



Marieke de Lange, Wageningen Universiteit Centrum Ecosystemen
Gertie Arts, Wageningen Universiteit Centrum Water en Klimaat
Olga Clevering, Rijkswaterstaat Waterdienst

Versterkt belasting watersysteem met bestrijdingsmiddelen de gevolgen van eutrofiëring?

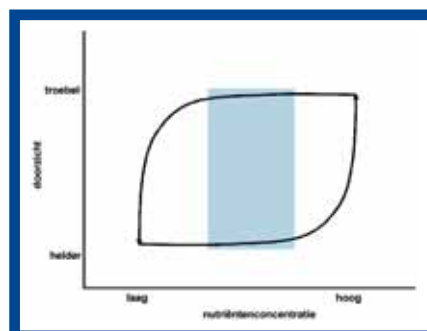
In veel Nederlandse wateren komt terugkerende (blauw)algenbloei voor. Dit belemmert het bereiken van een goede ecologische toestand, zoals de KRW voorschrijft. Is de oorzaak hiervan enkel de nutriëntenbelasting of spelen ook toxische stoffen, zoals bestrijdingsmiddelen, hierin een rol? Deze vraag is in een pilot literatuurstudie onderzocht¹⁾. Hieruit bleek dat belasting van watersystemen met insecticiden, herbiciden én fungiciden processen in gang kunnen zetten die lijken op de processen die met eutrofiëring geassocieerd worden: toename van algen en afname van waterplanten. Deze symptomen van eutrofiëring kunnen bij sommige middelen en onder bepaalde omstandigheden optreden bij een concentratie die tien maal hoger ligt dan de drempelwaarde voor ecotoxicologische effecten.

De mate van voedselrijkdom in een watersysteem is een belangrijke factor die bepaalt of het systeem helder met waterplanten is of troebel door algen. Bij het voedselrijker worden neemt het doorzicht van het water af door toenemende algenbloei. Praktijkervaringen hebben geleerd dat de relatie met doorzicht bij toenemende voedselrijkdom anders verloopt dan bij afnemende voedselrijkdom, dat wil zeggen de heenweg is anders dan de terugweg: hysteresis (zie afbeelding 1)²⁾. Bij lage nutriëntenbelasting is het water helder, bij hoge nutriëntenbelasting is het water troebel. Bij een belasting tussen deze uitersten is het systeem óf helder óf troebel. Een verstoring van buitenaf kan in dit tussengebied leiden tot een omslag van het ene evenwicht (helder) naar het andere evenwicht (troebel, zie afbeelding 1). Belasting met bestrijdingsmiddelen kan zo'n verstoring zijn. De stabiliteit van een ecosysteem wordt ook beïnvloed door andere

factoren van buitenaf, zoals peilbeheer, inrichting van het systeem en andere toxicanten dan bestrijdingsmiddelen³⁾.

Bestrijdingsmiddelen die in de landbouw gebruikt worden, hebben een specifieke en bedoelde werking op plaagorganismen. Ze behoren tot de insecticiden (werking op insecten), herbiciden (werking op planten) of fungiciden (werking op schimmels). Door drift, af- en uitspoeling belanden bestrijdingsmiddelen in het oppervlaktewater. Bij belasting met concentraties boven de kritische drempelwaarden kunnen negatieve effecten optreden bij organismen die lijken op de plaagorganismen waarvoor ze toegepast worden (zie ook kader). Bijvoorbeeld herbiciden zijn

Afb. 1: Voorbeeld van de relatie tussen nutriëntenconcentratie en doorzicht in ecosysteem. Het gearceerde gebied geeft weer dat bij één nutriëntenconcentratie twee evenwichten mogelijk zijn.

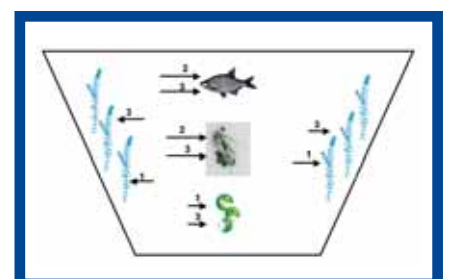


schadelijk voor algen en waterplanten, insecticiden voor kleine ongewervelde waterdieren, zoals watervlooien en insecten. De verschillende groepen bestrijdingsmiddelen hebben zo ieder hun eigen aanrijpingspunten in het ecosysteem (zie afbeelding 2). In deze pilot literatuurstudie is onderzocht óf en hoe bestrijdingsmiddelenbelasting een rol speelt bij het troebel worden of blijven van ecosystemen. Dit is gedaan door middel van een literatuurstudie, en met behulp van het informatiemodel PERPEST⁴⁾.

Welke effecten kunnen optreden?

Behalve de direct negatieve (giftige) effecten die bestrijdingsmiddelen kunnen hebben op gevoelige organismen, kunnen ze ook doorwerken in het ecosysteem via indirecte effecten, in effectketens (zie afbeelding 3). Als een insecticide een negatief effect

Afb. 2: Voorbeeld van een voedselweb met aanrijpingspunten voor bestrijdingsmiddelen. 1 = herbiciden, 2 = insecticiden, 3 = fungiciden.



Van bestrijdingsmiddelenbelasting is sprake als de concentratie van bestrijdingsmiddelen in het veld hoger ligt dan de kritische drempelwaarde. De kritische drempelwaarde is de concentratie waarbij het ecosysteem op basis van statistische methoden geen effecten ondervindt.

heeft op grazende watervlooiën, worden algen niet meer weggegrazen en kunnen zo tot bloei komen. Dit wordt in de meeste studies naar de effecten van insecticidenbelasting aangetoond. Effectketens kunnen ook andersom werken: als de hoeveelheid voedsel sterk verandert of als competitie om voedsel verandert. Bij blootstelling aan meerdere bestrijdingsmiddelen kunnen deze twee effecten ook tegelijkertijd optreden. De doorwerking van effecten kan bij sommige middelen en onder bepaalde omstandigheden leiden tot een omslag in ecosysteemstructuur (toename van algen) en dus tot effecten die lijken op eutrofiëring. Uiteindelijk kunnen waterplanten hierdoor verdwijnen.

Directe effecten kunnen voorspeld worden op basis van experimenten. Indirecte effecten zijn moeilijker te voorspellen. Deze worden vooral bepaald door de opbouw van het

voedselweb en omstandigheden ter plaatse. Indirecte effecten van bestrijdingsmiddelenbelasting kunnen belangrijk zijn bij langdurige blootstelling aan lage concentraties. Dit is momenteel een kennishiaat. Een voorbeeld van het indirect doorwerken van effecten is dat belasting met insecticiden biomanipulatie (de verwijdering van vis om grote watervlooiën te bevoorraden en op deze manier waterkwaliteit te verbeteren via indirecte effecten) in meren kan tegenwerken⁵⁾.

Bij welke concentraties?

Een belangrijke vraag voor beheerders is bij welke concentraties in het veld deze effecten op kunnen treden. De meeste studies beschrijven de effecten op korte termijn van één bestrijdingsmiddel in een klein proefstelsel. Een ecosysteem in het veld (veel grotere ruimtelijke schaal) staat echter vaak langdurig bloot aan mengsels van bestrijdingsmiddelen in lage concentraties. Doorvertaling van experimenten naar de veldsituatie vergt dus extrapolatie in ruimte en tijd. Het model PERPEST kan gebruikt worden om te bepalen bij welke concentraties welke effecten verwacht kunnen worden. PERPEST is een informatie-model gebaseerd op een techniek waarmee nieuwe vragen, bijvoorbeeld het effect van stof X, wordt beantwoord met behulp van bestaande gegevens, in dit geval resultaten van modelecosysteem experimenten) (Case-Based Reasoning). Het model is ontworpen om de ecologische risico's van bestrijdingsmiddelen te voorspellen bij specifieke concentraties van één of meerdere stoffen. Het model is niet bedoeld om te extrapoleren in tijd en ruimte. In onze studie zijn de achterliggende artikelen gebruikt om concentraties te kwantificeren waarbij algengroei en/of afname waterplanten als indirect effect optreedt. Waar mogelijk is onderscheid gemaakt tussen effecten op de korte en lange termijn.

Het quotiënt tussen de effectconcentratie en de concentratie waarbij statistisch geen effect op het ecosysteem kan worden aangetoond (NOEC), vormt een belangrijk hulpmiddel bij de analyse. De tabel geeft een overzicht van het aantal studies waarin een toename in algenbiomassa en/of afname in waterplanten is waargenomen. Langdurende effecten waren niet altijd bestudeerd. Ze

werden alleen bij een quotiënt van tien waargenomen.

Uit deze pilotanalyse van experimenten, waarin één bestrijdingsmiddel is toegediend, kan worden geconcludeerd dat bij sommige stoffen bij een concentratie 10 maal hoger dan de NOEC, een omslag in structuur kan optreden, namelijk een langdurige toename van algen en daardoor een afname in waterplanten. Bij concentraties die minder dan 10 maal hoger zijn dan de NOEC, kan de algenbiomassa gedurende korte tijd toenemen, maar hoeft dit niet in alle gevallen te leiden tot verdwijnen van waterplanten. Voor extrapolatie naar het veld betekent het voorgaande dat bij een concentratie die 10 maal of nog hoger is dan de NOEC, kans bestaat op een omslag in ecosysteemstructuur. Hoe groot deze kans is vraagt nader onderzoek. Het mogelijke effect van mengseltoxiciteit is niet meegenomen in deze PERPEST-analyse.

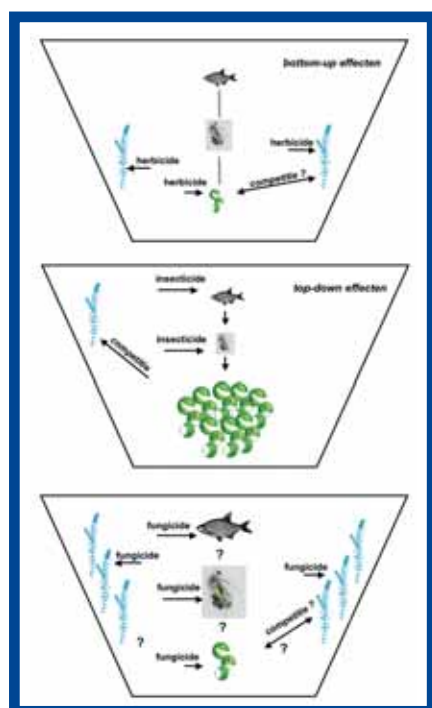
Implicaties voor beheer en beleid

Een belangrijke uitkomst van het onderzoek is dat de wijze waarop overschrijdingen van veilige normen van bestrijdingsmiddelen zullen doorwerken in een meer of sloot, afhangt van het type water, de planten en dieren die erin aanwezig zijn en hun onderlinge wisselwerking. De beste beheeroptie zal daarom per waterlichaam opgesteld moeten worden.

De wisselwerking tussen nutriëntenbelasting en bestrijdingsmiddelen kan tot gevolg hebben dat een door algen gedomineerd, troebel systeem in stand wordt gehouden. De effectiviteit van maatregelen, zoals actief biologisch beheer, gericht op het weer helder maken van water en terugkeer van waterplanten, kan worden verstoord door de bestrijdingsmiddelenbelasting. De kennis over de werking van bestrijdingsmiddelen en effecten op modelecosystemen is veelal verzameld voor kortdurende blootstelling aan een enkele stof. Kennishiaten voor de veldsituatie zijn effecten van (mengsels van) stoffen bij langdurig lage blootstelling, welke oorzaak-gevolgketens er zijn en hoe indirecte effecten doorwerken op het gehele ecosysteem. De huidige routinematige monitoring is onvoldoende om de vraag te beantwoorden in welke mate de bestrijdingsmiddelenbelasting en nutriëntenbelasting in wisselwerking de ecosysteemstructuur beïnvloeden.

LITERATUUR

- 1) Arts G. en H. de Lange (2008). Kan belasting van watersystemen met bestrijdingsmiddelen de gevolgen van eutrofiëring versterken? Alterra. In opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst.
- 2) Scheffer M. (1998). Ecology of shallow lakes. Chapman & Hall, London.
- 3) Jaarsma N. et al. (2008). Van helder naar troebel ... en weer terug. STOWA. Rapport 2008-04.
- 4) Van den Brink P. et al. (2002). A case-based reasoning model to predict ecological risks of pesticides. Environ. Toxicol. Chem. 21, pag. 2500-2506.
- 5) Fleeger J. et al. (2003). Indirect effects of contaminants in aquatic ecosystems. Science of the Total Environment 317, pag. 207-233.



Afb. 3: Voorbeeld van een voedselketen en aanrijpingsmechanismen van herbiciden (bovenste deel, bottom-up effect), insecticiden (middelste deel, top-down effect) en fungiciden (onderste deel, onbekend effect). Veranderingen zijn aangegeven ten opzichte van de uitgangssituatie in afbeelding 2.

Samenvatting van de resultaten uit PERPEST. In totaal 63 studies, bij 19 studies quotiënt ≤ 10 . Per stofgroep is het aantal bestrijdingsmiddelen weergegeven waarvan het quotiënt tussen effectconcentratie en NOEC 10 of kleiner is. Bij deze 19 studies namen algen toe in biomassa. Effecten op de lange termijn zijn meestal niet bestudeerd.

stofgroep	aantal stoffen in pilot	totaal aantal studies	range in quotiënt	aantal studies met alleen effecten op korte termijn	aantal studies met effecten op korte termijn, lange termijn niet bestudeerd	aantal studies met effecten op lange termijn
herbiciden	3	7	1-10	3	3	1
insecticide	7	11	2,4-10	3	8	-
fungiciden	1	1	10	-	-	1