

tussen Duin & Dijk



Themanummer Weidevogels

Natuur in Noord-Holland. Jaargang 7 extra ● 2008

Pitrus, l'enfant terr van het natte



● Woekering van pitrus in het Wormer- en Jisperveld. Foto: Wim Ruitenbeek.

De terreinen met ontwikkeling van natte natuur op voormalige landbouwgrond zijn meestal al van verre herkenbaar, omdat pitrus er welig tiert. Boeren en natuurbeheerders hebben er de pest aan, want koeien lusten het niet en weidevogels mijden het. Maar hoe kom je ervan af?

Er komt steeds meer agrarisch land beschikbaar voor natuurontwikkeling in Nederland, dat al dan niet ingezet wordt voor de Ecologische Hoofdstructuur. De terreinen met ontwikkeling van natte natuur op voormalige landbouwgrond zijn meestal al van verre herkenbaar.

Het zijn de percelen waar pitrus welig tiert, zowel op zandgrond als op veengrond. Een boer wordt door zijn collega's beticht van slecht onderhoud als pitrus zijn land domineert. Het vee haalt zijn neus er immers voor op. Natuurbeheerders zijn er meestal

ook niet dol op, aangezien er weinig kans is op een soortenrijke vegetatie of faunagemeenschap bij monotone pitrusvegetaties. Het is vooral frustrerend als de doelstelling biodivers schraalland of moeras is, maar ook in extensief gebruikt veenweidegebied met een weidevoelgdoelstelling levert pitrus problemen op.

Pitrus (*Juncus effusus*) is een zeer algemene soort met enorme groei-kracht, als er maar genoeg voeding is. Er worden jaarlijks grote hoeveelheden zaden per plant geproduceerd, die erg licht zijn en dus gemakkelijk verspreid worden. De zaden blijven lang leven en kiemen

natuurbeheer?

Lastige beheersvragen in de Nederlandse veenweiden



● Veenmosgroei ondersteund door pitrus. Foto: A. Smolders.



● Tureluur. Foto: Piet Munsterman.

snel. Hierdoor is pitrus in staat om zeer efficiënt nieuwe ruimte te koloniseren. De dichte pollen worden wel anderhalve meter hoog en via wortelstokken is deze, meerjarige soort zonder seks zeer goed in staat zich te vermeerderen. Een goed ontwikkelde pitrusvegetatie heeft door schaduw-werking zeer negatieve effecten op andere planten (Ervin & Wetzel, 2002). Het is dan ook niet verwonderlijk dat juist deze soort het natuurbeheer op veel plaatsen frustreert, met name als het bestaan-de of te ontwikkelen schraallanden betreft (Kemmers et al., 2004; Lamers et al., 2005; Smolders et al., 2006a) maar ook als het om weidevogelgraslanden gaat (Van 't Veer & Witteveldt, 2002).

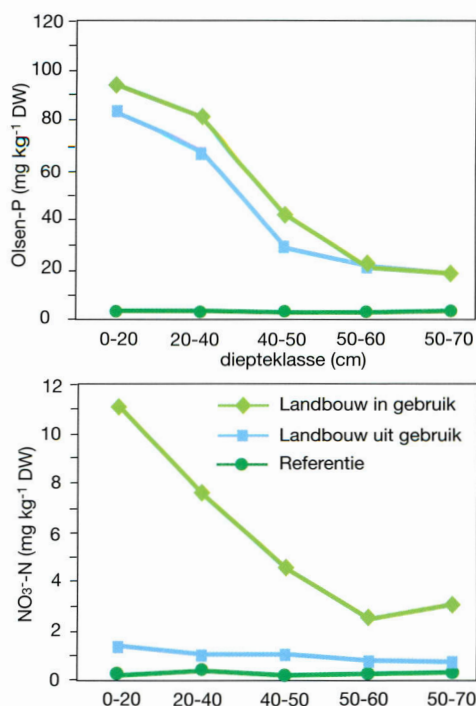
Stikstof, kalium of fosfor?

Snelgroeiende plantensoorten als pitrus, kunnen alleen kortgehouden

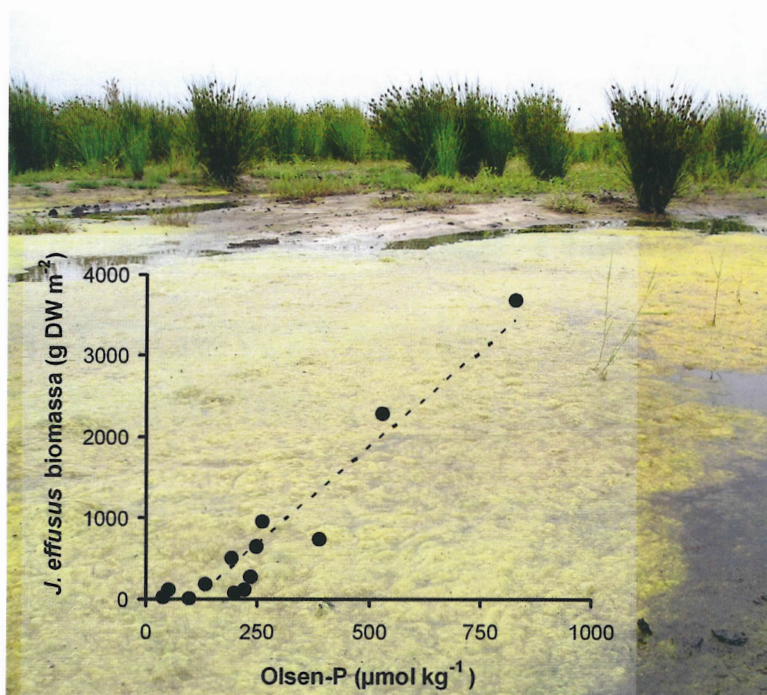
worden door een lage beschikbaarheid van voedingsstoffen. De belangrijkste voedingsstoffen voor planten zijn stikstof (nitraat en ammonium), fosfor en kalium. In Nederland valt, ondanks de succesvolle inspanningen om de ammoniakuitstoot in de landbouw aan te pakken, nog steeds 30 tot 40 kilogram stikstof per hectare per jaar uit de lucht op de vegetatie. Niet alleen uit landbouwgrond, maar ook uit bossen op zandgronden spoelen grote hoeveelheden nitraat uit naar het grond- en oppervlaktewater. Schraallanden en heiden op veen of zand, hoogvenen en vennen, al deze voedselarmere typen vereisen echter een stikstofaanvoer van 10 kg per hectare per jaar of minder voor een goede ontwikkeling (Bobbink & Lamers, 1999). Het is voor deze natuurtypen dus nog steeds zeer moeilijk, zonet onmogelijk om in het beheer,

gericht op biodiversiteit, alleen te sturen op beperking van de aanwezigheid van stikstof. Kalium kan in de meeste gevallen in voldoende mate vrijkomen uit de verwerking van silicaten of wordt via grond- en oppervlaktewater aangevoerd en beperkt daardoor de productie van snelgroeiende soorten niet. Daarom is meestal het terugdringen van de hoeveelheid fosfor het meest kansrijk. Ook in het (bemeste) veenweidegebied zal voor verlaging van de beschikbaarheid van voedingsstoffen gestuurd moeten worden op fosfaat.

Bij vergelijking tussen landbouwgebieden, gebieden met natuurontwikkeling op voormalige landbouwgrond en natuurgebieden waarin geen mest uitgereden wordt, valt op dat de nitraatconcentratie relatief snel daalt na het stoppen van landbouwkundig gebruik (figuur ►



● **Figuur 1.** Beschikbaarheid van nitraat (NO_3) en fosfor (Olsen-P) op verschillende diepten in de bodem van een landbouwgebied, voormalig landbouwgebied en soortenrijk schraalland (uit Smolders e.a. 2006a).



● **Figuur 2.** De groei van pitrus neemt sterk toe als de fosfaatbeschikbaarheid toeneemt. Uit: Smolders e.a. 2006a. Foto: E. Lucassen. Foto: E. Lucassen.

1). Dit komt doordat nitraat gemakkelijk uitspoelt naar het grondwater en in natte gebieden als stikstof- en lachgas de lucht in gaat. Voor fosfaat ligt dit geheel anders. Deze voedingsstof bindt zeer sterk in de bodem, waardoor de hele bemestings-erfenis aan fosfaat zich in de bovenste laag bevindt. Naarmate de bovenste laag verzadigd raakt, schuift het fosfaatfront verder naar beneden. Omdat een bodem die rijk is aan organische stof en/of klei, zoals in veenweiden, veel meer fosfaat kan opnemen, zal bij gelijke bemesting het front hier minder diep liggen dan in een zandbodem. De stapeling van fosfaat in de toplaag maakt zijn beschikbaarheid voor planten zeer groot. Hiervan profiteert pitrus sterk ten koste van andere planten, als tenminste de bodem nat genoeg en niet te kalkrijk is.

De beschikbaarheid van fosfaat voor planten kan goed geschat worden met behulp van een eenvoudige methode die door Olsen e.a. (1954) bedacht is: de Olsen-extractie. Totaalwaarden aan fosfor in de bodem zeggen voor veenbodems

zeer weinig, aangezien een groot deel organisch gebonden is en daardoor niet direct beschikbaar. De groei van pitrus op drassige, min of meer zure bodem blijkt sterk gerelateerd aan de beschikbaarheid van fosfaat, bepaald door de Olsen-extractie (figuur 2; Smolders et al., 2007). Voor zandgrond bleek in het veld dat pitrus pas harder gaat groeien als de Olsen-P waarde boven 250 micromol per kilogram droge bodem (7,7 mg P/kg) komt. Een liter veenbodem is (na verdamping van het water) lichter dan een liter zandbodem. Daarom is het voor veenbodems beter om de fosfaatbeschikbaarheid uit te drukken per liter natte bodem. In een niet of nauwelijks bemeste laagveenbodem, waar pitrus niet domineert ondanks verzuring, wordt een Olsen-P waarde gemeten tussen 100 en 500 micromol per liter (3,1-15,5 mg P/l).

Afplaggen, hoe diep?

Het verwijderen van de voedselrijke laag verbetert de kans op herstel of ontwikkeling van biodiversiteit in grote mate, blijkt uit vele projecten. De zaadbank die verwijderd wordt

bestaat uit algemene soorten als pitrus en bevat gewoonlijk vrijwel geen schraallandsoorten meer. Dit betekent dus dat het herstel van de vegetatie sterk afhangt van de aanvoer van zaden van buiten, en dat in sommige gevallen herintroductie (bijvoorbeeld door het opbrengen van maaisel) overwogen moet worden. De diepte van de fosfaatverzadiging is echter met het oog totaal niet zichtbaar, en kan in (voormalige) landbouwgronden sterk variëren. Wanneer 10 cm te weinig wordt verwijderd, zijn alle kosten voor niets geweest. Wordt er 10 cm te veel weggehaald, dan nemen de kosten onnodig toe. Deze diepte hoeft zeker niet overeen te komen met de diepte van de bouwvoor. Meting van Olsen-P op verschillende dieptes geeft op eenvoudige wijze aan hoe groot de kans op eutrofiëring is en tot welke diepte geplagd of ontgrond moet worden. Is dit te diep, dan is het verstandiger om het betreffende perceel niet te vernatten, maar te kiezen voor drogere natuur en wat meer verschraling door maaien en afvoeren. Dit kan eventueel gecombineerd worden met lichte



● Sloot in het veenweidegebied, bedekt door een dikke laag van grote kroosvaren. Bij hoge fosfaatconcentraties is deze soort in het voordeel, omdat ook stikstof uit de lucht gebruikt kan worden en de groeisnelheid zeer hoog kan worden. Foto: L. Lamers.



● Grutto. Foto: Bert Pijls.

bemesting met stikstof en kalium om de productie van het gewas hoog te houden en voldoende fosfaat 'uit te mijnen'.

Negatieve effecten van vernatting

Onder natte, zuurstofloze omstandigheden wordt fosfaat in de bodem slechter gebonden aan ijzer. Vernatting, zeker van veen, leidt daardoor onherroepelijk tot het versterkt beschikbaar komen van fosfaat. Dit gebeurt ook met regenwater. Hierdoor zie je na vernatting van een bemeste veenweide vaak algen- en blauwalgenbloei in het water op het perceel, maar ook in de omringende sloten. Vanwege de enorme hoeveelheid fosfaat die vrijkomt, is het onverstandig om (zwaar) bemeste landbouwpercelen zomaar onder water te zetten en te koppelen aan een nat natuurgebied. Met iedere hectare onder water gezet land kan in vele tientallen tot honderden hectaren aangrenzende voedselarme natuur alle oppervlaktewater groen kleuren door algen. De 'fosfaatbom' die in ieder bemest weiland onder het gras zit, is enorm en groot genoeg om

gedurende enkele tientallen tot honderden jaren een veel te hoge fosfaatuitstroom te veroorzaken. Via maaien en afvoeren van de vegetatie zou het overigens even lang duren om de fosfaatconcentratie laag genoeg te krijgen om soortenrijke natuur mogelijk te maken (Lamers et al., 2005; Smolders et al., 2006a).

Kalk?

Wetland-ontwikkeling op deze bemeste bodems zal dus, zonder extra maatregelen, onherroepelijk leiden tot zeer eutrofe natuur. Daar is op zich niks mis mee, maar het is meestal niet het streefbeeld van de natuurbeheerder, en we hebben er al zo veel van. Meestal leidt de vernatting op den duur ook tot massale ontwikkeling van pitrus, vooral op vertrapte en door machines en slagregen verslechte plaatsen waar zaden uit de zaadbank of nieuw ingewaaid zaden kiemen. Hoewel dit ook op niet-verzuurde gronden voorkomt (door snelle kolonisatie van open plekken), lijkt pitrus een voorkeur te hebben voor zuurdere bodems. Kalk neutraliseert verzuring en bindt fosfaat. Daarom is het

interessant om na te gaan of de woekering van pitrus met bekalking kan worden gestopt. Bij proeven bleek dat kalk inderdaad een deel van het fosfaat kan binden, maar onvoldoende om pitrus langzamer te laten groeien (Smolders et al., 2007). Dit wordt ook bevestigd door beheerders van veenweiden: Pitrus is niet meer weg te krijgen door bekalking. Zolang de bodem voldoende kalk bevat, heeft pitrus minder kans om een voet aan de grond te krijgen in een productie-weiland tussen het raaigras, maar als de plant er eenmaal staat is zij met bekalking niet meer weg te krijgen. Doordat het stoppen met bekalking leidt tot verzuring van de bodem op termijn, krijgt pitrus meer kans, zeker op vertrapte en drassige delen van het weiland. Dit is waarschijnlijk de oorzaak van het 'verpitrusen' van percelen waarop landbouwkundig gebruik gestopt is. Een lage dosering met kalk voorkomt dit proces meestal, maar kan een eenmaal met pitrus volgelopen weiland niet meer redden. Begrazen werkt doorgaans averechts, omdat het vee pitrus niet lust en omdat door begrazing van natte percelen ➤



● Grutto. Foto: Piet Munsterman.

vertrapping van de vegetatiemat optreedt, waardoor de vestiging van pitrus wordt vergemakkelijkt. De enige opties die dan overblijven zijn het verwijderen van de voedselrijke top laag (waarbij vooraf de fosfaatdiepte gemeten moet worden en het maaiveld daalt ten opzichte van het slootpeil), of het gebruik van herbiciden tegen pitrus (wat niet altijd gewenst is). Mogelijk werkt het ook om de planten net voor een vorstperiode te maaien en onder water te zetten, hoewel de ervaringen hiermee wisselend zijn en het klimaat steeds minder meewerkt. Een taaie rakker dus! Bekalking

Het zal in de toekomst steeds meer moeite kosten het veenweidegebied niet te laten overstromen

kan er echter wel voor zorgen dat de uitspoeling van fosfaat naar de bovenstaande waterlaag (bij plasvorming) en naar de sloten afneemt (Smolders et al., 2006a) en dat de pH van de bodem tijdens droogte niet te sterk afneemt.

De mate waarin een bodem verzuurt bij verdroging, hangt niet alleen af van de concentratie van kalk in de bodem, maar ook van de productie van zuren door de inwerking van zuurstof. IJzer kan door

zuurstof worden omgezet in ijzer-oxiden en -hydroxiden (roest) en zwavel in zwavelzuur. Op locaties in het veenweidegebied die rijk zijn aan kattenklei en/of zwavelrijk veen, met hoge gehalten aan ijzersulfiden (onder andere pyriet), leidt verdroging tot flinke verzuring. Boeren weten ook dat ze sulfidenrijke bagger uit de sloot, die vaak naar waterstofsulfide (rotte eieren) ruikt, niet op de oever moeten aanbrengen. Door de hoge zuurgraad (lage pH) groeit er dan de eerste tijd niets meer. Ook bij het plaggen van veenweiden in het kader van natuurbeheer moet niet

alleen naar de nutriënten gekeken worden, maar ook naar de verzuringsgevoeligheid van de vrijgekomen laag. Deze is eenvoudig te meten (Lucassen et al., 2002). Lichte bekalking na het plaggen kan ongewenste verzuring voorkomen, maar er bestaat ook een risico dat veenmossen bij te lichte bekalking juist harder gaan groeien doordat extra kooldioxide gevormd wordt (Smolders et al., 2006b). Het gaat dus om maatwerk.

Ongunstig bijeffect

In veenweiden en andere veengebieden heeft een hoge dosering aan kalk ook een ongunstig bijeffect: de afbraak van veen gaat sneller. Om dezelfde reden worden composthopen bekalkt, net als landbouwgrond (naast het ontzuren van de bodem voor het gewas). Door bekalken daalt de bodem in het veenweidegebied dus harder, en moet er steeds dieper (onder)bemalen worden. Dat weet overigens iedere boer. De afbraak van het veen en de bodemdaling wordt ook gestimuleerd door bemesting, (Smolders et al., 2006a). Niet alleen verdroging, maar ook bemesting leidt dus tot meer afbraak en snellere bodemdaling.

Dat brengt ons op een lastig punt, aangezien bekalking en bemesting nodig is voor het beheer gericht op weidevogels (Brandsma, 1999). Gunstige plasdras omstandigheden vóór, en minder natte situaties in het broedseizoen moeten niet gepaard gaan met massale ontwikkeling van pitrus of oeverzegge. Massale ontwikkeling van deze soorten verslechtert het biotoop voor weidevogels, doordat er minder zicht is op mogelijke predatoren. Zowel nationaal als internationaal staat het behoud van vogels



● Kievit. Foto: Janus Verkerk, Saxifraga.

als grutto en tureluur, ooit vogels van het ruimere en extensiever gebruikte rivieren- en kustgebied, hoog op de agenda. In weidevogelreservaten wordt verzuring en verschralling en de daardoor achteruitgaande rijkdom aan prooidieren (vooral regenwormen) beschouwd als belangrijke problemen voor de effectiviteit van het beheer. Kort door de bocht kan er dus gesteld worden dat er bij het weidevogelbeheer voor gekozen wordt om veen in wormen om te zetten, en daarmee dus onvermijdelijk de bodemdaling te versnellen. Los van dit gegeven, wordt er al geen nieuw veen meer gevormd, doordat de bovengrondse biomassa telkens gemaaid en afgevoerd wordt. Veen wordt immers gevormd als de productie en ophoping van biomassa sneller gaat dan de afbraak. Dit betekent dat het in de toekomst steeds meer moeite zal kosten om het veenweidegebied niet te laten overstromen. Niet echt een duurzame manier van landgebruik, dus. Bovendien leidt sterke bemesting en bekalking tot een verslechtering van de waterkwaliteit in het veenweidegebied, waardoor niet alleen drijvende waterplanten als grote kroosvaren en eendenkroossoorten de waterlaag kunnen afsluiten, maar ook algen en blauwalgen kunnen toenemen. Het afsluiten van de water-

laag leidt tot het versneld vrijkomen van fosfaat uit de waterbodem.

Drie opties

Er zijn wellicht drie opties voor het veenweidegebied. De eerste is doorgaan met de huidige bekalking en bemesting met als doel weidevogels te behouden. Dit zal resulteren in een slechtere waterkwaliteit en snellere bodemdaling en biedt nog steeds geen garantie dat weidevogels behouden blijven, omdat die ook door andere factoren beïnvloed worden. Er zou voor gekozen kunnen worden om het weidevogelbeheer zo veel mogelijk te concentreren op locaties waar weinig veen (meer) is en de (verdere) bodemdaling gering zal zijn. Dat wil zeggen, als de bodem voldoende voedsel blijft bieden, voldoende door-dringbaar is voor snavels en de weidevogels zich daar ook daadwerkelijk gevestigd hebben. Een andere optie is het opnieuw streven naar veenvorming. Dit zal echter ten koste gaan van de weidevogels, omdat het toelaten van moerasvorming met wilgen- en elzenstruweel in een grote straal er omheen een negatief effect heeft op de weidevogels. Het wordt in dat geval makkelijker voor roofvogels en vossen nesten te prederen. Om deze reden wordt moerasvorming in het veenweidegebied vaak

bestreden. Indien (hoog-)veenvorming wordt nagestreefd kan pitrus juist een zeer nuttige rol spelen als zogenaamde nursery crop voor veenmossen (*Sphagnum*). Het veenmos kan hierbij pitrus gebruiken om in te groeien bij te hoge waterstanden en bij te lage waterstanden kan de pitrusvegetatie bescherming bieden tegen uitdroging. Uiteindelijk kan het veenmos de pitruspollen overgroeien. Een groot voordeel van hoogveenontwikkeling is dat veenmossen in staat zijn om relatief grote hoeveelheden voedingstoffen vast te leggen in het veen, waardoor op termijn een verschralling van de toplaag zal optreden. Wanneer de toplaag voldoende arm is, kunnen ook de hoogveenvormende veenmossen (*Sphagnum magellanicum*, *S. rubellum* en *S. papillosum*) zich vestigen in de vegetaties en zal de groei van pitrus verder afnemen.

Een derde variant, die met recht een poldermodel genoemd kan worden, is het streven naar een (veel) lagere graad van bemesting en bekalking, die nog hoog genoeg is voor de weidevogelstand. Metingen in het Wormer- en Jisper-veld lijken aan te geven dat ook bij lage bemesting (Olsen-P 2000 micromol/l, 62 mg P/l) en wat minder bekalkte, zuurdere bodems (met een pH-zout van 5-5.5) nog steeds even veel wormen beschikbaar zijn en pitrus uit kan blijven (Kleijn, et al., 2008). Wanneer de grondwaterstand te laag is, zitten de wormen echter te diep voor de weidevogels. Waarschijnlijk speelt ook de kwaliteit van het organisch materiaal (uit de mest), een belangrijke rol. Deze gegevens lijken dus ruimte te bieden voor matiging, waarbij de bodemdaling langzamer zal verlopen en de waterkwaliteit minder slecht zal zijn. Verdere verzuring zal leiden tot pitrusontwikkeling, als er niet (licht) bekalkt wordt. Er kan dan bijvoorbeeld 1 tot 2 ton kalk per hectare opgebracht worden, wat, zo ➤



● De grutto, een belangrijke soort in het kader van het soortenbeheer. Foto: Piet Munsterman, Saxifraga.

nodig, het jaar daarop herhaald kan worden. Het is echter belangrijk dat niet de vanuit de landbouwdoelstelling voorgeschreven, veel hogere bekalking gebruikt wordt. De poldervariant in het veenweidegebied biedt echter nog steeds geen garantie dat de bodemdaling voldoende geremd wordt. Er vindt geen veenvorming plaats, de bodem blijft dalen en de waterkwaliteit zal slecht blijven door bemesting. Het is dus de vraag of het weidevogelbeheer in de toekomst mogelijk zal blijven. Vanuit het soortenbeleid beschouwd heeft weidevogelbeheer echter wel een hoge prioriteit.

Moerasvorming

Het streven naar moerasvorming, zonder bemesting en bekalking leidt niet tot bodemdaling, maar levert niet altijd soortenrijke situaties op. Afhankelijk van de water- en bodemkwaliteit en het gevoerde natuurbeheer, kunnen er veenmosrietlanden, moerasheiden, rietvegetaties, elzen- of wilgenbossen ontstaan, met moerasvogels als grote karekiet en roerdomp. Daarnaast kunnen ook ontwikkelingen plaatsvinden richting dotterbloemhooilanden of veenschraallanden. Wanneer de bemesting in het verleden niet extreem hoog was, kan mogelijk ook via een pitrus- en veenmosrijke vegetatie opnieuw veen gevormd worden via successie. Dit type natuur is echter vanuit het

beheer vaak minder interessant, maar kan wellicht wel de bodemdaling verminderen als er niet gemaaid en afgevoerd wordt. Wanneer de bodem niet te zuur is en het voedselaanbod toereikend is, kunnen bij wisselende waterstanden pitrusvegetaties interessant zijn voor de sterk bedreigde Noordse woelmuis. Dit komt wellicht ook doordat andere concurrerende muizensoorten afhaken bij wisselende waterstanden. Daarnaast kunnen pitrusvelden ook geschikt zijn voor de roerdomp (als fourageergebied), ringslang en graspieper, mits er voldoende structuurvariatie is (Van 't Veer & Witteveldt, 2002).

Samenvattend kunnen we zeggen dat het lastige keuzes zijn die gemaakt moeten worden voor het natuur- en waterbeheer in het veenweidegebied. Wij wilden hier echter niet pleiten voor één bepaalde variant, maar aangeven welke implicaties de verschillende beheerskeuzes hebben, en hoe moeilijk de verschillende doelstellingen gecombineerd kunnen worden. Hoewel pitrus de verwachtingen van het natuurbeheer vaak frustreert, hoeft deze soort wellicht niet altijd alleen maar als enfant terrible gezien te worden.

¹Radboud Universiteit Nijmegen

²B-ware Research Centre, Nijmegen

³Alterra, Wageningen

Literatuur

- BOBBINK R. & L.P.M. LAMERS, 1999. Effecten van stikstofhoudende luchtverontreiniging op vegetaties - een overzicht. Rapport Technische Commissie Bodembescherming (TCB) en Katholieke Universiteit Nijmegen.
- BRANDSMA, O., 1999. Het belang van bemesting voor het voedselaanbod van weidevogels. De Levende Natuur 118-123.
- ERVIN, G. N. & R. G. WETZEL, 2002. Influence of a dominant macrophyte, *Juncus effusus*, on wetland plant species richness, diversity, and community composition. *Oecologia* 130: 626-636.
- HOVENKAMP-OBBERMANN, I.R.M., 2000. Effecten van baggeren en visstandbeheer op de ecologische kwaliteit in veenweide sloten. Polder Wormer, Jisp en Nek 1990-1999. Rapport Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier.
- KUEHN, K. A. & K. SUBERKROPP, 1998. Decomposition of standing litter of the freshwater emergent macrophyte *Juncus effusus*. *Freshwater Biology* 40: 717-727.
- KEMMERS, R.H., et al., 2004. Voorkomen en bestrijden van pitrusdominantie in natte schraallanden. Alterra-rapport pitrus, Alterra, Wageningen.
- KLEIJN, D., et al., 2008. Ecologische randvoorwaarden voor weidevogelsoorten in het broedseizoen - resultaten van een pilotstudie in het Wormer- en Jisperveld. Alterra, Wageningen.
- LAMERS, L.P.M. et al., 2005. Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'. *H2O* 38: 28-30.
- LAMERS, L. (red.) et al., 2006. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren. OBN Eindrapportage 2003-2006 (Fase 1). Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Directie Kennis.
- LUCASSEN, E.C.H.E.T., A.J.P. SMOLDERS & J.G.M. ROELOFS, 2002. Potential sensitivity of mires to drought, acidification and mobilisation of heavy metals: the sediment S/(Ca+Mg) ratio as diagnostic tool. *Environmental Pollution* 120: 635-646.
- SMOLDERS, A. et al., 2006a. De problematiek van fosfaat voor het natuurbeheer. *Vakblad Natuur Bos Landschap*, April 6-11.
- SMOLDERS, A.J.P., E.C.H.E.T. LUCASSEN & R. KUIPERIJ, 2006b. Verzuuringsgevoeligheid van zwavelrijke veenbodems uit 'De Wieden' en 'Botshol'. Rapport B-Ware, Nijmegen.
- SMOLDERS, A.J.P. ET AL., 2007. Decreasing the abundance of *Juncus effusus* on former agricultural lands with noncalcareous sandy soils: possible effects of liming and soil removal. *Restoration Ecology*, in druk.
- VEER, R. VAN 'T & M. WITTEVELDT, 2002. Pitrusontwikkeling in enkele Noord-Hollandse weidevogelgraslanden. Agens, Hoorn/ Castricum.