

RIGGERMEISTER LEITFADEN FÜR DIE LAUTSPRECHERAUFHÄNGUNG

Niemand hängt höhere Lasten an weniger Punkten
über mehr Menschen als der Lautsprecherrigger.

Written and Distributed By:

ATM
FLY - W A R E®

21000 S Wilmington Ave ■ Carson ■ CA ■ 90810-1247 ■ USA

Tel 310.834.5914 ■ Fax 310.834-3042

877.RIG.MORE

www.atmflyware.com

RIGGERMEISTER

EINLEITUNG

VORWORT

Der Riggingindustrie kommt bei der sicheren und erfolgreichen Durchführung von Veranstaltungen eine sehr entscheidende Rolle zu. Dies ist ebenso klar erkennbar wie die Tatsache, dass die Riggingindustrie ständig expandiert. Folglich bieten immer mehr Hersteller spezielle Bauteile und Schulungsprogramme für diese Branche an, in der Absicht, die Riggingindustrie in einem für alle Beteiligten sicheren und profitablen Zustand zu halten.

Verglichen mit anderen Branchen nimmt die Riggingindustrie trotz des starken Wachstums ein eher kleines Marktsegment ein. Dies liegt in der Natur der Sache, eine gewisse Übersichtlichkeit des Marktes ist also gegeben. Eben deshalb ist die Riggingindustrie auch recht empfänglich für neue Entwicklungen und reagiert leicht auf Veränderungen.

Hersteller, Rigger und Kunden sind nun gefordert, die Branche in einem stabilen, sicheren und profitablen Zustand zu halten. Notwendige Aktivitäten sind hier unter anderem Schulungsprogramme und Informationsaustausch innerhalb der Branche und mit artverwandten Unternehmen.

Veranstaltungsrigging ist ein risikoreiches Geschäft. Alle Beteiligten müssen über ein Mindestmaß an Ausbildung und Erfahrung verfügen. Die Rahmenbedingungen hierfür werden am besten innerhalb der Riggingindustrie festgelegt. Die nicht im Sinne der Beteiligten liegende Alternative wäre eine staatliche Regelung.

Sie lesen hier die Information RIGGERMEISTER: LEITFADEN FÜR DAS AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN. Dies ist ein verantwortungsvoller Schritt, Ihr Wissen über Veranstaltungsrigging zu erweitern. AMT Fly-Ware gratuliert Ihnen dazu, und die Riggingindustrie dankt Ihnen für Ihr Verantwortungsbewusstsein.

Bitte bedenken Sie bei der Lektüre dieser Informationen, dass für viele der hier aufgeführten Punkte keine eindeutige Informationsquelle existiert. Seien Sie sich darüber im Klaren, dass Sie immer etwas dazulernen oder bestehendes Wissen vertiefen können. Bedenken Sie auch, dass ein Teil der Verantwortung, die Riggingindustrie sicher und profitabel zu halten, bei Ihnen liegt. Wann immer Ihnen eine Situation gefährlich oder bedrohlich erscheint, liegt es an Ihnen, sich dazu zu äußern. .

Bitte achten Sie auf Sicherheit und gehen Sie verantwortungsbewusst beim Aufhängen von Lautsprechern vor. Helfen Sie der Riggingindustrie, sich selbst zu regulieren.

Vielen Dank für Ihre Unterstützung.

Allzeit sicheres Arbeiten,
Andrew T. Martin,
Präsident/CEO
ATM Group, Inc.



a division of **ATM GROUP, Inc.** ■ www.atmflyware.com ■ 888.RIG.MORE
USA ■ 21000 S Wilmington Ave ■ Carson ■ CA 90810-1247 ■ Tel 310.834.5914 Fax 310.834.3042

RIGGERMEISTER

HAFTUNG

DEFINITION

Diskussionen über Haftungsfragen sind selten einfach zu führen, da Haftung nicht ohne weiteres in Größenordnungen definiert werden kann. Mit anderen Worten: Der Begriff „Haftung“ ändert sich in Abhängigkeit von den Umständen und Gesetzen, die zur Debatte stehen, ständig. Trotzdem mag es nützlich sein, die Definition von Haftung zu erfahren;

haft♦bar *Adj.* für etwas ~ sein, für etwas haften, bürgen,
für etwas verantwortlich sein; jmdn. für etwas
haftbar machen: für einen Schaden ~ sein

PRODUKTHAFTUNG

Die Produkthaftung bezieht sich auf den Hersteller eines Produktes. Der Hersteller ist haftbar, wenn ein hergestelltes und verkauftes Produkt aufgrund nachlässiger Fertigung, fehlerhaften Materials oder anderer Mängel bei vorschriftsmäßiger Bedienung versagt. Dabei ist der Hersteller jedoch nicht für Schäden haftbar, die auftreten, wenn das Produkt missbräuchlich oder in nicht dafür vorgesehenen Anwendungen eingesetzt wird.

Aufgrund dieser allgemeingültigen Aussage ist es wichtig, dass Firmen und Personen, die sich mit der Aufhängung von Lautsprechern beschäftigen, ausschließlich solche Produkte erwerben, die für die Überkopfmontage ausgelegt sind und die vom Hersteller ausdrücklich für diesen Zweck ausgewiesen wurden. Der Kennzeichner, Käufer, der ausführende Betrieb bzw. der Anwender eines Produktes, das nicht ausdrücklich für Überkopfmontage zertifiziert wurde, kann im Falle eines Unglücks ganz oder teilweise für Schäden haftbar gemacht werden.

Eine Firma, welche die Philosophie der Risikominderung verfolgt, wird alles in ihrer Macht stehende unternehmen, um ihre Produkte und Dienstleistungen in Einklang mit bestehenden Normen zu bringen, sowie diese nach höchsten Qualitätsmaßstäben zu fertigen und dabei jede Stufe des Fertigungsprozesses dokumentieren. Diese Organisationen sind darauf ausgerichtet, über einen sehr langen Zeitraum zu existieren und bereitwillig die Verantwortung in Verbindung mit sicherheitskritischen Anwendungen zu übernehmen.

Eine Firma mit risikoaversiver Philosophie, ist darauf ausgelegt, im Falle eines Unglücks mit einem ihrer Produkte aufgelöst werden zu können. Die folgende Tabelle vergleicht die zwei Philosophien des Risikomanagements.

RIGGERMEISTER

HAFTUNG

Faktor	Risikaversion	Risikominimierung
Normen	Übereinstimmung	keine Übereinstimmung
Qualitätskontrolle	Auslagerung der Verantwortlichkeit	Eigenverantwortlich
Rückverfolgbarkeit	keine	Vollständig (Material, Fertigung, Qualitätskontrolle)
Fertigung	Ausgelagert	Hausintern
Entwicklung	durch Vertragspartner	Hausintern
Produktbetreuung	Ausgelagert	Direkt
Fertigungskonzept	Virtuell	Vertikal
Verhalten im Schadenfall	Geringer Versicherungsanteil, Auflösung der Organisation	Hoher Versicherungsanteil, verteilte Haftung, Produktrückruf, Marktauswirkung beobachten
Risiko für Fertigungsbetrieb	Breitbandig	Extrem schmalbandig
Risiko für Berater	Breitbandig	Extrem schmalbandig
Risiko für Zulieferer	Breitbandig	Sehr schmalbandig
Risiko für Verkäufer	Breitbandig	Sehr schmalbandig
Risiko für Anwender	Breitbandig	Schmalbandig

RIGGERMEISTER

HAFTUNG

RÜCKVERFOLGBARKEIT

Eine Methode, das Produkthaftungsrisiko zu minimieren, besteht darin, nur Produkte einzukaufen, welche in ein Rückverfolgungssystem eingebunden sind. Rückverfolgungssysteme schützen den Hersteller im allgemeinen vor Produkthaftungsansprüchen, indem sichergestellt wird, dass die Produkte gemäß bestimmter Anforderungen gefertigt wurden. Wurden die Produkte für Überkopfmontage entwickelt und zertifiziert, und lässt sich weiterhin nachweisen, dass bei der Fertigung alle spezifizierten Vorgaben eingehalten wurden, lässt sich als letzte Alternative die Ursache für ein Versagen nur noch beim Anwender suchen. Das Rückverfolgungssystem bietet dem Anwender durchaus Vorteile, solange die Produkte den Vorgaben des Herstellers entsprechend eingesetzt werden. Letztendlich werden nur wirklich verantwortungsbewusste Hersteller ein Rückverfolgungssystem einsetzen, somit wird dem Anwender hierdurch eine gewisse Sicherheit geboten.

BERATERHAFTUNG

Der Kennzeichner eines Produktes, welches nicht für einen gegebenen Zweck geeignet, aber als solches ausgegeben wurde, kann bei falschem oder nicht anwendungsgerechtem Einsatz für daraus resultierende Schäden haftbar gemacht werden. Der Anwender und vermutlich auch der Hersteller wird das Auftreten von Schäden dokumentieren. Der Kennzeichner des Produktes wird hier als qualifizierter Sachkundiger betrachtet und ist somit im Sinne des Gesetzes verantwortlich.

VERKÄUFERHAFTUNG

Der Verkäufer eines Produktes, welches nicht für einen gegebenen Zweck geeignet, aber als solches ausgegeben wurde, kann bei falschem oder nicht anwendungsgerechtem Einsatz für daraus resultierende Schäden haftbar gemacht werden. Der Verkäufer des Produktes wird hier als qualifizierter Sachkundiger betrachtet und ist somit im Sinne des Gesetzes verantwortlich.

ANWENDERHAFTUNG

Der Anwender eines Produktes, welches nicht für einen gegebenen Zweck geeignet, aber als solches eingesetzt wurde, kann bei falschem oder nicht anwendungsgerechtem Einsatz für daraus resultierende Schäden haftbar gemacht werden. Der Anwender des Produktes wird hier als qualifizierter Sachkundiger betrachtet und ist somit im Sinne des Gesetzes verantwortlich.



RIGGERMEISTER

HAFTUNG

STELLVERTRETENDE HAFTUNG

Eine Partei kann für die Handlungen einer anderen verantwortlich gemacht werden, wenn diese Handlungen als Teil einer abgegrenzten Arbeitsanweisung ausgeführt werden oder wenn diese Handlungen das Ergebnis einer Arbeitsanweisung sind, auch wenn diese Handlungen nicht genehmigt oder gebilligt wurden.

MITVERANTWORTUNG BEI FAHRLÄSSIGKEIT

Jede Person, die an Kennzeichnung, Verkauf, Kauf oder Installation eines Produktes beteiligt ist und über eine unsachgemäße Verwendung Kenntnis besitzt, ist dafür im Sinne des Gesetzes mitverantwortlich.

RISIKOMANAGEMENT

Risikomanagementsysteme werden sehr spezialisiert eingesetzt und müssen exakt auf die jeweilige Anwendung ausgerichtet werden, um ihre Wirkung voll entfalten zu können. Bei richtiger Implementierung reduziert ein Risikomanagementprogramm jedoch die Haftungsbelastung deutlich und kann so auch zu günstigeren Versicherungsprämien führen.

Bestehende Normen sollten grundsätzlich in das Risikomanagement eingebunden werden. Außerdem ist es wichtig, dass alle Riggingbauteile nach diesen Normen geplant und konstruiert werden. Die aus den Normen hervorgehenden Richtlinien sollten zusammen mit allen sonstigen für das System geltenden Vorschriften festgelegt und dokumentiert werden.

Eingekaufte Bauteile sollten durch den Hersteller auf ihre Eignung für den jeweiligen Zweck geprüft werden. Unterweisungen in Gebrauch und richtigem Einsatz der Produkte sollten ebenfalls Teil des Risikomanagements sein und entsprechend dokumentiert werden.

Sowohl der Gebrauch als auch die Art des Einsatzes der Produkte sollten regelmäßig geprüft und dokumentiert werden. Dies gilt auch für regelmäßige Wartungsarbeiten. Mit der Überprüfung und Dokumentation sollte eine qualifizierte Person beauftragt werden, welche dann auch eine Fehleranalyse erstellt, aufgrund derer dann regelmäßige Korrekturen durchgeführt und wiederum dokumentiert werden.

RÜCKVERFOLGBARKEIT

Rückverfolgungssysteme werden vom Hersteller eingesetzt, um das Risiko erfolgreicher Produkthaftungsansprüche zu minimieren. Der durch die Rückverfolgbarkeit ge-

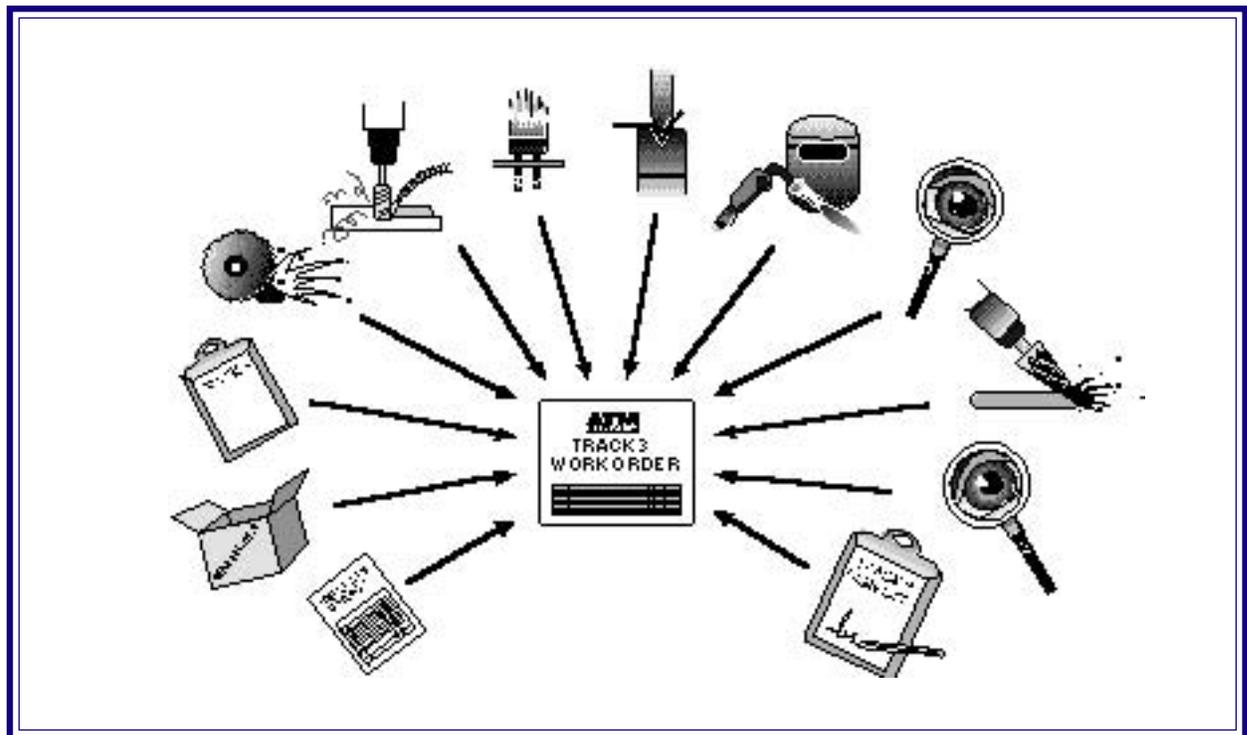
RIGGERMEISTER

HAFTUNG

botene Schutz gilt sowohl für den Hersteller als auch für jede Person, die ein durch diese Schutz abgedecktes Produkt kauft, installiert oder verwendet.

Mit Hilfe des Rückverfolgungssystem wird der Nachweis erbracht, dass ein Produkt entsprechend bestehender Vorgaben hergestellt wurde. Dies wird durch genaueste Dokumentation und Toleranzprüfungen in jeder Phase des Herstellungsprozesses erreicht. Weiterhin dienen Rückverfolgungssysteme dazu, Produkte im Falle eines Schadens oder Produkthaftungsanspruchs anhand ihrer Seriennummer zu identifizieren. Das Rückverfolgungssystem gibt dem Hersteller auch die Möglichkeit, Produkte im Falle eines Materialfehlers vom Markt zurück zu rufen.

Rückverfolgungssysteme erweisen sich als zweckmäßiges Mittel zur Minimierung von Haftungsrisiken bei Kauf und Installation von Hängesystemen zur Überkopfmontage. Die Rückverfolgbarkeit bietet so dem Käufer und dem Anwender die Möglichkeit, die Eignung und ausreichende Dimensionierung der Systeme für die vorgesehene Anwendung zu überprüfen. Versagt dann ein Teil des Systems, bleibt als Ursache hierfür nur noch eine unsachgemäße Anwendung durch Dritte oder Mängel bei der regelmäßigen Wartung.



RIGGERMEISTER

KONSTRUKTIONSÜBERLEGUNGEN

SELBSTREGULIERUNG

In den Vereinigten Staaten gibt es keine offizielle Regulierungsbehörde, welche Richtlinien oder Vorschriften zu Riggingmethoden und Produkten für die professionelle Riggingindustrie herausgibt. Jedoch besteht bei Herstellern und Anwendern von Riggingprodukten eine weitgehende Übereinstimmung in grundsätzlichen Sicherheitsfragen bei der Aufhängung von Lautsprechern.

Um eine sichere Arbeitsumgebung innerhalb der Riggingindustrie zu bewahren und um staatlichen Regelungen vorzugreifen, sind gemeinsame Anstrengungen zur Einhaltung der selbstregulierten Industriestandards notwendig. Staatliche Regelungen würden zu einem deutlichen Kostenanstieg für Hersteller und Anwender führen. Die Selbstregulierung innerhalb der Riggingindustrie ist für alle Beteiligten der bevorzugte Weg.

SICHERHEITSAKTOR 5

Der durch die Selbstregulierung festgelegte Sicherheitsfaktor in der professionellen Riggingindustrie beträgt 5. Ein Sicherheitsfaktor dient dazu, eine zusätzliche Sicherheit bei der Verwendung von Riggingbauteilen zu garantieren. Der Sicherheitsfaktor wird auch mit den Begriffen Sicherheit oder Sicherheitszahl beschrieben.

Der Sicherheitsfaktor ist das Verhältnis zwischen tatsächlicher und zulässiger Belastbarkeit eines Bauteils. Beispiel: Ein Bauteil zur Lautsprecheraufhängung hat einen Sicherheitsfaktor von 5. Das Bauteil ist für eine tatsächliche Bruchfestigkeit von 1000 kg ausgelegt und dimensioniert. Zur Bestimmung der zulässigen Belastung wird durch die Sicherheitszahl dividiert:

1000 kg bei einer Sicherheitszahl von 5 = $1000/5 = 200 = 200$ kg zulässige Belastung.

Die zulässige Belastung ist der Wert, mit dem ein Bauteil sicher belastet werden kann. Dieser Wert darf nicht überschritten werden, da unter bestimmten Umständen auch unter Berücksichtigung des Sicherheitsfaktors ein Bruch auftreten kann.

Der durch Selbstregulierung festgelegte Sicherheitsfaktor von 5 kann auf nahezu alle Bauteile für Veranstaltungsrigging angewendet werden. Natürlich kann es nicht schaden, einen höheren Wert als 5 zu verwenden, jedoch ist dieser für die meisten Anwendungen ausreichend.

RIGGERMEISTER

KONSTRUKTIONSÜBERLEGUNGEN

SICHERHEITSAKTOR 8

Innerhalb der selbstregulierten Norm gilt für bewegte Drahtseile, wie sie in Theatern für geflogene Systeme verwendet werden, ein Sicherheitsfaktor von 8. Der Grund dafür liegt in der Abnutzung bewegter Drahtseile. Abnutzung entsteht durch Reibung zwischen dem Drahtseil und den Rollen oder Führungen, aber auch durch interne Reibung, wenn das Seil gebogen wird.

Außer bei bewegten Drahtseilen empfiehlt ATM Fly-Ware auch für andere Bauteile, die einer ständigen Abnutzung oder Reibung unterliegen, einen Sicherheitsfaktor von 8. Dazu gehören textile Seile, Flaschenzüge, Sicherungsmittel und ähnliche Produkte.

GRENZLAST

Die Grenzl原因 wird im Zusammenhang mit der Sicherheitszahl zur Ermittlung der zulässigen Belastung verwendet. Im oben gezeigten Beispiel wurde eine Grenzl原因 von 1000 kg angenommen (Siehe Abschnitt **Sicherheitsfaktor 5**). Bei der Ermittlung der Grenzl原因 werden zwei verschiedene Messwerte verwendet: Die Bruchgrenze und die Streckgrenze.

Die Bruchgrenze ist erreicht, wenn das Bauteil beginnt, durch Bruch zu versagen. Die meisten Hersteller verwenden diesen Wert im Zusammenhang mit dem Sicherheitsfaktor, um die zulässige Belastung zu ermitteln, da die Bruchgrenze recht einfach durch Zugversuche festgestellt werden kann.

Die Streckgrenze ist der Punkt, an dem das Bauteil beginnt, sich zu verformen, ohne wieder in die ursprüngliche Form zurückzukehren. Das bedeutet, dass sich das Teil verbiegt und nicht wieder zurückfedert. Dieser Wert ist etwas schwieriger zu ermitteln, da die meisten Testvorrichtungen die Last kontinuierlich erhöhen, bis das Teststück zerstört ist. Wurde das Bauteil aber einmal überdehnt, tritt bereits ein Verschleiß ein, wodurch die ursprüngliche Belastungsgrenze nicht mehr gültig ist. So muss also eine große Anzahl von Teilen geprüft werden, um die Streckgrenze zu bestimmen.

Die Streckgrenze findet üblicherweise in der Entwicklungsphase ihre Anwendung, da sie dem Statiker Aufschluss über Materialermüdung und Langzeitverhalten gibt.

RIGGERMEISTER

KONSTRUKTIONSÜBERLEGUNGEN

STOSSBELASTUNG (DYNAMISCHE LAST)

Eine stoßweise oder dynamische Belastung tritt auf, wenn ein Objekt eine plötzliche Beschleunigung oder Verzögerung erfährt. Die Größe der dynamischen Belastung hängt von der Geschwindigkeit und der Richtungsänderung des Objektes ab. Mit der folgenden Formel lässt sich schnell ein näherungsweise Wert ermitteln;

$$\text{Kraft} = \text{Masse} \times \frac{\text{Geschwindigkeit}}{\text{Zeit}}$$

ERMÜDUNG UND ABNUTZUNG

Alle mechanischen Produkte ermüden und nutzen sich ab. Dies ist einer der Gründe, warum nicht bewegte Teile mit fünffacher und bewegte Teile mit achtfacher Sicherheit dimensioniert werden. Ermüdung und Abnutzung lassen sich nicht vermeiden, jedoch lässt sich die Lebensdauer eines Teiles durch Schmierung und Pflege erhöhen. Der Hersteller der Teile sollte Pflege- und Wartungsanweisungen bereithalten.

Alle Teile eines Riggingsystems sollten regelmäßig kontrolliert werden. Abgenutzte oder ermüdete Teile sollten sofort außer Betrieb genommen werden.

Durch Überlastung kann es ebenfalls zur Ermüdung von Teilen kommen. Durch eine Stoßbelastung kann die Nutzlast eines Bauteils, abhängig vom Material, um 50% oder mehr vermindert werden. Sofern dieser Sachverhalt relevant ist, sollte er in der Produktinformation des Herstellers dargestellt werden.

RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

BELASTBARKEIT GESCHNÜRTER SCHLINGEN

Tragfähigkeit der geschnürten Schlinge =

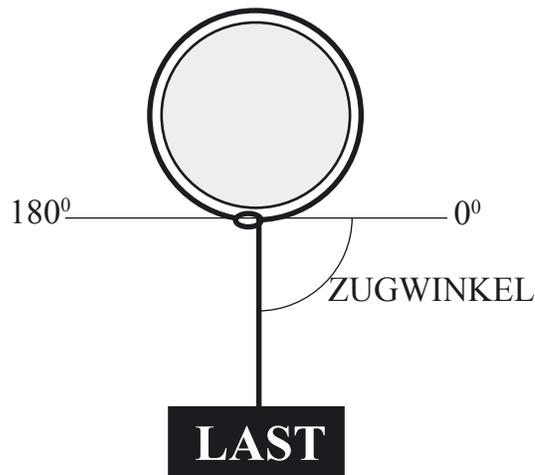
(Tragfähigkeit Schlinge) (Lastanschlagfaktor)(Korrekturwert Zugwinkel)

MATERIAL - LASTANSCHLAGFAKTOR

Wire Rope	70% - 75%
Fiber Strap	75% - 80%
Fiber Rope	50%
Chain	75%

WINKEL - KORREKTURWERT

120° - 180°	100%
90° - 119°	87%
60° - 89°	74%
30° - 59°	62%
0° - 29°	49%



BEISPIEL

Drahtseil aus galvanisiertem Flugzeugstahl, 1/2 " -7X19 mit Zugwinkel 90°;

Belastbarkeit geschnürte Schlinge = (*1948)(70% oder (0,70))(87% or (0,87))

Belastbarkeit geschnürte Schlinge = 1208,26 kg

*** zulässige Belastung 1/2"-7X19 GAC = 1948 kg**

RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

UNGEFÄHRE FESTIGKEIT VON STAHLSEILEN BEI BIEGUNG ÜBER STANGE

Formeln aus MACWHITE-Katalog G-18 S.174

Für Vollstahlherzseil 6X19 (6X19 IWRC):

$$D = \frac{\text{Stangendurchmesser}}{\text{Nenn Durchmesser Stahlseil}}$$

$$\text{Wenn } D \leq 6, \text{ Wirkungsgrad Stahlseil} = 100 - \frac{50}{\sqrt{D}}$$

$$\text{Wenn } D > 6, \text{ Wirkungsgrad Stahlseil} = 100 - \frac{76}{D^{0.73}}$$

BEISPIEL

Drahtseil, Durchmesser 1,5 cm, über eine 1,5 cm starke Stange gebogen;

$$D = \frac{1,5 \text{ cm}}{1,5 \text{ cm}} = 1$$

$$\text{Wenn } D \leq 6, \text{ Wirkungsgrad Stahlseil} = 100 - \frac{50}{\sqrt{1}} = 100 - \frac{50}{1} = 100 - 50 = 50$$

(1/2"-6X19 IWRC) Nutzlast = 1993 kg
 Angepasste Nutzlast Stahlseil = 1993 kg X 50% oder (0,50)

$$\text{WLL} = \underline{996,5 \text{ kg}}$$

(Diese Formel wegen $D \leq 6$ nicht verwendet);

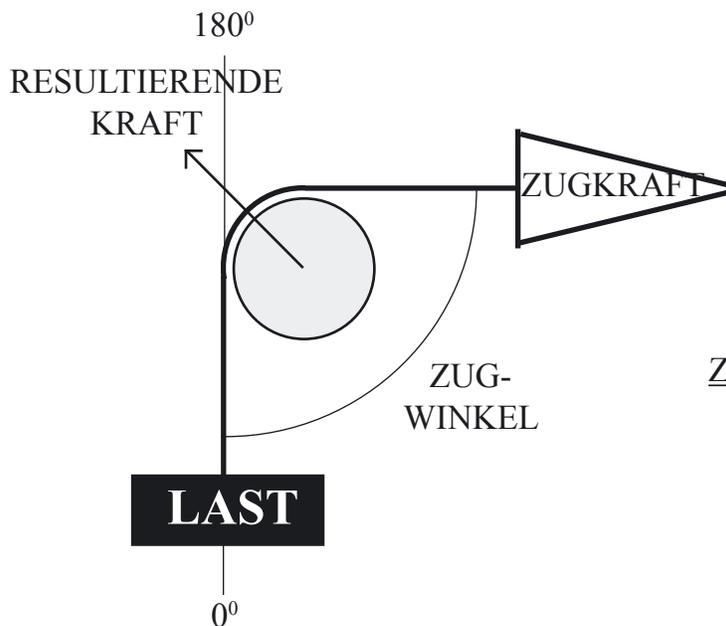
$$\text{Wenn } D > 6, \text{ Wirkungsgrad Stahlseil} = 100 - \frac{76}{D^{0.73}}$$

RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

RESULTIERENDE KRAFT

Resultierende Kraft = (Zugkraft)(Richtungsfaktor)



ZUGWINKEL - RICHTUNGSFAKTOR

180°	0%
150°	52%
120°	100%
90°	141%
60°	173%
30°	193%
0°	200%

BEISPIEL

Für ein Stahlseil mit angehängter Last von 1000 kg und Zugwinkel 90°;

Resultierende Kraft = (1000)141% oder (1000)(1,41)

Resultierende Kraft = 1410 kg

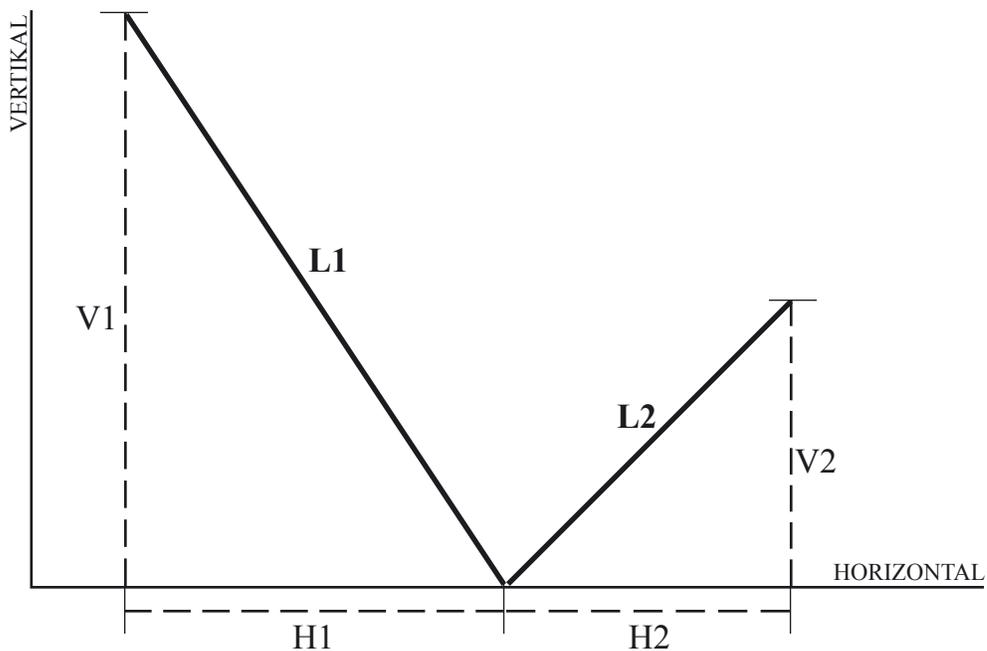
RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

LÄNGE DER GEHÄNGESEILE FÜR HORIZONTALE VERSTELLUNG

$$\text{Länge Seil 1: } L1 = \sqrt{V1^2 + H1^2}$$

$$\text{Länge Seil 2: } L2 = \sqrt{V2^2 + H2^2}$$



BEISPIEL

Gehänge aus zwei Seilen;

Seil 1 beginnt bei 40 cm vertikal (V1) und endet bei 30 cm horizontal (H1).

Seil 2 beginnt bei 25,5 cm vertikal (V2) und endet bei 17,75 cm horizontal (H2).

$$\begin{aligned} \text{Länge Seil 1:} \quad L1 &= \sqrt{40^2 + 30^2} \\ L1 &= \sqrt{1600 + 900} = \sqrt{2500} = 50 \\ L1 &= \underline{50'} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Länge Seil 2:} \quad L2 &= \sqrt{25.5^2 + 17.75^2} \\ L2 &= \sqrt{650.25 + 248.06} = \sqrt{898.31} = 29.97 \\ L2 &= \underline{\sim 30'} \end{aligned}$$

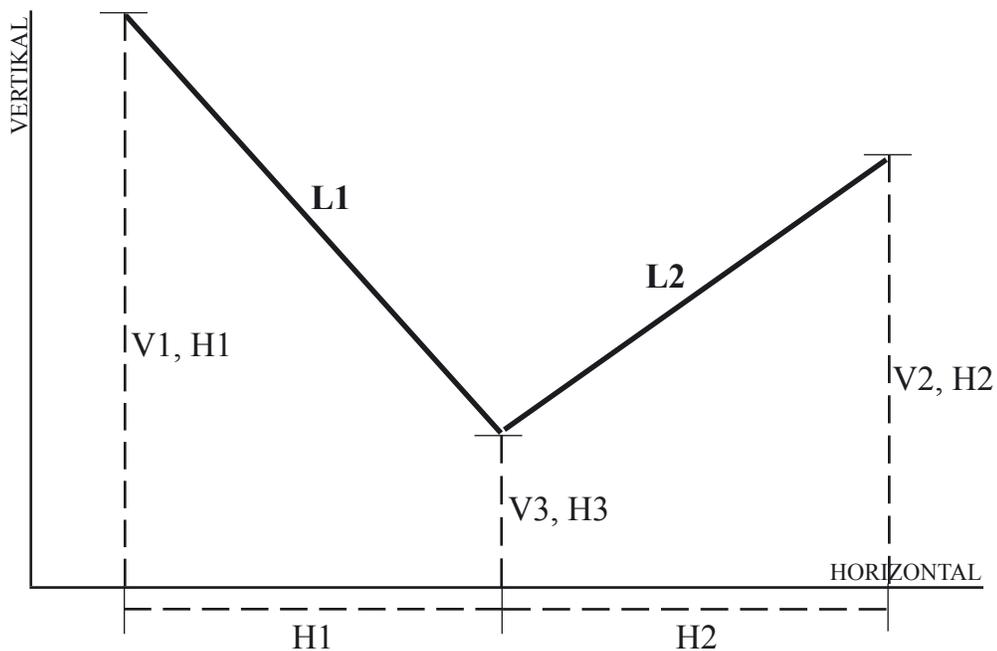
RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

LÄNGE DER GEHÄNGESEILE FÜR HORIZONTALE UND VERTIKALE VERSTELLUNG

$$\text{Länge Seil 1: } L1 = \sqrt{(V1 - V3)^2 + (H1 - H3)^2}$$

$$\text{Länge Seil 2: } L2 = \sqrt{(V2 - V3)^2 + (H2 - H3)^2}$$



BEISPIEL

Gehänge aus zwei Seilen - Schnittpunkt der Seile ($H3 = 0$) 5 m ($V3$) über dem Boden;
 Seil 1 beginnt bei 23 m vertikal ($V1$) und endet bei 9 m horizontal ($H1$).
 Seil 2 beginnt bei 19 m vertikal ($V2$) und endet bei 13 m horizontal ($H2$).

Länge Seil 1:

$$L1 = \sqrt{(23 - 5)^2 + (9 - 0)^2}$$

$$L1 = \sqrt{18^2 + 9^2} = \sqrt{324 + 81} = \sqrt{405} = 20,12$$

$$L1 = \underline{\sim 20 \text{ m}}$$

Länge Seil 2:

$$L2 = \sqrt{(19 - 5)^2 + (13 - 0)^2}$$

$$L2 = \sqrt{14^2 + 13^2} = \sqrt{196 + 169} = \sqrt{365} = 19,1$$

$$L2 = \underline{\sim 19 \text{ m}}$$

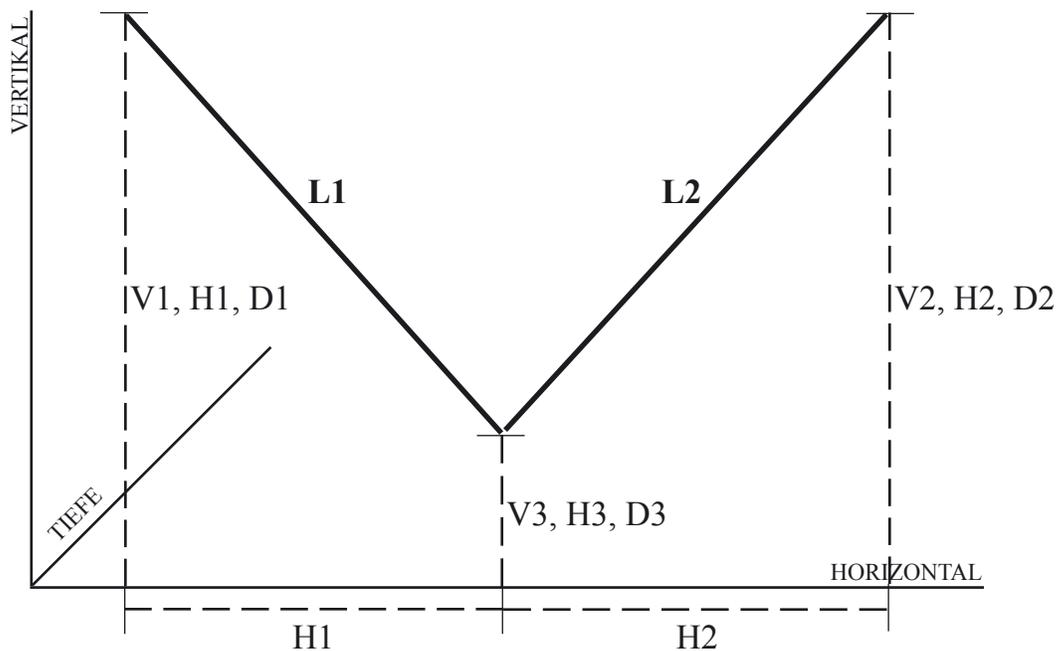
RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

LÄNGE DER SEILE FÜR DREIDIMENSIONALE VERSTELLUNG

$$\text{Länge Seil 1: } L1 = \sqrt{(V1 - V3)^2 + (H1 - H3)^2 + (D1 - D3)^2}$$

$$\text{Länge Seil 2: } L2 = \sqrt{(V2 - V3)^2 + (H2 - H3)^2 + (D2 - D3)^2}$$



BEISPIEL

Gehänge aus zwei Seilen - Schnittpunkt der Seile ($H3 = 0$) bei 5 m ($V3$) über dem Boden und 3 m ($D3$) von der Bühnenkante;

Seil 1 beginnt bei 20 m vert. ($V1$) und endet bei 13 m hor. ($H1$) und 0 m Tiefe ($D1$).

Seil 2 beginnt bei 20 m vert. ($V2$) und endet bei 13 m hor. ($H2$) und 6 m Tiefe ($D2$).

$$\begin{aligned} \text{Länge Seil 1: } L1 &= \sqrt{(20 - 5)^2 + (13 - 0)^2 + (0 - 3)^2} \\ L1 &= \sqrt{15^2 + 13^2 + 3^2} = \sqrt{225 + 169 + 9} = \sqrt{1070} = 32,71 \\ L1 &= \underline{\sim 32,7 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Länge Seil 2: } L2 &= \sqrt{(20 - 5)^2 + (13 - 0)^2 + (6 - 3)^2} \\ L2 &= \sqrt{25^2 + 13^2 + 3^2} = \sqrt{625 + 169 + 9} = \sqrt{803} = 28,34 \\ L2 &= \underline{\sim 28,3 \text{ m}} \end{aligned}$$

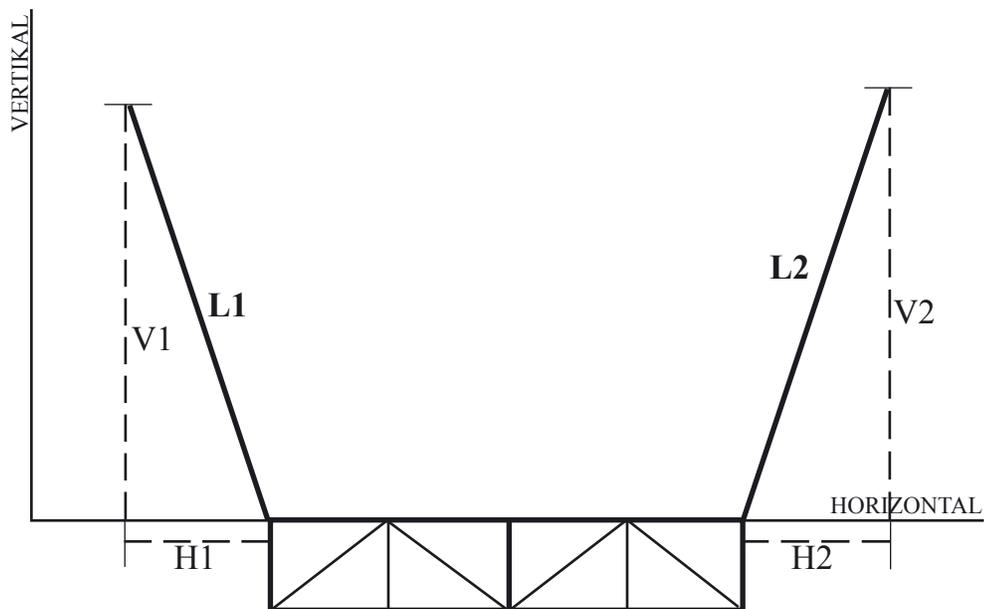
RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

LÄNGE DER HALTESEILE

Länge Halteseil 1: $L1 = \sqrt{V1^2 + H1^2}$

Länge Halteseil 2: $L2 = \sqrt{V2^2 + H2^2}$



BEISPIEL

Frei hängende Traverse an zwei Seilen;

Seil 1 beginnt bei 15 m vertikal (V1) und endet bei 3 m horizontal (H1).

Seil 2 beginnt bei 12 m vertikal (V2) und endet bei 4 m horizontal (H2).

Länge Seil 1: $L1 = \sqrt{15^2 + 3^2}$
 $L1 = \sqrt{225 + 9} = \sqrt{234}$
 $L1 = \underline{\sim 15,3 \text{ m}}$

Länge Seil 2: $L2 = \sqrt{12^2 + 4^2}$
 $L2 = \sqrt{144 + 16} = \sqrt{160}$
 $L2 = \underline{\sim 12,7 \text{ m}}$

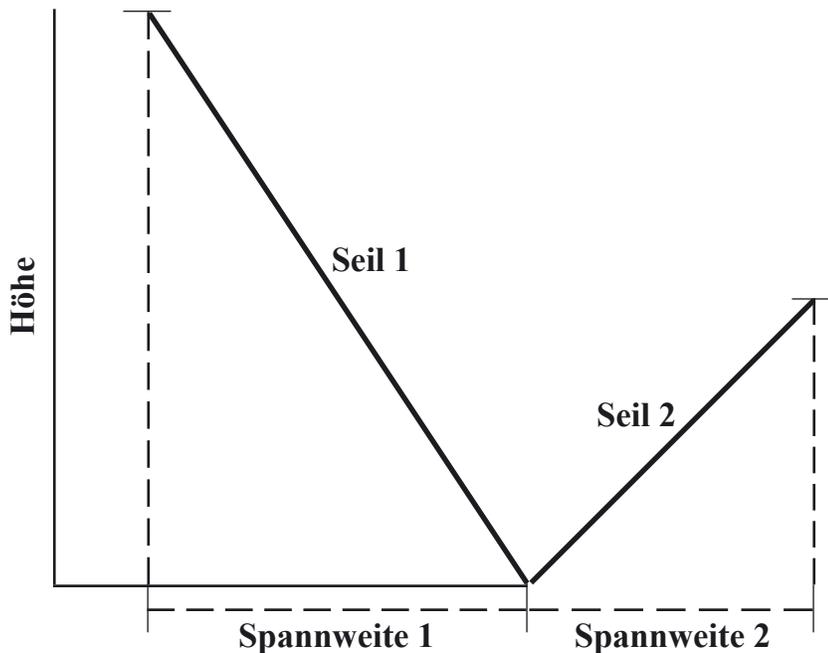
RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

NÄHERUNGSTABELLE FÜR SEILE EINES GEHÄNGES (ALLE LÄNGEN AUF NÄCHST KLEINEREN WERT GERUNDET)

Spannweite 1 oder 2

	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46		
5	5	6	8	9	11	13	15																		
10	10	11	12	13	14	16	17	19	21	22	24	26	28	30	32										
15	15	16	16	17	18	19	21	22	23	25	27	28	30	32	34	35	37	39	41	43	45	48			
20	20	20	21	22	22	23	24	26	27	28	30	31	33	34	36	38	39	41	43	45	47	48	50		
25	25	25	26	26	27	28	29	30	31	32	33	35	36	38	39	41	42	44	45	47	49	51	52		
30	30	30	31	31	32	32	33	34	35	36	37	38	40	41	42	44	45	47	48	50	52	53	55		
35	35	35	36	36	36	37	38	38	39	40	41	42	44	45	46	47	49	50	52	53	55	56	58		
40	40	40	40	41	41	42	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	54	55	57	58	59	61		

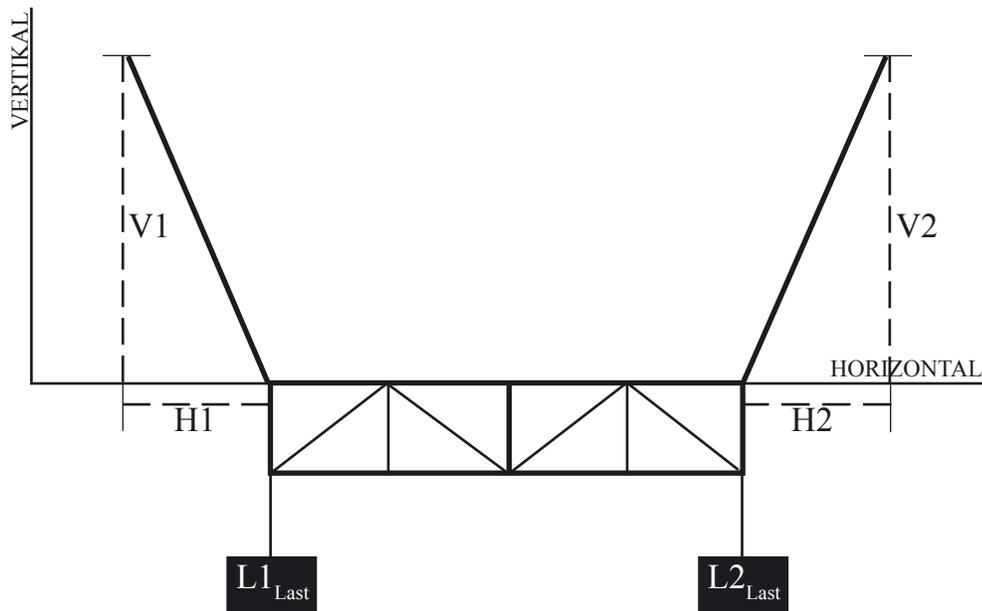


RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

POSITION DER LAST AM HALTESEIL

$$\left[\frac{H1}{V1} \right] L1_{Last} = \left[\frac{H2}{V2} \right] L2_{Last}$$



BEISPIEL

Traverse an zwei Halteseilen mit zwei Lasten;

Seil 1 beginnt bei 6 m vertikal (V1) und endet bei 6 m horizontal (H1).

Seil 2 beginnt bei 6 m vertikal (V2) und endet bei 7 m horizontal (H2).

$$\left[\frac{20}{20} \right] 500 = \left[\frac{22}{20} \right] 454.5$$

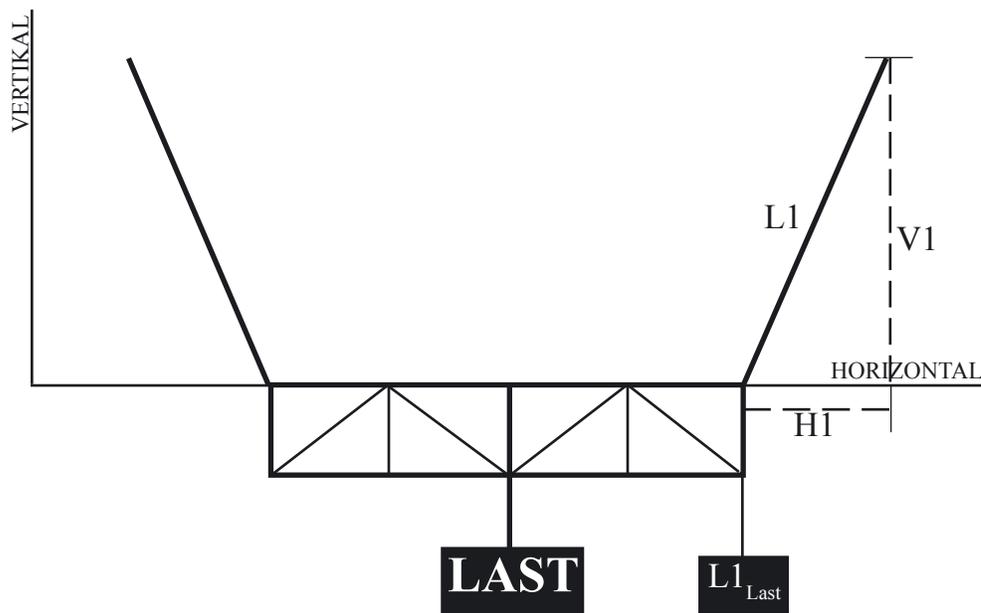
Soll die Traverse waagrecht hängen, gilt;
 Wenn $L1_{Last} = 500 \text{ kg}$, dann $L2_{Last} = 500 \text{ kg}$

RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

BELASTUNG DER HALTESEILE

$$\text{Belastung des Halteseiles} = \left[\frac{L1}{V1} \right] L1_{\text{Last}}$$



BEISPIEL

Frei aufgehängte Traverse an zwei Seilen mit 200 kg Last ($L1_{\text{Last}} = 100 \text{ kg}$);
Seil 1 beginnt bei 10 m vertikal (V1) und endet bei 7 m horizontal (H1).

$$\text{Belastung des Halteseiles} = \left[\frac{12,2}{10} \right] 200 = (1,22) 200$$

$$\text{Belastung des Halteseiles} = \sim 244 \text{ kg}$$

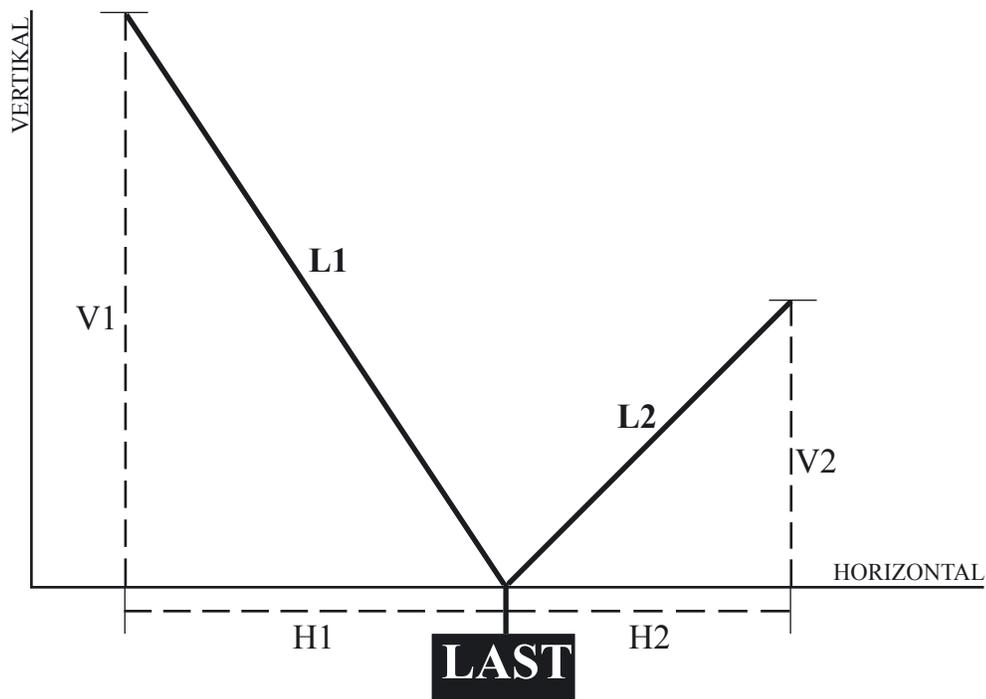
RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

SEILBELASTUNG BEI VERTIKALEM ZUG

$$\text{Belastung Seil 1: } T1 = \frac{L_{\text{Last}} L1 H2}{(V1 H2) + (V2 H1)}$$

$$\text{Belastung Seil 2: } T2 = \frac{L_{\text{Last}} L2 H1}{(V1 H2) + (V2 H1)}$$



BEISPIEL

Gehänge mit zwei Seilen und vertikaler Last von 200 kg (L_{Last});
 Seil 1 beginnt bei 14 m vertikal (V1) und endet bei 10 m horizontal (H1).
 Seil 2 beginnt bei 8 m vertikal (V2) und endet bei 5 m horizontal (H2).

$$\text{Belastung Seil 1: } T1 = \frac{200(14,32)(5)}{[(14)(5)] + [(8)(10)]} = \frac{14.320}{70 + 80}$$

$$T1 = \frac{14.320}{150} = \underline{\sim 95,47 \text{ kg}}$$

$$\text{Belastung Seil 2: } T2 = \frac{200(9,43)(10)}{[(14)(5)] + [(8)(10)]} = \frac{18.860}{70 + 80}$$

$$T2 = \frac{18.860}{150} = \underline{\sim 125,73 \text{ kg}}$$

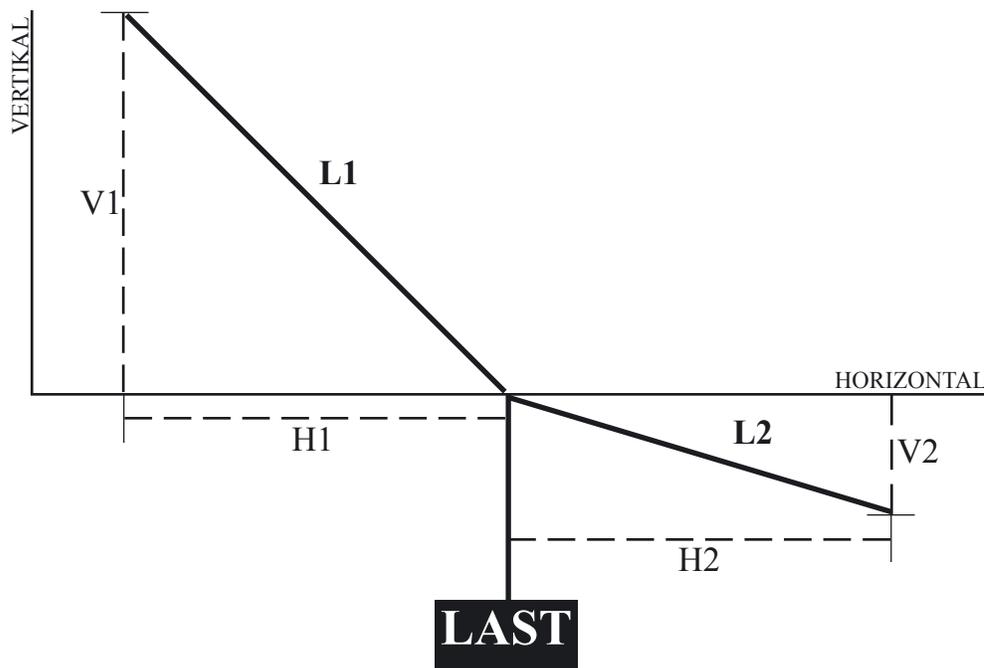
RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

LASTVERTEILUNG BEI VERTIKALER LAST UND ABWÄRTSZUG

$$\text{Belastung Seil 1: } T1 = \frac{L_{\text{Last}} L1 H2}{(V1 H2) - (V2 H1)}$$

$$\text{Belastung Seil 2: } T2 = \frac{L_{\text{Last}} L2 H1}{(V1 H2) - (V2 H1)}$$



BEISPIEL

GEhänge mit zwei Seilen und vertikaler Last von 200 kg (L_{Last});

Seil 1 beginnt bei 10 m vertikal (V1) und endet bei 6 m horizontal (H1).

Seil 2 beginnt bei 3 m vertikal (V2) und endet bei 7 m horizontal (H2).

$$\text{Belastung Seil 1: } T1 = \frac{200(11,66)(7)}{[(10)(7)] - [(3)(6)]} = \frac{16.324}{70 - 18}$$

$$T1 = \frac{16.324}{52} = \underline{\sim 314 \text{ kg}}$$

$$\text{Belastung Seil 2: } T2 = \frac{200(7,48)(6)}{[(10)(7)] - [(3)(6)]} = \frac{8976}{70 - 18}$$

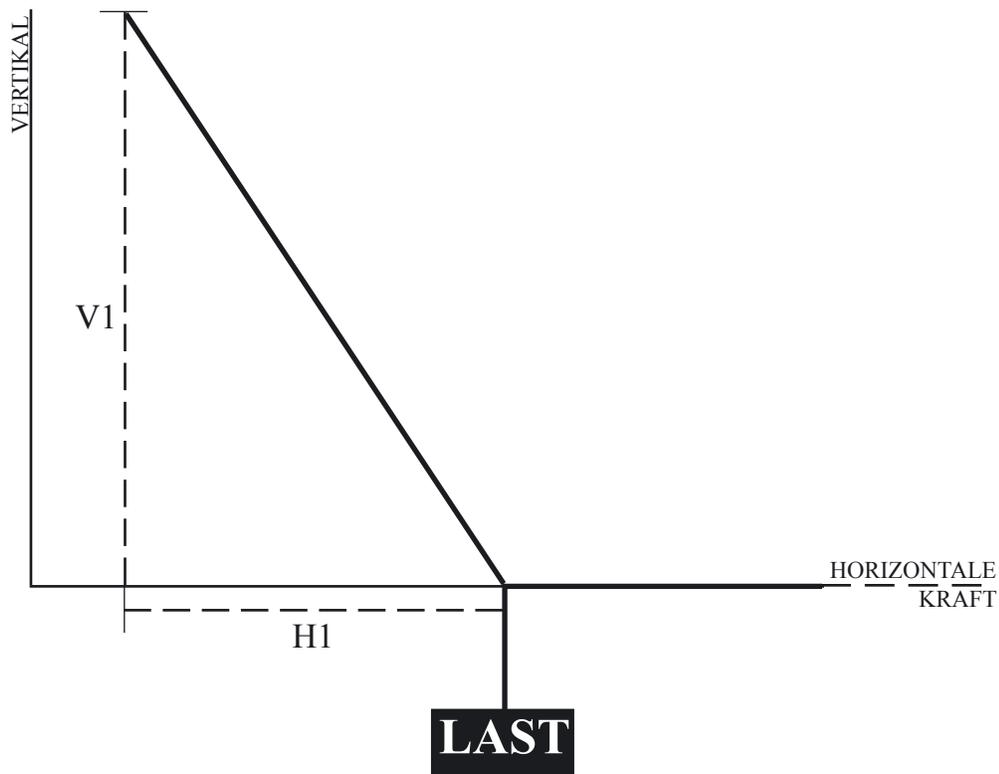
$$T2 = \frac{8976}{52} = \underline{\sim 172,6 \text{ kg}}$$

RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

HORIZONTALE KRAFT

$$\text{Horizontale Kraft} = \left[\frac{H1}{V1} \right] L_{\text{Last}}$$



BEISPIEL

Erforderliche Kraft, um 200 kg Last ($L_{\text{Last}} = 200 \text{ kg}$) 3 m aus der vertikalen zu ziehen; Seil 1 beginnt bei 15 m vertikal (V1) und endet bei 3 m horizontal (H1).

$$\text{Horizontale Kraft} = \left[\frac{3}{15} \right] 200 = (0,2) 200$$

$$\text{Horizontale Kraft} = \underline{40 \text{ kg}}$$

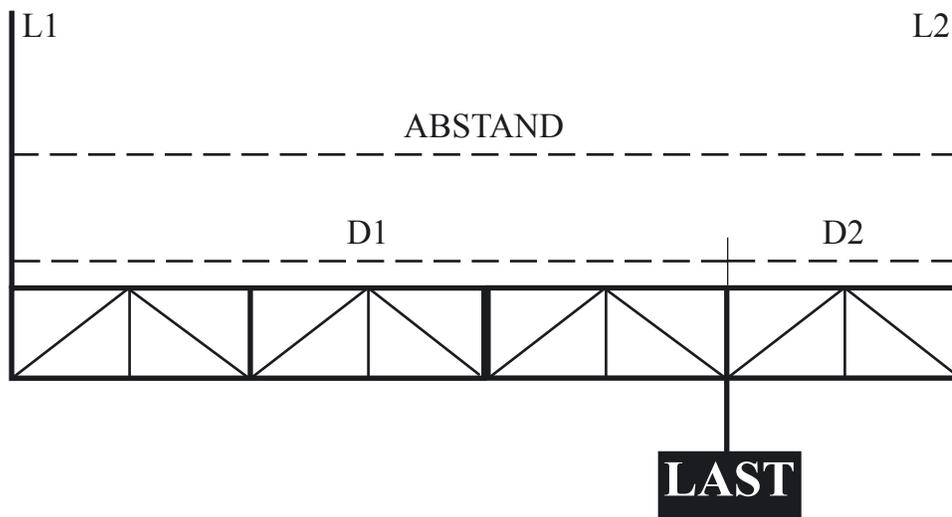
RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

EINFACHE LASTVERTEILUNG

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 1}} = \left[\frac{D2}{\text{ABST.}} \right] L_{\text{Last}}$$

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 2}} = \left[\frac{D1}{\text{ABST.}} \right] L_{\text{Last}}$$



BEISPIEL

Frei aufgehängte Traverse an zwei Seilen mit 200 kg Last ($L_{\text{Last}} = 200 \text{ kg}$);
 Last 3 m (D1) von linker Aufhängung und 1 m von rechter Aufhängung entfernt..
 Gesamtlänge zwischen Aufhängungen 4 m (Abstand).

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 1}} = \left[\frac{1}{4} \right] 200 = (0,25) 200$$

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 1}} = \underline{50 \text{ kg}}$$

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 2}} = \left[\frac{3}{4} \right] 200 = (0,75) 200$$

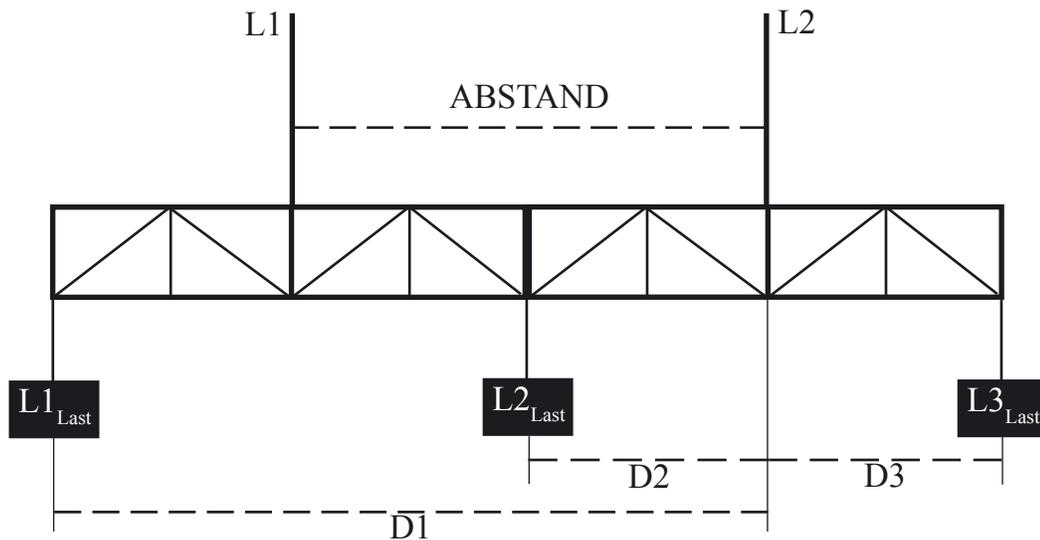
$$\text{Kraft}_{\text{Seil 2}} = \underline{150 \text{ kg}}$$

RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

LASTVERTEILUNG BEI MEHREREN LASTEN

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 1}} = \frac{L1_{\text{Last}}(D1) + L2_{\text{Last}}(D2) - L3_{\text{Last}}(D3)}{\text{ABSTAND}}$$



BEISPIEL

Zweiseitig aufgehängte Traverse mit einer Last von 200 kg ($L_{x_{\text{load}}} = 200 \text{ kg}$);
 Last 1 an linker Ecke, Last 2 in der Mitte, Last 3 4 m von linker Ecke.
 Gesamtlänge der Traverse: 4m, Abstand zwischen Aufhängungen 2m (Abstand).
 ($D1 = 3 \text{ m}$), ($D2 = 1 \text{ m}$), ($D3 = 1 \text{ m}$).

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 1}} = \frac{200 (3) + 200 (1) - 200 (1)}{4}$$

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 1}} = \frac{600 + 200 - 200}{4} = \frac{600}{4}$$

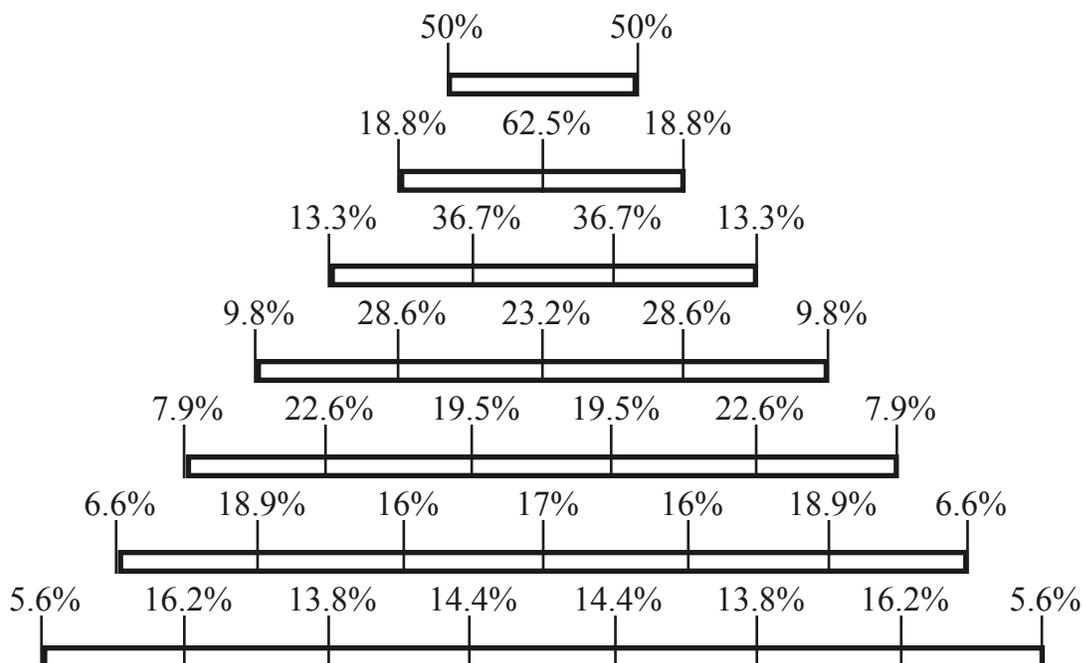
$$\text{Kraft}_{\text{Seil 1}} = \underline{150 \text{ kg}}$$

RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

TRÄGER MIT GLEICHMÄSSIGER LASTVERTEILUNG

Durchgehender Träger mit gleichmäßiger Lastverteilung, Hängepunkte gleichmäßig verteilt, äußere Hängepunkte an Trägerenden. Die verwendete Rechenmethode nennt sich Dreimomententheorem.



Werden die äußeren Aufhängungen zur Mitte verschoben, wird die Last an den äußeren Hängepunkten größer und an den mittleren Punkten geringer.

BEISPIEL

Ein durchgehender Träger mit gleichmäßiger Lastverteilung, 1000 kg Last an vier Hängepunkten, einer an jedem Ende, zwei weitere gleichmäßig dazwischen verteilt. Die äußeren Punkte tragen je 133 kg, die inneren Punkte je 367 kg.

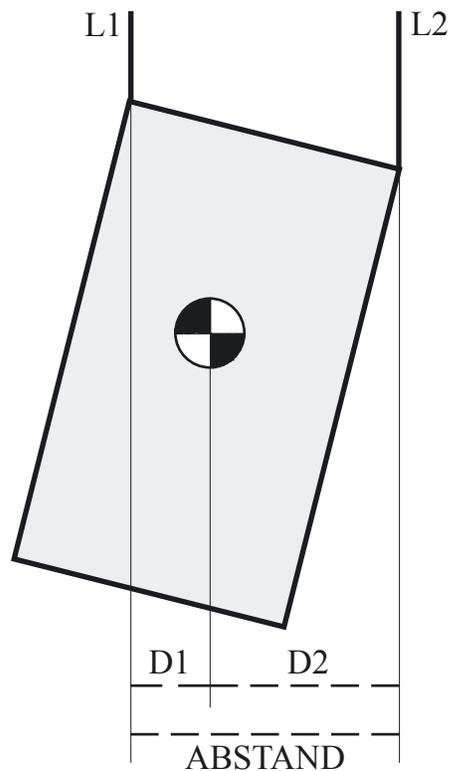
RIGGERMEISTER

FORMELN & DIAGRAMME

LASTSTABILITÄT

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 1}} = \left[\frac{D2}{\text{ABST.}} \right] L_{\text{Last}}$$

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 2}} = \left[\frac{D1}{\text{ABST.}} \right] L_{\text{Last}}$$



BEISPIEL

An zwei Punkten frei aufgehänger Lautsprecher mit einem Gewicht von 50 kg ($L_{\text{Last}} = 50$ kg), Seil 1 (D1) 10 cm hinter Schwerpunkt, Seil 2 (D2) 30 cm vor Schwerpunkt.

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 1}} = \left[\frac{0,3}{0,4} \right] 50 = (0,75) 50$$

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 1}} = \underline{37,5 \text{ kg}}$$

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 2}} = \left[\frac{0,1}{0,4} \right] 50 = (0,25) 50$$

$$\text{Kraft}_{\text{Seil 2}} = \underline{12,5 \text{ kg}}$$

RIGGERMEISTER

PRÜFUNG & WARTUNG

WIEDERKEHRENDE VORGÄNGE

Nur eine in regelmäßigen Abständen durchgeführte Prüfung und Wartung kann ihre volle Wirkung entfalten. Durch festgelegte Prüfintervalle wird sichergestellt, dass betriebsbedingte Abnutzung und Ermüdungsprobleme beobachtet und auftretende Probleme sofort erkannt werden. Dabei empfiehlt es sich, einen Prüf- und Wartungsplan auszuhängen und eine feste Person mit der Überwachung der Maßnahmen zu beauftragen.

PERSONAL

Unterweisen Sie Ihr Personal in der Durchführung regelmäßiger Prüf- und Wartungsarbeiten.

Tauschen Sie das Prüfpersonal regelmäßig aus, damit jeweils eine andere Person die Überprüfung durchführt. So lässt sich erreichen, dass auch Fehler bemerkt werden, die in einer vorherigen Prüfung übersehen wurden. Statten Sie das Personal mit dem richtigen Werkzeug aus, da nur so eine gründliche Prüfung durchgeführt werden kann.

PRÜFBUCH

Erstellen Sie ein Formular mit allen Prüfroutinen und Prüfpunkten. Halten Sie das Prüfpersonal dazu an, während der Prüfung die einzelnen Punkte des Prüfplanes abzuhaken. Sorgen Sie auch dafür, dass alle Prüf- und Wartungsvermerke in das Prüfbuch eingetragen werden.

HANDLUNGSANWEISUNGEN BEI MÄNGELN

Zu jedem Prüf- und Wartungsprogramm gehört eine klare Handlungsanweisung bei auftretenden Problemen. Diese Anweisung muss klar und direkt formuliert sein und dafür sorgen, dass das betroffene Bauteil einschließlich aller damit verbundenen Teile aus dem laufenden Betrieb entfernt wird. Alle Personen, die mit dem Riggingssystem arbeiten, müssen diese Anweisungen kennen, um sich und andere so wirksam vor körperlichen Schäden schützen zu können.

PRÜFUNG UND KORREKTUR VON DOKUMENTEN

Bewahren Sie alle Prüf- und Wartungsunterlagen an einem Ort auf. Stellen Sie sicher, dass diese Unterlagen vollständig sind und über detaillierte Vermerke verfügen, damit ein Prüfer sofort feststellen kann, welche Ergebnisse aus der Prüfung hervorgegangen und wie darauf reagiert wurde. Kommt es zu einem Unfall, genügt der Nachweis eines Prüf- und Wartungsplanes alleine nicht. Die zuständigen Behörden wollen dann genau prüfen können, ob alle Wartungsarbeiten ordnungsgemäß ausgeführt wurden und welche Maßnahmen im Falle einer aufgezeichneten Störung getroffen wurden.

RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

EINLEITUNG

Der Einsatz von aufgehängten Lautsprechern erfordert besondere Vorsicht. Die Aufhängung ist ein sehr wichtiger und ernstzunehmender Teil beim Einsatz hochwertiger Beschallungssysteme in mobilen und fest installierten Anlagen. Unfälle lassen sich vermeiden, wenn das Riggingpersonal die Mechanismen beim Aufhängen der Lautsprecher versteht und entsprechende Sicherheitsmaßnahmen bei allen Veranstaltungen und Installationen mit geflogenen Lautsprechern beachtet.

LAUTSPRECHERGEHÄUSE

Lautsprechergehäuse lassen sich in zwei Klassen unterteilen: Flugfähig und nicht flugfähig. Lautsprecher, die aufgehängt werden, müssen unbedingt über flugfähige Gehäuse verfügen. Das klingt zwar selbstverständlich, jedoch führt das Aufhängen von nicht flugfähigen Gehäusen an Griffen oder mit Holzschrauben etc. immer wieder zu Unfällen. In jedem Fall gilt: Ein nicht flugfähiges Gehäuse kann niemals sicher aufgehängt werden.

Viele Lautsprecherhersteller bieten flugfähige Gehäuse an. Eine Vielzahl von Aufhängevorrichtungen wurde erfolgreich von verschiedensten Herstellern eingesetzt. Auf jeden Fall sollte der Hersteller ein Gehäuse für die geflogene Verwendung zertifizieren und Angaben über die zulässige Belastung des Gehäuses machen. Auch eine Anleitung zur richtigen Aufhängung der Gehäuse sollte zur Verfügung stehen. Sind diese Informationen nicht vorhanden und nachvollziehbar, sollte der Lautsprecher nicht aufgehängt werden.

Die Flugfähigkeit eines Lautsprechers ist leicht zu erkennen, wenn dieser vom Hersteller speziell für die Überkopfmontage entwickelt und gekennzeichnet wurde. Etwas schwieriger ist es dagegen, ein nicht flugfähiges Gehäuse oder auch selbstgebaute Lautsprecher flugfähig zu machen.

Viele Hersteller bieten Gehäuse an, die nicht flugfähig sind. Oft erfordern die Umstände aber trotzdem eine geflogene Montage dieser Gehäuse. Werden diese Gehäuse mit geeigneten Verstärkungen ausgerüstet und werden diese unter Einhaltung entsprechender Sicherheitsmaßnahmen eingesetzt, ist eine sichere geflogene Montage dennoch möglich. Viele dieser Lautsprecherhersteller haben in Zusammenarbeit mit ATM Fly-Ware interne Verstärkungen entwickelt, welche in die Gehäuse eingebaut werden können und die Last

RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

verteilung im geflogenen Betrieb übernehmen (Siehe Abschnitt *Gehäuseverstärkungen*).

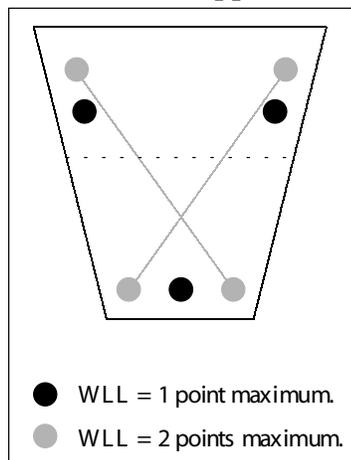
Um Eigenkonstruktionen sicher fliegen zu können, müssen diese speziell für derartige Anforderungen entwickelt, gefertigt und geprüft werden. Dieser Vorgang kann Kosten- und Zeitaufwändig sein. Bevor ein eigenkonstruiertes Lautsprechergehäuse geflogen wird, gilt es, die folgenden Punkte zu beachten;

- Ist das Gehäuse für vertikale und horizontale Belastung geeignet?
- Ist das Gehäuse mit geeigneten inneren Verstärkungen ausgestattet?
- Wurde das Gehäuse offiziell geprüft?

Stellen Sie sicher, dass Sie das geflogenen Gehäuse kennen, dass es flugfähig ist und mindestens das fünffache der tatsächlich auftretenden Lasten tragen kann. Treten irgendwelche Widersprüche oder Unklarheiten auf - **hängen Sie den Lautsprecher nicht auf!**

BELASTBARKEIT VON LAUTSPRECHERGEHÄUSEN

Die Belastbarkeit von Befestigungsteilen für Lautsprecher kann auf verschiedene Arten bestimmt werden. ATM Fly-Ware ist der Meinung, dass Befestigungsteile immer mit einem Sicherheitsfaktor von mindestens 5 dimensioniert werden sollten. Falls das Lautsprechergehäuse als Schadensursache in Frage kommt, sollte der Sicherheitsfaktor bei 10 liegen (Siehe Abschnitt *Konstruktionsüberlegungen*). Bei einem Gehäuse mit einem, zwei oder drei Hängepunkten sollte die Belastbarkeit so dimensioniert werden, dass ein einzelner Punkt die gesamte Last aufnehmen kann. Ein Gehäuse mit vier Hängepunkten kann so bemessen werden, dass zwei Punkte eine verteilte Last unter normalen Bedingungen aufnehmen können. Dabei verdoppelt sich die zulässige Belastbarkeit.



RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

Ein weiterer wichtiger Punkt bei der Bemessung der Belastbarkeit von Riggingbauteilen ist der Kennzeichnungsprozess für die Überkopfmontage. Viele Bauteile, die für die Verwendung im Frachtbereich gekennzeichnet sind, wurden nicht für die Überkopfmontage dimensioniert. Vielmehr sind diese Teile nur für Hebevorgänge gedacht, die nicht über Köpfen stattfinden. Die unten stehenden Sätze finden Sie oft in Produktbeschreibungen, welche den Bauteilen für Lautsprechergehäuse vom Hersteller beigelegt werden:

- Der Eigentümer und Anwender des Produktes trägt die Verantwortung, die Eignung der Teile für den jeweiligen Verwendungszweck festzustellen.
- Zum Heben dürfen keine Spanngurte verwendet werden.
- Nicht zum Heben über Köpfen zugelassen.

Durch Einzelprüfung und anschließende Zertifizierung der Komponenten für Hebevorgänge im Überkopfbereich lässt sich dieses Problem lösen. Bedenken Sie dabei, dass dadurch im Falle eines Versagens oder einer Beschädigung keine Ansprüche gegenüber dem Hersteller geltend gemacht werden können. Achten Sie bei der Anwendung dieser Methode zur Zertifizierung von Lautsprechergehäusen darauf, dass der gesamte Vorgang sorgfältig dokumentiert wird und Kopien der Prüfberichte auf unbegrenzte Zeit aufbewahrt werden. Die Verantwortung für die Sicherheit eines Lautsprechergehäuses liegt beim Hersteller des Lautsprechers, nicht beim Hersteller der Beschläge.

Ein weiterer Punkt, der bei der Festlegung von zulässigen Belastungen beachtet werden muss, ist der Ursprung des Belastungswertes selbst. Die zulässige Belastung kann aus der Bruchgrenze, aber auch aus der plastischen Verformungsgrenze ermittelt werden (*Siehe Abschnitt **Konstruktionsüberlegungen***). Der Hersteller der Beschläge kann beide Messmethoden verwenden, und jede Methode hat ihre Vorteile. Für den Anwender ist es jedoch wichtig, genau zu wissen, welche Methode vom Hersteller verwendet wurde und welche tatsächlichen Belastungsgrenzen sich daraus ergeben.

GEHÄUSEKONSTRUKTIONEN BEI LAUTSPRECHERN

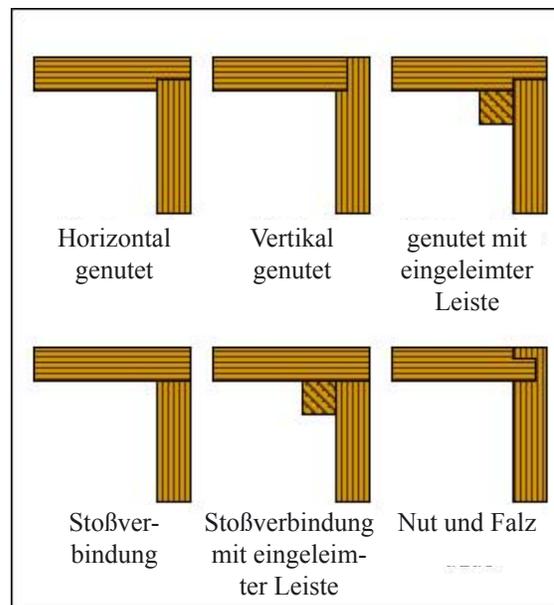
Lautsprechergehäuse werden auf verschiedenste Arten konstruiert. Eine Auflistung aller Typen von Verbindungen und Materialien würde allerdings den Rahmen dieses Abschnitts sprengen. Einige grundsätzliche Verfahren bei der Herstellung von professionellen Lautsprechergehäusen haben sich jedoch etabliert und sind in den meisten Gehäusen

RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

sekonstruktionen zu finden. Sollten sie Informationen benötigen, die nicht nachfolgend aufgelistet sind, kontaktieren Sie bitte den Lautsprecherhersteller oder ATM Fly-Ware.

Unter anderem werden folgende Materialien zum Bau von Lautsprechern verwendet: Finnisches Birkensperrholz, Ahornsperrholz, heimische Birke, ACX, MDF (Medium Density Fiber Board) und Spanplatten. Die Materialauwahl richtet sich meistens nach dem Verwendungszweck. So bestehen Lautsprecher für mobile geflogene Anwendungen üblicherweise aus Birken- oder Ahornsperrholz. Viele flugfähige Installationslautsprecher werden aus heimischer Birke oder ACX gefertigt. Spanplatten und MDF dagegen werden zum Bau von nicht flugfähigen Lautsprechern im Musikerbereich verwendet. Die Verbindungsarten unterscheiden sich je nach Hersteller und Verwendungszweck. Die folgende Grafik zeigt die gebräuchlichsten Verbindungen.



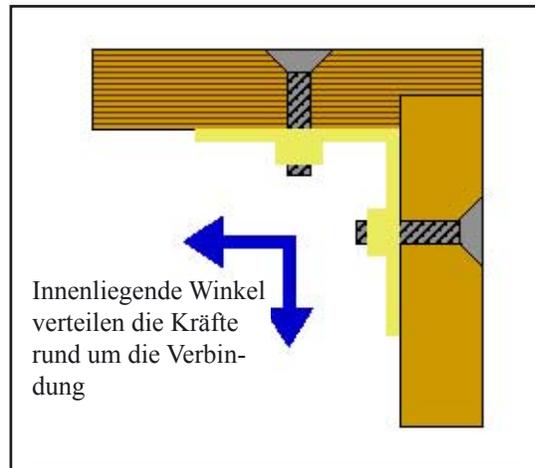
Bei der Verleimung werden verschiedene Befestigungsteile eingesetzt, bis der Leim getrocknet ist. Einige Hersteller verzichten auf solche Teile und verwenden nur Klemmen oder Zwingen. Dadurch ergeben sich aber keine Festigkeitsunterschiede.

Zur Erhöhung der Stabilität der Verbindungen müssen Verstärkungen unterschiedlichster Bauweise eingesetzt werden. Interne und externe Verstärkungen erfüllen diesen Zweck, allerdings werden meistens innenliegende Verstärkungen verwendet, welche hier genauer betrachtet werden sollen. Vom Prinzip her unterscheiden sich interne und externe Verstärkungen nicht.

RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

Innenliegende Verstärkungen finden sich meistens im Bereich der Gehäusekanten. Der Einbau der Verstärkungen sorgt dafür, dass auftretende Kräfte von Deckel oder Boden des Gehäuses auf die Seitenteile verteilt werden. Die Kraftverteilung wird durch Verbindungselemente zwischen Verstärkung und Gehäuse erreicht:



Lautsprecherhersteller verwenden verschiedenste Arten von Verstärkungen, und ATM Fly-Ware bietet eine Vielzahl interner Verstärkungsbeschläge an. Die zusätzliche Stabilität des Gehäuses wird durch verschiedene Größen und Formen der Verstärkungen bestimmt. ATM Fly-Ware hat die Belastbarkeit einiger interner Verstärkungsbauteile in unterschiedlichen Gehäusetypen näher untersucht:



Verschiedene interne Gehäuseverstärkungen von ATM Fly-Ware

RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

ATM Fly-Ware

Richtwerte für die Belastbarkeit interner Verstärkungen

Nutzlast bei fünffacher Sicherheit und zusätzlichem Verschleißfaktor 2.

VERSTÄRKUNGSART	MATERIAL	RICHTWERT NUTZLAST
Gehäuse mit 1/4" Nut und Falz - Kanten 100% verleimt - geklammert, vier Ecken mit Verstärkung		
2X8-IB-3/8"	3/4" Birkenperrholz	1314 lb / 596 kg
OSRIB1	3/4" Birkenperrholz	1145 lb / 519 kg
2X8-IB-3/8"	3/4" Ahornsperrholz	788 lb / 357 kg
OSRIB1	3/4" Ahornsperrholz	754 lb / 342 kg
OSRIB1	3/4" ACX	715 lb / 324 kg
2X2-IB-3/8"	3/4" Birkenperrholz	600 lb / 272 kg
2X2-IB-3/8"	3/4" Ahornsperrholz	548 lb / 248 kg
2X2-IB-3/8"	3/4" ACX	483 lb / 219 kg
2X2-IB-3/8"	3/4" Spanplatte	212 lb / 96 kg
Gehäuse mit Falz 3/4" x 1/4" - Kanten 100% verleimt - geklammert, vier Ecken mit Verstärkung		
2X8-IB-3/8"	3/4" Birkenperrholz	1035 lb / 469 kg
OSRIB1	3/4" Birkenperrholz	880 lb / 399 kg
2X8-IB-3/8"	3/4" Ahornsperrholz	680 lb / 308 kg
2X8-IB-3/8"	3/4" ACX	670 lb / 303 kg
2X8-IB-1/4"	3/4" Birkenperrholz	620 lb / 281 kg
2X2-IB-3/8"	3/4" Birkenperrholz	600 lb / 272 kg
OSRIB1	3/4" Ahornsperrholz	580 lb / 263 kg
OSRIB1	3/4" ACX	550 lb / 249 kg
2X2-IB-3/8"	3/4" Ahornsperrholz	460 lb / 208 kg
2X2-IB-3/8"	3/4" ACX	450 lb / 204 kg
2X8-IB-1/4"	3/4" Ahornsperrholz	410 lb / 185 kg
2X8-IB-1/4"	3/4" ACX	400 lb / 181 kg
2X2-IB-1/4"	3/4" Birkenperrholz	360 lb / 163 kg
2X2-IB-1/4"	3/4" Ahornsperrholz	276 lb / 125 kg
2X2-IB-1/4"	3/4" ACX	270 lb / 122 kg
2X2-IB-3/8"	3/4" Spanplatte	250 lb / 113 kg
2X2-IB-1/4"	3/4" Spanplatte	150 lb / 68 kg
Gehäuseteile auf Stoß verbunden - Kanten 100% verleimt - geklammert, vier Ecken mit Verstärkung		
2X2-IB-3/8"	3/4" ACX	348 lb / 157 kg
2X2-IB-3/8"	3/4" Spanplatte	160 lb / 72 kg

Anmerkung: Alle Werte dienen nur zu Vergleichszwecken. Tatsächliche Belastbarkeit des Produktes wird hier mit nicht zugesichert. ATM Fly-Ware empfiehlt eine Einzelprüfung jedes Gehäuses. Vor Aufhängung des Gehäuses fachkundige Person konsultieren!

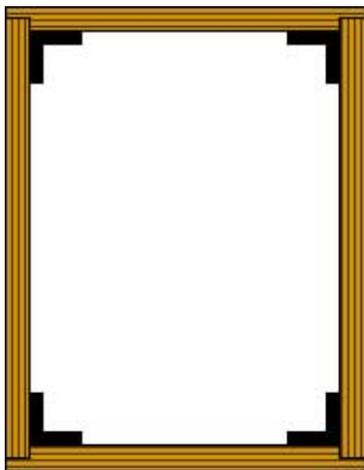


a division of **ATM GROUP, Inc.** ■ www.atmflyware.com ■ 888.RIG.MORE
 USA ■ 21000 S Wilmington Ave ■ Carson ■ CA 90810-1247 ■ Tel 310.834.5914 Fax 310.834.3042

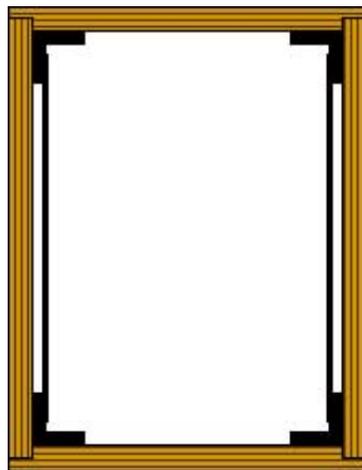
RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

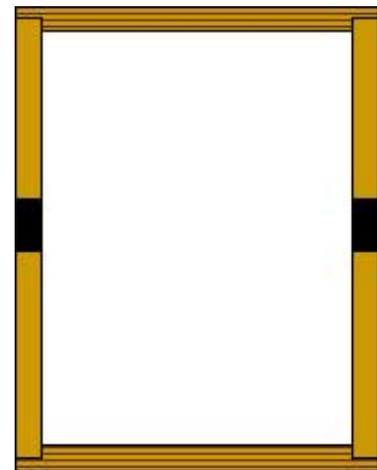
Eine weitere Verstärkung von Gehäusen lässt sich mit Konstruktionen, die das Gehäuse durchqueren, erreichen. Dadurch werden die oberen und unteren Gehäuseverstärkungen durch zusätzliche Zwischenstücke verbunden. Bei richtigem Einbau trägt diese Konstruktion die gesamte Last, wodurch das eigentliche Gehäuse für die Tragfähigkeit keine große Rolle mehr spielt. Hier werden unterschiedliche Methoden angewandt. Meistens wird mit Gewindestangen oder Flachstählen gearbeitet.



Vier Ecken verstärkt



Vier Ecken verstärkt und durch das Gehäuse verbunden



Verstärkung mit Drehpunktaufhängung

Die oben gezeigten Gehäuseverstärkungen eignen sich für Hängepunkte an Deckel bzw. Boden oder für seitliche Hängepunkte in Deckel- oder Bodennähe.

Eine andere Methode zur Verstärkung von Gehäusen besteht darin, die Hängepunkte seitlich im Bereich des Massenschwerpunktes einzubauen. Die zentralen Verstärkungspunkte sind vermutlich die stabilste Methode, da die Hauptlast als Scherkraft auf das Gehäuse wirkt. Die für die Aufhängung notwendigen Gestelle sind in diesem Fall jedoch oft recht groß und stehen so einer geschlossenen Wellenfront bei Arrays im Wege.

Seitlich angebrachte Beschläge können zu Schwierigkeiten bei der Konstruktions von Arrays führen (*Siehe Abschnitt Arraytheorie*).

RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

GEHÄUSEBESCHLÄGE

Ebenso wie bei den internen Beschlägen ist auch eine Vielzahl äußerer Gehäusebeschläge verfügbar. Einige dieser Beschlagstypen werden oft bei der Herstellung von Lautsprechern verwendet. Viele der allgemein gebräuchlichen Beschläge stammen aus der Ladungssicherung in der Luftfahrtindustrie. Um Schwierigkeiten bei Haftung und Verfügbarkeit zu vermeiden, gehen viele Lautsprecherhersteller dazu über, Lautsprecher-spezifische Beschläge zu verwenden.

Einige der weit verbreiteten Beschläge aus der Luftfahrtindustrie:



Zurmulde mit Ring und Zapfen



Zurmulde mit Ring



Zurmulde mit Zapfen



Zurrschiene mit L-Profil

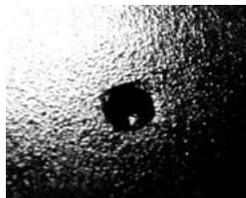


Runde Befestigungsplatte

Some of the more common loudspeaker specific hardware;



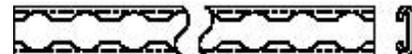
Platte mit Mutter



Gewindebohrung OSRIB1 & OSRV1-3/8"



ATM-Schiene



RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

Die meisten dieser Beschläge werden durch hochfeste Verbindungselemente mit den internen Verstärkungen verbunden. Die vom Hersteller verwendeten Methoden sind dabei vielfältig, weshalb es notwendig ist, die Verbindungen regelmäßig zu prüfen und so einen sicheren Betrieb zu gewährleisten. Bei einigen Beschlägen, wie Gewindebohrung oder OSR1B1, sind keine zusätzlichen Verbindungselemente notwendig, da diese Beschläge gleichzeitig als interne Verstärkung wirken.

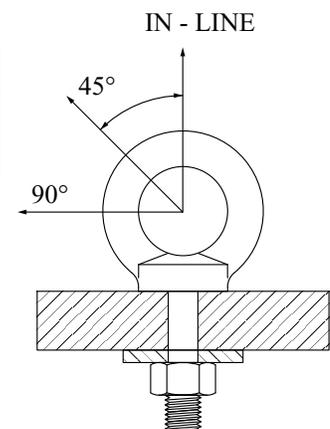
Riggingbeschläge können nur bei richtiger Anwendung sicher und effektiv sein. Die falsche Anwendung von Riggingbeschlägen ist weltweit die häufigste Ursache für Unfälle bei der Aufhängung von Lautsprechern. In vielen Fällen kann alleine ein Grundwissen über Beschaffenheit und Anwendung der Beschläge einen Unfall verhindern.

Die häufigste Ursache für das Versagen von Riggingbeschlägen ist eine falsche Belastung. Wenn man sich näher damit beschäftigt, ist es ist überraschend, wie ungünstig die Auswirkungen tatsächlich sind, wenn ein Bauteil entgegen der Herstellerrichtlinien belastet wird.

Untenstehende Tabelle zeigt, wie sich die Nutzlast einer gehärteten Augenschraube bei Schrägzug verringert.

Katalog März 1992, Crosby Group

Zugrichtung	Resultierende Nutzlast
45 Grad	30% der angegebenen Nutzlast
90 Grad	25% der angegebenen Nutzlast

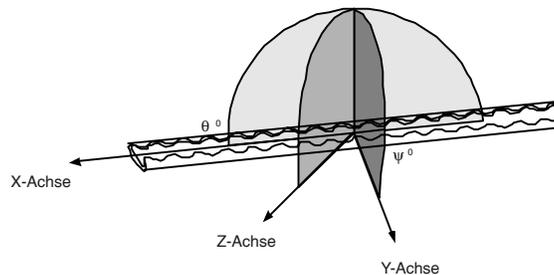


RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

ATM Fly-Ware ATM-TRACK

Zugrichtung zur Schienenmitte θ°	Vertikale Zugrichtung ψ°	Nutzlast	
		AF-DSSF	AF-DSF
0°	0°	680Kg	454Kg
0°	30°	567Kg	680Kg
0°	60°	431Kg	408Kg
0°	90°	249Kg	363Kg
90°	0°	476Kg	181Kg
90°	30°	567Kg	181Kg
90°	60°	522Kg	249Kg



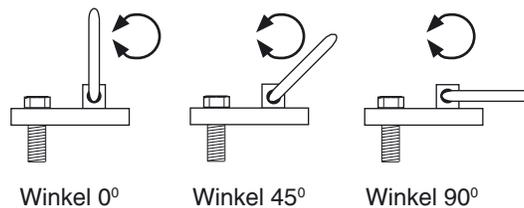
Nutzlast bezogen auf Sicherheitsfaktor 5.

ATM Fly-Ware OSR Serie - Offset Swivel Ring Fittings (Versetzter Klappring)

	Winkel 0°	Winkel 45°	Winkel 90°
OSRV1-1/4"	159 Kg	159 Kg	159 Kg
OSRV1-3/8"	363 Kg	340 Kg	293 Kg
OSRV2-3/8"	363 Kg	340 Kg	293 Kg
OSRV2-1/2"	567 Kg	453 Kg	453 Kg



ATM Fly-Ware OSRV1-3/8"



Die Nutzlast ist für starre Oberflächen angegeben. Bei nachgiebigen Oberflächen verändert sich der Wert je nach Material. Bei nachgiebigen Oberflächen reduziert sich die Nutzlast auf etwa 75%.

Alle Verbindungselemente müssen mindestens einen Güte von 8 besitzen. Verwenden Sie Gewindefixierungen und beachten Sie alle Montageanweisungen.

RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

GEHÄUSEBESCHLÄGE

ATM Fly-Ware bietet Beschläge aus der Luftfahrtindustrie an, welche auch für die Überkopfmontage bemessen sind. Die oben gezeigten Probleme bei der Produkthaftung in Verbindung mit Bauteilen aus dem Frachtbereich werden bei der AF-Serie berücksichtigt.

Einige gebräuchliche Beschläge der AF-Serie:



AF-RSPF
Nutzlast = 198 kg



AF-RPF
Nutzlast = 210 kg



AF-SPF
Nutzlast = 198 kg



AF-12JF
Nutzlast = 198 kg



AF-12JF-1"
Nutzlast = 198 kg

RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN



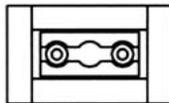
AF-HD Track
Nutzlast = 274 kg



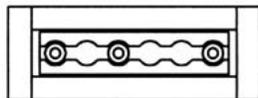
AF-DSF
Nutzlast = 274 kg



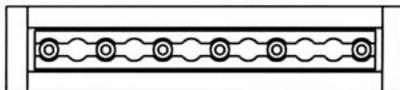
AF-DSSF
Nutzlast = 274 kg



AF-HD3
Nutzlast = 274 kg



AF-HD3
Nutzlast = 274 kg



AF-HD3
Nutzlast = 274 kg

RIGGERMEISTER

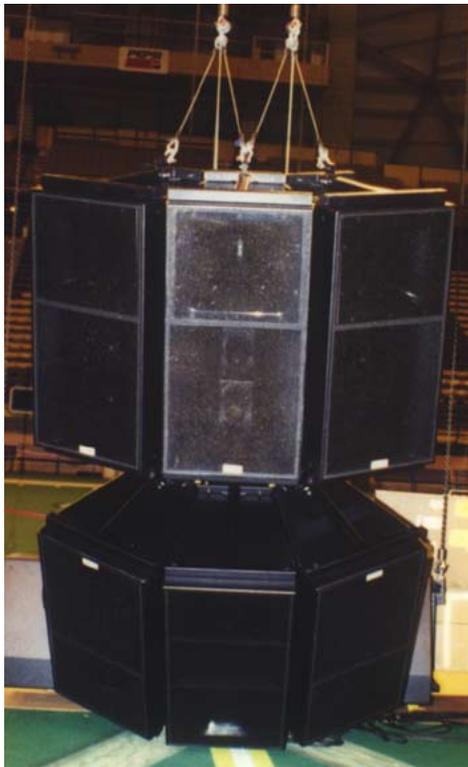
AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

ARRAYTHEORIE

Die Arraytheorie bei Lautsprechern wird oft kontrovers diskutiert. Wie bei solchen Diskussionen oft üblich, beziehen sich die Argumente auf verfügbare Messwerte und deren Auslegung. ATM Fly-Ware hat eine große Menge an Informationen zur Arraytheorie bei Lautsprechern zusammengestellt und ausgewertet, um hochwertige Riggingprodukte für die Beschallungsindustrie anbieten zu können.

ATM Fly-Ware hat die Unterschiede zwischen Arraykonstruktionen untersucht und ist zu dem Ergebnis gekommen, dass unter den folgenden Gesichtspunkten ein horizontal angeordnetes Array besser geeignet ist als ein vertikal angeordnetes:

- ◆ Wellenfrontabstimmung der Lautsprecher, Minimierung von Kammfiltereffekten
- ◆ Beherrschung von Arrayverzerrungen
- ◆ Beherrschung des Abstrahlwinkels bei klanglich hochwertigen Veranstaltungen
- ◆ Kompaktere Arrays - Ursprung der Schallquellen näher beieinander



Das linke Bild zeigt ein horizontal angeordnetes Array. Jede Reihe des Arrays ist in der horizontalen Ebene fest verankert. Im Unterschied zu einzeln anwinkelbaren Lautsprechern wird jede Reihe kann als Einheit angewinkelt (*Siehe auch vertikal angeordnete Arrays*)

Bei den meisten Veranstaltungen lässt sich mit horizontal angeordneten Arrays eine bessere Verständlichkeit erzielen. Ursache hierfür ist einerseits die Reduktion von Kammfiltereffekten, andererseits die leichtere Beherrschbarkeit von Verzerrungen in der horizontalen Ebene, wie sie bei kombinierten Schallquellen auftreten können.

Foto: Lautsprecher EAW MH660, geflogen an modularer Lautsprecheraufhängung der AMFS Serie von ATM Fly-Ware.

RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

ARRAYDEFINITIONEN

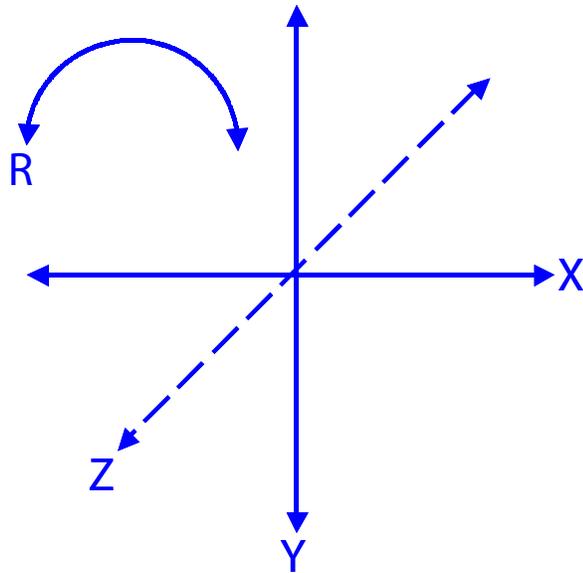
✓ Axiale Definitionen:

X = Horizontale Ebene

Y = Vertikale Ebene

Z = Tiefenebene

R = Rotationsebene

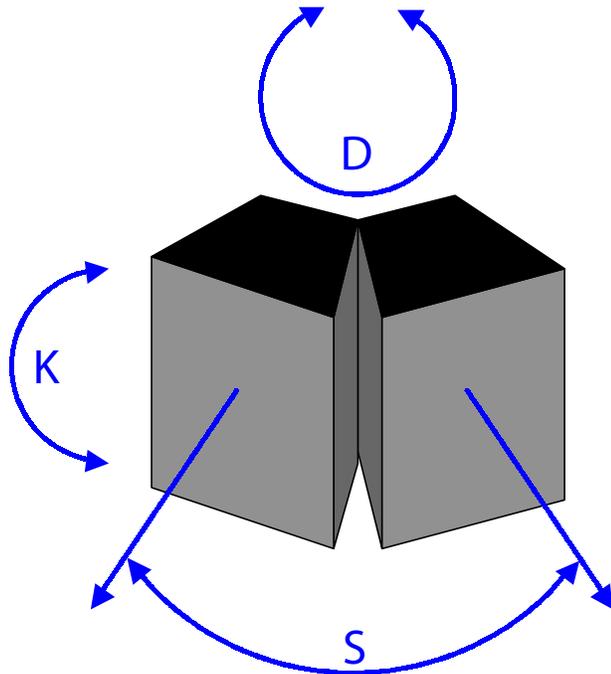


✓ Winkeldefinitionen:

S = Spreizwinkel

K = Kippwinkel

D = Drehwinkel



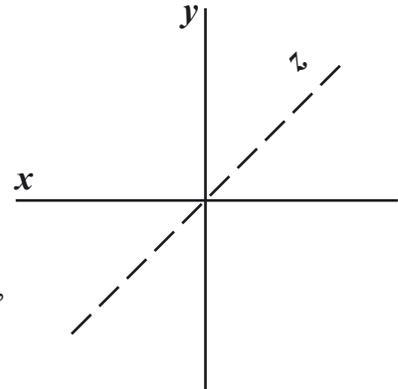
RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

Innerhalb eines horizontal angeordneten Arrays bleibt die akustische Wellenfront in der horizontalen Ebene kohärent, da die Lautsprechergehäuse untereinander in der Z-Achse verbunden sind.

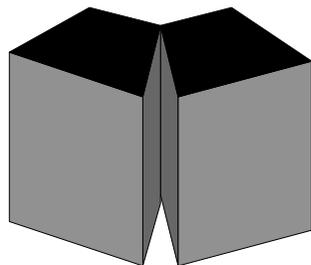
Bei einer sauberen Abstimmung der akustischen Wellenfront minimiert dieses Array Kammfilter- und Verzerrungseffekte, wie sie bei falsch ausgerichteten Systemen auftreten.

Mit Lautsprecheraufhängungen der AMFS-Serie von ATM Fly-Ware lassen sich Arrays auch so einrichten, dass die akustischen Wellenfronten zwischen den Reihen abgestimmt sind.

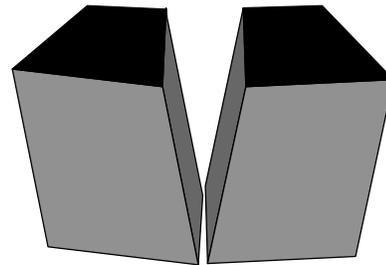


Horizontal angeordnete Arrays sind nicht frei von Verzerrungen. Durch Wechselwirkungen zwischen den Lautsprecherreihen kommt es zu Kammfiltereffekten. Dieser nachteilige Effekt auf die mittlere Verständlichkeit der Beschallungsanlage ist in der horizontalen Ebene jedoch relativ gering, da die Anzahl der betroffenen Zuhörerplätze in der horizontalen Ebene geringer als in der vertikalen Ebene ist. Horizontal angeordnete Arrays lassen sich so ausrichten, dass bei vielen Veranstaltungen die unerwünschte horizontale Abdeckung in Bereiche ohne Sitzplätze, wie Rangfronten oder Gänge, gerichtet werden kann.

Da horizontal angeordnete Arrays zuerst in der horizontalen Ebene (X-Achse) und dann in der vertikalen Ebene (Y-Achse) montiert werden, benötigt das gesamte Array weniger Platz als ein vergleichbares vertikal angeordnetes Array. Dies wird deutlich, wenn man sich ein quaderförmiges Raumelement vorstellt, das ein Lautsprecher einnimmt, und dieses dann aufgehängt im Raum betrachtet. Mehrere nebeneinander angeordnete Raumelemente können niemals zur selben Zeit den selben Raum belegen:



Horizontal angeordnetes Array



Vertikal angeordnetes Array

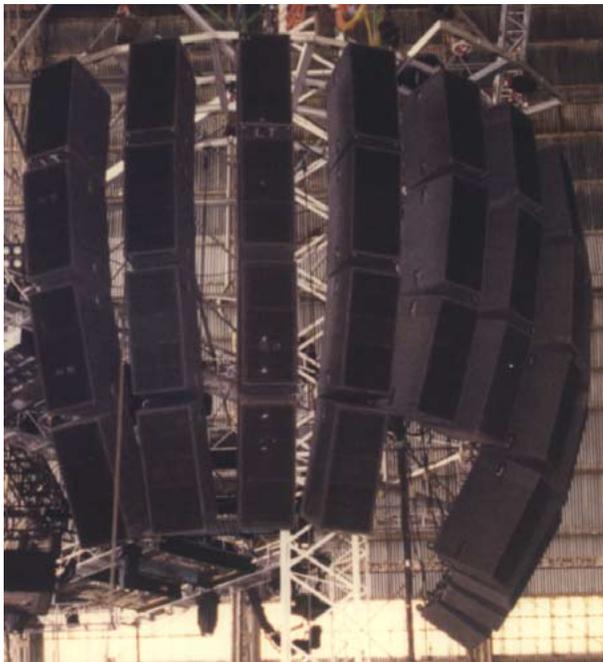
Beide Arrays bestehen aus rechteckigen Lautsprechern, Spreizwinkel 20°, Neigung 20°.

RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

Untersuchungen von ATM Fly-Ware zu Unterschieden zwischen horizontal und vertikal ausgerichteten Arrays haben ergeben, dass unter folgenden Aspekten ein vertikal ausgerichtetes Array der horizontalen Ausrichtung vorzuziehen ist:

- ◆ Unabhängige Ausrichtung der Lautsprecher
- ◆ Einfache Ausrichtung der Lautsprecher im gehängten Zustand (abhängig vom Riggingssystem)
- ◆ Einfacher Einsatz trapezoider und rechtwinkliger Lautsprechergehäuse



Das Foto links zeigt ein vertikal angeordnetes Array. Alle Säulen des Arrays sind voneinander unabhängig drehbar. Jeder Lautsprecher kann einzeln geneigt werden.

Foto: Lautsprecher Electrotec LAB-Q an anwenderspezifischem Traversengitter von ATM Fly-Ware geflogen.

Bei vertikal angeordneten Arrays lässt sich die horizontale Ausrichtung jeder Lautsprechersäule einzeln ändern. Dadurch werden jedoch die Möglichkeiten beim Abgleich akustischer Wellenfronten eingeschränkt. Außerdem müssen die einzelnen Säulen einen ausreichenden Abstand voneinander haben, damit nicht mehrere geneigte Lautsprecher den selben Platz beanspruchen.

Mit den meisten vertikalen Riggingssystemen ist es möglich, den Neigungswinkel einzelner Lautsprecher zu verändern. Je nach Riggingssystem lassen sich auch die akustischen Wellenfronten abgleichen.

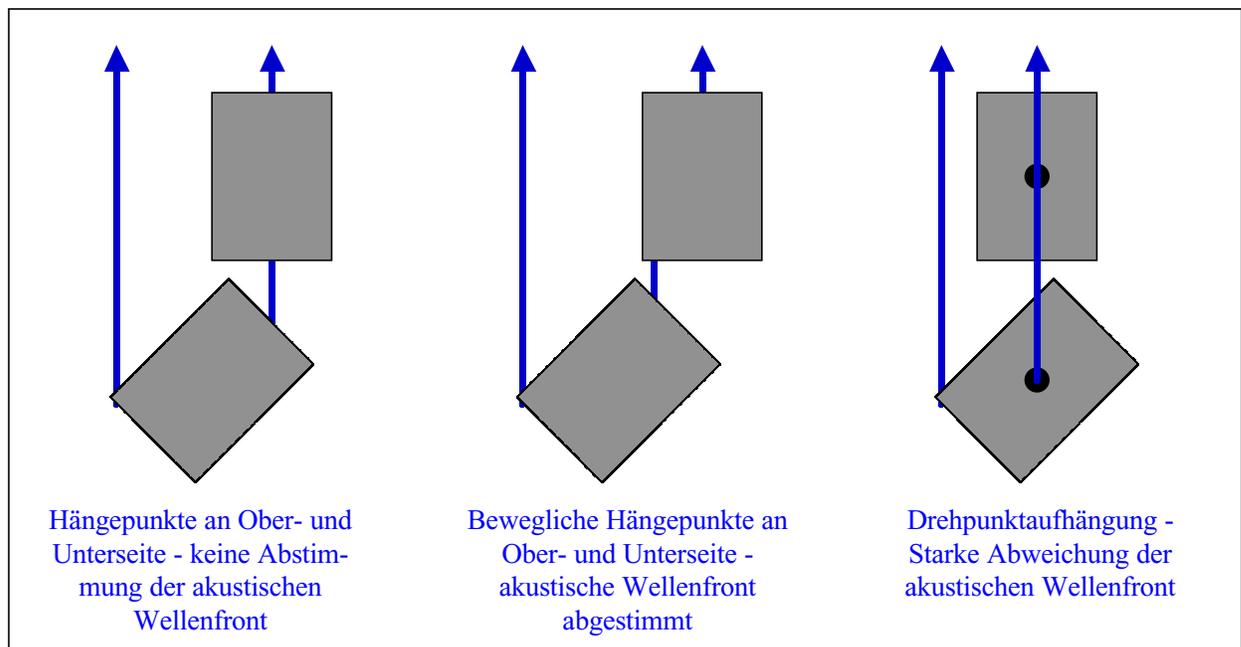
RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

Bei allen Konstruktionsunterschieden zwischen den Riggingssystemen, die für vertikal und horizontal ausgerichtete Aufhängungen verwendet werden, gelten doch einige grundsätzliche Regeln.

Bei horizontal angeordneten Lautsprechersystemen muss die Ober- und Unterseite des Gehäuses das Gewicht des Lautsprechers tragen, da die Gehäuseseiten nicht erreichbar sind. Werden zahlreiche Lautsprecher untereinander aufgehängt, treten hier beachtliche Lasten auf. Hier werden meistens durch das Gehäuse gehende Verstärkungen in Verbindung mit den Hängebeschlägen verwendet. Systeme wie die Flugbeschläge der AMFS-Serie von ATM Fly-Ware helfen hier, die Lasten gleichmäßig zwischen den Gehäusebeschlägen zu verteilen.

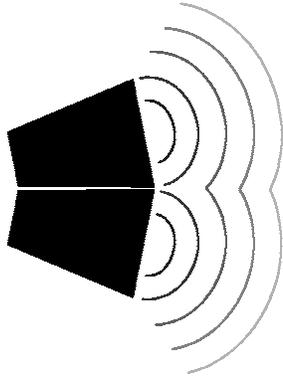
Bei vertikal angeordneten Lautsprechersystemen können sowohl Ober- und Unterseite, aber auch die Gehäuseseiten für die Aufhängung verwendet werden. Werden Ober- und Unterseite verwendet, haben diese, wie bei horizontal angeordneten Systemen, die Last aller angehängten Lautsprecher zu tragen. Bei seitlich angebrachten Beschlägen in Verbindung mit durch das Gehäuse gehenden Verstärkungen hat jeder Lautsprecher nur sein eigenes Gewicht zu tragen. Werden die Hängepunkte in der Nähe des Lastschwerpunktes angebracht, sind durch das Gehäuse gehende Verstärkungen nicht unbedingt nötig.



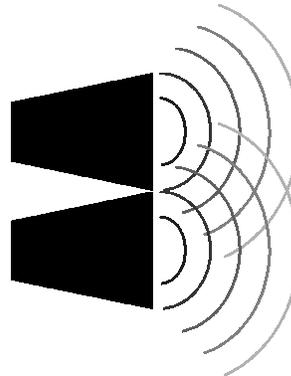
RIGGERMEISTER

AUFHÄNGEN VON LAUTSPRECHERN

Die Abstimmung der akustischen Wellenfront ist sehr wichtig für die Verständlichkeit des Beschallungssystems. Sind die akustischen Wellenfronten nicht abgestimmt, kommt es zu Verzerrungen der Wellenfront, da Schallwellen sich fortplanzende Druckwellen sind.



Akustische Wellenfront abgestimmt

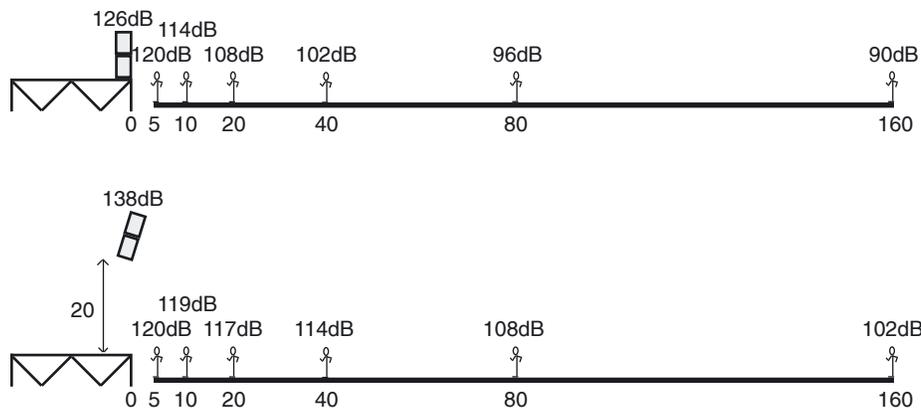


Akustische Wellenfront nicht abgestimmt

Abgestimmte Arrays profitieren von gekoppelten Druckwellen, da diese gleichzeitig und phasenrichtig ihr Ziel erreichen. Bei nicht abgestimmten Arrays entstehen unerwünschte Verzerrungen der Wellenfront, da sich hier die Druckwellen asynchron überlagern, wodurch unterschiedliche Ankunftszeiten und phasenverschobene Wechselwirkungen entstehen. Diese Effekte entstehen auch in der vertikalen Ebene, werden aber vom Hörer weniger wahrgenommen.

ENERGIEVERTEILUNG

Bei jeder Verdopplung der Entfernung von der Schallquelle verringert sich der Schalldruckpegel um 6dB.



RIGGERMEISTER

EINzelGEHÄUSE

Bei der Aufhängung einzelner Gehäuse muss der Massenschwerpunkt unterhalb des Aufhängemechanismus liegen, damit die Last nicht umkippen kann. Die größte Nutzlast wird bei vertikal belasteten Gehäusen erzielt. Weiterhin sollten die Hauptaufhängungen unabhängig voneinander die gesamte Last aufnehmen können.

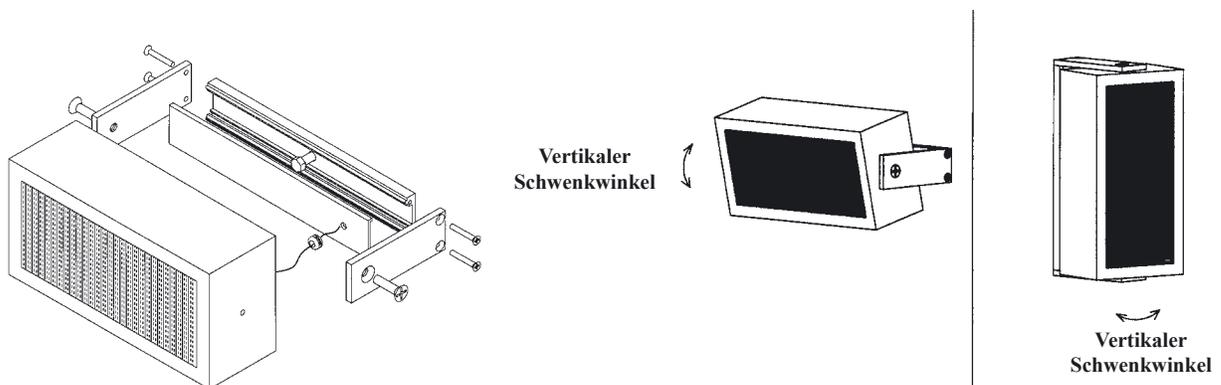
BÜGELSYSTEME

Mit einem Montagebügel ist es möglich, den Lautsprecher zu drehen und zu neigen. Je nach Ausführung des Bügels kann der Lautsprecher auch in der horizontalen oder vertikalen Ebene verdreht werden.



BÜGELSYSTEME MIT U-WINKEL

Je nach Art der Befestigung kann der Lautsprecher in einem U-Bügel entweder geneigt oder gedreht werden. Abhängig von der Konstruktion des Bügels ist eine vertikale oder horizontale Ausrichtung möglich.

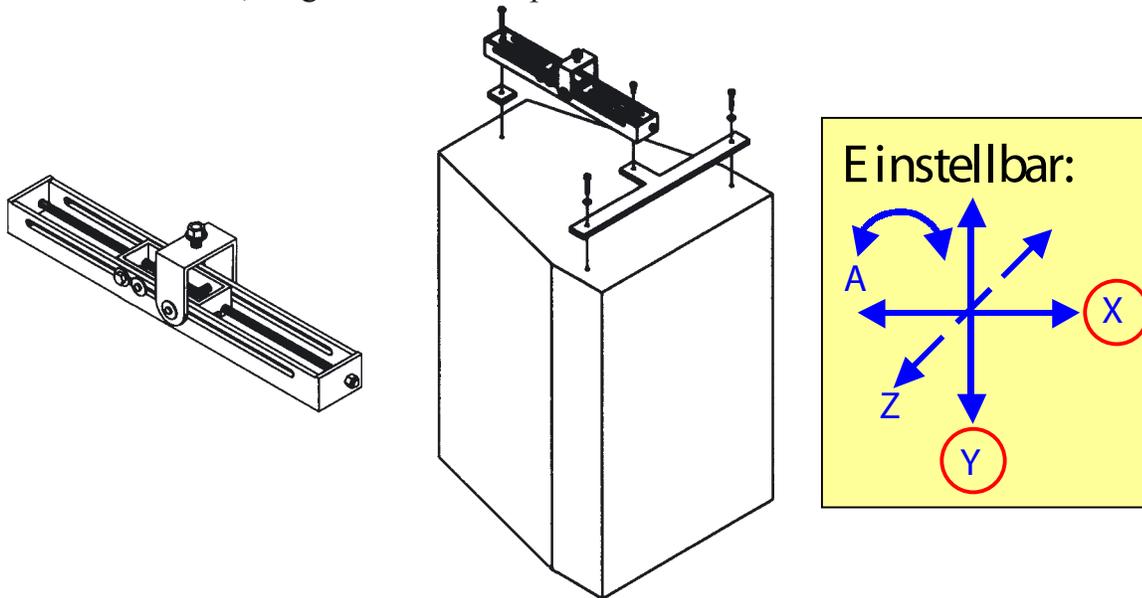


RIGGERMEISTER

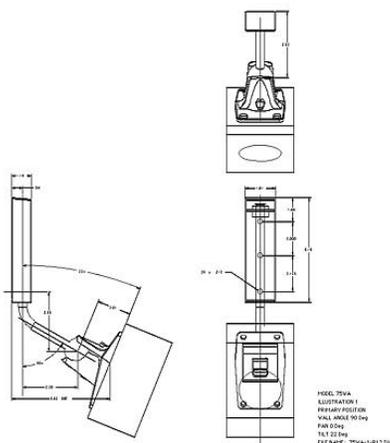
EINZELGEHÄUSE

EINSTELLBARE SCHWENKBÜGELSYSTEME

Die einstellbaren Schwenkbügel der ATB-Serie von ATM Fly-Ware erlauben eine Schwerpunktverstellung mit Hilfe eines spindelgetriebenen Schlittens. Wird der Schlitten nach hinten verstellt, neigt sich der Lautsprecher nach vorne.



WANDHALTERUNGEN



OmniMount



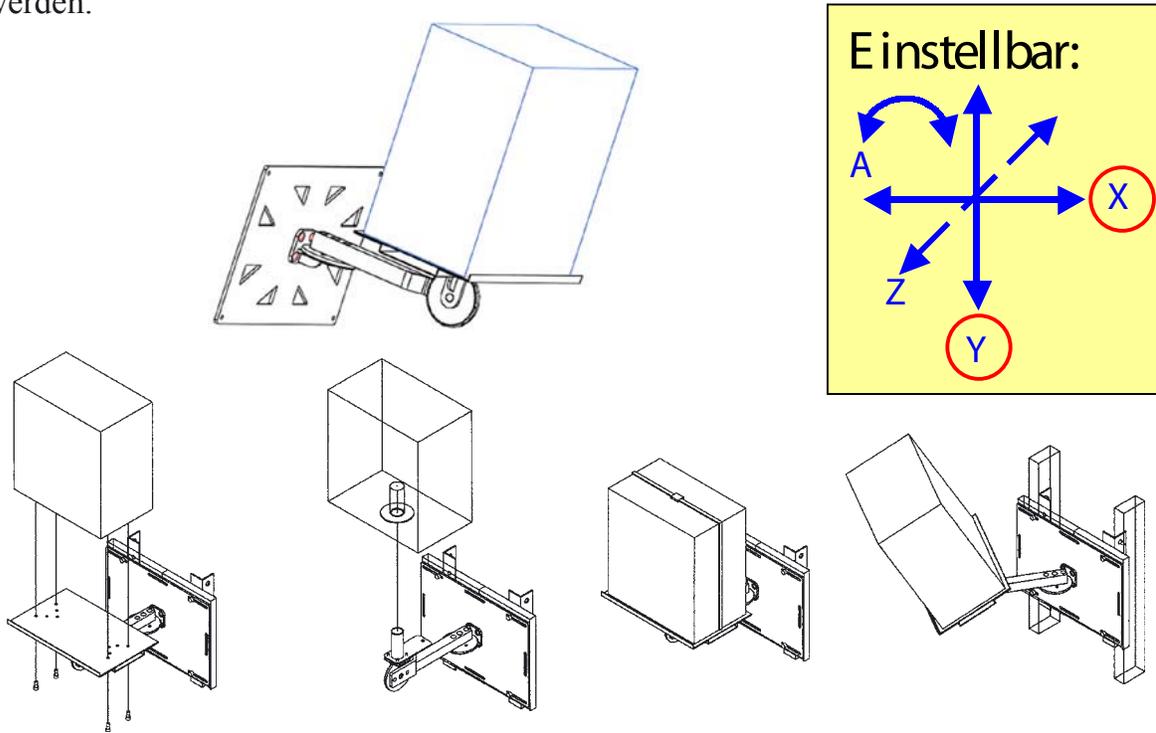
Multi-Mount

RIGGERMEISTER

EINzelGEHÄUSE

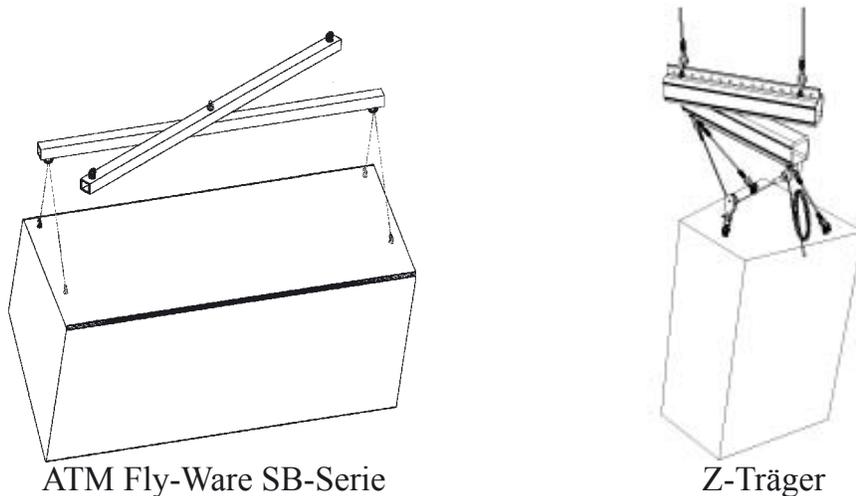
ATM MOUNT-WARE

Mit den einstellbaren Wandhalterungen ATM Mount-Ware kann der Lautsprecher gedreht und geneigt werden, wobei globale Normen für Überkopfmontage eingehalten werden.



SCHWENKTRÄGER

Ein Schwenkträger erlaubt die Einstellung von Neigungs- und Schwenkwinkel sowie die Aufhängung des Lautspechers an zwei Hängepunkten im Trägersystem.



ATM Fly-Ware SB-Serie

Z-Träger

RIGGERMEISTER

LAUTSPRECHERARRAYS

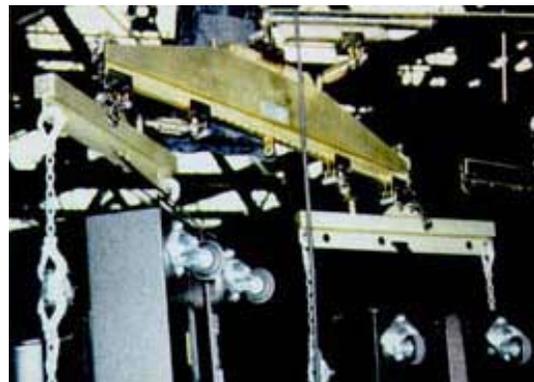
TRAVERSENGITTERSYSTEME

Hängesysteme mit Traversengittern werden in verschiedensten Größen, Formen und Materialien geliefert. Meistens werden diese Systeme speziell für einzelne Anwendungen von Beschallungs- oder Installationsfirmen konstruiert.



Das Foto links zeigt ein Traversengitter für die Aufhängung von vier Lautsprechersäulen. Dieses Gitter erlaubt es, die Abstrahlrichtung jeder Säule einzeln zu justieren.

Foto: Electrotec Productions



Das Foto oben zeigt ein System für zwei Lautsprechersäulen mit unabhängiger Einstellung der Abstrahlrichtung, der Neigung und der Abstände.

Foto: M.A.N. Flying Systems

MODULARE TRAVERSENGITTERSYSTEME

Modulare Traversengittersysteme sind ähnlich aufgebaut wie Traversengittersysteme, aber durch die Einzelteile flexibler einsetzbar. Diese Traversenteile können eine Breite von ein, zwei, drei oder vier Säulen haben. Durch den modularen Aufbau der Traversensysteme lassen sich Spreizwinkel und Anzahl der Gehäuse einfach variieren.

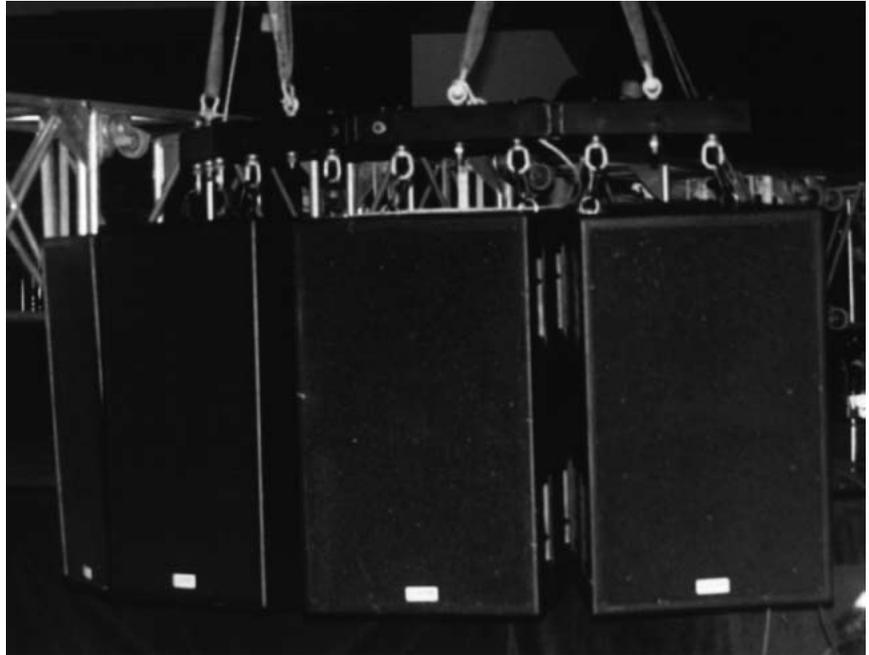
Einige modulare Traversengitter sind so konstruiert, dass in der horizontalen Ebene eine kohärente akustische Wellenfront hergestellt wird, solange die Lautsprecher nicht geneigt werden. Bei geneigten Lautsprechern geht die Abstimmung durch die flexible Aufhängung der Gehäuse am modularen Traversengitter verloren.

RIGGERMEISTER

LAUTSPRECHERARRAYS

Das rechte Foto zeigt ein modulares Traversengittersystem der AMFS-3X4-Serie von ATM Fly-Ware.

Foto: Lautsprecher EAW KF850 an modularer Lautsprecheraufhängung von ATM Fly-Ware geflogen.



Das System AMFS-3X4 von ATM Fly-Ware erlaubt es dem Anwender, so viele Lautsprechersäulen wie gewünscht aneinander zu fügen. Die modularen Traversensektionen sind durch ein Verbindungsstück untereinander verbunden, welches in den rohrförmigen Traversenkörper eingeschoben wird. Dieser Verbinder wird im Traversenkörper mit einem Bolzen der Festigkeitsklasse 8 gesichert.



Das Foto links zeigt zwei Sektionen des modularen Traversengittersystems AMFS-KF850 von ATM Fly-Ware. Der Spreizwinkel von 30° zwischen den Abstrahlachsen der Lautsprecher wird durch den Verbinder AMFS-3X4-30 eingestellt.

Durch Austauschen der Verbinder lassen sich verschiedene Spreizwinkel und Abstände einstellen. Die AMFS-3X4-Serie ist bei einem Sicherheitsfaktor von 5 dafür ausgelegt, die Last von bis zu 5 Lautsprechern an einem Hängepunkt zu tragen.

ATM
FLY-WARE®

a division of **ATM GROUP, Inc.** ■ www.atmflyware.com ■ 888.RIG.MORE
USA ■ 21000 S Wilmington Ave ■ Carson ■ CA 90810-1247 ■ Tel 310.834.5914 Fax 310.834.3042

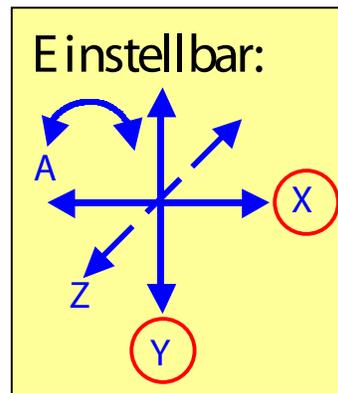
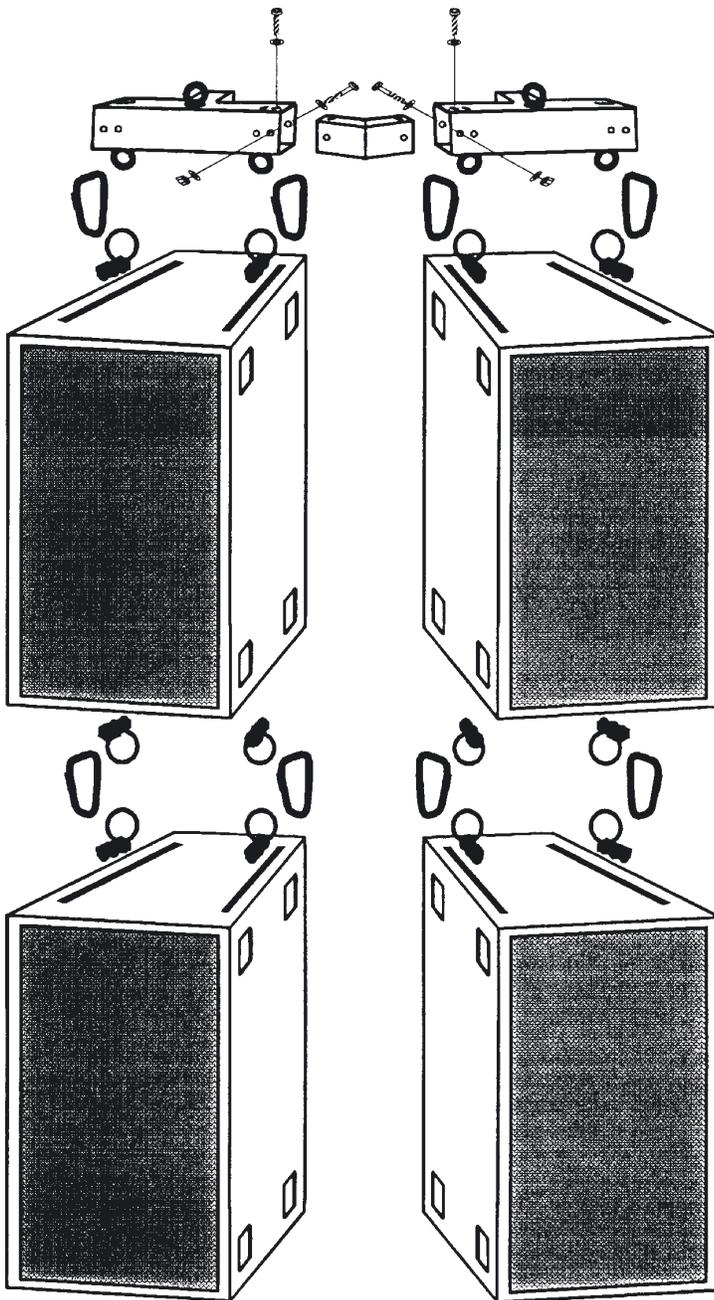
Copyright 2002, ATM Group, Inc.
194 05252

Seite €-23

RIGGERMEISTER

LAUTSPRECHERARRAYS

Serie AMFS-3X4
Explosionszeichnung



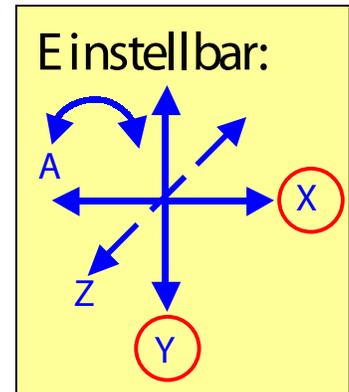
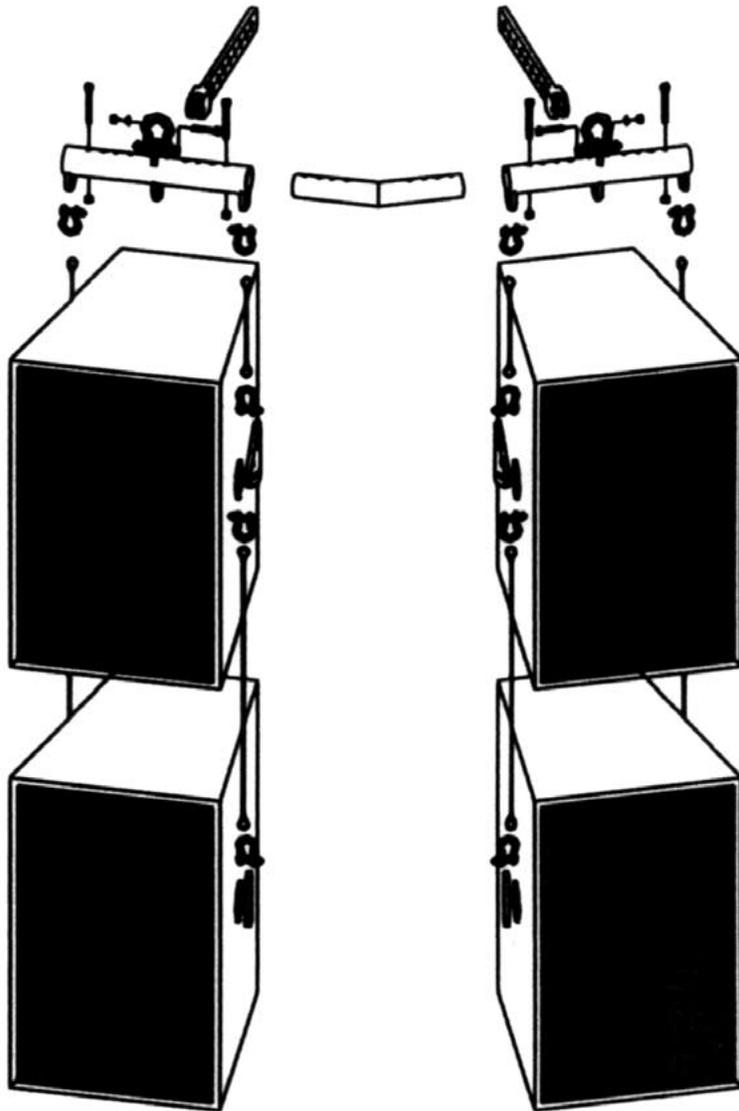
LEGENDE

	Serie AMFS-3X4 Traversenmodul
	Serie AMFS-3X4 Verbinder
	AF-DSF
	OPSCARABINER
	Serie AMFS-3X4 Gurtrager

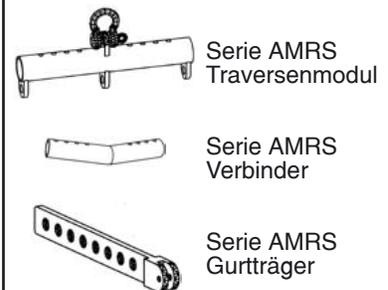
RIGGERMEISTER

LOUDSPEAKER ARRAYS

SERIE AMRS-3R
Explosionszeichnung



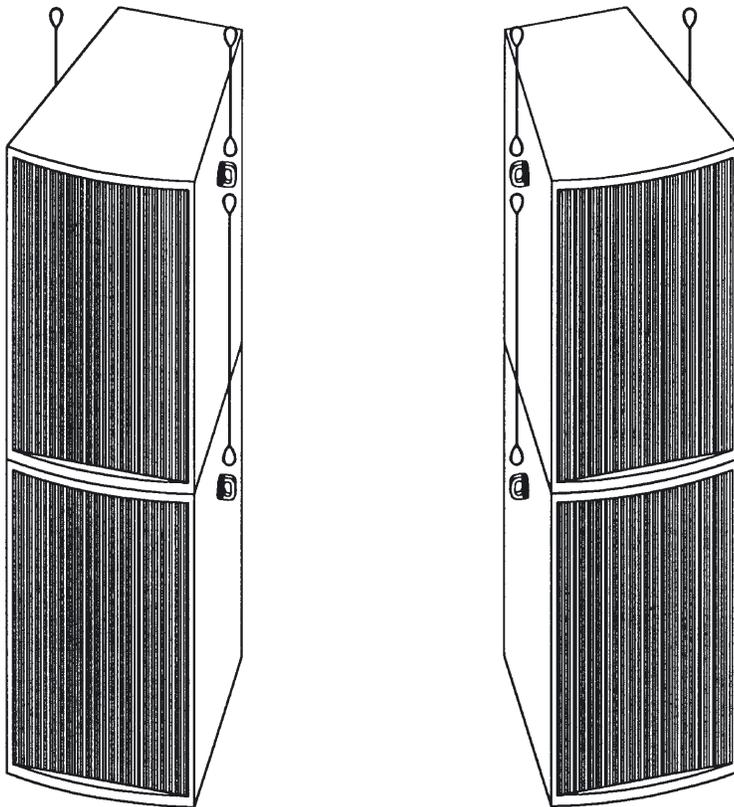
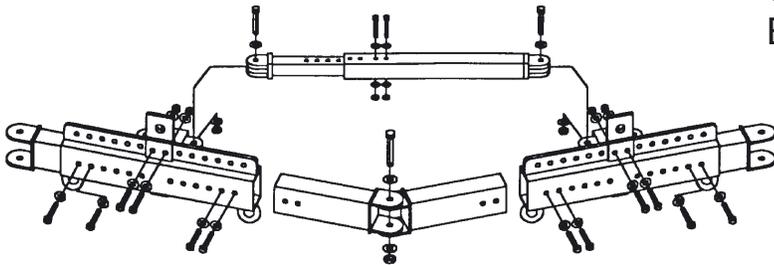
LEGENDE



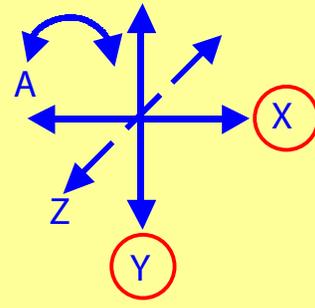
RIGGERMEISTER

LOUDSPEAKER ARRAYS

Serie MEGS-3X4
Explosionszeichnung



Einstellbar:



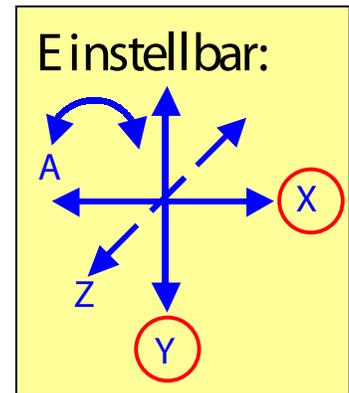
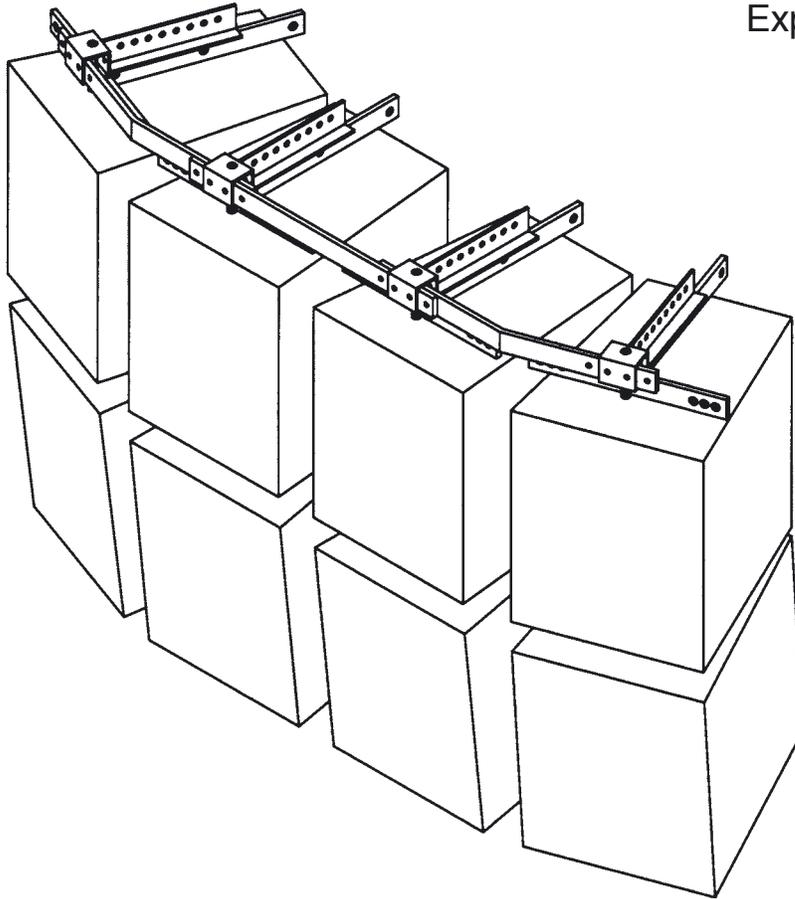
LEGENDE



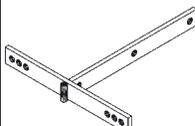
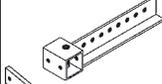
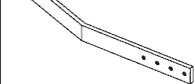
RIGGERMEISTER

LOUDSPEAKER ARRAYS

MLSS SERIES
Exploded View



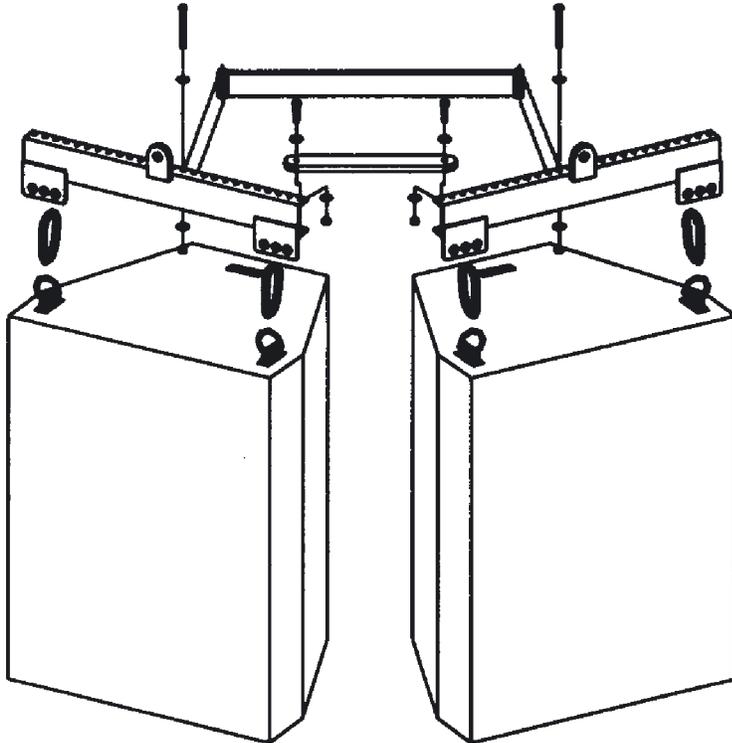
LEGEND

-  Serie MLSS Traversenoberteil
-  Serie MLSS Traversenunterteil
-  Serie MLSS Winkelträger
-  Serie MLSS Distanzstück

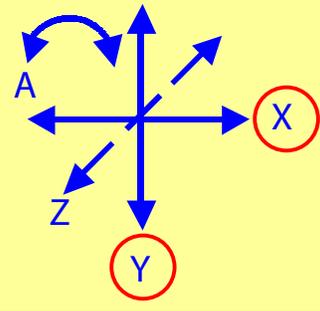
RIGGERMEISTER

LAUTSPRECHERARRAYS

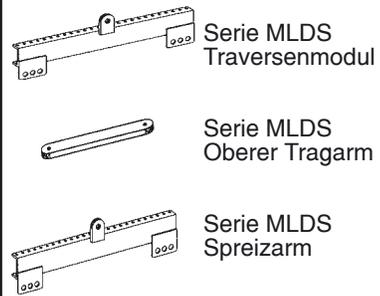
Serie MLDS
Explosionszeichnung



Einstellbar:



LEGENDE

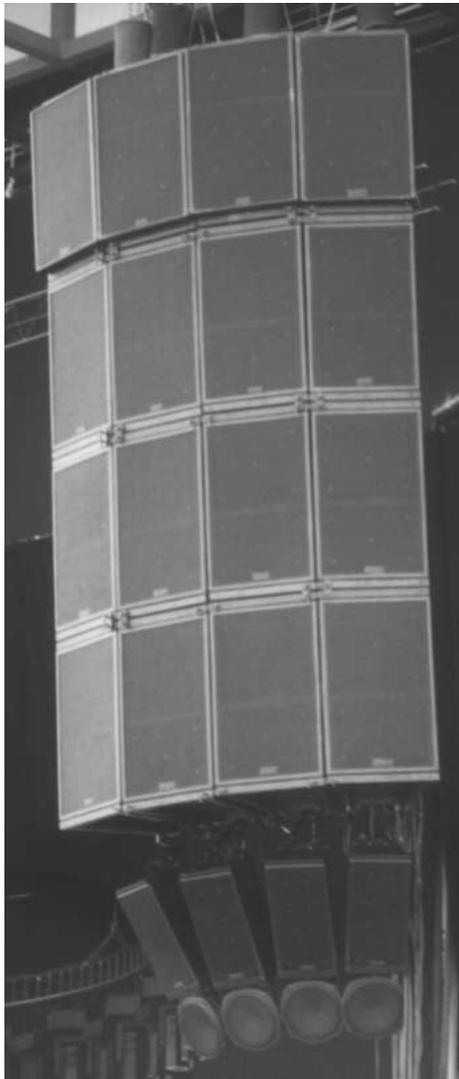


RIGGERMEISTER

LAUTSPRECHERARRAYS

MODULARE LAUTSPRECHERAUFHÄNGUNGEN

Modulare Lautsprecheraufhängungen sind horizontal angeordnete Systeme, die je nach Anforderungen des Lautsprechersystems in ihrer Größe variiert werden können. Diese Systeme bieten üblicherweise eine hohe Flexibilität in Bezug auf Spreiz- und Kippwinkel bei gleichzeitiger Kohärenz der Wellenfronten in der horizontalen und vertikalen Achse.



Das Foto links zeigt ein großes Lautsprecherarray mit dem modularen Flugeschirr AMFS-2X2 von ATM Fly-Ware. Das ATM Fly-Ware System ist ein „direkt aufgehängtes“ System, die Hängeseile sind also direkt mit den modularen Lautsprechertraversen verbunden, ohne vorgesezte Traversengitter oder Lastträger.

Die Serie AMFS-2X2 ist für die Aufnahme der Last von zwei Lautsprechern an jedem einzelnen Hängepunkt ausgelegt. Beachten Sie, dass auf dem Foto die beiden oberen Reihen an einem Satz von Hängeseilen mit den Motorketten verbunden sind, die beiden unteren Reihen aber über einen weiteren Seilsatz am selben Motor hängen.

Die drei oberen Lautsprecherreihen sind nicht geneigt, die untere Reihe dagegen ist um 10° abwärts geneigt. Außerdem sind die Lautsprecher der ersten und dritten Reihe invertiert.

Foto: ProMix

RIGGERMEISTER

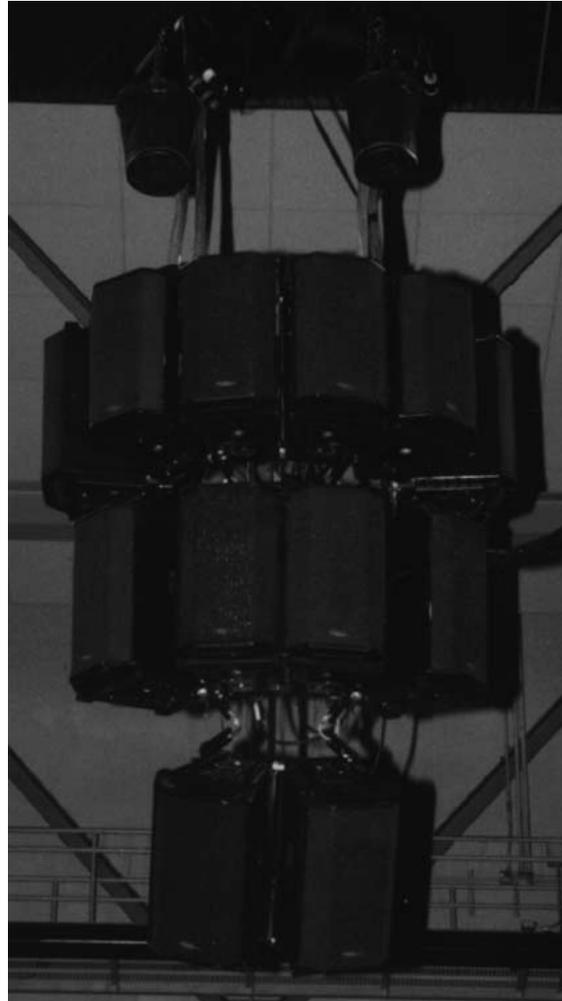
LAUTSPRECHERARRAYS

Das Foto rechts zeigt ein Lautsprecherarray, welches mit der modularen Lautsprecheraufhängung AMFS-1X2 von ATM Fly-Ware aufgebaut ist. Wie bei der AMFS-2X2-Serie handelt es sich hier um ein direkt aufgehängtes System.

Die modularen Lautsprecheraufhängungen der Serie AMFS-1X2 sind dafür ausgelegt, die Last von 4 Lautsprechern an einem Hängepunkt zu tragen. Beachten Sie, dass das gesamte Array aus zwölf Lautsprechern über einfache Gehänge (Bridles) an vier Hängepunkten mit den zwei Motoren verbunden ist.

Einer der vielen Vorteile der modularen Lautsprecheraufhängungen von ATM Fly-Ware ist, dass die Lautsprecher auf unterschiedlichste Weise miteinander verbunden werden können, da die modularen Träger an der Ober- und Unterseite der Lautsprecher befestigt werden.

Foto: Lautsprecher Apogee Sound AE-5, an modularer Lautsprecheraufhängung von ATM Fly-Ware geflogen.

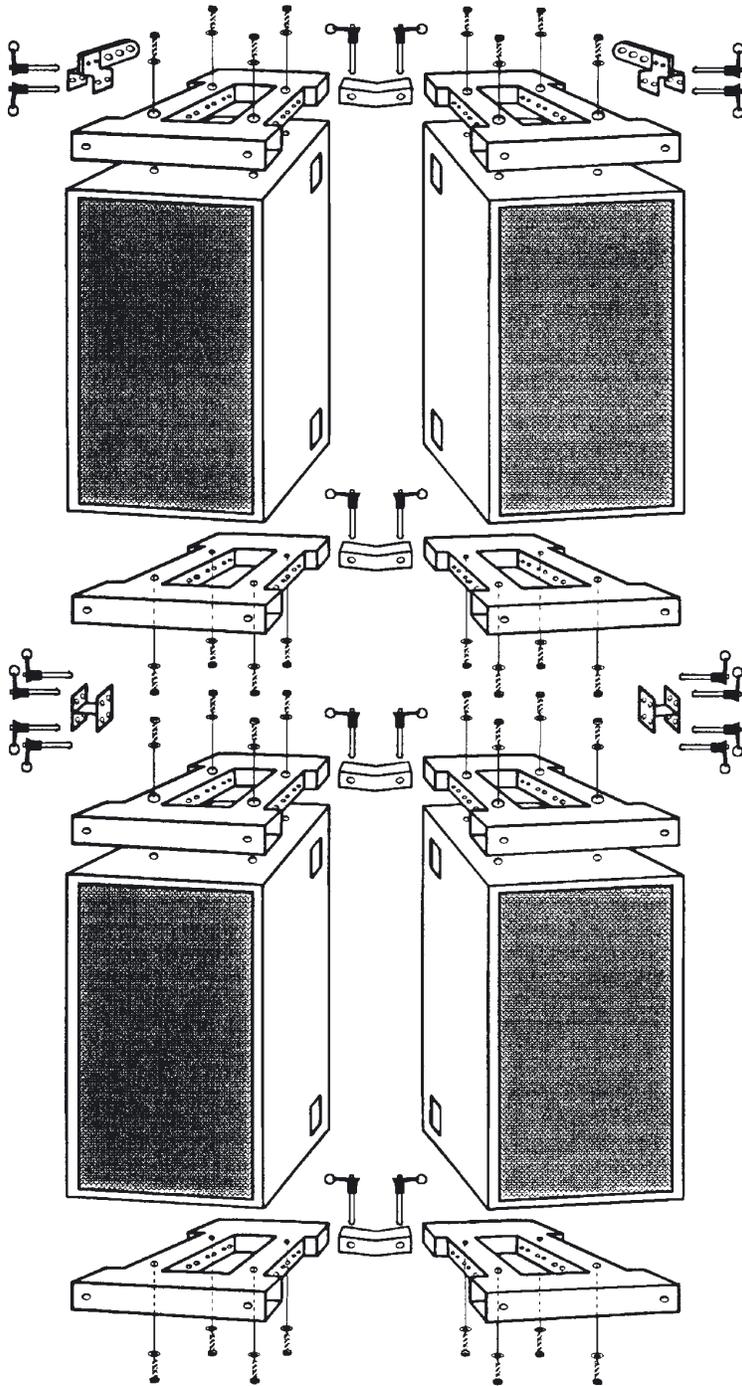


Die modularen Lautsprecheraufhängungen sind untereinander verwindungssteif durch ein Verbindungsstück gekoppelt, wodurch benachbarte Lautsprecher eine Einheit bilden. Durch austauschbare Verbindungsstücke lassen sich die modularen Lautsprecheraufhängungen in verschiedenen Spreizwinkeln zueinander fixieren. Für variable Arraywinkel bietet ATM Fly-Ware auch verstellbare Verbindungsstücke an.

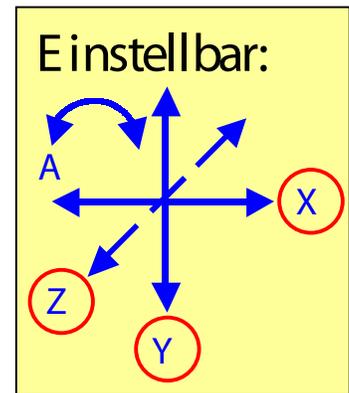
Modulare Lautsprecheraufhängungen lassen sich gemäß der Planungsvorgaben aufhängen und positionieren. Das gibt dem Entwickler oder Planer die Möglichkeit, Arrays nach eigenen Vorstellungen zu entwickeln und auch genau so umzusetzen.

RIGGERMEISTER

LAUTSPRECHERARRAYS



Serie AMFS-2X2
Explosionszeichnung



LEGENDE

-  AMFS-2X2-SME Schäkelhalterung
-  Serie AMFS-2X2 Verbinder
-  AMFS-2X2-SB Stapelschelle
-  2.5" QRP Quick Release Pin
-  Traversenhalterung



a division of **ATM GROUP, Inc.** ■ www.atmflyware.com ■ 888.RIG.MORE
USA ■ 21000 S Wilmington Ave ■ Carson ■ CA 90810-1247 ■ Tel 310.834.5914 Fax 310.834.3042

RIGGERMEISTER

LAUTSPRECHERARRAYS

AMTS_SERIE SCHIENENBASIERTE LAUTSPRECHERAUFHÄNGUNGEN

Die schienenbasierten modularen Lautsprecheraufhängungen der AMTS-Serie können als gehängte Schienensysteme oder als starre horizontal angeordnete modulare Systeme eingesetzt werden. Außerdem können beide Formate innerhalb eines Lautsprecherclusters verwendet werden, um Aufbauzeiten und akustische Eigenschaften des Lautsprecherarrays zu optimieren. Hier werden die Vorteile von zwei Konzepten vereint: Einerseits lässt sich eine schienenbasierte Aufhängung schnell aufbauen, andererseits wird durch die starre Konstruktion einer modularen Lautsprecheraufhängung eine kohärente Wellenfront hergestellt.

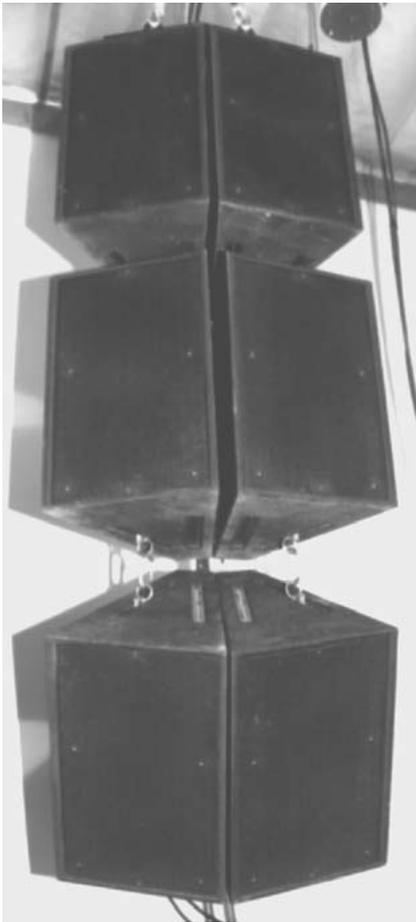
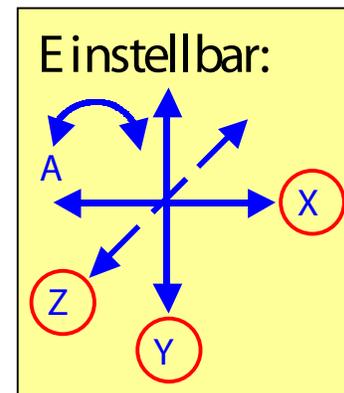
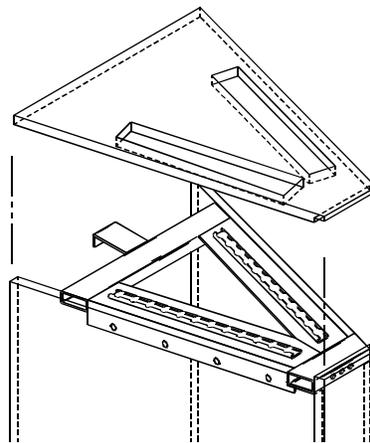


Foto: Westcoast Sound-Lautsprecher, an schienenbasierter Lautsprecheraufhängung AMTS von ATM Fly-Ware geflogen.

Die Kombination der Vorteile von Schienensystem und modularer Aufhängung wird durch Einbau spezieller Beschläge und Verstärkungen im Lautsprechergehäuse erreicht. Das interne Trägersystem ist mit Schienen an Ober- und Unterseite der Lautsprecher verbunden. Das Gehäuse ist außerdem rückseitig mit Öffnungen für Verbindungswinkel sowie Bohrungen für Befestigungsbolzen versehen. Diese Öffnungen sind so konstruiert, dass das Gehäuse trotzdem luftdicht bleibt.



Mit Halterungen der AMTS-Serie und entsprechenden Verbindungsstücken (wie bei den Serien AMFS-1X2 und AMFS-2X2) lässt sich ein Lautsprecherarray ohne zusätzliche Traversengitter aufhängen. Ein modulares Traversengitter (wie bei der AMFS-3X4-Serie) wird benötigt, wenn der Cluster als schienenbasiertes Array konstruiert werden soll. Auf dem Foto wurden die oberen beiden Reihen mit Schiene aufgehängt, die untere Reihe wurde an nur zwei Punkten geneigt aufgehängt und mit Verbindungsstücken zwischen den Gehäusen gekoppelt.

RIGGERMEISTER

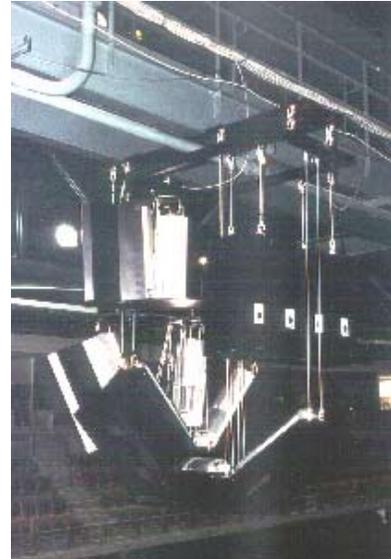
LAUSPRECHERARRAYS

LAUSPRECHERGITTER

Gittersysteme zur Lautsprecheraufhängung erlauben die Aufhängung mehrerer Lautsprecher an einer Gitterstruktur. Je nach Ausführung des Gitters lassen sich Abstrahlrichtung, Neigung, Abstand und Konvergenz der Lautsprecher einstellen.



ATM Fly-Ware Serie AMGS



ATM Fly-Ware Custom



M.A.N. Flying Systems Custom



Polar Focus X-Y Grid

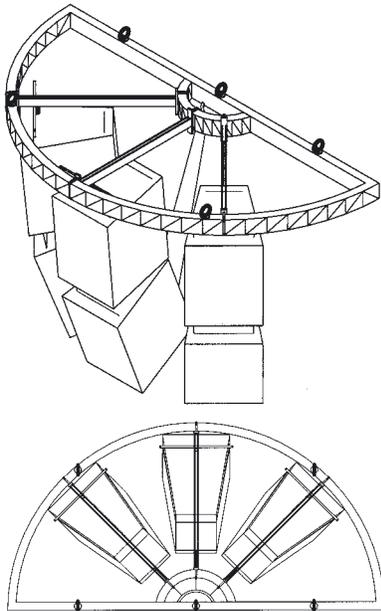
RIGGERMEISTER

LAUTSPRECHERARRAYS

AFGS-SERIE

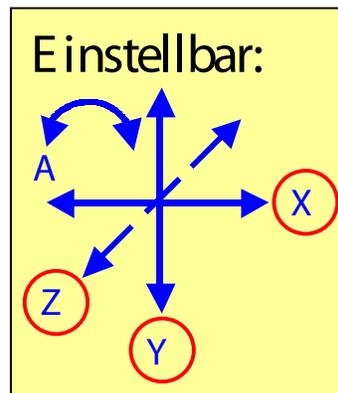
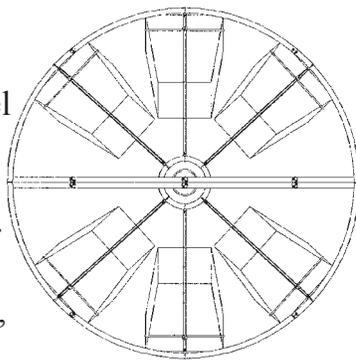
MODULARE GITTERSYSTEME ZUR LAUTSPRECHERAUFHÄNGUNG

Die AFGS-Serie besteht aus Einzelkomponenten, welche zusammen ein sicheres und effizientes Gittersystem mit Zulassung für die Überkopfmontage von Lautsprechern ergeben. Verschiedenste Gittergrößen für eine Vielzahl von Applikationen im Installationsbereich stehen zur Verfügung.



Der modulare Aufbau der AFGS-Serie ermöglicht es dem Anwender, so viele Lautsprecher wie notwendig am Gittersystem zu befestigen. Erreicht wird dies durch einen Rahmen, in den je nach Bedarf mehrere Speichen eingesetzt werden können. Diese Speichen dienen dann als Halterung für die Lautsprecherträger, welche in verschiedenen Breiten erhältlich sind. Durch den vollständigen modularen Aufbau lässt sich so die jeweils beste Konfiguration zusammenstellen, auch bei verschiedenen Lautsprechertypen innerhalb eines Clusters. Die AFGS-Serie lässt sich sogar in Anwendungen mit Hörnern ohne Gehäuse und verschiedensten rechteckigen Gehäusen einsetzen.

An den modularen Lautsprechermontagegittern der AFGS-Serie können Lautsprecher in einem Winkel von 0° bis 180° angebracht werden. Der Neigungswinkel der Lautsprecher ist, so weit wie für das Cluster notwendig, einstellbar. Das Montagegitter bildet einen kompletten Halbkreis, wodurch die Abstimmung der akustischen Wellenfront gewährleistet wird. Falls notwendig können zwei Gitter zu einem Vollkreis zusammengefügt werden, um ein rundum strahlendes Array zu bilden.



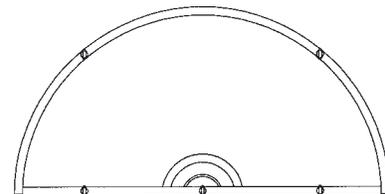
RIGGERMEISTER

LAUTSPRECHERARRAYS

AFGS-SERIES

MODULARE GITTERSYSTEME ZUR LAUTSPRECHERAUFHÄNGUNG

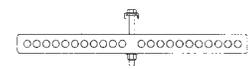
Die modularen Lautsprechermontagegitter der AFGS-Serie bestehen aus drei zusammen gehörenden Elementen. Das Hauptelement der AFGS-Serie bildet das eigentliche Hängegitter, welches als Haupthängesystem für die Lautsprechercluster dient und außerdem Hängepunkte für weitere Flugsysteme bereitstellt. Das Hängegitter besteht aus einem halbkreisförmigen Stahlprofil mit fünf primären Hängeaugen. Zwischen dem äußeren und inneren Bogen des Hängegitters können Speichen montiert werden.



AFGS Series Grid Truss



AFGS Series Spoke



AFGS Series Loudspeaker Suspension Arm

Diese Speichen können in jeder Position innerhalb des Gitters befestigt werden. Alle Speichen haben einen gemeinsamen Schnittpunkt im hinteren Bereich des Gitters und zeigen strahlenförmig zur Vorderseite. Die Speichen werden mit hochfesten Bolzen in Position gehalten. Mehrere Speichen können an einem Gitter befestigt werden, wodurch eine Anpassung an verschiedene Abstrahlwinkel möglich ist.

Die Speichen sind als durchgehende Schienen ausgeführt und dienen so als Befestigungspunkte für die Lautsprecherträger. Der Lautsprecherträger wird an der Unterseite der Speichen festgeklemmt und bildet so in gleichmäßigen Abständen eine Befestigungsmöglichkeit für Drahtseile zur Lautsprecheraufhängung. Der Lautsprecherträger lässt sich außerdem um 180° in der horizontalen Ebene verdrehen. Der angeklemmte Träger lässt sich nun auf den Speichen verschieben, um so die Abstände zwischen den Lautsprechern zu verändern und ein kompaktes Lautsprecherarray zu schaffen. Lautsprecherträger sind in unterschiedlichen Breiten für verschiedene Lautsprecherformate erhältlich.

Die Lautsprechergehäuse werden an den Trägern mit gewöhnlichen Stahlseilen und Seilklemmen befestigt. Die Neigung der Lautsprecher wird durch Zug von der Unterseite des Gehäuses zum Mittelpunkt des Gitters erreicht, wo sich ein Befestigungsring befindet. Da alle Lautsprecher an diesem zentralen Punkt befestigt werden, ergibt sich ein sauber geschwungener Cluster.

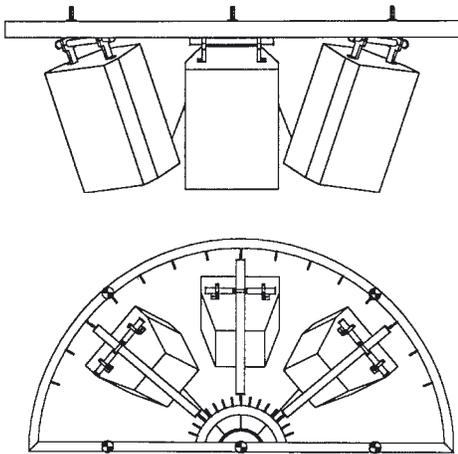
RIGGERMEISTER

LAUTSPRECHERARRAYS

AMGS PIVOTAL-SERIE

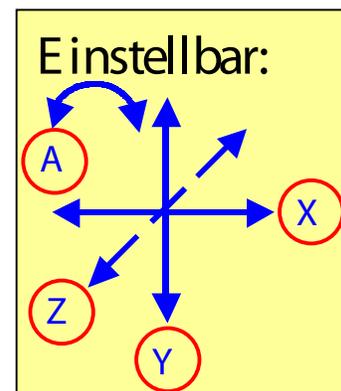
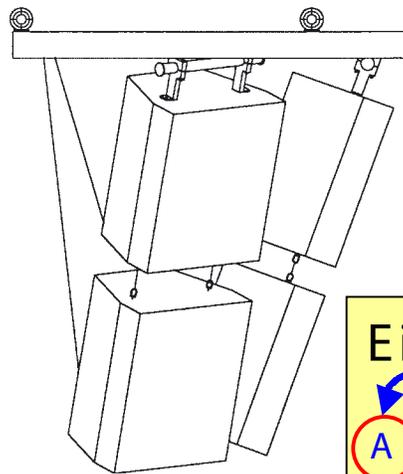
MODULARE GITTERSYSTEME ZUR LAUTSPRECHERAUFHÄNGUNG

Die AMGS Pivotal-Serie besteht aus Einzelkomponenten, welche zusammen ein sicheres und effizientes Gittersystem mit Zulassung für die Überkopfmontage von Lautsprechern ergeben. Verschiedenste Gittergrößen für eine Vielzahl von Applikationen im Installationsbereich sowie für unterschiedliche Lautsprechergehäuse stehen zur Verfügung.



Der modulare Aufbau der AMGS Pivotal-Serie ermöglicht es dem Anwender, so viele Lautsprecher wie notwendig am Gittersystem zu befestigen. Erreicht wird dies durch einen Rahmen, in den je nach Bedarf mehrere Speichen eingesetzt werden können. Diese Speichen dienen dann als Halterung für die Lautsprecherträger, welche in verschiedenen Breiten erhältlich sind. Durch den vollständig modularen Aufbau lässt sich so die jeweils beste Konfiguration zusammenstellen, auch bei verschiedenen Lautsprechertypen innerhalb eines Clusters.

An den modularen Lautsprechermontagegittern der AMGS Pivotal-Serie können Lautsprecher in einem Winkel von 0° bis 180° in Schritten von 5° und mit unterschiedlichen Neigungswinkeln angebracht werden. Außerdem lassen sich die Lautsprecher drehen. Das Montagegitter bildet einen kompletten Halbkreis, wodurch die Abstimmung der akustischen Wellenfront gewährleistet wird. Falls notwendig können zwei Gitter zu einem Vollkreis zusammengefügt werden, um ein rundum strahlendes Array zu bilden.



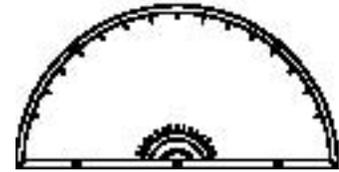
RIGGERMEISTER

LAUTSPRECHERARRAYS

AMGS SERIES

MODULAR LOUDSPEAKER GRID FLYING HARDWARE SYSTEM

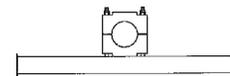
Die modularen Lautsprechermontagegitter der AFGS Pivotal-Serie bestehen aus vier zusammen gehörenden Elementen. Das Hauptelement der AMGS Pivotal-Serie bildet das eigentliche Hängegitter, welches als Hauptaufhängung für die Lautsprechercluster dient und außerdem Hängepunkte für weitere Flugsysteme bereitstellt. Das Hängegitter besteht aus einem halbkreisförmigen Stahlprofil mit fünf Hängeaugen auf der Oberseite. Zwischen dem äußeren und inneren Bogen des Hängegitters können Speichen montiert werden. Diese Speichen können in jeder Position innerhalb des Gitters in Schritten von 10° befestigt werden. Alle Speichen haben einen gemeinsamen Schnittpunkt im hinteren Bereich des Gitters und zeigen strahlenförmig zur Vorderseite.



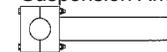
AMGS Series Grid Truss



AMGS Pivotal Series Spoke



AMGS Pivotal Series Loudspeaker Suspension Arm



AMGS Pivotal Series Loudspeaker Arm Bracket

Die Speichen werden mit hochfesten Bolzen in Position gehalten. Mehrere Speichen können an einem Gitter befestigt werden, wodurch eine Anpassung an verschiedene Abstrahlwinkel möglich ist.

Diese Speichen können in jeder Position innerhalb des Gitters in Schritten von 10° befestigt werden. Alle Speichen haben einen gemeinsamen Schnittpunkt im hinteren Bereich des Gitters und zeigen strahlenförmig zur Vorderseite. Die Speichen werden mit hochfesten Bolzen in Position gehalten. Mehrere Speichen können an einem Gitter befestigt werden, wodurch eine Anpassung an verschiedene Abstrahlwinkel möglich ist. Die Speichen sind als durchgehende Schienen ausgeführt und dienen so als Befestigungspunkte für die Lautsprecherträger. Der Lautsprecherträger wird an der Unterseite der Speichen festgeklemmt und bildet so in gleichmäßigen Abständen eine Befestigungsmöglichkeit für die Lautsprecherhalterungen. Der Lautsprecherträger lässt sich außerdem um 180° in der horizontalen Ebene verdrehen. Der angeklebte Träger lässt sich nun auf den Speichen verschieben, um so die Abstände zwischen den Lautsprechern zu verändern und ein kompaktes Lautsprecherarray zu schaffen. Lautsprecherträger sind in unterschiedlichen Breiten für verschiedene Lautsprecherformate erhältlich..

Die Lautsprechergehäuse werden an den Trägern mit Suspension Arm-Halterungen und entsprechenden Bolzen befestigt. Die Neigung der Lautsprecher wird durch Zug von der Unterseite des Gehäuses zum Mittelpunkt des Gitters erreicht, wo sich ein Befestigungsring befindet. Da alle Lautsprecher an diesem zentralen Punkt befestigt werden, ergibt sich ein sauber geschwungener Cluster.