

## **De invloed van vogels op de ecologische kwaliteit**

Ruurd Noordhuis (Deltares) & Ralf Verdonschot (WEnR)

In de Nederlandse oppervlaktewateren zijn jaarlijks miljoenen watervogels te vinden. Hun invloed op de ecologische kwaliteit is vooral het grootst in geïsoleerde stilstaande wateren. Vanwege bescherming kunnen vogels niet zomaar worden verjaagd of verstoord. Belasting van wateren door vogels is een natuurlijk fenomeen met relatief gering handelingsperspectief. Voor het bepalen van realistische doelen voor de waterkwaliteit en ecologisch herstel kan informatie over de bijdrage van de vogels aan de nutriëntenbalans van belang zijn. Bij broedkolonies is het hydrologisch isoleren van het water in de kolonie van de omgeving een optie om de gevolgen voor de waterkwaliteit te beheersen.

1	Inleiding .....	2
2	Directe invloed: aan- en afvoer van nutriënten. ....	2
3	Indirecte effecten .....	6
4	Ziektes.....	7
5	Maatregelen.....	7
6	Conclusies .....	9
7	Relaties met andere factsheets .....	10
8	Referenties.....	10
9	Colofon .....	11

## 1 Inleiding

In de Nederlandse oppervlaktewateren zijn jaarlijks miljoenen watervogels te vinden, zowel broedvogels als doortrekkers en wintergasten (Hornman et al. 2020). Het gaat hierbij om onder andere eenden, ganzen, zwanen, aalscholvers, meeuwen, sterns, steltlopers, reigers en meerkoeten. De aantallen vogels en de invloed van deze vogels op de ecologische kwaliteit is het grootst in geïsoleerde stilstaande wateren. In stromende wateren is dit effect, mede door de stroming, veel diffuser en vaak indirect via effecten op percelen in een stroomgebied waar vogels zich concentreren. Voor beken geldt dat de dichtheden aan watervogels veel lager zijn dan in stilstaande wateren van een vergelijkbare grootte en zijn concentraties vogels vooral bij de grote rivieren te vinden.

Vogels kunnen op verschillende manieren, zowel direct als indirect, invloed uitoefenen op de ecologische kwaliteit. Het gaat hierbij ten eerste om het beïnvloeden van de productiviteit van het water, via de aan- of afvoer en circulatie van nutriënten. Een andere vorm van beïnvloeding werkt via het lichtklimaat onder water; door consumptie van bijvoorbeeld planten, filteraars en bodemwoelers. Verder zijn er effecten via veranderingen in de bodem, bijvoorbeeld door bodemberoering of -verdichting en kunnen vogelactiviteiten ingrijpen op de vegetatiesuccessie en -structuur, door vraat van planten in het water en op oevers. Ook spelen vogels een rol in de verspreiding van organismen, in de vorm van onder andere zaden, visseneieren en ongewervelden, maar ook het verspreiden van ziektes. In de volgende paragrafen worden deze vormen van beïnvloeding verder toegelicht.

*Tabel 1. Globaal schema van mogelijke beïnvloeding van de ecologische kwaliteit van waterlichamen door vogels.*

	<b>Negatief</b>	<b>Positief</b>
Voedselrijkdom	Aanvoer N en P van buiten	Afvoer N en P naar buiten
Lichtklimaat	Consumptie planten, filteraars	Consumptie bodemwoelers, plantenetende macrofauna
Bodem	Beroering, opwerveling sediment	Verdichting (helderder water)
Habitats	Vertraging herstel door vraat water- en oeverplanten	Openheid, vertraging verlanding
Dispersie	Ziektes (vogelgriep, botulisme)	Transport zaden, eieren

## 2 Directe invloed: aan- en afvoer van nutriënten.

Vogels kunnen foerageren, rusten en/of broeden in en rond oppervlaktewateren. Bij het foerageren nemen ze nutriënten op, die via de productie van uitwerpselen en andere prooi-resten weer worden uitgescheiden. Of dit vervolgens effect heeft op de waterkwaliteit hangt af van de soort (grootte, voedselkeuze) en het aantal individuen, de input per oppervlakte-eenheid en het gedrag van de vogels. Belangrijk is dat bij veel soorten hun activiteiten deels buiten de begrenzingen van afzonderlijke waterlichamen plaatsvinden. De invloed op de waterkwaliteit hangt dus af van de verdeling van activiteiten binnen en buiten het gebied (waterlichaam). Er zijn ruwweg drie mogelijkheden:

1. Aanvoer van externe nutriënten ("guanotrofiëring"); De vogels foerageren buiten het gebied en brengen dit in de vorm van uitwerpselen of voedsel voor de kuikens binnen het gebied. Dit gaat met name om de volgende twee routes:
  - a. Van het ene waterlichaam naar het andere waterlichaam. Met name visetende vogels zoals aalscholvers of visdieven die binnen een bepaald gebied in kolonies broeden, kunnen (deels) buiten het gebied foerageren en zowel via uitwerpselen als voedsel voor de kuikens nutriënten verplaatsen van het foerageergebied naar het broedgebied (o.a. Denneman & de Vries 1985). Vaak komen deze nutriënten niet rechtstreeks in het water terecht, maar via oppervlakkige afspoeling wanneer broedkolonies op eilandjes in het waterlichaam gevestigd zijn.
  - b. Van het terrestrische milieu naar het aquatische milieu. Slaapplaatsen van ganzen, smienten en zwanen die (deels) buiten het gebied grazen. Ganzen en zwanen grazen vaak overdag buiten de begrenzings van het gebied op weilanden en slapen 's nachts op het water of staand in ondiep water of op de oever binnen het gebied. Een deel van de uitwerpselen wordt dan op de slaappleats achtergelaten, veelal rechtstreeks in het water of in de natte oeverzone. Eenden zoals smienten kunnen 's nachts op grasland foerageren en overdag op het water rusten.
2. Circulatie van interne nutriënten; Veel watervogels verblijven dag en nacht in het gebied, waar dus zowel de consumptie als de uitscheiding plaatsvindt. Dan is dus alleen sprake van mobilisatie van interne nutriënten.
3. Afvoer van nutriënten; Vogels die in het gebied foerageren maar elders broeden of rusten. Bijvoorbeeld afvoer van nutriënten in de vorm van vis naar broedkolonies buiten het gebied. Zie ook punt 1.



*Figuur 1 Kolonies van aalscholver en kokmeeuw op de Kreupel in het IJsselmeer*

Vooral in gebieden die als slaappleatsen worden gebruikt door grote aantallen ganzen of smienten, en/of als broedgebied door kolonievormende broedvogels zoals aalscholvers of kokmeeuwen, kan de externe fosfaatbelasting door vogels aanzienlijk zijn. Omdat de vogels zijn geconcentreerd kan de belasting lokaal sterk oplopen. Bij zeer sterke concentratie van uitwerpselen, zoals op slaappleatsen of broedkolonies, kan de vegetatie totaal afsterven, inclusief de bomen die gebruikt worden om te slapen of te nestelen.

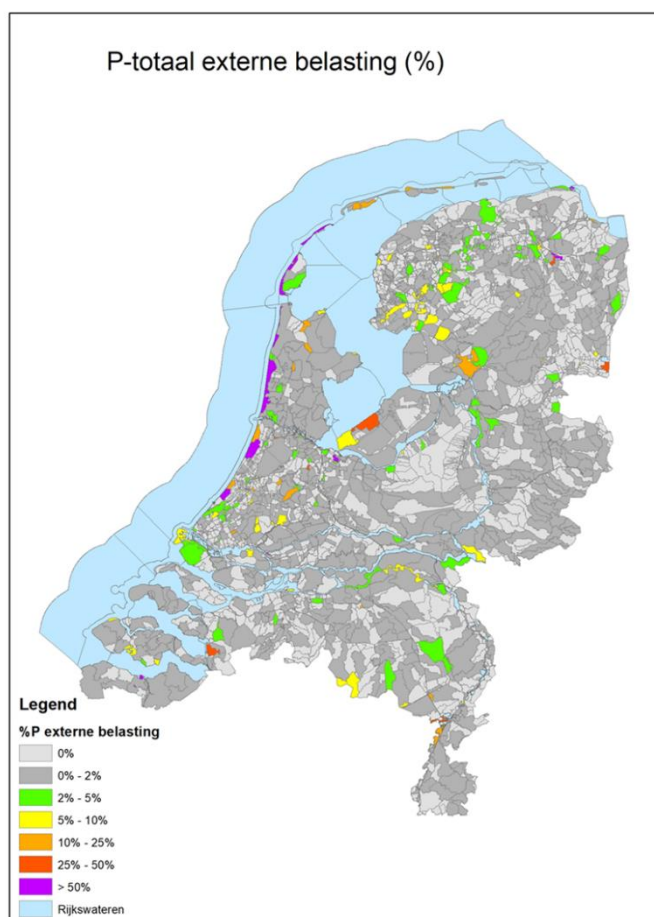
Vogels op slaappleatsen voeren slechts een deel van de dagproductie aan nutriënten aan. Ganzen produceren tijdens het grazen overdag met grote regelmaat keutels. Volgens Kear (1962) bijvoorbeeld produceren kolganzen overdag 4,5 tot 4,8 keutels per uur. Op de slaappleats neemt die frequentie af, daar zijn aan het eind van de nacht hoopjes van 10 keutels per gans te vinden, op een totaal van 80 per dag. Op de slaappleats zou dan dus 12,5% van de dagelijkse mestproductie van de ganzen terecht komen.

Rip & Schep (2010) berekenden een aandeel van 30% van de totale belasting van de Ouderkerkerplas, en vergelijkbare waarden voor de Loenderveense Plas en Botshol. Visetende kolonievogels, zoals aalscholvers, kunnen wanneer er grote kolonies aanwezig zijn lokaal een veel hoger aandeel bereiken, bijvoorbeeld in gebieden zoals de Oostvaardersplassen. Voedselarme gebieden (bijv. vennen) zijn extra kwetsbaar voor belasting door vogels (Van der Jeugd et al. 2006; SOVON Vogelonderzoek Nederland 2011; Cooper & Keefe 1997). Brouwer & Van den Broek (2010) stelden dat een dichtheid van meer dan 2 ganzen per ha per jaar op slaappleatsen in vennen al leidt tot negatieve effecten op de karakteristieke vegetatie.

Informatie over de hoeveelheid nutriënten die per vogelsoort kunnen worden uitgescheiden is uit diverse wetenschappelijke studies beschikbaar. Daarbij is ook het voedseltype van belang; viseters scheiden bijvoorbeeld veel meer nutriënten uit dan planteneters. Zo berekenen Manny et al. (1994) een hoeveelheid van 0,49 gram fosfaat per dag voor ganzen, 0,22 gram voor wilde eenden en 0,19 gram voor duikeenden zoals de tafeleend. Hahn et al. (2008) geven soortgelijke getallen voor herbivore watervogels met als uitersten 0,57 gram voor een knobbelzwaan en 0,03 gram voor een wintertaling. Voor "carnivore" watervogels (zoals viseters) is de uitscheiding van fosfaat aanzienlijk hoger dan voor herbivoren. Hahn et al. (2007) noemen een range van 0,15 gram voor dwergmeeuwen tot 2,1-3,2 gram voor aalscholvers, of 316-498 gram voor een broedpaar aalscholvers over het gehele broedseizoen. Dit soort getallen zijn ook beschikbaar voor stikstof.

Als vogels buiten het gebied foerageren en er binnen broeden of rusten, of andersom, dan is soms ook informatie nodig over de tijdsbesteding, bijv. over het aandeel van de uitwerpselen dat op de foerageer resp. rustplaats wordt uitgescheiden. Veel van dit soort informatie is door het NIOO (Hahn et al. (2007, 2008) verwerkt tot het model Waterbirds 1.1, waarmee op basis van de aantallen vogels schattingen gemaakt kunnen worden van de fosfaat aanvoer. Dit model wordt door nog steeds door het NIOO ondersteund (contactpersoon L. Bakker) en is samen met de genoemde basispublicaties van Hahn et al. online beschikbaar via <https://nioo.knaw.nl/nl/news/kwantitatieve-bepaling-van-de-aanvoer-van-voedingsstoffen-door-watervogels-zoetwaterhabitats> . Het bevat twee parallelle rekenmodellen met rekenregels voor ongeveer 40 soorten

watervogels. Dit model is onder meer gebruikt voor de eerdergenoemde berekeningen van Rip & Schep (2010) en voor een landelijk overzicht van de potentiële invloed van vogels op de nutriënthuishouding dat recent is gemaakt door Deltares in samenwerking met Sovon Vogelonderzoek Nederland (Noordhuis 2020; van Roomen et al. 2020). Dit overzicht is gebaseerd op de verdeling van Nederland in 2500 afwateringsgebieden van de emissieregistratie (<http://www.emissieregistratie.nl/erpubliek/erpub/weergave/kaart.aspx>) en laat zien dat in slechts enkele tientallen van die gebieden de bijdrage van vogels aan de nutriëntbalans mogelijk substantieel is (potentiële toevoeging >10%). Vaak gaat het dan om kolonies van visetende vogels zoals Aalscholvers, Blauwe Reigers en Kokmeeuwen. Hoe groot de bijdrage werkelijk is hangt af van de lokale situatie, bijvoorbeeld of de mest op land of in het water terecht komt en het aandeel van het voedsel dat buiten het gebied wordt verzameld.



*Figuur 2 Ruimtelijke weergave van de maximum potentiële toevoeging door kolonievogels en vogels op slaapplekken aan de totale fosfaatbelasting in de 2500 afwateringsgebieden van de emissieregistratie. De rijkswateren zijn met een aparte kleur weergegeven omdat doorvoer van fosfaat van het ene naar het andere water in de emissieregistratie niet is meegenomen, zodat de bijdrage van vogels hier sterk wordt overschat. Veel duingebieden scoren hoog door de kleine hoeveelheid water, maar dit betekent ook dat vogelmest grotendeels op land terechtkomt, zodat de bijdrage van vogels ook hier wordt overschat. Uit Noordhuis (2020).*



Voor meer informatie over de effecten van P-belasting op aquatische ecosystemen wordt verwezen naar de factsheet [Fosforbelasting].

### 3 Indirecte effecten

Indirecte invloed kan door vogels worden uitgeoefend via effecten op de dichtheden van prooisorten, die op hun beurt de waterkwaliteit beïnvloeden, of op de waterbodem interactie.

1. Consumptie van prooien die effecten op de waterkwaliteit hebben, bijvoorbeeld van bodemwoelers (bijv. brasems) en filtreerders (bijv. quaggamosselen) die ofwel troebelheid creëren of verminderen via het filtreren van zwevend stof.
  - a. Consumptie van waterplanten kan een indirect negatief effect hebben op de helderheid, omdat waterplanten de sedimentatie van zwevende slibdeeltjes bevorderen en resuspensie van het sediment beperken. Ook beperken ze algengroei door schuilgelegenheid te bieden aan zoöplankton en door groeiremmende stoffen uit te scheiden. Waar het gaat om ondergrondse delen, zoals wortelknolletjes of stolonen van fonteinkruiden of bulbillen van kranswieren, kan er ook sprake zijn van directe effecten op de helderheid. Door selectief foeragerende vogels kan de soortsaamenstelling van de vegetatie veranderen (Lodge 1991). In situaties met een hogere nutriëntbelasting kan dit (mede) leiden tot een omslag van het ecosysteem van helder water naar een troebele toestand, of het herstel vertragen omdat de gewenste plantensoorten niet de kans krijgen tot ontwikkeling te komen.
  - b. Consumptie van oeverplanten kan ecologisch herstel vertragen en effect hebben op het ecologisch functioneren van land-water overgangen. Met name consumptie van riet of lisdodde door ganzen (Lamers et al. 2010) kan bij natuurontwikkelingsprojecten, maar ook bijvoorbeeld bij natte teelt van lisdodde of bij de aanleg van helofytenfilters en natuurvriendelijke oevers de ontwikkeling van de vegetatie vertragen. In grotere gebieden kan de diversiteit door ruimtelijke verschillen in graasdruk juist bevorderd worden (Vulink & van Eerden 1998).
  - c. Consumptie van filterfeeders, zoals mosselen, kan een negatief effect hebben op de bodemafdekking en de filtratiecapaciteit van deze populaties, en dus op de resuspensie van slibdeeltjes en de concentratie zwevende algen en daarmee op de helderheid van het water.
  - d. Consumptie van bodemwoelende vis, bijvoorbeeld brasem, kan juist een positief effect hebben op de resuspensie van slibdeeltjes en daarmee de helderheid van het water en het vrijkomen van voedingsstoffen uit de waterbodem.
  - e. Consumptie van planktivore vis kan de helderheid van het water vergroten door verlenging van de zogenaamde 'clear water phase'.
2. Mechanische beïnvloeding van water-bodem relaties door foeragerende vogels, bijvoorbeeld beluchting van het sediment door foeragerende benthivoren op grotere diepte of juist beperking daarvan door het wegnemen van bioturbatie door bodemorganismen in de oeverzone (steltlopers) en verdichting van de bodem door de poten van grote watervogels op slaapplaatsen (ganzen en zwanen).

3. Vogels kunnen als vector optreden voor de aanvoer van organismen met effecten op waterkwaliteit, via zaden en sporen van waterplanten en organismen (eieren van vissen, alle levensstadia van macrofauna) aan de poten, in het verenkleed of via de ingewanden en uitwerpselen (onderzoek NIOO).

## 4 Ziektes

Trekvogels kunnen ziektes meebrengen die risico's met zich meebrengen voor de volksgezondheid, hetzij door de ziekte zelf (vogelgriep) of via verhoogde sterfte in het gebied. Bekend zijn ziektes als vogelgriep en botulisme. In tegenstelling tot vogelgriep ontstaat botulisme meestal in het gebied zelf, als er sprake is van hoge temperaturen in stilstaand ondiep water. De vatbaarheid van de vogels wordt in die situaties mogelijk ook beïnvloed door algenbloei en de daaraan verbonden toxines. In grote gebieden als de Oostvaardersplassen kan de sterfte oplopen tot vele tienduizenden vogels, bijvoorbeeld als de uitbraak plaatsvindt in de ruiperiode, wanneer de meeste watervogels enkele wekenlang niet kunnen vliegen. Naast ziektes die de vogels zelf dragen kunnen ook concentraties uitwerpselen en kadavers van natuurlijk gestorven vogels in en om kolonies risico's met zich meebrengen, bijvoorbeeld via concentraties van faecale bacteriën (*E. coli*).

## 5 Maatregelen

### *Lokaliseren, bepalen en beheersen nutriëntenstromen*

Waterlichamen met grote vogelkolonies of slaappleaatsen zijn meestal ook vogelrichtlijngebieden met instandhoudingsdoelen voor de betrokken soorten. De meeste soorten zijn ook landelijk beschermd. De vogels kunnen dus niet zomaar worden verjaagd of verstoord. Informatie over de bijdrage van de vogels aan de nutriëntenbalans is in elk geval van belang voor het bepalen van realistische doelen voor de waterkwaliteit en de benodigde inspanning voor beheersing van andere bronnen van nutriënten.

Voor het bepalen van de effecten van vogels op de nutriëntbalans van een waterlichaam moeten verschillende informatiebronnen worden geraadpleegd. Allereerst is informatie nodig over de nutriëntenbelasting door andere bronnen dan de vogels (bijv. Nationale Emissie Registratie). Vervolgens is informatie nodig over de soorten en aantallen vogels in het gebied (SOVON, NDFF), de duur van hun verblijf en de manier waarop deze vogels het gebied gebruiken (broeden, foerageren, rusten). In tabel 2 wordt een voorbeeldberekening gegeven voor het gebied de Oude Venen (Noordhuis & van Duijnhoven 2019). Voor dit gebied (2124 ha) is de input van vogels in totaal zo'n 600 kilo van elders afkomstig fosfaat per jaar of 1,7 kilo fosfaat per dag. Dat is 0,08 mg/m<sup>2</sup>/dag over het gehele gebied berekend. Het wateroppervlak is echter aanzienlijk kleiner, waardoor hier de waarden waarschijnlijk hoger liggen. Soortgelijke berekeningen zijn gemakkelijk uit te voeren met behulp van het eerdergenoemde model Waterbirds 1.1 van het NIOO (Hahn et al. 2007, 2008; zie ook Noordhuis 2020). Dit geeft een worst-case benadering, die kan worden verfijnd met lokale informatie (mest op land of in

water, aandeel voedsel van buiten het gebied) als sprake lijkt van een significante bijdrage.

Soms kan de toevoer vanuit kolonies van een soort als de aalscholver binnen een gebied worden beheerst door de nestgelegenheid te concentreren in bepaalde deelgebieden en die vervolgens hydrologisch te isoleren. In de Nieuwkoopse Plassen is dit gebeurd met behulp van de aanleg van legakkers rond de kolonie, waarna het water van het desbetreffende compartiment wordt rondgepompt en gezuiverd (Hoogheemraadschap Rijnland). Ook de aalscholverkolonie van het Naardermeer is na berekeningen van de fosfaatlast door Denneman & de Vries (1985) hydrologisch geïsoleerd. Het peil werd 10 cm lager gehouden dan in de omgeving en het water werd apart afgevoerd (Barendregt et al. 1991).

Bij voedselarme wateren zoals vennen is juist de isolatie, in de vorm van gebrek aan verversing het probleem (Cooper & Keefe 1997). Of doorspoeling als maatregel een optie is, hangt dan af van de beschikbaarheid van voldoende voedselarm (gebiedseigen) water.

Tabel 2: Voorbeeld aantalsverdeling van vogels in de Oude Venen met verdeling in voedseltype en in categorieën die interne of externe nutriëntenbelasting vertegenwoordigen.

<b>Oude Venen, vogels in 2017 (SOVON Vogelonderzoek Nederland)</b>					
	<b>P circulatie</b>	<b>P aanvoer</b>	<b>P aanvoer</b>	<b>P aanvoer</b>	
	<b>Gem. aantal</b>	<b>Gem. aantal</b>	<b>Max. aantal</b>	<b>Aantal paar</b>	
	<b>foeragerend</b>	<b>slapend</b>	<b>slapend</b>	<b>broedend</b>	<b>voedsel</b>
Aalscholver	27			327	Carnivoor (vis)
Brandgans	3688		42350		Herbivoor (gras)
Grauwe Gans	664		619		Herbivoor (gras)
Grutto	1		4350		Carnivoor (wormen, insecten)
Kolgans	1035		17686		Herbivoor (gras)
Krakeend	254				Herbivoor (algen etc.)
Kuifeend	241				Carnivoor (ongewervelden)
Smient		1857			Herbivoor (gras)
Wintertaling	254				Herbivoor (zaden etc.)
Overig	172				
<b>totaal</b>	<b>6336</b>	<b>1857</b>	<b>65005</b>	<b>327</b>	

#### *Indirecte invloed via consumptie van bepaalde prooitypen*

Maatregelen die de consumptie door vogels beperken zijn alleen in enkele specifieke gevallen opportuun, bijvoorbeeld om de ontwikkeling van oever- of moerasvegetatie (riet) in een natuurontwikkelingsproject op gang te krijgen. Dat kan door middel van tijdelijke uitrastering of met behulp van peilregulering. Bij experimenten met waterpeil in de Oostvaardersplassen vond de beste rietontwikkeling plaats bij een waterdiepte van 30-60 cm. Bij lagere waterstanden werd de ontwikkeling beperkt door graas (Voslamber



& Vulink 2010). De factsheet [TIMELAGS] besteed ook aandacht aan de relatie tussen vraat en moerasontwikkeling.

### *Ziektes*

Bij sterfte door ziektes als vogelgriep of botulisme is het belangrijk de kadavers zo snel mogelijk te verwijderen. De handelwijze en verantwoordelijkheid is wettelijk niet duidelijk geregeld. In principe valt botulisme onder Volksgezondheid, waarmee de gemeentes verantwoordelijk zijn. Maar omdat waterbeheer een belangrijke rol speelt zijn er vaak contactpunten bij de onderhoudsplichtige instanties zoals Rijkswaterstaat of de waterschappen. Zo heeft Waterschap Zuiderzeeland een Draaiboek Botulismebestrijding dat jaarlijks wordt bijgewerkt. Ook provincies, Natuurmonumenten, Staatsbosbeheer etc. hebben zulke draaiboeken (Infectieziektebestrijding, Calamiteitenplan etc.).

Uitbraken van botulisme kunnen soms worden beperkt door het waterpeil te verhogen. In de Oostvaardersplassen bleek dit door de grootte van het gebied niet effectief. Daarom zijn hier na een zeer grote uitbraak in 1983 ter voorkoming van herhaling maatregelen genomen om de aan- en afvoer van water rond de aalscholverkolonie, waar de uitbraak was begonnen, beter te kunnen beheersen. Met een kade werd het gebied hydrologisch geïsoleerd en met behulp van greppels werden de afvoermogelijkheden vergroot. Deze maatregelen komen overeen met maatregelen voor beheersing van de fosfaatlast vanuit de kolonies, en kunnen zodoende worden gecombineerd.

## 6 Conclusies

Vogels kunnen op verschillende manieren direct en indirect de ecologische kwaliteit van wateren beïnvloeden. Dit hangt af van de soort en het aantal individuen, de input per oppervlakte-eenheid en het gedrag van de vogels. Kennis hierover is essentieel om inzicht te krijgen in de bijdrage die de vogels leveren.

Vaak is de impact lokaal, daar waar grote aantallen vogels zich concentreren, met name bij broedkolonies van visetende vogels en grote slaappleatsen van bijvoorbeeld ganzen of smienten. Grootschalige consumptie van planten of filterende ongewervelden kan effect hebben op de waterkwaliteit, maar ook in positieve zin op onderhoud en diversiteit van habitats.

Belasting van wateren door vogels is een natuurlijk fenomeen met relatief gering handelingsperspectief: indien haalbaar kunnen maatregelen het isoleren van kolonies en slaappleatsen zijn, of het doorspoelen en daarmee verdunnen van de lokale input.

Wanneer moerassen worden ontwikkeld in het kader van natuurherstel of anderszins (natte teelt van lisdodde, helofytenfilters, natuurvriendelijke oevers) kunnen lokale maatregelen genomen worden om de opkomende vegetatie tegen vraat te beschermen: uit-rasteren met kooien kan lokaal worden toegepast en op wat grotere schaal is de hoeveelheid vraat te verminderen via peilbeheer.

## 7 Relaties met andere factsheets

KIWK factsheet "Timelags": inhibitie d.m.v. vraat van vogels.

KIWK factsheet "Fosforbelasting": vogels als bron van externe P belasting

## 8 Referenties

Barendregt A., N.G.J. Straathof, R.M.M. Roijackers & P.J.T. Verstraelen 1991. Naar een natuurconvenant voor het Naardermeer. H2O 24: 276-283.

Brouwer E. & T. van den Broek 2010. Ganzen brengen landbouw naar het ven. De Levende Natuur 111: 60-62.

Cooper J.A. & T. Keefe 1997. Urban Canada goose management: policies and procedures. Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference 62: 412-430.

Denneman W.D. & P.J.H. de Vries 1985. Guanotrofie door aalscholvers in het Naardermeer. De Levende Natuur 86: 219-222.

EmissieRegistratie, 1990-2016, [www.emissieregistratie.nl](http://www.emissieregistratie.nl)

Hahn S., S. Bauer & M. Klaassen 2007. Estimating the contribution of carnivorous waterbirds to nutrient loading in freshwater habitats. Freshwater Biology 52: 2421-2433.

Hahn S., S. Bauer & M. Klaassen 2008. Quantification of allochthonous input into freshwater bodies by herbivorous waterbirds. Freshwater Biology 53: 181-193.

Hoogheemraadschap Rijnland 2014. Nieuwkoopse Plassen. Op weg naar water van topkwaliteit. Folder HH Rijnland, Leiden. [www.rijnland.net/nieuwkoopseplassen](http://www.rijnland.net/nieuwkoopseplassen).

Hornman M., Hustings F., Koffijberg K., van Winden E, van Els P., Kleefstra R., Sovon Ganzen- en Zwanenwerkgroep & Soldaat L. 2020. Watervogels in Nederland in 2017/2018. Sovon rapport 2020/01, RWS-rapport BM 19.18. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Kear J. 1962. The agricultural importance of wild goose droppings. The Wildfowl Trust Fourteenth Annual Report 1961-62, pp. 72-77.

Lamers L., J. Sarneel, J. Geurts, M. Dionisio Pires, E. Remke et al. 2010. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Min. LNV, dir. IFZ / bedrijfsuitgeverij, Den Haag.

Lodge D.M. 1991. Herbivory on Fresh-Water Macrophytes. Aquatic Botany 41: 195-224.

Manny B.A., W.C. Johnson & R.G. Wetzel 1994. Nutrient additions by waterfowl to lakes and reservoirs: Predicting their effects on productivity and water quality. Hydrobiologia 279/280: 121-132.

Noordhuis R. & N. van Duijnhoven 2019. Belasting nutriënten van watervogels in een aantal voorbeeldgebieden. Notitie Deltares, Utrecht.

Noordhuis R. 2020. Vogelmest in de Nederlandse wateren. Landelijk beeld van de betekenis van vogelmest voor de nutriëntbalans van onze oppervlaktewateren. Notitie Deltares, Utrecht.

Rip W. & S. Schep 2010. Spelen watervogels een rol in de fosfaat belasting van meren? Lezing gebaseerd op werk van Steffen Hahn en Marcel Klaassen. Platform Ecologisch Herstel Meren en Plassen, 25 maart 2010. Zie:

[http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/overlegkaders/platform\\_meren/lezingen/@29203/lezingen-250310/](http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/overlegkaders/platform_meren/lezingen/@29203/lezingen-250310/)

SOVON Vogelonderzoek Nederland 2011. Risicoanalyse van geïntroduceerde ganzensoorten in Nederland. SOVON informatierapport 2010-06. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.

Van der Jeugd H.P., Voslamber B, van Turnhout C., Sierdsema, H., Feige, N., Nienhuis, J. & Koffijberg, K. 2006. Overzomerende ganzen in Nederland: grenzen aan de groei? Sovon-onderzoeksrapport 2006/02. SOVON Vogelonderzoek Nederland, Beek-Ubbergen.

Van Roomen M., E. van Winden & P. van Els 2020. Data voor overzicht over bijdrage van vogels aan eutrofiering van afwateringsgebieden in Nederland: Notitie over gebruikte data, berekeningswijzen en keuzes en beperkingen van het materiaal. Notitie Sovon Vogelonderzoek Nederland, project S2020.119, Nijmegen

Voslamber B. & Vulink J.T. 2010. Experimental manipulation of water table and grazing pressure as a tool for developing and maintaining habitat diversity for waterbirds. Ardea 98: 329-338.

Vulink J.T. & M.R. van Eerden 1998. Hydrological conditions and herbivory as key operators for ecosystem development in Dutch artificial wetlands. In: M.F. Wallis de Vries, S.E. van Wieren & J.P. Bakker (red.) Grazing and Conservation Management, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp 217-252.

## 9 Colofon

Utrecht, februari 2021

Auteurs: Ruurd Noordhuis (Deltares) & Ralf C.M. Verdonschot (WEnR)

Leesgroep: Tom Buijse (Deltares), Sandra Roodzand (HH Hollands Noorderkwartier), Hermen Klomp (WS Hunze & Aa's)

Te citeren als: Noordhuis, R. & R.C.M. Verdonschot (2021) Factsheet: de invloed van vogels op de ecologische kwaliteit. Notitie Kennisimpuls Waterkwaliteit.