

# Verlanding in nieuwe petgaten van de Oostelijke Vechtstreek

**Wim Weijs &  
Bart van Tooren**

De laatste 20 jaar zijn in het kader van behoud en herstel van alle stadia in de verlanding van open water naar o.a. trilveen op veel plaatsen rond de Vechtplassen nieuwe petgaten gegraven. Het is een kostbare maatregel waarvan het uiteindelijke resultaat soms lange tijd onzeker zal blijven. Dit artikel beschrijft de ontwikkeling in 39 sinds 1989 gegraven petgaten in de Vechtstreek, doet voorspellingen voor de toekomstige ontwikkelingen en geeft aanbevelingen voor in de toekomst te graven petgaten.

Verveners hebben in de achttiende en negentiende eeuw reeksen petgaten uitgebaggerd in de polders van Ankeveen, Kortenhoef, Loosdrecht en Tienhoven. Waar de veenlaag dik was werden de petgaten diep en smolten door golferosie aaneen tot de huidige, gelijknamige plassen. In de Oostelijke Vechtstreek wigt het veen uit tegen de Gooise en Utrechtse stuwwal. Daar verlandden de 1-2 m diepe petgaten spontaan. Door de toevoer van kwel uit de stuwwal ontstonden trilvenen in een mesotroof, basenrijk milieu.

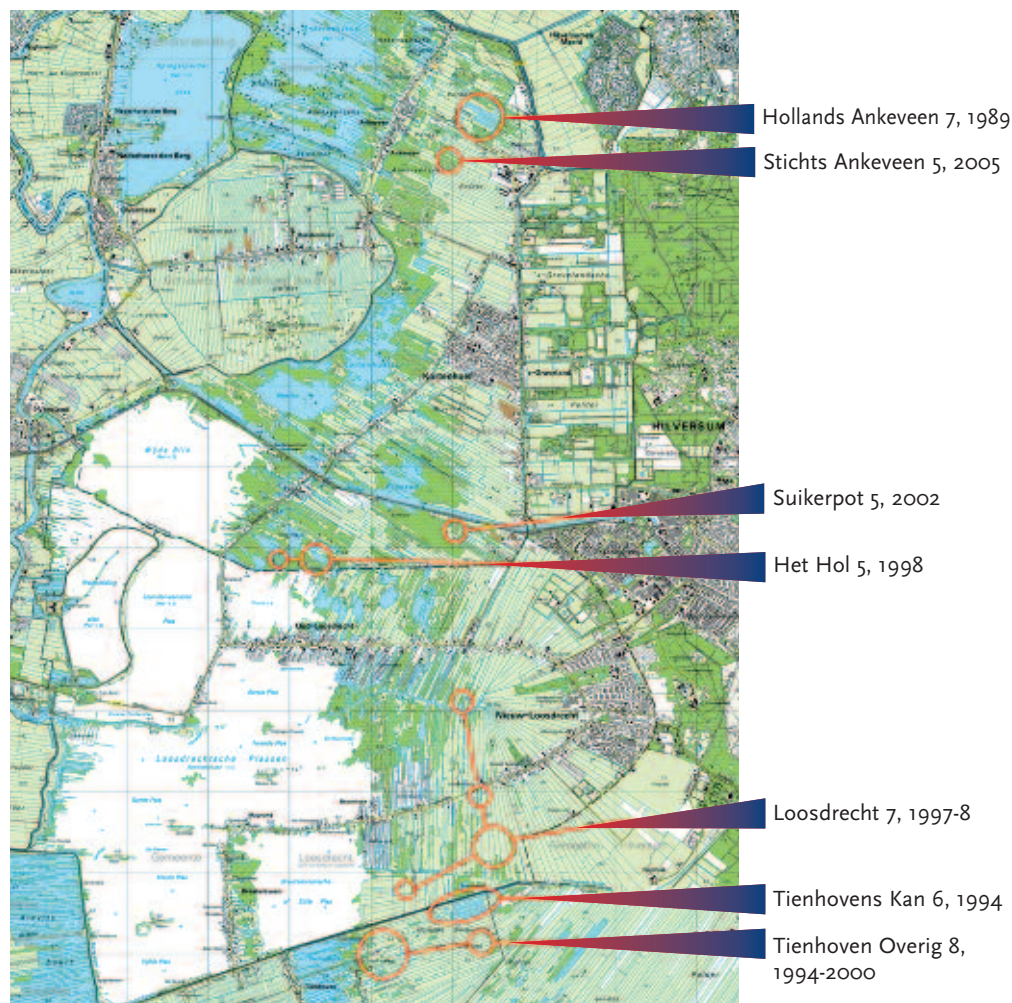
Hun waarde ligt vooral in het grote aantal (bedreigde) vaatplanten dat hier wordt aangetroffen. Door het toenmalige beheer (weinig bemesting, maaien, hakhout kappen) bleven de trilvenen lang in stand maar na WO II kwam vrijwel overal een einde aan het agrarische gebruik, met successie naar elzenbroekbos tot gevolg (Weijs, 2011). In de jaarlijks gemaaide trilvenen in de natuurreservaten versnelde de zure neerslag het natuurlijke verzuringsproces en kregen snelgroeiende veenmossen de overhand. Inmiddels is de verlanding in de plassen vrijwel tot stilstand gekomen, o.a. door een toenemende invloed van Rijnwater, zodat ook geen nieuw trilveen meer wordt gevormd. In de Vechtstreek resteren nog enkele tientallen hectaren verzuurd 'trilveen'.

Daarom zijn vanaf 1989 oude petgaten opnieuw uitgegraven, met als doel nieuwe beginstadia voor de verlandingsuccessie te creëren en de biodiversiteit te redden. Na verwijdering van de elzen werd het secundair veen, waarmee petgaten inmiddels geheel of gedeeltelijk waren opgevuld, tot op het zand uitgegraven. Sporadisch toegepaste varianten hierop waren (1) het verwijderen van zand om meer variatie in diepte te krijgen, (2) het laten zitten van een deel van het veen of van de kragge, (3) het maken van (echt) nieuwe petgaten in niet verveende graslanden.

De ingrepen leken alles mee te hebben: terugzetten van successie was een geaccepteerde methode, elzenbroek was faunistisch en floristisch arm, het open landschap van de jaren 50 werd hersteld en cultuurhistorisch zat het ook wel snor, want de middel-eeuwse verkavelingspatronen bleven intact. Ook het waterschap verwelkomde nieuwe wateren. Slechts een enkele geoloog klaagde over de teloorgang van aardkundige waarden (bij het doorgraven van dekzandduinen), een enkele bosbioloog en buurtbewoner over het verdwijnen van bos.

De vraag is nu of deze petgaten, die heel veel geld hebben gekost, op hun doel, 'nieuw trilveen', afkoersen. Daarom is in 2012 de samenstelling bepaald van het (oppervlakte)water van alle in de Vechtstreek door Natuurmonumenten tussen 1989 en 2005 gegraven petgaten (kader 1). Tevens is het voorkomen van sieralgen, kranswieren en vaatplanten onderzocht om de ontwikkeling van het milieu verder in kaart te brengen en de biodiversiteit vast te leggen.

Deze momentopname is waar mogelijk vergeleken met oudere data, inclusief luchtfoto's. Van de meeste petgaten zijn in het verleden vegetatieopnamen van de waterplanten gemaakt, en is de pH en het elektrisch geleidingsvermogen (EGV) gemeten; één petgat (Hollands Ankeveen) ligt in het



**Fig. 1.** Onderzochte petgaten in de Vechtstreek. Bij elke groep is vermeld de naam van het gebied, het aantal gegraven petgaten en het jaar van uitgraven.

## Kader 1. Analyses waterkwaliteit

De wateranalyses zijn mei en augustus 2012 uitgevoerd. Van belang voor de verlanding is ten eerste de trofiegraad, bepaald door de concentraties van nutriënten; de helderheid van het water is hier vaak direct aan gekoppeld. Gemeten zijn de concentraties van totaal fosfor, opgelost fosfaat ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ), ammonium, nitraat. De N- en P-waarden in de petgaten liepen uiteen van zwak mesotroof tot hypertroof, en waren onderling sterk gecorreleerd. Ten tweede is van belang de lithocliniteit, de gelijkheid van het petgatwater met grondwater (lithoclien). Kwelwater, dat in de petgaten opwelt en via sloten wordt aangevoerd, is goed gebufferd, rijk aan calcium en arm aan chloride en sulfaat. De lithocliniteit is bepaald volgens van Wirdum (1991). Met deze methode kan ook een indruk worden gekregen van de mate van bijmenging met regenwater en/of oppervlakte- (Rijn)water. De lithocliniteit is de overeenkomst in de concentraties van  $\text{H}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  en het EGV tussen het monster en referentie-grondwater. Aan deze methode is de voorkeur gegeven boven de gebruikelijke ionenratio + EGV, omdat ze (bijna) alle relevante ionen in rekening brengt, en in één getal, geschikt voor verdere analyse, resulteert.

meetnet van het waterschap. Er zijn 39 petgaten onderzocht (fig. 1), samen 26 ha, in zeven natuurgebieden; hun leeftijd varieert van 24 jaar (Hollands Ankeveen) tot 7 jaar (Stichts Ankeveen) (voor volledige resultaten zie Weijs, 2013).

### Waterkwaliteit

De kerngedachte achter de projecten was dat in een geschikt watermilieu de verlandingsuccessie naar trilveen vanzelf op gang zou komen. De petgaten werden immers voorzien van gebiedseigen kwel- en regenwater. Maar de toevoer van kwelwater staat onder druk, door verstening op de stuwwal

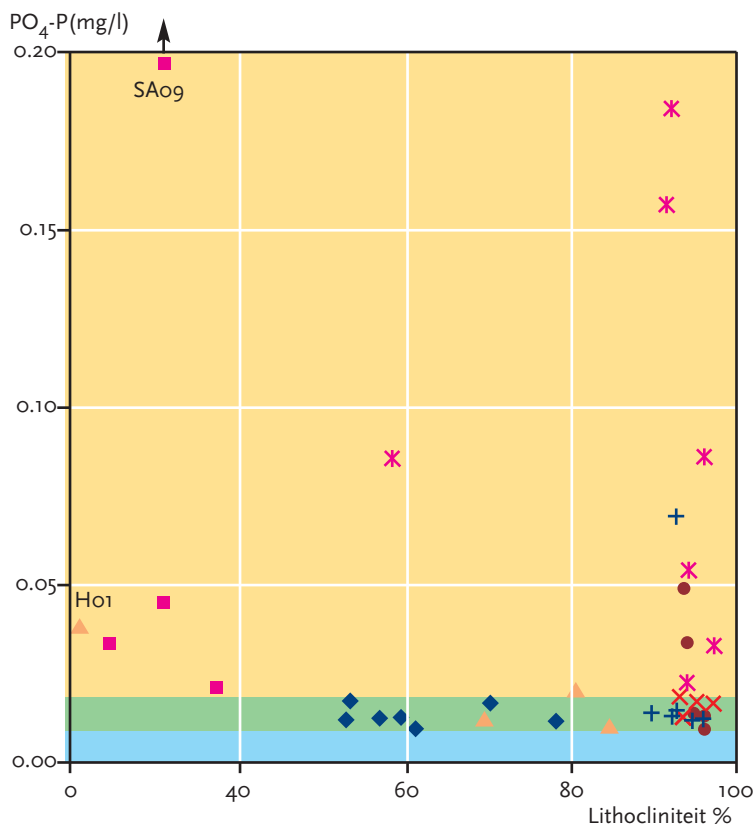
en grondwaterwinning. Watertekorten worden aangevuld via het slootsysteem, meestal zo, dat de afstand van het petgat tot de polderinlaat maximaal is, om de invloed van voedselrijk boezemwater te minimaliseren. Toch blijven risico's op eutrofiëring bestaan, door oppervlaktewater maar ook door verrijkt kwelwater. Bovendien grenzen de petgaten van Stichts Ankeveen, Loosdrecht en Tienhoven Overig aan graslanden met een historie van beweiding en bemesting, met kansen op uitspoeling van nutriënten. In figuur 2 is van elk petgat de trofiegraad (fosfaat) en de invloed van kwelwater (lithocliniteit) aangegeven (kader 1). Lamers et al.

(2010) geven 0,03 mg/l als maximale fosfaatwaarde waarbij nog mesotrafente verlanding kan optreden; voor de lithocliniteit is de grenswaarde 80% gehanteerd. Het water in de helft van de petgaten (alle in de Suikerpot en Tienhoven (Kan. + Ov.), twee in Loosdrecht en twee in Het Hol) voldoet aan beide kwaliteitseisen, mesotroof en lithoclien. Kwelwater kan verdund worden door regenwater en ingelaten oppervlaktewater. Uit oude gegevens uit Hollands Ankeveen blijkt, dat het kwelwater hier geleidelijk door regenwater is vervangen, waarschijnlijk door onvoldoende aansluiting op het slotensysteem. Ook twee geheel geïsoleerde petgaten, één in Het Hol en één in Loosdrecht tonen een in de loop der jaren toenemende invloed van regenwater, blijkend uit een afnemend EGV ( $< 100 \mu\text{S}/\text{cm}$ ). In al deze petgaten liggen de calciumconcentraties ver onder de waarde (40 mg/l) die noodzakelijk wordt geacht voor de watervoorziening van (toekomstig) trilveen (van den Broek & Beltman, 1994; Cusell et al., 2013). In Stichts Ankeveen en één petgat in Het Hol is juist de invloed van inlaatwater duidelijk merkbaar, blijkend uit de gelijkheid met Rijnwater. De petgaten in Loosdrecht worden goed voorzien van grondwater, maar hun trofiegraad is doorgaans hoog, mogelijk door inspoeling van nutriënten vanaf de legakkers.

### Sieralgen

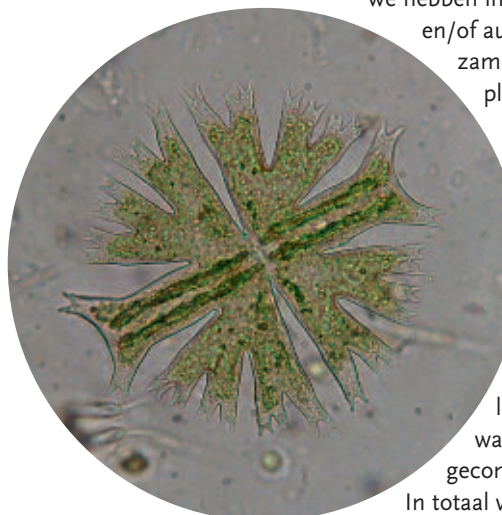
Het merendeel van de soorten sieralgen heeft een meer of minder smalle ecologische amplitude, waarbij de mate van buffering van het water vaak bepalend is. Slenkjes in trilvenen behoren in Nederland tot de voor sieralgen meest soortenrijke habitats. De diversiteit en samenstelling van de sieralgenflora zou dus tot op zekere hoogte voorspellend kunnen zijn voor een ontwikkeling in de richting van trilveen (foto 1).

We hebben in alle petgaten in juni en/of augustus monsters verzameld met een fijnmazig planktonnet (maaswijdte 35  $\mu\text{m}$ ). Waar mogelijk werden hierbij ook geschikte plantensoorten uitgeknepen, maar incidenteel was het uitsluitend mogelijk om plankton te verzamelen in onbegroeid water. De monsters zijn geconserveerd in formaline. In totaal werden 162 soorten en



**Fig. 2.** De gemiddelde concentratie van opgelost fosfaat en de gelijkheid met grondwater (lithocliniteit) van de petgaten in mei en augustus 2012. Fosfaatconcentratie: blauw: oligotroof, groen: mesotroof, geel: eutroof (Stuyfzand, 1993). HAnk (◆) en SAnk (■, SA) = Hollands en Stichts Ankeveen; Ho1 (▲, H) = Het Hol; Loo (✱) = Loosdrecht; Sui (✕) = Suikerpot; TienKan (●) en TienOv. (+) = resp. Tienhovens Kanaal en Tienhoven, Overige.

**Foto 1.** *Microsterias crux-melitensis*, een in verlandingsvegetaties in het laagveen veel voorkomende sieralgensoort (foto: Bart van Tooren).





nog eens 10 extra variëteiten aangetroffen. Het aantal soorten in de petgaten varieerde van nul of hooguit enkele (o.a. Stichts Ankeveen) tot maximaal 60 (Tienhoven). Opvallend was dat in vrijwel alle petgaten de sieralgen een matig gebufferd milieu indiceerden. De variatie zat vooral in het aantal en de specificiteit van de aangetroffen soorten. Uitzonderingen waren de al genoemde petgaten in Stichts Ankeveen waar vooral enkele sieralgen (zoals *Staurostrum planctonicum*) van een sterk geëutrofeerd milieu voorkwamen en twee petgaten in het Hol waar, vermoedelijk door isolatie, enkele soorten van een ongebufferd milieu aanwezig waren (zoals *Cosmarium amoenum*). Van de 162 gevonden soorten staan er 14 op de door Coesel & Meesters (2007) opgestelde Rode Lijst. Er zijn 21 soorten gevonden die in Nederland vooral of vrijwel uitsluitend worden aangetroffen in trilvenen, en hiervan staan er 13 op de Rode Lijst. Vrijwel alle gevonden Rode Lijstsoorten zijn dus kenmerkend voor trilveen. Het hoogste aantal soorten (60) en ook het grootste aantal voor trilveen kenmerkende soorten (zeven) werd aangetroffen in een smal petgat langs het Tienhovens Kanaal (foto 2a). De voor sieralgen best ontwikkelde petgaten bevonden zich vrijwel alle in Tienhoven.

### Waterplanten

Per petgat zijn de voorkomende soorten waterplanten, inclusief kranswieren, en hun abundanties (volgens Tansley) opgetekend en waar mogelijk vergeleken met oude opnamen. In 2012 zijn 46 soorten (incl. kranswieren en aquatische (lever)mossen) in de petgaten waargenomen. Hiervan zijn er 22 aangemerkt als indicatoren voor een zwak-eutroof of mesotroof milieu. Voorbeelden zijn bepaalde kranswieren en smalbladige fonteinkruiden. In veel petgaten breiden kranswieren zich uit in de eerste jaren na het graven, vooral Gewoon en Breekbaar kransblad (*Chara vulgaris* en *C. globularis*). Na een paar jaar verdwijnen deze pioniers meestal weer. Ook Smalle waterpest (*Elodea nuttallii*) vestigt zich doorgaans snel. In 1/3 van de petgaten zijn inmiddels alle onder water groeiende waterplanten verdwenen. In een klein aantal hiervan was het water in 2012 troebel door groenalgen; de vier petgaten van Stichts Ankeveen vertoonden zelfs bloei van cyanofyten (blauwwieren). In grofweg 1/3 van de petgaten komt Smalle waterpest juist tot volledige dominantie en hoge bedekkingen. Alleen in het resterende 1/3 deel is een meer gevarieerde onderwaterbegroeiing ontstaan.



### Voorbeeld van een geslaagd en mislukt petgat.

**Foto 2a, boven.** Petgat To1 (Tienhovens Kanaal) heeft aan de zuidzijde (voorgrond) een flauw, weinig talud vanaf de werkweg (1) met opschietende wilg en els. Achter de zich over de waterbodem uitbreidende Snavelzegge (3) heeft zich sinds enkele jaren een vegetatie van Draadzegge gevestigd (2). Langs de veel steilere kanaaldijk, op de achtergrond, breidt Riet zich uit over de bodem. Dit petgat heeft de grootste diversiteit aan sieralgen (foto: Wim Weijs).

**Foto 2b, onder.** De zuidoever van petgat SA11 in Stichts Ankeveen is zeer steil en er groeien geen moerasplanten. Ook het water is leeg, op cyanofyten na. Vroegere bemesting en beweiding zijn debet aan de begroeiing met Pitrus en Akkerdistel (foto: Wim Weijs).



Witte waterlelie (*Nymphaea alba*) en Gele plomp (*Nuphar lutea*) koloniseerden de petgaten meer geleidelijk; ze komen in de helft van de petgaten in bedekkingen >5% voor, ook in petgaten zonder submerse begroeiing. Indicatorsoorten werden alleen in redelijke aantallen gevonden in de petgaten van Hollands Ankeveen en Tienhoven (fig. 3). Krabbenscheervelden zijn welbekende beginstadia voor verlanding. Helaas is Krabbenscheer (*Stratiotes aloides*) in de laatste 10 jaar sterk achteruit gegaan in de Vechtstreek. In veel van de onderzochte petgaten is hij in het verleden waargenomen,

maar hij heeft nergens stand gehouden. Figuur 4 laat de ontwikkelingen in de tijd zien. De meeste petgaten zijn zeer soortenarm gebleven. Dit geldt ook voor Hollands Ankeveen, waar de situatie aanvankelijk veelbelovend leek, ook wat betreft sieralgen (Coesel, 2001). Een uitzondering vormen de meeste petgaten in Tienhoven. Daar zijn de laatste 10 jaar onder andere kritische kranswiersoorten verschenen, en verder Brede waterpest (*Elodea canadensis*), Krans- en Aarvederkruid (*Myriophyllum verticillatum* en *M. spicatum*) en Naaldwaterbies (*Eleocharis acicularis*).

### Moerasplanten en verlanding

Voor de oevers van elk petgat en eventueel gevormde kraggen is bepaald welke soorten er voorkomen en in welke mate (Tansley-schatting). Oude opnamen waren niet beschikbaar.

Er zijn 93 soorten moerasplanten waargenomen; 7 tot 45 per petgat. De petgaten van Tienhoven scoorden ook hier het hoogst, die van Het Hol en de Suikerpot het laagst. In deze laatste twee gebieden grenzen de petgaten uitsluitend aan oude, verzuurde legakkers en kraggen. Er zijn 16 soorten aangemerkt als karakteristiek voor verlanding onder mesotrofe tot zwak eutrofe condities. Deze komen vooral voor in Tienhoven, Het Hol en Hollands Ankeveen, terwijl ze in de Suikerpot, Stichts Ankeveen en Loosdrecht vrijwel ontbreken (fig. 3).

Per petgat zijn de gemiddelde breedte en taludhelling bepaald, de laatste door metingen van de diepte van de vaste bodem op 1 m afstand van de waterlijn. De diepte van de petgaten varieerde van 0,6 – 2,0 m en is niet systematisch bepaald. Aan de hand van opmeting in het veld en luchtfoto's, gemaakt op 3-4 tijdstippen tussen 1997 en 2011, is nagegaan in welke mate verlanding, dat wil zeggen aangroei van velden moerasplanten als kragge of over de bodem, heeft plaatsgevonden. Per petgat is de gemiddelde

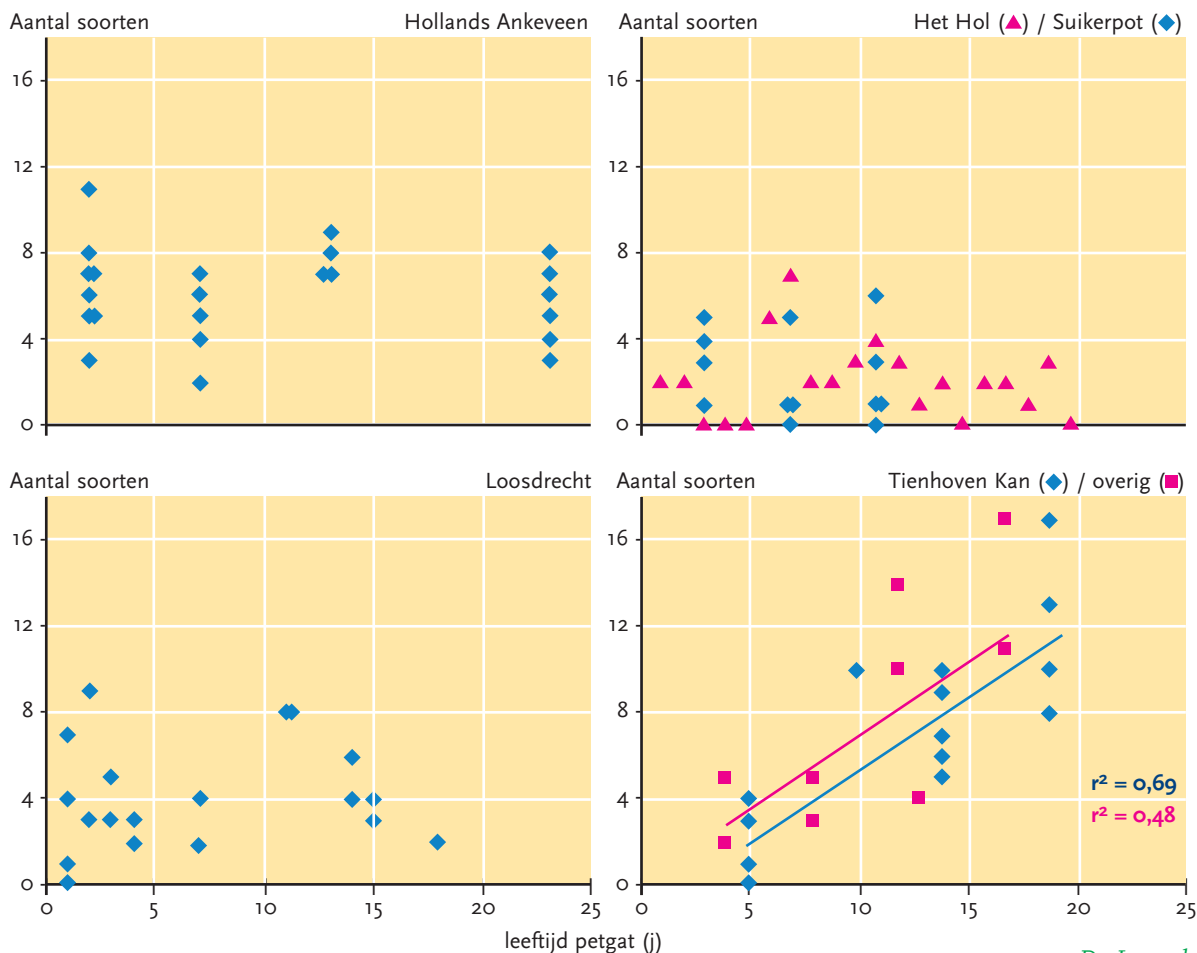
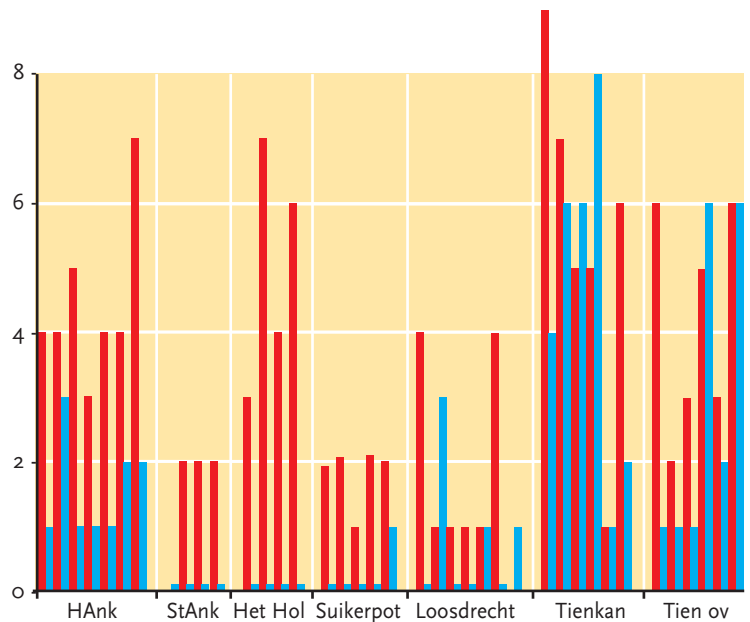
breedte van deze aangroei bepaald. Deze varieerde in 2012 van 0 m in Stichts Ankeveen tot (gemiddeld) 1,7 m voor de petgaten van zowel Loosdrecht als Tienhoven. In Het Hol en de Suikerpot hebben de meeste petgaten steil afgesneden oevers, gevormd door veenbos of verzuurd trilveen op oude kragge. Daar vindt helemaal geen verlanding plaats. Hetzelfde geldt voor Stichts Ankeveen, waar de steil uitgestoken petgaten aan vervuilde legakkers grenzen (foto 2b).

Verlanding door vorming van (drijvende) kraggen vanaf de legakkers komt alleen op

grote schaal in Hollands Ankeveen voor. De nu 1-4 meter brede kraggen zijn op luchtfoto's niet goed op te meten, maar onze waarnemingen en die van A. Bouman (mond.) wijzen erop, dat ze de laatste jaren weinig of niet meer aangroeien.

In Loosdrecht, Tienhoven en in een enkel petgat in de Suikerpot breiden moerasplanten zich alleen onder water over een flauw hellend talud van zand of restveen uit, soms in een hoog tempo (fig. 5; foto 3). In Loosdrecht zijn Kleine en Grote lisdodde de pioniers, en vormt Liesgras aan de landzijde een opdrijvende kragge. Het voedselarmere

**Fig. 3.** Aantallen gevonden indicatorsoorten, kenmerkend voor een mesotroof tot licht eutroof milieu, onder de water- en moerasplanten (aquafyten (■) en helofyten (■)).



**Fig. 4.** Ontwikkelingen in het aantal soorten waterplanten per petgat in de tijd. Elk punt stelt één petgat voor. Om de figuur helder te houden zijn de punten per petgat niet met elkaar verbonden. Alleen in Tienhoven is er een toename van diversiteit.

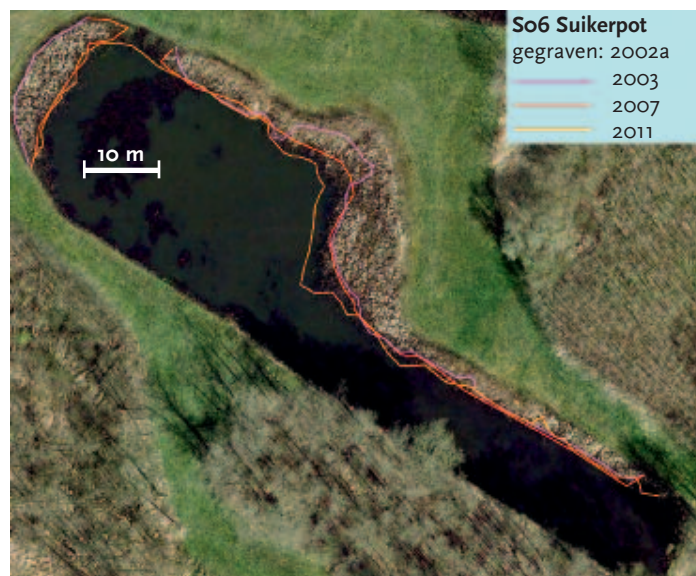
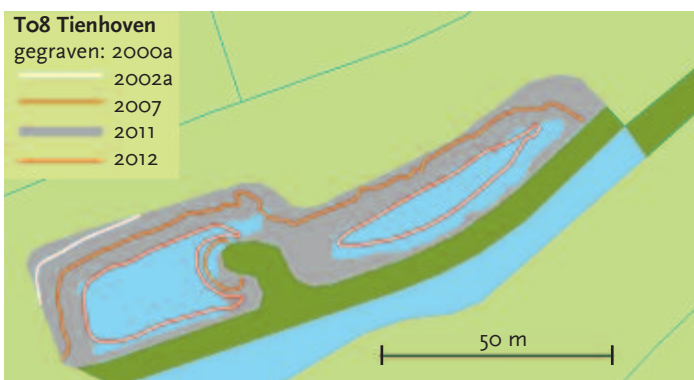


**Fig. 5.** Na het graven van dit zeer ondiepe petgat in Tienhoven Ov. (To8) in 2000 begon de groei van een inmiddels 12 m brede verlandingszone van Snavelzegge en Paddenrus langs de bodem. Sinds kort is ook hier Draadzegge verschenen. Twee zaken bedreigen dit petgat. Door een beperkte doorspoeling met slootwater neemt de invloed van regenwater toe ten koste van kwelwater. Bovendien zijn de indertijd afgezette elzen weer hoog opgegroeid en geven schaduw en strooisel.

Aan beide problemen wordt gewerkt.

**A (rechts):** Overzicht (foto: Wim Weijs).

**B (onder):** Grens van de kragge, aan de hand van luchtfoto's en meting op het ijs.



**Foto 3 (rechts).** In petgat So6 in de Suikerpot groeien Riet en Kleine lisdodde langs een flauw talud van restveen het water in. De zuidwestoever is steil afgestoken en laat geen enkele aangroei zien (foto: Google Earth).

ondiepe water van Tienhoven wordt meestal gekoloniseerd door Riet (*Phragmites australis*) en Kleine lisdodde. In een enkel petgat hebben de mesotrafente Snavelzegge (*Carex rostrata*) en Paddenrus (*Juncus subnodulosus*) de overhand gekregen. Op de drassige overgang naar de legakker treffen we dan Waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*), Rietorchis (*Dactylorhiza praetermissa*) en Moeraskartelblad (*Pedicularis palustris*) en in twee petgaten ook Klein blaasjeskruid (*Utricularia minor*). In één van die twee breidt zich nu een zone van Draadzegge (*Carex lasiocarpa*) achter de Snavelzegge uit. Hierin zou men een eerste ontwikkeling in de richting van trilveen kunnen zien (foto 2a). Dit is ook het petgat waar het grootste aantal soorten sieraalgen werd aangetroffen.

#### Verband tussen vegetatie en standplaatsfactoren

Om vast te kunnen stellen, welke abiotische factoren de kans op een goede ontwikkeling bepalen is een stapsgewijze multiële regressie-analyse uitgevoerd op de gecombi-

neerde data (tabel 1). In de linkerkolom staan de biotische, te verklaren variabelen. Hiertoe is ook het doorzicht gerekend, omdat dit grotendeels door algengroei is bepaald. In de rechterkolom staan acht geselecteerde abiotische variabelen die de waterkwaliteit en de vorm van het petgat beschrijven, de verklarende variabelen. Voor elke biotische variabele kiest het regressiemodel eerst de sterkst correlerende abiotische variabele; indien deze correlatie statistisch significant is, wordt berekend met welke volgende variabele de nog overblijvende spreiding rond de regressielijn (de residuen) het best correleert. Indien ook die correlatie significant is, wordt ze aan de verklaring toegevoegd; de procedure wordt herhaald tot geen significant correlerende variabelen meer gevonden worden. Op deze wijze worden stapsgewijs de belangrijkste verklarende variabelen voor een verschijnsel geselecteerd.

Het doorzicht wordt bepaald door de (onderling sterk correlerende) P en/of PO<sub>4</sub>-waarden en de mate van lithocliniteit.

Voor de diversiteit van de sieraalgenflora is naast watersamenstelling ook de taludhelling van belang. Op een flauw talud komen veel water- en moerasplanten voor, waar veel soorten zich aan hechten. De regressievergelijkingen voor doorzicht en voor aantal aanwezige soorten sieraalgen hebben een hoge verklarende waarde ( $r^2$ ). De aanwezigheid van een soortenrijke flora van water- en moerasplanten, inclusief soorten die een mesotroof milieu prefereren wordt in ongeveer gelijke mate bepaald door de helling van het talud en door de fosforconcentratie. Flauwe taluds en fosforarm water leveren veel soorten op, waaronder veel mesotrafente. Ook hier is het percentage verklaarde variatie verrassend hoog. Niet alleen moerasplanten, maar ook sommige soorten waterplanten zijn tot op zekere hoogte afhankelijk van een luwe zone met moerasplanten.

Voor de mate van verlanding, dat wil zeggen de groei van moerasplanten, over de bodem en als kragge, was alleen de taludhelling van belang, en de correlatie is sterk. Dat komt

| afhankelijke variabele |                          | onafhankelijke variabelen |         |          |         | geteste variabelen    |                                         |
|------------------------|--------------------------|---------------------------|---------|----------|---------|-----------------------|-----------------------------------------|
|                        |                          | var 1                     |         | var 2    |         | multipelere regressie |                                         |
|                        |                          | naam                      | sign p  | naam     | sign p  | r <sup>2</sup>        | sign p                                  |
| doorzicht              |                          | +rLi                      | < 0.001 | -P tot   | < 0.010 | 0,48                  | < 0.001                                 |
| sieralgen              | aantal soorten           | -P tot                    | < 0.001 | -talud   | < 0.001 | 0,50                  | < 0.001                                 |
|                        | aantal RL+TV soorten     | -P tot                    | < 0.010 | -rAt     | < 0.020 | 0,29                  | < 0.010                                 |
| aquafyten              | aantal soorten           | -talud                    | < 0.001 | -P tot   | < 0.050 | 0,48                  | < 0.001                                 |
|                        | aantal mesotrofe soorten | -talud                    | < 0.001 | -P tot   | < 0.010 | 0,39                  | < 0.001                                 |
|                        | % bedekking submers      | +rLi                      | < 0.005 |          |         | 0,21                  | < 0.005                                 |
| helofyten              | aantal soorten           | -talud                    | < 0.001 | -fosfaat | < 0.020 | 0,45                  | < 0.001                                 |
|                        | aantal mesotrofe soorten | -Ptot                     | < 0.002 | -talud   | < 0.020 | 0,31                  | < 0.002                                 |
|                        | gemiddeldeN-waarde       | +breedte                  | < 0.001 |          |         | 0,35                  | < 0.001                                 |
| kragge                 | gemiddelde breedte       | -talud                    | < 0.001 |          |         | 0,46                  | < 0.001                                 |
|                        |                          |                           |         |          |         |                       | stapsgewijze multipelere regressie n=39 |

**Tabel 1.** Stapsgewijze multipelere regressieanalyse, waarmee de belangrijkste biotische variabelen worden gekoppeld aan abiotische kenmerken van de petgaten. De + en – tekens geven aan of een correlatie positief dan wel negatief is. De p-waarden geven de kans, dat de gevonden verbanden op toeval berusten. Voorbeeld: het aantal soorten moerasplanten wordt bepaald door de taludhelling (hoe grotere hoek (steiler), hoe minder soorten, dus – talud) en in tweede instantie door de fosfaatconcentratie (hoe hoger, hoe minder soorten, dus – fosfaat).  $r$  = multipelere correlatiecoëfficiënt,  $r^2$  = de fractie van de variantie in het soortenaantal, in dit geval 45%, die door deze twee factoren wordt verklaard. RL = Rode Lijst; Tv = trilveen.

omdat de meeste moerasplanten zich in de onderzochte petgaten uitbreiden over de bodem, en dat gaat het snelst langs een flauw talud (fig. 6). Het maakt daarbij niet uit of dit uit zand bestaat of uit restveen.

### Discussie en aanbeveling

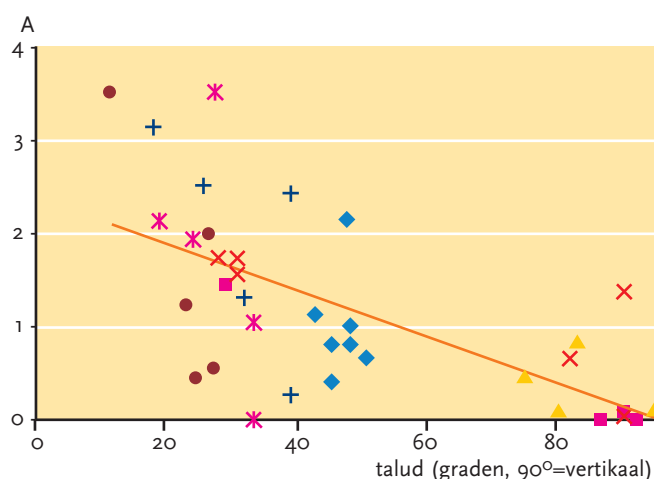
Het was niet te verwachten dat in de 7-24 jaar oude petgaten al trilveen zou zijn gevormd. Dit kan in de toekomst wel gebeuren als de juiste waterkwaliteit is bereikt en verlanding op gang is gekomen. Nu blijkt dat in slechts de helft van de 39 onderzochte petgaten de waterkwaliteit op orde is, met name in Tienhoven en de Suikerpot. In vijf van de Tienhovense petgaten is een duidelijk mesotrafente verlanding gaande; in de overige petgaten van dit gebied lijkt dit, gezien de ontwikkeling van de waterflora, tot de mogelijkheden te behoren. De vraag is nu of zich hier mossen gaan vestigen en er een trilveen gaat ontstaan. Helaas bestaat het mosdek, dat zich onder dergelijke omstandigheden vormt tegenwoordig, ook in Overijssel, niet uit de voor trilveen karakteristieke schorpioenmosses, maar uit

Gewoon puntmos (*Calliergonella cuspidata*). Dat is een wegbereider voor snelgroeiende veenmossoorten en verzuring (Kooijman & Bakker, 1994). Anders dan in Tienhoven groeiden de wateren in de Suikerpot dicht met Smalle waterpest; de oevers van de petgaten zijn steil en vanaf de legakkers en randen van de (afgesneden) kragge is geen enkele tendens tot nieuwe kraggevorming te zien. In de petgaten met onvoldoende waterkwaliteit gaat het evenmin goed. In Hollands Ankeveen is de aanvankelijke rijkdom aan sieralgen (Coesel, 2001) gebleven, maar de waterflora vertoont geen toename aan diversiteit. Langs de meeste oevers hebben zich kraggen gevormd, maar de groei daarvan lijkt gestopt te zijn. In Het Hol en Stichts Ankeveen zijn de petgaten leeg, de oevers steil en groeien de moerasplanten niet of nauwelijks het water in. In Loosdrecht zijn grote Riet- en Kleine lisdoddevelden gevormd op de flauwe taluds, maar het water is leeg en de oevers zijn zeer voedselrijk. Verlanding, ook bij goede waterkwaliteit, blijft niet alleen in de Vechtstreek uit, maar in heel

Nederland (Lamers et al., 2010). Eén van de mogelijke verklaringen is, dat de planten die het moeten doen (systeembouwers) het gebied niet kunnen bereiken, vanwege de versnippering (Beltman et al., 2011). In de onderzochte petgaten is dit niet aan de orde. In of nabij vrijwel ieder petgat zijn alle belangrijke verlanders, eutrafent en mesotrafent, te vinden.

Een tweede mogelijke verklaring voor het uitblijven van succes is vraat door herbivoren (gans, zwaan, Meerkoet, Muskusrat). Sarneel et al. (2012) hebben de aangroei van moerasplanten in enkele van de nieuwe petgaten in Tienhoven (Kan.) in en buiten geplaatste kooien gemeten. Zij bevestigden dat deze velden ook buiten de kooien nog aangroeiden, dit in tegenstelling tot de situatie op veel andere plaatsen in West-Nederland. Het effect van ganzenvraat was echter sterk. Ook wij hebben geconstateerd dat Riet en Grote en Kleine lisdodde in de zomer in alle grotere petgaten intensief door ganzen begraaasd worden.

Ten slotte wordt vaak gesteld dat meer tijd nodig is. Voor de Vechtstreek in de jaren 1930-80 schatten Bakker et al. (1994) dat trilveen in 50 jaar uit open water ontstond. Maar in de Wieden/Weerribben is nog in geen enkele van de laatste 70 jaar gegraven petgaten trilveen ontstaan (Cusell et al., 2013). De petgaten van dit onderzoek zijn nog maar 7-24 jaar oud. Toch zijn de voortekenen verontrustend. Veel petgaten zijn leeg of alleen bedekt met drijfplanten. Ook in Overijssel laten dit soort petgaten geen verdere ontwikkeling zien (Cusell et al., 2013). In het verleden liep de verlanding in de petgaten in de Vechtstreek onder meer via vegetaties van Krabbenscheer, waarin drijftillen ontstonden (de Vries, 1969). In NW-Overijssel blijkt een deel van de nieuwe petgaten na 20 jaar bedekt te raken met Krabbenscheer, en alleen in die petgaten wordt nu verlanding langs de oevers gezien. In de Vechtstreek komt Krabbenscheer nog veel in sloten voor, maar in de meeste oude petgaten, waar inmiddels een sapropeliumlaag op de bodem ligt, is de soort verdwenen.



**Fig. 6.** Verband tussen de gemiddelde taludhoek van een petgat en de gemiddelde aangroei (A) van moerasplanten. Bij de berekening van A is alle kragge > 3 m gelijk gesteld aan 3,5 m. Elk datapunt is een petgat. Lineaire regressielijn en  $r^2$  voor de samengevoegde data.

◆ HA  
■ SA  
▲ Hol  
× Loo  
● TienK  
+ Tien-ov  
× Sui



In de Vechtplassen waren en zijn kraggen van Kleine Iisdodde en Moerasvaren de meest voorkomende verlandingsvegetaties (Meijer & de Wit, 1955; Beltman et al., 2008). Ook dit soort drijvende vegetaties worden weinig vanaf de oude legakkers gevormd. Die zijn er, na peildalingen, veraarding en bemesting wezenlijk anders aan toe dan ten tijde van de vervening. Het ontgraven van veen uit petgaten om de verlandingsuccessie terug te zetten is sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw omarmd als een 'altijd goed' maatregel. De laatste zeven jaar is in de Vechtstreek nog zeker zoveel oppervlak aan petgaten bijgegraven als in deze studie beschreven. Uit onze studie blijkt dat de doelstellingen van het graven veelal niet behaald worden. Dat is mede gezien de hoge kosten geen prettige conclusie.

Het graven van petgaten heeft in de toekomst ons inziens alleen zin als aan de volgende voorwaarden wordt voldaan:

- Water met een lage trofiegraad. De instroom van nutriënten van aangrenzende cultuurgrond moet worden uitgesloten;
- Water met een hoge lithocliniteit. Grote toevloed van inlaatwater of regenwater moet worden uitgesloten. De beste garanties biedt doorstroming van de petgaten met lithoclien slootwater; dit is mogelijk in de meest oostelijke delen van de Vechtstreek;
- Schuine taluds. Petgaten met rechte taluds zijn zinloos want verlanding komt hier niet goed op gang;
- Liefst smalle petgaten (< 20 m) om de kans op vestiging van ganzen te verkleinen;
- Liefst met bochtige oevers om luwe plekken te creëren.

Door rekening te houden met deze criteria zullen er ongetwijfeld veel minder petgaten gegraven worden, maar is de kans op het ontstaan van waardevolle verlandingsvegetaties veel groter.

## Literatuur

- Bakker, S.A., N.J. Berg & B.P. van den Speleers, 1994.** Vegetation transition of floating wetlands in a complex of turbaries between 1937 and 1989 as determined from aerial photographs with GIS. *Vegetatio* 114: 161-167.
- Beltman, B., W. Weijs & J. Sarneel, 2008.** Werken de KRW en Natura 2000 criteria voor sloten en veenplassen? *H2O* 8: 25-27.
- Beltman, B., N.Q.A. Omzigt & J.E. Vermaat, 2011.** Turbary restoration meets variable succes: does landscape structure force colonization succes of wetland plants? *Restoration ecology* 19: 185-193.
- Broek, T. van den & B. Beltman, 1994.** Terug naar trilveen- en schraallandvegetaties: natuurontwikkeling in het Noorderpark, Utrecht. Monitoronderzoek proefproject natuurontwikkeling Noorderpark, voortgangsrapport 1. Prov. Utrecht.
- Coesel, P.F.M., 2001.** Spectaculaire sieraalgen in petgaten bij Ankeveen. *De Levende Natuur* 102: 123-129.
- Coesel, P.F.M. & K.J. Meesters, 2007.** Desmids of the Lowlands. KNNV Uitgeverij.
- Cusell, C., A. Kooijman, G. van Wirdum & L. Lamers, 2013.** Natura 2000 Kennislacunes in De Wieden & De Weerribben. 2013 Rapport Directie Kennis en Innovatie, Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie (concept).
- Kooijman, A.M. & C. Bakker, 1994.** The acidification capacity of wetland bryophytes as influenced by simulated clean and polluted rain. *Aquatic Botany* 48: 133-144.
- Lamers, L.P.M., J. Sarneel, J. Geurts, M.D. Pires, E. Remke, H. van Kleef, M. Christianen, L. Bakker, G. Mulderij, J. Schouwenaars, M. Klinge, N. Jaarsma, S. van der Wielen, J. Verhoeven, W. Verberk, H. Esselink, B. Ibelings, E. van Donk & J. Roelofs, 2010.** Onderzoek ten behoeve van herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. Eindrapportage 2006-2009. Rapport DKI nr. 2010/dk134-O. Ministerie van LNV, Directie Kennis en Innovatie, Ede.
- Meijer, W. & R.J. de Wit, 1955.** Kortenhoef. Een veldbiologische studie van een Hollands verveeninggebied. Commissie voor de Vecht en het oostelijk en westelijk plassengebied.

**Sarneel, J.M., B. Hidding, C. van Leeuwen, J.F. Veen, J. van Paassen, N. Huig & E.S. Bakker, 2012.** Effecten van waterpeilfluctuatie op vegetatie. Nederlands Instituut voor Ecologie NIOO-KNAW.

**Stuyfzand, P.J., 1993.** Hydrochemistry and hydrology of the coastal dune area of the western Netherlands. Proefschrift, VU Amsterdam.

**Vries, H.A. de, 1969.** Het moerasgebied ten oosten van de Loosdrechtse Plassen, zomers 1961 en 1962. In: *De Zuidelijke Vechtplassen*. (Leentvaar, P. et al.). Stichting voor de Vecht en het oostelijk en westelijk plassengebied.

**Weijs, W.A., 2011.** Natuur & landschap van de Vechtstreek. KNNV uitgeverij.

**Weijs, W.A., 2013.** Mislukking en succes van nieuwe petgaten in de Oostelijke Vechtstreek. Rapport Natuurmonumenten.

**Wirdum, G. van, 1991.** Vegetation and hydrology of floating rich-fens. Proefschrift, UvA.

## Summary

### Terrestrialization in reexcavated peat turbaries in the Vecht area (Netherlands)

Peat excavation in the past left linear ponds (turbaries or 'petgaten'), that subsequently terrestrialized, forming fen vegetation. In the Vecht area species rich mesotrophic floating fens developed under the influence of ground-water discharge from the adjacent ice-pushed Pleistocene ridge. Due to stopping of agricultural use (mowing, wood cutting) most of these have now turned into alder carr. Since 1989, 39 ponds, mostly former peat ponds, have been (re)excavated in the study area to reset the succession. In 2012 the level of nutrients and supply with groundwater of half of these was found to be insufficient to support new terrestrialization, mostly due to replacement of ground water by rain or surface water. Vascular plants and Desmidiaceae had developed poorly. Only in 5-6 ponds a diverse aquatic flora had been formed and terrestrialization started; in two cases typical mesotrophic floating fen species had made their appearance. The shallow water was not invaded via floating vegetation mats, but by helophytes, extending down the gently sloping banks. We conclude that the chances for successful restoration will increase by stricter selection of locations where the attainment of good water quality can be ascertained, and by constructing narrow ponds with gently sloping banks and a somewhat irregular form.

Dr. W.A. Weijs

Hazelaarlaan 22, 1214 LM Hilversum  
waweijs@online.nl

Dr. B.F. van Tooren

Vereniging Natuurmonumenten  
Postbus 9955, 1243 ZS 's-Graveland  
b.vantooren@natuurmonumenten.nl



## Kom zelf kijken!

In het verlengde van hun artikel organiseren de auteurs op **5 juli** voor de lezers van *De Levende Natuur* een excursie naar petgaten in de Vechtplassen.

**De verzameltijd is 10.45 uur uur bij treinstation Hollandsche Rading.** De verwachting is om uiterlijk ca 16.00 uur terug te zijn. Zelf lunch meenemen. Stevige wandelschoenen of laarzen zijn aanbevolen. Er zijn aan de excursie geen kosten verbonden.

**Inlichtingen en Aanmelden** kan tot **28 juni** via [bartvantooren@versatel.nl](mailto:bartvantooren@versatel.nl).

Deelname is in volgorde van aanmelding. Daar een deel van de excursie met de auto zal zijn, bij aanmelding graag aangeven of u met de auto of met de trein komt. Na aanmelding krijgt u een bevestiging en een nadere indruk van de wandeling.