



Michelle de la Haye, Grontmij
 Edwin van der Pouw Kraan, Grontmij
 Herman van Dam, Adviseur Water en Natuur
 Theo Claassen, Wetterskip Fryslân

Effecten van maatregelen tegen eutrofiëring in De Leijen (Friesland)

Eutrofiëring van ondiepe meren vormt nog steeds een knelpunt. Hoewel de nutriëntengehalten in de afgelopen decennia sterk daalden, blijft biologisch herstel achter. De vraag is of met de in gang gezette maatregelen de gestelde KRW-doelen in zicht komen. Daarom wordt in dit artikel het effect van herstelmaatregelen in het Friese boezemmeer De Leijen geëvalueerd. Om de doelen te bereiken is van 2003 tot 2007 onder meer gebaggerd, vis afgevangen en het effluent van een rwzi verbeterd. Bovendien zijn entroeven met waterplanten en driehoeksmosselen genomen. De ontwikkelingen van nutriëntengehalten, doorzicht, fytoplankton en waterplanten worden besproken en die van zoöplankton, macrofauna en vissen gememoreerd. Met enkele aanvullende maatregelen komt helderheid in zicht.

Eutrofiëring bemoeilijkt landelijk nog steeds het halen van de KRW-doelen^{1,2)}. Ook in de Friese meren is dat het geval: stikstof- en fosfaatgehalten dalen welliswaar, maar de biologie reageert nauwelijks, zoals bleek uit een trendanalyse over de jaren 1981-2005³⁾. De waterkwaliteit van De Leijen was het slechtst van alle Friese boezemmeren. Er lag al een maatregelenpakket klaar⁴⁾, waarop is ingesprongen door dit tussen 2003 en 2007 te realiseren, via het EU Interregproject NOLIMP en - aansluitend - het Friese Merenproject^{5,6)}. Nog voordat de KRW-doelen vastgesteld waren, is hiermee aan de slag gegaan. Inmiddels zijn KRW-doelen opgesteld voor De Leijen. In tegenstelling tot elders in het land zijn bij De Leijen eerst alle mogelijke maatregelen uitgevoerd en de hiermee verkregen waterkwaliteit zou bestempeld kunnen worden als KRW-doel.

De Leijen

Het Friese boezemmeer De Leijen (300 ha) ligt acht kilometer ten noorden van Drachten (zie afbeelding 1). De oever van het gemiddeld één meter diepe meer verloopt soms grillig en er zijn wat eilandjes. De oevers zijn flauw, maar direct rond de waterlijn juist steil, als gevolg van het jarenlange vaste peil. In 1978 en 2003 zijn

Afb. 1: Maatregelen in en om De Leijen.



vrijwel dezelfde oeverbegroeiingen aange-
troffen⁹⁾.

Het meer met aanliggende boezemlanden is van Staatsbosbeheer en heeft een natuurfunctie: in vijf richtingen lopen natte ecologische verbindingzones. De omgeving heeft vooral een agrarische functie, meestal met nevenfunctie natuur. Op enkele plaatsen liggen tuinen en erven aan het water. Er is een zwemplek en door het meer gaan recreatieve vaarroutes.

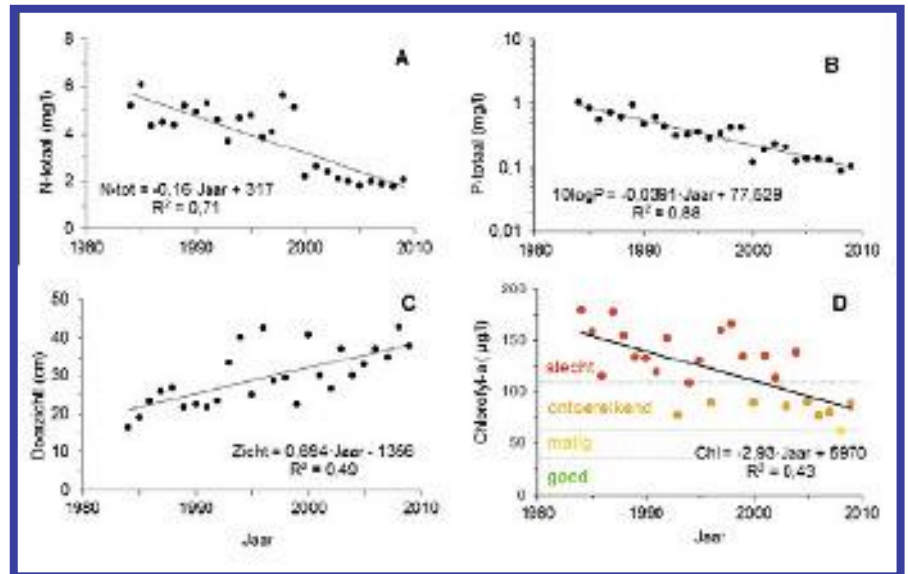
In de meeste zomers is er een sterke ontwikkeling van (blauw)algen. Er zijn geen ondergedoken waterplanten. Doordat een brede inundatiezone ontbreekt, ontbreekt moerasvegetatie nagenoeg. Ook is er weinig waterriet, ten nadele van de visstand, de moerasvogels en kleinere diersoorten. De belangrijkste knelpunten voor deze ongewenste situatie zijn eutrofiëring en het vaste peil.

Maatregelen

Van het samenhangende pakket in het beheerprogramma voor De Leijen zijn voor het omliggende poldergebied, het boezemwater, de oevers en het meer zelf de volgende maatregelen uitgevoerd⁴⁾:

- vermindering nutriëntenbelasting door optimalisatie van de rwzi Drachten, aanleg van IBA's en regenwaterafkoppeling bij boerenbedrijven, de aanleg van een zuiveringsmoeras voor instromend polderwater, het baggeren van vaargeulen (verminderen nalevering) en visstandbeheer (reductie brasem);
- vermindering windwerking (opwerveling sediment) door aanleg eilanden en plaatsing palenrij langs oever;
- verbetering van de helderheid door experimenteel uitzetten van ondergedoken waterplanten en driehoeksmosselen.

Naast het verbeteren van de kwaliteit van het oppervlaktewater en het bereiken van ecologische doelstellingen was het ontwikkelen van kennis over herstelmaatregelen een belangrijk nevendoeel van de genomen maatregelen. Van 1984 tot 2010 zijn de effecten van de maatregelen gevolgd voor chemie, zoö- en fytoplankton, macrofyten, macrofauna en vis, die afzonderlijk zijn gerapporteerd^(7),8),9),10),11),12) en is een waterbalans opgesteld. Nagegaan is wat al die maatregelen hebben opgeleverd¹³⁾. De resultaten worden vergeleken met de doelstellingen die voor De Leijen zijn geformuleerd als scores op de Friese maatlat voor ondiepe, gebufferde plassen (type M14, zie tabel 1).



Afb. 2: Zomergemiddelden van nutriënten (A en B), doorzicht en chlorofyl-a tussen 1984 en 2009. De kwaliteit op de Friese maatlat van chlorofyl-a voor watertype M14 is in kleur weergegeven.

Waterbalans en nutriënten

Totaal stroomt per jaar circa 90 miljoen kubieke meter water het meer in en uit (periode 1996-'99). Hiervan komt circa 60 procent uit het Opeinderkanaal. Van het uitstromende water verlaat in de zomer circa 60 procent en in de winter circa 95 procent het meer via de Lits. De polders voorzien in 30 tot 50 procent van de instroom, vooral in de winter. In de zomer stroomt juist relatief veel water naar de polders toe. Neerslag, verdamping, kwel en wegzijging zijn minder belangrijk. De maximale verblijftijd van het water bedraagt circa twee maanden. Het meer ontvangt circa 626 ton stikstof en 30 ton fosfaat per jaar (1996-1997), met het Opeinderkanaal en de polders als belangrijkste aanvoerposten. Het overgrote deel van de nutriënten verlaat het meer via de Lits. Door denitrificatie is de uitstroom van stikstof circa vijf procent lager dan de instroom, voor fosfaat is hierin nauwelijks verschil. Onder meer door vermindering van de belasting door effluent van de rwzi Drachten daalde de concentratie totaal-stikstof in het Opeinderkanaal vanaf 2004 van gemiddeld 4,5 naar 2,5 mg/l en de concentratie totaal-fosfor van 0,22 naar 0,15 mg/l.

In het meer daalt de concentratie totaal-fosfaat al vanaf 1984, ruim vóór aanpassing van de rwzi. In 2008 werd met een gemiddelde van 0,09 mg P/l het KRW-doel al even bereikt. Ook totaal-stikstof daalt vanaf 2000 maar is nog steeds boven het doel van 1,3 mg/l (zie afbeelding 2), deels door

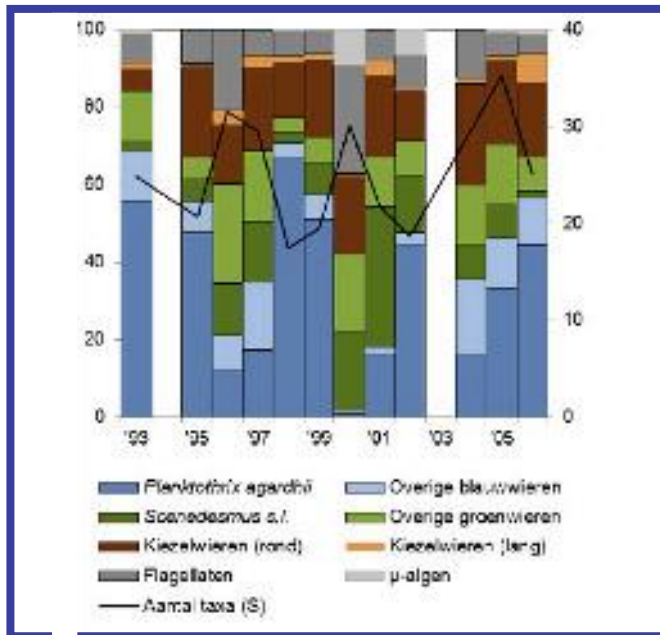
verbetering van de rwzi en deels door verbeteringen in het hele boezemstelsel³⁾.

Doorzicht en fytoplankton

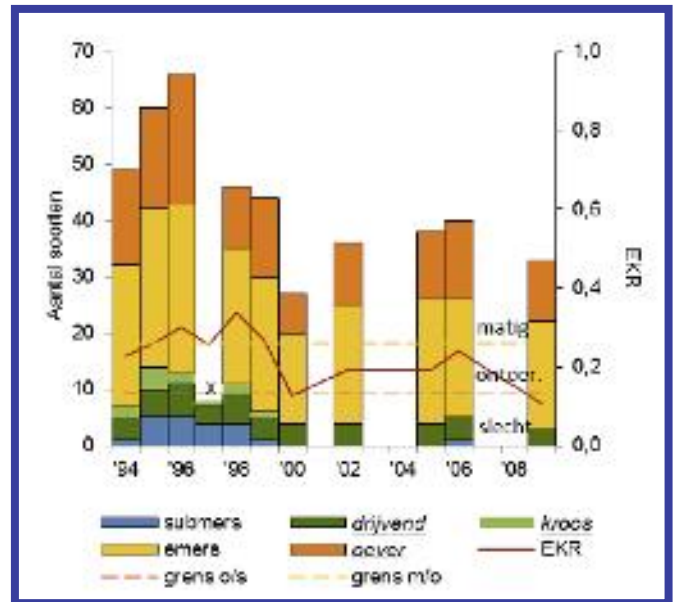
Het chlorofyl-a-gehalte nam vanaf 1985 af van 157 tot 84 µg/l in 2009, maar de variaties van jaar tot jaar zijn groot (afbeelding 2). Gedurende de hele periode is er een duidelijke toename van het doorzicht, maar deze lijkt te stagneren rond de nog steeds lage waarde van circa 35 cm. Het doorzicht in De Leijen wordt daarom voornamelijk bepaald door zwevend slib en dood organisch materiaal. De daling van het chlorofylgehalte zet al in ruim vóór het uitvoeren van de maatregelen. De groei van planktonalgen wordt, gezien de N/P-verhouding (toegenomen van 14 tot 25 atoom/atoom tussen 1985 en 2009) beperkt door fosfaat, waarvan de concentratie in de tijd afneemt. Als dit doorgaat, zal vanaf 2016 waarschijnlijk geen blauwwierbloeï meer voorkomen. De procentuele soortensamenstelling wisselt volgens maandelijkse metingen van jaar tot jaar, afhankelijk van de weersomstandigheden en hydrologie (zie afbeelding 3). Niet elk jaar is sprake van bloei van blauwwieren. Een duidelijke trend in de soortensamenstelling ontbreekt. Volgens de landelijke KRW-maatlat voor fytoplanktonbloeï is de kwaliteit in 2005 en 2006 ontoereikend. Op het meepunt bij het zwemstrand aan de oostzijde van de plas zijn, ondanks de afnemende concentraties fosfaat en chlorofyl in het centrale deel van de plas, sinds 2006 nog steeds problemen

Tabel 1: Geschatte EKR-waarden van De Leijen 2004-2006 en KRW-doelen voor 2015 en 2027.

| biologisch kwaliteits-element | gemeten / geschat 2004-2005 | doel 2015 | MEP | GEP (doel 2027) | Matig | Ontoe-reikend | Slecht |
|-------------------------------|-----------------------------|-----------|-------|-----------------|-------|---------------|--------|
| fytoplankton | ≥0,20 | ≥0,30 | ≥0,67 | ≥0,50 | ≥0,33 | ≥0,17 | ≤0,17 |
| macrofauna | ≥0,32 | ≥0,35 | ≥0,67 | ≥0,50 | ≥0,33 | ≥0,17 | ≤0,17 |
| waterplanten | ≥0,15 | ≥0,40 | ≥0,53 | ≥0,40 | ≥0,26 | ≥0,13 | ≤0,13 |
| vissen | ≥0,15 | ≥0,25 | ≥0,40 | ≥0,30 | ≥0,20 | ≥0,10 | ≤0,10 |



Afb. 3: Verloop van de gemiddelde samenstelling (in procenten in rechterschaal) en het aantal taxa (linkerschaal) van het fytoplankton per zomerhalfjaar van 1993 tot 2006.



Afb. 4: Verloop van het aantal plantensoorten per vegetatielaag tussen 1994 en 2009. In 1997 zijn de emerse en oeverplanten niet opgenomen. De achteruitgang van de onderstreepte lagen is significant ($p < 0,05$). De toetswaarden van de EKR (horizontale streepjeslijnen zijn die van de Friese maatlat voor De Leijen).

met blauwwieren, waardoor soms een negatief zwemadvies gegeven wordt.

Water- en oeverplanten

De plantengroei in en op het open water van De Leijen is tijdens de afgelopen eeuw sterk verarmd. Er zijn geen ondergedoken waterplanten van de ooit algemene soorten als doorgroeid fonteinkruid en krabben-scheer meer aanwezig¹⁴. Ondanks de geringe waterdiepte komt er te weinig licht op de bodem en is de turbulentie te groot voor de ontwikkeling van ondergedoken waterplanten. Er zijn vrijwel alleen nog drijfbladplanten als watergentiaan, gele plomp en witte waterlelie, waarvan de bedekking van de eerste twee vanaf 2003 toeneemt (van vijf naar zeven hectare) en van de laatste juist afneemt (van drie naar twee hectare). In de 15 jaren sinds 1994 is het aantal soorten water- en oeverplanten afgenomen van ruim 60 tot ruim 30, met name de ondergedoken soorten. De Ecologische Kwaliteitsratio (EKR) verminderde van 0,25 (matig) tot iets minder dan 0,2 (slecht) (zie afbeelding 4).

In een baai die in 2003 werd afgesloten van de rest van het meer, nam tussen 2007 en 2010 de breedte van de rietgordel licht toe.

In 2004 werden in deze baai bakken ingericht waarin exemplaren van de ondergedoken waterplant glanzig fonteinkruid werden geplaatst. Aanvankelijk ontwikkelden deze zich alleen in die afgesloten ruimtes, maar na een paar jaar ook spontaan daarbuiten. Ruimere verspreiding daarna trad echter niet op.

Vis, zoöplankton en macrofauna

De gemiddelde totale visbiomassa vóór het afvissen in 2004 bedroeg 340 kg/ha (80 procent brasem). In 2009, bijna drie jaar na de laatste afvisning, was de visbiomassa 213 kg/ha (60 procent brasem). Het afvissen, in combinatie met een verminderde nutriëntenbelasting resulteerde in een vooralsnog blijvende, lagere visbiomassa. Een visbiomassa van 213 kg/ha met 60 procent brasem heeft echter nog steeds negatieve effecten op het doorzicht. En er is onvoldoende inzicht in de migratie van vis van en naar de andere delen van de boezem. Van 1994 tot en met 2006 zijn in de meeste jaren monsters genomen voor de bepaling van de soorten en aantallen watervlooien en roeipootkreeftjes. Doordat ze zich onder meer voeden met algen kunnen ze een rol spelen bij het limiteren van de groei en biomassa-

vorming van het fytoplankton. Van de meest efficiënte grazers, zoals de grotere Daphnia-soorten werden er maar weinig gevonden. Dat wijst op een sterke beïnvloeding door vissen, die de grootste exemplaren van het zoöplankton selectief wegvreten. In macrofaunamonsters uit 2005 zijn voornamelijk algemene soorten van grote, stilstaande, zoete, voedselrijke, vegetatieloze wateren aangetroffen, voornamelijk borstelarme wormen en dansmuggen. De KRW-scores van de macrofauna zijn, 'ontoreikend' tot 'matig', alleen het meetpunt achter de palenrij scoort 'goed'. Driehoeksmosselen, die zich voeden met algen uit het fytoplankton, net als de grote watervlooien, werden aanvankelijk niet aangetroffen, maar na entpoeven in de enclosures ontwikkelden ze ook daarbuiten.

Integrale beoordeling effecten maatregelen

De meeste maatregelen hebben een positieve invloed op meerdere processen, zoals blijkt uit de kwalitatieve beoordeling in tabel 2. De EKR-scores voor, tijdens en na de maatregelen de verschillende biologische kwaliteitselementen zijn vermeld in tabel 3, op grond van berekeningen en

Tabel 2: Kwalitatieve beoordeling van de herstelmaatregelen op systeemprocessen in De Leijen (een vermindering is aangegeven met een min teken (-) en geen verandering met een nul (0)).

| maatregel | wind-invloed | golf-invloed | interne belasting | externe belasting | bioturbatie |
|-----------------------|--------------|--------------|-------------------|-------------------|-------------|
| aanleg eilanden | - | - | 0 | 0 | 0 |
| regenwaterafkoppeling | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| baggeren vaargeulen | - | - | - | 0 | 0 |
| IBA's boerderijen | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| RWZI optimaliseren | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| palenrij | - | - | - | 0 | 0 |
| zuiveringsmoeras | 0 | 0 | 0 | - | 0 |
| reductie brasem | 0 | 0 | - | 0 | - |
| aantal afnamen | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 |

| periode | jaar | fytoplankton | macrofauna | waterplanten | vissen |
|---------------------|------|--------------|------------|--------------|--------|
| vóór maatregelen | 2003 | 0,10 | | 0,19 | 0,06 |
| | 2004 | 0,11 | | 0,19 | 0,10 |
| tijdens maatregelen | 2005 | 0,22 | 0,40 | 0,19 | 0,15 |
| | 2006 | 0,27 | | 0,24 | 0,15 |
| na maatregelen | 2008 | 0,34 | | 0,15 | - |
| | 2009 | 0,23 | | 0,11 | 0,20 |
| doel | 2015 | ≥0,30 | ≥0,35 | ≥0,40 | ≥0,25 |

Tabel 3: EKR-scores voor De Leijen van verschillende biologische, chemische en fysische kwaliteitselementen volgens de Friese maatlatten.

schattingen¹⁵. De scores variëren van matig tot slecht en voldoen nog niet aan het doel voor 2015. Alleen bij vis is duidelijk een verbetering. Bij de andere groepen lijken er tot nu toe geen verbeteringen te zijn opgetreden in de ecologische toestand, de EKR voor waterplanten neemt zelfs wat af. Op basis van de chemische en fysische metingen is wel degelijk een verbetering van

de waterkwaliteit te zien. Bij het chlorofyl is er een geleidelijke verbetering van het gehalte. Maar ook de nutriëntengehalten dalen, fosfaat duidelijker dan stikstof. Totaal-fosfaat voldoet al bijna aan het doel van 0,09 mg/l. Het doorzicht was in 2009 nog altijd slecht, doordat deeltjes die van elders worden aangevoerd of door wind en vissen in het meer worden opgewerveld en het doorzicht

sterk bepalen. De voorwaarden lijken echter aanwezig voor een omslag van troebel naar helder water: lage fosfaatgehalten, vestiging van glanzig fonteinkruid buiten de *enclosures*, magere algen, magere brasem. Actief visstandbeheer is een mogelijke vervolmaatregel. Een watersysteemanalyse met PCLake van de huidige en kritische fosfaatbelasting en aanvullend onderzoek naar vismigratie kunnen meer uitsluitsel geven over de effectiviteit van deze maatregel.

Enclosures met groei van glanzig fonteinkruid (op de voorgrond) en dubbele palenrij voor afschutting baai.



Watergentiaan.



Waterlelieveld langs rietoever.



LITERATUUR

- Hosper H, R. Pot en R. Portielje (2011). Meren en plassen in Nederland: toestand, trends en hoe verder? H₂O nr. 7, pag. 25-28.
- Van Puijenbroek P., P. Cleij en H. Visser (2011). Afname eutrofiëring stagneert. H₂O nr. 9, pag. 27-29.
- Van Dam H., J. Wanink, F. Grijpstra en T. Claassen (2008). Trendanalyse 1981-2005 van hydrobiologische gegevens uit Friesland. H₂O nr. 6, pag. 29-33.
- Grontmij (1997). Specifiek ecologisch beheersprogramma De Leijen.
- Tauw (2002). Integraal uitvoeringsplan De Leijen.
- Claassen T. (2005). Restoration of Lake the Leijen - The Netherlands: focused on the implementation of the EU Water Framework Directive. Wetterskip Fryslân.
- Claassen T. (2006). Implementation of the EU Water Framework Directive in Lake Leijen, The Netherlands. Preliminary results of water quality monitoring and an overview of restoration measures. Wetterskip Fryslân.
- ATKB (2010). Visstandopnamen in Friese wateren 2009.
- Bijkerk W., W. Altenburg en T. Claassen (2004). Water- en oeverplanten in De Leijen: inventarisatie van macrofyten in 2003. Altenburg & Wymenga.
- Thannhauser M. (2006). Evaluatie monitoring oevervegetatie van het boezemmeer De Leijen 2002 t/m 2006. Wetterskip Fryslân.
- Claassen T. en J. Spier (2007). Visstandbeheer in het Friese boezemmeer De Leijen. H₂O nr. 16, pag. 48-52.
- Claassen T. en M. Thannhauser (2009). Recente veranderingen van de oevervegetatie van Friese boezemmeren. H₂O nr. 21, pag. 41-45.
- De la Haye M., H. van Dam, E. van der Pouw Kraan en D. Tempelman (2010). De ecologische toestand van De Leijen: De resultaten van 10 jaar maatregelen en monitoring. Grontmij / Adviseur Water en Natuur.
- Joustra A. (1953). Plantensociologisch onderzoek van de oost- en westoever van De Leijen. Verslag Bijvak Plantensociologie Paedagogiek. M.O.-B.
- AquaSense (2006). De Leijen: integrale rapportage over het ecologisch functioneren.