

# Hef genormaliseerd en toch verschillend



Hefinrichtingen zijn genormaliseerd en geschikt voor aankoppeling van werktuigen met een daarvoor genormaliseerde aanbouwbok. Dat staat vaak in brochures van trekkers. Des te opvallender zijn de verschillen tussen de bevestigingsplaats van de heflatten en de topstang, zowel ten opzichte van elkaar als van het midden van de achteras.

Om de koppeling van aanbouwwerktuigen aan verschillende merken en typen trekkers zonder aanpassingen mogelijk te maken hebben de fabrikanten van trekkers normen ontwikkeld voor de afmetingen van de werktuigbok. Deze normen zijn gekoppeld aan het geïnstalleerde vermogen en aan het type trekker (zie tabel). Bij die normen zijn de masthoogte en de boring van de gaten bepalende factoren. Onder de masthoogte wordt verstaan de verticale afstand tussen het centrum van de koppelpunten voor de topstang en de horizontale lijn tussen de bevestigingspunten van de trekstangen. In deze norm is niets vastgelegd over de plaats van bevestiging van de trekstangen aan de trekker ten opzichte van het midden van de achteras. Gelet op de verschillende maten banden die bij elke trekker kunnen worden gemonteerd en de verschillen in constructie van de achteras is een normering van die plaats ook niet zinvol. Toch vraagt dit aspect aandacht omdat de stand van de trekstangen verandert als je banden monteert met een andere diameter en de rest alles bij het oude laat. Deze andere hoek heeft namelijk een andere treklijn tot gevolg.

## Variaties aan de trekker

Sommige trekkerfabrikanten hebben een vast punt voor de bevestiging van de topstang, andere hebben meer gaten in het koppelstuk

voor de topstang. Daarmee kunnen ze de stand van de topstang aanpassen. Bij verschillende trekkertypen zitten ook in de trekstangen een aantal gaten voor evenzoveel bevestiging van de hefstangen. Steek je de koppelpunten in het gat dat het dichtst bij de achteras ligt, dat is het heftraject het grootst, maar de hefkracht op het uiteinde van de trekstangen het kleinst. Het omgekeerde is ook waar. Bij de koppeling in het meest verafgelegen gat is het heftraject het geringst en de hefkracht het grootst.

## Hefcilinder naar extern

Bij de trekkers tot aan 1970 werden alle onderdelen van het hydraulische systeem (pomp, cilinder, leidingen en schuiven) 'opgeborgen' in de dragende constructie voor en in de achteras. De hefcilinder lag veelal horizontaal onder het deksel. Vanaf 1970 werd hydrauliek op trekkers belangrijker en multifunctioneler. Dat vergde constructieve aanpassingen. Als eerste werd de pomp naar een plaats voor de koppeling geplaatst. Hefcilinders en olieleidingen werden ook steeds meer tegen de buitenkant van het transmissiehuis bevestigd. In tegenstelling met vroeger krijgen de cilinders nu een verticale plaats achter de achteras. De krachtoverbrenging is directer.

## Extra gaten

Bij verschillende trekkers zijn in de trekstangen

## Categorieën hefinrichting bij landbouwtrekkers

Categorie hefinrichting	I	II	III	IV
Trekhaakvermogen (kW)	≤ 29	30-70	70-170	135-300
Masthoogte (mm)	460	510	560	686 / 1.100
Diameter gaten topstang (mm)	19,3-19,5	25,7-25,9	32,0-32,2	45,2-45,5
Diameter gaten trekstangen (mm)	22,4-22,7	28,7-29,0	37,4-37,7	51,0-51,5
Afstand tussen koppelpunten trekstangen (mm)	683	825	965	



een aantal gaten geboord voor bevestiging van de hefarmen. Bij gebruik van de gaten het dichtst bij punt C wordt de cirkelboog om punt D groter. de palletvork of het aanbouwwerktuig komt hoger van de grond. Daarentegen wordt de maximale last, die kan worden getild, kleiner. Bij koppeling in de gaten, die het verste van punt C liggen is sprake van precies het omgekeerde. De hefweg wordt kleiner en de effectieve last groter.

Met de extra gaten in de bevestiging van de topstang kun je de hoek met de trekstangen veranderen. Bij een geringe hoek blijft het eind van een aanbouwwerktuig redelijk laag, terwijl bij een grote hoek de staart van een ploeg hoog in de lucht terecht komt. Ook de grootte van deze hoek heeft weer zijn invloed op de te ontwikkelen hefkracht.

### Van gefixeerd naar vrij

Wanneer de vastgesnoerde en opgeblokte trekker wordt losgemaakt, ontstaat er een totaal andere situatie. Het gewicht van trekker en aanbouwwerktuigen wordt gedragen door de voor- en achteras van de trekker, maar hangt wel buiten de vierhoek die wordt gevormd

door de contactvlakken van de banden van de trekker. Het aanbouwwerktuig vermindert dus de stabiele situatie, want het gewicht van het aanbouwwerktuig probeert de trekker achterover te trekken. Naarmate het zwaartepunt van het aanbouwwerktuig verder achter de achteras ligt, wordt de stabiliteit geringer. In de 'vrije' situatie is de achteras van de trekker het centrale draaipunt. Het gewicht dat op die as rust doet niet mee aan bevorderen van evenwicht. Alleen het gewicht op de vooras zorgt voor contragewicht. Met andere woorden:  $P_{voor} \times wielbasis (G_{werktuig} \times Z)$ . In die formule is Z de afstand van het zwaartepunt van het werktuig tot aan de achteras. Wordt niet aan die ongelijkheid voldaan, bijvoorbeeld bij een volle vierrijige pootmachine, dan bieden extra frontgewichten meestal wel uitkomst. Wil je niet naar een trekker met dat grote hefvermogen, dan is er een goed alternatief: namelijk een halfgedragen uitvoering.

### Frontgewichten op de weg

Werden vroeger tijdens transport trekker en aanbouwwerktuig gefixeerd en moesten alleen klappen door banden en achteras worden


opgevangen, de nieuwe trekkers hebben een hydropneumatische buffer in het hefgedeelte. Met deze dansonderdrukking wordt de aanslag op de achteras door de extra bewegingen van een aanhangwerk tuig grotendeels opgevangen. Toch zie je de trekker aan de voorzijde soms dansen. Bij lage rijsnelheden op het veld is dat niet bezwaarlijk. Wel bij het rijden op hogere snelheden op openbare weg. Ook dan doet de hydropneumatische vering zijn beveiligende werk uitstekend. Echter niet goed genoeg voor de opstellers van de verkeerswetgeving. De wetgever eist dat op de openbare weg ten minste 20% van het ledige gewicht van de trekker moet rusten op de stuurwielen. Bij trekkers met enkel achterwielaandrijving is het gewicht op de voorbanden meestal niet meer dan 35%. Zonder extra's mag je dan dus maar 15% van het totale trekkergewicht laten overhevelen door het aanbouwwerk tuig. Die grens wordt heel snel bereikt. Dat er dan snel frontgewichten worden geplaatst spreekt voor zich.

### Let goed op de bandbelasting

Uit het voorgaande is duidelijk dat je bij (snel) transport aandacht moet besteden aan de

bandenkeuze en bandspanning. Als de voorwielen willen gaan 'dansen' rust alle gewicht op de achterwielen. Daarbij wordt onder alle gewicht verstaan het gewicht van de van frontgewichten voorziene trekker en dat van het gevulde (aanbouw-)werk tuig. Tijdens het werken rust er geen gewicht van het aanbouwwerk tuig op de achteras van de trekker. Op de voorbanden rust het standaard gewichtsdeel van de trekker, vermeerderd met de frontgewichten. Nagaan of de bandenmaat en/of bandspanning goed gekozen zijn, is geen overbodige luxe.

### Alles beweegt

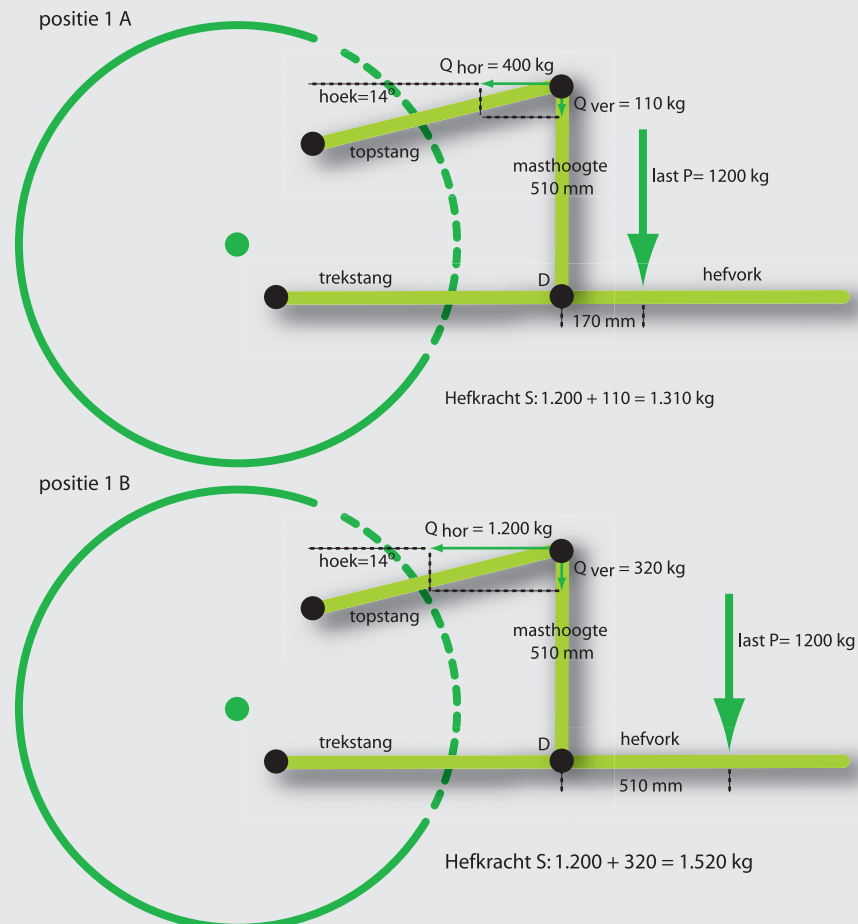
Met deze korte omschrijving kun je de hefinrichting perfect typeren. Voor de aansturing wordt nu bij vrijwel iedere trekkerfabrikant gebruik gemaakt van de procescomputers. Toch blijft onverkort overeind staan dat de hydraulische hefinrichting zijn kracht ontleend aan olie en aan de constructie. De grote variatie in mogelijkheden bij het aankoppelen geeft de gebruiker veel mogelijkheden om tot de beste aankoppeling te komen. Of die mogelijkheden alle en altijd worden benut, lijkt niet erg waarschijnlijk. 



▲ Met een aanbouwwerk tuig in de hef zijn er op de weg al snel frontgewichten nodig. Volgens de verkeerswet moet namelijk ten minste 20% van het ledige gewicht van de trekker op de stuurwielen rusten.

## Krachten en momenten in de hef bij schuinstaande topstang

Om inzicht te krijgen in het verloop van krachten en momenten in de hef gaan we uit van een vastgesnoerde, volledig gefixeerde achterbrug met horizontale hefplaten en een verticaal staande mast met daaraan horizontale hefvorken waarop een last P ligt van 1.200 kg. De topstang staat in twee posities: schuin oplopend en horizontaal. In het eerste schema wijst de topstang onder een hoek van 14 graden naar boven. Als een last precies onder de koppelpunten van de trekstangen hangt, veroorzaakt deze geen kracht in het aankoppelpunt van de topstang. De mast staat immers verticaal. Schuif je de last over 170 mm achteruit (positie 1 A), dan veroorzaakt dat een koppel om koppelpunt D. Dat geeft in de aankoppeling van de topstang een horizontale kracht van 400 kg en een verticale, naar beneden gerichte kracht van 110 kg. Door een lichte verschuiving van de last over 17 cm neemt de benodigde hefkracht S in punt D toe tot ruim 1.300 kg. Schuif je de last door (positie 1 B) over 510 mm, dan geeft dat grotere koppel een horizontale kracht van 1.200 kg in het koppelpunt van de topstang. De verticale last S in punt D wordt door die verplaatsing  $1.200 + 320 = 1.500$  kg. Bij de nog steeds vastgesnoerde trekker ontstaat dus een extra buigmoment op het trekkerframe.



## Krachten en momenten bij horizontale topstang

Verplaats je nu de topstang zo dat deze ook horizontaal komt te staan en de last staat weer op 170 mm achter de verticaal staande mast (positie 2 A), dan geeft dat ook weer een extra koppel om punt D van  $1.200 \text{ kg} \times 170 \text{ mm}$ . Dit koppel geeft een draaiing om punt D en moet worden opgevangen door de topstang en die staat nog steeds horizontaal. De horizontale compenserende kracht is 400 kg en de verticale component is afwezig. Schuiven we de last door tot 51 cm achter de mast (positie 2 B), dan is het koppel  $1.200 \text{ kg} \times 510 \text{ mm}$ . Ook nu weer is er geen compensatie in verticale richting. Het extra koppel moet door de horizontale topstang worden opgevangen. Dat betekent een kracht van 1.200 kg, want de arm van beide momenten is 510 mm. De verticale belasting S in draaipunt D blijft ongewijzigd 1.200 kg. Deze tweede mogelijkheid met een horizontale topstang is redelijk vergelijkbaar met de aankoppeling van een hefmast (zonder de lengte van de topstang hydraulisch aan te passen). De derde mogelijkheid met een naar beneden gerichte topstang doet zich eigenlijk alleen voor als lichte aanbouwwerk tuigen worden gekoppeld aan zware trekkers. We laten die situatie verder buiten beschouwing.

