



## Prestaties van (filter)pompen

Door : Rob M.

Bij de aanschaf van een (filter)pomp kunnen we nogal makkelijk een misvatting maken over de prestaties van een pomp. De enige gegevens die iets zeggen over de capaciteit zijn:

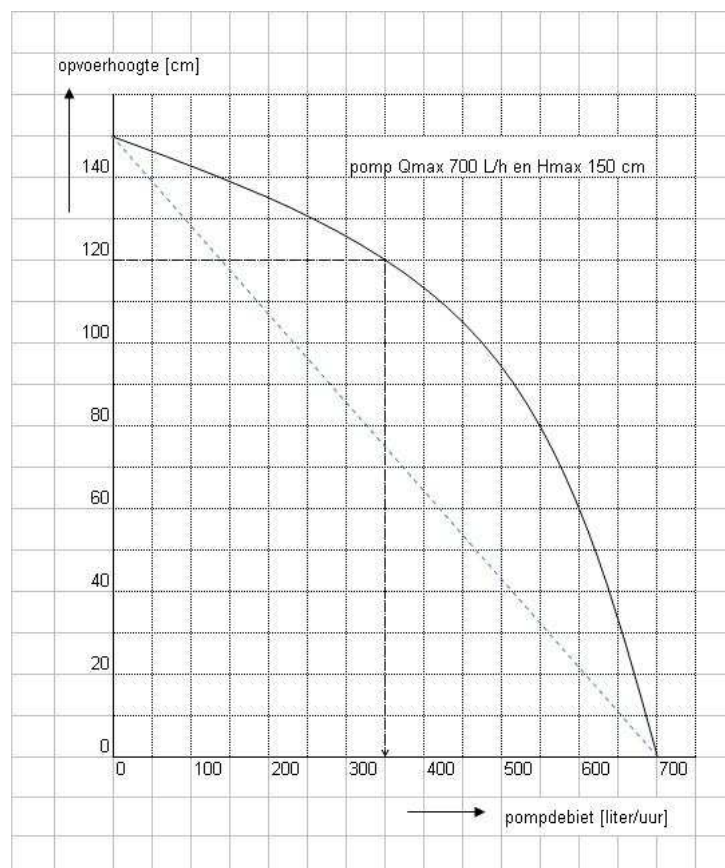
- $Q_{\max}$  is het maximale debiet, is de maximale hoeveelheid water die per tijdseenheid, meestal uitgedrukt in 1 uur, verpompt kan worden en
- $H_{\max}$  is de maximale opvoerhoogte, is de maximale druk die een pomp kan leveren = de maximale weerstand die een pomp kan overwinnen.

Het lijkt dus heel makkelijk om te zeggen dat met de data:  $Q_{\max} = 700$  liter/uur en  $H_{\max} = 1,5$  meter van bijvoorbeeld een Tetratex 700EX deze pomp 700 liter per uur geeft en 150 centimeter (cm) hoog kan pompen. Dat kan hij ook wel maar dan wel 700 liter/uur zonder slang aangesloten en dus een opvoerhoogte = 0 en hij kan ook 150 cm hoog pompen, maar dan levert hij nog nauwelijks water. Wat doet hij dan wel?

### Pompcurve

Voor elke pomp kan een pompcurve gegeven worden. Dit is een grafiek waarbij de fabrikant aangeeft wat de relatie is tussen de geleverde opvoerhoogte of druk (ter informatie 1000 cm opvoerhoogte = 1 bar overdruk) en de geleverde hoeveelheid water (een medium met een andere soortelijke massa dan 1 kg/liter geeft een andere grafiek). Het lastige is alleen dat pompcurves bij aquarium(filter)pompen niet gegeven worden en als je deze wel beschikbaar hebt, is het lastig deze goed te interpreteren.

Hieronder staat een voorbeeld van een pompcurve.



- De horizontale as geeft  $Q$  = hoeveelheid water in liter per uur;
- De verticale as geeft  $H$  = opvoerhoogte in centimeters.

Dit is geen officiële curve, maar ik heb deze curve zelf bepaald op basis van de volgende gegevens:

- De slechtste curve is een rechte lijn tussen  $H_{\max}/Q=0$  en  $Q_{\max}/H=0$ ;
- Een goede industriële pomp geeft een bolle lijn waarbij de lijn van links naar rechts eerst heel langzaam daalt en richting  $Q_{\max}$  steeds sneller daalt (progressief dalend);
- De waaier, hier meestal rotor genoemd, van een aquariumpomp is zeer primitief vergeleken bij die van een industriële pomp.

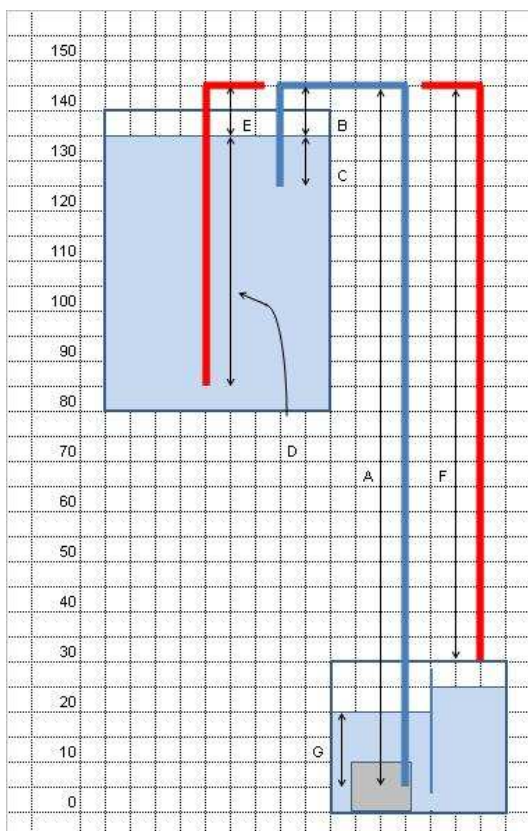
Op basis hiervan teken ik, als meest positieve benadering van de werkelijkheid, een curve tussen de rechte lijn van het slechtste geval en een betere pompcurve. Op welk punt van deze lijn je bij de prestaties van een pomp uitkomt, wordt bepaald door de tegenwerking, of tegendruk, die de pomp ondervindt van het slang- of leidingsysteem dat op de perszijde, de uitgang van de pomp, is aangesloten. Deze tegendruk komt qua omvang dus overeen met de opvoerhoogte, maar is tegengesteld gericht (reactiekracht). In de praktijk wordt deze tegendruk benaderd met behulp van een rekenmodel en dit bepaalt samen met het gewenste debiet bij die tegendruk de keuze van een pomp. In deze grafiek is te zien dat bij een opvoerhoogte van 120 cm = hoogteverschil tussen hart van de rotor en hoogste punt van de slang richting het aquarium een pomp met deze omvang (het merk doet er niet toe) een debiet gegeven wordt van 350 liter/uur. Dit valt dus behoorlijk tegen als je 700 liter/uur bij 150 cm hoog verwacht.

### Opstellingen

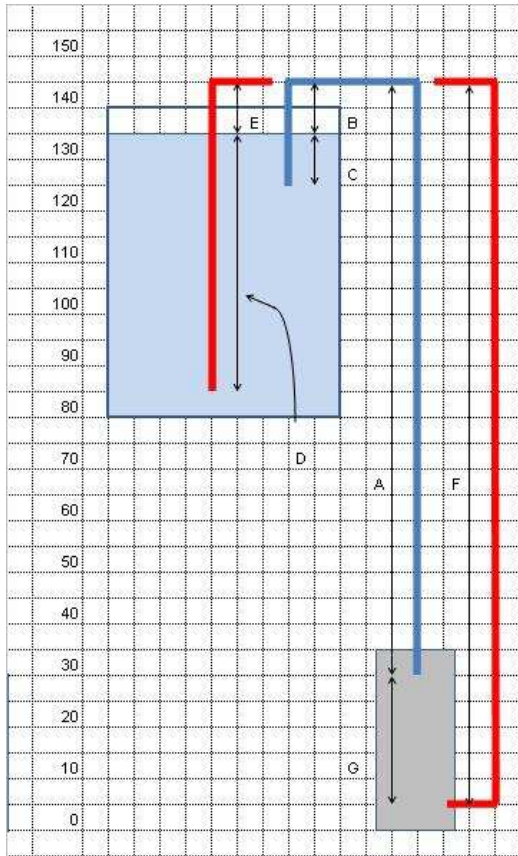
Voor het aquarium gebruiken we over het algemeen 1 van de volgende 3 soorten opstellingen:

- Het biologisch filter met een pomp ondergedompeld in de bak van het bioloog en een persslang naar de bak.
- Het buitenfilter met een zuig- en persslang vanaf de bak resp. naar de bak.
- Het binnenfilter in de bak zonder slangen.

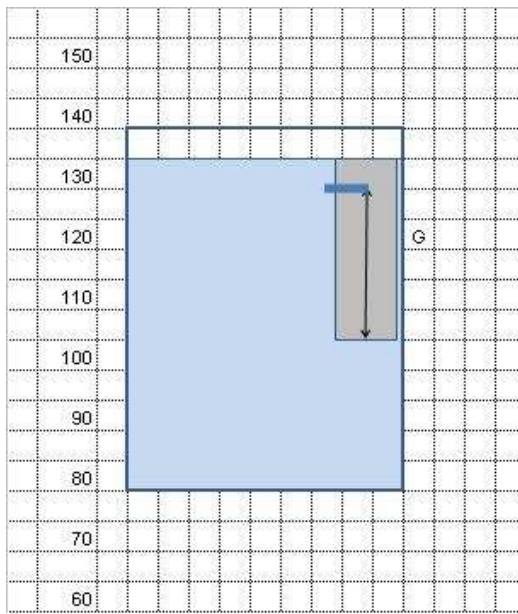
Van elke situatie is een schets bijgevoegd met hoogten die van belang zijn voor de prestaties van de pomp. Getracht is om maten te nemen die vergelijkbaar zijn met opstellingen zoals die vaak bij ons thuis voorkomen.



Het biologisch filter met een pomp ondergedompeld in de bak van het bioloog en een persslang naar de bak.



Het buitenfilter met een zuig- en perssling vanaf de bak resp. naar de bak.



Het binnenfilter in de bak zonder slangen.

### Rekenvoorbeelden

Hoogten die belangrijk zijn voor de prestaties van de pomp van een filter zijn:

- A De opvoerhoogte;
- B De hoogte van het hoogste punt van de persslang tot het wateroppervlak van de bak;
- C De lengte van de persslang die in het water van de bak steekt;
- D De lengte van de zuigslang die in het water van de bak steekt;
- E De hoogte van het wateroppervlak van de bak tot het hoogste punt van de zuigslang;
- F De zuighoogte tussen het hoogste punt van de zuigslang en het einde van de slang;
- G De waterhoogte in het filter tot het hart van de rotor van de pomp.

In de schetsen is al te zien dat niet bij elke pompopstelling alle afmetingen van belang zijn.

Om de opvoerhoogte te vinden die bij jou van toepassing is, kunnen de volgende rekenvoorbeelden gebruikt worden. De hoogten in een schets zijn eenvoudig te vervangen door de afmetingen die bij jouw opstelling van toepassing zijn. "+" en "-" worden gebruikt om de richting van de krachten weer te geven. "+" werkt in de stromingsrichting van de pomp mee en "-" werkt tegen. Omdat hier de tegendruk wordt bepaald, geeft dit altijd een negatieve uitkomst. Voor het vaststellen van de opvoerhoogte wordt de "-" dus weggelaten.

### Rekenvoorbeeld voor pomp in bioloog

$$A = 140 \text{ cm}$$
$$B = 10 \text{ cm}$$

In pijpstuk C ondervindt het water geen statische kracht, omdat het water in de bak dezelfde soortelijke massa heeft: water gegoten uit een kopje valt door de lucht op de grond. Water gegoten uit een kopje dat zich onder water bevindt, zal niet vallen. Wel zal het water dat door C stroomt weerstand ondervinden, omdat het water weg moet drukken (kinetische kracht) Deze reactiekracht is veel kleiner dan de druk van een waterkolom en daarom wordt deze als 1/5e van de lengte van C geschat.

$$C \llcorner 10 / 5 = 2 \text{ cm}$$

- Hier is geen sprake van een zuigslang, want dat is in dit geval een overloop tussen aquarium en de bak van het bioloog. Deze heeft dus ook geen invloed op de prestaties van de pomp.

$$G = 15 \text{ cm}$$

De wand van slangen en pijpstukken hebben weerstand en ook bochten en vernauwingen geven weerstand. Bij een eenvoudig industrieel systeem van enkele honderden meters wordt dit al gauw op 1/10e van Hmax geschat (modellen kunnen dit voor een schoon nieuw systeem berekenen, maar door vervuiling en corrosie verslechterd dit) Een leidingsysteem op het aquarium kan als een miniatuur hiervan beschouwd worden.

$$\text{Leidingweerstand} \llcorner 150 / 10 = 15 \text{ cm}$$
$$\text{Opvoerhoogte} = - ( -A + B - C + G - \text{leidingweerstand} ) = - ( -140 + 10 - 2 + 15 - 15 ) = 132 \text{ cm}$$

### Rekenvoorbeeld buitenfilter

$$A = 115 \text{ cm}$$
$$B = 10 \text{ cm}$$

Voor C en D geldt hetzelfde als voor C in het geval van de pomp in een bioloog. De tegendruk wordt op 1/5e van de lengte van de waterkolom geschat.

$$C \llcorner 10 / 5 = 2 \text{ cm}$$
$$D \llcorner 50 / 5 = 10 \text{ cm}$$

$$E = 10 \text{ cm}$$
$$F = 140 \text{ cm}$$

Over de lengte G is niet alleen de druk van de waterkolom van belang, maar ook de weerstand van de filtermassa waardoor het water moet bewegen. Bij een schoon filter met patronen zal nauwelijks extra weerstand bestaan, maar een dik pak filterwatten en/of sterke vervuiling geven misschien wel een weerstand van de waterkolom maal een factor 3.

$$G \llcorner 25 \text{ cm of } G \llcorner 3 \times 25 = 75 \text{ cm}$$

Door aanwezigheid van een zuigsysteem dat globaal net zo lang is als het perssysteem is de weerstand grofweg 2 maal zo groot als bij de pomp in een biooog.

$$\text{Leidingweerstand } \llcorner 2 \times 150 / 10 = 30 \text{ cm}$$
$$\text{Opvoerhoogte zonder vervuiling} = - ( -A + B - C - D - E + F - G - \text{leidingweerstand} ) =$$
$$- ( -115+10-2-10-10+140-25-30 ) = 42 \text{ cm}$$
$$\text{Opvoerhoogte sterk vervuild} = - ( -A + B - C - D - E + F - G - \text{leidingweerstand} ) =$$
$$- ( -115+10-2-10-10+140-75-30 ) = 92 \text{ cm}$$

### Rekenvoorbeeld binnenfilter

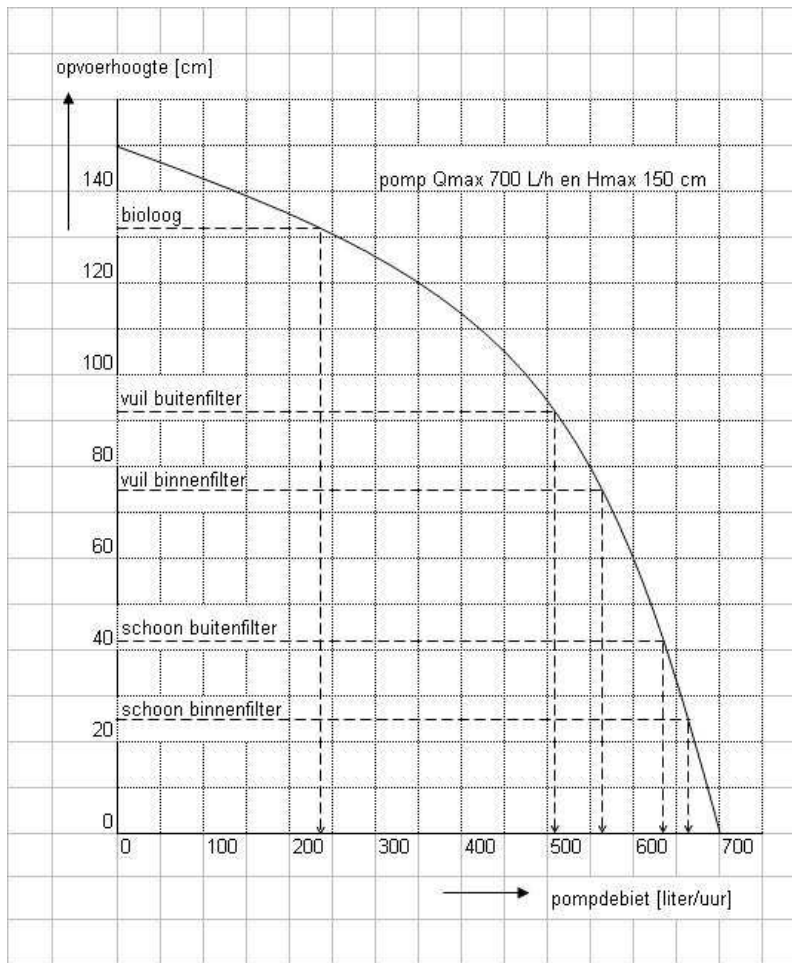
De enige factor voor de tegendruk bij een binnenfilter is de weerstand die het water ondervindt als het door de filtermassa richting de pomp stroomt. Net als bij het buitenfilter is dit afhankelijk van de mate van vervuiling.

$$\text{Opvoerhoogte zonder vervuiling} = - G \llcorner - ( -25 ) = 25 \text{ cm}$$
$$\text{Opvoerhoogte sterk vervuild} = - G \llcorner - ( 3 \times 25 ) = 75 \text{ cm}$$

### Conclusies

Als deze uitkomsten in de eerder gegeven pompcurve worden getekend zie je voor deze opstellingen dat:

- De pomp van het biooog 235 liter/uur geeft;
- Het buitenfilter schoon 630 liter/uur geeft, maar dat dit kan reduceren tot 510 liter/uur als het filter sterk vervuild is;
- Het binnenfilter schoon 665 liter/uur geeft en vuil 565 liter/uur.



Het effect van vervuiling in het binnen- en buitenfilter is behoorlijk groot.

Bij een binnenfilter werken de minste factoren tegen door het ontbreken van slangen. Het buitenfilter ondervindt wel tegendruk van de perssling, maar deze wordt grotendeels opgeheven door de waterkolom in de zuigslang. De pomp in een bioloog wordt nauwelijks geholpen door het vrijwel ontbreken van een waterkolom aan de zuigzijde vandaar dat deze de minste hoeveelheid water verpompt t.o.v. de opgegeven  $Q_{max}$ . Vooral bij de aanschaf van een pomp die water van een open systeem naar boven moet pompen moet je dus goed letten op voldoende overcapaciteit. Dit geldt bijvoorbeeld ook voor de doseerpomp voor een sproei-installatie van een paludarium.