



Achtergronden bij de LANDSCHAP-wandeling

Boeren hebben het Noorderpark gemaakt tot wat het is. Dankzij de landinrichting kregen ook landschapsecologen en natuurbeheerders de kans om hun stempel op het gebied te drukken. In eendrachtige samenwerking werden petgaten gegraven, uitgediept, onderling verbonden en aan hun lot overgelaten. Dat ‘spelen’ met de natuur houdt zekere risico’s in. Dit artikel beschrijft de natuurbouw in het Noorderpark, de risico’s die daarbij genomen zijn en biedt de achtergronden bij de LANDSCHAP-wandeling door dit gebied.

Het Noorderpark is het gebied gelegen tussen Utrecht, Hilversum, Loosdrecht en Maartensdijk, ingeklemd tussen de stuwwal van het Gooi en de rivier de Vecht. Vroeger was het vermoedelijk een woest veenlandschap, nu huisvest het gebied een mix van gebruiksfuncties: landbouw, natuur, bewoning en stadsrandactiviteiten.

Het gebied is ontgonnen in opdracht van de bisschop van Utrecht. Deze ontginning startte op de oeverwal van de Vecht. Men groef sloten parallel aan elkaar op 20 tot 30 meter afstand. Waar de afwatering stagneerde, groef men een dwarswetering en verbond deze door een vaart met de rivier. Vanaf de opgeworpen dijk parallel aan de Vecht groef men gestaag verder. Zo ontstond al in de 13^{de} eeuw de karakteristieke slagenverkaveling en blokvormige structuur (Gottschalk, 1956). Later werd de afwatering ondersteund door windmolens.

Nabij het dorp Westbroek liggen misschien wel de langste kavels van Nederland, met een lengte van wel vier kilometer (figuur 1). Er is namelijk doorgegraven tot aan de grens met Holland, waar nu het Tienhovens Kanaal ligt, precies op de scheiding van het Gooise zand en het Stichtse veen. Het kanaal is in de 19^e eeuw gegraven in opdracht van Koning Willem III die een vaarroute wilde maken tussen de Vecht en de Eem. Maar de kwel uit het Gooi was toen nog zo sterk dat men het graven moest staken. Het zand was niet stabiel. Door het loopzand liep het gegraven gat direct weer vol.

Tweestromenland

Inzoomen met Google-Earth toont prachtig het verkavelingspatroon in het Noorderpark dat een weerslag vormt van de waterhuishouding. Dit is een tweestromenland. Er is een grondwaterstroming van noordoost naar zuidwest, vanaf het hooggelegen zandige Gooi naar het poldergebied en de Vecht. Een tweede zeer bepalende stroming loopt van oost naar west onder invloed van het licht hellende veengebied van Maartensdijk (vroeger Oostbroek geheten) via Achttienhoven naar Tienhoven. Om dit land te kunnen bewerken zijn afzonderlijke polders gemaakt met elk een eigen peil steeds een treetje lager dan dat van de oostelijke buurpolder. Er is zo een cascade van polderpeilen ontstaan van oost naar west, terwijl de sloten die de peilen handhaven van noordoost naar zuidwest lopen (figuur 2). Doordat deze vaak door de veenlaag heen tot in het zand zijn gegraven vangen zij een deel van het oppervlakkige grondwater af. Er treedt aan de oostzijde van elke afzonderlijke polder kwel op, omdat hier een peilsprong plaatsvindt. De twee waterstromen resulteren in een zeer fijnmazig net van grondwaterstroming en kwel en van oppervlaktewaterstroming via de sloten. En daar moet dan ook nog de invloed van de lokale turfwinning – die hier vanaf de gouden eeuw tot circa 1950 plaatsvond – op de waterhuishouding bij worden opgeteld. Door het vergraven van het veen tot aan de zandlaag verminderde de weerstand tegen de opwaartse kracht van het grondwater,

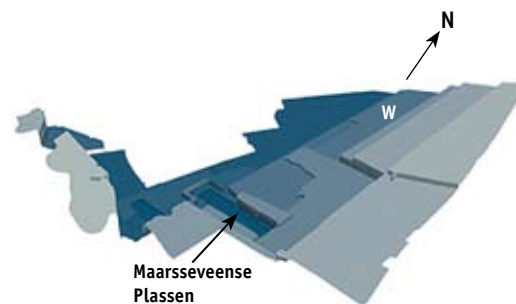
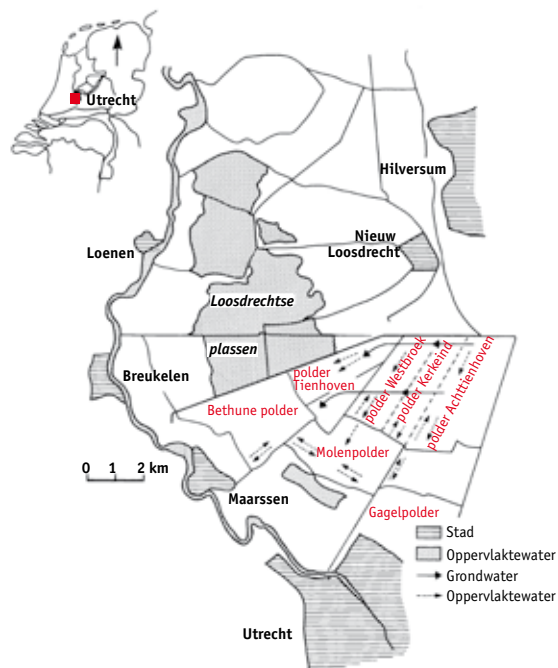
BOUDEWIJN BELTMAN

Dr. Ir. B. Beltman
Leerstoelgroep Landschaps-
ecologie, Universiteit Utrecht,
Postbus 800.84, 3508 TB
Utrecht
b.beltman@uu.nl

Foto Barend Hazeleger,
bvbeeld.nl

Figuur 1 De ligging van het Noorderpark en de belangrijkste stromingsrichtingen van grond- en oppervlaktewater. De aan de zuidzijde aangegeven dubbele pijl duidt op een mogelijke inlaat gedurende droge periodes. Het slootwater stroomt overwegend van noordoost naar zuidwest.

Figure 1 The situation of the Noorderpark area and the main directions of ground and surface water flows. The double arrows in the South of the area indicate a possible inlet of water during dry periods. The water in the ditches mainly flows from Northeast to Southwest



Figuur 2 Impressie van de polderpeilen in het Noorderpark. (W: polder Westbroek). Duidelijk zichtbaar is de trapsgewijze afname in de oost west richting. De regionale grondwaterstroming wordt weggevangen door de diepe polders en plassen: de Maarsseveense recreatieplas de diepe rechthoek midden onder in de figuur en de Bethunepolder (niet zichtbaar in de figuur). Bron: Vista landscape and urban design.

Figure 2 Impression of the water levels in the polders of the Noorderpark area. (W: polder Westbroek). The cascade-like lowering from East to West is clearly visible. The regional groundwater flows to the lowest points: lakes and deep polders like The Maarsseveense Plassen and the Bethune polder. Source: Vista landscape and urban design.

waardoor in de veenputten extra kwel optrad (kwelvenster).

Karteringen van 'kwelindicatoren' zoals waterviolier (*Hottonia palustris*), grote boterbloem (*Ranunculus lingua*) en holpijp (*Equisetum fluviatile*), maar ook van wakken in een ijswinter tonen de complexiteit van de hydrologie. Met opnames van grondwaterstandbuizen kon dit gestaafd worden (Beltman *et al.*, 1988). Er is sprake van een *nested hydrology* met regionale (tussen polders), subregionaal (binnen polders) en lokale (in percelen, veenputten en sloten) grond- en oppervlaktewaterstroming. De kwelwaterstroming komt volledig op naam van de pompende mens. Het is een volstrekt kunstmatige situatie, maar zeker niet minder interessant dan een beekdal. Dit is nieuwe natuur *avant la lettre*.

Het ruimtelijke kwelpatroon weerspiegelt zich ook in de chemie van het water. Ondanks de relatief lage waarden

van calcium (25-45 mg/l) en bicarbonaat (150-350 µS/cm) zijn de verschillen belangrijk voor het voorkomen van plantensoorten (figuur 3). Ook Wassen (1990) en Van Wirdum *et al.* (1992) vinden dergelijke verbanden, waarbij de laatste de kalkrijkdom van water uitdrukken in Maucha-diagrammen. Doordat de sloten het opwelende grondwater afvoeren komen de 'kwelindicatoren' in een groter gebied voor dan waar de kwel optreedt. Tevens speelt dit gebufferde water een rol in het vertragen van verzuringseffecten (Beltman & Van den Broek, 1993). Door deze omstandigheden kon zich in het Noorderpark een rijke flora en fauna handhaven.

Petgaten

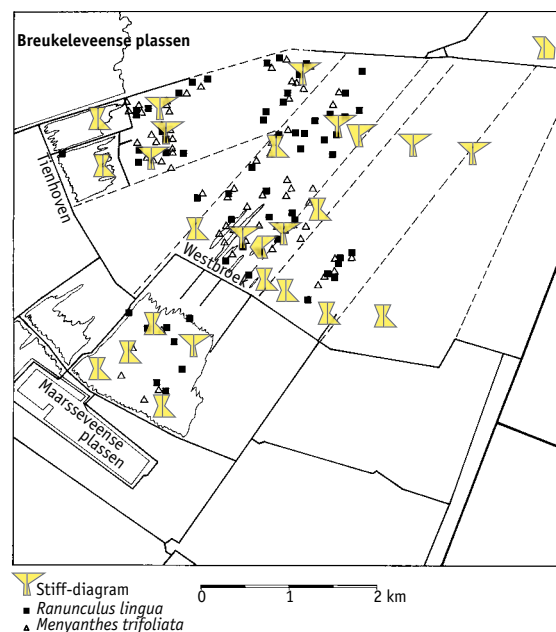
In de uitgevende putten groeiden waterplanten zoals kranswieren (*Chara*) en fonteinkruiden (*Potamogeton*), maar ook waterpest (*Elodea*), waterlelie (*Nymphaea alba*)

en krabbenscheer (*Stratiotes aloides*). Omdat het arme troef was met de landbouw in dit veengebied werd de krabbenscheer geoogst als meststof voor op het land (onder andere vanwege kalium). Ook rietvelden, trilvenen en elzenbroekbos, begroeiing uit latere fasen van verlanding, werden door de boeren gebruikt als strooisel in de stal of voor brandhout. Elk stukje land werd benut. Bakker et al. (1994) toonden op basis van kadastrergegevens en luchtfoto's aan dat het dichtgroeien van open water naar trilveen circa 40 jaar duurt en de successie daarna naar elzenbroekbos nog eens 25 tot 40 jaar. Maaibeheer vertraagt de successie maar stopt deze niet. In de Molenpolder liepen we begin 1980 op trilvenen die gegroeid zijn op plekken waar Lindeman in 1950 nog waterlelievelden aangaf (Leentvaar, 1969). Verbossing is door het wegvalen van het gebruik een van de grote problemen voor het behoud van trilveenstadia (Barendregt et al., 1990).

Veranderingen in het landgebruik

De soortenrijkdom van voornamelijk de flora van de verlandingsvegetaties trok reeds vroeg de belangstelling van natuurbeschermers. Perceeltjes en overhoekjes werden opgekocht, kleine snippers in een groot veeteeltgebied, die alleen tegen hoge kosten beheerd konden worden. Het maaibeheer was net intensief genoeg om de nutriëntenbelasting uit de omgeving op te heffen. Door stikstof limiterend te houden handhaafde de soortenrijkdom zich (Koerselman & Verhoeven, 1992).

De landbouw speelde een dominante rol bij de bepaling van de polderpeilen en de ontsluiting van het gebied. Ook de bemesting was afgestemd op de landbouwproductie. Toch had ook de landbouw het moeilijk. De percelen waren lang en smal, de grond nat, waardoor het vee laat het land op kon en er weer vroeg af moest en de huiskavels lagen vaak op de natste plekken. Na jaren 'op slot' gezeten te hebben kwamen er nieuwe mogelijkheden voor



Figuur 3 Indicatie van de grondwatersamenstelling met behulp van Stiff diagrammen en enkele 'kwelindicatoren'. In een STIFF-diagram wordt het percentage kationen (calcium, magnesium en natrium+kalium) links uitgezet en het percentage anionen rechts: bicarbonaat, sulfaat en chloride. Een STIFF diagram visualiseert de bijdrage van de belangrijkste kat- en anionen in het water als percentage van het totaal aan an- respectievelijk kationen.

Figure 3 Indication of the groundwater content with Stiff diagrams and some seepage indicating plant species. To the right the Stiff diagram shows the anions (calcium, magnesium and sodium+potassium), to the left the cations: bicarbonate, sulphate and chloride. A Stiff diagram shows the content of the main anions and cations as percentage of the total.

de landbouw met de landinrichting Noorderpark, een ruilverkaveling nieuwe stijl waarbij naast landbouw ook de belangen van natuur en recreatie volwaardig worden meegenomen. Na jarenlang overleg konden in 1990 de draglines en shovels aan het werk.

Nieuwe natuur in gegraven petgaten

Natuurlijke successie en veroudering spelen een hoofdrol bij natuurontwikkeling in petgaten en zijn beide niet te stoppen. Om de gewenste soortenrijke vegetatietypen te creëren zijn er twee opties: een roulerend systeem van uitgraven met telkens een nieuwe start voor de vegetatieontwikkeling of het differentiëren van de dichtgroeisnelheid door te variëren met de aanleg van de petgaten. Voor de laatste optie is gekozen om de komende tien jaar niet elk jaar voor onrust in het gebied te zorgen. Er is in korte tijd veel gegraven met veel variatie in de aanleg: schuine

Foto Jan van der Straaten
www.saxifraga.nl
Krabbescheer (*Stratiotes
aloides* L.)



oevers versus steile, bodems met en zonder gyttja-laag, één of meerdere dieptes per petgat of verwijdering van alleen de bouwvoor, schuin aflopende en vlakke onderwaterbodems, petgaten met of zonder verbinding naar de naastgelegen sloot of petgaten waarin de oude sloot is opgenomen. En zo zijn nog meer varianten aangelegd. Dankzij de uitstekende samenwerking tussen de beherende instanties en de onderzoeksgroep Landschapsecologie van de Universiteit Utrecht kon een monitoringsprogramma worden opgezet. De uitgangssituatie is vastgelegd en er is een begin gemaakt met het beschrijven van de ontwikkelingen. De petgaten lieten een explosieve groei zien van kranswieren, waaronder de zeldzame *Chara major/hispida*. Deze werden na ongeveer twee jaar opgevolgd door fonteinkruiden en ook de oeverbegroeiing werd steeds meer divers. Enkele petgaten groeiden direct dicht met waterpest en vertonen sindsdien geen verandering. In een aantal petgaten, met name die waarin een oude sloot is opgenomen, ontstonden binnen vijf tot zeven jaar krabbenscheervelden. In twee petgaten met een arme waterpest vegetatie zijn na vijf jaar openingen naar een sloot gegraven. Het jaar daarna vestigden er

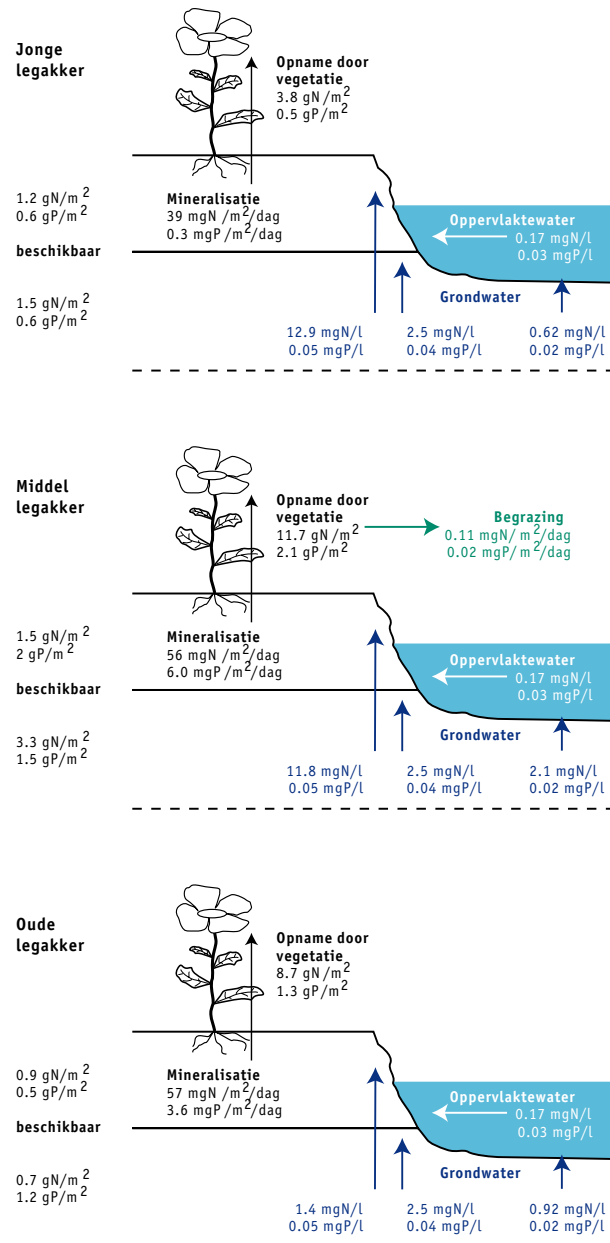
zich kranswieren en fonteinkruiden, een duidelijke indicatie van de dispersierol die sloten vervullen (Beltman et al., 2005).

Risico's in de speeltuin

Omdat gekozen is voor de aanleg van petgaten in veel soorten en maten zonder dat daarover (wetenschappelijke) informatie bestond kan de indruk ontstaan van hobbyisten die een speeltuin aanleggen voor wetenschappers en beheerders. Alhoewel de ontwikkelingen tot nu toe ronduit positief zijn, past een reflectie op de risico's die zijn genomen. Ook wij waren ons bewust dat de uitvoering van de werken risico's met zich mee bracht. Westbroek en Tienhoven herbergen nog enkele in Nederland zeldzame trilvenen en jonge verlandingsvegetaties. Ingrijpen in of nabij deze veentjes gaf een grote kans op verstoring en misschien wel vernietiging. De drie grootste risico's waren: eutrofiëring van de petgaten door mineralisatie van het vergraven veen gevolgd door uitspoeling, externe eutrofiëring door sloot- en grondwater uit het landbouwgebied en wegvallen van de kwelstroom.

Uitspoeling opgehoogde legakker

Het uit de petgaten afkomstige materiaal: veenslurrie, bodem met begroeiing, boomstronken, enzovoorts is begraven in de legakkers tussen de nieuwe petgaten. Dat zou een bron voor extra uitspoeling en mineralisatie kunnen zijn. Om dit onder controle te houden zijn deze akkers direct ingezaaid met een dijkgrasmengsel. Vrijkomende nutriënten zouden door het gras worden vastgelegd en daarmee beheersbaar kunnen worden afgevoerd via maaien en beweiding. Om dit proces te volgen zijn drie legakkers geselecteerd van verschillende leeftijden: een half jaar oud, twee jaar oud en nooit vergraven. Op elke locatie zijn aan beide zijden van de legakker in de stroomrichting van het grondwater twee grondwaterbuizen geplaatst, een diepe op anderhalve meter en een ondiepe. Uit deze buizen zijn monsters genomen. Daarnaast zijn gedurende zes weken in de periode van half mei tot juli en half juli tot september uit ingegraven mineralisatiebuizen in situ monsters genomen. Zo konden de gemineraliseerde N en P per dag worden bepaald. De resultaten zijn samengevat in figuur 4. De monsters van grond- en oppervlakte water verschilden voor alle drie legakkers niet significant van elkaar. Wel was de N-concentratie in het ondiepe grondwater aan één zijde in de twee nieuw gegraven akkers hoger. Dit bleek de zijde te zijn waar we de oude grasmat gebruikt hadden voor de bouw van de wal om de slurrie in op te vangen. Ook de bodemanalyses van de verschillende legakkers toonden geen verschillen. De gemeten mineralisatie in beide periodes was voor de drie legakkers gelijk. De opname van mineralen per vierkante meter gewas toonde lichte verschillen tussen de jongste en de twee oudere legakkers met name omdat de jongste nog niet volledig begroeid was (bedekingspercentage 53 tegenover 98 voor de andere twee). De N-gehalten van het gewas toonden de rijkere condities op de twee vergraven legakkers ten opzichte van de nooit vergraven respectievelijk 20.0 ± 3.4 g/kg N (half jaar oud);



Figuur 4 Overzicht van de gehalten nutriënten N en P in en bij de legakkers in Westbroek. De waarden zijn gemiddeld over de verschillende tijden waarop is gemeten.

Figure 4 Overview of the N and P nutrient content of fields differing in age next to a peat excavations. Mean values of measures in different periods.

20.7±2.8 (twee jaar oud) en 15.6±1.8 (nooit vergraven). Het P-gehalte op de twee jaar oude akker was significant hoger (3.7±0.2 g/kg P) dan voor jong en oud (beide 2.4±0.4 g/kg P). Hiervoor was niet direct een verklaring te vinden. De opname lag in de zelfde orde van grootte als de mineralisatie-afgifte.

Samengevat lijkt de conclusie gerechtvaardigd dat onze keuzen geen schadelijke gevolgen hebben gehad wat betreft interne eutrofiëring.

Eutrofiëring door landbouw

Alle petgaten zijn via afsluitbare duikers met elkaar verbonden om de waterstand te kunnen reguleren. Op sommige plekken zijn open verbindingen met sloten gemaakt. Daardoor zou landbouwwater tot eutrofiëring van de petgaten kunnen leiden. De monsters die tot op heden genomen zijn en ook die binnen het OBN-laagveenwateren onderzoek (Lamers, 2006) tonen geen verhoging, eerder een verlaging van de hoeveelheid voedingsstoffen

in het oppervlakte water.

Omdat de grootste vervuiling via het grondwater vanuit het noordoosten en oosten zou kunnen komen, moest ook de kwaliteit van het ondiepe grondwater bepaald worden. Oude metingen (Beltman et al., 1988) zijn vergeleken met metingen van tien jaar later (Van den Broek & Beltman, 2000). De resultaten staan in tabel 1. De toevoerende grondwaterstroom uit het Gooi bevatte in de piekperiode van de N-depositie tussen 1980 en 1986 10.1±13.7 mg/L NO₃ en 0.51±0.58 mg/L NH₄. Sindsdien is in de Westbroek weilandbuizen een gestage afname van de bemestingsinvloed geconstateerd. In het grondwater op twee meter diepte zijn de nitraatconcentraties van de jongste metingen hoger dan van de oudere, maar de variatie is groot, zodat geen significante verschillen bestaan. Van een eutrofiëring door de landbouw via oppervlakte- of grondwater is geen sprake.

Wegvallen van de kwelstroom

Van twee van de grote nieuwe petgaten zijn tussen november 1993 en april 1995 de waterstanden gemeten in de gaten zelf en in de afvoersloten. Tevens zijn de waterhoogten bepaald in de afsluitbare duikers en enkele grondwaterstandsbuizen. Omdat perioden met sterke neerslag tot extra opbolling kunnen leiden is gekozen voor langere droge perioden van minimaal vijftien dagen om de kwel in te schatten. In deze perioden vormen namelijk verdamping en aanvoer uit respectievelijk naar het grondwater de verklaring voor de veranderingen in het geregistreerde peil. Dezelfde methode is toegepast door Koerselman (1989). De kwelbalans is vergeleken en gecontroleerd met stijghoogteverschillen tussen diepe en ondiepe grondwaterstandsbuizen. De berekende kwel kwam uit op 2.28 en 3.09 mm/dag in juni respectievelijk juli 1994, 0.4 en 2.3 (november en december) en in januari en februari 1995 op 0.2 en 0.35. De gemiddelde kwel bedroeg 1.5 mm/dag,

Tabel 1 Gemiddelde grond- en oppervlakte-water samenstelling in de polders Westbroek en de Oostelijke Binnenpolder van Tienhoven in mg/l en µS/cm (EGV). Van den Broek & Beltman (2000) en Beltman & Rouwenhorst (1991).

Table 1 Groundwater and surface water content in Westbroek and the Oostelijke Binnenpolder Tienhoven in mg/l and µS/cm (EGV). Van den Broek & Beltman (2000) en Beltman & Rouwenhorst (1991).

Tienhoven					
	1998	1994-98	1994-98	1980-86	1980-86
	Opp.water	-1m	-2m	Weiland -2m	Hooiland -2m
	n=32	n=20	n=20	n=34	n=50
NO ₃	0.49 ± 0.47	0.43 ± 0.47	2.18 ± 3.34	0.33 ± 0.36	0.17 ± 0.17
NH ₄	0.24 ± 0.06	1.55 ± 0.88	2.29 ± 2.46	2.02 ± 2.24	1.61 ± 1.22
PO ₄	0.04 ± 0.01	0.05 ± 0.06	0.05 ± 0.05	0.45 ± 0.59	0.14 ± 0.15
K	2.36 ± 2.0	3.86 ± 5.57	2.91 ± 3.41	4.08 ± 8.27	21.9 ± 13.7
pH	8.0 ± 0.2	6.3 ± 0.4	6.8 ± 0.4	7.0 ± 0.4	6.6 ± 0.3
EGV	273 ± 60	372 ± 108	419 ± 58	354 ± 79	360 ± 102
Westbroek					
	Opp.water	-1m	-2m		
	n=32	n=20	n=20	n=212	n=111
NO ₃	0.34 ± 0.42	0.88 ± 0.81	2.29 ± 2.7	15.5 ± 20.5	0.44 ± 0.97
NH ₄	0.24 ± 0.08	1.99 ± 0.69	1.35 ± 1.32	4.98 ± 4.90	3.75 ± 5.21
PO ₄	0.06 ± 0.05	0.27 ± 0.28	0.17 ± 0.12	0.71 ± 0.07	0.39 ± 0.5K
1.77 ± 0.05	9.97 ± 5.29	4.13 ± 2.07	6.25 ± 5.03	0.59 ± 0.52	
pH	8.3 ± 1.0	6.6 ± 0.4	6.7 ± 0.2	6.6 ± 0.4	7.2 ± 0.5
EGV	372 ± 175	377 ± 75	404 ± 180	296 ± 61	253 ± 53



Foto **Barend Hazeleger**,
bvbeeld.nl

hetgeen overeenkomt met de *range* van voor het graven: 0,5-5 mm/dag (Koerselman 1989).

In 2004 en 2005 is deze exercitie binnen OBN-verband herhaald (Lamers, 2006). De conclusie uit deze studie duidt op waterverlies. Over 374 dagen wordt een neerslagoverschot gemeten van circa 100 mm en een totale netto daling van het oppervlaktewaterpeil van 61 mm. Als een van de mogelijke oorzaken wordt zijdelingse wegzijging van water via de legakker naar de sloot genoemd. Mogelijk wordt dit proces versterkt door het extra opzetten of verlagen van het waterpeil in de sloten in natte respectievelijk droge perioden, waardoor potentiaalverschillen toenemen en de wegzijging wordt bevorderd. Dit is onderwerp van verdere studie in het vervolg OBN-onderzoek. Uit eerder ecohydrologisch onderzoek was al naar voren gekomen, dat de kwel binnen een petgat sterk verschilt: aan de oostkant treedt kwel op en aan de west-

zijde vindt wegzijging plaats. Een lekkende legakker zal het verlies aan kwel alleen maar vergroten. In natte tijden zal dit sterker gebeuren dan in droge, omdat dan het hoge peil van het oppervlaktewater de kwel wegdrukt. De zijdelingse verliezen via de legakkers lijken dan toe te nemen.

Tot slot

Bovenomschreven globale risicoanalyse geeft aan dat in ieder geval op de drie terreinen rond Westbroek geen onverantwoorde risico's zijn genomen. Deze uitkomst is niet geheel onverwacht. De vakgroep Landschapsecologie had immers voorafgaand aan de ingrepen al tien jaar onderzoek gedaan en de groep van beheerders kende weinig wisselingen. Wij kenden de streek en elkaar en door de directe aansturing van de loonwerkers door Staatsbosbeheer waren de verbindingen kort en productief. Een vergelijking met de keuzes die door Natuurmonumenten

zijn gemaakt in nabijgelegen gebieden zou interessant zijn, maar voert hier te ver. Het gevolg van alle ingrepen is een mozaïek van nieuwe natuur en elementen die duurzaam beheer(s)baar zijn.

De wandeling bij dit nummer van LANDSCHAP laat naast de natuurontwikkeling zoals beschreven in dit artikel ook iets van de cultuurhistorie zien en de landschappelijke afwisseling van grasland, water en broekbos in het Noorderpark.

Dank

De auteur dankt Tommy van den Broek en Corine Vermeer voor de samenwerking bij het onderzoek naar uitspoeling van legakkers en het DLG-monitoronderzoek. Voor het gebruik van en het tekenen van de figuren worden Pieter Veen (Vista landscape and urban design) en Marjolein Smithuis bedankt. Tevens dient de goede samenwerking met Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten te worden gememoreerd.

Summary

The Noorderpark wetland area is situated just North of Utrecht, the Netherlands, on a Pleistocene subsoil of sands and gravels that gradually slopes down below sea level from east to west. The sandy plain is covered with peat (1-3 metres thick locally), which has been excavated since the 17th century for fuel, leaving behind a scattered pattern of peat ponds, or turbaries. The old ones are completely overgrown with carr woodland and the 'younger' ones from the late 1950-ties have developed into reedbeds and floating fens. In the area different flowing masses of groundwater and surface water meet, thus forming a mosaic of patches with upward seeping groundwater as well as recharge from surface water to the groundwater. This nested hydrological pattern also leads to contrasts in hydrochemistry: the slightly calcareous seepage led to species rich fen vegetation. As terrestrializing from open water with aquatic vegetation to a floating raft takes circa 40 years and the further succession to alder swamp forest another 25-40 years, varying with mowing intensity by farmers, the fens are now in the last phase of succession to forest. The early phases in terrestrialization are more species-rich and have a high value for nature conservation. Since 1990

new peat ponds have been excavated at a large scale, for 'new nature' in a land reform scheme. The risks of such an excavation were thought to be: (a) mineralization of the peat, deposited in landfills alongside the new ponds; (b) eutrophication of the new ponds due to drainage from adjacent agricultural land, and (c) an impact on groundwater seepage and drainage, by possibly altered hydraulic heads. Our study showed that there was no significant difference in mineralization, availability of nutrients in the soil nor in the groundwater underneath. The quality of groundwater improved since the 1980-ies, so no eutrophication via that source is expected. Observed seepage rates of on average 1.5 mm/d were in the range of previous measurements carried out before the excavations. It is concluded that the large-scale excavations have not adversely affected the abiotic conditions for future development of nutrient poor and species rich peat pond succession series.



Foto Willem van
Kruisbergen
www.saxifraga.nl
Drijvend fonteinkruid
(*Potamogeton natans*)

Literatuur

- Bakker, S.A., N.J. van den Berg & B.P. Speleers, 1994.** Vegetation transitions of floating wetlands in a complex of turbaries between 1937 and 1989 as determined from aerial photographs with GIS. *Vegetatio* 114: 161-167.
- Barendregt, A., M.J. Wassen & A. van Leerdam, 1990.** Nivellering van de verlanding: een gevolg van veranderingen in hydrologie en beheer. *Landschap* 7/1: 17-32.
- Beltman, B., H. Duël, M. van der Bie, E. Otten & G. Rouwenhorst, 1988.** Ecohydrologie in polders: het Noorderpark. *Landschap* 5/3:152-169.
- Beltman, B., T. van den Broek & P.Vergeer, 2005.** Het beperkte succes van laagveenrestauratie. *Landschap* 22/4: 173-180.
- Beltman, B. & T.G. Rouwenhorst, 1991.** Ecohydrology and fen plant distribution in the Vechtplassen area, The Netherlands. In: H.P. Nachtnebel & K. Kovar (eds.) *Hydrological basis of ecologically sound management of soil and groundwater*. IAHA publication 202: 199-213.
- Beltman, B. & T. van den Broek, 1993.** Verzuring van kalkrijke venen. *Landschap* 10/2: 17-32.
- Broek, T., van den & B. Beltman, 2000.** Natuurontwikkeling in het Noorderpark. 5 jaar monitor onderzoek in nieuw gegraven petgaten. In opdracht van Dienst Landelijk Gebied, Staatsbosbeheer en Natuurmonumenten. Faculteit Biologie.
- Gottschalk, M.K.E., 1956.** De ontginning der Stichtse venen ten oosten van de Vecht. *Tijdschrift KNAG* 73: 207-223.
- Koerselman, W., 1989.** Groundwater and surface water hydrology of a small groundwater-fed fen. *Wetland Ecology and management* vol 1: 31-43.
- Koerselman, W. & J.T.A. Verhoeven, 1992.** Nutrient dynamics in mires of various trophic status: nutrient inputs and outputs and the internal nutrient cycle. In: J.T.A. Verhoeven (ed.). *Fens and Bogs in the Netherlands: vegetation, history, nutrient dynamics and conservation*. 397-433.
- Lamers, L., 2006.** Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveen wateren. Eindrapportage 2003-2006. LNV-directie kennis DK-2006/057-0 Ede.
- Leentvaar, P., 1969.** De Zuidelijke Vechtplassen. Flora en Fauna. Stichting Voor de Vecht en het oostelijk en westelijk Plassengebied. Hilversum. Rivon-handeling-9.
- Wassen, M.J., 1990.** Water flow as a major landscape ecological factor in fen development. PhD thesis Utrecht.
- Wirdum, G. van, A.J. Den Held & M. Schmitz, 1992.** Terrestrializing fen vegetation in former turbaries in the Netherlands. In: J.T.A. Verhoeven (ed.). *Fens and Bogs in the Netherlands: vegetation, history, nutrient dynamics and conservation*. 237-323.