



Foto Annemieke Drost

Drijfslag van een blauwalg in de Grote Plas bij de Delftse Hout (Delft)

AUTEURS



Dedmer van de Waal
(Nederlands Instituut voor Ecologie; Universiteit van Amsterdam)



Quirijn Schürmann
(Waardenburg Ecology; Universiteit van Amsterdam)



Edwin Kardinaal
(Waardenburg Ecology)



Susan Sollie
(TAUW)



Petra Visser
(Universiteit van Amsterdam)

RISICOBEOORDELING VAN BLAUWALGEN: SNEL, NAUWKEURIG OF BEIDE?

Waterschappen en provincies willen graag weten wat het gezondheidsrisico is van giftige blauwalgen in hun zwemwateren. De ideale methode hiervoor is nauwkeurig, snel én betaalbaar. Het aanbod varieert van weinig specifieke maar snelle biomassabepalingen tot precieze maar dure toxiemetingen. Hoe goed schatten deze methodes het gezondheidsrisico voor recreanten in, en is er een optimale methode of combinatie van methodes?

Iedere zomer maken vele recreanten dankbaar gebruik van de verschillende zwemwaterlocaties in Nederland, precies in de periode dat blauwalgen in hoge dichtheden kunnen voorkomen. Een aantal blauwalgsoorten kunnen gifstoffen (toxines) aanmaken. Dit vormt een risico voor de gezondheid van mens en dier, omdat bij veel blauwalg ook concentraties toxines sterk kunnen toenemen. Niet alle blauwalgsoorten maken toxines, en zelfs binnen een soort bestaan er toxische en niet-toxische stammen. De niet-toxische stammen missen een gen voor het maken van toxines.

Methoden

In 2018 hebben we in het zwemseizoen (1 mei tot 1 oktober) verschillende methodes voor de bepaling van gezondheidsrisico's van blauwalgen uitgevoerd bij zwemwaterlocaties.



Afbeelding 1. De onderzochte zwemwaterlocaties.

ties in elf Nederlandse meren. Ze liggen verspreid over het land en in het verleden zijn er blauwalgen aangetroffen (zie kaartje). Het ging daarbij om het bepalen van

1. dichtheden van alle blauwalgen (fluorescentie);
2. het volume aan potentieel toxische blauwalgsoorten (microscopie);
3. toxinegenen (DNA-test, kwantitatieve PCR);
4. toxineconcentraties (immunologische test (ELISA) of chemische analyse (LC-MS/MS)).

Zie [1] en [2] voor details, betrokken partijen en een volledig overzicht van de resultaten.

Overall blauwalgen

In alle zwemwaterlocaties troffen we blauwalgen aan. De hoeveelheden varieerden sterk, zowel tussen de locaties als gedurende het zwemseizoen. Op basis van de microscopische analyses konden we in alle meren ook potentieel toxische blauwalgen aantonen; de aangetroffen hoeveelheden toxinegenen en concentraties toxines waren vaak laag. Dit is een eerste indicatie dat niet-toxische genotypen aanwezig zijn.

Toxine

De meest voorkomende toxine was microcystine, dat daarom de focus is voor dit verdere onderzoek. Dit toxine werd vooral aangetroffen op de zwemwaterlocaties Oudegaasterbrekken en Plas Ter Werve, met uitschieters in concentraties van respectievelijk 10.6 en 15.3 microgram

per liter. Deze waarden liggen boven de norm van 10 microgram per liter voor het eerste risiconiveau (ofwel een 'Waarschuwing') van het Blauwalgenprotocol 2020 [3]. De toxines cylindrospermopsine en anatoxine kwamen in enkele monsters voor en slechts in concentraties onder 0.25 microgram per liter. Voor deze toxines is momenteel geen norm opgenomen in het Blauwalgenprotocol maar de gevonden concentraties liggen ver onder de indicatieve norm van 3 en 60 microgram per liter voor respectievelijk cylindrospermopsine en anatoxine die is aangegeven door de Wereldgezondheidsorganisatie.

Vergelijking van methodes

Om te testen hoe goed de verschillende meetmethodes het gezondheidsrisico van blauwalgen bepalen, hebben we gekeken naar de relatie tussen de meetmethoden en toxineconcentraties. Als 'gouden standaard' gebruiken we de microcystineconcentratie op basis van de chemische analyse (d.m.v. LC-MS/MS).

De *fluorescentie methode* richt zich op de totale hoeveelheid blauwalgen en laat dan ook een zwakke relatie zien met de concentratie microcystines. Immers, niet alle blauwalgen produceren toxines. Het *biovolume* van potentieel microcystineproducerende blauwalgen geeft al een betere relatie met deze gifstof. Deze methode neemt andere blauwalgen niet mee. De concentratie *microcystinegenen* en *concentratie microcystines* gemeten met de laboratoriumtest (ELISA) laten een zeer sterke

Tabel 1. Overzicht van risicogroepen op basis van verschillende methodes voor Oudegaasterbrekken in het zwemseizoen 2018, met geen risico (0; groen), waarschuwing (1; geel) en negatief zwemadvies (2; rood). Risicobepaling op basis van microcystinegenen is niet toegevoegd wegens ontbrekende normen. Relatieve snelheid, kosten en specificiteit van de verschillende methodes ten opzichte van elkaar variëren van laag (+) naar hoog (+++).

Methode	Wat wordt gemeten?	Snelheid	Kosten	Specialiteit	Mei	Jun	Jul	Aug	Sep
Fluorescentie	<i>Alle blauwalgen</i>	+++	+	+	1	1	2	2	2
Microscopie	<i>Potentieel toxine producerende blauwalgen</i>	++	++	++	0	0	0	1	2
ELISA	<i>Toxines</i>	+	++	+++	0	0	0	0	1
LC-MS/MS	<i>Toxines</i>	+	+++	+++	0	0	0	0	1

relatie zien met de chemische analyse (LC-MS/MS). Uit deze resultaten blijkt dat hoe specifiekere de methode zich richt op toxineproductie (potentieel microcystineproducerende blauwalgsoorten of aanwezigheid van toxinegenen) of de toxine zelf, hoe nauwkeuriger die methode de hoeveelheid toxines en het daarbij behorende risico inschat.

Zwemadvies

De keuze van de meetmethode heeft ook gevolgen voor de recreant omdat de verschillende methodes tot een ander zwemadvies kunnen leiden (0 = geen risico; 1 = waarschuwing; 2 = negatief zwemadvies). Dit is duidelijk te zien voor Oudegaasterbrekken (zie de tabel), waar de bepaling van de totale hoeveelheid blauwalgen op basis van fluorescentie voor het gehele zwemseizoen een risico afgeeft (waarschuwing of negatief zwemadvies), terwijl er op basis van de microcystineconcentratie slechts een waarschuwing voor één maand zou zijn afgegeven. Ofwel, er zou voor een periode van vier maanden een overschatting zijn van het risico. Er waren in die periode wel blauwalgen, maar deze produceerden weinig tot geen toxines. Indien het biovolume van potentieel giftige blauwalgen wordt bepaald is er, in deze situatie, een verbetering te zien van de risicobeoordeling al wordt deze nog wel voor twee maanden overschat. Wel blijkt uit analyse van bestaande gegevens van meer dan 4000 datapunten dat zowel fluorescentie als microscopie met elkaar correleren, wat zou betekenen dat deze twee methodes in het algemeen juist een vergelijkbaar advies zouden kunnen opleveren [2]. Dit komt overeen

met de huidige studie als we alle datapunten meenemen. Daaruit blijkt dat in 61 procent van de gevallen het advies 'geen risico' wordt gegeven op basis van fluorescentie, en 52 procent op basis van het biovolume. Dat betekent dus dat het advies op basis van fluorescentie in specifieke gevallen het risico overschat, maar dat het verschil tussen fluorescentie en biovolume bepaling klein is.

Conclusies

Het onderzoek laat zien dat meetmethodes voor gifstoffen het meest nauwkeurige beeld van het risico geven, gevolgd door vaststelling van de biomassa van potentieel giftige blauwalgensoorten met microscopische analyse. Metingen van de totale blauwalgenbiomassa met fluorescentie leveren veel overschattingen van het risico op. Er zijn dan wel blauwalgen maar een groot deel maakt geen gifstoffen. Bij lage blauwalgenbiomassa's was er overigens geen sprake van overschatting, omdat hier het risico in zulke gevallen altijd op nul uitkomt. Wat de kosten betreft: het meten van de totale blauwalgenbiomassa is het goedkoopst. Toxinemetingen zijn duurder, vooral bij individuele bepalingen aan monsters. De kosten kunnen sterk dalen als er meerdere monsters tegelijk worden bepaald.

Op basis van deze analyse stellen we voor om methodes te combineren. Er kan snel en goedkoop een eerste risicobepaling worden gedaan op basis van de fluorescentiemeting, indien nodig gevolgd door een nauwkeuriger meting van de toxineconcentratie (ELISA of LC-MS/MS). Dit voorkomt onnodige waarschuwingen en onnodige negatieve zwemadviezen bij lage hoeveelheden toxines.

Daarnaast neemt dit onnodige onrust bij recreanten, ondernemers en beheerders weg.

Aanbevelingen

De voorgestelde tweetrapsprocedure past binnen het huidige blauwalgenprotocol, omdat daarin een fluorescentiemeting te combineren is met een toxinemeting. Dit geldt momenteel echter alleen voor microcystines. Daarnaast betreft het protocol alleen blauwalgen in de waterkolom in het zwemseizoen; dat is te beperkt. Dit leidt tot de volgende aanbevelingen, zowel voor een eventuele evaluatie van het blauwalgenprotocol als voor toekomstige onderzoeken:

1. Momenteel ontbreken normen voor andere toxines dan microcystines. Er zijn indicatieve normen voor cylindrospermopsine, anatoxine en saxitoxine beschikbaar vanuit de Wereldgezondheidsorganisatie [4]. Het inbedden van deze normen en de bijbehorende meetprotocollen kan bijdragen aan een verbeterde risicobehoordeling.
2. Zowel aan het begin als aan het eind van het zwemseizoen vonden we soms verhoogde hoeveelheden blauwalgen, toxinegenen en toxineconcentraties. Dit maakt het aannemelijk dat zwemmers ook buiten het zwemseizoen risico lopen. Zeker omdat met een veranderend klimaat de watertemperatuur vaker hoger zal zijn in voor- en najaar, wat meer blauwalgontwikkeling kan geven [5].

BRONNEN

1. Sollie, S., Kardinaal, W.E.A. Faassen, E. J. (2020). Risicobehoordeling blauwalgen in zwemwater: Nieuwe technieken voor de bepaling van de aanwezigheid van blauwalgtoxines. (Stowa rapport; No. 2020-09). Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer (STOWA). <https://edepot.wur.nl/522611>
2. Schürmann, Q.J.F. et al. (in review). Risk assessment of toxic cyanobacterial blooms in recreational waters: A comparative study of monitoring methods.
3. Schets, F.M. et al. (2020). Blauwalgenprotocol 2020.
4. Chorus, I., Welker, M., (2021). Toxic Cyanobacteria in Water: A Guide to Their Public Health Consequences, Monitoring and Management. Taylor & Francis.
5. KNMI (2023). KNMI'23-klimaatsscenario's voor Nederland, KNMI, De Bilt, KNMI-Publicatie 23-03.

3. De focus van deze studie was op blauwalgen in de waterkolom. Maar er leven ook blauwalgen op de waterbodem (benthische blauwalgen), o.a. soorten die mogelijk de zeer giftige saxitoxines en anatoxines kunnen maken. Als deze blauwalgen loskomen kunnen ze op een zwemstrand aanspoelen in kleine klompjes met mogelijk zeer hoge toxineconcentraties. Het Blauwalgenprotocol 2020 geeft een handreiking voor het inschatten van dit risico. Een beter begrip van de groei van benthische blauwalgen, het loskomen van de waterbodem en de toxineconcentraties in klompjes van deze blauwalgen is nodig voor een betere inschatting van het gezondheidsrisico.

Dedmer van de Waal (*Nederlands Instituut voor Ecologie; Universiteit van Amsterdam*), Quirijn Schürmann (*Waardenburg Ecology; Universiteit van Amsterdam*), Edwin Kardinaal (*Waardenburg Ecology*), Susan Sollie (*TAUW*)
Petra Visser (*Universiteit van Amsterdam*)

SAMENVATTING

Blauwalgen komen iedere zomer voor in vele Nederlandse zwemwateren. In deze studie is de nauwkeurigheid van methodes voor het bepalen van het gezondheidsrisico van blauwalgen vergeleken. De methodes richten zich op alle blauwalgen (fluorescentie), potentieel toxische blauwalgen (microscopie), toxinegenen (qPCR) en toxineconcentraties (ELISA en LC-MS/MS). De goedkoopste en snelste methode was fluorescentie, maar deze methode geeft een overschatting van het risico. Toxinemetingen geven betere inschattingen maar zijn vaak duurder en de resultaten laten langer op zich wachten. We stellen dan ook een combinatie van methodes voor: een eerste screening met een snelle fluorescentiemethode, waarna bij normoverschrijdingen een (corrigerende) toxinemeting kan worden gedaan. Een degelijke combinatie van methodes moet garanderen dat overschattingen van het gezondheidsrisico zoveel mogelijk wordt beperkt, terwijl de veiligheid van zwemwateren wel blijft gewaarborgd.