



8.20. Zomer, zuurstof en vissterfte

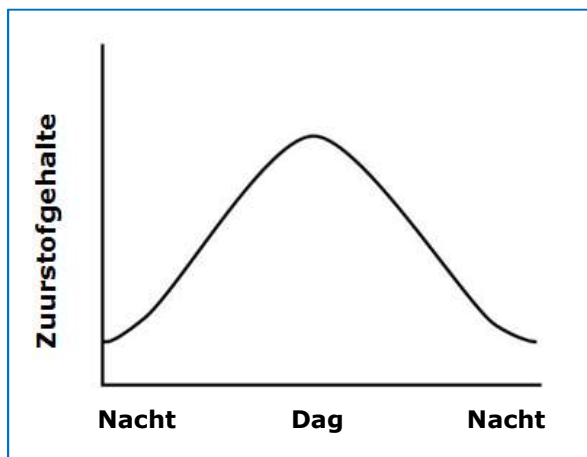
Opgelost zuurstof is zuurstofgas (O_2) dat in water is opgelost. Vissen 'ademen' zuurstof net als landdieren doen. Vissen zijn echter in staat om zuurstof direct uit het water in hun bloed op te nemen met behulp van kieuwen, terwijl de landdieren longen gebruiken om zuurstof op te nemen uit de atmosfeer.

Wat zijn de bronnen van zuurstof?

Er zijn drie belangrijke bronnen van zuurstof in het aquatisch milieu:

1. directe diffusie (opname) uit de lucht;
2. wind en golfslag;
3. fotosynthese door waterplanten en algen.

Zuurstof, afkomstig van fotosynthese wordt geproduceerd tijdens de dag wanneer het zonlicht schijnt op de planten in het water. Het zuurstofgehalte daalt 's nachts door de ademhaling van planten en dieren, waar-onder vissen. Deze voorspelbare veranderingen in de hoeveelheid opgelost zuurstof die elke 24 uur optreden worden de dagelijkse zuurstofcyclus genoemd (Figuur 1).



Figuur 1. Dagelijkse zuurstofcyclus

De concentratie opgelost zuurstof in sloten, vijvers en vaarten fluctueert per etmaal. Deze schommeling wordt de dagelijkse zuurstofcyclus genoemd. De hoeveelheid opgelost zuurstof neemt overdag toe als fotosynthese plaatsvindt en neemt 's nachts af, wanneer de ademhaling door gaat maar fotosynthese stopt.



Wat is zuurstoftekort?

Zuurstoftekort verwijst naar een lage concentratie opgelost zuurstof en kan leiden tot vissterfte. Een concentratie van minimaal 5 mg/l opgelost zuurstof wordt aanbevolen voor een optimale gezondheid van vissen. Gevoeligheid voor lage niveaus van opgeloste zuurstof verschilt per soort, maar de meeste vissoorten komen in de problemen wanneer het zuurstofgehalte daalt tot 2-4 mg/l.

Sterfte treedt meestal op bij concentraties van minder dan 2 mg/l. Het aantal vissen dat sterft wordt bepaald door hoe laag de hoeveelheid opgelost zuurstof wordt en hoe lang het tekort aanhoudt. Grote vissen zijn hiervoor gevoeliger dan kleinere.

Oorzaken van zuurstoftekort

Zuurstoftekort treedt op wanneer het verbruik de productie van zuurstof overschrijdt. Een verhoogd zuurstofverbruik kan worden veroorzaakt door een overmatige groei van waterplanten of algen in het ecosysteem.

Ook kan sprake zijn van temperatuurstratificatie (zie **Infoblad 8.13. Diepe, stilstaande wateren**) of van een toename van organisch afval in het water door bijv. riooloverstort of mestuitspoeling. Daarnaast kan sprake zijn van sterfte en afbraak van bijvoorbeeld afstervende planten of algen of (in uitzonderlijke gevallen) van bepaalde chemische stoffen die direct zuurstof onttrekken aan de waterkolom.



Invloed van de modderlaag

In plantenrijke wateren en in wateren met veel bomen aan de oever, is de bodem vaak bedekt door een dikke laag dood organisch materiaal (afgestorven algen, plantenresten en bladeren). Bacteriën en schimmels verbruiken bij de afbraak van dit organisch materiaal veel zuurstof uit het water. Het gevolg is dat de zuurstofhuishouding in wateren met een dikke modderlaag vaak erg instabiel is. Vooral bij een hoge watertemperatuur in het najaar kan het zuurstofgehalte dramatisch dalen. Op een gegeven moment kan vissterfte optreden omdat de zuurstofverbruikende modderlaag te dik wordt ten opzichte van de smalle waterkolom erboven. Door regelmatig baggeren kan worden voorkomen dat dit "omslagpunt" wordt bereikt.

Kroos- en waterplantenbedekking

Op plaatsen waar het wateroppervlak wordt bedekt door een laag kroos, kan geen of nauwelijks instraling van zonlicht plaatsvinden. Onder het kroos vindt dus vrijwel geen aanmaak van zuurstof plaats. In een water dat gedeeltelijk door kroos wordt bedekt, hoeft dit geen problemen voor vissen op te leveren, in geheel met kroos bedekte wateren is het zuurstofgehalte vaak erg laag. Daarbij vindt kroosvorming vaak juist plaats in wateren met een geringe waterdiepte en een dikke, zuurstofverbruikende baggerlaag. Wateren die regelmatig geheel door kroos zijn bedekt, zijn vaak vrijwel visloos. Indien mogelijk zullen de vissen via duikers of sloten zijn weggetrokken naar aangrenzende wateren met een hoger zuurstofgehalte. Bij het ontbreken van deze migratiemogelijkheden zal de visstand door sterfte (nagenoeg) zijn verdwenen. Een te hoge bedekking met waterplanten kan overigens tot vergelijkbare problemen leiden.

Kwelwater

Tijdens de warme zomermaanden vindt er veel verdamping van water plaats. Wanneer deze verdamping niet wordt gecompenseerd door regenval of de toevoer van oppervlaktewater van elders, zal het waterpeil dalen. Door de afname van de hoeveelheid water neemt de druk van het oppervlaktewater op grondwaterlagen af, waardoor meer kwelwater

dan anders opborrelt. Wanneer dit kwelwater zuurstofarm is, kan dit tijdens lange droge perioden het zuurstofgehalte van het water verlagen. Een extra complicatie levert soms ijzerrijk kwelwater op. Een ijzerhydroxide-neerslag op de kieuwen veroorzaakt dan, vooral in de winter, ademnood, door de werking van ijzerbacteriën.

Lozing van organische stoffen

Naast de eerder besproken "natuurlijke" oorzaken van een laag zuurstofgehalte, zal het zuurstofgehalte abrupt dalen door de instroom van een verontreinigende, organische stof. Bij de biologische afbraak van de organische verontreiniging wordt zuurstof uit het water verbruikt, waardoor het zuurstofgehalte van het water gedurende enkele dagen of weken sterk daalt. Berucht zijn vissterften die optreden na de instroom van rioolwater (riooloverstort), gier, bluswater (bij een brand) en afvalwater van een melk- of papierfabriek. Van watergangen kunnen zo lange trajecten zuurstof- en visloos worden. Sommige industriële verontreinigingen kunnen ook een zuurstofdaling veroorzaken.

Baggeren en maaien

Tijdens bagger- en maaiwerkzaamheden in de zomer treden niet zelden vissterften op. De biologische afbraak van de opgewervelde slibdeeltjes of gemaaide plantenresten onttrekt nogal wat zuurstof uit het water. Modder kan bovendien de kieuwen van vissen verstikken. Maai- en veegboten, maaikorven en grijpers kunnen daarbij ook nog eens directe contactschade toebrengen aan paaiende vissen, aan afgezette eieren op planten en aan jonge vis.

Werkzaamheden zoals baggeren of het maaien van waterplanten kunnen gefaseerd worden uitgevoerd, waarbij delen van het water met rust worden gelaten. Hierdoor kan de vis zich tijdelijk terugtrekken in ongestoorde delen van het water met een voldoende hoog zuurstofgehalte. Hoewel baggeren en schonen tijdelijk het watermilieu kunnen verslechteren, is de maatregel voor een verbetering van veel wateren op termijn noodzaak.

Ernstig zuurstoftekort in de zomer

Zuurstoftekort kan gedurende het gehele jaar optreden, maar zal vooral vissterfte veroorzaken tijdens warm zomerweer. Een afname in de productie van zuurstof wordt veroorzaakt door zaken als bewolkt weer en het afsterven van planten of algen die de fotosynthese stoppen. Grote hoeveelheden planten of algen zijn de belangrijkste producenten van zuurstof in het systeem. Echter, ze zijn ook de belangrijkste gebruiker van zuurstof. Er zijn verschillende redenen waarom zuurstoftekorten vaker in de zomer optreden. Deze worden hieronder besproken.



Hoge watertemperatuur

In warm water kan veel minder zuurstofgas oplossen dan in koud water. Bijvoorbeeld: water van 30 °C kan slechts 7,5 mg/l opgelost zuurstof bij verzadiging bevatten, terwijl water van 6 °C 12,5 mg/l opgelost zuurstof bij verzadiging kan bevatten. Dit natuurkundige verschijnsel brengt vissen dubbel in gevaar, omdat bij hoge watertemperaturen de stofwisseling van vissen hoger is, en daardoor hun fysiologische vraag naar zuurstof toeneemt.

Bewolkt, windstil weer

Benauwde, bewolkte zomerse dagen bevorderen vaak een tekort aan zuurstof. Tijdens bewolkt weer wordt de intensiteit van het licht dat het oppervlaktewater bereikt, sterk verminderd, wat resulteert in een duidelijke afname van de productie van zuurstof uit fotosynthese. Het zuurstofverbruik blijft echter ongewijzigd. Dit

resulteert in een netto verlies van zuurstof over een periode van 24 uur. Dit verlies van zuurstof uit verminderde productie wordt verstoord door aanhoudend, broeierig, vochtig weer op bewolkte zomerse dagen. Zuurstoftransport (uit de lucht in het water) is minimaal omdat er weinig of geen wind/golfslag is. Het netto resultaat over een periode van enkele dagen kan zuurstofgebrek en, soms, vissterfte zijn.

Onweer

Wanneer het na zo'n benauwde, bewolkte zomerse dag ook nog eens gaat onweren, kan het water dat al weinig zuurstof bevat, ook nog eens extra worden belast met dood organisch materiaal (uitgespoelde mest, hondenpoep, straatvuil, dode bladeren, grond) waardoor het zuurstofgehalte nog verder wordt verlaagd. Door de sterke wisselingen in luchtdruk kunnen ook giftige gassen uit de baggerlaag ontsnappen.

Stratificatie / wateromkering

Tijdens warm weer warmt ondiep water sneller op dan dieper water. Door het verschil in de toename van temperatuur tussen de warme ondiepe waterlaag en de koele diepere laag, kan zich een spronglaag ontwikkelen. Een spronglaag is een gebied van snelle temperatuursverandering die fungeert als een fysieke barrière tussen warm water aan het oppervlak en koud water bij de bodem.

Wanneer een spronglaag aanwezig is, treedt er geen vermenging op van de ondiepe - en diepe waterlaag. Omdat fotosynthese en productie van zuurstof alleen aan de oppervlakte optreedt, blijft het water in de diepe laag verstoken van zuurstof en ontwikkelt zich een zuurstoftekort. De spronglaag kan worden doorbroken door zware wind en koude regen, hetgeen vaak voorkomt tijdens zomers onweer.

Wanneer de spronglaag wordt doorbroken, mengt het zuurstofrijke oppervlaktewater met het zuurstofarme of -loze bodemwater. Naarmate deze onderlaag zuurstofarmer en relatief groter is, zal vrijwel al het opgeloste zuurstof verdwijnen uit de hele waterkolom, wat resulteert in ernstig zuurstoftekort en vissterfte. *Zie ook de infobladen "Vissen en zuurstof", "Calamiteitenplan viswater" en "Zomersterfte".*

Zuurstoftekort oorzaak vissterfte?

- Alle vissen sterven op ongeveer dezelfde tijd ('s nachts of in de vroege ochtend).
- Grote vis kan meer dan kleine vissen worden beïnvloed.
- Vissen in ademnood kun je aan het wateroppervlak zien happen naar zuurstof.
- Het weer onmiddellijk voorafgaand aan de vissterfte kan heet zijn geweest, windstil en bewolkt. Er kan direct voor de vissterfte een zware onweersbui zijn geweest.
- Ernstige zuurstoftekorten die een aanzienlijke vissterfte veroorzaken worden meestal waargenomen in water met een overmatige groei van algen of waterplanten.
- In het najaar kunnen lage zuurstofwaarden voorkomen doordat de waterplanten afsterven en de lichtintensiteit afneemt. Hierdoor wordt minder zuurstof geproduceerd en juist meer zuurstof verbruikt.



Wat te doen bij vissterfte?

Als vissen in ademnood verkeren door zuurstofgebrek, is het zaak om zo snel mogelijk het water te beluchten. Als beluchting niet mogelijk is, kan weinig worden gedaan om de vissen te redden. Het is daarnaast belangrijk om het zuurstofgehalte te meten terwijl de vissterfte nog bezig is, zodat ook daadwerkelijk kan worden vastgesteld dat zuurstofgebrek de oorzaak is.

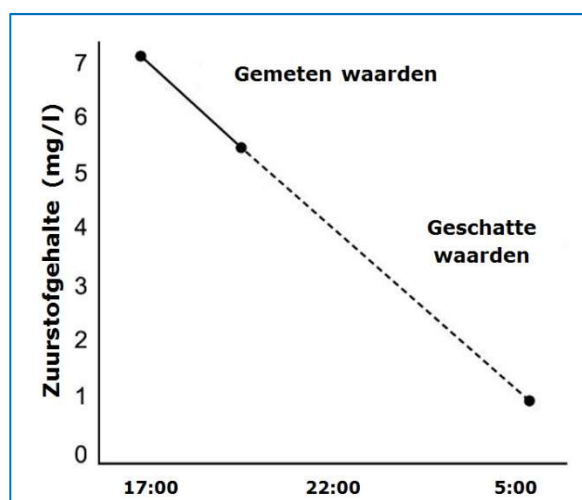
Voorkomen zuurstoftekort

Het optreden van zuurstoftekort kan worden voorzien en dus voorkomen door controle van het zuurstofgehalte in een water. De meest efficiënte methode voor het meten van het zuurstofgehalte is een elektronische zuurstofmeter. Deze instrumenten zijn te koop in verschillende prijsklassen. Chemische testkits zijn ook beschikbaar. Deze zijn wat lastiger om mee te werken, maar zijn nauwkeurig en goedkoper.

Commerciële viskwekerijen meten vaak ook 's nachts het zuurstofgehalte om de twee uur. Dit is de zekerste manier om vissterfte door zuurstofgebrek te vermijden. De beluchting kan dan worden ingeschakeld als het zuurstofgehalte daalt onder een bepaalde concentratie (gewoonlijk 2-4 mg/l, afhankelijk van de vissoort).

Het 's nachts meten van het zuurstofgehalte is niet praktisch voor beheerders van visvijvers en andere viswateren. In deze gevallen is het makkelijker om te 'voorspellen' of een zuurstoftekort zal optreden door het meten van zuurstofgehalten in de late namiddag (5-6 uur) en 's avonds laat (8-10 uur). De daling van het zuurstofgehalte tijdens de nacht kan worden voorspeld door de zuurstofconcentratie in een grafiek tegen de tijd uit te zetten op standaard grafiek papier (Figuur 2).

Als de verwachte zuurstofconcentratie lager dan 4 mg/l is vóór 07:00 uur, wordt noodbeluchting aanbevolen.



Figuur 2. Schatting potentieel zuurstoftekort.



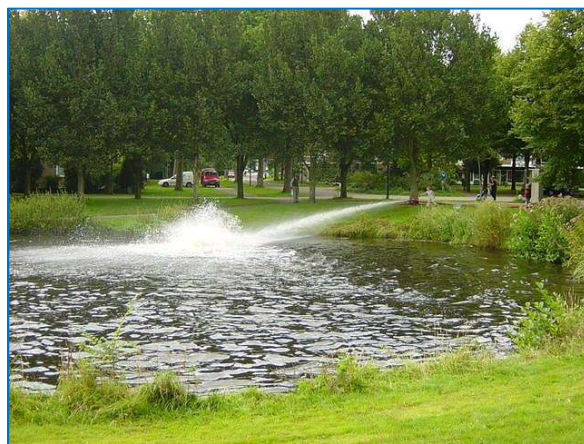
Indien apparatuur voor het testen van het zuurstofgehalte (meter of testkit) niet beschikbaar is, kunnen één of meer van de volgende signalen worden gebruikt om te anticiperen op zuurstoftekorten:

- Vissen zwemmen in of nabij het oppervlak en happen lucht.
- De vis stopt plotseling met eten.
- Er is een snelle verandering in de kleur van het water; een verkleuring tot bruin, zwart of grijs duidt op het massaal afsterven van algen.
- Het water ruikt bedorven.
- Er is een lange periode van warm bewolkt weer.
- Er is een harde zomerwind en een zware onweersbui.

Noodbeluchting moet worden toegepast wanneer de vis tekenen van zuurstofgebrek vertoont of wanneer het opgeloste zuurstof daalt onder 4 mg/l.



Sommige viswaterbeheerder zetten beluchters op elektrische timers van de late avond (10 uur tot middernacht) tot bij daglicht (7-8 uur 's morgens). Het gebruik van een beluchter of fontein is geen volledige vervanging voor controle van zuurstofgehalten en vissterfte door zuurstofgebrek kan alsnog optreden. Toch wordt in potentiële probleemwateren het gebruik van een beluchter aanbevolen en voorkomt veel problemen.



Samenvatting

Opgelost zuurstof is zuurstofgas (O_2) dat in water is opgelost. De meeste opgeloste zuurstof in vijvers wordt geproduceerd tijdens de fotosynthese door waterplanten en algen. Hierdoor stijgt het zuurstofgehalte overdag en daalt het tijdens de nacht. Net voor zonsopkomst is het zuurstofgehalte het laagst.

Zuurstofconcentraties lager dan 5 mg/l kunnen schadelijk zijn voor vissen en aan het oppervlak naar lucht happende vissen kunnen worden waargenomen wanneer het zuurstofgehalte daalt tot onder 2 mg/l. Lage zuurstofgehalten worden meestal geassocieerd met warm, bewolkt weer, het afsterven van algen of waterplanten en met zware onweersbuien.

Opgelost zuurstof kan worden gecontroleerd met behulp van een elektronische zuurstofmeter of chemische testkit. Noodbeluchting moet worden toegepast zodra het zuurstofgehalte beneden 4 mg/l komt of een zuurstoftekort door de omstandigheden op korte termijn wordt verwacht.

Zie ook de infobladen "Vissen en zuurstof", "Calamiteitenplan viswater" en "Zomersterfte".