

# Het effect van windgedreven golfslag op ondergedoken waterplanten in Friesland's boezemmeren

*Jasper van Belle (Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek), Theo Claassen (Wetterskip Fryslân)*

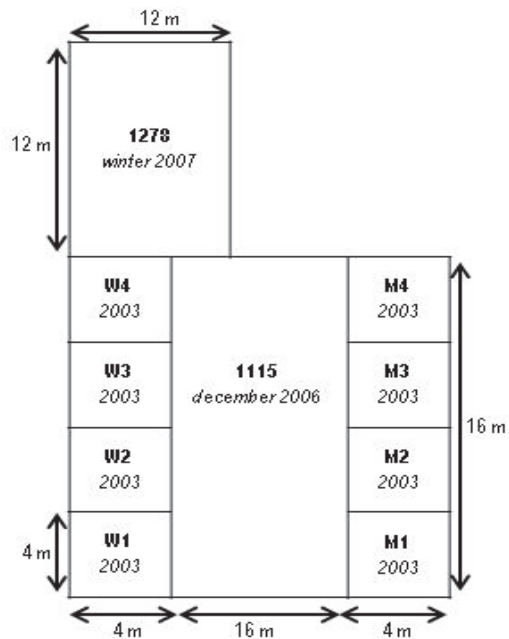
**In en rond de veenplas De Leijen, in het noordoosten van de Friese boezem, zijn in 2002 - 2007 bron- en effectgerichte maatregelen genomen ter verbetering van de waterkwaliteit. In 2004 is een introductieproef gestart met glanzig fonteinkruid. Nadat het door de vestigingsfase heen was geholpen breidde glanzig fonteinkruid zich sterk uit. De planten bleken echter erg gevoelig voor golfslag. Windgedreven golfslag lijkt in het noordoosten van de Friese boezem een sleutelrol te spelen bij het herstel van ondergedoken waterplanten. We verkennen welke consequenties dit heeft voor het perspectief van ondergedoken waterplanten in de Friese boezemmeren.**

De terugkeer van ondergedoken waterplanten is essentieel voor de omslag van troebel naar helder water. Waterplanten remmen waterbeweging zodat minder slib opwerfelt en het doorzicht toeneemt, ze bieden schuilgelegenheid aan roof- en jonge vis en macrofauna, en concurreren met algen om nutriënten. Het Friese meer De Leijen is ontstaan door veenwinning en is op veel plaatsen ondiep. Grote delen van het meer waren begin jaren '50 begroeid met ondergedoken waterplanten, met glanzig fonteinkruid (*Potamogeton lucens*) als meest algemene soort [1]. Vanaf het einde van de jaren '70 zijn de ondergedoken waterplanten hier geheel verdwenen [2] als gevolg van de verslechtering van de waterkwaliteit (eutrofiëring). In de periode 2002 – 2007 zijn in De Leijen maatregelen genomen om de ecologische toestand te verbeteren [3]. De meeste maatregelen waren gericht op vermindering van de nutriëntenbelasting van het meer. De nutriëntenbelasting is de belangrijkste factor voor de omslag van een stabiel troebel watersysteem naar een stabiel helder watersysteem [4]. Daarnaast is visstandbeheer uitgevoerd en is luwte gecreëerd bij de zuidoever door een deel af te sluiten met een half open palenrij. Binnen deze luwe zone zijn introductieproeven gedaan met glanzig fonteinkruid, om te onderzoeken of deze soort zich kan handhaven als ze door de verspreidings- en vestigingsfase heen geholpen wordt [6]. In dit artikel bespreken we de uitkomsten van het introductie-experiment en de implicaties hiervan voor de toekomst van spontaan herstel van ondergedoken waterplanten in de Friese boezemmeren.

## **Proefopzet**

De Leijen ligt acht kilometer ten noorden van Drachten. Dat plaatst De Leijen in het noordoosten van de Friese boezem, die globaal tussen Stavoren en het Lauwersmeer ligt. De Leijen is grotendeels minder dan 1,5 m diep, met (in de vaargeulen) een maximale diepte van 2,4 m. Ten behoeve van het introductie-experiment zijn enclosures aangebracht, omdat uit eerdere introductie-experimenten was gebleken dat dat de omstandigheden voor ondergedoken waterplanten verbetert. Ook zijn enclosures met hun gecontroleerde omstandigheden geschikt voor langjarige monitoring. Ze zijn gemaakt van onbehandelde houten palen en gaas met een

maaswijdte van 2 x 2 cm. In afbeelding 1 is de configuratie van de enclosures weergegeven, plus de codering en wanneer ze zijn aangebracht.



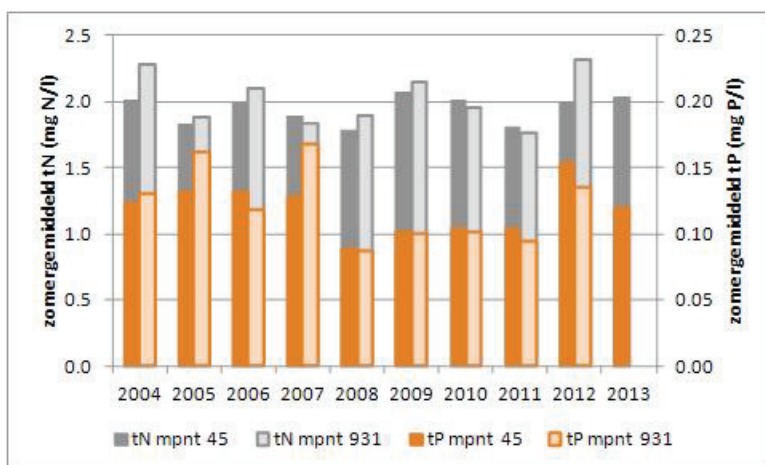
**Afbeelding 1. Configuratie, codering (vette tekst) en maten van de gebruikte enclosures, plus het moment waarop deze zijn aangebracht (cursieve tekst)**

In 2003 zijn twee rijen enclosures aangebracht tussen de palenrij en de zuidoever, dat zijn W1 t/m W4 en M1 t/m M4. Glanzig fonteinkruid is uitgezet in de W-reeks, de M-reeks was oorspronkelijk bedoeld voor een introductieproef met Driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*). Omdat deze niet aansloegen zijn de M-enclosures nadien ook gebruikt voor de proef met glanzig fonteinkruid. De enclosures 1115 en 1278 zijn in de loop van het experiment aangebracht, toen glanzig fonteinkruid al was aangeslagen in de W-serie. Enclosure 1115 maakte het glanzig fonteinkruid mogelijk zich in de beschutting uit te breiden richting de M-reeks. Enclosure 1278 was open voor vissen doordat het gaas niet doorliep tot op de bodem, maar was niet toegankelijk voor vogels doordat de bovenkant was overspannen met touw. Voor alle overige enclosures was de situatie omgekeerd: met gaas tot op de bodem waren ze afgesloten voor vissen, en van boven open en dus toegankelijk voor vogels. De waterdiepte in en om de enclosures bedroeg ca. 1,1 m, de waterbodem was stevig en bestond uit zand met een tot 10 cm dik sliblaagje. In de M-serie is een tot 1 cm dik laagje kokkelschelpen -.

De ontwikkeling van de planten is gevolgd door regelmatig de bedekking van glanzig fonteinkruid binnen de enclosures te inventariseren. Dit gebeurde twee maal per jaar: in mei/juni en in september. Tevens is een aantal maal vraat aan de planten vastgesteld, maar dit is niet systematisch vastgelegd.

## Waterkwaliteit in De Leijen

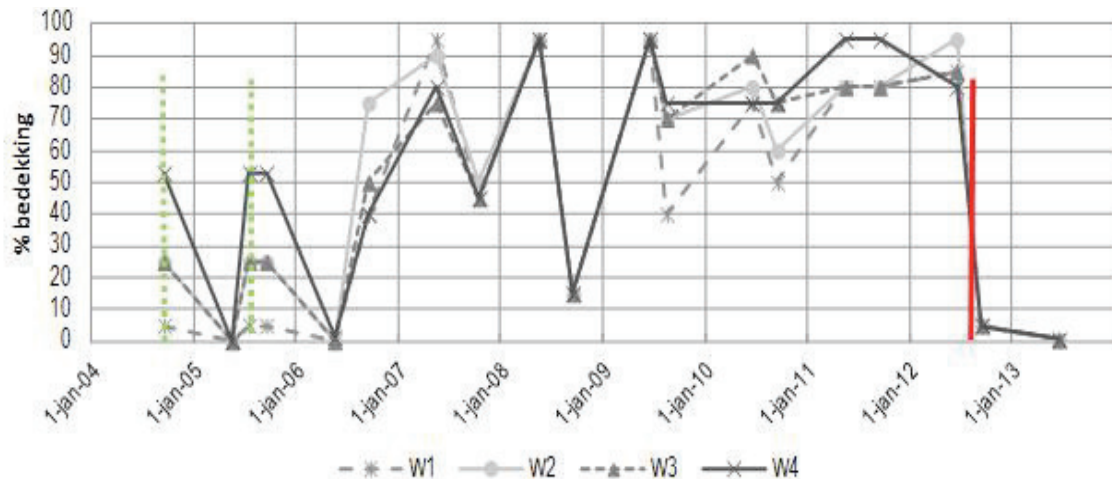
Gedurende de looptijd van het experiment (2004 t/m 2012) werd de fysisch-chemische waterkwaliteit maandelijks bepaald in het midden van De Leijen en bij de enclosures in de luwe zone tussen de palenrij en de oever. De waterkwaliteit bleek niet systematisch te verschillen tussen deze beide meetpunten. De palenrij blijkt dus weinig effect te hebben op de waterkwaliteit. Het water in De Leijen was zeer eutroof (afbeelding 2) en er is dan ook vrijwel jaarlijks algenbloei vastgesteld. Het doorzicht wordt in De Leijen echter vooral beperkt door zwevend stof, niet door algen. Bij de enclosures nam het zomergemiddelde doorzicht in de loop van de jaren gestaag toe van 28,3 cm in 2004 tot 45,8 cm in 2012 (afbeelding 5).



**Afbeelding 2. Zomergemiddelde gehalten totaal-fosfaat (tP) en totaal-stikstof (tN) in het midden van De Leijen (mpnt 45) en bij de enclosures (mpnt 931)**

## Introductie van glanzig fonteinkruid

In september 2004 werden losse planten glanzig fonteinkruid aangebracht in de W-serie, maar deze planten sloegen niet aan. Een tweede introductie volgde in juli 2005, waarbij de planten waren bevestigd in rekjes die zo'n 10 cm boven de bodem zweefden. Deze planten wortelden en sloegen aan (afbeelding 3), ondanks de matige omstandigheden: het doorzicht van 30 cm in combinatie met de waterdiepte van 1,1 m betekent dat waarschijnlijk te weinig licht voor plantengroei doordrong tot de bodem. De gebruikte hoeveelheid entmateriaal nam toe van enclosure W1 naar W4, maar dit bleek vanaf het jaar na enten geen effect meer te hebben op de bedekking in de enclosures. Twee jaar na de introductie bedekte glanzig fonteinkruid 75 – 95% van ieder van de vier enclosures in de W-serie. Hieruit blijkt dat glanzig fonteinkruid, binnen de beschermende omgeving van een gazen omheining, onder de toenmalige eutrofe omstandigheden goed kon groeien in De Leijen.



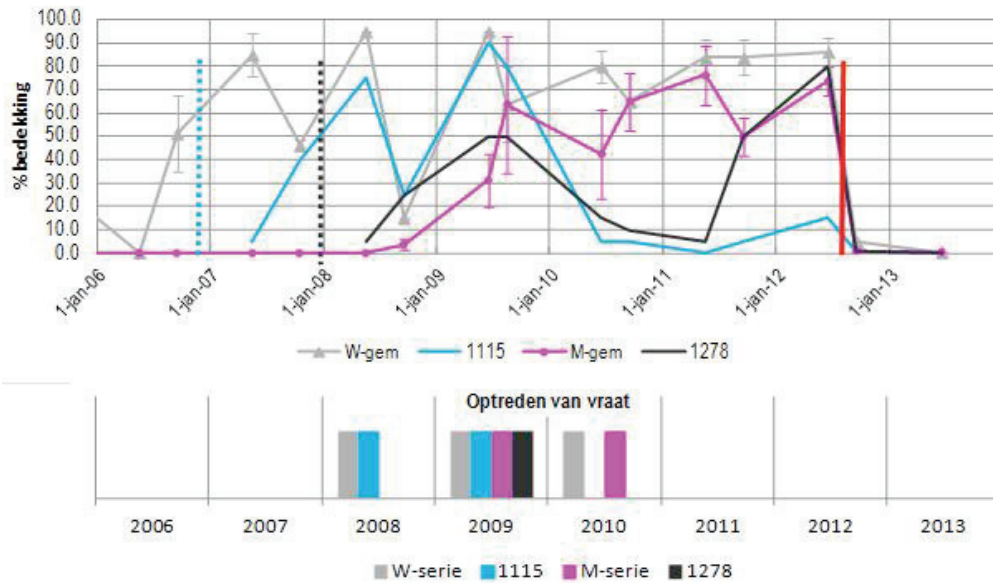
**Afbeelding 3. Ontwikkeling (geschatte bedekkingspercentages) van glanzig fonteinkruid na introductie in de W-enclosures**

De groene stippellijnen geven de momenten van de twee entingen weer en de rode lijn geeft aan wanneer het gas van de enclosures is verwijderd.

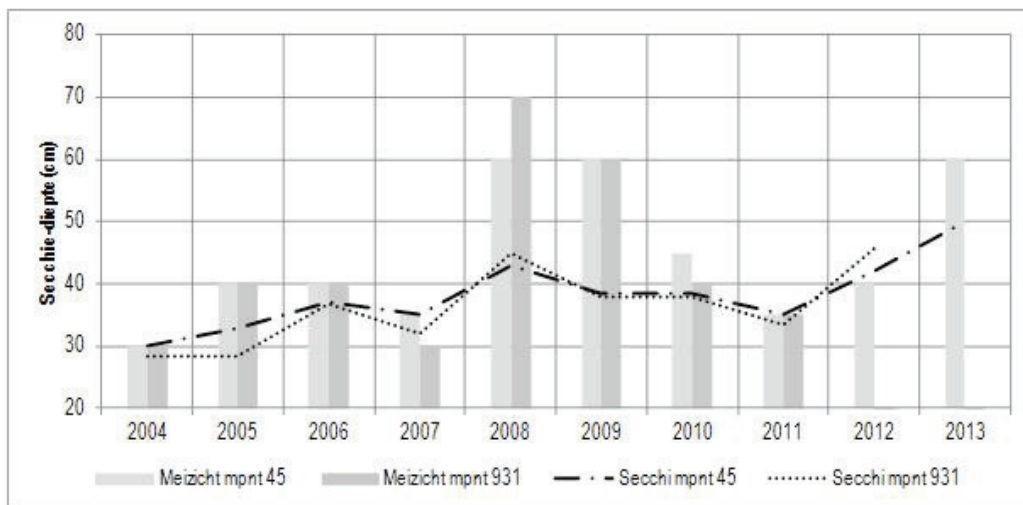
#### **Uitbreiding en de rol van doorzicht**

Op 5 september 2006 werd voor het eerst vastgesteld dat glanzig fonteinkruid zich voorzichtig uitbreidde buiten de enclosures. Daarop is enclosure 1115 gecreëerd in december 2006, zodat deze 'spontane' uitbreiding met en zonder grazende en/of bodemwoelende vissen kon worden gevolgd. Het volgende voorjaar (2007) werd voor het eerst vastgesteld dat de planten zich hadden uitgebreid in 1115, waarna de bedekking toenam tot waarden vergelijkbaar met die in de W-serie (afbeelding 4). In de winter van 2007 werd de vstoegankelijke enclosure 1278 geplaatst. Ook hier ontwikkelde glanzig fonteinkruid zich voorspoedig, waarbij ze werd geholpen door kennelijk gunstige groeiomstandigheden: 2008 is het enige jaar waarin substantiële uitbreiding buiten de enclosures werd vastgesteld. In dat jaar groeide de plant tot 1 à 1,5 m buiten de enclosures. Vanaf 2008 raakte ook de M-serie begroeid door uitbreiding vanuit enclosure 1115.

Glanzig fonteinkruid bleek zich onder de heersende condities, eenmaal aangeslagen, dus uit te kunnen breiden. Waarschijnlijk betreft het alleen vegetatieve uitbreiding; er zijn geen aanwijzingen voor kieming vanuit zaad. Dit kwam niet door een gebrek aan zaad, aangezien de planten volop bloeiden. Waarschijnlijk waren de omstandigheden onvoldoende voor kieming, met het geringe doorzicht als beperkende factor. Ook voor vegetatieve uitbreiding lijkt het doorzicht van belang, en dan vooral het doorzicht in het voorjaar: in het enige jaar met substantiële uitbreiding buiten de enclosures (2008) was het voorjaarsdoorzicht (meizicht in afbeelding 5) bij de enclosures aanzienlijk beter dan in de andere jaren. Voor het zomergemiddelde doorzicht gold dit deels ook, maar in mindere mate. In 2012 was het zomergemiddelde doorzicht bij de enclosures groter dan in 2008.



Afbeelding 4. Uitbreiding van glanzig fonteinkruid na vestiging (boven) en het optreden van vraat (onder)  
 De stippellijnen geven aan wanneer nieuwe enclosures zijn aangebracht (blauw = 1115, zwart = 1278). De rode lijn geeft aan wanneer de enclosures zijn verwijderd. Het optreden van vraat is kwalitatief weergegeven.



Afbeelding 5. Doorzicht in het midden van De Leijen (mpnt 45) en bij de enclosures (mpnt 931)  
 De lijnen geven het zomergemiddelde doorzicht weer, de staven het doorzicht in mei.

### Invloed van vogel- en vissenvraat

In de loop van het experiment is meerdere malen vastgesteld dat planten waren aangevreten (afbeelding 4). Dit gebeurde zowel in de enclosure die toegankelijk was voor vis (1278), als in die welke toegankelijk waren voor vogels (de rest). Vraat door vogels ging meestal gepaard met lagere bedekking in het najaar dan in het voorjaar. Dat patroon trad ook op in jaren dat geen vraat werd geconstateerd, maar het is niet zeker of dan geen vraat optrad of dat dit niet is opgemerkt. Hoe het ook zij, in het voorjaar na een jaar met waargenomen vraat heeft de

bedekking van glanzig fonteinkruid zich volledig hersteld. Vogelvraat leidde dus niet tot negatieve effecten op de overleving van jaar tot jaar.

Vraat door vissen, dus in enclosure 1278, is alleen in 2009 waargenomen. Hierbij was de bodem omgewoeld. In 2010 heeft glanzig fonteinkruid het moeilijk in enclosure 1278, maar in dat jaar wijkt de ontwikkeling van de planten in alle enclosures af van eerdere jaren. In 2010 lijkt dus een experiment-overstijgend effect te spelen. Vanaf 2011 neemt de bedekking in enclosure 1278 weer toe, zodat ook de opgetreden vissenvraat geen negatief effect heeft gehad op de overleving van glanzig fonteinkruid. De resultaten van het experiment duiden er dus op dat vraat wel leidt tot tijdelijke vermindering van de bedekking (en bovengrondse biomassa) van glanzig fonteinkruid, maar dat dit geen negatief effect op de overleving hoeft te hebben.

### **Ineenstorten zonder fysieke bescherming**

Ondanks de zeer eutrofe condities groeiden de planten dus goed binnen de gazen omheining. Zo goed zelfs, dat ze wel een 'stootje' door vraat konden weerstaan. Desondanks stortte de populatie in direct na het verwijderen van de enclosures in augustus 2012 (afbeelding 4). Eén tot anderhalve maand later, op 15 september 2012, werden nog maar lage dichtheden vastgesteld. In het volgende voorjaar waren de planten zo goed als verdwenen en in de zomer daarna werd geen spoor meer teruggevonden.

De planten bleken dus volledig afhankelijk van bescherming door de enclosures. Vermoedelijk zijn de planten na het verwijderen van de enclosures kapotgeslagen of uitgetrokken door (stuwende en zuigende) golven. Dit verschijnsel is eerder waargenomen in De Deelen [7]. De kritische massa van de begroeiing was blijkbaar nog te klein om de stuwende en zuigende windwerking te weerstaan. Uit de wetenschappelijke literatuur is bekend dat een overdaad aan nutriënten waterplanten gevoeliger kan maken voor mechanische beschadiging [8]. Slibrijke bodems maken planten gevoeliger voor ontworteling door grazende vogels of golven [9]. De voedselrijke omstandigheden lijken ook glanzig fonteinkruid dus gevoelig te maken voor golfslag.

### **Herstel van waterplanten in de Friese boezem**

Door saneringsmaatregelen is de nutriëntenbelasting van het Friese boezemwater de laatste twee decennia aanzienlijk teruggebracht. Dat heeft ondermeer geleid tot een sterke afname van het chlorofylgehalte [3]. In de zuidwestelijke boezemmeren speelt daarnaast de verbeterde kwaliteit van het IJsselmeerwater een grote rol. De Friese boezem wordt 's zomers vanuit het zuidwesten gevoed met IJsselmeerwater, dat vaak lagere nutriëntengehaltes en een groter doorzicht heeft dan het Friese water [10]. In jaren met veel inlaat en weinig algen in het IJsselmeer kan het doorzicht tot in het Sneekermeer aanzienlijk toenemen, tot 120 cm in mei 2011 [10].

De laatste jaren herstellen ondergedoken watervegetaties zich voorzichtig in het zuidwesten van de Friese boezem. Gezien de ervaringen met glanzig fonteinkruid in De Leijen is het de



vraag of dit ook verwacht mag worden in het noordoosten van Friesland. Om deze vraag te beantwoorden hebben we gekeken of het kennelijk doorslaggevend belang van golfslag voor glanzig fonteinkruid in De Leijen ook geldt voor ondergedoken waterplanten elders in de Friese boezem. Hiertoe hebben we voor de bekende groeiplaatsen van ondergedoken waterplanten in de Friese boezemmeren de expositie aan wind en golven in kaart gebracht (tabel 1).

**Tabel 1. De expositie aan wind en golven van alle in 2013 door Wetterskip Fryslân vastgestelde groeiplaatsen van ondergedoken waterplanten in de Friese boezemmeren (data Wetterskip Fryslân)**

*De expositie is uitgedrukt als de 'strijklengte' in meters: de afstand die de dominante zuidwestenwind over open water aflegt, voordat ze bij de groeiplaats aankomt. De meren zijn geordend naar hun positie in de Friese boezem, van het noordoosten (bovenaan) naar het zuidwesten.*

| Meer                    | Nederlandse naam   | Abundantie | Expo <sub>min</sub> (m) | Expo <sub>max</sub> (m) |
|-------------------------|--|------------|-------------------------|-------------------------|
| De Leijen               | -  | -          | -                       | -                       |
| Bergumermeer            | Schedefonteinkruid   | o          | 15                      | 15                      |
| Wijde Ee                | -  | -          | -                       | -                       |
| Alde Feanen*            | Glanzig fonteinkruid   | s - r      | 5                       | 400                     |
| Alde Feanen (petgaten)* | Krabbenscheer, Grof hoornblad, Smalle waterpest, Stomp fonteinkruid, Schedefonteinkruid, Gekroesd fonteinkruid, Gewoon blaasjeskruid | s - ld     | 0                       | 85                      |
| Groote Wielen           | Gewoon blaasjeskruid   | o          | 0                       | 250                     |
| Groote Wielen           | Stomp fonteinkruid   | o          | 10                      | 10                      |
| Terkaplester            | Gekroesd fonteinkruid  | r          | 50                      | 50                      |
| Poelen                  |  |            |                         |                         |
| Sneekermeer             | Stomp fonteinkruid   | r          | 250                     | 250                     |
| Sneekermeer             | Grof hoornblad   | r          | ?                       | ?                       |
| Koelvorder**            | Doorgroeid fonteinkruid  | lf         | 270                     | 700                     |
| Groote Brekken          | Schedefonteinkruid   | r - la     | 25                      | 200                     |
| Tjeukemeer              | Doorgroeid fonteinkruid  | o - la     | 50                      | 5.500                   |
| Tjeukemeer              | Schedefonteinkruid   | o          | 15                      | 5.500                   |
| Slotermeer              | Gewoon / Breekbaar kransblad   | r          | 4.200                   | 4.200                   |
| Slotermeer              | Glanzig fonteinkruid   | o - lf     | 200                     | 550                     |
| Slotermeer              | Schedefonteinkruid   | o - lf     | 200                     | 4.000                   |
| Slotermeer              | Doorgroeid fonteinkruid  | o - la     | 50                      | 2.500                   |
| Fluessen                | Schedefonteinkruid   | o          | 35                      | 2.100                   |
| Fluessen                | Doorgroeid fonteinkruid  | o          | 15                      | 100                     |

– niet van toepassing

\* data It Fryske Gea uit 2012

\*\* data uit 2014; abundantie in Tansley-codes

Uit tabel 1 blijkt dat ondergedoken waterplanten in het zuidwesten van de boezem wel op zeer geëxposeerde plaatsen kunnen groeien. Daar zijn dus andere factoren dan golfslag, zoals de bodemsamenstelling en/of het doorzicht, doorslaggevend.

In het voedselrijkere noordoosten van de Friese boezem blijkt het voorkomen van ondergedoken waterplanten vrijwel beperkt te zijn tot beschutte groeiplaatsen. Kennelijk is golfslag

een zeer belangrijke factor in de noordoostelijke Friese boezem. Dit komt overeen met de resultaten van de enclosureproeven in De Leijen. Die hebben laten zien dat de relatief hoge nutriëntenbelasting samen met wind en golfslag het ondergedoken waterplanten (fonteinkruiden) onmogelijk maken zich te handhaven na introductie, laat staan zich spontaan te vestigen. Het doorslaggevende belang van golfslag in de noordoostelijke boezem suggereert dus dat de nutriëntenbeschikbaarheid en het doorzicht in de gehele noordoostelijke Friese boezem nog onvoldoende (resp. te hoog en te gering) zijn.

Herstel van waterplantenbegroeiingen in het noordoosten is dan ook afhankelijk van vermindering van golfslag, of van verdere verbetering van de fysisch-chemische water- en/of waterbodemkwaliteit. De Friese waterkwaliteit is weliswaar sterk verbeterd in de periode 1980-2005, maar dat herstel zet sindsdien niet verder door. Het alternatief is vermindering van de golfslag door de strijklengte te verkleinen via morfologische herinrichting van waterlichamen. Dit vermindert de invloed van zwevend stof op het doorzicht en de fysieke stress van waterplanten. Grote ingrepen in de morfologie zijn echter ingrijpend en daarom duur en vaak niet wenselijk of haalbaar.

Het voorzichtige herstel van ondergedoken waterplanten in het zuidwesten van de Friese boezem betekent dus niet dat het nu ook wel goedkomt in het noordoosten van de boezem. Daarvoor zijn aanvullende maatregelen nodig. Daarbij wordt vooreerst gedacht aan een verdere nutriëntenreductie.

#### Literatuur

1. Bijkerk, W., Altenburg, W. & Claassen, T. (2004). Water- en oeverplanten in De Leijen. Inventarisatie macrofyten in 2003. A&W-rapport 436. Veewouden: Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek.
2. De la Haye, M., Pouw, E. van der, Dam, H. van & Claassen, T. (2012). Effecten van maatregelen tegen eutrofiëring in de De Leijen (Friesland). *H<sub>2</sub>O*, 2012 (7), 28-31.
3. Jaarsma, N., Klinge, M. & Lamers, L. (2008). Van helder naar troebel... en weer terug. STOWA-rapport 2008-4. Utrecht: STOWA.
4. Van Belle, J. & Postma, J. (2014). Eindevaluatie enclosureproeven De Leijen. Resultaten over 2004 t/m 2013. A&W-rapport 2025. Feanwâlden: Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek.
5. Claassen, T.H.L. & Meijer-Bielenin, I. (1998). Technisch document "Introductie van waterplanten bij herstelprojecten". Een kleinschalig experiment in het Izakswiid. Intern verslag. Leeuwarden: Wetterskip Fryslân.
6. Thannhauser-Douwma, M. (2010). Vegetatieontwikkeling in De Deelen 2003 t/m 2008, in het bijzonder in vier petgaten en acht enclosures. Rapport. Leeuwarden: Wetterskip Fryslân.
7. Zhu, G., Cao, T., Zhang, M., Ni, L. & Zhang, X. (2014). Fertile sediment and ammonium enrichment decrease the growth and biomechanical strength of submersed macrophyte *Myriophyllum spicatum* in an experiment. *Hydrobiologia* 727,109-120.



8. Schutten, J. (2005). Biomechanical limitations on macrophytes in shallow lakes. Proefschrift. Amsterdam: Universiteit van Amsterdam.
9. Claassen T.H.L. & Veeningen R. (2011). Heldere meren in Friesland in 2015: droom of werkelijkheid? Presentatie. Leeuwarden: Wetterskip Fryslân.