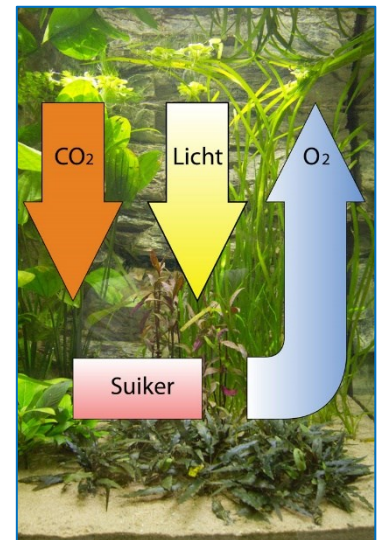


## CO<sub>2</sub>-BEMESTING

*Veel discusliefhebbers zien CO<sub>2</sub>-bemesting als een overbodige luxe. Voor de liefhebber van een goed beplant aquarium is CO<sub>2</sub> echter geen luxe, maar een uitstekende manier om de planten te bemesten. Natuurlijk kan je aquariumplanten beschouwen als "consumptieplanten" en weggooien zodra ze minder mooi worden maar met een beetje extra zorg kunnen diezelfde aquariumplanten een ware oase in het aquarium worden.*

CO<sub>2</sub>-bemesting is een uitvinding van moeder natuur. Zonder kooldioxide (CO<sub>2</sub>) kunnen planten niet groeien en in leven blijven. Natuurlijk hebben de planten ook andere voedingsstoffen nodig, maar uit de combinatie van CO<sub>2</sub>, water en licht kunnen ze suiker produceren dat als energiedrager fungeert. Dat pure zuurstof het afvalproduct hiervan is, is mooi meegenomen.

Als aquariumliefhebber weten wij dat een weelderige waterplantengroei en een goede aquariumvoedingsbodem een zuurstofrijke omgeving kan creëren. Vooral onze aquariumbewoners zijn dol op een zuurstofrijke omgeving en zullen zich op hun beurt van hun beste kant laten zien! Uiteindelijk zullen hun afvalstoffen en de afgestorven plantenresten in de aquariumbodem terecht komen. Daar staat een heel arsenaal van bacteriën klaar, om deze afvalstoffen weer om te zetten in bruikbare CO<sub>2</sub>. Het gezegde "de één zijn dood is de ander zijn brood" doet hier ook opgang.



### Zuurstof rijkwater dat telt voor de vissen

De beste manier om zuurstofrijk water voor de vissen te krijgen is het water te gebruiken dat rechtstreeks uit kolkende beek komt maar dat is maar voor weinig mensen een serieuze optie. En zelfs als dit tot de mogelijkheden behoort dan zal het zuurstof percentage snel afnemen als het water in kalmere omgeving komt maar dan kunnen waterplanten voor een zuurstofrijke omgeving zorgen. Zoals gezegd komt ons aquariumwater helaas niet uit sprankelende beekjes of bronnen, maar gewoon uit de kraan. Onze drinkwaterbedrijven maken het water geschikt voor de menselijke consumptie, met het gevolg dat natuurlijke CO<sub>2</sub> gehalte van ons drinkwater te laag is voor een weelderige waterplantengroei. Bij een te laag zuurstofpercentage krijgen de vissen het moeilijk, en dat kunnen wij eenvoudig verbeteren door het water te beluchten.

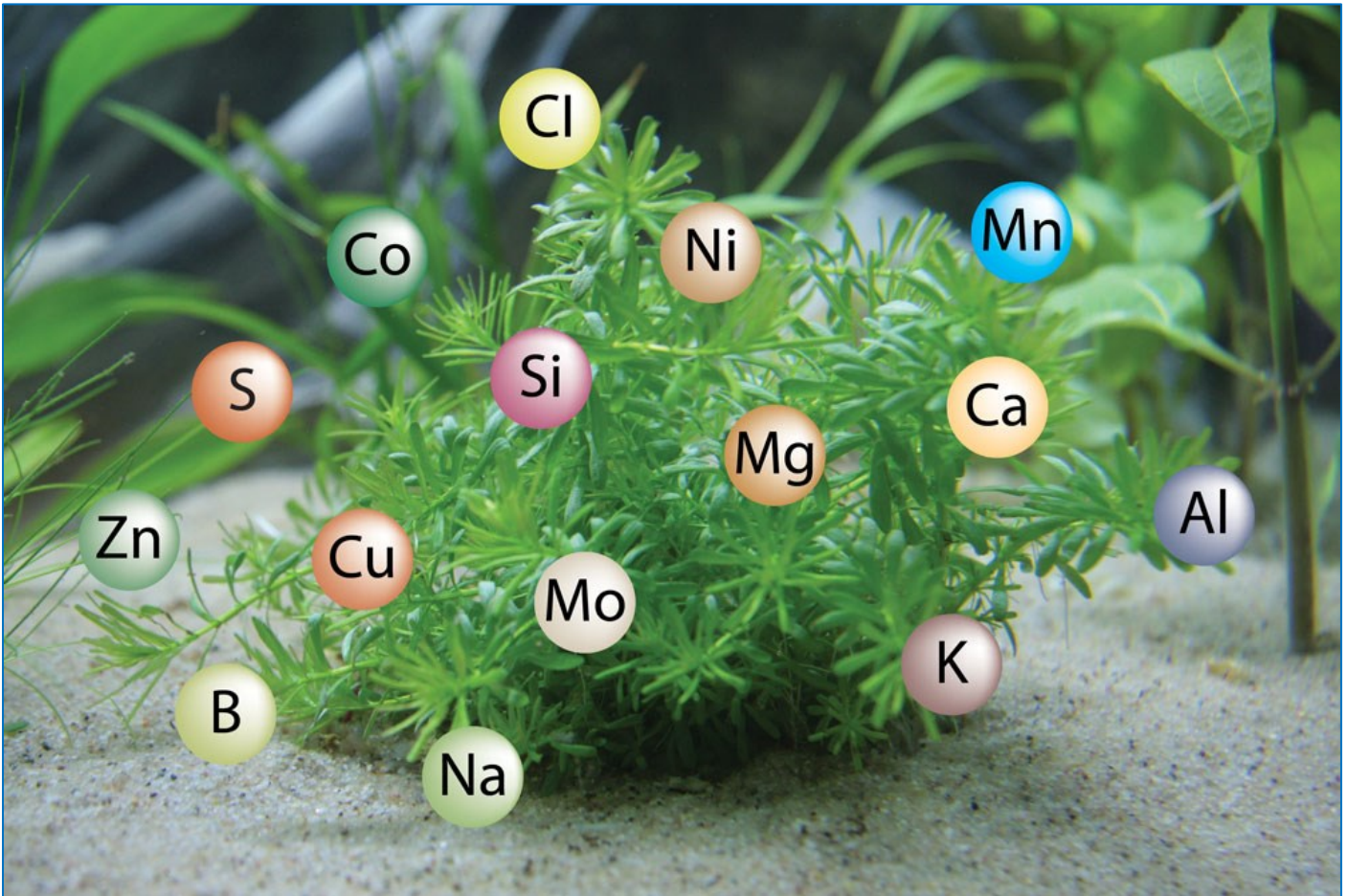
### Wat zijn de gevolgen van te lage CO<sub>2</sub> waarden bij een beplant aquarium?

Een beplant aquarium zal van nature een te lage hoeveelheid CO<sub>2</sub> bevatten. Wij kunnen een dergelijk tekort aan CO<sub>2</sub> op een natuurlijke wijze verhelpen, maar er zijn weinig aquariumliefhebbers die een paar centimeters dikke aquariumbodem willen van rottende bladeren en voerresten.

De kleine hoeveelheden opgeloste CO<sub>2</sub> die in het water aanwezig zijn worden al snel door de waterplanten opgenomen, helaas is dit van korte duur. De gevolgen zijn bekend maar worden zelden aan een tekort aan CO<sub>2</sub> gerelateerd. De belangrijkste gevolgen zijn:

- slecht groeiende planten en misvormingen;
- de weerstand van de planten neemt af verder;
- overtollige voedingsstoffen worden niet snel genoeg verbruikt;
- de algen krijgen de kans om de bladeren te bedekken, waardoor de licht intensiteit op de bladeren afneemt;

- uiteindelijk zal de plant afsterven, maar hij krijgt nooit echt de kans, om als voedingstof voor de bacteriën te dienen. (wij houden de aquarium bodem zo schoonmogelijk, i.v.m. de waterkwaliteit)



Natuurlijk is CO<sub>2</sub> bemesting niet de enige voedingstof die planten nodig hebben, gebrek aan ijzer en sporenelementen zal de groei van de planten ook belemmeren. Gezonde planten kunnen deze stoffen beter opnemen. De meeste aquarium liefhebbers zullen een vorm van aquariumplanten-voeding gebruiken. Gelukkig zijn er voldoende fabrikanten die zich gespecialiseerd hebben in het leveren van uitgebalanceerd aquariumplantenvoedingen. Er zijn zelf fabrikanten die speciaal voor discusaquaria plantenvoeding leveren!

### Voordelen CO<sub>2</sub>-bemesting

Als aquariumliefhebber kan je een waslijst van voordelen vinden in de prospectus van aquariumplantenvoedingen. Bijna alle fabrikanten schrijven lof verhalen over hun producten. Wat voor mij belangrijk is het gebruikersgemak van het product en niet te vergeten “de kosten” ;-)

In mijn eigen showaquarium gebruik ik al jaren CO<sub>2</sub>-bemesting met een vleugje aquariumplantenvoedingen (als ik het niet vergeet). Het grootste voordeel is uiteindelijk voor mijn vissen, want die voelen zich uitstekend en hebben voldoende schuilplaatsen in een zuurstofrijke omgeving. Eens per week moet ik mijn aquarium schoonmaken, dit houdt in dat ik 50% van het water ververs en bovendien, als hoofdtak, de planten moet snoeien.

Voor mij is de aanschaf van een gestuurd CO<sub>2</sub> bemestingssysteem één van de beste investeringen voor een beplant aquarium. Ik kan mijn de pH-waarde (zuurgraad) van mijn aquariumwater exact regelen, en mocht deze, door welke reden dan ook, uit de handlopen dan wordt ik door het systeem automatisch gecorrigeerd of gealarmeerd.

### Let op!

CO<sub>2</sub> -bemesting is absoluut géén middel om de pH-waarde in het aquarium te verlagen! Als de pH-waarden van je aquariumwater te veel afwijkt van het leidingwater dan moet je dit met andere producten naar de juiste waarden brengen. (turf, eikenextract. enz.)

In de tabel staan de belangrijkste waterwaarden van mijn show-aquarium. Om 11:00 uur wordt er automatische 70 liter koud water aan het aquariumwater toegevoegd.

De watertemperatuur zal even inzakken naar 29,3 °C en de pH-waarden stijgt naar 7,24. Na ongeveer 2 uur zijn de waterwaarden automatisch gecorrigeerd.

Time	pH-waarden [pH]	Temperatuur [°C]	Geleidbaarheid [µS]
07:00	7,20pH	29,7°C	537µS
0:80	7,20pH	29,8°C	528µS
9:00	7,22pH	29,8°C	544µS
10:00	7,22pH	29,8°C	538µS
11:00	7,22pH	29,8°C	537µS
12:00	7,24pH	29,3°C	537µS
13:00	7,24pH	29,6°C	531µS
14:00	7,23pH	29,9°C	535µS
15:00	7,20pH	29,7°C	537µS

## Is CO<sub>2</sub> -bemesting in het aquarium nodig?

Nee, CO<sub>2</sub> -bemesting is geen verplichting voor een beplant aquarium, op voorwaarde dat je weinig licht gebruikt. Voor onze discusvissen is dit geen enkel probleem, zij zullen een gedimde omgeving best waarderen. Wat wel belangrijk is dat er zo min mogelijk voedingsstoffen in het aquarium zitten. De planten zullen trager groeien en minder voedingsstoffen opnemen.

## Vloeibare koolstofbron

Vloeibare CO<sub>2</sub> -bemesting is eigenlijk een foute benaming maar bijna iedereen weet wat er bedoeld wordt. De Juiste term is eigenlijk “vloeibare koolstofbron” Deze manier van bemesten wordt al jaren toegepast en de ingrediënten zijn voor alle merken praktisch hetzelfde. (Glutaraldehyde)

Het voordeel van vloeibare koolstofbron is dat het gemakkelijk te doseren is, helaas zijn er ook een aantal nadelen:

- het is relatief duur;
- bij een te hoge dosis is het giftig;
- niet alle planten kunnen het verdragen.

**Conclusie:** lees eerst de gebruiksaanwijzing, en bereken de gebruikskosten, want op lange termijn is dit niet altijd de goedkoopste oplossing!



Vloeibare koolstofbron

## Het toedienen van CO<sub>2</sub>

Er zijn verschillende manieren om CO<sub>2</sub> -bemesting (gas) toe te voegen. In de onderstaande voorbeelden gebruiken wij alleen systemen die geschikt zijn voor grotere (discus) aquaria. Het principe is bij alle systemen het zelfde, alleen de mogelijkheden en uitvoering zal verschillen.

Bij elk voorbeeld gebruiken wij een andere diffuser. Dit is het gedeelte waar de CO<sub>2</sub> in aanraking komt met het aquariumwater.

## BIO CO<sub>2</sub> –bemesting uit de fles

Wil je een vloeibare koolstofbron gebruiken of vindt je een CO<sub>2</sub> installatie te duur dan kan je als alternatief BIO CO<sub>2</sub> –bemesting overwegen. De werking vrij eenvoudig: je neemt wat gistbacteriën en stopt deze in een suikerwateroplossing. Het geheel gasdicht afsluiten en even later kan je de vrijgekomen koolstofdioxide aftappen. Via een slangetje met diffuser laten wij de CO<sub>2</sub> in het aquariumwater lopen. Dit is een van de goedkoopste vormen van CO<sub>2</sub> –bemesting en dit kan je als een startpakket bij een aquariumwinkels kopen. Het principe is zo simpel dat je het

eenvoudig zelf kunt maken. Als doe-het-zelver is dit een leuk project, en “echte” aquarium liefhebbers heeft de meeste benodigde al in huis.

Benodigde hardware:

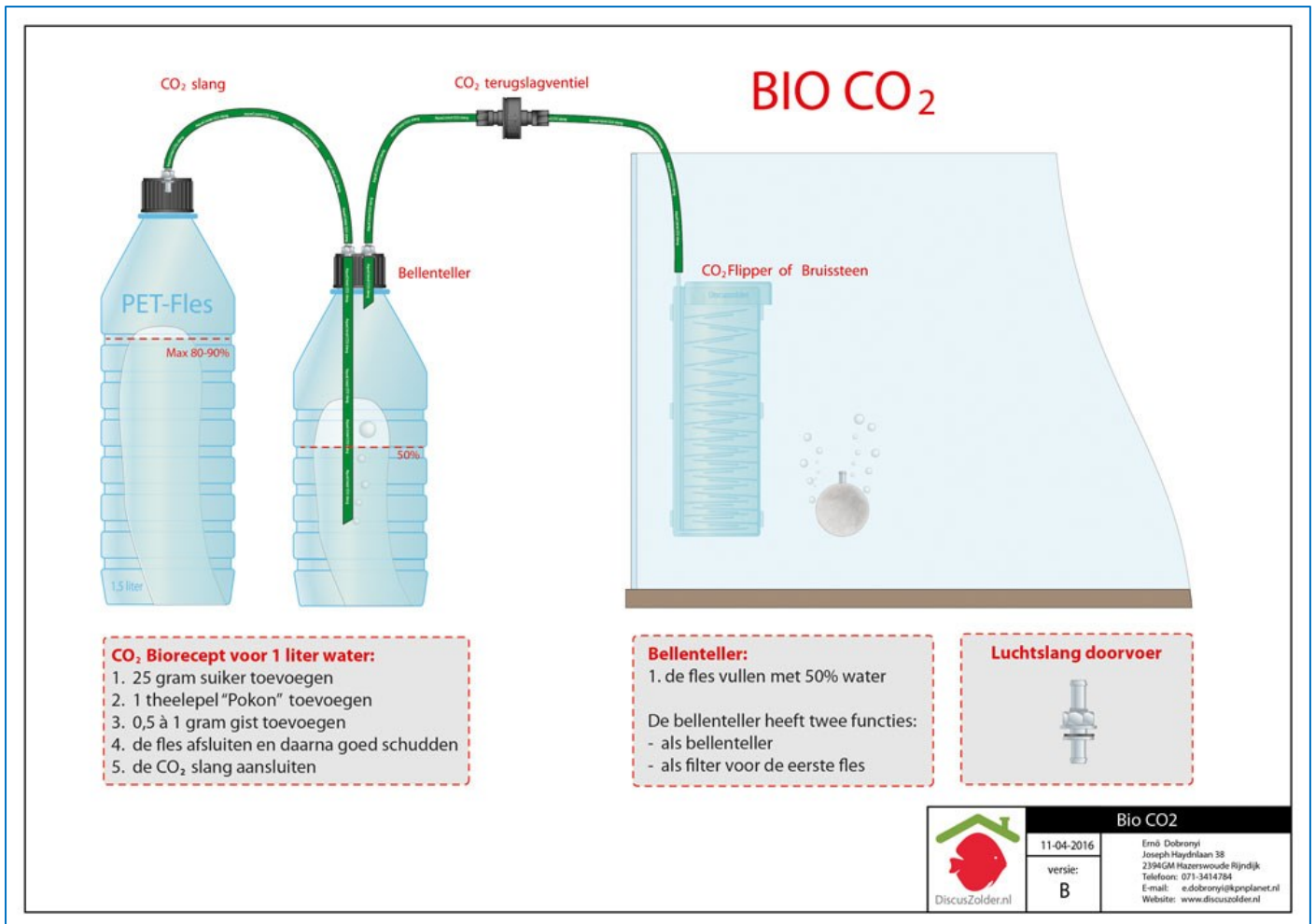
- 1 x petfles 1,5 liter
- 1 x petfles 1 liter
- 3 x slangdoorvier
- 1 x terugslagventiel of CO2 terugslagventiel
- 5 x luchtslang of CO2 slang naar behoefte
- 1 x bruissteen of CO2 diffuser
- 1 x bio recept



Bio- startpakket

**Let op!**

De standaard luchtslangen en terugslagventielen zijn minder geschikt voor een CO<sub>2</sub> installatie. Zij zullen een kleine hoeveelheid CO<sub>2</sub> lekken er is een verschil tussen luchtdicht en CO<sub>2</sub> dicht. Maar als eerste experiment zal dit de pret niet drukken.



Op internet kun je verschillende recepten en variaties van het BIO CO<sub>2</sub> –bemestingsystemen vinden.

**Let op!**

Dit project moet je niet combineren met het doe-het-zelf bierbrouwen!

## Bruisteen als diffuser

Dit is de goedkoopste maar ook de meest inefficiënte manier van CO<sub>2</sub> distributie. Wat goed werkt bij het beluchten van een aquarium geldt niet voor CO<sub>2</sub>. In theorie zou een luchtsteen zeer fijne bellenstroom moeten geven, maar zelf de fijnste luchtbelletjes zijn te groot voor een goede CO<sub>2</sub> distributie. Het gevolg is dat de bellen het wateroppervlak bereiken en vervliegen. Kortom, niet het gewenste effect en daarnaast is het slecht voor de natuur.

### **Let op!**

*Er bestaan speciale ceramische bruisteenjes die speciaal voor CO<sub>2</sub> bemesting zijn gemaakt, deze zijn alleen geschikt voor kleine hoeveelheden CO<sub>2</sub> consumptie in Nano aquaria!*

## CO<sub>2</sub> flipper als diffuser

Bij een CO<sub>2</sub> flipper ook wel CO<sub>2</sub> trap genoemd worden de CO<sub>2</sub> bellen via schuine schotten (vertraagd) naar boven geleid. Er zijn twee variaties in de omloop een platte versie die de bellen van links naar rechts en visa versa omhoog laten lopen en een ronde versie die als wenteltrap fungeert. Wat belangrijk is dat de grote van de diffuser is aangepast naar aan de behoefte van het aquarium. Als je de juiste keuze hebt gemaakt dan mogen de CO<sub>2</sub> bellen de bovenkant van de diffuser niet bereiken. Ook hier geldt elke CO<sub>2</sub> bel die de wateroppervlakte halen moet men als verloren beschouwen.

De nadelen van BIO CO<sub>2</sub> –bemesting:

- niet echt gebruiksvriendelijk vergeleken met een echt CO<sub>2</sub> systeem;
- CO<sub>2</sub> is gevoelig voor temperatuurschommelingen;
- een kleine wijziging in het recept kunnen grote gevolgen hebben;
- geen constante productie van CO<sub>2</sub>;
- de productie van CO<sub>2</sub> kan nachts niet gestopt worden.

## CO<sub>2</sub> –bemesting met behulp van een wegwerpfles

Dit is eigenlijk een basisset voor het bemesten met CO<sub>2</sub>. De simpelste versie is niet meer dan een 80 gram wegwerpfles CO<sub>2</sub> met een simpele drukregelaar. De diffuser is meestal van glas gemaakt, die perfect weggewerkt kan worden in een aquarium. Dit type diffuser wordt ook gebruikt door Takashi Amano, met dien verstande dat hij een grotere voorraad CO<sub>2</sub> gebruikt.



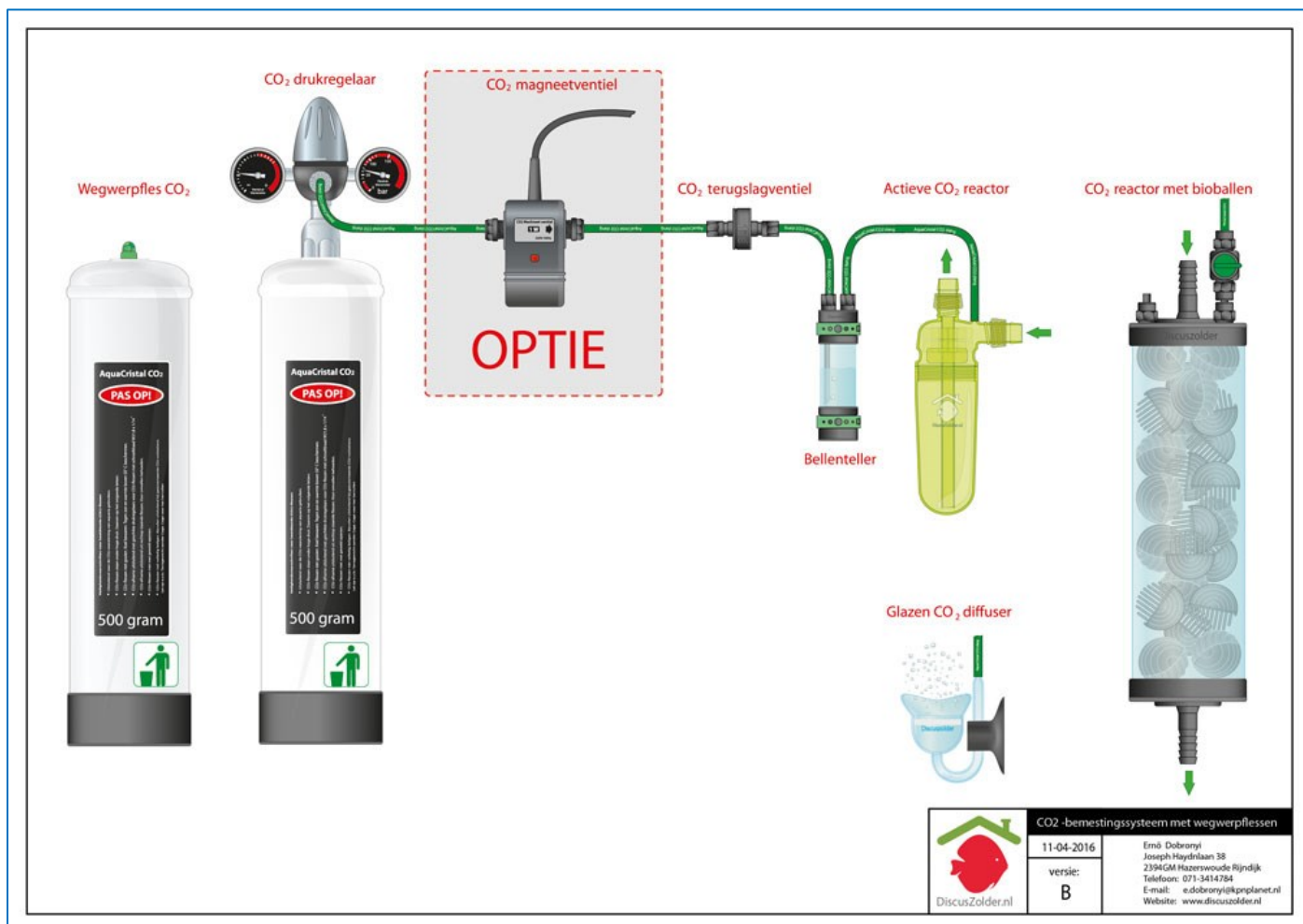
***Takashi Amano:** is een Japanse aquadesigner en fotograaf die van een eenvoudig aquarium een prachtige Zen tuin kan maken. Zijn manier van inrichten van een aquarium verschilt compleet van die van ons. Onze aquariums zijn kleurrijk en beplant met verschillende soorten planten. Amano's aquariums stralen rust uit.*

*Alhoewel Takashi Amano niet echt discusaquaria inricht kunnen wij er wel van leren. Hij gebruikt alleen de beste producten en bovendien is hij een natuurtalent. Als je zijn geheimen gaat analyseren kom je tot de conclusie dat Takashi Amano:*

- *eigenlijk weinig licht gebruikt;*
- *wel veel meststoffen gebruikt;*
- *veel zuurstof (O<sub>2</sub>) en kooldioxide (CO<sub>2</sub>) gebruikt.*

*En dit lijkt verdacht veel op een discusaquarium!*

De betere (start)pakketten kan je gemakkelijk uitbreiden, zodat je niet opgescheept zit met overbodige onderdelen. Het lijkt een lastige keuze als je net begint met CO<sub>2</sub> –bemesting, maar voor een paar tientjes meer, krijg je wel een systeem die minder beperkingen geeft naar de toekomst. Hieronder staat een voorbeeld van een systeem met wegwerpflessen en manometers.



Een voorbeeld van een CO<sub>2</sub>-bemestingsysteem met wegwerpflessen

## De wegwerpfles met CO<sub>2</sub>

Het voordeel van deze flessen is dat je ze op voorraad kunt nemen, dit is ook de beste optie, als je met een simpele drukregelaar hebt zonder een manometer. Zonder manometer is dit lastig te achterhalen hoeveel CO<sub>2</sub> er nog in de fles zit. Het voordeel van CO<sub>2</sub> onder hogedruk is, dat het gas vloeibaar in de fles zit. Dit maakt het bepalen van de CO<sub>2</sub> voorraad een stuk eenvoudiger, want vloeistof kan je gewoon wegen.

Zolang de CO<sub>2</sub> nog vloeibaar is, zal de flesdruk nagenoeg constant blijven. Dat is ook de reden dat veel basissets geen manometers hebben. De enige goede manier om te bepalen hoeveel CO<sub>2</sub> er in de fles zit is door het netto gewicht van de CO<sub>2</sub> te bepalen. Afgezien van het gemak van de wegwerpflessen is de prijs van 500 gram CO<sub>2</sub> drie keer zo duur als een vulling van een her vul bare CO<sub>2</sub> fles van 500 gram.

### Let op!

*De meeste wegwerpflessen kan je maar een keer aansluiten, even de drukregelaar afkoppelen voor een exacte weighing is dus niet mogelijk!*

De nadelen van CO<sub>2</sub>-bemesting met wegwerpfles:

- zijn niet echt milieuvriendelijk;
- is op lange termijn een dure oplossing;
- hebben een beperkte inhoud;
- beperkte mogelijkheden.

## CO<sub>2</sub> drukregelaar

De regelaar is het duurste onderdeel van installatie. Het is van belang dat je de druk zeer constant kan houden. Het probleem bij de CO<sub>2</sub> drukregelaars is, dat er erg veel variaties mogelijk zijn. De meeste opties behoren overigens tot de groep "leuk om te hebben", maar echt noodzakelijk zijn ze niet. Hieronder volgen een paar opties die het gebruiksgemak aanzienlijk kunnen verbeteren:

- manometer;  
*Een simpele indicatie die vroegtijdig aangeeft dat de fles bijna leeg is.*
- manometer voor de uitgangsdruk;  
*Hiermee kan je de optimale werkdruk van je diffuser instellen. Afhankelijk van het type reactor/diffuser zal de werkdruk variëren van 1 tot 3 bar.*
- regelventiel met fijn afstelling.  
*Hiermee kan je eenvoudig de optimale hoeveelheid CO<sub>2</sub> naar de reactor/diffuser afregelen.*

Al deze opties zullen de prijs van CO<sub>2</sub> installatie wel verhogen. De betere drukregelaar zal standaard voorzien zijn van deze opties, bovendien kan je ze ook aansluiten op een navulbare CO<sub>2</sub> fles, maar dat is wel weer een optie ;-)

## CO<sub>2</sub> magneetventiel

Een CO<sub>2</sub> magneetventiel is de eerste stap naar de "echte" CO<sub>2</sub> regeling. Je zult ze helaas niet tegen komen bij de basisset maar deze investering is een echte CO<sub>2</sub> besparing. Gemiddeld staat de aquarium verlichting zo'n 12 uur aan en na deze periode zullen de planten nauwelijks of geen CO<sub>2</sub> meer opnemen. Met een CO<sub>2</sub> magneetventiel en een schakelklok kan je CO<sub>2</sub> toevoer tijdelijk afsluiten, dit levert ongeveer een besparing op van vijftig procenten.

## CO<sub>2</sub> Terugslagventiel

Deze heeft maar één functie... hij moet voorkomen dat water in de CO<sub>2</sub> drukregelaar en/of het CO<sub>2</sub> magneetventiel komt.

## CO<sub>2</sub> bellenteller

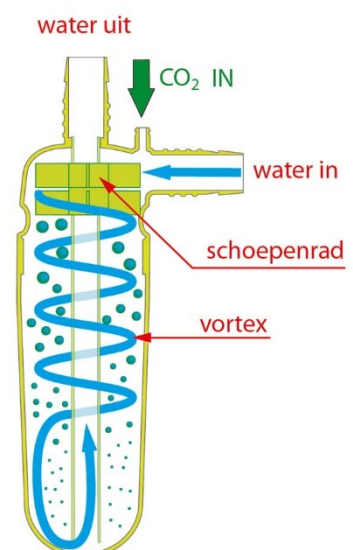
Zonder bellenteller is de CO<sub>2</sub> toevoer lastig in te regelen. Door het aantal bellen per minuut te tellen kan je de CO<sub>2</sub> toevoer optimaal instellen.

## Actieve CO<sub>2</sub> reactor

Bij een actieve CO<sub>2</sub> reactor wordt het aquariumwater en de CO<sub>2</sub> bellen door een schoepenrad geleid. Door de draaiende beweging van de schoepen worden de CO<sub>2</sub> bellen kapot geslagen, met het gevolg dat er zeer kleine CO<sub>2</sub> belletjes ontstaan. Via een vortex wordt het CO<sub>2</sub> rijke water langs de zijwanden naar beneden geleid. Tijdens deze kolkende beweging krijgen de CO<sub>2</sub> bellen de kans om verder op te lossen. Uiteindelijk wordt het CO<sub>2</sub> rijke water via een stijgbuis weer naar het aquarium vervoerd.

De voordelen:

- een compact ontwerp;
- relatief weinig waterweerstand;
- weinig onderhoud.



## CO<sub>2</sub> reactor met bioballen

Bij deze reactor wordt aquariumwater en de CO<sub>2</sub> bellen door bioballen kapot geslagen. Omdat het CO<sub>2</sub> rijke water constant tegen de bioballen botsen worden de CO<sub>2</sub> bellen steeds beter vermengd. Dit type reactor is zeer geliefd bij de bezitters van een Hollandse plantenbak. Het nadeel van dit systeem is dat de waterweerstand groot is, een krachtige pomp is dus wel noodzakelijk.

De voordelen:

- te gebruiken in aquaria groter dan 1000 liter;
- stil.

## CO<sub>2</sub> tabel voor een optimale instelling van je CO<sub>2</sub> waarden

Voor een weelderige plantengroei zou je met een CO<sub>2</sub>-gehalte van ca. 20 mg/l kunnen beginnen. Door de verhouding van CO<sub>2</sub>-gehalte, carbonaathardheid (KH) en pH-waarde, kan het CO<sub>2</sub>-gehalte van het water op eenvoudige wijze bepaald worden:

- Meet de carbonaathardheid van het aquariumwater.
- Lees in de tabel de bij het gewenste CO<sub>2</sub>-gehalte passende pH-waarde af. Deze pH-waarde +/- 0,1 dient u in te stellen door het passend afstellen van het aantal bellen.

Voorbeeld: Carbonaathardheid 5 °d, aanbevolen pH 6,9. > CO<sub>2</sub>-gehalte 20 mg/l

KH	pH-waarde												
	6.3	6.4	6.5	6.6	6.7	6.8	6.9	7	7.1	7.2	7.3	7.4	7.5
2	32	25	20	16	13	10	8	6	5	4	3	3	2
3	48	38	30	24	19	15	12	10	8	6	5	4	3
4	64	51	40	32	25	20	16	13	10	8	6	5	4
5	80	63	50	40	32	25	20	16	13	10	8	6	5
6	96	76	60	48	38	30	24	19	15	12	10	8	6
7	111	89	70	56	44	35	28	22	18	14	11	9	7
8	127	101	80	64	51	40	32	25	20	16	13	10	8
9	143	114	90	72	57	45	36	29	23	18	14	11	9
10	159	126	100	80	63	50	40	32	25	20	16	13	10
11	175	139	111	88	70	55	44	35	28	22	18	14	11
12	191	152	121	96	76	60	48	38	30	24	19	15	12
13	207	164	131	104	82	65	52	42	33	26	21	16	13
14	223	177	141	112	89	70	56	44	35	28	22	18	14

legenda

te veel CO<sub>2</sub>

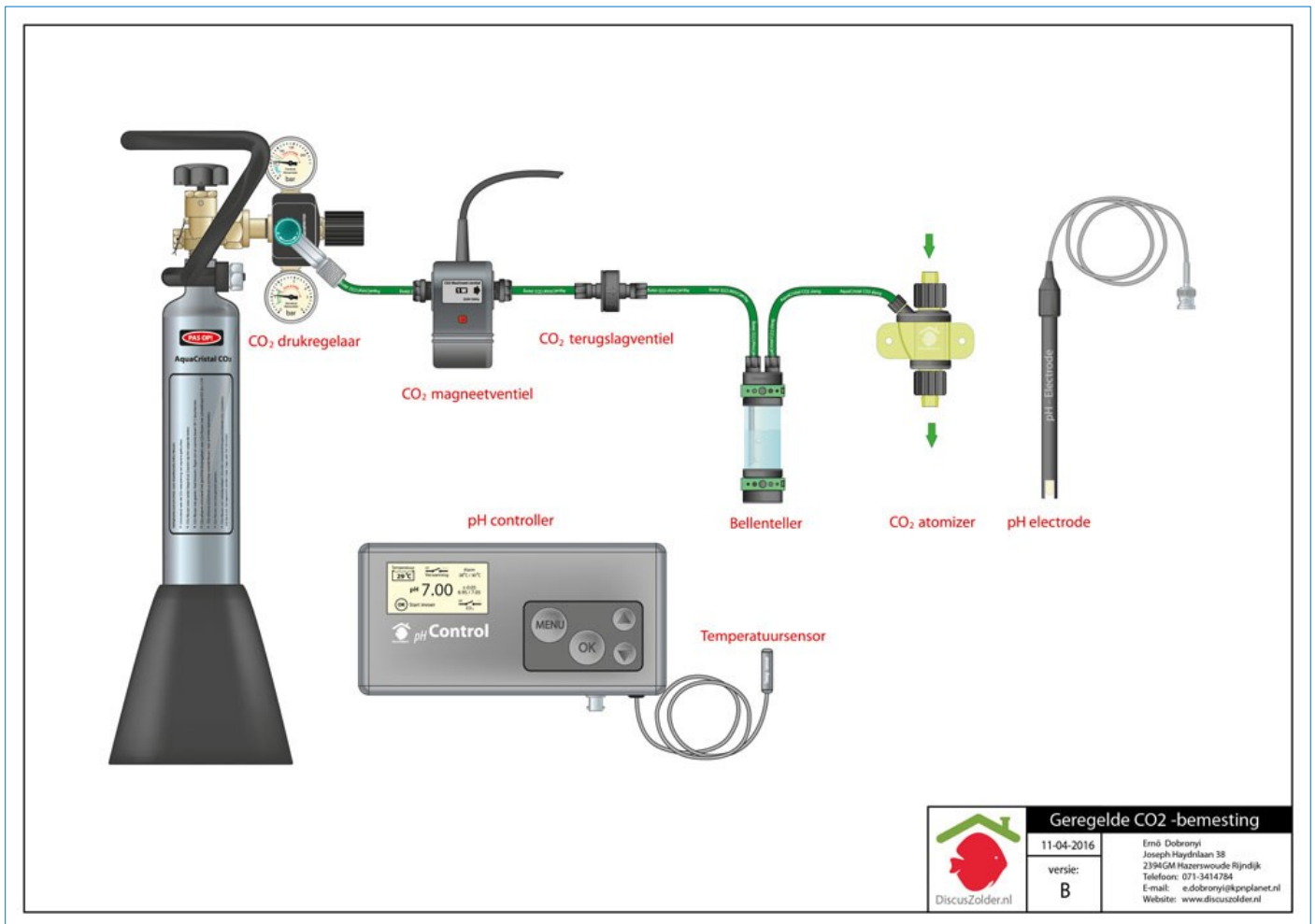
CO<sub>2</sub> juist

te weinig CO<sub>2</sub>

## CO<sub>2</sub> –bemesting met een pH-geregeld systeem

Dit is het meest gebruiksvriendelijk systeem en met de meeste mogelijkheden. Er worden navulbare CO<sub>2</sub> flessen gebruikt (van 500 gram tot 6 kg). Natuurlijk kan je nog grotere flessen kopen, maar deze passen meestal niet in een standaard aquariumkast. De CO<sub>2</sub> drukregelaar is van alle gemakken voorzien en is zeer nauwkeurig af te regelen. Er is één groot verschil met een niet pH geregelde systeem, na het optimaal instellen van de diffuser/reactor hoef je alleen de gewenste pH waarde van de pH controller in te stellen.





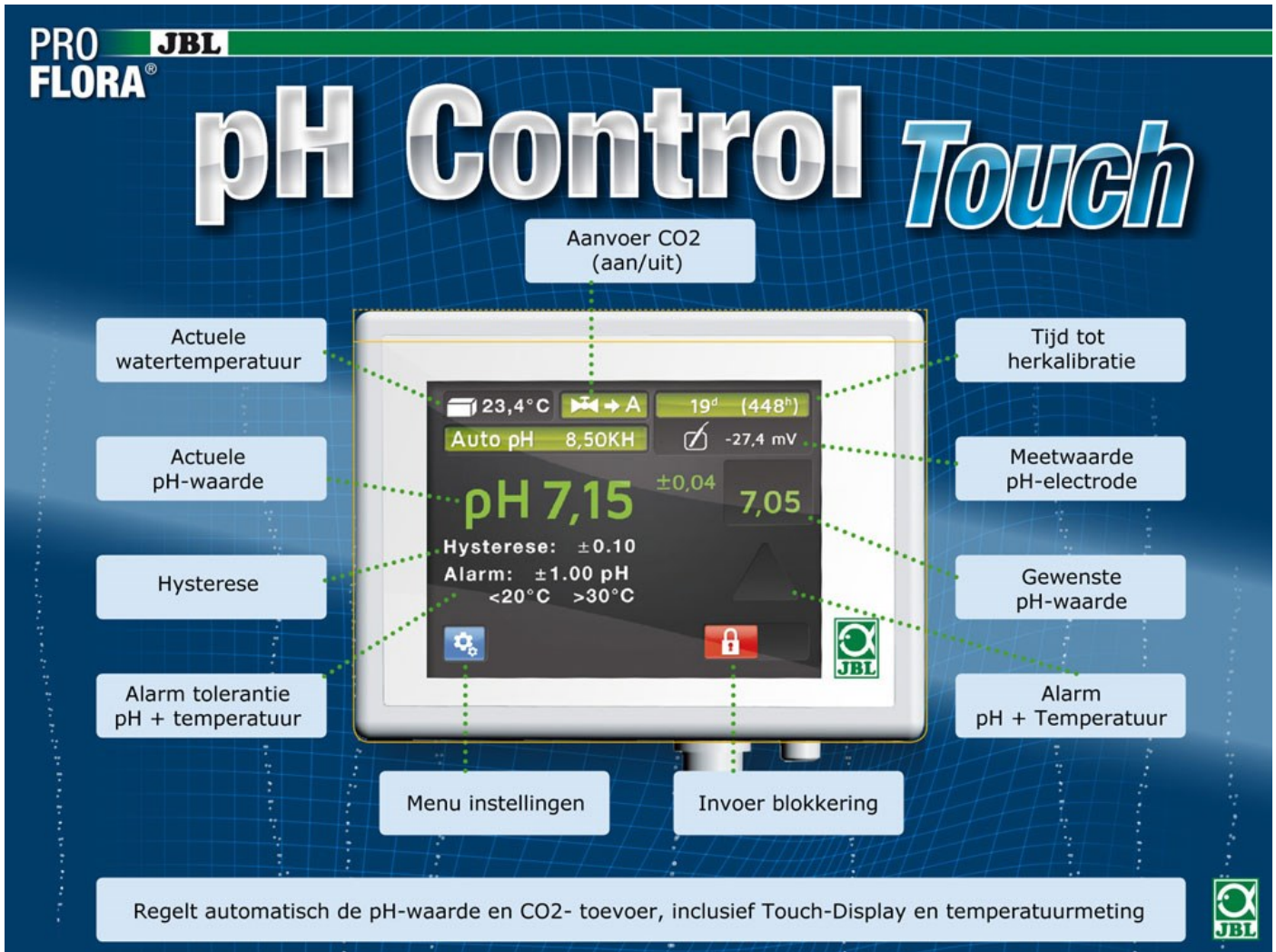
## pH electrode

Via een pH-electrode in het aquarium wordt de zuurgraad van het water gemeten. Er zijn verschillende type pH-electroden te koop. Het verschil zit in de nauwkeurigheid en de levensduur van de electrode. Hier geldt hoe duurder de pH electrode des te beter zijn de eigenschappen op lange termijn. Het is wel zo dat elke pH electrode gekalibreerd moet worden met behulp van kalibreervloeistof. Het advies is dit minimaal eens per maand te doen. Voor dat je gaat kalibreren maak je de pH electrode goed schoon met pH electrode reinigingsvloeistof. Dit preventief onderhoud duurt gelukkig niet lang en als je dit tijdens je gebruikelijke aquariumonderhoud doet kost het hooguit een paar minuten.

## pH controller

Dit is het hart van het systeem, dit stukje elektronica gebruikt de meetwaarden van de pH electrode om een CO<sub>2</sub> magneetventiel aan- en uit te zetten. Bij de simpelste versie kan je alleen de actuele pH waarde aflezen. Via een draaiknopje stel je de gewenste Ph waarde in. Hou er rekening mee dat de zuurgraad van het water varieert als de watertemperatuur varieert. Om dit probleem op te lossen wordt er bij de betere pH controllers een extra temperatuursensor geleverd.

# pH Control *Touch*



De moderne pH controllers zijn van alle gemakken voorzien. Vooral het gebruikersgemak is erg groot, en met een paar drukknopjes kan je alles instellen. Niet alleen de actuele pH waarden zijn zichtbaar, maar ook de ingestelde pH waarden, temperatuur en het alarm als iets buiten een bepaalde waarde komt. Er zijn zelfs pH elektroden die de verwarming aan kunnen sturen.

## Nawoord

Een basisset CO<sub>2</sub> -bemesting kan je al hebben voor een paar tientjes. Maar bedenk dat de prijs van een compleet geregeld systeem de laatste jaren aanzienlijk zakt. Welk systeem je ook gebruikt voor elk budget is wel wat te vinden. Persoonlijk zou ik de CO<sub>2</sub> bemesting voor mijn showbak niet meer willen missen maar dat komt waarschijnlijk omdat ik gek ben op alle techniek die het leven aangenamer kan maken. Het is wel zo, dat je nog steeds zelf de juiste beslissing moet nemen, alleen de uitvoering wordt een stuk eenvoudiger. Voor de echte doe-het-zelver is er nog veel meer op het internet te vinden.