gleichförmig verteilter Last und Punktlasten auf, müssen die entsprechenden Formeln verwendet werden.

Die einfache Addition der gleichförmig verteilten Lasten und der Einzellasten und Punktlasten ist nicht zulässig. Die Biegemomente sind stark von der Positionierung der Lasten abhängig. Hinweis: gleichmäßig verteilte Beleuchtungslasten auf den Traversen sind annäherungsweise als gleichförmige Belastungen zu betrachten, mit Ausnahme der Verfolgerscheinwerfersitze, die als Punktlasten behandelt werden müssen.

Die vorhandenen Lasten werden mit den zulässigen Werten gemäß den Tragfähigkeitstabellen für den entsprechenden Traversentypen verglichen (das zulässige Biegemoment, Widerstandsmoment und Flächenträgheitsmoment sind den ebenfalls im Katalog enthaltenen Tabellen zu entnehmen). Berücksichtigt werden sollte ebenfalls die Möglichkeit einer zusätzlichen Punktlast von mindestens 100 kg plus 2x50 kg an jeder beliebigen Stelle entlang des Traversenverlaufes. Ein Lichttechniker sollte in der Lage sein, die Traverse für Wartungsarbeiten zu begehen und auch sehr schwere Leuchten auswechseln zu können. Im nächsten Schritt ermittelt man das Eigengewicht des für diesen Zweck vorgesehenen Traversentyps. Aus der Länge der Traverse kann das Gesamtgewicht (einschließlich aller Teile, die für die Verbindungen benötigt werden) berechnet werden. Das Gesamtgewicht ist erforderlich für die spätere Ermittlung der Auflagerkräfte.

MEHRFACHE AUFLAGER

Zunächst wird ermittelt, wie viele Auflager erforderlich sind, um die hinreichende Sicherheit der Traversenspannweite zu gewährleisten, wenn entweder die Belastung so hoch ist, daß das zulässige Biegemoment überschritten wird oder die Spannweite bei zwei Auflagern die Angaben in der entsprechenden Tabelle überschreitet. Die Auflagerkräfte werden aus dem Eigengewicht

der Traverse und den einzubringenden Lasten errechnet. Dazu verwendet man die entsprechenden Formeln für Träger auf zwei Auflagern oder für Durchlaufträger auf mehr als zwei Lagern (Mehrfeldträger).

Danach berechnet man die erforderliche Tragfähigkeit der Hebezeuge anhand der errechneten Auflagerkräfte. Beim Anheben von Personen verwendet man ein Hebezeug, dessen Nenntragfähigkeit mindestens doppelt so hoch ist wie die erforderliche Tragfähigkeit, die nach Maßgabe der Auflagerkraft ermittelt wurde. Wenn Lasten über Personen aufgehängt werden, ist auf geeignete Art und Weise zu gewährleisten, dass das Versagen einer Aufhängung nicht zu einer Gefährdung dieser Personen führen kann (Einfehlersicherheit). Dies wird durch eine Risikobewertung (Gefährdungsanalyse) dokumentiert.

DIE RESULTIERENDEN KRÄFTE

Die resultierenden Punktlasten des Haupttragwerkes werden wie folgt berechnet: Bei „geflogenen“ Traversen: Man addiert das Eigengewicht des Hebezeuges zur gefundenen Auflagerkraft, berechnet die Länge der Anschlagseile (daraus deren Massen, die ebenfalls zur Auflagerkraft addiert werden) sowie die durch eventuell vorhandene Bridles verursachten horizontalen Kräfte an den Hängepunkten. Bei selbststehenden Traversenkonstruktionen (Ground-Support): Man addiert das Eigengewicht der vertikalen Stützen zur errechneten Auflagerkraft und überprüft die zulässige Knicklänge der vertikalen Stützen. Zudem wird die gesamte Traversenkonstruktion im Hinblick auf die Gesamtsicherheit und Stabilität überprüft. Bei Bedarf sind passende Verstrebungen, Stahlseilverspannungen oder Druckstreben einzubauen.

Überprüfung der Punktlasten der Anschlagpunkte in Gebäuden:

Bei „geflogenen“ Traversen: Dachbalken, Träger und die jeweilige Anschlagpunkte im Hinblick auf die Tragfähigkeit prüfen.

Die Daten bezüglich der zulässigen Balken- und Knotenpunktbelastung müssen vom Betreiber des Veranstaltungsortes geliefert werden.

Bei selbststehenden Traversenkonstruktionen (Ground-Support): Belastbarkeit der Bodenfläche beachten. Die Standfläche einer Traverse ist im Allgemeinen trotz Bodenplatte weit geringer als ein Quadratmeter.

Die Informationen bezüglich der zulässigen Bodenbelastung müssen vom Betreiber des Veranstaltungsortes geliefert werden.

Der Rigger nimmt die nötigen Korrekturen zur Vorbeugung einer möglichen Überlastungssituationen vor, indem er die Position und Anzahl der Hebezeuge verändert oder Bridles setzt.

ZEICHNUNGEN UND TABELLEN

Alle zusammengetragenen Information und alle Berechnungen sollten schriftlich niedergelegt werden, so dass sie von Statikern oder Behörden überprüft werden können. Die Zeichnungen sollten die Position und eine Identifizierung der Hängepunkte und Hebezeuge mit der jeweiligen Punktlast einschließlich des Hebezeuggewichtes in Kilogramm oder Kilonewton beinhalten. Weiter sollten die Zeichnungen maßstäblich sein, der Maßstab muß auf der Zeichnung angegeben sein. Den Zeichnungen sind ebenfalls die zulässigen Belastungen der Anschlagpunkte sowie der vertikalen Anschlagseile und Bridles zu entnehmen. Tabellen beinhalten alle Hebezeuge, alle Punktlasten, alle Anschlagpunkte und alle vertikalen Lasten an den einzelnen Anschlagpunkten.

Die Zahlenwerte können bis auf die nächsten 5 oder 10 kg aufgerundet werden, um dem Gewicht der Anschlagmittel, Schäkkel, Ringe, Trägerklemmen usw. Rechnung zu tragen, die in den ursprünglichen Gewichtslisten nicht in allen Einzelheiten spezifiziert sind.

SCHULUNG UND LITERATUR

Prolyte bietet seinen Anwendern auf Anfrage Produktschulungen an. Abgesehen davon besteht die Möglichkeit, an den Seminaren über Rigging und Traversen teilzunehmen, die bei Prolyte in den Niederlanden und den deutschen Prolyte Service-Points angeboten werden. Wir glauben fest daran, dass die Sicherheit bei der Anwendung unserer Produkte durch technisches Wissen der Anwender gesteigert wird und dass ein Hersteller sich nicht zurücklehnen sollte nachdem ein Produkt verkauft wurde.

In den letzten Jahren wurden verschiedene Bücher über Traversen und Rigging veröffentlicht. Da die Inhalte teilweise sehr stark an verschiedenen Herstellern orientiert sind und deren Philosophie hervorheben, möchten wir keine Empfehlung an einzelne Veröffentlichungen aussprechen. Wir weisen allgemein auf einschlägige Fachperiodika und Fachbücher hin, welche sich über bekannte Internetsuchdienste leicht finden lassen.



Foto: Spijkerman Evenementen, die Niederlande



PROLYTE PRODUCTS

PROLYTE PRODUCTS GROUP

Industriepark 9 • NL-9351 PA LEEK

tel.: +31 (0)594 85 15 15

fax: +31 (0)594 85 15 16

e-mail: info@prolyte.com

website: www.prolyte.com