

# Een of twee aquariumverwarmingen?

Categorie: Achtergronden

**Voor het verwarmen van een aquarium worden meestal aquarium staafverwarmingen gebruikt. Maar wat is de beste optie, één aquarium staafverwarming van 300 Watt of twee van 150 Watt?**

Het kiezen van de juiste aquariumverwarming lijkt niet zo moeilijk, aangezien de fabrikanten op de verpakking aangeven voor welke aquariumgrootte zij geschikt zijn. Op zich is daar niets mis mee, zolang je maar niet verschillende fabrikanten gaat vergelijken! Als je een JBL- met een EHEIM aquarium staafverwarming gaat vergelijken, dan valt als eerste op dat de maximale watertemperatuur van 34°C hetzelfde is. Voor de mensen die hun aquarium in een minder verwarmde omgeving hebben staan zou een EHEIM met minimale watertemperatuur 18°C gunstiger zijn.

Als je het aquariumvolume met het gewenste wattage per merk gaat vergelijken dan zijn de verschillen zeer groot. Het lijkt net alsof de fabrikanten de waarden uit hun duim zuigen! Stel dat je een aquarium hebt van 1000 liter. Voor het verwarmen van dit aquarium heb je volgens EHEIM maar één 'Precision heater 300' nodig. Kies je voor JBL aquariumverwarmingen dan heb je minimaal drie 'ProTemp S 300' verwarmingen nodig. Je zou bijna denken dat de EHEIM 'Precision heater 300' bijna drie keer zo zuinig is! Het zou mooi zijn, maar er zijn meer variabelen die invloed hebben op de keuze.



| Watt | JBL           |                    |                 | EHEIM                |                    |                 |
|------|---------------|--------------------|-----------------|----------------------|--------------------|-----------------|
|      | Type          | Temperatuur bereik | Aquarium volume | Type                 | Temperatuur bereik | Aquarium volume |
| 25   | ProTemp S 25  | 20-34°C            | 10 - 50         | Precision heater 25  | 18-34°C            | 20-25           |
| 50   | ProTemp S 50  | 20-34°C            | 30 - 80         | Precision heater 50  | 18-34°C            | 25-60           |
| 100  | ProTemp S 100 | 20-34°C            | 50 - 160        | Precision heater 100 | 18-34°C            | 100-150         |
| 150  | ProTemp S 150 | 20-34°C            | 90 - 200        | Precision heater 150 | 18-34°C            | 200-300         |
| 200  | ProTemp S 200 | 20-34°C            | 100 - 300       | Precision heater 200 | 18-34°C            | 300-400         |
| 300  | ProTemp S 300 | 20-34°C            | 160 - 400       | Precision heater 300 | 18-34°C            | 600-1000        |

Voordat je een keuze maakt voor de beste aquariumverwarming, moet je eerst weten waar de verschillen in zitten. In het artikel '[Kies de juiste aquariumverwarming](#)' kan je een groot aantal kenmerken met elkaar vergelijken. Afgezien van het wattage van de verwarming moet je ook bepalen hoe lang het duurt voordat de gewenste temperatuur wordt bereikt. Met een paar simpele berekeningen kan je zelf uitrekenen hoelang het duurt voordat de gewenste temperatuur wordt bereikt.

## Intermezzo

De calorie is een verouderde eenheid voor energie of warmte. De calorie is officieel vervangen door de joule, maar vooral in de voedingsindustrie is de calorie een nog veelgebruikte maat voor een hoeveelheid energie. Terwijl voor de SI-eenheid joule ( $\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}^2$ ) een eenduidige definitie bestaat, werden er voor de calorie verschillende waarden gehanteerd. Deze waarden zijn deels bepaald door de manier van meten zoals: de hoeveelheid warmte die nodig is om bij een normale atmosferische druk van 1013 hPa, 1 gram water van 14,5 °C naar 15,5 °C te laten stijgen (aangegeven met het symbool  $\text{cal}_{15}$ ),  $1 \text{ cal}_{15} = 4,1858 \text{ joule}$ .

Als wij de intermezzo vertalen naar bruikbare eenheden voor de aquarianen, dan hebben wij het over aquariumgrootte in liters, temperatuurverschillen in graden Celsius en staafverwarmingvermogens in Watts.

Nu moeten wij ons niet al te druk maken over de exacte waarden met vijf cijfers achter de komma.

- De atmosferische druk van 1013 hPa gaan wij als kennisgeving behandelen
- De dichtheid van water is 0,998  $\text{kg}/\text{dm}^3$  dat ronden wij af op 1 kg / liter
- De benodigde 4,1858 joule ronden wij af naar 4200 joule

Voor de mensen die de hoeveel energie in joule willen bepalen mogen onderstaande definitie gebruiken. 😊

Om 1 liter water 1 °C op te warmen heb je 4200 joule aan energie nodig

*\*afgerond*

Voordat wij de hoeveel energie in Watt kunnen opgeven, moeten wij de formule aanpassen:

1 uur = 3600 sec

1 Watt = 1 Joule/sec

Formule  $P=E/t$

$4200 \text{ J} / 3600 \text{ sec} = 1,17 \text{ Watt}$  in één uur per liter

Verbruikt vermogen (Watt) = Volumen (l) x Temperatuur verschil (°C) x 1,17 Watt

*\*afgerond*

## Vraagstelling

Je wilt je aquarium met een watervolume van 1000 liter van 25°C naar 28°C verwarmen en de energieleveranciers vragen voor elke kWh € 0,20.

## Berekeningen

### 1. Hoeveel energie (Joule) kost het opwarmen van het aquarium?

Temperatuurverschil ( $\Delta t$ ) = gewenste temperatuur (°C) - starttemperatuur (°C)

$\Delta t = 28 - 25 = 3^\circ\text{C}$

Hoeveel energie (J) = volume water (l) x  $\Delta t$  temperatuurverschil (°C) x 4200 (J)

$1000 \times 3 \times 4200 = 12.600.000 \text{ Joule} > 12,6 \text{ MJ}$  (megajoule)

### 2. Hoeveel kWh wordt er verbruikt voor het opwarmen van het aquarium?

Verbruikt vermogen (Watt) = volumen (l) x temperatuurverschil (°C) x 1,17 Watt

$1000 \times 3 \times 1,17 = 3510 \text{ Watt} > 3,51 \text{ kWh}$



### 3. Wat zijn de kosten voor het opwarmen van het aquarium?

Energiekosten in Euro's: 3,51 kWh x 0,20 € = **0,70 €** (afgerond)

### 4. Hoe snel kunnen de verschillende aquarium staafverwarmingen het water opwarmen?

Als je het aquarium in 1 uur 3°C wilt verwarmen, dan heb je een aquarium staafverwarming nodig van **3510 Watt**.

Benodigde tijd van 1 aquarium staafverwarming van 150 Watt:

3510 Watt : 150 Watt = **23,4 uur**

Benodigde tijd van 2 aquarium staafverwarmingen á 150 Watt:

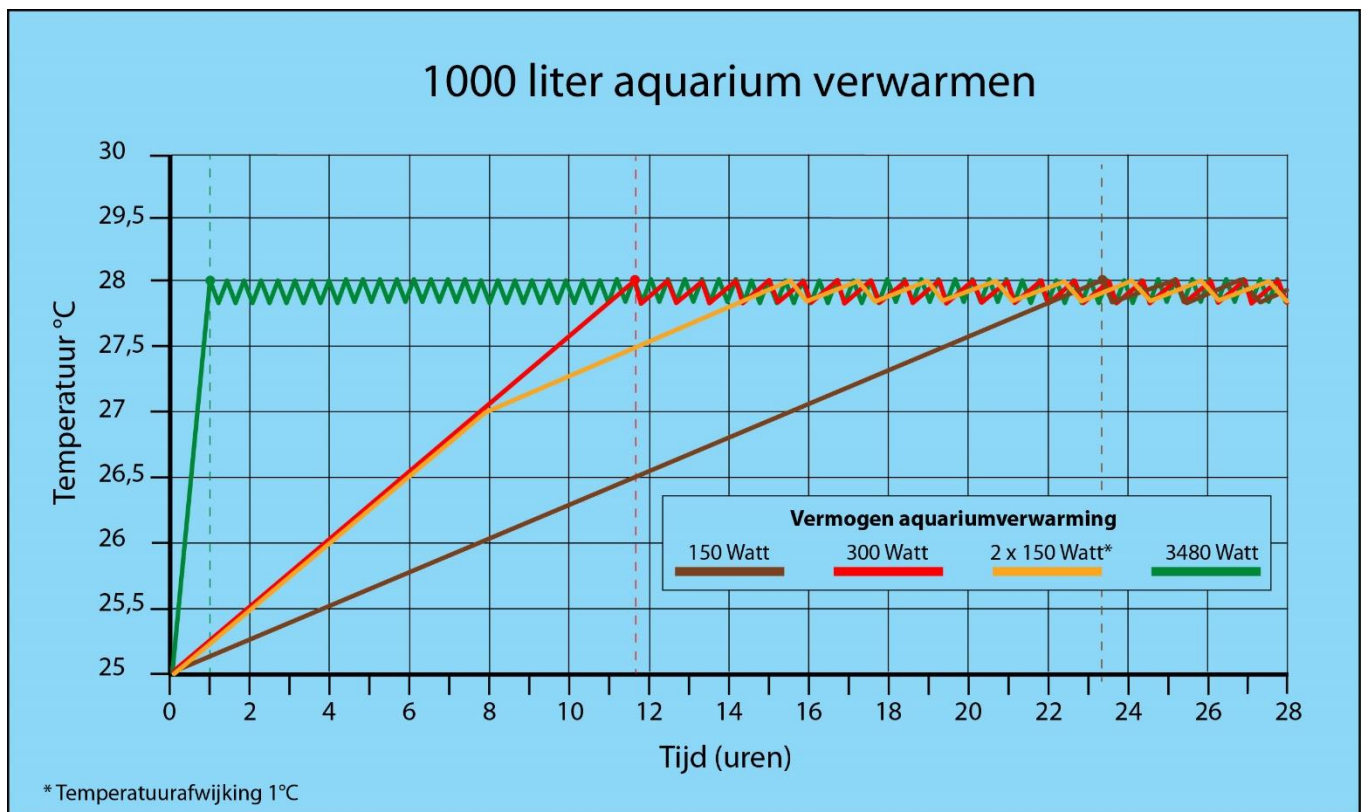
3510 Watt : (2 x 150 Watt) = **11,7 uur** (zonder schakelmomentverschil)

Benodigde tijd van 1 aquarium staafverwarming van 300 Watt:

3510 Watt : 300 Watt = **11,7 uur**

### 5. Wat is het voordeligst, één aquarium staafverwarming van 150 Watt, 300 Watt of 2 x 150 Watt?

Of je nu verwarmt met een aquarium staafverwarming van 150 Watt of een van 300 Watt, de benodigde hoeveelheid energie voor het verwarmen blijft hetzelfde. Het enige verschil is dat één aquarium staafverwarming van 150 Watt er twee keer zolang over doet.



*\* Deze berekeningen zijn puur theoretisch! In de praktijk heb je ook te maken met warmteverliezen aan de omgeving en de efficiëntie van de aquarium staafverwarmingen.*

*\* In de grafiek van 2 x150 watt verwarmingen hebben de staafverwarmingen een schakelmomentverschil van -1°C. Het gevolg is dat na 8 uur maar een staafverwarming verwarmt.*

Nu moet het aquariumwater ook op temperatuur gehouden worden. In de grafiek zie je dat de watertemperatuur na het verwarmen iets daalt. Het gevolg is dat de verwarming weer gaat verwarmen. Is de gewenste watertemperatuur weer bereikt, dan stopt de verwarming met verwarmen enz.. Bij een temperatuurdaling van bijv. 0,3 °C zal het opwarmen met een 300 Watt aquarium staafverwarming 48 minuten duren. De 150 Watt aquarium staafverwarming doet er twee keer zo lang over. Als wij de EHEIM 'Precision heater 300' met de JBL 'ProTemp S 300' vergelijken dan is er geen verschil. Beide hebben een vermogen van 300 Watt. Het enige verschil is dat JBL de verwarmingstijd veel korter wil hebben. Dit kan je herleiden uit de maximale aquariumgrootte van 400 liter.

## Omgevingstemperatuur

De herteltijd om de temperatuur te handhaven is een van de factoren waarmee je rekening moet houden bij de keuze van de aquarium staafverwarming. Nu mag je de invloed van de omgevingstemperatuur en de warmteverliezen niet onderschatten. Wanneer wij een gemiddelde kamertemperatuur van 19°C als uitgangspunt nemen, dan moeten wij in het bovenstaande voorbeeld het water van 19 °C naar 28°C verwarmen ( $\Delta t = 9^\circ\text{C}$ ). Nu moet je ook rekening houden met een minimale kamertemperatuur van 17 °C. Deze minimale kamertemperatuur wordt hoofdzakelijk alleen in de wintermaanden bereikt als 's nachts de kamerverwarming op een laag pitje staat. Kies je een te laag vermogen van je aquariumverwarming, dan is de kans groot dat de gewenste watertemperatuur niet gehandhaafd wordt. Je zal niet de eerste zijn die er in de wintermaanden een verwarming bij moet plaatsen omdat de warmteverliezen zo groot zijn dat de gewenste watertemperatuur niet wordt bereikt.

## Opmerkingen

Alleen Hydor heeft het over een temperatuurverschil ( $\Delta t$ ). De overige fabrikanten gaan ervan uit dat de gemiddelde kamertemperatuur 19°C is.



| Type       | Watt | Aquariumvolume                       | Aquariumvolume                    |
|------------|------|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Heater 25  | 25   | $\Delta t 8^\circ\text{C}$ 10-25 l   | $\Delta t 12^\circ\text{C}$ 15 l  |
| Heater 50  | 50   | $\Delta t 8^\circ\text{C}$ 20-50 l   | $\Delta t 12^\circ\text{C}$ 25 l  |
| Heater 100 | 100  | $\Delta t 8^\circ\text{C}$ 50-100 l  | $\Delta t 12^\circ\text{C}$ 75 l  |
| Heater 150 | 150  | $\Delta t 8^\circ\text{C}$ 90-150 l  | $\Delta t 12^\circ\text{C}$ 125 l |
| Heater 200 | 200  | $\Delta t 8^\circ\text{C}$ 100-200 l | $\Delta t 12^\circ\text{C}$ 180 l |
| Heater 300 | 300  | $\Delta t 8^\circ\text{C}$ 200-300 l | $\Delta t 12^\circ\text{C}$ 280 l |
| Heater 400 | 400  | $\Delta t 8^\circ\text{C}$ 300-400 l | $\Delta t 12^\circ\text{C}$ 320 l |

## Nauwkeurigheid temperatuurregeling

Als je naar de regelprecisie van een 'EHEIM Precision heater' kijkt, dan kan de ingestelde temperatuur +/- 0,5°C afwijken. Dit mag je ook opvatten als een hysteresis van een 0,5°C. Nu moet de ontwerper van een aquarium staafverwarming een zekere hysteresis inbouwen.

Op het moment dat de ingestelde watertemperatuur bereikt is, moet het verwarmingselement zichzelf uitschakelen. Als de ontwerper de hysteresis te klein zou maken, bijvoorbeeld 0,1 °C, dan zal het verwarmingselement weer aangaan wanneer de watertemperatuur met 0,1 °C is gezakt. Stijgt de temperatuur 0,1 °C dan gaat het verwarmingselement weer aan enz..

Het probleem van een te kleine hysteresis is, dat temperatuur binnen de staafverwarming sneller stijgt dan het aquariumwater. Het gevolg is dat de verwarming met hele korte tussenpauzes aan- en uit gaat. Dit betekent ongewenste slijtage van de schakelcontacten en het verwarmingselement.



Een 200 Watt aquarium staafverwarming met digitale uitlezing



Uit praktijktesten is gebleken dat het verwarmen van kleine temperaturovergangen twee keer zo lang kan duren omdat de verwarming snel aan - en uitgeschakeld wordt. Als gebruiker zal je er niet veel van merken, aangezien je geen vergelijkingsmateriaal tot je beschikking hebt.

#### Ter info:

Engelstalige test van verschillende merken aquariumverwarmingen: <https://www.youtube.com/watch?v=JAqU-gCwiKE>

De tweede mogelijkheid is dat de temperatuur aanduiding +/- 0,5°C kan afwijken van de werkelijke aquarium watertemperatuur. Dit heeft onder andere te maken met de toegestane tolerantie tijdens het fabrieksmatig afstellen van de temperatuurregeling. Nu is het mogelijk om deze tolerantie te verkleinen, maar alleen dan zullen de productiekosten aanzienlijk toenemen. Wil je meer nauwkeurigheid, dan is elektronische geregelde staafverwarming een betere optie.

#### Wat zijn de voordelen van twee aquarium staafverwarmingen in plaats van één?

Uit bovenste berekeningen kan je de conclusie trekken dat er geen verschillen zijn zolang het totale afgegeven vermogen hetzelfde is. Als wij naar de praktijk kijken dan kan je wel verschillen waarnemen. Deze verschillen worden onder andere veroorzaakt door de temperatuurregeling afwijking van +/- 0,5°C. Als je gebruik maakt van twee aquarium staafverwarmingen, dan is de kans nihil dat alle twee de aquarium staafverwarmingen exact op hetzelfde moment aan- of uitschakelen. Theoretisch kan er een schakelmomentverschil van 1°C ontstaan. Dit heeft tot gevolg dat een van de twee aquarium staafverwarmingen als 'master' aquarium staafverwarming gaat dienen. De 'slave' aquarium staafverwarming gaat alleen aan als de watertemperatuur zodanig zakt dat de 'master' aquarium staafverwarming de gewenste temperatuur niet kan handhaven.

#### Voordelen:

- bij een sterk dalende aquarium watertemperatuur zal de 'slave' aquarium staafverwarming ook verwarmen met als gevolg dat de opwarmtijd met de helft wordt gereduceerd
- betere warmteverdeling als de verwarmingen op verschillende locaties worden geplaatst

#### Nadelen:

- de kosten zijn twee keer zo hoog
- de kans op storing is ook twee keer zo groot
- je krijgt een 'master' en 'slave' situatie met als gevolg dat de opwarmtijd twee keer zo lang kan duren

#### Temperatuur regeling met thermostaat

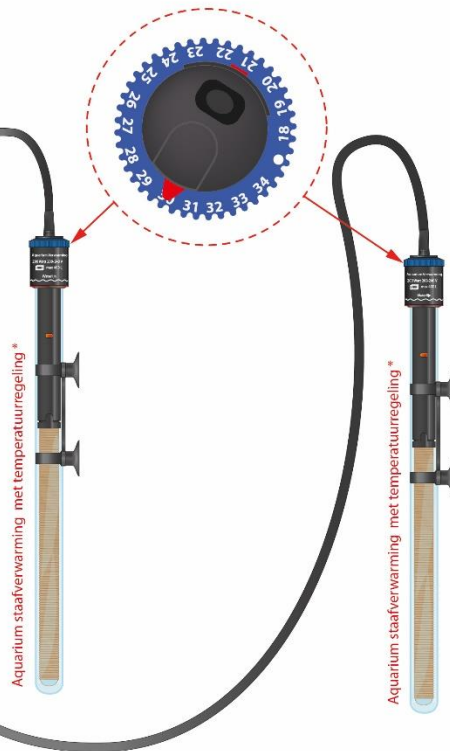
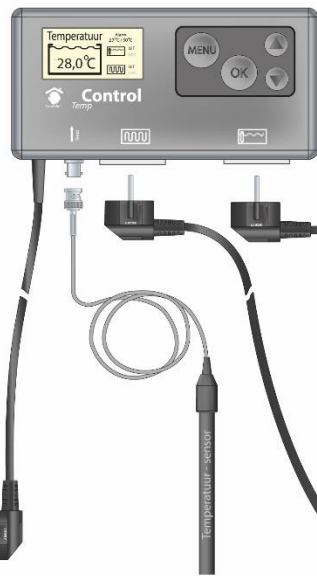
Als je optimaal gebruik wilt maken van twee aquarium staafverwarmingen dan kan je beter een externe temperatuurcontroller (thermostaat) gebruiken. De simpelste temperatuurcontrollers kunnen alleen de juiste temperatuur handhaven. Luxere exemplaren kunnen meerdere verwarmingselementen aansturen en hebben een instelbare hysteresis, alarm functie en een dag- en nacht programma. In de meeste gevallen wordt er gebruik gemaakt van een staafverwarming als hoofdverwarming en een bodemverwarming als ondersteuning. Deze combinatie wordt hoofdzakelijk gebruikt bij een beplant aquarium.

Natuurlijk kan je ook voor twee 'standaard' aquarium staafverwarmingen met temperatuurregeling kiezen om te voorkomen dat er een 'master' en 'slave' situatie ontstaat. Maar je dan de aquarium staafverwarmingen twee graden hoger instellen dan de gewenste watertemperatuur. Omdat de temperatuurcontroller een externe temperatuursensor heeft, kan de watertemperatuur beter worden geregeld en een nauwkeurigheid van 0,1 °C is geen uitzondering bij de betere temperatuurcontrollers.




Hydor thermostat max 500 Watt  
Temperatuurbereik 5°C - 35°C

## Temperatuurcontroller



\* Als je een temperatuurcontroller gebruikt, dan kan je het beste twee aquarium staafverwarming gebruiken zonder temperatuurregeling!

Natuurlijk kan je 'standaard' aquarium staafverwarming gebruiken, alleen dan moet je de aquarium staafverwarming twee graden hoger instellen dan het gewenste watertemperatuur!

|  |                               |   |
|--|-------------------------------|---|
|  | Twee aquarium staafverwarming |   |
|  | 11-08-2017                    | Emo Dobrony<br>Joseph Heydrichlaan 38<br>2394GM Hazerswoude Rijndijk<br>Telefoon: 071-3414784<br>E-mail: e.dobrony@kpnplanet.nl<br>Website: www.discuszolder.nl |

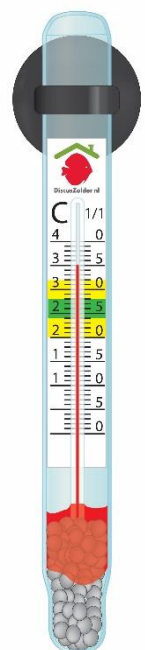
### Voordelen:

- nauwkeurige temperatuurregeling (0,1 °C)
- het maximale vermogen wordt optimaal benut omdat er geen 'master' en 'slave' situatie aanwezig is

### Aquarium watertemperatuur meten

Omdat je niet alleen op de temperatuuraanduiding van de aquarium staafverwarming mag vertrouwen, wil je natuurlijk ook de werkelijke watertemperatuur weten. De temperatuur kan afwijken door onjuiste kalibratie van de verwarming of door een verkeerde instelling van de gebruiker. Maar er zijn ook gebruikersfouten die niet zo voor de hand liggen, zoals na een onderhoudsbeurt vergeten de stekker in het stopcontact te steken. En om het compleet te maken hebben aquarium staafverwarming niet het eeuwige leven. Dus dagelijks de watertemperatuur controleren is geen overbodige luxe.

Persoonlijk vind ik een vloeistofthermometer de beste optie. Ze zijn erg goedkoop en de nauwkeurigheid is voor het doel meer dan voldoende. Dat je schaalverdeling van de vloeistofthermometer maar één graad Celsius is, is niet zo erg. Het gaat tenslotte om een globale temperatuurindicatie! Nu kan je ook een digitale aquarium thermometer kiezen. Het grootste voordeel is de afleesbaarheid. Wat betreft de nauwkeurigheid vallen ze allemaal binnen onze doelstelling. Het meetbereik is meestal van 5°C tot +50°C met een resolutie van 0,1°C en een nauwkeurigheid van ± 0,5°C. Dit betekent in de praktijk dat twee digitale thermometers naast elkaar maximaal 1 °C verschil kunnen weergeven. Als je dat vergelijkt met een vloeistofthermometer dan verschilt de nauwkeurigheid niet zo veel, alleen moet je elk jaar nieuwe batterijen kopen.



### Ter info:

In het artikel ['Aquariumwater testen – Deel 1'](#) kan je meer lezen over aquarium watertemperatuur meten.