

Dankzij de verondieping van de watergangen staat het dal van de Onderlaatse Laak 's winters grotendeels blank (foto: Willem Drok). Het water op het maaiveld bestaat uit een combinatie van grondwater en regenwater dat ter plekke is gevallen.



# Nieuwe natte natuur zonder graafwerk in het dal van de **Onderlaatse Laak**

**In 2009 zijn watergangen in het dal van de Onderlaatse Laak bij Vorden sterk verondiept om het gebied te vernatten en kwel opnieuw aan het maaiveld te brengen. Tegelijkertijd is 90 ha landbouwgrond uit productie genomen. De graszode is plaatselijk verwijderd, maar nergens is diep afgegraven. De fosfaatvoorraad is dus niet verwijderd waarbij de grote hoeveelheid ijzer in de bodem is benut als een fosfaatbinder. In dit artikel maken we de balans op van die destijds gewaagde keuze.**

John Lenssen, Robert Ketelaar, Willem Drok, Bas van Delft, Mark van Mullekom & Fons Smolders

Het dal van de Onderlaatse Laak bevindt zich 2,5 kilometer ten noorden van Vorden, in de zuidwestelijke flank van het Groot Veld, het grootste bosgebied van Oost-Gelderland (fig. 1). Aan het einde van de één na laatste ijstijd (het Saalien) zijn in dit gebied door voorlopers van de Rijn grove, grindhoudende en kalkrijke zanden afgezet die nu worden aangeduid als de Formatie van Kreftenheye (van Delft & Jansen, 2003). In de laatste ijstijd (Weichselien) zijn de dekzandruggen gevormd die nu het dal flankeren. In het dal zijn plaatselijk leem- en kleilagen aanwezig die zijn ontstaan door rivierafzettingen in het Weichselien of periodiek tijdens het Holoceen, wanneer na perioden van ontbossing meer sediment werd meegevoerd en afgezet in het beekdal (van Delft & Jansen, 2003). Al deze processen hebben geleid tot een fijnmazig mozaïek van dekzandkopjes (met podzolprofiel) en met fijn sediment opgevulde laagtes, meestal met een beekerdprofiel (foto 1). De beekerdgronden duiden op een sterke regionale kwelinvloed. Die kwel passeerde de Kreftenheye formatie en zal daarom veel ijzer en calcium hebben aangevoerd. Daarnaast werd het gebied ook gevoed door lokale grondwaterstromen,

vanuit de omliggende dekzandkopjes. Deze zullen meer een regenwaterkarakter hebben gehad, maar aangezien de Kreftenheye formatie soms dicht onder het maaiveld ligt, kunnen ook bepaalde lokale grondwaterstromen flink zijn aangerijkt (van Delft & Jansen, 2003).

Het gebied functioneerde oorspronkelijk als een in elkaar overlopende reeks van kommen die van elkaar gescheiden waren door dekzandruggetjes. Het gebied waterde op deze wijze in noordwestelijke richting af. Vanaf ongeveer 1850 is de ontginning van dit gebied in gang gezet met het graven van de Onderlaatse Laak dwars door de opeenvolgende kommen. Geleidelijk zijn ook steeds meer zijsloten gegraven voor verdere ontwatering. De landbouwkundige activiteiten werden navenant intensiever. Hierdoor is de ecologische kwaliteit van het gebied sterk achteruitgegaan. Ondanks de intensieve landbouw, ruilverkavelingen en andere landbouwkundige aanpassingen werd het natuurlijk reliëf en de bodemopbouw niet sterk verstoord. Door de drooglegging in het gebied zelf en de verdere omgeving is de regionale kwelstroom grotendeels weggefallen. Met name in de zomermaanden zakt het grondwater daardoor tegenwoordig verder weg dan voor 1850. Dankzij het natuurlijke reliëf zijn er 's winters nog wel lokale kwelstromen actief die ook veel ijzer en calcium kunnen aanvoeren.

## Maatregelen

Nadat begin deze eeuw grote delen van het beekdal zijn aangekocht door Natuurmonumenten, kon de drainerende werking van de watergangen worden teruggedraaid. Samen met Waterschap Rijn en IJssel en de provincie Gelderland is een pakket van natuurherstelmaatregelen opgesteld en uitgevoerd. Doel van deze maatregelen was herstel van het landschap, plus bijbehorende natuurlijke processen, van rond 1900. Ontwikkeling van soortenrijke glanshaverhooilanden, kamgrasweiden en vochtige heide werd haalbaar geacht op grond van de voorspelde grondwaterstanden en de bodemchemie (van Delft & Jansen, 2003).

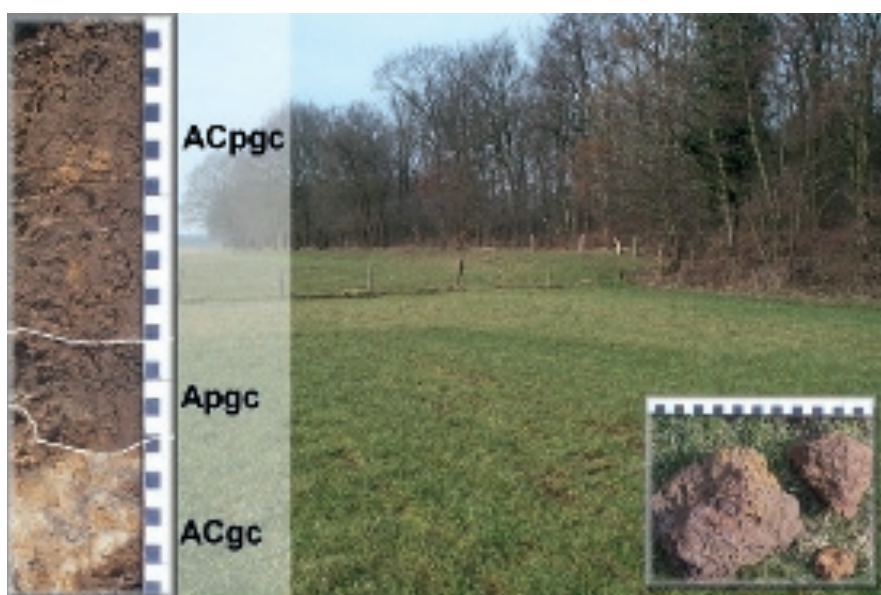
De belangrijkste hydrologische maatregel betrof het verondiepen van de Onderlaatse Laak en de belangrijkste zijwatergangen in september 2009. De ontwateringsbasis kon tot een bodemdpte van 70 cm beneden maaiveld worden verhoogd. Dat betekende voor de Onderlaatse Laak een effectieve verondieping van 55 centimeter. Meer was niet mogelijk in verband met de aanwezigheid van huizen en bijbehorende kelders die waren gebouwd in een verdroogde situatie. Ook is de breedte van de Onderlaatse Laak sterk verkleind, waardoor het ontwaterend vermogen van de Onderlaatse Laak nog verder werd teruggebracht. Op een aantal lage percelen is de graszode afgeplagd om vestiging van nieuwe soorten



te faciliteren. Verder ging het graafwerk niet. Tegen de tijdgeest in (Bekker, 2009) is er niet voor gekozen om ook het maaiveld af te graven om zo fosfaatrijke lagen te verwijderen en dicht bij het grondwater te komen. Hiervoor waren twee hoofdredenen. Allereerst zou daarmee het fijnmazige reliëf in dit gebied voor een deel verdwijnen en dit werd als ongewenst beschouwd. Ten tweede was er reden om hier minder bezorgd te zijn over een teveel aan fosfaat. In de loop der eeuwen is namelijk juist in de bovenste bodemlagen veel ijzer afgezet (van Delft, 2004). Ijzer is een sterke fosfaatbinder die voorkomt dat alle fosfor beschikbaar is voor plantengroei. Alleen bij permanent natte omstandigheden werkt dit mechanisme niet: dan wordt fosfor juist weer los geweekt uit de ijzer-fosfor-verbindingen. In de zomer zakken de grondwaterstanden weer en wordt fosfaat opnieuw gebonden. Daarom is ervoor gekozen om de (aan ijzer gebonden) fosforvoorraad in de bodem te laten liggen.

## Effecten op grondwaterstand

Om te toetsen of de beoogde vernatting ook gerealiseerd zou worden, zijn in januari 2007 zes peilbuizen geplaatst in het gebied. Een analyse in 2015 wees uit dat de grondwaterstanden, afhankelijk van de maaiveldhoogte, 5-20 cm gestegen zijn sinds de verondieping in september 2009 (Baggelaar & van der Meulen, 2015). Het



**Foto 1.** Een ijzerrijk beekkerdprofiel en brokken ijzeroer in het dal van de Onderlaatse Laak (foto's: Bas van Delft). De schaalverdeling in de foto's is in cm's, de lettercodes geven de horizontindeling weer: AC- en A-horizonten zijn verrijkt met organische stof, de kleine letter p geeft aan dat de laag geploegd is, de letter g staat voor gleyverschijnselen (roest en reductieplekken) en met de letter c wordt aangegeven dat het ijzerrijke lagen betreft.



Fig. 1. Ligging van het dal van de Onderlaatste Laak met begrenzing van het natuurontwikkelingsgebied en de watergangen die in 2009 zijn verdiept en versmald.

gaat hierbij vooral om een stijging van de hoogste grondwaterstanden in winter en voorjaar; de laagste percelen zijn dan plas-dras (foto pag. 15). In de zomer zakt de hele regionale grondwaterstand weg en is er geen effect meer zichtbaar van de verondieping (fig. 2). De periode met lage grondwaterstand is wel veel korter geworden. In grote delen van het dal ligt de gemiddelde voorjaarsgrondwaterstand (GVG) nu rond de 30-40 cm onder maaiveld; de gemiddeld laagste grondwaterstand ligt tussen 80-95 cm onder maaiveld.

#### IJzer en fosfaatbuffering

De toplaag was in het algemeen het meest ijzerrijk op de laaggelegen percelen (fig. 3). Dat gegeven vormt een sterke aanwijzing dat ijzer vooral via grondwater wordt aangevoerd. Zodra dit ijzer in contact komt met zuurstof, ontstaan ijzer-oxiden die als 'roest' achter blijven in de toplaag van de bodem (van Delft & Jansen, 2003). Afgaande op de huidige ijzerconcentraties in het grondwater zou het erg lang duren om de huidige ijzervoorraad op te bouwen. Het gemiddelde ijzergehalte van het grondwater bedraagt ca. 64  $\mu\text{mol}$  per liter. Dit bleek uit maandelijkse metingen van grondwaterkwaliteit in de peilbuizen in de periode januari tot en met april 2016. Grondwatermodellering voorafgaand aan de uitvoering van dit project wees uit dat de kweldruk ca. 1 mm per dag is. Als alle

aangevoerde ijzer in de bodem zou achterblijven, zou de 10 cm toplaag van een liter bodem jaarlijks 3,65 liter grondwater, oftewel 0,23 mmol ijzer ontvangen. De gemiddelde ijzerconcentratie in de toplaag is nu ca. 1000 mmol per liter grond. De jaarlijkse toename is dus 0,02%. Hierbij geldt de aanname dat kwel jaarrond de wortelzone bereikt. Daar is nu geen sprake

van (fig. 2); een jaarlijkse toename van 0,02% is dus een sterke overschatting. Verwijdering van deze laag omwille van vershraling zou tot gevolg hebben gehad dat in één klap de gehele ijzervoorraad zou zijn weggevaagd. Bovenstaand rekensommetje (gebaseerd op van Mullekom & Smolders, 2015) maakt duidelijk dat herstel van deze voorraad duizenden jaren zou duren.

En die ijzervoorraad is van cruciaal belang voor het beteugelen van de voedselrijkdom in het gebied. IJzer zorgt namelijk voor de binding van fosfor (P). Hoe meer ijzer in de bodem, hoe lager de fosfaatverzadiging, zelfs in percelen waar de totale voorraad fosfaat, dankzij de agrarische voorgeschiedenis, erg hoog is (fig. 4). Figuur 5 maakt duidelijk dat de fosfaatverzadiging een goede voorspeller is van de hoeveelheid fosfor die beschikbaar is voor planten (Olsen-P). Overigens lagen in 2015 de gehalten Olsen-P op de meeste locaties nog ruim boven de 800  $\mu\text{mol}$  per liter, de bovengrens voor soortenrijke graslanden. Dat betekent dat er nog steeds sprake is van voedselrijke omstandigheden. Maar het gebied ontwikkelt zich sinds de maatregelen wel in de goede richting wat betreft P-buffering. Deze is bepaald in 2003, ten behoeve van de systeemanalyse voorafgaand aan de herinrichting (van Delft & Jansen, 2003) en in 2015, als evaluatie van de herinrichting (van Mulle-

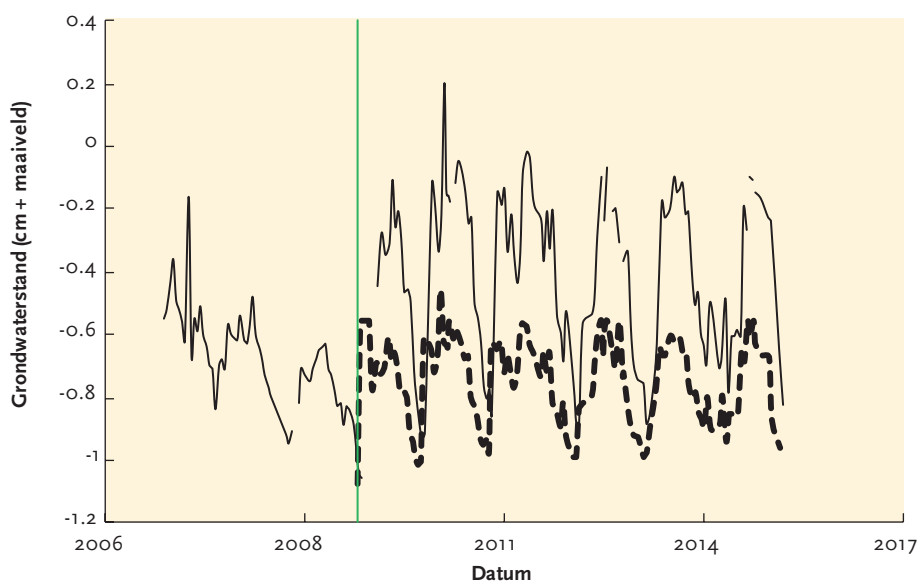
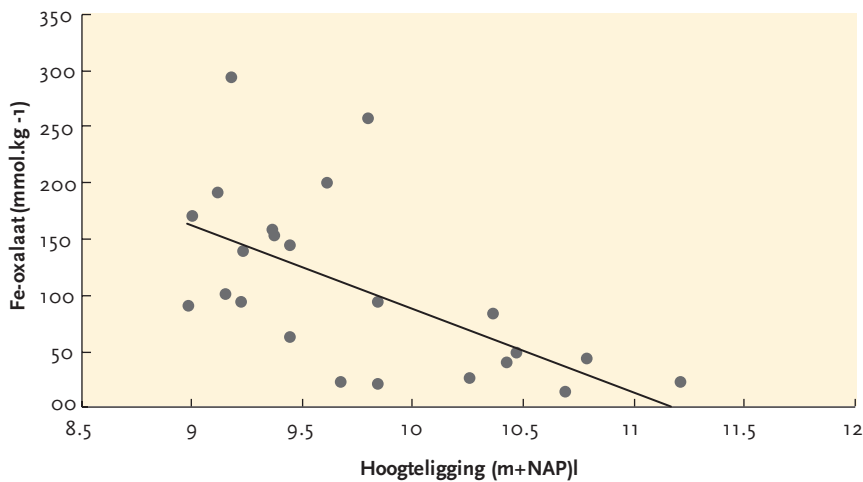
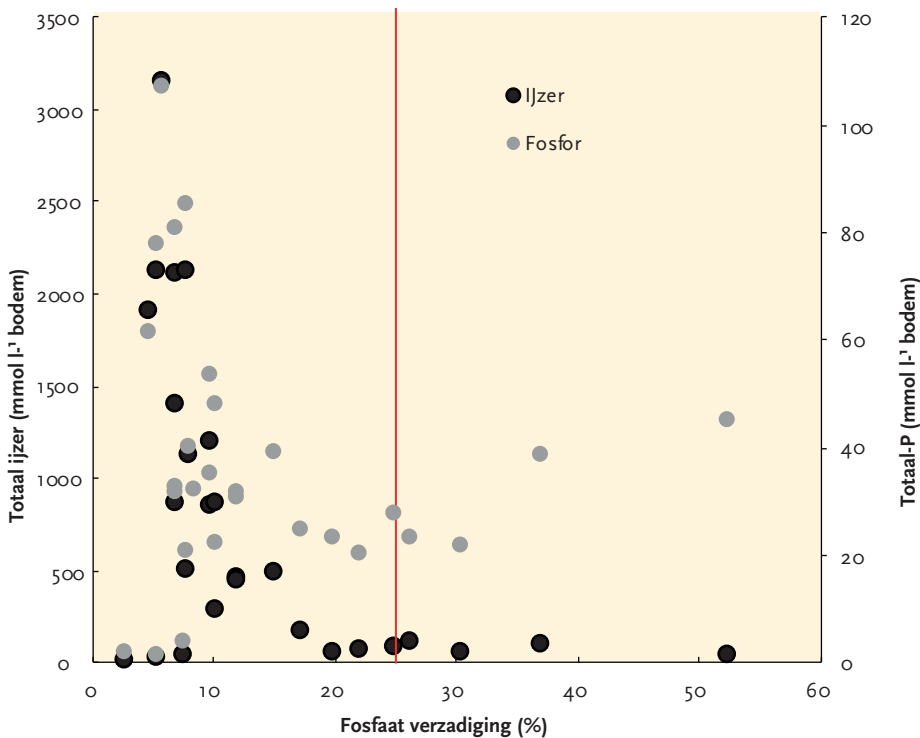


Fig. 2. Verloop van de grondwaterstand voorafgaande aan de maatregelen in september 2009 (groene verticale lijn) en volgend op deze maatregelen. De stippellijn geeft weer hoe het grondwaterverloop zou zijn zonder verondieping van de watergangen (Baggelaar & van der Meulen, 2015). De buis waarin deze metingen zijn uitgevoerd stond midden in het projectgebied, dichtbij de verondiepte Onderlaatste Laak, maar niet in de laagste delen van het dal. Grondwaterstanden zijn twee keer per maand handmatig gemeten.



**Fig. 3.** Relatie tussen ijzer in de bovenste bodemlaag (0-10 cm; Fe-oxalaat extractie) en hoogteligging. De zwarte lijn geeft de relatie weer zoals bepaald op basis van lineaire regressie ( $R^2=0,37$ ,  $P<0,01$ ). Deze figuur is gebaseerd op ijzermetingen uit 2003; waarden uit 2015 toonden een vergelijkbaar negatieve (en significante) relatie.



**Fig. 4.** Relatie tussen de fosfaatverzadigingsgraad van de toplaag (bovenste 10 cm) van de bodem en de totaal-ijzer en totaal-fosfor concentratie, op basis van bodemchemische metingen in het dal van de Onderlaatse Laak in 2015. Fosfaatverzadiging geeft de ratio weer tussen de hoeveelheid (oxalaat extraheerbare) bodem-fosfaat en de hoeveelheid aluminium en, vooral, ijzerkristallen die ijzer kunnen binden zodat deze niet beschikbaar is voor plantopname. Bodems met een fosfaatverzadigingsgraad van 25 % (rode verticale lijn) of hoger worden als fosfaatverzadigd beschouwd; de maximale fosfaatverzadiging is 60 %. De figuur maakt duidelijk dat ook met hoge totaal P-gehalten nog geen sprake hoeft te zijn van fosfaatverzadiging, zo lang maar een ruime hoeveelheid ijzer aanwezig is.

kom & Smolders, 2015). Op 13 van de 24 meetpunten in het projectgebied was de fosfaatverzadiging lager in 2015 dan in 2003. Gezien de jaarlijkse toename van hooguit 0,02% zal de hoeveelheid ijzer niet merkbaar zijn toegenomen in de korte tijd sinds de vernatting.

De vernatting zal wel geleid hebben tot veranderingen in de kristalstructuur van de ijzeroxiden waardoor fosfaat sterker gebonden wordt en de beschikbaarheid verder afneemt (Kemmers & Nelemans, 2007). Daarnaast zal bij de hogere waterstanden een deel van het fosfaat tijdelijk in oplossing zijn gegaan. Omdat in dit gebied

vernat is door middel van verondieping in plaats van verhoging van stuwpeilen, kon het opgeloste P met afstromend (inundatie)water worden afgevoerd. Het beheer van maaien en afvoeren dat Natuurmonumenten sinds 2009 heeft ingesteld zal ook hebben bijgedragen aan de afname van de fosfaatverzadiging.

#### Ontwikkelingen van de flora

De vegetatie van het gebied in 2015 is beschreven door Zwaneveld (2015) in de vorm van Tansley-opnames per perceel. De derde auteur heeft van 2013 tot en met 2016 in tien permanente quadraten (pq's)

de vegetatieontwikkeling gevolgd (Drok, 2016). Van een aantal van deze plekken was ook bodemchemie, inclusief Olsen-P, beschikbaar, maar beide meetnetten zijn niet vooraf op elkaar afgestemd. De vegetatie in de uitgangssituatie is niet vastgelegd, maar aangezien alle percelen voor de herinrichting bemest en intensief begraasd werden zal de diversiteit erg laag zijn geweest. Alleen langs de Onderlaatse Laak zelf stonden nog enkele relictsoorten, zoals Dotterbloem (*Caltha palustris*), Moerasspirea (*Filipendula ulmaria*) en Adderwortel (*Persicaria bistorta*). De drogere delen, waar de graszode is verwijderd, hebben een open begroeiing met grote matten haarmos (*Polytrichum commune*), biggenkruid (*Hypochaeris radicata*), veelbloemige veldbies (*Luzula multiflora*), kleine klaver (*Trifolium dubium*) en hazenzegge (*Carex ovalis*). Deze is te duiden als de rompgemeenschap van gewoon struisgras en biggenkruid, zij het dat er een heischraal aspect aan zit. In de



vijf jaar dat de PQ's opgenomen zijn, is deze vegetatie dichter geworden: de pioniers liggend hertshooi (*Hypericum humifusum*) en vogelpootje (*Ornithopus perpusillus*) zijn verdwenen, gewoon struisgras is toegenomen en reukgras is verschenen. Olsen-P op een van deze relatief schrale percelen was 560 µmol per liter bodem. Op voedselrijkere (Olsen-P > 1000 µmol per liter), tevens droge percelen domineerden grote vossestaart en gestreepte witbol.

Op lagere percelen heeft zich een rompgemeenschap van veldrus en ruw beemdgras ontwikkeld. Veldrus, biezenknoppen en pitrus zijn steeds aanwezig; puntmos (*Calliergonella cuspidata*) domineert de moslaag. Op de schralere plekken (Olsen-P < 800 µmol per liter) komen zelfs diverse soorten van het dotterbloemhooiland regelmatig voor: echte koekoeksbloem, zwarte en tweerijige zegge (*Carex nigra* en *C. disticha*), ruw en moeraswalstro (*Galium uliginosum* en *G. palustre*), kale jonker

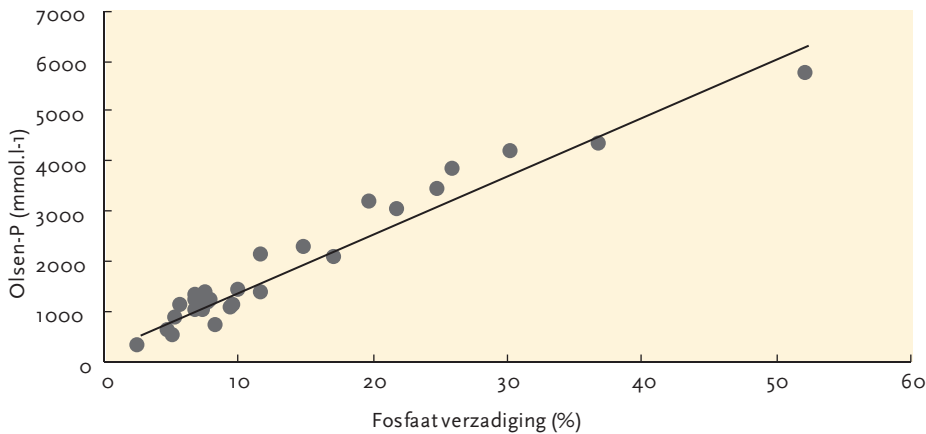
(*Cirsium palustre*), engelwortel (*Angelica sylvestris*) en egelboterbloem (*Ranunculus flammula*). Ook de rietorchis (*Dactylorhiza praetermissa*) duikt langzamerhand op steeds meer plekken op. De grootste bedekkers echter zijn gestreepte witbol, ruw beemdgras, kruipende boterbloem, witte klaver (*Trifolium repens*) en moerasrolklaver (*Lotus pedunculatus*). Vooral de plaatselijk grote matten moerasrolklaver zijn opvallend (foto 3). Deze soort geeft aan dat daar nog veel fosfaat (Olsen-P lag hier tussen 1000 en 1400 µmol per liter) en naar verhouding erg weinig stikstof in de bodem zit. Vlinderbloemigen kunnen, door symbiose met bacteriën, stikstof uit de lucht benutten en zijn dus in het voordeel wanneer bodem-stikstof beperkend is.

#### De fauna na de maatregelen

De natuurpercelen langs de Onderlaatse Laak hebben inmiddels een behoorlijke rijkdom aan insecten. Sinds de herinrich-

**Foto 3.** In de laagste delen van het gebied zijn grote pollen moerasrolklaver nu kenmerkend voor de begroeiing (foto: Robert Ketelaar).

ting in 2009 zijn hier 17 soorten libellen, 10 soorten sprinkhanen en 23 soorten dagvlinders aangetroffen. De talrijkste soorten zijn bruin zandoogje (*Maniola jurtina*), icarusblauwtje (*Polyommatus icarus*) en krasser (*Pseudochorthippus parallelus*). De kleine vuurvlieder, karakteristiek voor meer schrale vegetaties, is in 2017 ook op diverse plekken in het gebied gesignaleerd (Timme Koster, mededeling per e-mail). Zeldzame soorten hebben het gebied nog niet gekoloniseerd, en het zijn vooral de aantallen insecten die in het oog springen. De sterke toename van insecten is toe te schrijven aan de combinatie van vernatting en extensiever graslandbeheer; afzonderlijke effecten van beide veranderingen zijn met onze gegevens niet vast te stellen.



**Fig. 5.** Relatie tussen fosfaatverzadiging in de bovenste bodemlaag (0-10 cm) en de hoeveelheid P die beschikbaar is voor planten (Olsen-P). De zwarte lijn geeft de relatie weer zoals bepaald op basis van lineaire regressie ( $R^2=0,94$ ,  $P<0,001$ ). Deze figuur is gebaseerd op metingen uit 2015.

De verminderde afvoercapaciteit van de Onderlaatse Laak heeft er ook voor gezorgd dat 's winters en in het voorjaar langdurig water op het land staat (foto 2). Ieder voor- en najaar zoeken tientallen watersnippen naar voedsel in deze plassen. Het aantal broedparen Kievit, gele kwikstaart, roodborsttapuit en boompieper is gestaag toegenomen sinds de herinrichting.

### Conclusies

Vernatting van voormalige landbouwgronden levert regelmatig teleurstellende resultaten op, omdat hoog-productieve soorten al snel de boventoon gaan voeren (Bekker, 2009). Het herstel van voedselarme, soortenrijke natuur op voormalige landbouwgrond is daarom alleen mogelijk als de beschikbaarheid van fosfor sterk is verminderd (van Mullekom et al., 2013). Het verwijderen van de voedselrijke toplaag is een bewezen en effectieve maatregel om dit te realiseren (Aggenbach et al., 2017). In het hier beschreven project is die toplaag grotendeels intact gebleven, en toch is in grote delen van het terrein een massale woekering van pitrus of liesgras uitgebleven. Soortenrijke graslanden lijken al volop in ontwikkeling. De echt bijzondere natte schraalgraslanden, zoals blauwgrasland en dotterbloemhooiland, zijn hier niet haalbaar, omdat 's zomers de grondwaterstand te ver weg zakt. Dat vernatting zonder afgraven, althans in dit gebied, niet heeft geleid tot extra fosfaatmobilisatie heeft in ieder geval met drie zaken te maken:

1) Het gaat hier om zeer ijzerrijke bodems waardoor, ondanks de hoge absolute hoeveelheden fosfaat, de fosfaatverzadiging relatief laag is. Dat bleek ook al uit het vooronderzoek, toen het gebied nog

in agrarisch beheer was (van Delft & Jansen, 2003). De plekken met de laagste P-beschikbaarheid lijken zich dan ook het beste te ontwikkelen;

2) Het gebied werd wel natter, maar er is geen permanente inundatie. Droogval van de toplaag in de zomerperiode leidt tot extra binding van fosfor aan ijzer (Smolders et al., 2006);

3) Vernatting is gerealiseerd door watergangen te verondiepen en niet door stuwen hoger op te zetten. De uit de bodem vrijgekomen voedingsstoffen konden zo met het water het gebied uitstromen (Lucassen et al., 2004; Kemmers & Nelemans, 2007).

Ontgraven is dus niet altijd nodig bij natuurontwikkeling, een goed systeembe-grip echter des te meer!

### Literatuur

- Aggenbach, C.J.S., M.P. Berg, J. Frouz, T. Hiemstra, L. Norda, J. Roymans & R. van Diggelen, 2017.** Evaluatie omgang met overmatige voedingsstoffen. OBN rapport, VBNE, Driebergen.
- Baggelaar, P.K. & E.C.J. van der Meulen, 2015.** Effectraming antiverdrogingsmaatregelen Onderlaatse Laak in 2009. Icastat en AMO modellering en optimalisatie, in opdracht van Waterschap Rijn en IJssel.
- Bekker, R.M., 2009.** 20 jaar ontgronden voor natuur op zandgronden. De Levende Natuur 110(1): 9-15.
- Delft, S.P.J. van & P.C. Jansen, 2003.** Randvoorwaarden natuurontwikkeling Onderlaatse Laak. Bodemkundige en hydrologische kansen en beperkingen voor de realisatie van natuurdoelen. Alterra rapport nr.799 in opdracht van Waterschap Rijn en IJssel met medefinanciering van Provincie Gelderland en Natuurmonumenten.
- Delft, S.P.J. van, 2004.** Natuurontwikkeling in een Achterhoeks beekdal: Toch maar niet

afgraven! Vakblad Natuur Bos Landschap Aug.-Sept.: 5-9.

**Drok, W., 2016.** Rapportage Onderlaatse Laak 2013-2015. Interne rapportage gericht aan Natuurmonumenten en Waterschap Rijn & IJssel. 4 januari 2016

**Kemmers, R.H. & J.A. Nelemans, 2007.** Vergroting van de fosfaatadsorptiecapaciteit en afname van de chemische beschikbaarheid van fosfaat in gronden door wisselvochtigheid? Resultaten van desorptie en adsorptie-experimenten met zand-, klei- en veengrond. Alterra, Wageningen. Alterra-rapport 1546.

**Lucassen, E.C.H.E.T., A.J.P. Smolders, J. van de Crommenacker & J.G.M. Roelofs, 2004.** Effects of stagnating sulphate-rich groundwater on the mobility of phosphate in freshwater wetlands: a field experiment. Archiv für Hydrobiologie 160: 117-131.

**Mullekom, M. van & F. Smolders, 2015.** Bodemchemie Onderlaatse Laak. Analyses in het kader van een integrale evaluatie. B-Ware Rapportnr. 2015.22 in opdracht van Waterschap Rijn en IJssel.

**Mullekom, M. van, E.C.H.E.T. Lucassen, M.J. Weijters, R. Bobbink, H. Tomassen & A.J.P. Smolders, 2013.** Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! De Levende Natuur 114(4): 120-126.

**Smolders, A., E. Lucassen, H. Tomassen, L. Lamers & J. Roelofs, 2006.** De problematiek van fosfaat voor natuurbeheer. Vakblad Natuur Bos Landschap 3(4): 5-11.

**Zwaneveld, W., 2015.** Graslandontwikkelingsfasen Onderlaatse Laak 2015. Inventarisatie en kort beheeradvies. Interne notitie voor Natuurmonumenten.

### Summary

#### Rewetting without soil removal in the 'Onderlaatse Laak' brook valley

In 2009 about 90 hectares of heavily fertilized agricultural pastures along the brook 'Onderlaatse Laak' were transformed to natural hayfields. Simultaneously, the bottom of the brook and its tributaries was raised to achieve a higher groundwater table and stronger seepage flow to the rhizosphere. Contrary to common practice the top soil was not removed, in order to preserve the geomorphological structure of the area and the iron deposits in the upper soil layers. The measures have resulted in a 5 to 20 cm

increase in groundwater levels. Particularly in winter and spring the area is now considerably wetter. The increased upward groundwater flow has also restored iron- enrichment of the rhizosphere. Iron deposits in the rhizosphere limit the amount of soil-phosphorus available for plant growth and may thus strongly determine the opportunities for species-rich hayfields. Since the iron deposits were mainly constrained to the top soil layers all of it would have been removed if common practice was blindly copied in this project. We calculated that, given the present-day iron concentrations in the groundwater, it would have taken several thousands of years to reach the present-day iron levels in the top soil. Vegetation developments are promising. There is no all over dominance of *Juncus effusus*. Instead *Juncus acutifloris* and *Lotus pedunculatus*, the latter indicating nitrogen-limitation, dominate most of the wetter areas. The fields also gradually get colonized by species like *Carex disticha*, *Caltha palustris* and *Dactylorhiza praetermissa*, suggesting succession towards species-rich hayfields.

#### Dankwoord

André Westendorp (Natuurmonumenten), Louisa Remesal, Ellen Bollen-Weide en Jaco van Langen (allen Waterschap Rijn & IJssel) waren vanaf het begin betrokken bij de uitvoering en hebben een waardevolle bijdrage geleverd aan de evaluatie van dit project.

#### Achtergrondrapport

Een uitgebreide evaluatie-rapport, met gedetailleerde beschrijving van de uitgevoerde metingen, is verkrijgbaar via de eerste auteur.

Dr. J.P.M. Lenssen  
Waterschap Rijn & IJssel  
Postbus 148  
7000 AC Doetinchem  
j.lenssen@wrij.nl

Drs. ing. R. Ketelaar  
Vereniging Natuurmonumenten  
Postbus 9911  
1243 ZR 's-Graveland  
r.ketelaar@natuurmonumenten.nl

Ir. W.J.A. Drok  
Almenseweg 39  
7251 HN Vorden  
wdrok55@hotmail.com

Ir. S.P.J. van Delft  
Wageningen Environmental Research  
Postbus 47  
6700 AA Wageningen  
bas.vandelft@wur.nl

Drs. M. van Mullekom en  
Prof. Dr. A.J.P. Smolders  
Onderzoekcentrum B-Ware  
Postbus 6558  
6503 GB Nijmegen  
A.Smolders@b-ware.eu  
M.vanMullekom@b-ware.eu

Tijdschrift voor natuurbehoud en natuurbeheer

**De Levende Natuur**

jaargang 120 | nummer 1  
januari 2019

Als inzicht  
belangrijk is!

[www.delevendenatuur.nl](http://www.delevendenatuur.nl)

**Symposium**  
**Ecologie en de praktijk**

Donderdag 14 maart 2019  
Eindhoven

In één dag bijgepraat door specialisten.  
Netwerken met 300 vakgenoten.

Meer informatie:  
[www.ecologica.eu](http://www.ecologica.eu)

ecologica  
Rondven 22  
6020 PK Maartwaze  
0475-462070







