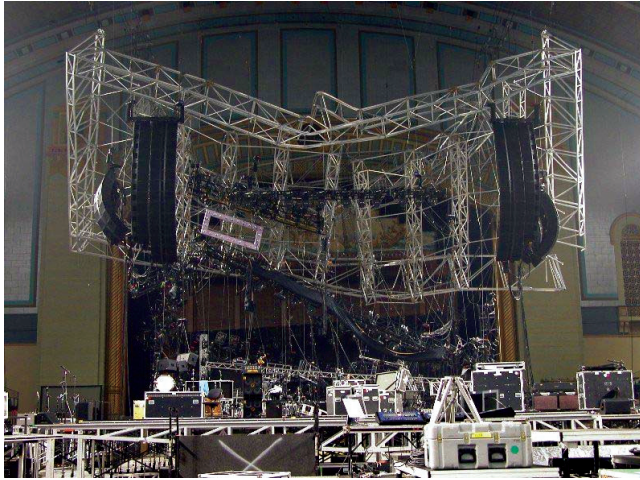


Leichte Übung oder riskantes Manöver?

Teil fünf der Artikelsrie zum Thema „Statik in der Veranstaltungstechnik“ widmet sich dem Thema „Abgehängten Traversenkonstruktionen“. Wiederum ist Feedback erlaubt und gewünscht!



SO war es nicht gewollt

In keinem anderen Bereich der Veranstaltungstechnik wird mit so großen Systemen ohne fundierte Berechnungen gearbeitet. Dabei sind gerade in diesem Bereich die theoretischen Grundlagen von enormer Wichtigkeit.

Kann ich die statische Berechnung selbst anfertigen? Kann ich die Konstruktion mit Hilfe der Traglasttabellen für Traversen bemessen? Welche Motoren muss ich benutzen? Was ist mit der Lastweiterleitung in dem bestehenden Gebäude? Können Traversenriggs gleichzeitig abgehängt und gestützt werden? Kann eine PSA an Traversenriggs angeschlagen werden?

Bei abgehängten Traversenkonstruktionen oder Traversenriggs handelt sich um Traversenkonstruktionen in verschiedensten Formen, welche zur Montage von Licht und Ton oder anderen Lasten nachträglich in Hallen oder Veranstaltungsorten eingebaut werden. In der Regel werden diese unter Last verfahren.

Normen/Vorschriften

Neben den allgemein gültigen DIN Normen wie z.B. 1055-Lastannahmen oder 4113-Aluminium, 18800-Stahl, sind hier zusätzliche Anforderungen zu beachten. Da sich in der Regel Menschen unterhalb der Riggs aufhalten, muss zusätzlich die BGV C1 in Verbindung mit der BGI 810_3 beachtet werden.

Bei der BGV C1 (Vorschrift für Veranstaltungs- und Produktionsstätten für szenische Darstellung) handelt es sich um eine Unfallverhütungsvorschrift nach §15 des siebten Sozialgesetzbuch. Somit hat diese Vorschrift den Charakter eines Gesetzes. Eigentlich handelt es sich bei einer Unfallverhütungsvorschrift um eine Regelung, die für Arbeitnehmer gilt. Die darin enthaltenen Regelungen dürfen aber als „Stand der Technik“ gesehen werden. Somit sollten die Regelungen für alle Riggs mit Personengefährdung gelten.

Ausländische Firmen, die in Deutschland tätig sind, sollten die BGV C1 somit auch anwenden. Dies ist gleichfalls aus der BGV A1 Grundsätze der Prävention abzuleiten.

Was wird in der BGV C1 geregelt?

Im Folgenden werden nur einige Regelungen der BGV C1, die die Standsicherheitsnachweise betreffen, erläutert.

Sicherheitsfaktoren/Betriebskoeffizienten: Die BGV C1 in Verbindung mit der BGI 810-3 regelt für einzelne Bauteile die geforderten Sicherheitsfaktoren/Betriebskoeffizienten. Im Wesentlichen werden die folgenden Bauteile unterschieden

- Lastaufnahmemittel (Traverse, Träger, usw.)
- Anschlagmittel (Seile, Ketten Schäkel, usw.)
- Tragmittel (BGVC1 Züge, D8 Züge usw.)

Lastaufnahmemittel (Traversen): Alle Systeme müssen in einer schriftlich dokumentierten Statik nachgewiesen werden und werden dort mit der im Hochbau üblichen Sicherheit von ca. 2,0 gegenüber dem Bruchzustand ausgelegt (keine Verdoppelung der Betriebskoeffizienten). Für manche Standardsysteme (Einfeldträger) ist diese Berechnung bereits von den Herstellern erbracht und in Form von Tabellen dokumentiert worden. Dabei ist zu beachten, dass der Hersteller alle Anforderungen des SR 1.0 Abschn. 3 erfüllt, z.B. technische Zeichnungen, Materialangaben, zulässige Schnittgrößen, Querschnittswerte bereitstellt.

Eine Tabelle oder ein Diagramm ohne weitere Angaben ist nicht aussagekräftig und nicht ausreichend. Insbesondere fehlen in diesem Zusammenhang oft Angaben zur Art wie die Traversen angeschlagen bzw. Lasten eingehängt werden dürfen.

Gemäß BGI 810-3 muss die Belastung einschließlich eines dynamischen Faktors von 1,2 ermittelt werden. Dieser Wert ist aber auf jeden Fall als untere Grenze zu verstehen. Der Lastfall „Notstop“ einer Konstruktion weist in der Regel höhere dynamische Lasterhöhungsfaktoren auf. Insbesondere schnell verfahrbare Systeme oder wenn Lasten über Personen verfahren werden, sollte mit einem höheren Lasterhöhungsfaktor gerechnet werden.



Anschlagmittel: Für Anschlagmittel werden vom Hersteller Tragfähigkeiten angegeben. Diese dürfen in jedem Fall nur zur

Hälfte ausgenutzt werden. Z.B. für Seile ist ein Betriebskoeffizient von 5 gefordert, nach BGV C1 muss dieser Wert nochmals verdoppelt werden.

Tragmittel

Auswahl der Motoren: Für die üblichen Züge (Motoren) gibt es verschiedene Klassifizierungen. Hier werden BGV C1, D8, D8 mit Sekundärsicherung und D8+ Motoren unterschieden. Ein BGV C1 Motor darf Lasten über Personen heben bzw. halten.

Alle anderen Motoren dürfen keine Lasten über Personen heben. D8-Motoren mit Sekundärsicherung und D8 + Motoren dürfen Lasten über Personen nur statisch halten. Bei der Anbringung der Sekundärsicherung muss darauf geachtet werden das der Fallweg auf 0 begrenzt ist. Sinnvollerweise wird ein solcher Motor entlastet.

Hierbei ist die Sekundärsicherung bzw. die Nutzlast des D8 Motors bei einem D8+ Motors eigensicher auszuführen, d.h. die WLL der Sekundärsicherung bzw. des Motors dürfen nur zur Hälfte angesetzt werden.

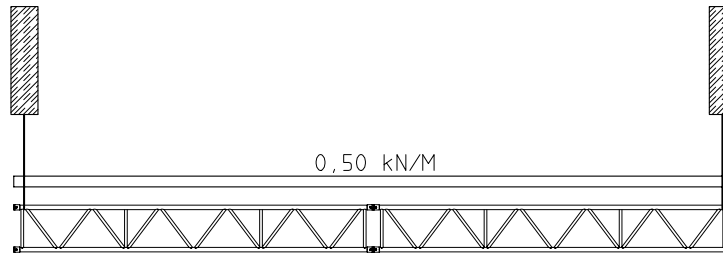
Statische Berechnung

Die Geometrien der Traversenriggs werden individuell an die Bedürfnisse der Veranstaltung angepasst. Die notwendigen Abhängungen sind meistens durch den Veranstaltungsort vorgegeben. Vor dem Hängen eines Riggs sollten auf jeden Fall die genauen Anschlagmöglichkeiten mit den entsprechenden Lastangaben zur Verfügung stehen. Diese Informationen sollten auf jeden Fall in schriftlicher Form vom Verantwortlichen der Halle vorgelegt werden.

Sollten diese Angaben nicht vorliegen, muss diese Information anhand einer bestehenden Hallenstatik erarbeitet werden. Ein Einbringen zusätzlicher Lasten in bestehende Konstruktionen sollte auf keinen Fall ohne Prüfung / statischen Nachweis erfolgen.

Wie bereits erwähnt, können nur sehr einfache Konstruktionen mit Hilfe der Herstellerangaben mit definierten Randbedingungen bemessen werden. Meist sind diese Angaben auf den Einfeldträger unter Gleichlast oder mittiger Einzellast beschränkt. Der 2-Feldträger - also ein einfaches System - kann hiermit schon nicht mehr bemessen werden.

	D 8	D 8 mit Sekundär- sicherung	D 8 Plus	C 1
Einsatz	Bei Anwesenheit von Personen unter der Last			
Auf-/Abbau, Einrichtbetrieb	unzulässig	unzulässig	unzulässig	zulässig
Halten von Lasten	unzulässig	zulässig	zulässig	zulässig
Szenische Bewegung	unzulässig	unzulässig	unzulässig	zulässig



Beispiel 1 Traversenlänge 8,0m Belastung 0,50 kN/m, d.h. Belastung von 50 kg/m Eigengewicht der Traverse 0,10 kN/m

Als Erläuterung hierzu folgen zwei Beispiele (Einfeld- und 2-Feldträger)

Beispiel 1

Dies oben gezeigte Beispiel ist das einzige, welches mit den üblicherweise von den Herstellern veröffentlichten Traversentabellen abgeschätzt werden kann. Die Auflagerkraft ergibt sich aus dem Eigengewicht der Traverse und der angehängten Last. Die Summe der Lasten verteilt sich auf beide Auflager gleich. In diesem Fall also $8,0/2 \times (0,50 + 0,10) = 2,40 \text{ kN}$.

Die betrachtete Belastung ist in diesem Fall sehr vereinfacht angenommen. Wichtig ist es alle Lasten zu berücksichtigen. Dazu gehören natürlich auch Kabellast, Lasten für Motoren und Anschlagmittel usw.

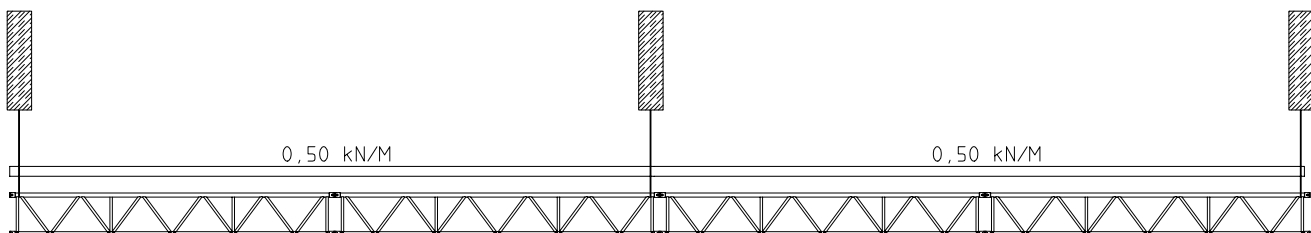
Üblicherweise sind die Lasten nicht gleichmäßig verteilt, sondern ergeben sich aus einer Anzahl verschiedener Einzellasten. Sind diese über die Traversenlänge gleichmäßig verteilt gilt die obige Aussage, ansonsten müssen die Auflagerkräfte infolge der ungleichmäßigen Verteilung errechnet werden.

Beispiel 2

Für diesen Fall (Bild unten) können die Traversentabellen nicht mehr ohne weiteres angewendet werden. Die zulässigen Lasten aus den Traversentabellen können nicht voll ausgenutzt werden, sondern müssen gesondert errechnet werden.

Die auftretenden Auflagerkräfte lassen sich nicht mehr durch Gesamtlast dividiert durch die Anzahl der Auflager ermitteln. Dies ist eine absolut falsche Abschätzung und sollte auf gar keinen Fall angewendet werden. Bei den Randabhängungen ergibt sich eine Kraft von $0,375 \times 8 \times (0,5+0,1) = 1,80 \text{ kN}$, das Mittelaullager $1,25 \times 8 \times (0,5+0,1) = 6,0 \text{ kN}$ (Idealisiert ist hier mit starren Auflagern gerechnet, bei genauer Berechnung sind Seil/Kettenlängen zu berücksichtigen). Diese Berechnung gilt nur wenn die Abhängungen gleich lang sind und bzw. die Motoren immer mit gleicher Geschwindigkeit verfahren werden.

Gerade beim Verfahren von Riggs unter Last mit mehr als zwei Motoren auf einer Länge bzw. mit mehr als drei Motoren in einem ebenen System kann die berechnete Lastverteilung nur über lastgesteuerte Motoren erfolgen.



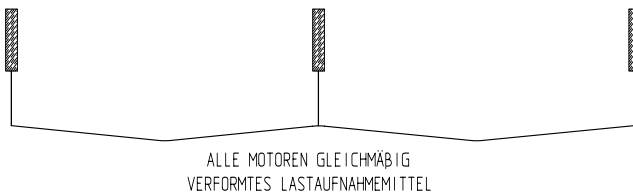
Beispiel 2 Traversenlänge 2 x 8,0m Belastung 0,50 kN/m, d.h. Belastung von 50 kg/m, Eigengewicht der Traverse 0,10 kN/m

Fehlerteufel

Beim letzten Artikel zu der Serie „Statik in der Veranstaltungstechnik“ (Nr. 5) hat leider der Fehlerteufel zugeschlagen und in den Formeln das „Malzeichen“ durch ein „E“ ersetzt. Der korrekte Artikel steht für alle Interessenten als Download auf den Internetseiten www.krasenbrink-bastians.de und www.vplt.org als Download bereit oder kann direkt vom Ingenieurbüro vom Felde per Email unter vomfelde@vom-felde.de angefordert werden.

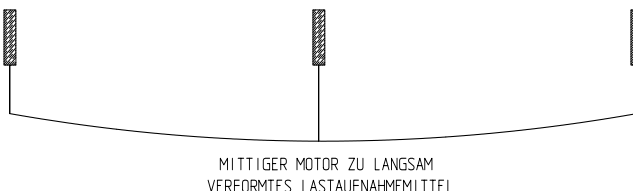
Die Redaktion

Wenn die Motoren nicht gleichmäßig ziehen, wird es zu einer Lastumverteilung kommen. Dies kann zu einer Überlastung der Hängepunkte sowie des Riggs führen. Das sei am Beispiel des Zweifeldträgers gezeigt:



Abhängelast Rand = 1,80 kN, Abhängelast Mitte = 6,0 kN
 Maximales Biegemoment für das Lastaufnahmemittel
 $M = (0,5+0,1) \times 8^2/8 = 4,80 \text{ kNm}$ (am mittigen Lager; Stützmoment)

Unter der Voraussetzung, dass die mittige Abhängung nicht gleichmäßig mit den Randabhängungen verfährt, ergibt sich die folgende Konstellation.



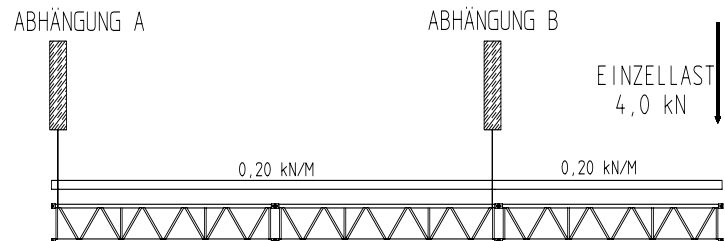
Extremfall: mittige Abhängung ist lastfrei

Abhängelast Rand = 4,8 kN, Abhängelast Mitte = 0 kN
 Maximales Biegemoment für das Lastaufnahmemittel
 $M = (0,5+0,1) \times 16^2/8 = 19,2 \text{ kNm}$ (Feldmoment für 16m Spannweite)

Das Biegemoment hat sich somit vervierfacht. In diesem Fall sind dann auch die Sicherheiten soweit ausgeschöpft, dass ein Versagen sehr wahrscheinlich ist.

Besondere Systeme:

Seilgehängte Systeme können auch instabil sein (siehe Beispiel unten): Bei dem vorliegenden System drückt die Einzellast die Traverse am ersten Auflager nach oben. Hier muß also ein räumlich ausgesteifter Druckstab angebracht sein, da sonst das System einfach versagt.



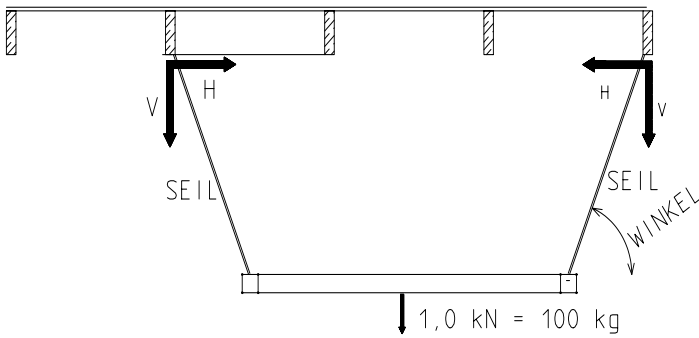
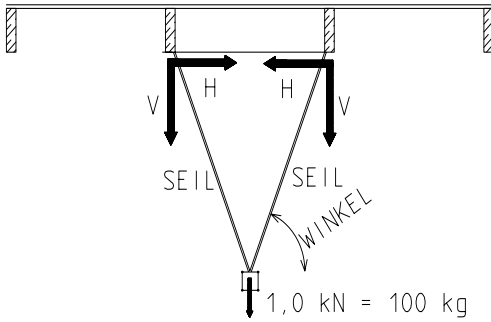
Beispiel:

Ein 8,0m Einfeldträger
 mit 4,0 m Kragarm.
 Streckenlast 0,10 kN/m + 0,10 kN/m Eigengewicht

Schräge Abhängungen

In der Regel werden für die Anschlagpunkte in einer Halle nur vertikale Lasten angegeben. Sollten die Riggs mit Motoren nur senkrecht verfahren werden, ist diese Lastinformation für die Deckenträger auch ausreichend. Oftmals werden Riggs auch durch Lifte oder Motoren verfahren und dann „totgehängt“. Dieses „Tothängen“ sollte dann auch nur senkrecht erfolgen.

Manchmal ist es notwendig schräge Abhängungen auszuführen (Bridle). Dabei entstehen am Anschlagpunkt der Abhängungen neben den senkrechten Kräften auch horizontale Kräfte, die je nach Winkel genauso groß oder größer als die Vertikalkomponente sein können. Diese müssen auf jeden Fall gesondert betrachtet werden. Oftmals können die horizontalen Kräfte von den Hallenkonstruktionen nicht aufgenommen werden.

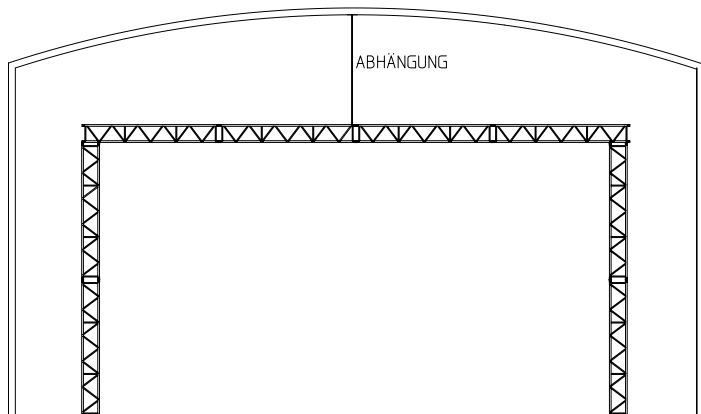


In den Seilen des Bridles können abhängig vom Winkel Seilkräfte auftreten, die ein Vielfaches der angehängten Last betragen. Angehängte Last 1,0 kN (100 kg)
Siehe Tabelle

Winkel der Abhängung	Seilkraft je Seil	Vertikaler Anteil am Anschlagpunkt	Horizontaler Anteil am Anschlagpunkt
80°	0,51 kN	0,50 kN	0,09 kN
45°	0,71 kN	0,50 kN	0,50 kN
15°	1,93 kN	0,50 kN	1,87 kN

Traversenrigg teilweise an der Decke abhängen und auf Stützen stellen: Das gleichzeitige Abhängen und Stützen ist nur unter bestimmten Umständen möglich. Es muss sichergestellt sein, dass die Verformungen der Dach- und Deckenkonstruktion sehr klein bleiben oder systembedingt ohne Einfluss bleiben.

Ansonsten führt die Verformung zu ungewollten Lastumlagerungen, wie auch schon bei ungleichmäßig ziehenden Motoren erläutert. Das folgende Beispiel soll dies weiter erläutern:



Bei der oben gezeichneten Konstruktion muss sichergestellt werden, dass eine Dachverformung das System nicht ungünstig

stig verändert. Es gibt Hallendächer und Decken die sich um mehrere Zentimeter heben oder senken. Dies kann schon bei Dächern durch Temperaturänderungen (Tag und Nacht), Belastungen aus Schnee oder Wind oder bei Decken durch Verkehrslasten auftreten, die zum Zeitpunkt der Montage der Traversenkonstruktion nicht wirkten.

Sicherung von Personen an Traversenriggs: Die Sicherung von Personen mit ihrer PSA an Traversenriggs ist gesondert nachzuweisen. Bei Benutzung eines Falldämpfers ist eine Sturzlaster von 6,0 kN aufzunehmen. Ohne Falldämpfer (mit weitaus größeren resultierenden Lasten) dürfte es kaum Systeme geben, die dieser Belastung standhalten. Auch die 6,0 kN können von vielen Systemen nicht aufgenommen werden! Insbesondere bei Riggs aus „Deko-Traversen“ sollte man sich schon sehr genau überlegen bzw. überprüfen, ob man diese als Sicherungspunkt für die PSA benutzen darf.

Damit sind wir wieder am Anfang unseres Artikels. Traversenriggs sind komplexe Konstruktionen, die nur mit fundierten Kenntnissen installiert werden können. Ausreichende statische Kenntnisse sind unbedingt notwendig, um langfristig schadens- und unfallfrei zu bauen.

Autoren: Frank Bastians, Stefan Krasenbrink, Jan Keppler, Ralf-Harald vom Felde. Weitere Informationen gibt es von den Autoren unter www.krasenbrink-bastians.de sowie www.vom-felde.de

