

Ophoping van kooldioxide in recirculatiesystemen

DOOR J.P. LOMHOLT & J.F. STEFFENSEN

Nordisk Aquacultur nr. 2 88

Vertaling: D. Jongman

In recirculatiesystemen wordt met hoge visdichtheden gewerkt. Tegelijkertijd zijn de temperaturen tamelijk hoog. Het gevolg is een hoog zuurstofverbruik. Daarom moet men zich aan bepaalde regels houden, om de zuurstofvoorziening van de vis te verzekeren. Dit leidt vaak tot toevoeging van zuivere zuurstof. Dit kan met behulp van zuurstofkegels (in Denemarken wordt dit veel toegepast), zoals we die vooral in de palingteelt vinden.

In dit artikel willen we uitleggen, dat men voldoende zuurstof kan toevoegen en toch in de problemen kan raken.

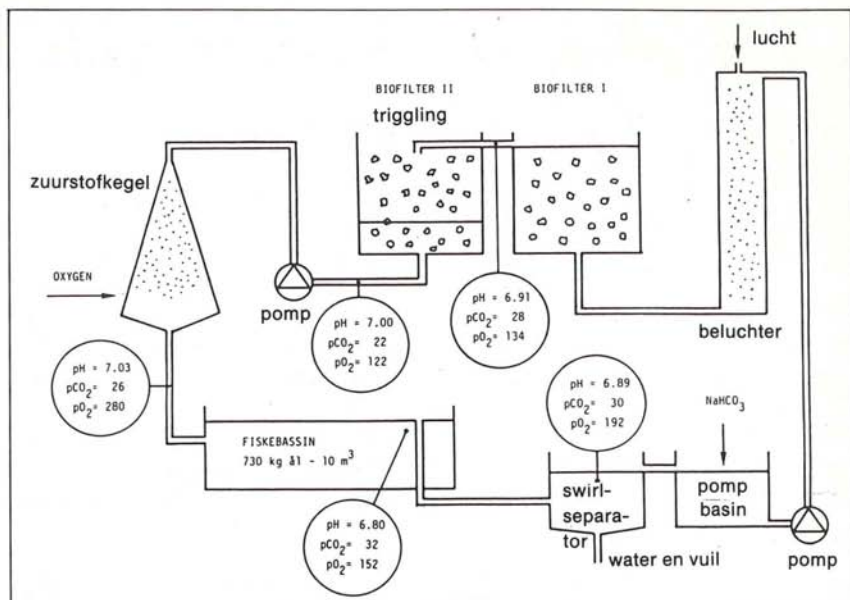
Vaak let men dan niet voldoende op de verwijdering van de CO₂, die de vissen produceren. De invloed van planten buiten beschouwing gelaten, kunnen we stellen dat zuurstofvoorziening en CO₂ verwijdering in een natuurlijk watersysteem plaats vindt middels gaswisseling. Deze gaswisseling vindt plaats tussen water en atmosferische lucht. Als deze natuurlijke gaswisseling niet voldoende is, bijvoorbeeld in aquaria of in visbassins, dan kan men deze verbeteren middels beluchtingssysteem. Dit kan leiden tot oververzadiging met stikstof. Als gevolg van oververzadiging met stikstof kan de gasbubbedisease optreden (we gaan hier niet verder op in). Beluchting kan op twee manieren geschieden; beroering van het water (paddleweels) of doorblazen met atmosferische lucht.

In beide situaties zal er geen verandering komen in de balans met toevoeging van zuurstof en verwijdering van kooldioxide. De situatie verandert, wanneer de zuurstofbehoefte van de vis stijgt door activiteitverhoging. De verhoogde ventilatie

van zuurstof aan het vissebloed, tegelijkertijd met een verhoogde afgifte van CO₂ wat de vissen produceren. Zodra men echter begint met toevoeging van zuivere zuurstof, verandert de situatie aanzienlijk. Toevoeging van zuivere zuurstof aan een systeem betekent noodzakelijkerwijze een verminderde toevoeging van atmosferische lucht. Dat betekent weer dat de atmosferische lucht, niet meer in staat is om de CO₂ uit het systeem te verwijderen. De CO₂ concentratie in het systeem zal stijgen, ondanks dat de zuurstofvoorziening voldoende is.

Nog markanter wordt de situatie, wanneer men zuurstofkegels gaat gebruiken. Op deze manier kan men zeer efficiënt met zuurstof omgaan, maar men verwaarloost de CO₂ verwijdering. Zelfs zodanig dat men van risico's mag spreken.

We zijn daarom CO₂ spanningsmetingen gaan doen (PCO₂) in de verschillende stadia in een recirculatiesysteem met daarin paling, waar men zuurstofkegels en zuivere zuurstof gebruikt (wanneer het water, een CO₂ spanning van Xmm heeft,



Figuur 1

betekent dit, dat het in evenwicht is met een luchtmengsel met een partiële druk van Xmm.

Dus is het luchtmengsel minder dan Xmm, dan gaat er CO₂ van het water naar de lucht. Als het meer is, dan andersom.)

Figuur 1 toont een overzicht van een systeem. Vanaf de visbassins loop het water via een overstort naar een swirlseparator en verder naar een pompbassin, vanwaar het naar een beluchter wordt gepompt. Daarna gaat het direct naar een upflowfilter en druppel(trickling)filter. Daarna gaat het water door de zuurstofkegel terug naar de bassins. In de figuur zijn de gevonden pH, zuurstofspanning en koolzuurspanning aangegeven. De laatste twee in mm kwik (Hg).

Het blijkt, dat de zuurstofspanning overall hoog is (ongeveer 155 mm Hg). Tevens blijkt ook dat de pCO₂ overall hoog is. Er werd zelfs 32 mm Hg in de bassins gemeten. Verderop in het systeem vindt

er een vermindering van pCO₂ plaats in de swirlseparator, de beluchter en het biofilter. Tegelijkertijd is de pCO₂ voortdurend erg hoog in het water met wat aan de bassins wordt afgegeven.

Over het algemeen kunnen we stellen dat de pCO₂ in natuurlijke wateren altijd laag is en alleen bij uitzondering stijgt boven de 5 mm Hg. Waarden tussen de 20 en 30 mm zijn veel hoger dan wat de vis onder natuurlijke omstandigheden tegenkomt. De verhoging van de pCO₂ in de zuurstofkegel kunnen wij niet verklaren. (Vermoedelijk vindt hier een naoxidatie plaats van de koolwaterstoffen. 'D. Jongman') Aangezien de uitscheiding van CO₂ in de kieuwen een passief proces is, (Dit is niet helemaal juist, er vinden ingewikkelde actieve en passieve processen plaats, die de passieve uitscheiding van CO₂ bevorderen. 'D. Jongman') moet het vissebloed een hoger pCO₂ hebben dan het water waarin het zwemt. Doch veel hoeft dat

niet te zijn, de normaalwaarden van pCO_2 in bloed liggen tussen de 3-6 mm Hg. In palingbloed werden waarden van 32 mm Hg (in de bassins) gemeten. Deswegen zal de waarde van het bloed iets hoger moeten zijn. Een CO_2 spanning van meer dan 30 mm Hg in het vissebloed is veel meer dan de normaal fysiologische waarde. Een stijging van de pCO_2 in het bloed zal een val bewerkstelligen in de pH. (zie figuur 2). Een daling van de pH zal een stijging van de HCO_3^- concentratie veroorzaken. (Volgens de formule CO_2 plus H_2O (-) H_2CO_3 (-) H plus plus OH^- . Elk element wat hier te veel in voorkomt veroorzaakt compensatie. Dus te veel CO_2 veroorzaakt dat het systeem gaat compenseren (bufferen) en dus dat er meer H plus en HCO_3^- geproduceert gaat worden ten koste van de CO_2 . D.J.).

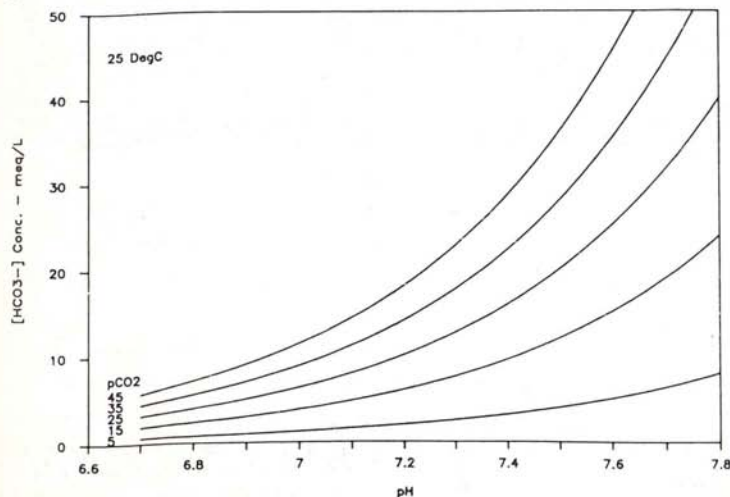
Figuur 2 laat ons een diagram zien die vaak gebruikt wordt in de fysiologie en het verband laat zien tussen de pCO_2 , pH en de bicarbonaat (HCO_3^-) concentratie van vissebloed. Bijvoorbeeld willen we een bicarbonaat van minder dan 6 milli equivalenten handhaven, dan mag bij een pCO_2 van 5 de pH elke waarde aannemen.

Bij een pCO_2 van 32 moet deze minder dan 6.6 zijn. Een onwaarschijnlijke lage pH, die het die vermoedelijk nog net kan hebben.

Hoeveel lager we kunnen gaan, weten we niet, maar uiteraard is er een grens die fataal kan zijn. In de praktijk daalt de pH (dit betekent meer H plus, D.J.) niet meer dan 02. Dat betekent dan dat de bicarbonaatconcentratie flink moet stijgen (zie naschrift).

Ondanks deze 'onnatuurlijk voor de vis' hoge CO_2 spanningen hebben de palingen zich goed gehouden. Dit betekent, dat palingen fysiologisch kennelijk veel kunnen hebben. Toch is het onwaarschijnlijk, dat dit alles geen consequenties voor de palingen zal hebben. Wij zijn er van overtuigd, dat normale natuurlijke omstandigheden een betere groei voor de palingen zal bewerkstelligen. Dit is zeker een nader onderzoek waard.

Wanneer men met deze factoren rekening wil houden, adviseren wij bij het uitdrijven van CO_2 geen bicarbonaat te gebruiken, maar een andere base. Op verschillende bedrijven is dit reeds net succes toegepast (NaOH bij het D.A.I. D.J.). Ook zouden



Figuur 2

wij willen adviseren, het contact tussen water en atmosferische lucht zo hoog mogelijk te houden.

Het laatste woord is hier echter nog niet over gesproken.

Naschrift van D. Jongman

Mijns inziens een waardevol artikel. De schrijvers hebben echter een paar zaken over het hoofd gezien. Paling is een vis, die zowel in zoet als in zout water kan leven. Om dit te kunnen, heeft hij in zijn kieuwen cellen, die allerlei ongewenste stoffen uit zijn bloed kunnen pompen, en gewenste erin. Dit zijn de zogenaamde ionocyten of chloridecellen of Key Weymore cellen. Pompt de paling er bepaalde stoffen in, bijvoorbeeld het ion chloride (Cl^-), dan moet er een andere stof uit, bijvoorbeeld HCO_3^- . Zo kan hij ook zijn pCO_2 regelen. Omgekeerd (bijvoorbeeld in zeewater) kan dit ook.

Dit gaat echter niet zonder gevaar. Dit

kost namelijk veel energie (en dus voer). Bij forellen, heb ik samen met dr. Boon (Wageningen) we zeer aangenaam kunnen maken, dat dit punt plotseling en scherp bereikt kan worden. De sterfte gaat dan zeer snel. Aan de vis is niet te zien dat de pCO_2 onnatuurlijk hoog is. Mens en zoogdier merken juist een overschot aan CO_2 niet en een tekort aan zuurstof. Bij vissen is dit andersom. Zoals wij mensen ongemerkt kunnen sterven aan een tekort aan zuurstof (bijvoorbeeld door kolen damp), zo kan een vis zonder stressverschijnselen sterven aan een overschot aan CO_2 .

In Denemarken, begint men dus thans ook meer en meer in te zien dat alleen upflowfilters (geen contact met de atmosferische lucht) toch eigenlijk niet zo'n goed idee is. Overal zien we daardoor de combinatie van upflowfilters met tricklingfilters verschijnen. Deze combinatie voldoet zeer goed.

NA RIO DE JANEIRO, PARIJS, SYDNEY EN TOKIO NU OOK IN AMSTERDAM.

In Brazilië, Frankrijk, Australië en Japan ervaren viskwekers dagelijks dat vissen, dankzij zuurstof van Air Liquide, gezonder zijn en sneller groeien. Voortaan kan l'Air Liquide S.A. — 's werelds grootste onderneming op het gebied van industriële gassen — ook uw vissen voorzien van extra zuurstof.

Air Liquide levert zuurstof in cilinders, palletpakketten en opslagtanks. Gebracht en gehaald op uw adres. Bovendien staat Air Liquide voor u klaar met deskundig advies. Bel Amsterdam, 020-317731 en vraag naar de heer G. Wolbers.



AIR LIQUIDE BV

Innovatief met industriële gassen.