

3. Boutverbindingen en Borging

3.1 Inleiding Boutverbinding en Borging

Schroefdraadverbindingen worden ingedeeld naar belasting. Men onderscheidt:

a. Licht belast

Er worden geen hoge eisen aan de verbinding gesteld. De montage kan met standaard gereedschap worden uitgevoerd.

b. Zwaar belast (kritisch)

Er worden hoge eisen aan voorspankracht en borging gesteld. De montage moet zorgvuldig en met speciale gereedschappen worden uitgevoerd.

Vooraf bij dynamisch belaste boutverbindingen moet men nauwkeurig te werk gaan. Dit i.v.m. mogelijk verlies van voorspanning en uit elkaar vallen.

(denk aan de tapeinden van een bromfietscilinder en bevestigings-bouten van een vliegtuigmotor)

3.2 Verbindingselementen

Hier worden schroeven en bouten toegepast.

3.2.1 Bevestigingsartikelen en borgmiddelen

Schroefdraadverbindingen worden als volgt toegepast:

- schroefverbindingen: voor lichte, niet kritische verbindingen
- boutverbindingen: voor zwaardere, kritische verbindingen

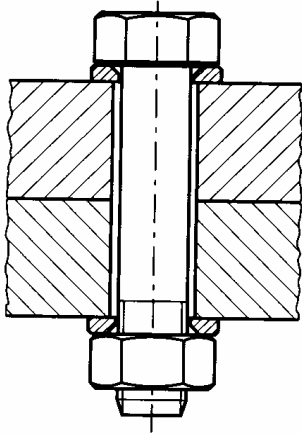
Bouten zijn in verschillende kwaliteiten leverbaar. Zie onderstaande tabel.

- niet voorgespannen: kwal. 3.6 t/m 5.8

* voorgespannen: kwal. 6.8 t/m 14.9

KLASSE- AANDUIDING	3.6	4.6	4.8	5.6	5.8*	6.8*	8.8*	10.9*	12.9*	14.9*
Nom. treksgrens N/mm ²	300	400	400	500	500	600	800	1000	1200	1400
Nom. vloeigrens N/mm ²	180	240	320	300	400	480	-	-	-	-
Nom. 0,2% rekgrens N/mm ²	-	-	-	-	-	-	640	900	1080	1260
Rek %	25	22	14	20	10	8	12	9	8	7

3.3 Boutverbindingen



- Bij het aandraaien van de verbinding gebeurt er achtereenvolgens:
- ⇒ trekspanning in boutsteel
 - ⇒ boutsteel verlengt
 - ⇒ drukspanning op verbonden delen
 - ⇒ verbonden delen worden ingedrukt
 - ⇒ constructie = verend systeem

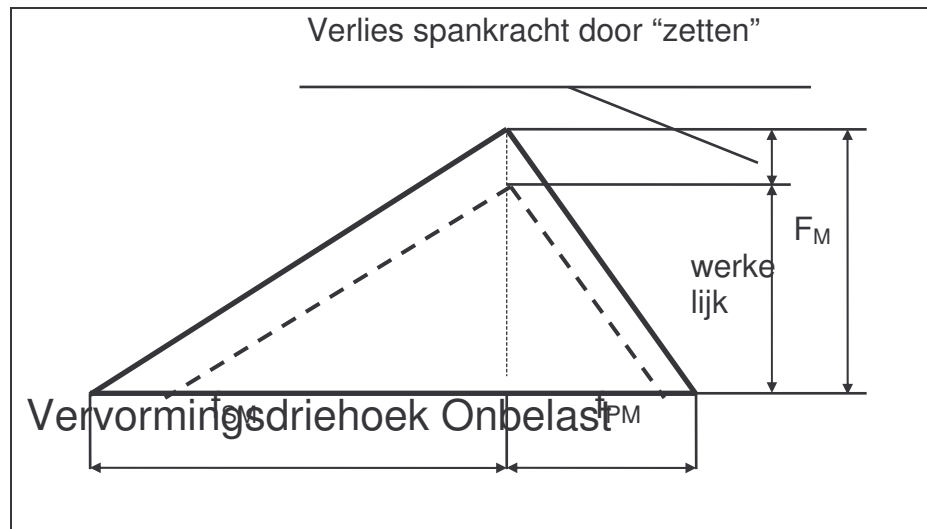
De bout functioneert als een stugge veer die de verbonden delen met voorspanning tegen elkaar geklemd houdt.

Onbelaste Verbinding

$$f_{SM} = \Delta L \text{ bout}$$

$$f_{PM} = \Delta L \text{ (-) van verbinding}$$

$$F_M = \text{bruto spankracht}$$



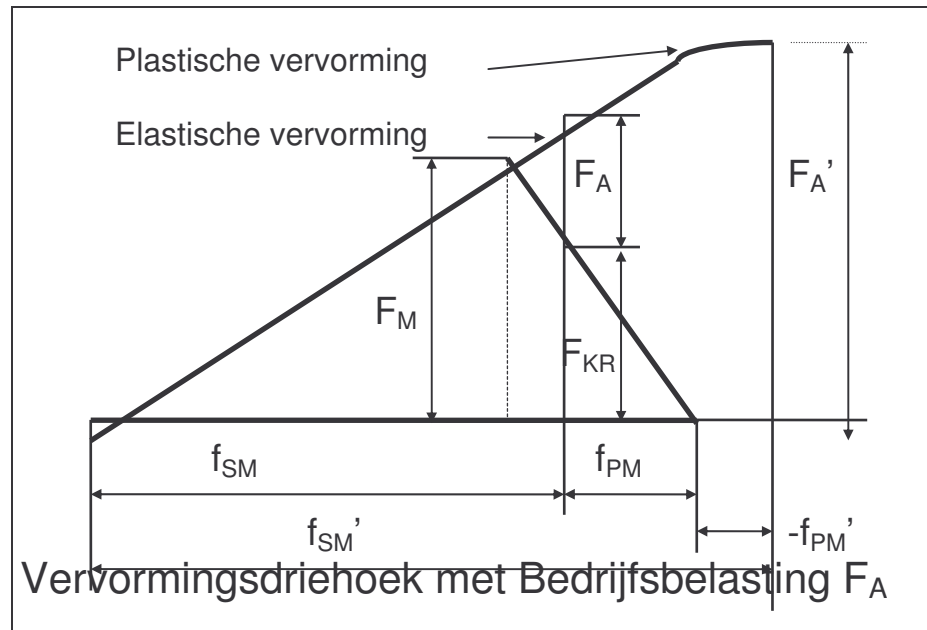
Door zetting van de verbinding is er een afname van de veerweg van de bout (f_{SM}) en de indrukking van de verbinding (f_{PM}).

Hierdoor gaat een deel van de voorspankracht verloren.

Belaste
Verbinding

F_{KR} = netto
spankracht

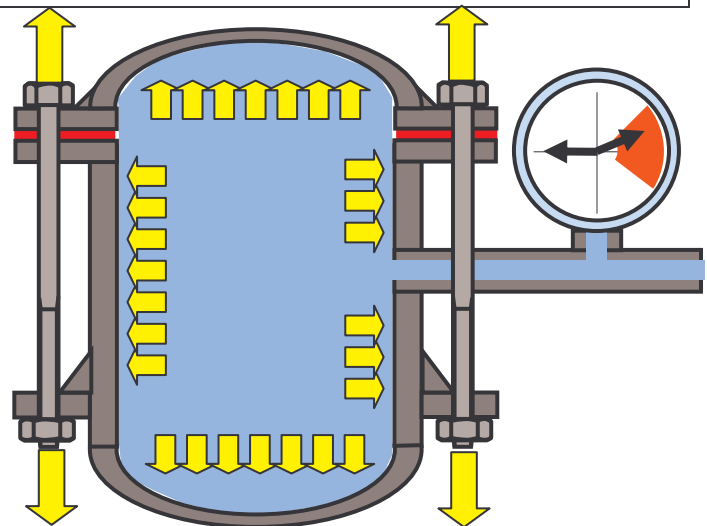
F_A = bedrijfs
belasting



Bij een bedrijfsbelasting wordt er aan de bout getrokken en zal deze verlengen (f_{SM}). De indrukking van de verbinding neemt af (f_{PM}).

De bedrijfsbelasting kan zo ver gaan dat de verbonden delen los van elkaar komen en de bout boven R_e wordt belast. (R_e = elasticiteitsgrens)

Conclusie : F_M moet op de juiste manier worden aangebracht en binnen bepaalde grenzen worden gehouden ($0,3$ tot $0,7 \cdot R_e$).



3.4 Montagegereedschappen

Voor normale boutverbindingen: ring-, steek- of dopsleutels

Voor kritische boutverbindingen: momentsleutel of slagmoerapparaat

• Draaimoment-bestuurde montage

Er heerst wrijving in de schroefdraad en tussen moer en oplegvlak. Dit leidt tot energieverlies. Hierdoor is men nooit zeker of de volledige voorspankracht is aangebracht.

Deze methode is alleen betrouwbaar als aanwijzende of instelbare momentsleutels met beleid wordt gebruikt.

• Hoekverdraaiings-bestuurde montage.

Deze methode wordt m.b.v. een speciale momentsleutel in 2 stappen toegepast.

stap 1: met een bepaald aanhaalmoment wordt de verbinding samengedrukt.

stap 2: door een vastgestelde hoekverdraaiing van de moer wordt de vereiste voorspanning aangebracht (bout verlengt)

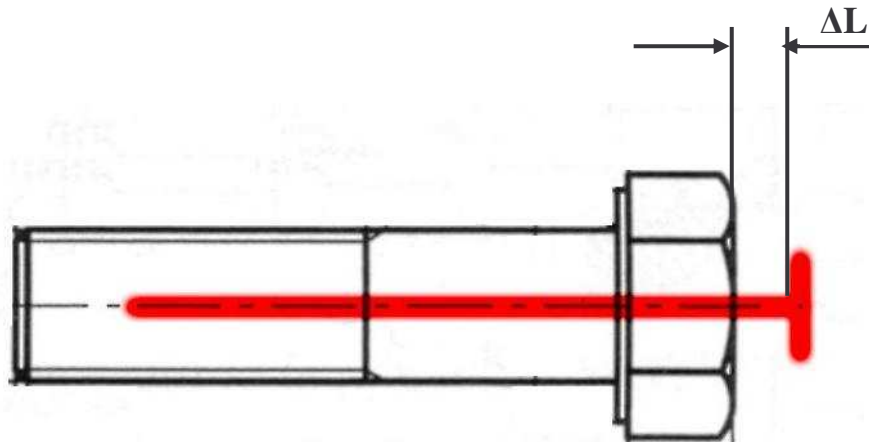
Deze methode heeft een grotere betrouwbaarheid dan draaimoment-bestuurde montage.

• Rekgrens-bestuurde montage.

Hierbij wordt de bout rechtstreeks op de gewenste voorspanning gebracht. Dit is de meest betrouwbare methode. Er komen 2 voorbeelden aan bod.

1^e De Rotabolt:

Dit is een voorspanbout met inwendige stift voor indicatie van de elastische verlenging.



$$\Delta L = \frac{F \times L}{A \times E}$$

Volgens de Wet van Hooke is de elastische verlenging, ΔL , gerelateerd aan de voorspankracht, F . Verdere variabelen zijn:

L: oorspronkelijke lengte boutsteel [mm],

A: doorsnede boutsteel [mm²]

E: elasticiteitsmodulus boutmateriaal [N/ mm²]

Bij het bereiken van de voorspankracht komt de knop van de indicatiestift tegen de boutkop te liggen.

Bij verlies van spankracht komt de knop los van de boutkop. Dit is een eenvoudig controlemiddel.

2^e De Hydrocam

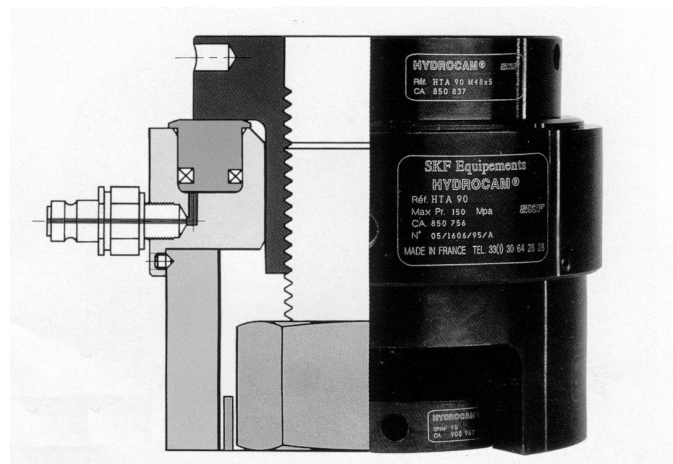
De Hydrocam is een hydraulische vijzel waarmee de bout op voorspanning wordt gebracht. Oliedruk en spankracht zijn aan elkaar gerelateerd volgens de formule:

$$F = p \times A$$

Kracht = druk x oppervlak

Zodra de voorspanning is bereikt, wordt de moer met de hand aangedraaid.

Hierna wordt de Hydrocam drukvrij gemaakt en is de verbinding tot stand gebracht.



3.5 Borgen van boutverbindingen

Bij een boutverbinding is het wenselijk dat de voorspankracht gehandhaafd blijft.

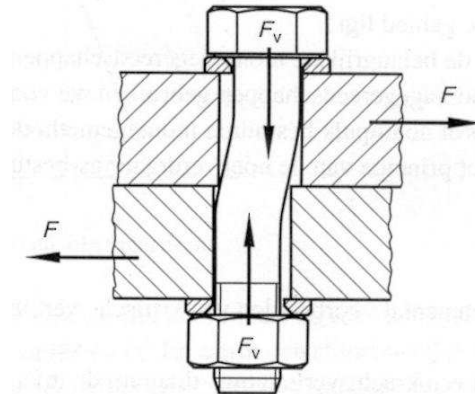
Er zijn echter 2 oorzaken die leiden tot verlies voorspankracht van de voorspankracht:

1. Losdraaien

Oorzaak: een draaibeweging van de verbonden delen tijdens bedrijf (trillingen)

Remedie:

- fijne schroefdraad toepassen
- pasbouten toepassen (draaien onmogelijk maken)



2. Losgaan

Oorzaak : Verlies van klemkracht door kruipen van boutmateriaal en zetten van de verbonden delen.

Remedie :

- verbinding kritisch berekenen;
- indien mogelijk, bouten nemen met de slankheid $L \geq 5 d$;
- neem een hogere voorspanning en een betere kwaliteit bouten;
- verhoog het elastisch vermogen door de bout te verjongen;
- pas zware spanschijven of schotelveren toe;
- gebruik flensbouten met onderleg-ringen om het contactoppervlak te vergroten \Rightarrow grotere voorspankracht mogelijk

6. Borgingen / Borgmethoden

Als er geen constructieve oplossing tegen losdraaien mogelijk is, dan moet men een borgmiddel toepassen.

Er zijn 3 groepen borgmiddelen:

1. Zet-borgmiddelen:

Deze trachten het zetten en kruipen te compenseren.

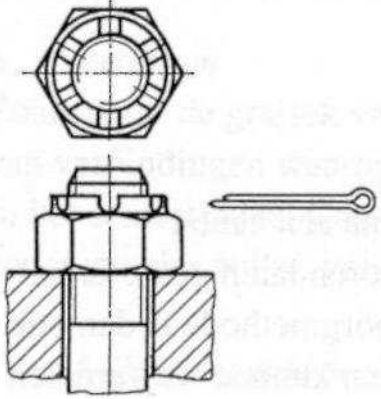
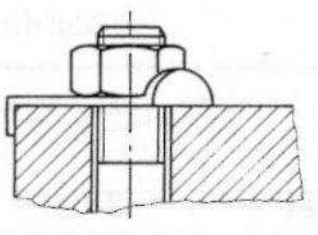
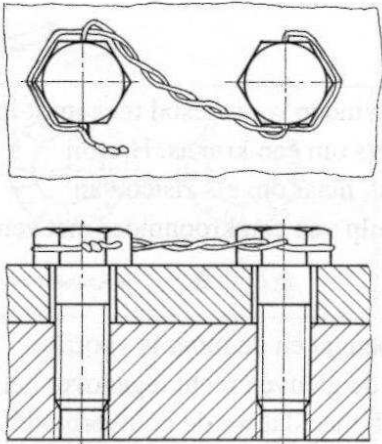
Toegepast bij niet-kritische verbindingen waar de voorspanning minder belangrijk is.


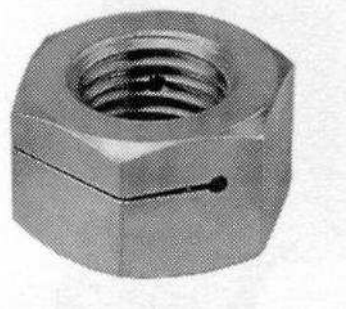
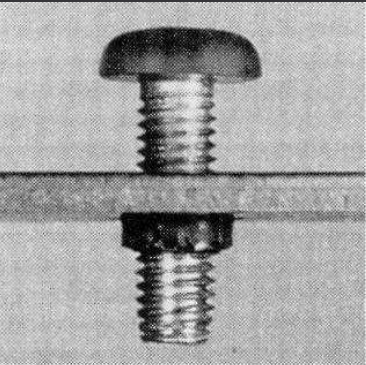


2. Verlies-borgmiddelen

Deze voorkomen het uit elkaar vallen van verbinding. De voorspankracht wordt niet gehandhaafd.

In deze categorie maakt men onderscheid tussen: afsluitende (vormgebonden) en klemmende (krachtgebonden) borgmiddelen.


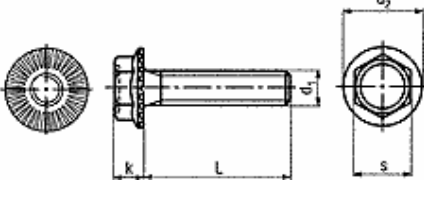
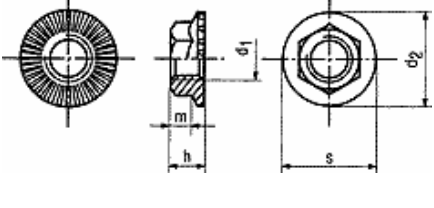
Afsluitende (vormgebonden)		
		
Kroonmoer + splitpen	Borgplaat	Staaldraad

Klemmende (krachtgebonden)		
		
Borgmoer met kunststofring	Borgmoer met zaagsnede	Zelftappende schroef of bout

3. Losdraai-borgmiddelen

Deze trachten het losdraaien van de verbinding te voorkomen. Hier worden 2 groepen onderscheiden:

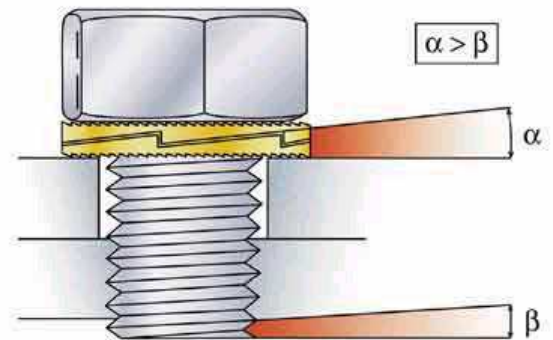
1. De blokkerende: Nordlock ringen, Ripp flensbouten en – moeren.
2. De klevende: Loctite (of andere kleeftoffen)


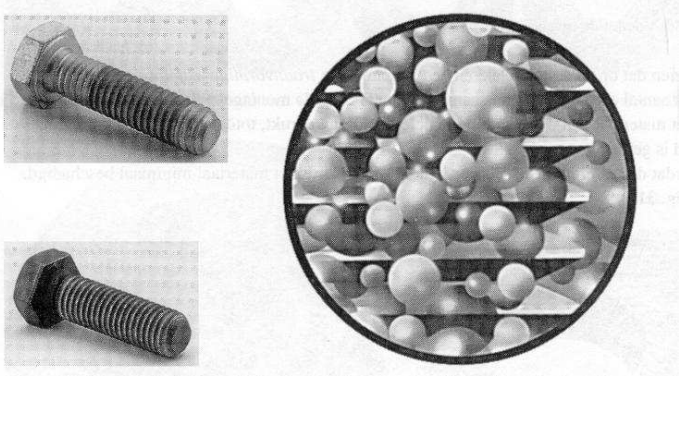
Blokkerende (vormgebonden)		
		
Borgringen (Nordlock)	Flensbout (Ripp)	Flensmoer (Ripp)

De vertanding van de Nordlockringen hebben een grotere spoed dan de te borgen schroefdraad. Hierdoor wordt losdraaien voorkomen.

Zie: www.nordlock.com

De vertanding van de Ripp-producten laten beschadigingen achter op het oppervlak van de verbonden delen. Bovendien is deze borging niet 100% betrouwbaar.



Klevende (krachtgebonden)	
	
Loctite kleeftof (vloeibaar)	Bout voorzien van kleeftof (microcapsulering)

Met Loctite of andere kleeftoffen wordt de schroefdraad verlijmd. Voor een goede verbindingen moeten de te lijmen oppervlakken vetvrij en brandschoon zijn.

Beproeving van borgmiddelen:

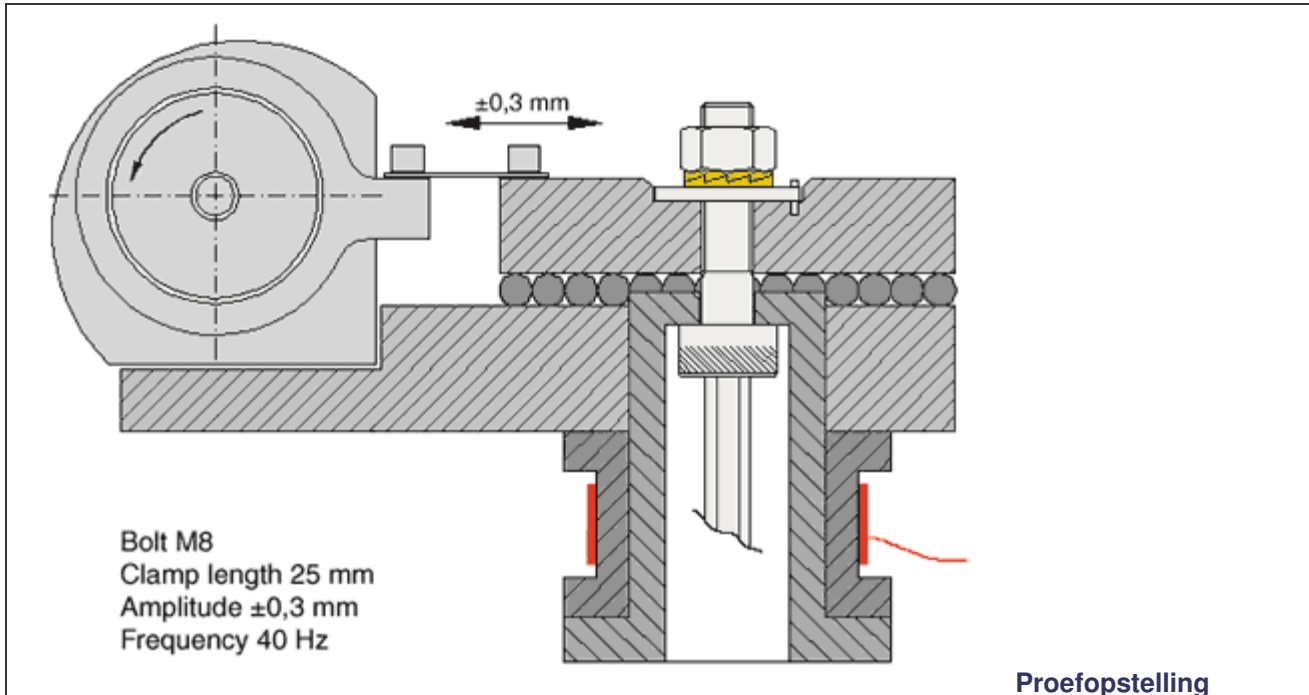
Dit gebeurt m.b.v. een trillingsmethode (Junckers – proef)

Doel van de proef is zekerheid verschaffen omtrent de betrouwbaarheid van het borgmiddel.

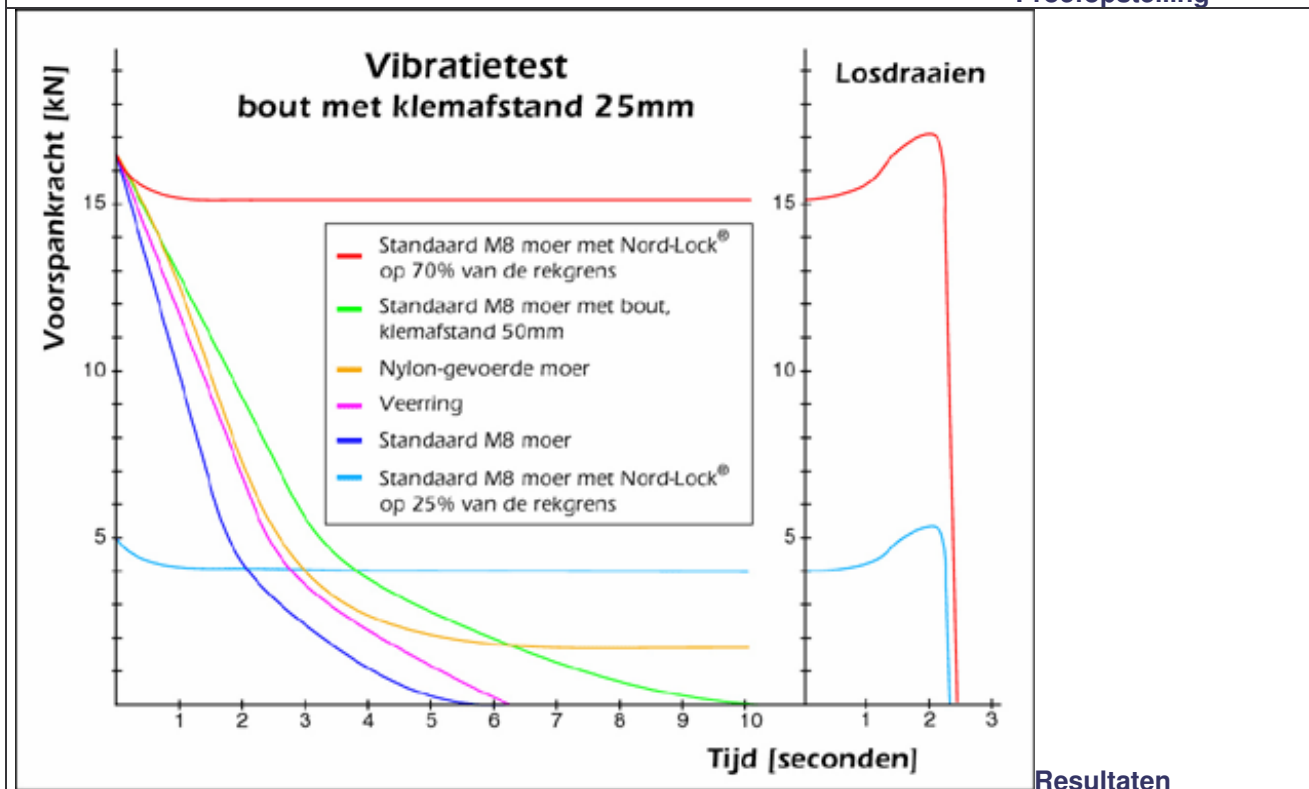
Onderstaande afbeeldingen tonen de proefopstelling en de resultaten van verschillende borgmethoden.

Bron: www.nordlock.com

(Voor Nederlandse versie op de juiste vlag klikken)



Proefopstelling



Resultaten