

Quick-scan om geschiktheid van slootwater als drinkwater voor weidevee te bepalen

DR. I.R.M. HOVENKAMP-OBBEMA, HOOGHEEMRAADSCHAP VAN DE UITWATERENDE SLUIZEN IN HOLLANDS NOORDERKWARTIER, EDAM

DR. G.H.M. COUNOTTE, GEZONDHEIDSDIENST VOOR DIEREN; DEVENTER

DRS. C. ROOS, HOOGHEEMRAADSCHAP VAN DE UITWATERENDE SLUIZEN IN HOLLANDS NOORDERKWARTIER, EDAM

IR. H.P. VAN DOKKUM, TNO-MEP DEN HELDER

In het beheersgebied van het Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier bestaan op een aantal plaatsen gezondheidsproblemen met weidevee. Uit onderzoek naar de mogelijke relatie tussen deze problemen en de kwaliteit van het oppervlaktewater is gebleken dat het oppervlaktewater één van de risicofactoren vormt (Van Dokkum *et al.*, 1998).

De Westelijke Land- en Tuinbouw Organisatie en het Hoogheemraadschap hebben een meldpunt voor klachten en/of vragen over de waterkwaliteit ingesteld. Er is daarom behoefte ontstaan aan een 'referentiekader'. Dit ontbrak tot nu toe; een beoordeling van de geschiktheid van oppervlaktewater voor veedrenking wordt gewoonlijk gebaseerd op een incidentele meting van slechts enkele parameters (protocol

Gezondheidsdienst voor Dieren). Het TNO heeft getracht uit de internationale literatuur referentiewaarden voor veilig drinkwater af te leiden. Het bleek dat vaak moest worden teruggevallen op humane drinkwaternormen of op empirisch afgeleide effectconcentraties.

Een workshop met deskundigen uit verschillende disciplines heeft vastgesteld dat de tot dan toe gevonden referenties nog onvol-

doende houvast bieden voor het leggen van relaties tussen diergezondheid en oppervlaktewaterkwaliteit (Anonymus, 1997). Verder werd vastgesteld dat er nog geen bruikbaar instrument voor de waterbeheerder was afgeleid. Daarop hebben Uitwaterende Sluizen en de Gezondheidsdienst voor Dieren samen een opzet gemaakt voor een bruikbaar referentiekader in Noord-Holland. Het systeem is met enkele aanpassingen voor regionale verschillen ook elders toepasbaar in Nederland. Het is bedoeld als een quick-scan, dat alarmeert bij onveilig drinkwater.

Opzet

Gekozen is voor een referentiekader dat een combinatie vormt van richtwaarden voor risicostoffen voor de diergezondheid enerzijds en karakteristieken voor ecologisch gezond oppervlaktewater anderzijds. Immers, in een



Afb. 1. Schematische voorstelling van de beoordeling van drinkwater voor weidevee.

gezonde sloot, d.w.z. een sloot met helder water en een variatie aan ondergedoken waterplanten, is het risico op schadelijke componenten (H_2S , NO_2 , toxinen van cyanobacteriën en pathogenen; zie verder) gering en is het water voor het dier smakelijk. Een groot bezwaar van het meten van risicostoffen alleen, is dat het om momentopnames gaat. De gezondheid van het ecosysteem wordt vastgesteld met biologische waarnemingen. Deze indiceren over een langere termijn, waarmee tegemoet wordt gekomen aan genoemd bezwaar.

Voor de invulling van het referentiekader is een koppeling gemaakt tussen gezondheidsbedreigende 'stoffen', indicatoren voor een gezond ecosysteem en ook met de risicofactoren, omdat niet alle chemische stoffen (kunnen) worden gemeten (afb. 1).

Bedreigende stoffen voor de diergezondheid

Een kwantitatieve invulling van het referentiekader is gepresenteerd in tabel 1. De parameters voor gezondheidsbedreigende stof-



Samenvatting

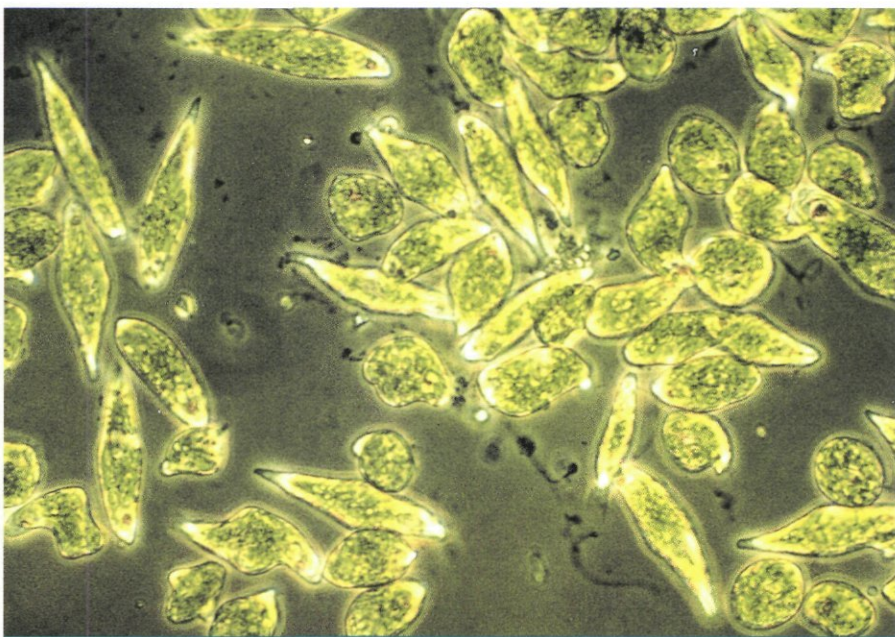
Het opgestelde referentiekader bestaat uit een combinatie van richtwaarden voor risicostoffen voor de diergezondheid en karakteristieken voor gezond oppervlaktewater. Het sluit aan op het meetprogramma van de waterkwaliteitsbeheerder, geeft een samenhang tussen de verschillende parameters en is meer dan een momentopname van risicostoffen. De conclusie luidt dat de besproken quick-scan een signaal afgeeft bij onveilig drinkwater voor weidevee.

fen en pathogenen zijn ontleend aan het pakket van de Gezondheidsdienst voor Dieren en uitgebreid met de indicatie voor toegestane cyanobacteriën.

- Natriumchloride (norm < 2000 mg Cl l⁻¹). Een verhoogd natriumgehalte kan bij het vee leiden tot een verhoogde wateropname, anorexia, gewichtsverlies, diarree en oedeemvorming. Chloride heeft geen invloed op de gezondheid van het dier. Er wordt vanuit gegaan dat de verhouding natrium:chloride in oppervlaktewater (in molmassa uitgedrukt) 1:1 is. Internationaal is de norm voor natriumchloride minder streng.
- Waterstofsulfide (norm geen geur van H₂S). Waterstofsulfide in water is zeer giftig voor melkvee en kan leiden tot diarree en verlamningsverschijnselen. De norm voor opgelost sulfide is gesteld op < 0.02 mg S l⁻¹ (nauwkeurigheid van de meting is 0.1 mg S l⁻¹). Het hoogheemraadschap laat in beginsel een kwantitatieve meting verrichten zodra het water en de waterbodem ruikt naar H₂S.
- Nitriet (norm < 1 mg NO₂ l⁻¹). Nitriet wordt gebonden aan hemoglobine. Acute sterfte treedt pas op bij > 1000 mg NO₂ l⁻¹. Bij chronische blootstelling is nitriet giftig in concentraties vanaf circa 4 mg NO₂ l⁻¹.
- Sulfaat (norm < 250 mg SO₄ l⁻¹). Bij overschrijding bestaat vooral in gebieden met een hardheid hoger dan 25°D, zoals in Noord-Holland, risico op een verhoogde waterretentie in het dier. Dit geeft in de darm weke mest. Echter diarree kan nooit het gevolg zijn van te veel sulfaat, maar kan wel medefactor zijn. Verder kan sulfaat door aanpassing van de bacterieflora in de pens worden omgezet in sulfiden. Deze kunnen naast directe vergiftiging ook een interactie geven met koper. Hoge sulfaatgehalten in drinkwater kunnen daardoor leiden tot secundair kopergebrek, vooral tijdens de weideperiode, vooral in gebieden waar de koper/molybdeenverhouding in het voer laag is. Verhoogd sulfaat in waterbodems in combinatie met verlaagd zuurstof geeft een verhoogde kans op sulfidevorming. Ook zwavelvorming kan optreden. Internationaal is de norm minder streng: < 1000 mg SO₄ l⁻¹.
- Cyanobacteriën (indicatie < 5000 cellen l⁻¹; norm < 1 µg toxinen l⁻¹). Vergiftigingsverschijnselen van hepatotoxinen (zie review Heinis, 1994) zijn overgeven, diarree, hijgen, koude extremiteiten, gevolgd door de dood. Vergiftiging door neurotoxinen leidt tot verlamningsverschijnselen en stuiptrekkingen. De dood wordt veroorzaakt door ademstilstand.

Parameter	Beoordeling	Meetwaarde	Attendering(s-waarde)	Eenheid
Gezondheidsbedreigende stoffen, toxinen en pathogenen				
Natriumchloride	☐		< 2000	mg l ⁻¹ Cl
Zwavelwaterstof en sulfiden				
opgelost sulfide (incl. H ₂ S)	☐		< 0.02	mg l ⁻¹ S
geur (water en bodem)	☐		Afwezig	
zwavelbacteriën	☐		Afwezig	
zwart slib (bodem)	☐		Afwezig	
Nitriet	☐		< 0.33	mg l ⁻¹ N
Sulfaat	☐		< 250	mg l ⁻¹ SO ₄
Toxinen van cyanobacteriën				
cyanobacteriën (indicator)	☐		< 5000	N l ⁻¹
Pathogenen				
coliformen (44 C) (indicator)	☐		< 10	N l ⁻¹
kiemgetal (37 C) (indicator)	☐		< 100.000	N l ⁻¹
Indicatoren				
Vegetatie				
ondergedoken waterplanten	☐		> 1% en < 80%	
dominantie kroos(varen)	☐		< 80%	
dominantie flap	☐		< 80%	
Drijflagen				
slib	☐		Afwezig	
algen	☐		Afwezig	
zwavelbacteriën	☐		Afwezig	
overig	☐		Afwezig	
Kleur van het water				
groen	☐		Afwezig	
wit (complexering of S-bacteriën)	☐		Afwezig	
rood (ijzer of S-bacteriën)	☐		Afwezig	
bruin (humus of faecaliën)	☐		Afwezig	
Doorzichtigheid	☐		> 40 zomergem.*	cm
Analyses				
zuurstof	☐		> 5.90%*	mg l ⁻¹ O ₂
totaal N	☐		< 2.2 zomergem.*	mg l ⁻¹ N
totaal P	☐		< 0.15 zomergem.*	mg l ⁻¹ P
chlorofyl-a	☐		< 100 zomergem.*	mg m ⁻³
chlorofyl-a				
microscopisch beeld	☐		>50% kiezel + groenw.	
Risicofactoren		Gegevens:		
Lozingen		Naam:		
huishoudelijk afvalwater		Adres:		
riooloverstortwater		Plaats:		
verdund effluent		Datum monsternamen:		
drainwater		Uitkomsten ☐		
Kwel		monsterpunt 1: ☐		
Doorstroming		monsterpunt 2 (referentie): ☐		
stagnant		Verder onderzoek: niet / wel		
'kopsloot'				
(blokkade door) vegetatie		Toelichting:		
(blokkade door) bagger				
Waterbodem		Opmerkingen:		
sliblaag > 30 cm				
Waterdiepte (< 30 cm)				
Landbouw				
Tuinbouw				
Verklaring: ☐ = voldoet ☐ = niet geconstateerd ☒ = voldoet niet ☒ = geconstateerd (☐) = twijfelachtig of onbekend (☐) = twijfelachtig of onbekend * norm AMK (= MTR)				

Tabel 1. Referentiekader voor veedrinkwater (Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier en Gezondheidsdienst voor Dieren).



Afb. 2. Microscopisch beeld van slootwater waarin een monocultuur van euglenoiden tengevolge van mestinvloeden.



Afb. 3. Kwelsloot met wit stinkend water en zwavelbacteriën.

- Pathogenen (indicatie thermotolerante *E-coli*'s $< 10 \text{ N l}^{-1}$ en bacteriekiemen bij $37^\circ\text{C} < 100.000 \text{ N l}^{-1}$). Als de indicatiewaarde wordt overschreden bestaat een verhoogd risico op aanwezigheid van pathogene micro-organismen.

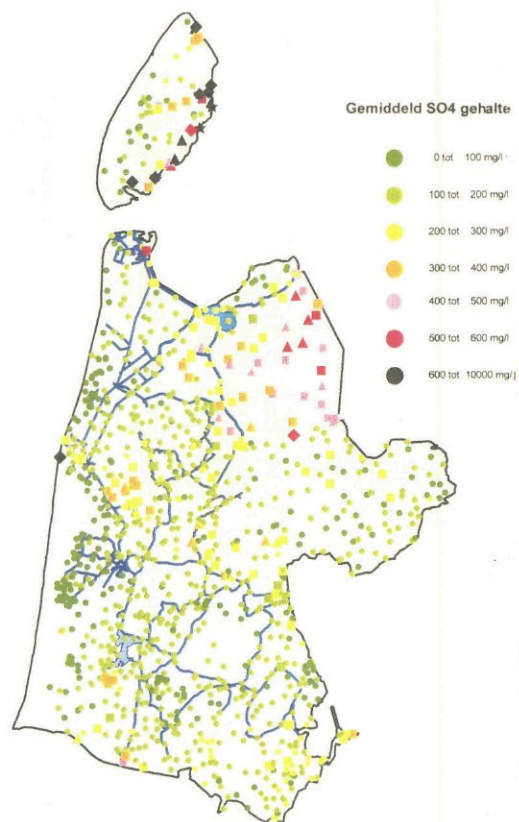
Indicatoren (zie verder tabel 1)

Er is een systeem opgesteld met gemakkelijk te meten indicatoren. Het kleine wateren en het STOWA-systeem (Smit, 1990 en STOWA, 1993) zijn voor dit doel niet geschikt. De toepassing daarvan vraagt veel verschillende parameters (macrofyten, macrofauna en epifytische diatomeeën), terwijl cyanobacteriën niet worden gemeten. In het gehanteerde systeem gelden als voorwaarden het voorkomen van ondergedoken waterplanten, het afwezig zijn van drijfslagen en 'onnatuurlijke' kleuring.

Voorts wordt het ecosysteem beoordeeld aan de hand van doorzichtigheid, en de gehalten zuurstof, fosfor, stikstof en chlorofyl- α , analyses die al routinematig door waterkwaliteitsbeheerders worden gemeten. Verder moeten in een gezonde sloot kiezel- en groenwieren aanwezig zijn.

Risicofactoren (zie verder tabel 1)

Lozingen vormen een potentieel risico. Ook zoute en sulfaatrijke kwel, in combinatie met een beperkte doorstroming, en een waterbodem met een dikke sliblaag (b.v. meer dan 30 cm) zijn door de vorming van rottingsproducten zoals H_2S en NO_2 een potentieel risico (Van Dokkum *et al.*, 1998). Verder kunnen land- en tuinbouwactiviteiten, grenzend aan veeteeltgebieden een risicofactor zijn door gebruik van gewasbeschermingsmiddelen.



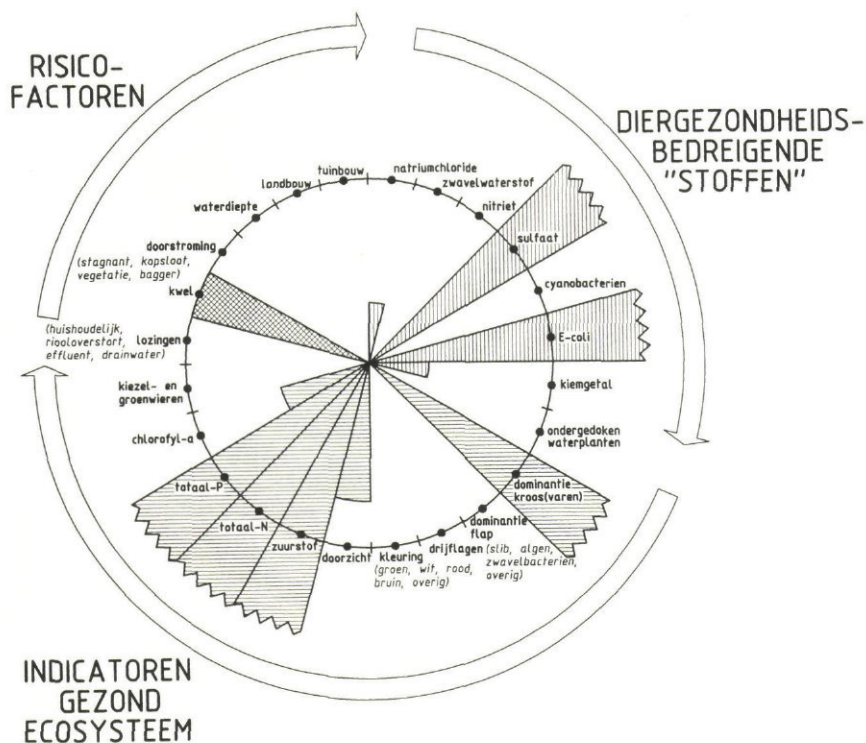
Afb. 4. Sulfaat; jaargemiddelden (norm $< 250 \text{ mg SO}_4$ per liter).

Uitvoering

De uitvoering vindt als volgt plaats. In het midden van de sloot wordt water bemonsterd. Zonodig wordt er een mengmonster samengesteld. Een kopsloot wordt op 5 tot 10 meter vanaf het dode einde bemonsterd en een sloot met een overstort op 5 tot 10 meter stroomafwaarts van de overstort. Watermonsters worden genomen aan het begin en aan het einde van het weide- en groeiseizoen. De voorkeur gaat uit naar mei/juni en augustus/september. Per tijdstip worden minimaal twee watermonsters genomen, waarvan één als referentie uit een sloot waar geen problemen met de waterkwaliteit zijn.

Het veldonderzoek bestaat uit een schatting van de gemiddelde procentuele bedekkingsgraad met waterplanten over een sloottraject van circa 10 meter. Voorts worden genoteerd de waterdiepte, eventuele drijfslagen, de kleur en de doorzichtigheid. Ook wordt ter plekke het zuurstofgehalte gemeten. Een schatting van de dikte van de baggerlaag wordt bepaald met behulp van een buis van plexiglas. Het oppervlaktewater en de sliblaag wordt beoordeeld op de geur van H_2S en de kleur van het bodemsediment.

Voor het laboratoriumonderzoek worden,



Afb. 5. Visualisering van een quick-scan (AMOEBE gemodificeerd). Verklaring. De ring staat voor de attentingswaarden. Voor risicofactoren wordt afwezigheid gepresenteerd door een wit vlak en aanwezigheid door een zwart vlak.

eveneens als voor de monstermethode, de NEN-voorschriften gehanteerd. Voor NO_3 + NO_2 is dit NEN 6652, NO_2 NEN 6652 en E-coli NEN 6571. Als bij het veldonderzoek zwavelwaterstof is geconstateerd vindt chemische analyse plaats. Een luchtvrij watermonster moet daarvoor worden genomen. Het microscopisch beeld wordt bepaald volgens een voor dit doel ontwikkelde methode (Kreike, 1998; in voorbereiding). Er wordt beoordeeld op de dominantie van kiezelwieren, groenwieren, cyanobacteriën, euglenoïden (afb. 2), zwavel-

bacteriën (afb. 3) en bijzonderheden. Bij een abundantie van cyanobacteriën, euglenoïden en/of zwavelbacteriën vinden tellingen plaats in een bloedtelkamer.

De uitkomsten van de metingen worden genoteerd conform tabel 1. Een voorbeeld van een visualisering van verzamelde gegevens is gepresenteerd in afbeelding 5. Met de Gezondheidsdienst zullen algemene afspraken worden gemaakt over consequenties van overschrijding van parameters. De opgedane ervaring met het referentiekader en eventueel door de Gezondheidsdienst verricht diagnostisch onderzoek zal hierover duidelijkheid moeten geven. Intussen wordt de veehouder geïnformeerd over de uitkomsten en wordt gezocht naar oplossingen voor geconstateerde problemen.

Discussie

Discriminerende parameters

In lang niet alle weidesloten wordt waterkwaliteitsonderzoek verricht. In hoeverre parameters discrimineren zullen daarom de uitkomsten van het onderzoek moeten aangeven. Het volgende blijkt reeds. Zwavelwaterstof kan discriminerend zijn in kwel/kopsloten en in sloten met een dominantie van kroos en een dikke baggerlaag (> 30 cm). Sulfaat (norm < 250 mg SO_4 l^{-1}) is discriminerend in

kwelgebieden en diepe droogmakerijen (afb. 4). De norm vraagt - gezien de consequenties - een nadere onderbouwing, temeer daar deze internationaal minder streng is en het vee al jarenlang probleemloos uit dergelijke sloten drinkt.

Samenstelling van het analysepakket

In het analysepakket is een aantal parameters van de Gezondheidsdienst niet opgenomen. Weggelaten zijn o.a. de parameters pH, ammonium, nitraat en ijzer. PH > 10 komt niet voor in sloten. Ammonium in oppervlaktewater is niet schadelijk voor weidevee. Het kan worden omgezet in ammoniak en vervolgens worden uitgedamd. Ook is het geen optimale indicator, daar in veen- en kwelgebieden van 'nature' ammonium in het oppervlaktewater zit. In zandgebieden zijn hoge gehalten ammonium wel een indicatie voor verontreiniging, zoals mestwater. Nitraat wordt door een koe voor het merendeel opgenomen via het voer. Met het drinkwater wordt hoogstens 10 procent opgenomen. Ijzer geeft bij gehalten > 30 mg l^{-1} diarree. Dergelijke gehalten komen echter slechts bij uitzondering in het water voor. Veelal bezinkt ijzer in de stilstaande slootjes naar de bodem. Analyse van pathogenen, bestrijdingsmiddelen, xeno-oestrogenen e.d kan pas nodig zijn als de sloot ecologisch niet gezond is, het bacteriegetal te hoog is en/of er een speciale risicofactor bestaat (lozingen, land- en tuinbouwactiviteiten e.d.). Het inzicht dat deze quick-scan oplevert kan aanleiding zijn tot noodzakelijk nader onderzoek naar specifieke invloeden. Concluderend: het totale pakket is zo gekozen dat het alarmeert bij mogelijk onveilig drinkwater.

LITERATUUR

- Anonymus, 1997. Verslag Workshop Oppervlaktewater en Diergezondheid, 23 oktober 1997. Hoogheemraadschap van de Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier.
- Dokkum, H.P. van, I.R.M. Hovenkamp-Obbema, M.C.Th. Scholten en C. Roos, 1998. Een verkennend onderzoek naar de relatie tussen oppervlaktewaterkwaliteit en de gezondheid van weidevee in Noord-Holland. *H₂O*; nr. 10, p. 17-20.
- Heinis, F., 1994. Toxinen in cyanobacteriën: de situatie in Nederland. *Aquasense* in opdracht van rijkswaterstaat RIZA. Rapport 94.052. 42 Pp.
- Smit, H., 1990. Hydrobiologisch onderzoek van kleine wateren in Zuid-Holland. Provincie Zuid-Holland, Dienst Ruimte en Groen, Dienst Water en Milieu, Den Haag.
- STOWA, 1993. Ecologische beoordeling en beheer van oppervlaktewater. Beoordelingssysteem voor sloten op basis van macrofyten, macrofauna en epifyrische diatomeeën. *Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer*, no. 97-07, Utrecht.

Kopslotenproblematiek. Foto: I. Hovenkamp.

