

# AIRSTROKE<sup>®</sup>

BALGCILINDERS

# AIRMOUNT<sup>®</sup>

ISOLATOREN



## Firestone

World's Number 1   
Air Spring.

FIRESTONE INDUSTRIAL PRODUCTS COMPANY

# Firestone

## AIRSTROKE®

BALGCILINDERS

De eerste succesvolle toepassing van luchtveren voor trillingsisolatie stamt uit de dertiger jaren. Door Firestone werden luchtveren ontwikkeld om in de behoefte te voorzien van een efficiënter veersysteem voor vrachtwagens, aanhangwagens en bussen. Airrider veren, zoals ze genoemd werden, leverden de basis voor een veersysteem, dat de hoeveelheid schokken en trillingen, die door het voertuig werden opgenomen, verminderde. Miljarden kilometers hebben inmiddels de betrouwbaarheid en effectiviteit van het luchtveersysteem-concept, dat Firestone luchtveren gebruikt, in de praktijk bewezen.

Airmount isolatoren en Airstroke balgcilinders zijn een verdere ontwikkeling en verbetering van de Airide luchtveren. In principe zijn het dezelfde producten, waarbij het gebruik de naamgeving bepaalt.

## AIRMOUNT®

ISOLATOREN

Een aantal componenten is ontworpen voor specifieke toepassingen en niet alle onderdelen zijn noodzakelijkerwijs bruikbaar in alle toepassingen.

Luchtveren zijn bijzonder goed geconstrueerde elastomerische

balgen met speciaal ontworpen afsluitplaten. De balg zelf bestaat uit lagen rubber, verstevigd met speciaal weefsel. In de standaard constructie worden 2 lagen van speciaal kabelmateriaal gebruikt. Voor grotere belasting en/of druk bestaat de 4-laags versie, die in de meeste modellen verkrijgbaar is.

Airmount isolatoren en Airstroke balgcilinders kunnen belastingen tot 45 ton verwerken en worden ingezet in systemen met slagen tot 350 mm. Het temperatuurbereik ligt tussen -37 en +50 °C. Om dit bereik te vergroten zijn de meeste balgen in speciale materialen verkrijgbaar.



### TYPISCHE TOEPASSINGEN

#### AIRSTROKE-BALGCILINDERS

Airstroke-balgcilinders worden hoofdzakelijk gebruikt in plaats van pneumatische en hydraulische cilinders. Tot typische toepassingen behoren:

##### PERSEN

als perscilinder, als stootdemper, conragewicht

##### TRANSPORTBANEN

als aandrijving op verdeelpunten, remmen, opzet- en afneemapparatuur.

##### KLEMAPPARATEN

als klemcilinders

##### MONTAGEAPPARATUUR

als kam-volgers, ponsapparatuur.

##### IRRIGATIEAPPARATUUR

voor aandrijvingen en verbindingen

##### AUTO-UITLIJN APPARATUUR

hefapparaten

##### PAPIER EN TEXTIELMACHINES

laden van rollen, spannen van banen, onderhoud van rollen

#### HOUTBEWERKINGSMACHINES

aandrijving van arm-ontladers, kabelspanners, positionering

#### MATERIAL HANDLING

Robots, pick and place, heftafels, schaar tafels

#### KLEPPEN

afsluiterbedieningen, jalouzieaandrijving

#### PROFESSIELE WASMACHINES

Stabilisatie, deurbediening

Dankzij de unieke mogelijkheden van Airmount en Airstroke producten kunnen vele ervan zowel voor aandrijving als voor trillingsisolatie worden gebruikt. Het is zelfs mogelijk om de componenten voor totaal andere doeleinden te gebruiken. De volgende voorbeelden geven slechts een kleine greep hieruit.

#### BESCHERMING

voor driiboren en handwalsen

#### FLEXIBELE VERBINDINGEN

bij vibrerende trechters, breekmachines, expansie-verbindingen

#### VACUÛMAPPARATUUR

op etiketteermachines, als vacuÛmpomp

#### STOOTDEMPERS

als rangeerstops, kantelbewegingen, transportbanen

#### EXPANSIE KAMERS

reservoirs en accumulatoren

#### AANDRIJFKOPPELINGEN

voor aandrijvingen met variabele snelheid en pneumatische klauwplaten

#### AIRMOUNT ISOLATOREN:

Airmount isolatoren worden als trillingsisolatoren gebruikt op verschillende typen apparatuur. De volgende lijst is slechts een indicatie van de vele mogelijkheden:

Laserapparatuur

Hologrammen

Electronenmicroscopen

Optische banken

Schoktestapparatuur

Smeedhamers/betontrillers

Generatoren/compressoren

Ventilatoren

Industriële machines

Trilgoten en -zeven

Tril-transportbanen en -trechters

Stoelveren

# Firestone SELECTIE GIDS

## EINDSTUK-OPTIES

Uitvoering Nr.	Maximale Doorsnede bij 7 Bar (mm)	Hoge drukuitvoering	Eindplaat Type	Afm. A (bevestigings tapeinde centrum)(mm)	Afm. B (mm)	Bevestigingsring type	Afm. C (bout cirkel diameter) (mm)	Aantal bouten (elke Ring)
----------------	-----------------------------------	---------------------	----------------	--	-------------	-----------------------	------------------------------------	---------------------------

### ROL-MEMBRAN

1M1A-0	86	
1M1A-1	86	
2M1A	88	
2M2A	59	

ZIE BETREFFEND DOCUMENTATIEBLAD

### 1-KAMER BALG

16	152	
131	165	
110	211	
116	231	117
116-1	244	
115	257	124
19	328	
19-75	343	
113	386	128
113-1	404	128-1
119**	442	
121**	516	
126**	569	
134-1.5	709	138-1.5
148-1	950	Zie noot

1	45		4	114	6
1	45		4	114	6
1	45		4	114	6
1	70		4	135	6
1	70		4	135	6
3	89	45*	4	160	8
3	158	73	4	229	12
3	158	73	4	229	12
2	159		4	287	12
2	159		4	287	12
5	229	350	4	350	18
5	305	419	4	419	24
5	381	483	4	483	24
			4	597	32
			4	830	40

### 2-KAMER BALG

25	163	
255-1.5	165	
224	203	
26	218	
20	252	202
20-2	264	
22	328	210
22-1.5	348	
21	384	205
21-2	406	
233-2	394	
28**	442	201
203**	508	218
29**	577	207
200	660	
211	709	215
248-2	950	Zie noot

1	45		4	114	6
1	45		4	114	6
1	70		4	135	6
1	70		4	135	6
3	89	45*	4	160	8
3	89	45*	4	160	8
3	158	73	4	229	12
3	158	73	4	229	12
2	159		4	287	12
2	159		4	287	12
2	159		4	287	12
5	229	350	4	351	18
5	305	419	4	419	24
5	381	483	4	483	24
			4	559	24
			4	597	32
			4	830	40

### 3-KAMER BALG

352	333	
313	384	39
333	386	
312**	462	314
323**	521	324
320**	569	328
319	709	321
348-3	950	Zie noot

3	158	73	4	229	12
2	159		4	287	12
2	159		4	287	12
5	229	350	4	351	18
5	305	419	4	419	24
5	381	483	4	483	24
			4	597	32
			4	830	40

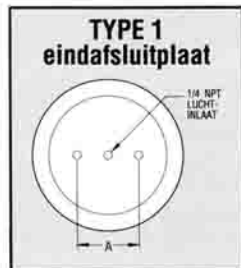
### ROL-MEMBRAN BALG

1X84D-1	Geen airstroke-balgcilinder	
4001	79	
7002	107	
7010	102	
7012	127	
1T12E-3	127	
1T14F-2	231	
1T14F-4	229	
1T14F-8	229	1T28F-8
1T15T-1	285	
1T15S-6	282	
1T15L-4	297	
1T15M-0	325	
1T15M-2	320	
1T15M-4	320	
1T15M-6	320	
1T15M-9	323	
1T19F-5	361	
1T19F-7	361	
1T19F-11	361	

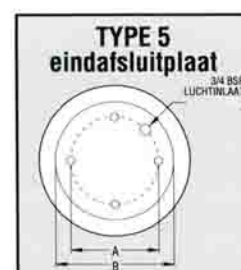
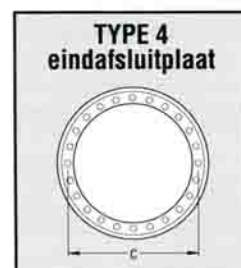
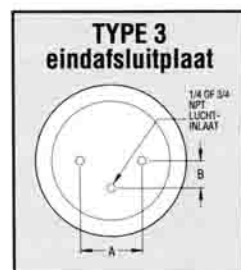
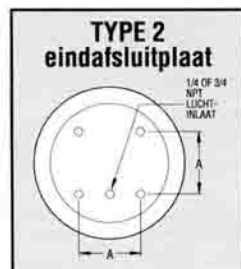
ZIE BETREFFEND DOCUMENTATIEBLAD

1	45		4	114	6
3	89	45*	4	160	8
3	89	45*	4	160	8
3	89	45*	4	160	8
3	158	73	4	229	12
3	158	73	4	229	12
3	158	73	4	229	12
3	158	73	4	229	12
3	158	73	4	229	12
3	158	73	4	229	12
3	158	73	4	229	12
2	159		4	287	12
2	159		4	287	12
2	159		4	287	12

### EINDPLATEN



### DOORSNEDE



Draad volgens ISO 228-1 en 228-2

N.B. 148-1, 248-2 en 348-3 zijn versterkte uitvoeringen

\*38 mm met 3/4 BSP luchtaansluiting

\*\*Bij toepassing van een gerolde eindplaat-deze maat met 17,5 mm verhogen.

# AIRSTROKE® BALGCILINDER

Uitvoering Nr.	Minimale hoogte (mm)	Maximale uitslag (mm)	5 Bar druk bij uitslag van		
			25 (mm) (kN)	50% maximale uitslag	Maximale uitslag (kN)

## ROL-BALG

1M1A-0	38	36	1.8	—	1.7
1M1A-1	38	60	2	—	1.5
2M1A	64	86	2.0	1.9	1.4
2M2A	30	26	0.6	—	0.5

## 1-KAMER BALG

16	48	36	3.8	—	2.6
131	51	53	5.6	—	3.7
110	51	79	8.5	7.7	4.3
116	51	79	11.0	10.3	5.2
116-1	51	107	12.3	11.1	6.2
115	51	79	14.6	13.2	6.9
19	51	89	27.2	24.8	14.8
19-.75	51	99	28.5	25.7	13.9
113	51	97	40.2	36.6	20.2
113-1	51	117	44.0	37.1	23.1
119**	51	107	56.9	52.9	33.5
121**	51	91	79.6	73.2	47.7
126**	51	112	105.2	97.6	67.8
138-1.5	51	135	175.0	160.9	96.7
148-1	64	122	315.5	287.5	218.7

## 2-KAMER BALG

25	71	84	5.5	4.9	2.8
255-1.5	76	112	7.2	5.8	3.6
224	71	125	9.5	7.9	3.9
26	76	145	11.0	9.1	5.8
20	76	155	15.5	13.0	7.3
20-2	76	191	16.1	12.4	8.9
22	76	180	29.1	25.1	15.5
22-1.5	76	198	31.3	26.4	16.3
21	76	180	41.8	36.7	23.7
21-2	76	221	46.1	39.2	24.0
233-2	76	264	44.7	39.8	25.7
28**	84	173	59.9	50.9	35.2
203**	84	183	85.5	75.1	52.2
29**	84	191	107.8	96.2	70.5
200	84	185	142.3	130.3	101.7
215	84	224	171.6	153.3	116.5
248-2	107	231	314.5	28.5	219.4

## 3-KAMER BALG

352	114	267	33.2	26.2	17.6
313	114	267	43.2	35.7	22.7
333	114	305	53.5	36.0	25.2
312**	114	264	63.5	52.5	36.8
323**	114	277	85.5	73.2	51.0
320**	114	300	115.4	98.1	72.9
319	114	361	176.5	150.0	111.8
348-3	140	351	318.9	285.8	228.0

## ROL-MEMBRAAN BALG

1X84D-1	UITVOERING 1X84D-1 KAN NIET ALS AIRSTROKE-BALGCILINDER GEBRUIKT WORDEN.				
4001	92	92	1.1	1.5	1.3
7002	51	102	2.8	2.6	2.8
7010	127	127	2.3	2.5	2.8
7012	102	140	2.9	3.2	2.7
1T12E-3	152	193	3.0	2.5	2.2
1T14F-2	127	196	11.4	10.5	7.1
1T14F-4	147	208	11.8	10.5	7.2
1T14F-8	203	239	12.4	10.5	7.0
1T15T-1	102	170	20.3	17.7	12.0
1T15S-6	152	254	20.5	17.3	21.1
1T15L-4	152	252	23.0	22.4	14.8
1T15M-0	109	178	23.0	22.5	15.5
1T15M-2	127	211	24.9	24.2	16.5
1T15M-4	152	267	25.3	23.2	16.5
1T15M-6	178	310	25.6	22.6	16.6
1T15M-9	216	384	26.0	23.0	17.6
1T19F-5	127	239	35.8	34.5	23.1
1T19F-7	152	325	33.5	29.0	19.6
1T19F-11	203	391	34.7	28.1	22.2

\* Krachten bij andere drücken worden berekend door de gegeven waarde door 5 te delen en met de juiste druk te vermenigvuldigen.

\*\* Bij toepassing van een gerolde eindplaat- deze maat met 17,5mm verhogen.

## DE VOORDELEN VAN

# AIRSTROKE®

BALGCILINDER

Waarom een Airstroke balgcilinder in plaats van een pneumatische of hydraulische cilinder als aandrijflement ?

### Lage kosten.

In het algemeen bedragen de aanschafkosten van een Airstroke cilinder de helft of minder dan die van een conventionele pneumatische of hydraulische cilinder met dezelfde capaciteit. Bij de grotere typen is het kostenvoordeel nog sprekender.

### Grote reeks typen

Airstroke balgcilinders zijn leverbaar in grootte vanaf 90 tot 940 mm diameter, met krachten tot 45 ton. Slaglengten tot 355 mm zijn mogelijk.

### Levensduur

Airstroke balgcilinders zijn een uitbreiding van de beproefde serie Firestone Airide veren op bussen en trucks. Airide luchtveren hebben hun lange levensduur en betrouwbaarheid, onder extreme omstandigheden bewezen – een belangrijke overweging bij de toepassing in machineconstructies.

### Geen onderhoud en smering

Airstroke balgen hebben geen zuigerstang, zuigers of glijdende afdichtingen, die smering en onderhoud vergen. Daarom kunnen ze worden toegepast, daar waar vuil of zand de pakkingen van conventionele cilinders zouden beschadigen.

### Geen interne wrijving

Omdat Airstroke balgcilinders geen glijdende afdichtingen hebben, is er geen losbreek-weerstand zoals bij standaard cilinders.

### Media

Airstroke cilinders kunnen zowel met vloeistoffen als met gassen werken. (Zie pag 14 in het Firestone Engineering Manual & Design Guide – verder het Firestone Handboek genoemd !)

### Flexibiliteit

Toepassing van Airstroke balgcilinders onder een hoek tot 30° is mogelijk zonder hulpstukken zoals scharnieren. De twee eindplaten hoeven niet parallel te staan.

### Zijdelingse belasting

Anders dan conventionele cilinders lijden Airstroke balgcilinders geen schade als zij een zijdelingse kracht moeten opnemen, (binnen bepaalde grenzen). Er ontstaan geen verbogen zuigerstangen of overmatige slijtage van afdichtingen.

### Compacte inbouwhoogte

Vergeleken met conventionele cilinders hebben Airstroke balgen een zeer compacte inbouwhoogte. De kleinste balg ( 90 mm ) laat zich tot 38 mm samendrukken en de grootste ( 940 mm ) heeft slechts 140 mm inbouwhoogte nodig.

### Fabriekstest

De meeste Airstroke balgcilinders zijn voorzien van gerolde eindplaten. Hierdoor kunnen ze direct na de productie getest worden, en direct in de constructie worden ingebouwd.

# Airstroke® balgcilinder selectie

De keuzetabel op pagina 4 geeft een algemeen overzicht van de krachten en slaglengten van Firestone balgcilinders. Om tot een juiste keuze te komen, dienen diverse parameters bekend te zijn. De cilinderkeuze is dan relatief eenvoudig. Voor meer details wordt verwezen naar het Firestone Handboek.

## Slaglengte

De maximale nuttige slag van een balg is het verschil tussen de maximaal mogelijke hoogte en de minimum hoogte. Deze gehele slag – of een deel daarvan – kan worden gebruikt.

Als een interne rubber demper vereist is, wordt de minimum inbouwhoogte vergroot en dus de slag verkleind.

Als de slag eenmaal bekend is, kan de juiste keuze worden gemaakt.

Voor slagen van minder dan 77 tot 105 mm is een één-kamerbalg de meest effectieve keuze. Kies de kortste uitvoering, die nog de benodigde slag kan leveren.

## Kracht

De selectielijst geeft krachten bij 5 bar, resp bij 25 mm, 50% en 100% van de maximale slag. Let wel dat de kracht afneemt bij toenemende slaglengte.

Bij een werkdruk van minder dan 5 bar: deel de kracht door 5 en vermenigvuldig dan met de actuele luchtdruk. Als de slaglengte tussen de boven gegeven waarden ligt, geeft een lineaire interpolatie een benadering van de kracht. Het Firestone Handboek geeft ten allen tijden een exacte informatie.

Selecteer de kleinste balg met de gewenste slag, die de gevraagde kracht kan leveren.

## Afmetingen (tabel op pag.3)

Het is belangrijk er zeker van te zijn, dat de geselecteerde component past in de beschikbare ruimte. Hoe groter de vereiste kracht, des te groter de diameter. Hoe groter de slag, des te groter de minimum inbouwhoogte. Wees er van overtuigd aan alle, hieronder genoemde "aandachtspunten" te hebben voldaan.

## Keuze van eindplaten en luchtaansluitingen

De meeste Airstroke balgcilinders worden met vaste eindplaten of met flenzen (z.g. bead-rings) geleverd. (zie de tabel eindplaten)

De meeste componenten met vaste eindplaten zijn voorzien van 1/4" BSP of 3/4" BSP luchtaansluiting.

# Aandachtspunten

## Boven- en onder begrenzing

Bij balgcilinders dienen positieve stops, zowel in de uiterste bovenste als onderste stand te worden aangebracht.

- 1) Ingedrukt ligt de minimum hoogte voor elke luchtveer op of iets boven het KNELPUNT van de balg. De balg kan beschadigen als hij regelmatig doorslaat tot op dit punt, zodat een onderste begrenzing dient te worden aangebracht. Een externe onderbegrenzing kan bijvoorbeeld uit een blok staal bestaan en dient dan even groot of iets groter te zijn dan de minimum hoogte. Als geen externe stop kan worden aangebracht kunnen veel typen met een interne rubber buffer geleverd worden. Zie hiervoor het Firestone Handboek.
- 2) In uitgerekte toestand is een boven-stop noodzakelijk om te voorkomen dat de balg te ver uitrekt. Als geen begrenzing wordt aangebracht kan de levensduur van de balg sterk worden verkort en de ingerolde eindplaat gaan lekken.

## Retourslag

Airstroke balgcilinders zijn enkelwerkend. Om de balg voor een nieuwe cyclus of slag naar zijn minimum hoogte terug te brengen is een externe kracht vereist. Dit kan de, op de belasting werkende zwaartekracht zijn. De hiervoor benodigde kracht wordt voor iedere balg in het specificatieblok in het Firestone Handboek opgegeven. Als deze belasting niet voldoende is kan een tweede balg of een veer nodig zijn.

## Geleiding

Een Airstroke balg volgt de weg van de minste weerstand, daarvoor dient de cilinder altijd voorzien te worden van een geleiding. Deze is meestal reeds geïntegreerd in de (machine)constructie.

## Boogvormige slag

Airstroke balgcilinders kunnen zonder scharnierende bevestigingsdelen een boogvormige slag beschrijven. Hoeken tot 30° zijn mogelijk. Als een balg zo wordt toegepast, dat de eindplaten niet parallel liggen, dient op het volgende te worden gelet:

- a) meet de kracht en slag tussen de beide middelpunten van de eindplaten.

- b) meet de maximale hoogte aan de meest gestrekte zijde.

- c) meet de minimale hoogte aan de ingedrukte zijde.

Deze meetwaarden moeten binnen het opgegeven bereik van de betreffende component liggen.

Rollbalgen kunnen eveneens een boogvormige slag beschrijven. In dit geval dient erop gelet te worden, dat de balg aan de kant waar hij over de zuiger rolt, niet (intern) kan beschadigen.

## Horizontale uitlijning

Het middelpunt van de bovenste resp. onderste eindplaat mogen horizontaal verschoven zijn, zonder dat de balg daarvan schade ondervindt. Een vuistregel is 25 mm per kamer, dus een één-kamer balg 25 mm, een twee-kamer balg 50 mm en een drie-kamer balg 75 mm.

## Inbouwruimte

De omgeving van een balg dient voldoende ruim te zijn, om te voorkomen dat de balg uitwendig wordt beschadigd. (In de selectietabel op pag. 3 wordt de maximale diameter bij 7 bar opgegeven.)

## Stapelen

Balgcilinders kunnen gestapeld worden, om zo de slag te vergroten. De tussenplaten waarmee de balgen aan elkaar verbonden worden, dienen dan wel van geleidings-ogen te zijn voorzien. Let erop dat de geleverde krachten NIET bij elkaar opgeteld mogen worden.

## Storing-veilige voorzieningen

In sommige toepassingen is inbouw van een storing-veilige voorziening noodzakelijk, die bij luchtuitval de mogelijke schade beperkt. (bijvoorbeeld een mechanische vergrendeling bij een schaar-tafel !)

## Vacuüm

Airstroke balgcilinders verdragen een zekere onderdruk zonder daarvan schade te ondervinden. De hoogst toelaatbare onderdruk hangt af van de grootte en de gebruikshoogte van de balg en ook of het een twee of meer-laags balg betreft. De 4 of 6 laags balgen zijn stijver en zullen minder gemakkelijk inklappen. Aanbevolen wordt alleen enkelvoudige balgen onder vacuüm te gebruiken.

## DE VOORDELEN VAN:

# AIRMOUNT<sup>®</sup>

ISOLATOREN

Waarom Airmount isolatoren te gebruiken in plaats van spiraalveren of andere soorten isolatoren?

### Onovertroffen isolatie-eigenschappen

Airmount isolatoren hebben betere isolatie- en dempingseigenschappen dan elke andere vorm van trillingsisolatie. Systemen met een eigenfrequentie van 1 Hz zijn beschikbaar, terwijl lagere systeemfrequenties mogelijk zijn door bijschakelen van een extra reservoir. Om vergelijkbare resultaten te verkrijgen met conventionele isolatoren zijn veerlengten van 230 mm nodig.

### Constance isolatie-eigenschappen

Airmount isolatoren bezitten de unieke eigenschap dat de eigenfrequentie van het systeem niet verandert bij wijziging van de belasting. Deze bijzondere eigenschap – gecombineerd met een hoogteregeling – laten het toepassen van dezelfde Airmounts op alle ondersteuningspunten toe, ook al verschilt de belasting.

### Nauwkeurige hoogteregeling

Airmount isolatoren zijn nauwkeurig in hoogte in te stellen door het regelen van de luchtdruk. Hierdoor worden vermoeidheids- en vervormings-verschijnselen, die bij andere typen dempers voorkomen, vermeden.

### Grote reeks typen

Airmount isolatoren kunnen per ophangpunt belastingen van 45 tot 38.000 kg opnemen.

### Compacte inbouwhoogte

Airmount isolatoren kunnen al bij een minimale hoogte van 75 mm de hierboven genoemde last dragen en trillingen dempen. Schroefveren met vergelijkbare eigenschappen vragen een inbouwhoogte van 125 tot 680 mm.

### Langere levensduur van de installatie

Door hun superieure isolatie-eigenschappen verlengen Airmount isolatoren de levensduur van installatie en apparatuur.

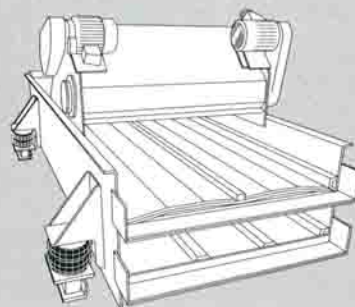
### Effectieve geluidsbestrijding

Airmount isolatoren verminderen de overdracht van geluid. Ze zijn ook stil van zichzelf. Het karakteristieke knarsende geluid van veren ontbreekt.

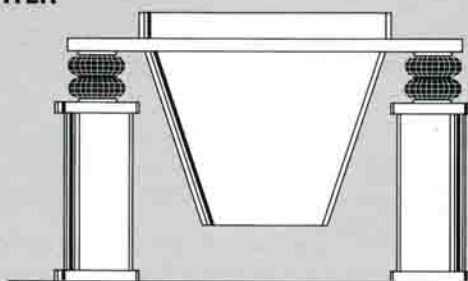
### Veelzijdigheid

Airmount isolatoren worden niet alleen toegepast om delen van trillende machines te beschermen, maar vinden ook toepassing bij het beschermen van trillingsgevoelige apparaten

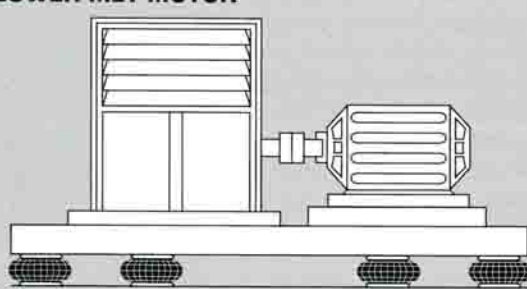
TRILZEEF



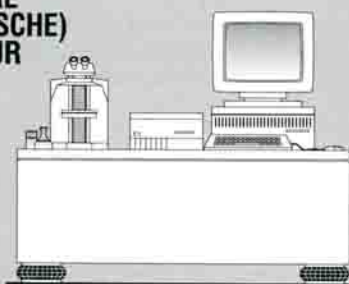
TRECHTER



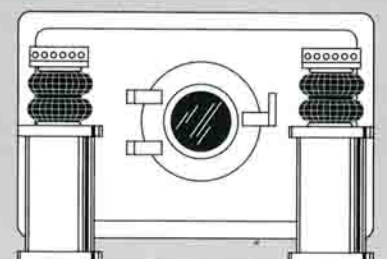
BLOWER MET MOTOR



(KWETSBARE  
ELEKTRONISCHE)  
APPARATUUR



WASMACHINE



# Basisbegrippen van Airmount isolatoren

Een uitgebreide behandeling van trillingsdemping valt buiten het kader van deze brochure, maar de algemene theorie en enkele basisbegrippen worden hier wel beschreven.

Bij alle toepassingen van trillingsisolatoren is er een trillingsbron of -storing die het probleem veroorzaakt. Deze verstoring kan vanuit de omgeving komen of door een machine of apparaat worden opgewekt. Bijvoorbeeld een coördinaten-meetmachine in een metaalbedrijf waarbij trillingen via de vloer het meten onmogelijk maakt, of trillingen van een sorteerzeef of een generator in een rustige kantooromgeving.

Ofschoon de twee situaties verschillend lijken, ligt er eenzelfde problematiek aan ten grondslag.

Bij alle toepassingen van trillingsdemping is de stoofrequentie  $f$ , de sleutel en speelt een belangrijke rol bij de keuze van de isolator. De stoofrequentie is een typische eigenschap van de apparatuur, meestal betreft het de rotatiesnelheid van een draaiend deel van de installatie. Deze wordt opgegeven in omwentelingen per minuut (omw./min.) of in toeren per seconde (Hertz, Hz).

Veel voorkomende voorbeelden zijn o.a. generatoren en compressoren, waarbij de stoofrequentie het toerental is van de motor, trilzeven waarbij de  $f$ , door de rotatiesnelheid van excenters wordt veroorzaakt of ventilatoren waar het de blad-snelheid betreft. Bij de keuze van een isolator dient de laagste stoofrequentie als rekenparameter te worden beschouwd.

Zoals de stoofrequentie een karakteristieke grootte van de apparatuur is, is de eigenfrequentie  $f_n$  een kenmerk van het isolatiesysteem.

In het algemeen is de eigenfrequentie afhankelijk van de veerconstante van de isolator en de belasting. Bij Firestone luchtveren hangt de eigenfrequentie af van het gekozen type. Deze frequentie wordt voor elke balg in de selectietabel opgegeven.

Een vuistregel zegt, dat een isolator moet worden gekozen, waarvan de eigenfrequentie niet hoger is dan één-derde van de stoofrequentie. Hoe lager de eigenfrequentie van de isolator in vergelijking met de stoofrequentie, des te effectiever werkt het isolatiesysteem.

## Een voorbeeld

Een blower is met zijn motor op een gemeenschappelijke fundatie gemonteerd. Het totaalgewicht bedraagt 2700 kg. Ten gevolge van de plaats van het zwaartepunt is de belasting op twee montagepunten 640 kg en op de andere 710 kg. Het motortoerental is 27,5 Hz en de blower draait, t.g.v. een overbrenging op 13,3 omwentelingen per seconde. Het systeem wordt op een platdak gemonteerd om ruimte te besparen.

1. Allereerst bepalen we de kleinste balg, die in staat is de belasting op alle vier de punten te dragen.
  - De Airmount isolator 110 kan 812 kg dragen en is zonder meer geschikt. (N.B. de 131 kan weliswaar de kleinste belasting van 640 kg opvangen, maar is niet geschikt voor de grotere van 710 kg.) Het verdient aanbeveling op alle punten dezelfde isolator in te zetten.
  - Ook de twee-kamerbalg 224 is toe te passen. De volgende stap licht dit toe.
2. De laagste stoofrequentie is bepalend voor de selectie. In dit voorbeeld 13,3 Hz. Vergelijking van de dempingpercentages in de rechterkolom op pag. 8 laat zien:
  - Bij 13,3 Hz geeft de 110 een isolatiepercentage van 95,8 %.
  - De Airmount 224 dempt 97,5 %. Dit lijkt op het eerste gezicht niet veel te verschillen, maar de 224 laat 40 % minder energie door naar het dak. ( 95,8 % wil zeggen 4,2 % overdracht; 97,5 % betekent slechts 2,5 % overdracht - 2,5 is 40 % minder dan 4,2) Dit ogenschijnlijk kleine verschil kan doorslaggevend zijn bij de keuze.

- Opgemerkt dient te worden dat bij andere stooffrequenties dan 13,3 Hz het diagram op pag 9 gebruikt kan worden. Veronderstel dat de stoofrequentie 10 Hz is. De eigenfrequentie van de 224 wordt in de tabel opgegeven als 2,1 Hz. Afgerond op 2 Hz kunnen we het snijpunt in het diagram vinden. Dit punt ligt dicht bij de diagonaal van 95 %.
3. Een blik op de selectietabel laat zien dat de ontwerphoogte 165 mm bedraagt. Deze waarde zal bij het ontwerp van de installatie gebruikt dienen te worden. Kijkend naar "aandachtspunten" zien we dat een veiligheidsstop op 152 en 178 mm aangebracht moet worden, om overbelasting onder extreme omstandigheden te voorkomen.
4. Bij bovenaangehaald voorbeeld is geen grote mate van nauwkeurigheid vereist. Bij veel toepassingen is dat echter wel het geval. Bij het ontwerpen van een dempingssysteem dient dan het Firestone Handboek te worden geraadpleegd. Bij meer gecompliceerde toepassingen kan de hulp van Firestone of de plaatselijke vertegenwoordiger worden ingeroepen.

## AIRMOUNT® ISOLATOR

Uitvoering nr. (mm)	Ontwerphoogte bij: 7 Bar (mm)	Belasting bij ontwerphoogte bij 5 Bar (kg)	Eigen frequentie	% isolatie bij stoorfrequentie	
				7 Hz	13 Hz

### ROLMEMBAAN BALG

1M1A-0	65	2.5	3.5	—	92.8
1M1A-1	75	2.8	2.8	—	95.1
2M1A	UITVOERING 2M1A KAN NIET ALS AIRMOUNT-ISOLATOR GEBRUIKT WORDEN				
2M2A	45	0.95	3.25	—	93.3

### 1 KAMER BALG

16	76	508	3.9	—	90.6
131	89	685	3.0	74.6	94.7
110	114	812	2.7	80.9	95.8
116	114	1071	2.7	80.9	95.8
116-1	140	1148	2.4	85.6	96.8
115	114	1365	2.7	80.4	95.7
19	127	2576	2.5	83.1	96.3
19-75	140	2386	2.6	82.6	96.2
113	127	3992	2.4	85.6	96.8
113-1	140	4627	2.3	86.9	97.0
119**	127	6586	2.2	87.4	97.1
121**	127	8369	2.4	85.4	96.7
126**	127	12832	2.3	87.2	97.1
134-1.5	152	18878	2.0	90.3	97.7
148-1	140	38646	2.0	90.3	97.7

### 2 KAMER BALG

25	140	535	2.6	81.8	96.0
255-1.5	165	622	2.2	87.6	97.2
224	165	880	2.1	88.6	97.4
26	203	971	1.9	91.3	98.0
20	216	1234	1.9	91.3	98.0
20-2	254	1469	1.6	93.7	98.5
22	241	2449	1.8	92.1	98.1
22-1.5	267	2409	1.8	92.3	98.2
21	241	3778	1.8	92.6	98.3
21-2	267	4178	1.6	94.0	98.5
233-2	286	4498	1.4	95.2	98.8
28**	241	5498	1.7	92.8	98.3
203**	241	8568	1.6	93.9	98.5
29**	241	11499	1.6	94.2	98.6
200	241	15703	1.6	94.2	98.6
211	267	18588	1.4	95.2	98.8
248-2	279	36165	1.4	95.6	98.9

### 3 KAMER BALG

352	343	2913	1.3	95.9	99.0
313	330	4064	1.4	95.5	98.9
333	373	4055	1.3	96.3	99.1
312**	330	6137	1.4	95.5	98.9
323**	330	8918	1.3	95.8	99.0
320**	356	12129	1.3	96.2	99.1
319	381	19005	1.2	96.8	99.2
348-3	381	37439	1.1	97.0	99.3

### ROLMEMBRAAN BALG

1X84D-1	203	308	1.3	96.4	99.1
4001	140	172	1.7	93.2	98.4
7002	114	372	1.8	92.0	98.1
7010	203	367	1.1	97.0	99.3
7012	216	454	1.3	95.8	99.0
1T12E-3	267	349	1.3	96.2	99.1
1T14F-2	254	1461	1.4	95.2	98.8
1T14F-4	279	1470	1.3	96.4	99.1
1T14F-8	343	1470	1.1	97.4	99.4
1T15T-1	178	2490	2.0	90.3	97.7
1T15S-6	305	2422	1.2	96.5	99.1
1T15L-4	279	3143	1.4	95.5	98.9
1T15M-0	191	3171	1.6	93.9	98.5
1T15M-2	241	3407	1.4	95.0	98.8
1T15M-4	318	3252	1.3	96.3	99.1
1T15M-6	381	3175	1.1	97.1	99.3
1T15M-9	470	3230	1.0	97.7	99.4
1T19F-5	381	4036	1.4	95.2	98.8
1T19F-7	457	3951	1.2	96.8	99.2
1T19F-11	254	4853	1.0	97.6	99.4

CONTACT FIRESTONE VOOR HET GEBRUIK ALS EEN ISOLATOR

## Selectie van de juiste Airmount® isolator

Nevenstaande tabel geeft de diverse grootheden van Airmount isolatoren.

### 1 Belasting

Selecteer één of twee Airmounts die de belasting op elk montagepunt kunnen dragen. Het gunstigste is een drukbereik tussen 4 en 6 bar. Alleen de 1M1A en de één- en tweekamerbalgen komen in aanmerking. Tussen de 1 en 285 kN is in de meeste gevallen zowel een één- als een tweekamer uitvoering te vinden, die aan de voorwaarden voldoet.

### 2 Bepalen van de isolatie-effectiviteit

Zoek de stoorfrequentie op de verticale as van het diagram op pag. 9. Bepaal de eigenfrequentie van de in punt 1 gekozen balg en zoek deze waarde op de horizontale as. Het snijpunt van stoor- en eigenfrequentie geeft het dempingspercentage volgens de diagonalen.

### 3 Ontwerphoogte

Airmount isolatoren MOETEN BIJ DE AANGEGEVEN ONTWERP-HOOGTE WORDEN TOEGEPAST. De ontwerphoogte van isolatoren in de twee-kamer uitvoering is iets groter dan die van het één-kamer type. Let erop dat de ontwerphoogte binnen het toegelaten bereik ligt. Twee-kamer balgen geven echter een betere isolatie dan de één-kamer luchtveren.

Reden hiervan is dat twee-kamer balgen een groter luchtvolume hebben dan de één-kamer typen van gelijke grootte. Bij stoorfrequenties tussen 7 en 13 Hz is de demping van de twee-kamer veer duidelijk beter dan die van de één-kamerbalg. Bij stoorfrequenties tussen 13 en 25 Hz wordt het verschil kleiner en boven 25 Hz is het te verwaarlozen.

### 4 Nauwkeurige binnendruk en isolatie-effectiviteit bepalen

In het algemeen zal het specifieke trillingsprobleem niet precies overeenkomen met de criteria in de selectietabel. Daarom dienen, na een voorlopige keuze, de gedetailleerde gegevens in het Firestone Handboek te worden geraadpleegd, om te bepalen welke binnendruk nodig is en welke dempingspercentages kunnen worden bereikt.

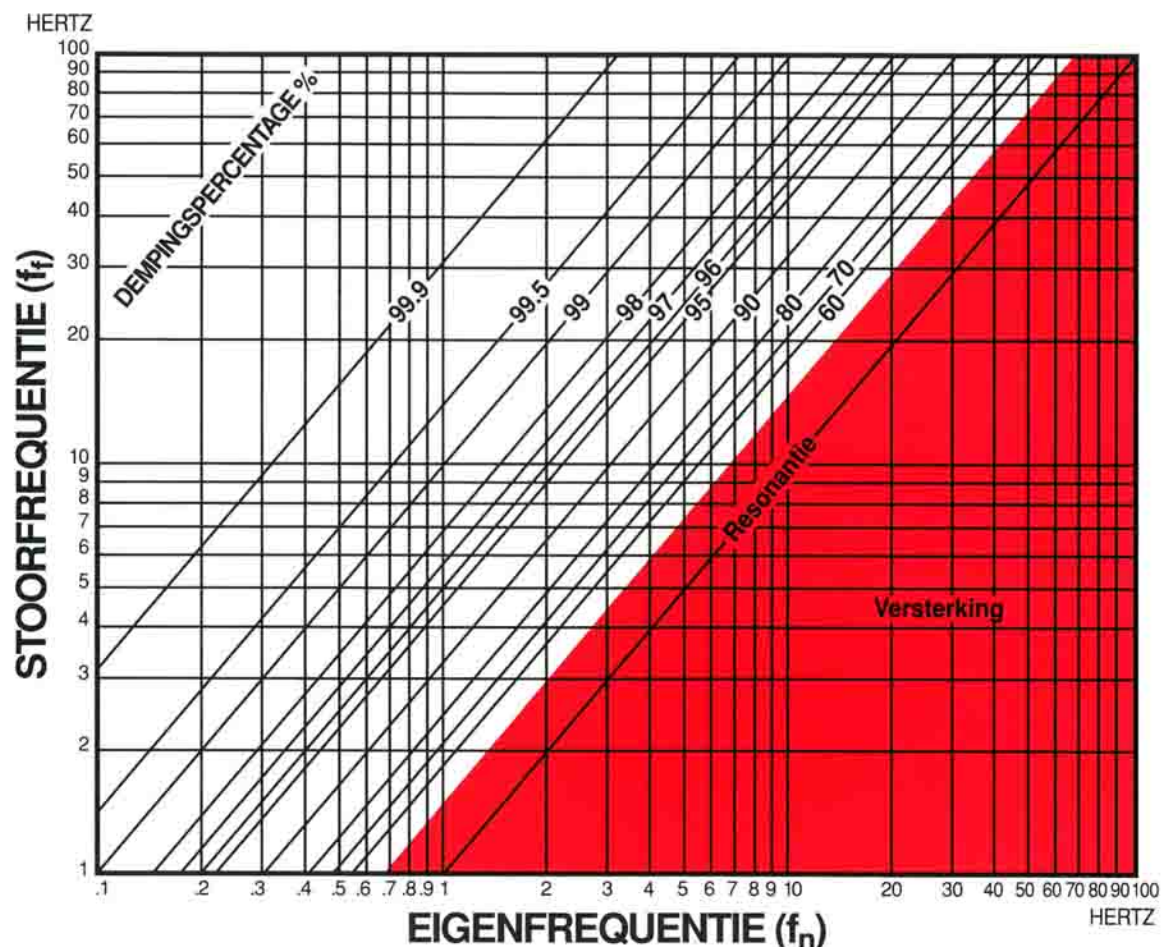
\* geen hogere druk dan 5 bar toepassen

† behalve 1x84D-1 en 1M1A

\*\* bij toepassing van een gerolde eindplaat deze waarde met 17,5 mm verhogen



# Dempingskarakteristieken van Airmount-isolatoren



## Aandachtspunten

### Ligging van het zwaartepunt

Door hun bouwwijze zijn Airmount isolatoren "zacht" en buigen gemakkelijk. Daarom moeten voorzorgsmaatregelen worden getroffen om er zeker van te zijn dat het systeem stabiel is. Speciaal de ligging van het zwaartepunt is belangrijk. Ideaal is, als de Airmounts zich op gelijke hoogte (of hoger) bevinden als het zwaartepunt. Als dit niet mogelijk is, geldt de volgende regel: de afstand tussen de dichtst bij elkaar liggende montagepunten zal minstens tweemaal zo groot zijn als de hoogte van het zwaartepunt boven de montagepunten.

### Zijdelingse stabiliteit

Eén- en twee-kamer luchtveren dienen bij de aangegeven ontwerphoogte te worden toegepast, daar dat het punt van de maximale zijdelingse stabiliteit is. Deze zij-stabiliteit neemt af met de afname van de hoogte van de isolator. Het volgende voorbeeld betreft de Airmount 22 bij 6 bar

Hoogte	zij-stabiliteit	verticale stabiliteit
241 mm (ontwerp hoogte)	62 kN/m	267 kN/m
216 mm	41 kN/m	286 kN/m
191 mm	onstabiel	—

Let op dat de 22 zijn zijdelingse stabiliteit verliest als de ontwerphoogte met 50mm wordt verminderd.

Bij ontwerphoogte en zonder extra reservoir geldt voor een één- en twee-kamerbalg, dat de zijdelingse stabiliteit 1/5 tot 1/2 bedraagt van de verticale. (Alleen de meerlaags-balgen bereiken de 1/2)

## Installatie-systemen

Er bestaan drie basis- methoden voor de besturing van pneumatische veersystemen.

1) Vulventielsysteem. Met een vulventiel in elke afzonderlijke isolator kan iedere luchtveer onafhankelijk van elkaar onder druk worden gezet. De druk in elke balg moet regelmatig gecontroleerd worden, omdat lucht uit de balg ontsnapt t.g.v. porositeit.

Om een idee te geven – een balg 116 verliest ongeveer 2 bar per jaar. ( van 7 naar 5 bar)

2) Driepunts drukregelsysteem. De Airmount isolatoren kunnen via reduceerventielen rechtstreeks aan het luchtnet worden aangesloten. Hierdoor vervalt de regelmatige inspectie. De luchtveren dienen in groepen aangesloten te worden, zodat de totale massa slechts door drie regelaars wordt ondersteund.

3) Driepunts hoogteregelsysteem. Automatische hoogteregeling kan worden bereikt door in het systeem hoogteregelsysteem te gebruiken. Weer worden er slechts drie regelpunten aangebracht (in dit geval drie niveauregelventielen). Meer dan drie regelpunten geeft een ontoelaatbare onderlinge beïnvloeding. Er zijn sensorsystemen, waarmee een hoogtebesturing binnen  $\pm 0,03$  mm haalbaar zijn. Hoogteregelsystemen voor trucks geven een nauwkeurigheid van  $\pm 1,6$  mm.

## Inbouwomgeving

In de omgeving van de isolator moet voldoende ruimte aanwezig zijn, om uitwendige beschadiging te voorkomen. (In de selectietabel op pag. 3 wordt de maximale diameter van elke balg bij 7 bar gegeven.)

## Veiligheidsbegrenzing

Aanbevolen wordt vaste stops aan te brengen in ALLE RICHTINGEN (zowel boven, onder als zijdelings.) De plaats van de verticale begrenzing hangt af van de trillingsamplitude, zowel bij normaal bedrijf, als bij opstarten en stoppen. Een goede vuistregel is  $\pm 15$  mm rond de ontwerphoogte voor de verticale stops en 15 mm (horizontaal) voor de zijdelingse begrenzing.

## Montage

Gebruik Airmounts nooit om apparatuur op de gewenste hoogte te brengen. Zoals reeds vermeld bestaat er bij kleine luchtveerhoogten een zijdelingse instabiliteit. De installatie moet op aanslagen rusten, die vlak onder de ontwerphoogte liggen en vandaar opgetild worden naar de dempingshoogte.

## Drie-kamer balgen en rolmembraanluchtveren.

Deze beide typen zijn zijdelings instabiel. (behalve de 1M1A). Door hun lage eigenfrequentie zouden beide typen uitstekende isolatoren zijn, maar zet ze pas in na overleg met Firestone (speciale richtlijnen en voorzorgsmaatregelen).

## Resonantie en versterking bij starten en stoppen

Resonantie is de toestand waarin de stoofrequentie van het trillende systeem gelijk is aan de eigenfrequentie van de ophanging. In deze situatie treedt een versterking van de beweging op. Daardoor kan bij opstarten en stoppen van een machine de trillingsamplitude vergroot worden. Hoe langer de machine er over doet om zijn bedrijfssnelheid te bereiken, des te groter wordt deze amplitude.

## Isoleren van een niet-gebalanceerde massa

Het belangrijkste is hierbij de trillingsamplitude.

Deze hangt af van:

- 1) De verhouding tussen de bewegende onbalans massa en de totale ondersteunde massa van de machine.
- 2) De verhouding tussen de snelheid van de onbalans massa (stoofrequentie) en de eigenfrequentie van het luchtveersysteem.

Door toepassing van extra dempers in het isolatiesysteem (stootdempers) wordt de, door resonantie veroorzaakte, grote amplitude verkleind.

Als de amplitude te groot is, bestaat de mogelijkheid de verhouding tussen de totale massa en de onbalans massa te vergroten door extra gewicht toe te voegen. Een goede vuistregel is 10 : 1.

## Lagedruk toepassing

De zijdelingse stabiliteit van één- en twee kamer luchtveren neemt af met afnemende binnendruk. Consulteer Firestone als Airmounts bij een druk minder dan 3 bar worden gebruikt.

## Bijplaatsen van een extra reservoir

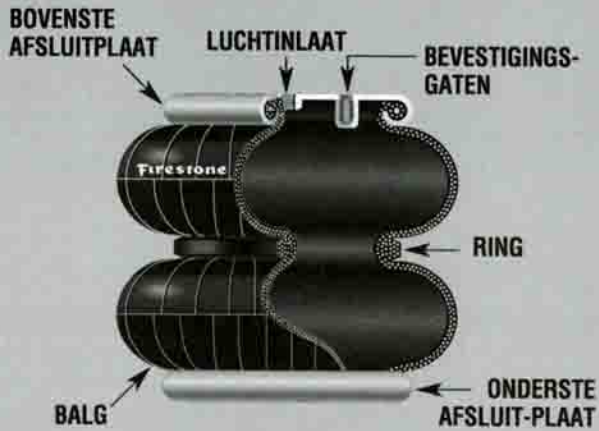
Er bestaat een regelrecht verband tussen de eigenfrequentie en de isolatie-effectiviteit. In het algemeen geldt – hoe lager de eigenfrequentie, hoe beter de isolatie (of isolatiepercentage). Zoals al gezegd hebben isolatoren in de twee-kamer uitvoering door hun groter volume een lagere eigenfrequentie dan de één-kamer balgen (van gelijke grootte). Dit principe kan gebruikt worden als een extra reservoir (drukvat) extern aan de isolator wordt aangesloten.

Om het reservoir optimaal de laten werken, dient de lucht vrij tussen de luchtveer en het reservoir te kunnen stromen. Daarvoor zal de tank zo dicht mogelijk bij de balg gemonteerd dienen te worden. De balguitvoering met 'bead-ring' is hier de beste keuze, omdat dan de opening in de bevestigingsplaat even groot kan zijn als de binnendiameter van de balg. Bij grote systemen zal een 1/4" BSP-luchtaansluiting een geringe vertraging geven, maar bij kleine amplitudes is dit geen bezwaar.

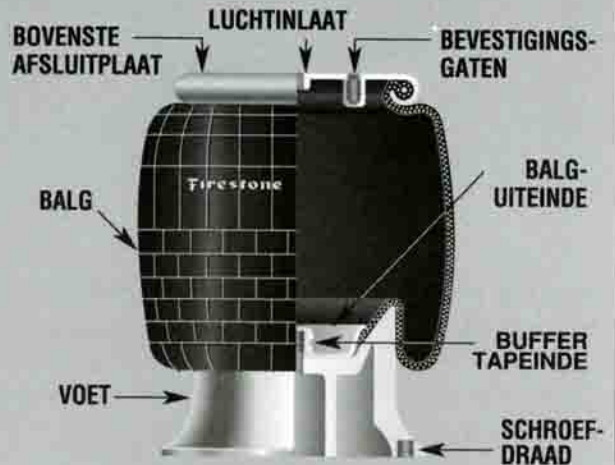
## Demping

Demping wordt gedefinieerd als de verhouding tussen systeemdemping en kritische demping. Deze verhouding ligt voor Airmounts in de orde van 0,03. Deze waarde is zo klein, dat daarvoor in de formules nul wordt aangenomen.

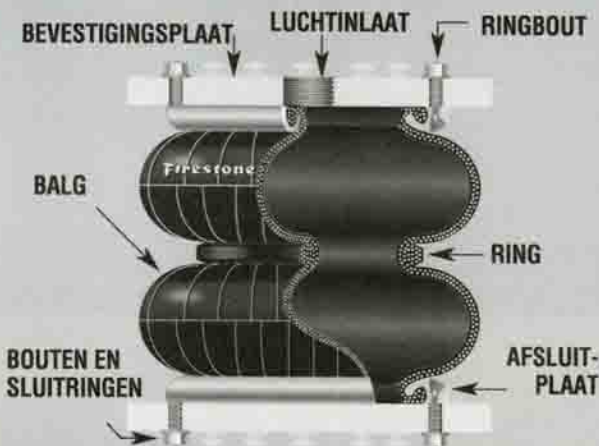
# STANDAARDTYPEN



**2-KAMERBALG MET GEROLDE AFSLUITPLATEN**  
(Afgebeeld: Nr. 22)

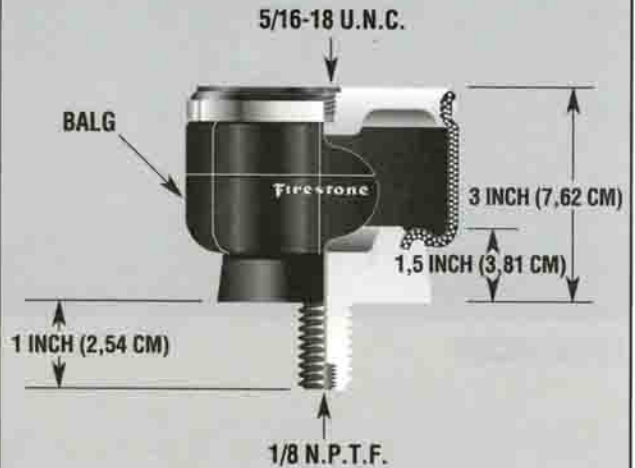


**ROL-MEMBRAAN LUCHTVEREN MET GEROLDE AFSLUITPLATEN**  
(Afgebeeld: 1T15M-6)

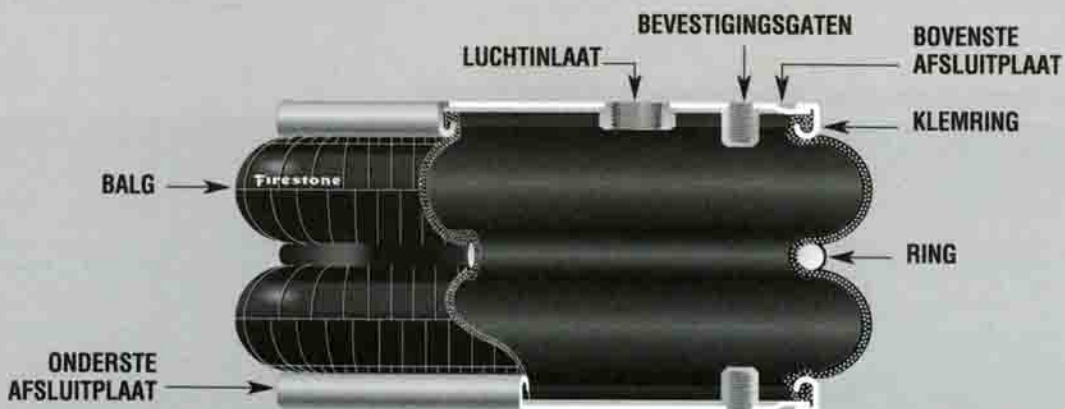


**2-KAMERBALG MET GESCHROEFDE STALEN AFSLUITRINGEN**

(Afgebeeld: Nr. 22, met geschroefde afsluitplaten in plaats van ingerolde afsluitplaten)



**1M1A AIRSTROKE CILINDER**



**GROTE 2-KAMERBALG MET GEROLDE AFSLUITPLATEN**

(Afgebeeld: Nr. 203, met gerolde afsluitplaten in plaats van geschroefde afsluitringen.)

# AIRSTROKE<sup>®</sup>

ACTUATORS

# AIRMOUNT<sup>®</sup>

ISOLATORS



## DR SERIES

### Firestone

World's Number 1   
Air Spring.

FIRESTONE INDUSTRIAL PRODUCTS COMPANY



**Advantages:**

- Low cost
- Durable for long life
- No maintenance
- No lubrication
- Friction Free
- Flexible media
- Angular capability
- Side loading capability



**Advantages:**

- Unsurpassed isolation capability
- Versatile
- Constant isolation efficiency
- Noise reduction
- Accurate height control
- Wide size range
- Extended Equipment life
- Compact installed height

## DR Series Selection Guide

**AIRSTROKE® ACTUATORS**

Style Number	Maximum Diameter at 7 BAR (mm)	Minimum Height (mm)	Maximum Stroke (mm)	5 BAR Force at Stroke of		
				25 mm (kN)	50% of Maximum Stroke	Maximum Stroke (kN)
<b>SINGLE CONVOLUTED</b>						
4-1/2 x 1	120	50	40	2.5	2.9	1.0
6 x 1	162	50	50	5.9	5.9	4.1
8 x 1	215	50	75	11.3	10.3	3.9
10 x 1	265	50	85	15.7	13.7	7.8
12 x 1	312	55	95	27.5	22.6	3.9
14-1/2 x 1	378	50	115	45.1	37.3	12.3
16 x 1	406	60	140	45.1	33.3	14.2
<b>DOUBLE CONVOLUTED</b>						
4-1/2 x 2	120	70	75	3.9	3.2	1.5
6 x 2	162	75	115	8.3	6.4	1.5
8 x 2	215	75	150	12.3	10.3	3.9
10 x 2	265	75	200	9.8	13.7	5.9
12 x 2	312	75	225	29.4	22.6	4.4
14-1/2 x 2	378	75	260	45.1	36.3	17.7
16 x 2	406	75	265	53.0	43.1	9.8
<b>TRIPLE CONVOLUTED</b>						
8 x 3	215	110	240	13.2	9.8	3.9
10 x 3	265	100	275	20.1	14.2	5.9
12 x 3	312	100	300	27.9	22.1	8.3
14-1/2 x 3	378	125	350	46.1	35.3	15.7
16 x 3	406	100	360	53.4	42.2	13.7

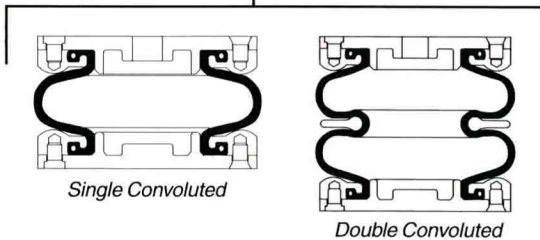
**AIRMOUNT® ISOLATORS**

Design Height (mm)	Load at Design Height @ 5 BAR (kN)	Natural Frequency @ 5 BAR (Hz)	% of Isolation at Forced Frequency		
			7 Hz	13 Hz	25 Hz
<b>SINGLE CONVOLUTED</b>					
65	3.3	4.8	-	84.4%	96.2%
80	5.5	3.7	-	91.2%	97.8%
89	9.8	3.4	-	92.7%	98.1%
92	14.5	2.9	79.3%	94.8%	98.6%
95	25.5	3.0	77.5%	94.4%	98.5%
110	37.5	3.0	77.5%	94.4%	98.5%
130	34.9	2.6	84.0%	95.8%	98.9%
<b>DOUBLE CONVOLUTED</b>					
100	3.4	3.4	-	92.7%	98.1%
130	6.5	2.9	79.3%	94.8%	98.6%
160	10.0	2.5	85.4%	96.2%	99.0%
170	14.7	2.2	89.0%	97.1%	99.2%
170	24.3	2.1	90.1%	97.3%	99.3%
200	37.0	2.0	91.1%	97.6%	99.4%
200	45.0	1.8	92.9%	98.0%	99.5%
<b>TRIPLE CONVOLUTED</b>					
220	10.6	2.1	90.1%	97.3%	99.3%
250	13.5	1.8	92.9%	98.0%	99.5%
250	23.5	1.6	94.5%	98.5%	99.6%
285	37.0	1.6	94.5%	98.5%	99.6%
290	41.5	1.1	97.5%	99.3%	99.8%

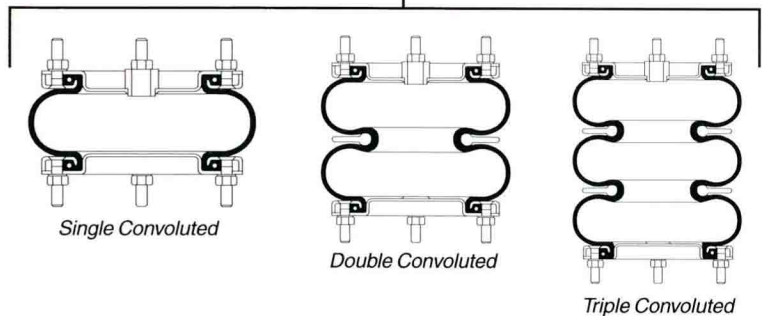
**END CLOSURES**

Bead Plate Type	Blind Nut or Bolt Circle Diameter (mm)	Number of Bolts
6	93	3
7	127	4
7	158	4
7	181	4
7	232	4
7	283	4
7	283	4
6	93	3
7	127	4
7	156	4
7	181	4
7	232	4
7	283	4
7	283	4
7	156	4
7	181	4
7	232	4
7	283	4
7	283	4

**Type 6**



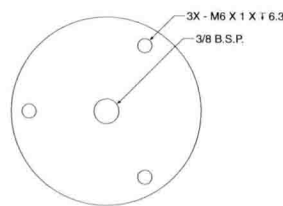
**Type 7**



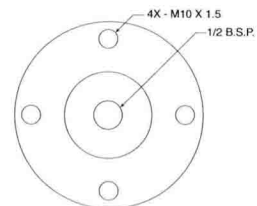
Hoge Buizen 53  
1980 EPPEGEM  
Belgium

LDA@LDA.be - www.LDA.be +32 (0)2-266 13 13

**TYPE 6 BEAD PLATE**



**TYPE 7 BEAD PLATE**

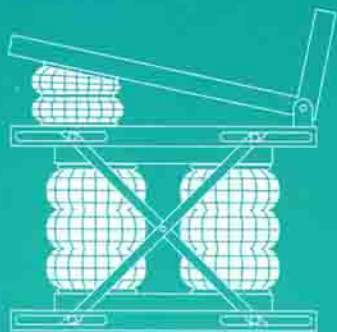


**World's Number 1 Air Spring.**  
FIRESTONE INDUSTRIAL PRODUCTS COMPANY

1-800-888-0650 - www.firestoneindustrial.com

Please note: The information contained in this publication is intended to provide a general guide to the characteristics and application of these products. The material, herein, was developed through engineering design and development, testing and actual applications and is believed to be reliable and accurate. Firestone, however, makes no warranty, express or implied, of this information. Anyone making use of this data does so at his/her own risk and assumes all liability resulting from such use. Please refer to the full Engineering Manual and Design Guide for more detailed information. It is suggested that competent professional assistance be employed for specific applications.

# TYPISCHE TOEPASSINGEN



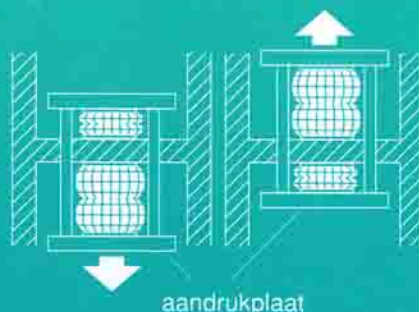
SCHAAR- EN KANTELTAFEL



WRIJVINGSREM



SPANINRICHTING



STANSPERS



Hoge Buizen 53  
1980 EPEGEM  
Belgium

LDA@LDA.be - www.LDA.be +32 (0)2-266 13 13

## Firestone

World's Number 1  
Air Spring.

FIRESTONE INDUSTRIAL PRODUCTS COMPANY

12650 Hamilton Crossing Blvd.  
Carmel, Indiana 46032-5400 U.S.A.  
Telephone +1-317-818-8600  
Fax +1-317-818-8645  
[www.firestoneindustrial.com](http://www.firestoneindustrial.com)

Attentie!

De informatie in deze brochure is bedoeld als algemene richtlijn voor de eigenschappen en toepassingen van deze producten. De informatie in deze brochure is ontwikkeld door engineering, testen en feitelijke toepassingen. Firestone kan evenwel geen garantie geven, bedoeld of geïmpliceerd, dat deze informatie geheel juist is.

Een ieder die van dit materiaal gebruik maakt, doet dit op eigen risico en aanvaardt de verantwoordelijkheid daarvoor.

Het is aangeraden om gekwalificeerd de assistentie te gebruiken voor specifieke toepassingen.