

Kennisnetwerk OBN

Inrichting, ontwikkeling en beheer van moerassen op voormalige landbouwgrond

Een eerste verkenning van de ontwikkeling van eutrofe moerassen



foto Jim de Fouw



foto Erik Klop



foto Erik Klop



Inrichting, ontwikkeling en beheer van moerassen op voormalige landbouwgrond

**Een eerste verkenning van de ontwikkeling van eutrofe
moerassen**

J. de Fouw - Onderzoekcentrum B-WARE - Radboud Universiteit

R.M.G. van der Hut - Altenburg & Wymenga

E.S. Bakker - NIOO-KNAW

A.J.P. Smolders - Onderzoekcentrum B-WARE – Radboud Universiteit

J. van der Winden - Jan van der Winden Ecology

P.J. Westendorp - Onderzoekcentrum B-WARE - Radboud Universiteit



ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn



©2021 IPO, Vereniging het Interprovinciaal Overleg, BIJ12, uitvoeringsorganisatie van de gezamenlijke provincies, Utrecht.

Rapport nummer 2021/OBN249-LZ

Projectnummer OBN-2019-111-LZ

Deze publicatie is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van BIJ12 en het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.

Teksten mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

*Wijze van citeren: de Fouw, J., R.M.G. van der Hut, E.S. Bakker, A.J.P. Smolders, J. van der Winden en P.J. Westendorp, 2021. **Inrichting, ontwikkeling en beheer van moerassen op voormalige landbouwgrond: Een eerste verkenning van de ontwikkeling van eutrofe moerassen.** Rapport nummer 2021/OBN249-LZ, Kennisnetwerk OBN, Driebergen.*

Deze uitgave is online gepubliceerd op www.natuurkennis.nl

Samenstelling J. de Fouw - Onderzoekcentrum B-WARE - Radboud Universiteit
R.M.G. van der Hut - Altenburg & Wymenga
E.S. Bakker - NIOO-KNAW
A.J.P. Smolders - Onderzoekcentrum B-WARE - Radboud Universiteit
J. van der Winden - Jan van der Winden Ecology
P.J. Westendorp - Onderzoekcentrum B-WARE - Radboud Universiteit

Foto voorkant Dannemeer (Jim de Fouw), rietmoeras IJsseldelta, grote karekiet en witwangstern (Erik Klop).

Productie Vereniging van Bos- en Natuurterreineigenaren (VBNE)
Adres: Princenhof Park 7, 3972 NG Driebergen
Telefoon: 0343-745250
E-mail: info@vbne.nl

Voorwoord

Behoud maar zeker ook het herstel van biodiversiteit behoort tot de kerndoelen van de overheid. Om dit doel te realiseren ontwikkelt en verspreidt het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN) daarvoor toepasbare kennis over herstelmaatregelen voor Natura 2000, de aanpak van stikstof, de leefgebiedenbenadering, de ontwikkeling van nieuwe natuur én het cultuurlandschap.

De ontwikkeling van moerassen op voedselrijke bodems, waaronder voormalige landbouwgronden, kunnen voorzien in het tekort aan geschikte leefgebieden voor riet- en moerasvogels in Nederland. Niet alleen riet- en moerasvogels profiteren hiervan, maar ook tal van andere plant- en diersoorten. In het herstel of de ontwikkeling van verschillende natuurtypen vormt de nutriëntenrijkdom vaak een belangrijke bottleneck. Bij de ontwikkeling van voedselrijke moerassen zou dit probleem naar verwachting niet of minder moeten spelen en zouden andere factoren veel belangrijker zijn. Op de faal- en succesfactoren van eutrofe moerassen hebben we echter nog onvoldoende grip.

De nadruk van het in dit rapport beschreven OBN onderzoek naar inrichting, ontwikkeling en beheer van eutrofe moerassen ligt op de inventarisatie van beschikbare informatie en het presenteren van een overzicht. Deze inventarisatie brengt niet alleen veel ervaringen en ideeën over inrichting en beheer bijeen, maar geeft ook een overzicht van nieuwe vragen. Een uitgewerkte leidraad voor inrichting en beheer, gericht op het bereiken van specifieke doelen kon vanwege deze vragen nog niet worden opgesteld. Wel worden er, op basis van de ervaringen met moerasontwikkeling op voormalige landbouwgrond tot dusver, al enkele aanbevelingen gedaan.

Ik wens u veel leesplezier,

Teo Wams
Voorzitter van de OBN Adviescommissie

Inhoud

Samenvatting	6
Summary	9
Dankwoord	12
1. Inleiding	13
1.1 Aanleiding	13
1.2 Vraagstelling	13
1.3 Aanpak op hoofdlijnen	14
1.4 Theoretisch Model: Het functioneren van een eutrofe moerassen als systeem	15
1.5 Leeswijzer	19
2. Afbakening en aanpak	20
2.1 Selectie eutrofe moerassen	20
2.2 Gebruik bestaande data	20
2.3 Veldbezoek en interview beheerders	21
2.4 Raamwerk moerasstadia	22
2.5 Bodem- en wateranalyses	26
3. Moerasontwikkeling in 12 gebieden – een overzicht	28
3.1 Overzicht van de aanwezige moerasstadia en fauna	28
3.2 Gebiedsbeschrijvingen	32
3.2.1 Dannemeer	32
3.2.2 Zuidlaardermeergebied	33
3.2.3 Houtwiel	35
3.2.4 Alde Feanen	36
3.2.5 Wieden (Hoogwaterzone en Beulakerpolder)	38
3.2.6 Rietmoeras IJsseldelta	40
3.2.7 Harderbroek – Plan Roerdomp	42
3.2.8 Het Twiske	43
3.2.9 Het Jagersveld	46
3.2.10 Naardermeer	48
3.2.11 Groene Jonker	49
3.2.12 Rijnstrangen	50
4. Sturende factoren	53
4.1 Inleiding	53
4.2 Historisch landgebruik en inrichtingsmaatregelen	53

4.2.1	Inleiding	53
4.2.2	Herinrichtingsmaatregelen in de bezochte moerasgebieden	55
4.2.3	Deelconclusies	56
4.3	Nutriënten in bodem en water	60
4.3.1	Inleiding	60
4.3.2	Effect van vernatting van droge landbouwgrond	60
4.3.3	Fosfaatbeschikbaarheid en vegetatie ontwikkeling	62
4.3.4	Waterkwaliteit	64
4.3.5	Nutriënten in de bodem en water in de onderzochte gebieden	65
4.3.6	Deelconclusie	71
4.4	Peildynamiek	77
4.4.1	Inleiding	77
4.4.2	Peildynamiek in de twaalf gebieden	77
4.4.3	Effecten op moerasvegetaties	78
4.4.4	Effecten op moerasvogels	81
4.4.5	Deelconclusie	82
4.5	Zaadbank en bronpopulaties	86
4.5.1	Inleiding	86
4.5.2	Ervaringen in de twaalf gebieden	86
4.5.3	Deelconclusie	88
4.6	Vegetatiebeheer	90
4.6.1	Riet aanplant	90
4.6.2	Maaibeheer	90
4.6.3	Krabbenscheer introductie	90
4.6.4	Vegetatiebeheer in de bezochte gebieden	92
4.6.5	Maaibeheer	93
4.6.6	Krabbenscheer	94
4.6.7	Deelconclusie	94
4.7	Begrazing door ganzen en andere vormen van spontane begrazing	98
4.7.1	Inleiding	98
4.7.2	Ervaringen in de twaalf gebieden	99
4.7.3	Deelconclusie	102
4.8	Begrazingsdruk en afrastering	104
4.8.1	Inleiding	104
4.8.2	Toepassing van rasters en peilbeheer in relatie tot ganzenbegrazing in de twaalf gebieden	104
4.8.3	Ervaringen met rasters en peilbeheer in relatie tot begrazingseffecten	106
4.8.4	Effecten op moeras- en watervogels	107
4.8.5	Deelconclusies	107
4.9	Begrazingsbeheer met grote herbivoren	110
4.9.1	Inleiding	110
4.9.2	Aanwezigheid van grote grazers en vee in de twaalf gebieden	110
4.9.3	Ervaringen met begrazingsbeheer in de twaalf gebieden	111
4.9.4	Deelconclusie	112

5. Casus habitatkwaliteit: kansen voor herstel voor grote karekiet en porseleinhoen	114
5.1 Inleiding	114
5.1.1 Methodiek in het kort	114
5.2 Rietkragen voor grote karekiet	114
5.2.1 Bodemchemie	114
5.2.2 Rietkwaliteit	115
5.2.3 Nutriënten in de plant	117
5.2.4 Rietkragen en nutriënten uit de bodem	118
5.3 Laag mozaïekmoeras habitat – porseleinhoen	119
5.3.1 Bodemchemie	119
5.3.2 Porseleinhoenhabitat en nutriënten	119
6. Synthese	122
6.1 Betekenis en positie van moerassen op voormalige landbouwgrond	122
6.1.1 Variatie in ruimte en tijd	122
6.1.2 Natuurdoelen	122
6.2 Biodiversiteit en betekenis	124
6.3 Sturende factoren	127
6.3.1 Voedselrijkdom	127
6.3.2 Peildynamiek	127
6.3.3 Begrazing	128
6.4 Sleutelfactoren voor specifieke moerasstadia	128
6.5 Aanbevelingen voor beheer	130
6.6 Kansen voor moerassen op voormalige landbouwgrond	131
6.7 Kennisleemten en aanbevelingen voor nader onderzoek	132
7. Literatuur	136
Bijlage 1 factsheets gebieden	142

Samenvatting

Veel soorten riet- en moerasvogels staan nog steeds onder druk in Nederland. De ontwikkeling van moerassen op voedselrijke bodems, waaronder voormalige landbouwgronden, kunnen voorzien in het tekort aan geschikte leefgebieden voor riet- en moerasvogels in Nederland. Niet alleen riet- en moerasvogels profiteren hiervan, maar ook tal van andere plant- en diersoorten.

In het herstel of de ontwikkeling van verschillende natuurtypen vormt de nutriëntenrijkdom vaak een belangrijke bottleneck. Bij de ontwikkeling van voedselrijke moerassen zou dit probleem naar verwachting niet of minder moeten spelen en zouden andere factoren veel belangrijker zijn. Nu blijkt echter dat we op de faal- en succesfactoren van eutrofe moerassen nog onvoldoende grip hebben. Er zijn succesverhalen, waarbij na inrichting van voormalige landbouwgronden spectaculaire ontwikkelingen van riet- en moerassoorten plaatsvinden. Er zijn echter ook voorbeelden van gebieden waar de ontwikkeling helemaal niet goed op gang komt of gebieden die na een periode van succesvolle ontwikkeling van de biodiversiteit weer achteruitgaan. Hoewel er tot nu toe verschillende studies in moerasgebieden hebben plaatsgevonden ontbreekt een overzicht. Beheerders hebben behoefte aan goede handvatten voor ontwikkeling en beheer van eutrofe moerassen. Dit alles resulteerde in verschillende onderzoeksvragen vanuit het Deskundigenteam laagveen- en zeekleigebied en vormde de aanleiding voor deze OBN-studie.

Aanvankelijk bestond de opzet voor deze studie uit een inventariserend deel en het uitvoeren van een kwantitatieve (data)analyse. In de kwantitatieve studie zou getracht worden om verschillende onderdelen van het ecosysteem, van abiotische factoren tot plant- en diersoorten, integraal te analyseren. Gedurende de studie moest deze koers echter al snel worden bijgesteld, omdat er onvoldoende geschikte gegevens beschikbaar blijken te zijn voor het uitvoeren van een kwantitatieve analyse. De nadruk in deze studie is daarmee komen te liggen op inventarisatie van beschikbare informatie en het presenteren van een overzicht. De inventarisatie omvatte niet alleen literatuurbronnen. Er werden op basis van bodemtype, geografische ligging en ontwikkelingsduur 12 verschillende moerasgebieden geselecteerd. De gebieden werden allemaal bezocht en de betrokken beheerders werden geïnterviewd, waarbij onder meer een gestandaardiseerde vragenlijst werd gebruikt op basis waarvan de ervaringen vergeleken konden worden. Van de betreffende gebieden werd zoveel mogelijk informatie opgevraagd.

In een aantal gebieden werden ook bodem en vegetatie bemonsterd en werd in het laboratorium de fysisch-chemische samenstelling hiervan bepaald. Getracht is om met deze gegevens relaties te duiden tussen abiotiek, vegetatie en het voorkomen van grote karekiet en porseleinhoen. Het totaal aan verzamelde gegevens in deze studie zijn, in het licht van de onderzoeksvragen, geanalyseerd en geïnterpreteerd. Deze analyse is vooral kwalitatief beschrijvend, maar wordt waar mogelijk ondersteund met kwantitatieve gegevens.

In de bezochte moerassen op voormalige landbouwgronden vinden we eutrofe tot hypertrofe ondiepe plassen met (tijdelijke) waterplantvelden, uitgestrekte pioniervegetaties en mozaïeken van lage moerasvegetaties in ondiep water waarin doorgaans liesgras en pitrus domineren. Daarnaast rietkragen of waterrietvelden, afgewisseld met open water, waarbij in een aantal gebieden ook krachtig waterriet tot ontwikkeling is gekomen. De variatie aan moerasstadia tussen de onderzochte gebieden is opvallend groot: in een deel van de gebieden met grootschalig droogvallende (klei) bodems is het areaal pioniervegetaties aanzienlijk (tientallen tot meer dan 100 ha). In andere gebieden is het areaal open water heel beperkt en zijn moerasvegetaties aspectbepalend. In alle gebieden is waterriet aanwezig, maar het areaal verschilt sterk en varieert van smalle rietkragen tot relatief grote waterrietvelden. De betekenis van de onderzochte moerassen op voormalige landbouwgrond in Nederland springt direct in het oog aan de hand van pionierbroedvogels zoals geoorde fuut, witwangstern, kleinst waterhoen en porseleinhoen. De vestigingen van deze soorten in bijvoorbeeld het Zuidlaardermeergebied en Dannemeer,

maar ook op wat kleinere schaal in Houtwiel en Groene Jonker, betekenden een forse toename van de Nederlandse broedpopulaties. Dit maakt duidelijk dat dit type moeras een bijzonder betekenis heeft voor jonge moerasstadia.

Uit de inventarisatie van ervaringen van terreinbeheerders en onze evaluatie van de variatie in moerasvegetaties en (avi)fauna in de twaalf onderzochte gebieden in ruimte en tijd komt naar voren dat meestal niet één bepaalde factor sturend is voor moerasontwikkeling in eutrofe moerassen op voormalige landbouwgrond, maar vrijwel altijd een combinatie van verschillende factoren:

- Nutriënten: moerassen op voormalige landbouwgrond zijn per definitie voedselrijk, vaak eutroof of zelfs hypertroof. Voor eutrofe moerassen bestaan (nog) geen referentiewaarden, maar uit de metingen die beschikbaar zijn kan worden gesteld dat bij een hogere beschikbaarheid aan fosfaat snelgroeiende eutrofe soorten domineren en verruiging kan optreden, wat ten koste gaat van pioniersoorten;
- Peildynamiek: de spectaculaire vestigingen van karakteristieke broedende pioniersoorten en moerasvogels in jonge verlandingsstadia hebben zich vooral voorgedaan in gebieden met een relatief groot verschil in zomer- en winterpeil en een groot areaal dat droogvalt in de loop van het groeiseizoen. Hoewel uit tal van onderzoeken blijkt dat peildynamiek in veel gevallen een belangrijke factor is, is in veel gebieden nog niet duidelijk wat de effecten van de aanwezige peilverschillen op langere termijn zijn;
- Begrazing: begrazingsdruk blijkt in veel gebieden een bepalende factor voor helofyten en moerasvogelstand. Dit is echter niet overal het geval. De areaalverdeling tussen open water en riet, en de aanwezigheid van eiwitrijke graslanden grenzend aan het moeras lijken hierin belangrijke factoren. Maatregelen tegen vraat zijn cruciaal om riet te ontwikkelen en in stand te houden. Tijdelijke droogval kan effectief zijn voor herstel van sterk begraasde rietvelden. Ook grote herbivoren kunnen een grote impact hebben op de soortensamenstelling en structuur van moerasvegetaties; en daarmee op de aanwezigheid van moerasbroedvogels via begrazing, betreding en bemesting. Het lijkt er op dat grote grazers in lage dichtheden de vorming van een strooisellaag en vegetatiesuccessie vertragen, maar niet tegenhouden. Begrazingsdruk en fasering lijken sturend te zijn in het wel of niet tot ontwikkeling komen van leefgebied voor moerasvogels die juist een vlakdekkende dan wel halfopen vegetatie nodig hebben.

De inventarisatie heeft ervaringen en ideeën over inrichting en beheer bijeengebracht, maar ook veel vragen. Een uitgewerkte leidraad voor inrichting en beheer, gericht op het bereiken van specifieke doelen kon daarom nog niet opgesteld worden. Toch kunnen wel enkele aanbevelingen gedaan worden op basis van de ervaringen met moerasontwikkeling op voormalige landbouwgrond tot dusver. Los van directe aanbevelingen ten aanzien van praktische uitvoer voor het beheer, is in onze visie meer interactie tussen de beheerders en onderzoek wenselijk, zowel vóór de inrichting als na de inrichting. Beheerders zijn vaak goed op de hoogte van het succes en van het falen van bepaalde beheeringrepen in hun gebied, maar een platform om dit met elkaar te delen ontbreekt. Wij pleiten voor het oprichten van een interactief moerasbeheerplatform (Community of practice). Het beheer van (eutrofe)moeras op voormalige landbouwgrond vergt een andere insteek dan in oligotrofe en mesotrofe moerassen, waar reductie van het nutriëtniveau een belangrijk thema is. Om de kans van slagen te vergroten en moeras op voormalige landbouwgrond op gang te helpen zijn er verschillende aandachtspunten:

- Voor inrichting dient vooronderzoek plaats te vinden, naar onder meer de mogelijkheden om het waterpeil te sturen, maar ook naar de (fysisch-chemische) bodemkwaliteit om een beeld te krijgen van de te verwachten vegetatie-ontwikkeling en het benodigde beheer;
- Natuurlijke referenties zijn leerzaam, maar moeten niet als een mal voor nieuwe eutrofe moerassen worden gehanteerd. Eutrofe moerassen op voormalige landbouwgrond staan ten aanzien van natuurlijke peilfluctuaties, voedselrijkheid en door herinrichting ver af van natuurlijke situaties en kunnen beter worden beschouwd als '*novel ecosystems*';

- Het is verstandig om de mogelijkheid van vegetatiebeheer, hetzij grote grazers of (cyclisch)maaibeheer, op te nemen in het beheer in moerassen op voormalige landbouwgrond;
- Het uitrasteren van (water)riet is effectief om begrazing tegen te gaan. Rasters kunnen vooral gebruikt worden om na de inrichting bestaande rietkernen te laten uitroeien tot grotere, robuustere rietvelden die – enige tijd - bestand zijn tegen vraat; waar voldoende ruimte is voor peildynamiek kan ganzenbegrazing door middel van peilbeheer gestuurd worden.
- In gebieden waar geen of te weinig natuurlijke rietkernen aanwezig zijn, is rietaanplant een goede manier om een rietmoeras een goede start te geven en rietvelden tot ontwikkeling te brengen.

Hoewel deze studie tot meer inzicht in de ontwikkeling en het beheer van eutrofe moerassen heeft geleid zijn er ook nog verschillende vragen. Meer inzicht is wenselijk in:

- Het effect van specifieke herinrichtingsmaatregelen die in de gebieden zijn genomen;
- De bodemchemie in relatie tot de ontwikkeling van eutrofe moerassen die moeten leiden tot streefwaarden voor nutriënten;
- Effecten en mogelijkheden van cyclisch peilbeheer;
- Het effect van bronpopulaties en zaadbank bij de ontwikkeling van eutrofe moerassen;
- De effecten van de dichtheid van grote grazers, onderscheiden naar soort, timing in het seizoen (jaarrond of delen van het jaar) en begrazingsduur (permanent of periodiek), op moerasontwikkeling;
- Effecten en mogelijkheden van vegetatiebeheer om jonge verlandingsstadia terug te brengen in moerassen waar successie is voortgeschreden;
- De relatie tussen nutriëntenrijkdom en voedselbeschikbaarheid voor riet- en moerasvogels en andere soorten.

Moerassen op bemeste agrarische gronden lijken artificieel en onnatuurlijk, maar eutroof en zelfs hypertroof moeras hoort ook binnen het spectrum van natuurlijke moerassen. Denk aan overstromingsmoerassen langs rivieren en aan vennetjes met kokmeeuwkolonies. Sommige vogelsoorten zoals geoorde fuut zijn zelfs aan dergelijke omstandigheden aangepast. In Nederland kunnen we niet om eutrofe en hypertrofe landbouwgrond heen voor het ontwikkelen van (natte) natuur. De inrichting van moerassen op voormalige landbouwgronden biedt dan ook kansen voor herstel en verbetering van natte natuurwaarden. Vanuit een breder perspectief gezien liggen er ook mooie kansen in relatie tot maatschappelijke ontwikkelingen, natuur in combinatie met andere doelstellingen (bufferzones klimaat en waterbeheer, vernatting veengronden, tegengaan bodemdaling). Er blijft echter nog veel te leren over de sturende processen, die we in hoofdlijnen wel begrijpen maar niet altijd op gebiedsniveau. Deze inzichten zijn hard nodig om te komen tot ontwikkelstrategieën die aantoonbaar bijdragen aan het behoud van soorten die de oer Hollandse moerassen eeuwenlang als leefgebied hebben gekend.

Summary

Many species of reed and marsh birds are still endangered in the Netherlands. The development of swamps on nutrient rich soils, including former agricultural lands, can provide a solution for the decrease of suitable breeding habitats for reed and swamp birds in the Netherlands. Not only reed and marsh birds benefit from this, but also many other plant and animal species.

Nutrient richness of the soil and surface water often forms an important bottleneck in the recovery or new development of various nature types or habitats. In the development of nutrient rich swamps, this problem is believed to be less important, and other factors are much more important. However, it appears that we have insufficient insight in the factors driving the failure and success of development of eutrophic swamps on former agricultural lands.

There are several examples of spectacular developments of reed- and marsh habitats and species on former agricultural lands. Unfortunately, there are also examples where these developments are very slow or show a decline after successful biodiversity development. Although various studies in wetlands have been carried out, a clear overview of failures and successful development is lacking. This overview is needed to inform nature managers which are in need for good tools for development and management of eutrophic swamps. The lack of a clear overview and need for nature managers resulted in various research questions from the 'Expert Team 'Laagveen- en zeekleilandschap'" and formed the basis for this OBN study.

Initially, the planned approach of this study was to perform an inventory of existing knowledge and a quantitative (data) analysis. With the quantitative study we would attempt to integrally analyse different parts of the ecosystem, from abiotic factors to plant and animal species. However, during the study, it seemed that insufficient suitable data is available to perform a good quantitative analysis. Thus, the original approach was adjusted. The emphasis in this study is therefore shifted to an inventory of available information and the presentation of a structured overview. The inventory did not only include a literature study but also field visits including interviews with nature managers. Based on soil type, geographical location and development history, 12 different wetlands were selected. These wetlands were all visited and local managers were interviewed according a standardized questionnaire. In addition, available information and field data was requested for the 12 wetlands and used in this study as much as possible.

In a selection of the visited wetlands, soil and vegetation were sampled and their physicochemical composition determined in the laboratory. An attempt has been made to use these data to indicate relationships between abiotics, vegetation and the occurrence of Great Reed Warbler (*Acrocephalus arundinaceus*) and Spotted Crake (*Porzana porzana*). The data collected in this study has been analysed and interpreted in relation to the research questions. This analysis is descriptive, but is supported where possible with quantitative data.

In the visited swamps on former agricultural lands, we find eutrophic to hypertrophic shallow pools with (temporary) fields of aquatic plants, extensive pioneer vegetation and mosaics of low swamp vegetation in shallow water in which Reed Sweetgrass (*Glyceria maxima*) and Common Rush (*Juncus effusus*) usually dominate. In addition, reed beds (*Phragmites australis*) or water reed beds, alternating with open water, where thick and high water reed, suitable for Great Reed Warbler, has developed in a number of areas. The variation in swamp stages between the areas studied is remarkably large: in some of the areas with large scale exposed (clay) soils, the area of pioneer vegetation is considerable (10 to more than 100 ha). In other areas the percentage of open water is very limited and swamp vegetation dominates. Water reed is present in all areas, but the amount varies greatly from narrow reed beds to relatively large water reed beds.

The significance of the investigated marshes on former agricultural land in the Netherlands is immediately apparent by the presence of pioneer breeding birds such as Black-necked Grebe (*Podiceps nigricollis*), Whiskered Tern (*Chlidonias hybridus*), Baillon's Crake (*Zapornia pusilla*) and Spotted Crake. The settlements of these species in, for example, the Zuidlaardermeer area and Dannemeer, but also on a smaller scale in Houtwiel and Groene Jonker, is a significant increase in Dutch breeding populations. Clearly, this type of swamps on former agricultural land has a special significance for young swamp stages.

The inventory of the experiences of nature managers and our evaluation of the variation in swamp vegetation and (avi)fauna in the twelve areas studied, shows that often not 'one' particular factor is the driver for vegetation development in eutrophic swamps on former agricultural land, but in most cases a combination of several factors is important:

- Nutrients: swamps on former farmland are by definition nutrient rich, often eutrophic or even hypertrophic. There are no nutrient reference values (yet) for eutrophic swamps, but from the measurements that are available it can be stated that a higher availability of phosphate leads to domination of fast growing eutrophic species, at the expense of pioneer species;
- Waterlevel dynamics: the spectacular settlements of characteristic breeding pioneer bird species and wetland birds in young swamp stages mainly occurred in areas with a relatively large difference in summer and winter water levels and with a large area of exposed soils during the growing season. Although numerous studies have shown that water level dynamics are an important factor in many cases, it is not yet clear what the long-term effects of the existing water level differences are;
- Grazing: grazing pressure appears to be a driving factor for helophytes and marsh birds in many areas. However, this is not the case in all visited wetlands. The spatial distribution between areas of open water and reed, and the presence of protein-rich grasslands adjacent to the marsh appear to be important factors. Measures against intensive grazing are crucial to develop and maintain reed. Temporary drought periods in wetlands can be effective for the recovery of heavily grazed reed beds. Large herbivores can also have a major impact on the species composition and structure of swamp vegetation; and thus on the presence of swamp breeding birds by grazing, trampling and fertilization. It appears that large grazers in low densities slow down, but not stop organic/detritus litter formation and vegetation succession. Grazing pressure and phasing appear to influence whether or not habitats are developed for wetland birds that require covering or semi-open vegetation.

The inventory has brought together experiences and ideas about design and management, but also raised many questions. Development of a detailed guideline for design and management of eutrophic swamps, aimed at achieving specific goals, is therefore not yet possible. Nevertheless, some recommendations can be made based on the experience with swamp development on former agricultural land so far. Apart from direct recommendations with regard to practical implementation for management, we argue that an increase in interaction between the managers and research is desirable, both before the development project design and after development. Nature managers are often well aware of the success and failure of certain management interventions in their area, but there is no platform to share this knowledge. We recommend the establishment of an interactive swamp management platform (Community of practice).

Management of (eutrophic) swamps on former agricultural land requires a different approach than in oligotrophic and mesotrophic swamps, where lowering of the nutrient level is an important objective. In order to increase the chance of success and to start swamps on former farmland, there are several points of attention:

- Preliminary research should be carried out before the designing phase, including the options for controlling the water level and the (physico-chemical) soil quality of the area in order to get a picture of the expected vegetation development and the required management;
- Natural references are important and useful, but should not be used as a rigid template for new eutrophic swamps. Eutrophic swamps on former farmland are very different from natural situations with regard to natural level fluctuations, nutrient richness and manmade constructions or interventions in the landscape and can better be regarded as 'novel ecosystems';
- It is wise to include the option for vegetation management, either by large grazers or (cyclical) mowing management, in the management of swamps on former agricultural land;
- The protection of (water) reed by fencing is effective to prevent grazing. Grids can be used to protect and stimulate existing reed cores after installation to develop into larger, more robust reed beds. In situations when there is sufficient flexibility for water level dynamics, grazing can possibly be controlled by means of water level management.
- In areas where there are no or too few natural reed cores, reed planting can be a good option to boost reed growth in order to develop large reed beds.

Although this study has led to a better understanding of the development and management of eutrophic wetlands, several questions remain. More insight is still required in:

- The effect of specific reconstruction measures taken in the areas;
- The soil chemistry in relation to the development of eutrophic wetlands that should lead to target values for nutrients;
- Effects and possibilities of cyclical water level management;
- The effect of source populations and seed bank in the development of eutrophic swamps;
- The effects of the density of large grazers, distinguished by species, timing in the season (whole year or parts of the year) and grazing duration (permanent or periodic), on marsh development;
- Effects and possibilities of vegetation management to restore young mooring stages in swamps where succession already has progressed;
- The relationship between nutrient richness and food availability for reed and marsh birds and other species.

Swamps on former fertilized agricultural soils seem artificial and unnatural, but eutrophic and even hypertrophic swamps also belong within the spectrum of natural swamps. For example, flood swamps along rivers and fens with Black Headed Gull (*Chroicocephalus ribibundus*) colonies are very nutrient rich. Some bird species such as Black Necked Grebe are even adapted to such conditions. In the Netherlands, we cannot ignore eutrophic and hypertrophic agricultural land for developing wetlands or other types of nature. The design of swamps on former agricultural land therefore offers opportunities for the restoration and improvement of wetlands. From a broader perspective, there are also great opportunities in relation to social developments. Nature in combination with other objectives (climate and water buffer zones, rewetting peat soils, preventing land subsidence). However, there is still a lot to learn about the driving factors and processes, which we understand in general, but not always on a larger scale. These insights are desperately needed to develop practical strategies that contribute to the conservation of (bird) species that are typical for primeval Dutch swamps.

Dankwoord

Dit rapport is tot stand gekomen met een financiële bijdrage van BIJ12, het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (via het Kennisnetwerk Ontwikkeling en Beheer Natuurkwaliteit (OBN)). Wij danken hen hartelijk voor de financiële bijdragen. Verder bedanken wij Staatsbosbeheer, Natuurmonumenten, Gemeente Zaanstad, Provincie Overijssel, Provincie Gelderland, Groninger Landschap, It Fryske Gea en Recreatieschap Het Twiske voor de toestemming voor het onderzoek in hun gebieden en hun medewerking aan dit onderzoek.

Behalve de auteurs van dit project hebben verscheidene mensen een bijdrage geleverd aan deze rapportage. Wij willen graag het Deskundigenteam Laagveen- en Zeekleilandschap (OBN) en in het bijzonder de leden van de begeleidingscommissie bedanken voor hun inhoudelijke bijdragen: Jos Verhoeven, Edwin van Hooff, Frank Bos, Rogier Kuil, Henk Hut en Winnie Rip. Ook danken wij de inbreng van Annemieke Kooijman, Aat Barendrecht, Perry Cornelissen, Bart de Haan en Geert Kooijman tijdens de bespreking van het conceptrapport. Hilde Thomassen danken wij voor het controleren van de laatste versie van het rapport. Mark van Mullenkom danken we voor het aanleveren van referentie(bodem)data. Daarnaast willen we de beheerders van de gebieden bedanken voor het interview tijdens het gebiedsbezoek en de geleverde gegevens: Fokke de Jong, Leon Luijten, Martijn van Schie, Tim Kreetz, Jakob Hanenburg, Luc Hogenstein, Kelly van der Meulen, Piet Greeve, Theo Wijers, John Lensen, Kees Buddingh, Dick Wals, Rosalie Martens en Alwin Hut. Wibe Altenburg, Arjan Otten, Ronald Broekhuizen en N. Jonker danken wij voor aanvullende informatie over de gebieden.

1. Inleiding

1.1 Aanleiding

De laatste decennia worden veel nieuwe eutrofe moerassen aangelegd binnen het Natuurnetwerk Nederland (NNN, daarvoor EHS). Eutrofe moerassen van het laagveen- en zeekleigebied vormen een belangrijk biotoop voor water- en moerasvogels. De aanleg van moerassen op voedselrijke bodems, waaronder voormalige landbouwgronden, kunnen voorzien in het tekort aan leefgebieden voor riet- en moerasvogels in Nederland. Omdat de uitbreidingsmogelijkheden voor eutrofe moerassen zich vaak in voormalige landbouwgebieden bevinden, ligt de focus in deze studie op moerasontwikkeling op voormalige landbouwgronden.

Ervaring leert dat na ontwikkeling van dit soort gebieden zich geregeld spectaculaire aantallen van diverse bijzondere riet- en moerasvogels zoals roerdomp, geoorde futen, rallensoorten en moerassterns (witwangstern) vestigen. Naast deze bijzondere vogelsoorten zijn er diverse voorbeelden bekend van de vestiging van andere bedreigde soorten zoogdieren, amfibieën, reptielen, insecten e.d. (o.a. otter, bever, zeggekorfslak en groene glazenmaker). Uiteraard zijn hiernaast nog tal van andere, zowel bedreigde als algemenere dier- en plantensoorten te noemen. Ondanks dat de eerste ecologische ontwikkelingen na de (her)inrichting vaak spectaculair zijn, komt het ook geregeld voor dat na een periode met succesvolle ontwikkelingen de biodiversiteit weer afneemt. Hierdoor kunnen enkele jaren na de herinrichting gebieden ontstaan met een lage biodiversiteit, die vooral bestaat uit algemeen voorkomende soorten.

Beheerders en beleidsmakers willen graag meer grip krijgen op de ontwikkeling van moerassen en begrijpen wat succes- en faalfactoren zijn. Er is al veel informatie beschikbaar vanuit diverse onderzoeken en bij verschillende beheerders, maar dit is verspreid en er ontbreekt een samenhangend overzicht. Hiermee ontbreken goede handvatten voor ontwikkeling en beheer. Er is dan ook behoefte aan het bijeenbrengen van de reeds beschikbare kennis en informatie en het structureren en analyseren daarvan, zodat hieruit een beslissingsondersteunende tool gemaakt kan worden. Een onderbouwde structuur kan het beheer helpen bij het maken van keuzes bij (her)inrichting voor een duurzame ontwikkeling en de instandhouding van goed ontwikkelde eutrofe moerassen. Vanuit het Deskundigen Team Laagveen- en zeekleilandschap zijn verschillende vragen geformuleerd om concreet inhoud te geven aan deze informatiebehoefte.

In dit rapport wordt een zo goed mogelijk onderbouwd beeld gegeven van de ontwikkeling van reeds bestaande en ontbrekende kennis van eutrofe moerasontwikkeling op voormalige landbouwgronden in Nederland.

1.2 Vraagstelling

Het OBN Deskundigen Team (DT) Laagveen- en zeekleilandschap heeft voor aanvang van deze studie verschillende onderzoeksvragen meegegeven.

De hoofdvraag is:

- Hoe kan de ontwikkeling van natuurwaarden (vegetatie en fauna) in eutrofe laagveen- en zeekleimoerassen onder verschillende condities worden geoptimaliseerd?

Een belangrijk vraag die op de achtergrond meespeelt bij deze hoofdvraag is wat een wenselijk eutroof moeras behelst, met andere woorden: wanneer is het geslaagd? Deze vraag zal gedurende de studie terugkomen, zodat ook duidelijk is wat beheerders voor ogen hebben en of 'de optimale situatie' ook tot de mogelijkheden behoort.

Deelvragen zijn:

1. Welke informatie is voorhanden over het beheer en de ontwikkeling van eutrofe moerassen? Dit betreft zowel literatuur als praktijkervaring.
2. Wat zijn de verwachte resultaten van inrichting en beheer wat betreft moerasontwikkeling op korte en lange termijn?
3. Waar (op welke locaties) en waarom lukt het om stevig "pink-dik" meerjarig waterriet (o.a. voor de grote karekiet) te ontwikkelen? Hoe krijg je voldoende dynamiek in het water om dit waterriet te ontwikkelen in een voormalig agrarisch gebied?
4. (Hoe) kunnen de verschillende praktijksituaties worden onderverdeeld op basis van peilregime, bodemgesteldheid (textuur, biogeochemie) en agrarische voorgeschiedenis?
5. Wat is de invloed van deze factoren op de korte en lange termijnontwikkeling en (duurzame) kwaliteit van eutrofe moerassen?
6. Welke andere sleutelfactoren zijn belangrijk en hoe zijn die te realiseren in een eutroof moeras?

1.3 Aanpak op hoofdlijnen

Tot nu toe is op verschillende niveaus relevante kennis opgedaan over de ontwikkeling en het beheer van (nieuwe) eutrofe moerassen. Zo is in een recente studie een overzicht gemaakt van vegetatieontwikkeling, vestiging van (avi)fauna, sturende factoren en perspectieven in de laagveengordel rond Groningen (Van der Hut et al. 2018). Ook is reeds kennis beschikbaar over de invloed van de bodem en de natuurpotenties op voormalige landbouwgronden (o.a. Smolders & Lamers 2015, Van Mullekom et al. 2016). In de periode van het beschermingsplan Moerasvogels van Vogelbescherming Nederland (Den Boer, 2000) zijn diverse studies uitgevoerd naar de relatie tussen de aanleg van vloedvlaktes en vegetatieontwikkeling, de rol van waterpeildynamiek, insecten, vissen en vogels (o.a. voor de destijds nieuw aangelegde Hooge Boezem bij Ameide; Van der Winden et al. 2002), of de rol van peilverhoging in een verdroogd helofytenlandschap in de Vechtplassen (Van der Winden 2015). Hoewel het heel logisch klinkt om verschillende onderdelen van het ecosysteem integraal te analyseren gebeurt dit vaak niet. In deze studie is getracht om de relaties tussen abiotiek, vegetatie en (avi)fauna integraal te benaderen (Figuur 1.1).



Figuur 1.1. De combinatie van kennis op het gebied van vegetatie-, (avi)fauna ecologie, abiotiek (o.a. biogeochemie, hydrologie) optimaliseert de kans tot het verkrijgen van nieuwe kennis en inzichten. Beide zijn nodig voor een succesvol beheer om de ontwikkeling van eutrofe moerasgebieden beter voorspelbaar te maken.

Figure 1.1. A combination of insights in different fields of research e.g. vegetation, (avi) fauna ecology, abiotic (including biogeochemistry, hydrology) optimizes the acquisition of new knowledge and development. These factors are necessary to inform nature management.

In de aanpak zijn de volgende stappen te onderscheiden:

1. Selectie van 12 gebieden op basis van bodemtype, geografische ligging en ontwikkelingsduur;
2. Veldbezoeken en interviews met beheerders;
3. Inventarisatie van gegevens (data), ervaringen, ideeën en vragen over factoren die sturend zijn voor de ontwikkelingen;
4. Integratie en kwantitatieve analyse van data;
5. Evaluatie en interpretatie van ontwikkelingen;
6. Synthese, waarin de gestelde vragen worden geadresseerd.

Koerswijziging

Voor aanvang van deze studie was onvoldoende duidelijk welke kwantitatieve informatie ten aanzien van eutrofe moerassen beschikbaar zou zijn en met name wat de kwaliteit en bruikbaarheid hiervan is. Hierdoor was het onduidelijk of en zo ja welke hiaten zich hierin bevinden. Tevens was onzeker welke analysemethode zich het beste zou lenen om verbanden te leggen en meer inzicht te krijgen in stuurfactoren en sleutelprocessen. Vanwege deze onzekerheden werd gekozen voor een brede insteek van de studie met veldbezoeken, interviews met beheerders en inventarisatie van beschikbare gegevens en verschillende mogelijke analysemethoden. Gedurende de studie bleek dat er weliswaar veel informatie beschikbaar is over eutrofe moerasontwikkeling, maar dat de gegevens ontbreken om een goede kwantitatieve analyse uit te voeren. Tijdens de studie is de koers dan ook bijgesteld naar een inventariserende studie – vergelijkbaar met een préadvies – waarin beschreven wordt welke kennis en ervaringen nu beschikbaar zijn en hoe dit mogelijk met kwantitatieve analyses in een vervolgfase uitgebreid zou kunnen worden. Tot slot is de nadruk komen te liggen op de ontwikkeling van eutrofe moerassen op voormalige landbouwgronden. Dit betekent dat de oorspronkelijke hoofdvraag is bijgesteld:

- Wat is de betekenis van moerassen op voormalige landbouwgrond voor moerasvogels, welke factoren zijn sturend in de variatie aan moerasstadia in ruimte en tijd en welke aanbevelingen kunnen gedaan worden voor beheerders om goede voorwaarden te scheppen voor het ontwikkelen en behouden van moerassen met deze specifieke betekenis?

Casus habitatkwaliteit porseleinhoen en grote karekiet

Vogelbescherming Nederland heeft voor dit onderzoek financiering beschikbaar gesteld. Hierdoor kon voor 2 situaties enige ervaring worden opgedaan met kwantitatief onderzoek naar habitatgeschiktheid voor porseleinhoen en grote karekiet. Meer specifiek kon in deze casussen geprobeerd worden om data van bodemkwaliteit, vegetatieontwikkeling en avifauna te koppelen.

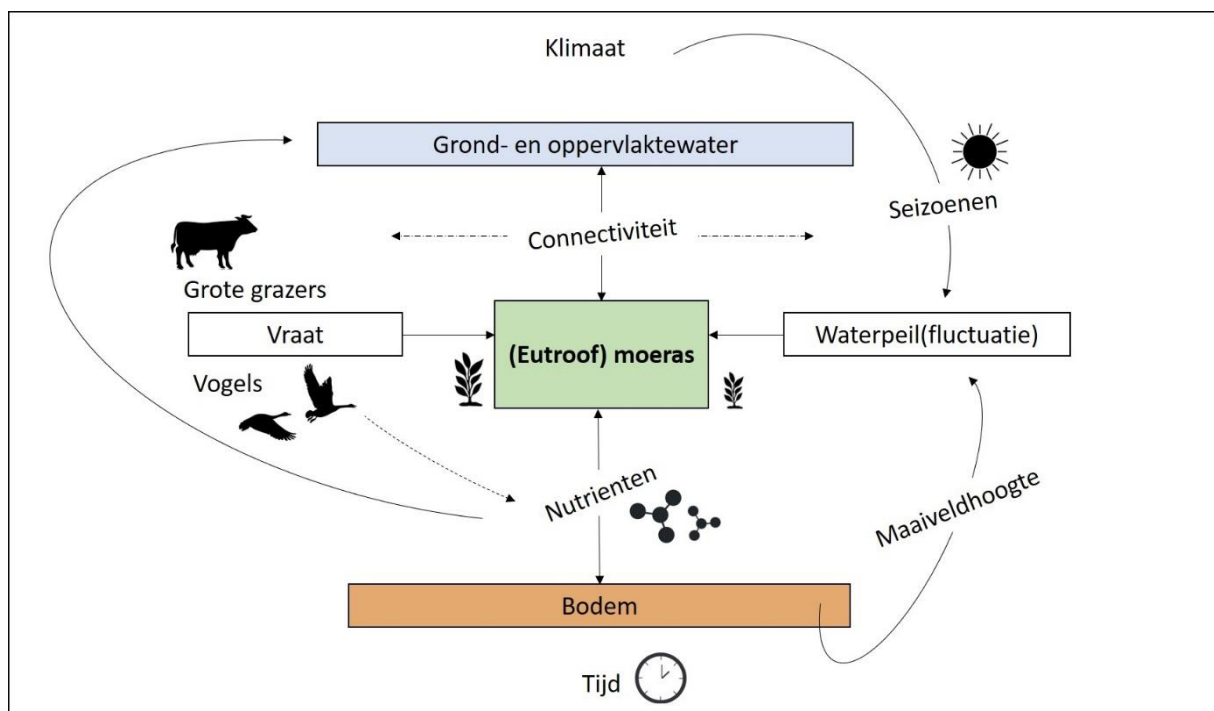
1.4 Theoretisch Model: Het functioneren van een eutrofe moerassen als systeem

Om inzicht te krijgen in processen die sturend zijn in de variatie aan moerasstadia in ruimte en tijd die we aantreffen in moeras dat zich heeft ontwikkeld op voormalige landbouwgronden is het zinvol om kenmerken en processen van natuurlijke moerasystemen onder de loep te nemen. Welke processen zijn aanwezig in natuurlijke moerassen, hoe veranderen deze in de tijd en welke factoren zijn hierin sturend? Als we vanuit deze natuurlijke referentie of dit modelmoeras kijken naar de eutrofe moerasontwikkeling op voormalige landbouwgronden, welke systeemprocessen zijn dan aanwezig of ontbreken en hoe is vervolgens getracht om hier met inrichting- en/of beheermaatregelen invulling aan te geven?

Ons vertrekpunt in deze studie is Nederland als deltagebied waar binnen overstromingsgebieden langs rivieren en in plassen en meren moerasvorming kan optreden. Verschillende informatiebronnen geven een goede systeembeschrijving van moerassen (o.a. Iedema & Kik 1986;

Bal et al. 2001; Belgers & Arts 2003; Van Eerden et al. 2007, Vulink et al. 2009). Daarnaast zijn er studies waarin moerassystemen binnen Europa zijn onderzocht als mogelijke referentie voor de Nederlandse situatie (b.v. de Donaudelta (Roemenië) in Oosterberg et al. 2002, de Biebrza (Polen) in Barendregt & Van Leerdam 1999, Wassen et al. 2002), de Neusiedlersee (Oostenrijk-Hongarije) in Nemeth & Schuster 2005 en het Peipsimeer (Estland) in Van Eerden et al. 2007). Ook studies naar successie en set-backs van moerassen in een tijdschaal van tientallen jaren zijn reeds beschikbaar, zoals beschrijvingen van het Bodenmeer (Zuid-Duitsland; Ostendorp 1990), de Oude Waal (Van der Hut et al. 2005), de Oostvaardersplassen (Beemster et al. 2002) en de noordelijke randmeren (Van der Hut et al. 2008).

In al deze genoemde studies wordt ingegaan op de natuurlijke factoren die in moerassen aanwezig zijn, hoe verschillende moerasstadia eruitzien, welke soorten hier karakteristiek voor zijn en hoe deze stadia beïnvloed worden door verschillende factoren in zowel ruimte als tijd. Op basis hiervan zijn in Figuur 1.2. de verschillende relevante factoren schematisch weergegeven.



Figuur 1.2. Schematische weergave model moeras. Moeras ontwikkelt zich in een samenspel tussen abiotische en biotische elementen. Systeem overstijgende factoren betreffen klimaat, maar ook het aspect tijd. Op kleinere schaal wordt de ontwikkeling van moeras bepaald door eigenschappen van bodem en water, zoals het bodemtype en de beschikbaarheid van nutriënten. De vegetatieontwikkeling wordt sterk gestuurd door waterpeilfluctuaties en vraat. Hierdoor ontstaat afwisseling in verschillende moerastypen in ruimte en tijd.

Figure 1.2. Schematic representation of the effects and interactions of a marsh. The development of a natural marsh is an interplay between abiotic and biotic elements. On a smaller scale, the development of marshland is determined by properties of the soil and water, such as the soil type and the availability of nutrients. Vegetation development is strongly controlled by water level fluctuations and herbivory. This creates variation in different marsh types in space and time.

Verschillende factoren die bepalend zijn voor het functioneren van natuurlijke moerassen komen in al deze studies duidelijk terug. Voor het verloop van de eerste ontwikkeling na vernatting zijn naast de klimatologische omstandigheden, standplaatsfactoren (bodemtype) en de hydrologie van belang. Uiteraard speelt connectiviteit bij de eerste kolonisatie, maar ook zeker daarna, een belangrijke rol. In de ontwikkeling van de vegetatie en daarmee samenhangend de fauna zijn nutriënten, waterpeildynamiek en vraat belangrijke factoren die de moerasontwikkeling sturen en waardoor variatie ontstaat in ruimte en in tijd.

Nutriënten(beschikbaarheid)

In deze studie ligt de focus op voedselrijke (eutrofe) moerassen. Een belangrijke vraag is wat verstaan wordt onder 'voedselrijk'. De nutriëntbeschikbaarheid kan in natuurlijke situaties in eutrofe moerassen groot zijn, hetgeen kan leiden tot een hoge biomassa-productie (Iedema en Kik 1985). In voormalige landbouwgrond is de nutriëntenvoorraad echter meestal nog vele malen hoger, zodat er bij inundatie zeer voedselrijke (hypertrofe) omstandigheden kunnen ontstaan.

De beschikbaarheid van nutriënten is sterk bepalend voor zowel de snelheid van de ontwikkeling van vegetatie als de soorten die zich vestigen. Bronnen van nutriënten zijn bestaande nutriënten uit de bodem, aanvoer via grond- en oppervlaktewater, atmosferische depositie en uitwerpselen van dieren. Hierbij is niet alleen de absolute voorraad of aanvoer van nutriënten van belang, maar ook of deze beschikbaar zijn voor opname door planten. Verschillende processen zijn van invloed op het beschikbaar komen van nutriënten in het systeem via planten, micro-organismen en biogeochemische processen (paragraaf 4.3). In moerassen op voormalige landbouwgrond zullen vooral nutriënten uit de bodem een rol spelen bij eutrofiëring.

Bij vernatting van de bodem komen nutriënten vrij door interne eutrofiëring. Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af als gevolg van nitraatuitspoeling en denitrificatie (Lamers et al. 2005, Smolders et al. 2006), maar desondanks is in Nederland vanwege de hoge stikstofdepositie stikstoflimitatie meestal niet aan de orde. Fosfaat is veel bepalender in de ontwikkeling van vegetatie en kan dan ook goed worden gebruikt bij het bepalen van streefwaarden voor de voedselrijkdom (paragraaf 4.3).

De bodemkwaliteit ten aanzien van streefwaarden voor moerassen op voormalige landbouwgrond is niet eenvoudig te bepalen omdat er weinig gegevens beschikbaar zijn in relatie tot vegetatieontwikkeling. Om dit enigszins inzichtelijk te maken kan er gekeken worden naar de fosforgehaltes van natuurtypen met een soortenrijke vegetatie waarvan wel streefwaarden bekend zijn. Een eenvoudige methode om een ruwe schatting te geven van de fosfaatbeschikbaarheid voor planten is een bicarbonaatextractie met de Olsen-methode. In de toplaag van landbouwgronden ligt de concentratie meestal tussen de Olsen-P 1500-4500 μmol per liter bodem en hangt sterk af van de intensiteit en de vorm van agrarisch gebruik (Smolders et al. 2009). Voor het ontwikkelen van natuurtypen met een soortenrijke vegetatie is het belangrijk de juiste fosfaatbeschikbaarheid te bereiken. Voor de ontwikkeling van deze natuurtypen worden de volgende Olsen-P streefconcentraties gehanteerd:

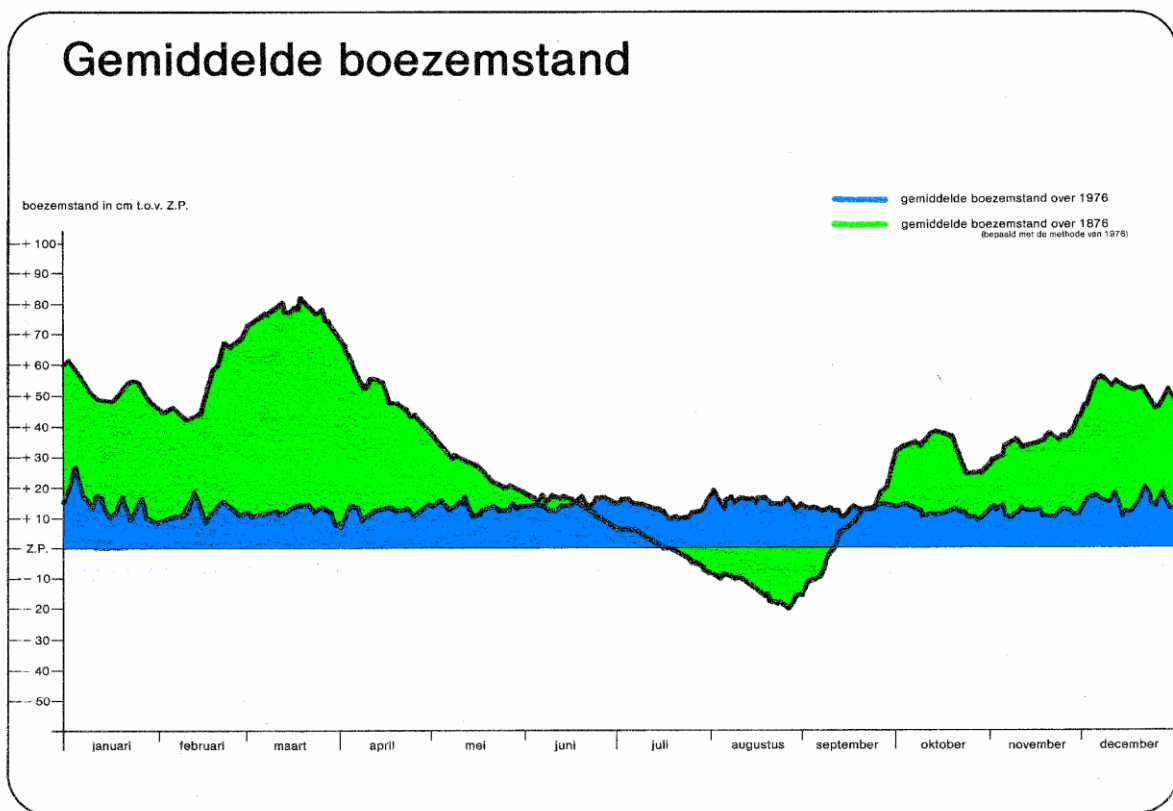
- Heide: (<)100-300 $\mu\text{mol/l}$ bodem;
- Nat schraalland: (<)300-500 $\mu\text{mol/l}$ bodem;
- Vochtig hooiland: 300-800/900 $\mu\text{mol/l}$ bodem;
- Soortenrijk kruiden- en faunarijk grasland: 900-1200 $\mu\text{mol/l}$ bodem.

In eutrofe moerassen is de Olsen-P concentratie vaak hoger dan de hierboven genoemde waarden. Bij een hogere beschikbaarheid aan fosfaat (>1200 $\mu\text{mol/l}$) gaan vaak snelgroeiende soorten domineren en treedt verruiging op, maar wat voor de ontwikkeling van een eutroof moeras geen probleem hoeft te zijn (Smolders et al. 2008, Lamers et al. 2009). In paragraaf 4.3 wordt hier nader op ingegaan en wordt een indicatie gegeven welke vegetatieontwikkelingen te verwachten zijn bij verschillende combinaties van P-beschikbaarheid en grondwaterstanden.

Peildynamiek

Voor wat betreft waterpeildynamiek kunnen drie verschillende typen worden onderscheiden: 1) seizoensdynamiek, 2) meerjarendynamiek en 3) windgedreven dynamiek. Seizoensdynamiek, die bepaald wordt door verschillen in neerslag en verdamping, waarbij doorgaans in de winter sprake is van hogere waterpeilen en het peil in de zomer ver kan uitzakken met droogval tot gevolg (Figuur 1.3.). Perioden van droogval bepalen in hoge mate de kiemings- en uitgroeimogelijkheden van pioniersoorten, helofyten en houtige soorten zoals wilgen. In natuurlijke systemen kan de peilfluctuatie over het jaar heen zeer fors zijn. In het Peipsimeer bijvoorbeeld kunnen peilverschillen optreden van circa 3 m (jaarlijks gemiddelde circa 1,5 m). In de Nederlandse moerassen zijn de fluctuaties vaak onnatuurlijk klein tot zelfs afwezig en wordt sterk gestuurd door mensen (Figuur 1.3)

Meerjarendynamiek houdt natuurlijke verjonging van het moeras in stand. Incidentele inundaties of juist zeer droge groeiseizoenen kunnen zorgen voor massale vegetatieontwikkeling na droogval, of juist zorgen voor het terugzetten van de vegetatie door sterfte van riet- en moerasgordels tijdens langdurig hoge waterstanden. Deze incidentele hoge of lage waterstanden in het groeiseizoen, waarbij moerasvegetatie afsterft en in de jaren daarna weer herstelt, is een zeldzaam fenomeen in Nederland geworden. Windwerking op oevers van grote meren heeft effect op geëxponeerde rietoevers door erosie, uitspoeling en kruiend ijs, en op vegetatieontwikkeling aan de luwe zijde als gevolg van slibtransport. In de noordelijke randmeren kan bij harde wind opstuwing tot circa 1 m optreden.



Figuur 1.3. Waterpeilverloop door het jaar heen (januari-december) in de Friese boezem in 1876 (groen) en 1976 (blauw). Illustratief voor het verschil tussen een waterpeilfluctuatie met invloed van de dynamiek van de seizoenen (1876) en een sterk (door mensen) gestuurd waterpeil (1976) (uit: Claassen 2008).

Figure 1.3. Water level development throughout the year (January-December) in the Frisian basin in 1876 (green) and 1976 (blue). Illustrative of the difference between a water level fluctuation influenced by the dynamics of the seasons (1876) and a strongly (human) controlled water level (1976) (from: Claassen 2008).

Vraat

In een natuurlijk moerassysteem kunnen herbivoren een grootschalig effect uitoefenen op de aanwezigheid van helofyten. Te onderscheiden zijn insecten zoals rietstengelboorder, grazende watervogels zoals grauwe gans en grote grazers zoals wilde paarden, eland en wild zwijn; maar ook kleinere voor Europa uitheemse grazers zoals muskus- en beverratten. Vraat door watervogels beïnvloedt vervolgens de successie in sterke mate omdat de bodems kaal worden en wilgen of elzen beter kiemen.

Beheer

In deze studie worden de bevindingen vergeleken met het functioneren van een natuurlijk moeras. In Nederland is natuurlijke dynamiek op de meeste plaatsen niet meer aanwezig. In zo'n situatie wordt geprobeerd om via inrichtings- en beheermaatregelen de effecten van natuurlijke processen na te bootsen.

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de aanpak en selectie van de gebieden nader beschreven. Een beknopte beschrijving van de ontwikkelingen in de selectie van gebieden is opgenomen in hoofdstuk 3. Factoren die sturend kunnen zijn voor de waargenomen ontwikkelingen worden besproken in hoofdstuk 4, in hoofdstuk 5 worden 2 casussen beschreven van een analyse van habitatgeschiktheid voor twee doelsoorten en in hoofdstuk 6 is getracht de verzamelde kennis en ervaring tot een synthese te brengen. De informatie die ingewonnen is tijdens de interviews is tenslotte gebundeld in de bijlage in de vorm van factsheets.



Witwangstern (foto: Erik Klop).

Whiskered stern (photo: Erik Klop).

2. Afbakening en aanpak

2.1 Selectie eutrofe moerassen

Om tot een goede selectie van verschillende onderzoeksgebieden te komen zijn vooraf tien criteria opgesteld. De criteria betreffen de uitgangssituatie, bodemtype, voedselbeschikbaarheid 'trofiegraad', voldoende variatie in oppervlakte, leeftijd, (daarmee samenhangend) successiestadium en 'positieve ontwikkelingen', en de beschikbaarheid van gegevens. In Tabel 2.1 is een toelichting opgenomen bij deze criteria. Op basis hiervan konden binnen de randvoorwaarden van de opdracht uiteindelijk 12 gebieden worden geselecteerd (zie hoofdstuk 3).

Tabel 2.1. Criteria voor de selectie van de onderzoeksgebieden.

Table 2.1. Criteria for the selection of the research areas.

Selectie criterium	Toelichting
1 Voormalige landbouwgrond	Landbouwgrond als uitgangssituatie impliceert een min of meer voedselrijke situatie en is een praktisch, concreet criterium
2 Trofiegraad ($\geq$ eutroof)	Voormalige landbouwgrond is eutroof tot hypertroof, binnen een gebied kunnen echter minder voedselrijke gebiedsdelen aanwezig zijn (bijvoorbeeld in gebruik geweest als hooiland of rietperceel)
3 Variatie in moerastypen	Zo veel mogelijk variatie in moerastypen in de huidige situatie en/of gedurende de ontwikkeling van het gebied
4 Variatie in leeftijd	Niet alleen recent ingerichte gebieden, maar ook gebieden met langere successieduur
5 Gegevens beschikbaar	Gebieden met gegevens van vegetatie, fauna, abiotiek (waterpeil, waterkwaliteit, bodemchemie) en beheer, bij voorkeur uit verschillende jaren
6 Zowel veen- als kleigebieden	Evenredige vertegenwoordiging van veen- en kleigebieden, omdat bodemtype een rol kan spelen in de aanwezige moerastypen
7 Oppervlakte	Grootte van de gebieden minimaal ca 20 ha, met deelgebieden waarbinnen sturende factoren (zoals grondgebruik vóór de herinrichting, peilbeheer en begrazingsbeheer) zo veel mogelijk uniform zijn
8 Geografische spreiding	Goede geografische spreiding - daarom een selectie van 2 gebieden per regio
9 Zoet water	Brakwatergebieden zijn uitgesloten, wegens effect op moerastypen
10 Krachtig waterriet	Indien aanwezig voorkeur voor mogelijk deelgebieden met krachtig waterriet (en grote karekiet) in de selectie

2.2 Gebruik bestaande data

Om het vertrekpunt voor het onderzoek en de interviews te bepalen, is eerst een inventarisatie van beschikbare bestaande kennis uitgevoerd. Deze inventarisatie omvatte een literatuurstudie en een overzicht van beschikbare monitoringsgegevens. Tijdens de inventarisatiefase van het project werd duidelijk dat veel informatie over de effecten van herinrichting en beheermaatregelen niet digitaal beschikbaar is. Daarnaast vindt beperkt monitoring plaats in eutrofe moerassen op voormalige landbouwgronden. Daarmee is informatie van beheerders een belangrijke bron van informatie. Dat geldt zowel voor wat er in de hoofden van de beheerders zit als kennis die in rapporten/notities aanwezig is, maar die niet via de gangbare kanalen (o.a. internet, zoekmachines digitale literatuur) opgevraagd kunnen worden. De verkregen informatie is grofweg op te delen in twee niveaus:

- Niveau 1: beschrijvende of kwalitatieve gegevens over abiotiek, beheer en ontwikkelingen van vegetatie en fauna op gebiedsniveau; deze kunnen gebruikt worden voor een kwalitatieve vergelijking tussen gebieden.

- Niveau 2: kwantitatieve of semi-kwantitatieve gegevens van specifieke locaties of deelgebieden zoals een polder, perceel of peilvak of een meetpunt, die gebruikt kunnen worden in een statistische analyse van vegetatie en fauna in relatie tot abiotiek en beheer.

Gegevens op het tweede niveau blijken zeer beperkt beschikbaar te zijn en beperken zich bovendien tot het leggen van relaties tussen bijvoorbeeld vegetatie(parameters) en waterdiepte binnen de betreffende onderzoeksgebieden of tot bodemgegevens waarmee een beeld kan worden verkregen van de voedselrijkdom of trofiegraad.

In 2020 zijn aanvullende bodemgegevens verzameld met het specifieke doel om beter inzicht te krijgen in de invloed van de bodem op een zodanige vegetatiestructuur dat deze geschikt is als broedgebied voor grote karekiet en porseleinhoen* (zie hoofdstuk 5).

*Dit aanvullende onderzoek werd mede mogelijk gemaakt door Vogelbescherming Nederland

2.3 Veldbezoek en interview beheerders

In totaal werden 12 onderzoeksgebieden bezocht (Tabel 2.2). In de meeste gevallen werd het veldbezoek gecombineerd met het interviewen van de beheerder(s). Deze combinatie leverde doorgaans veel interessante en relevante informatie op, vaak aan de hand van praktijkvoorbeelden in het gebied. Voorafgaand aan de interviews werd een checklist opgesteld zodat de factoren die sturend kunnen zijn in de ontwikkeling van vegetatie en fauna gestructureerd behandeld konden worden. Daarnaast werden een aantal open vragen gesteld (niet gespecificeerd in dit rapport). De open vragen zijn gericht op ervaringen van de beheerder met de ontwikkelingen in het gebied, de huidige toestand in relatie tot de natuurdoelen en mogelijke knelpunten en vragen met betrekking tot mogelijke beheermaatregelen en de effectiviteit daarvan. Tijdens het interview en veldbezoek is ook voldoende ruimte gelaten voor spontane inbreng van de beheerders, zodat ook relevante ervaringen los van de checklist konden worden meegenomen.

Tabel 2.2. Overzicht van de 12 onderzoeksgebieden en deelgebieden. Indien geen deelgebied is aangegeven is het hele gebied onderzocht. Zie voor locatie Figuur 3.1.

Table 2.2. Overview of the 12 research areas and sub-areas. If no sub-area is indicated, the entire area has been surveyed. See Figure 3.1 for location.

		Gebied	Provincie	Deelgebied	Coördinaten	
Veen	1	Alde Feanen	Friesland	Haedams Kampen	53.109610°	5.943861°
				Polder van der Berg	53.123473°	5.882679°
				Lytse Saite Polder	53.139851°	5.902639°
	2	Zuidlaardermeergebied	Groningen	Westerbroekstermadepolder	53.170108°	6.678071°
				Kropswolderbuitenpolder	53.160203°	6.703503°
				Oeverpolder	53.154148°	6.682034°
				Groene Polder	53.175537°	6.652809°
	3	Houtwiel	Friesland		53.253598°	5.997473°
	4	Jagersveld	Noord-Holland		52.466918°	4.846361°
	5	Twiske	Noord-Holland		52.454331°	4.899514°
Klei	6	De Wieden	Overijssel	Hoogwaterzone	52.753893°	6.109169°
				Beulakerpolder	52.717484°	6.055075°
	7	Dannemeer	Groningen	Dannemeer	53.238407°	6.767777°
	8	Ijsseldelta	Gelderland	Moeras bij Kampen	52.534023°	5.866502°
	9	Harderbroek	Flevopolder	Plan roerdomp	52.373650°	5.590363°
	10	Naardermeer	Noord-Holland	Keverdijkse polder	52.296698°	5.097562°
				Bovenmeent	52.279865°	5.113189°

	11	Groene Jonker	Zuid-Holland		52.181108°	4.827411°
	12	Rijnstrangen	Gelderland	Aerdtsse brug	51.891309°	6.097902°
				Erkamerlingschap	51.885953°	6.130692°

2.4 Raamwerk moerasstadia

Een eutroof moeras kan uit verschillende stadia van open water tot broekbos bestaan. Om dit onderzoek en de vegetatie van de bezochte gebieden te karakteriseren hebben we ons gebaseerd op een bestaand raamwerk van moerasstadia (Tabel 2.3 en Van der Hut et al. 2018). Binnen dit raamwerk worden functionele eenheden van eutrofe moerassen onderscheiden. Hierbij moet worden opgemerkt dat de genoemde moerasstadia niet persé achtereenvolgend voorkomen. In deze benadering worden vegetatiestructuur, waterdiepte, aandeel karakteristieke broedvogelsoorten (vogelgezelschappen), niet-broedvogels en overige fauna gekoppeld.

Bekend is dat veel moerasbroedvogels gebonden zijn aan specifieke moerashabitats (o.a. Van der Hut 2003, Schotman & Kwak 2003, Van der Winden et al. 2015, Van der Hut et al. 2016, profielen Vogelrichtlijnsoorten 2008). Uit verscheidene onderzoeken is gebleken, dat clusters van moerasbroedvogelsoorten onderscheiden kunnen worden die in belangrijke mate overlappen in terreingebruik en habitatkeuze in moerasgebieden (o.a. van der Hut 1988, 1990, Sierdsema 1995). Sleutelfactoren zijn daarbij vooral de vegetatiestructuur, het waterpeil(beheer) en de ruimtelijke variatie. Deze factoren zijn doorgaans weer sterk gerelateerd aan successiestadia. Dat maakt dat de aanwezigheid van moerasbroedvogels en moerasbroedvogelgezelschappen indicatief is voor de omstandigheden binnen een moerasgebied. Op grond van dit gegeven is een indeling in successiestadia en bijbehorende vogelgezelschappen gebruikt, die ook voor Groningse moerasgebieden is toegepast (Van der Hut et al. 2018). Wij richten ons hier op een indeling naar vegetatiestructuur en waterpeildynamiek, waarin structuurkenmerken van de vegetatie, zoals hoogte, dichtheid en gelaagdheid, en de ruimtelijke afwisseling daarin, bepalend zijn. De typologie is gebaseerd op een clusteranalyse van moerasgebieden in Noord-Holland (Van der Hut 1988, 1990), sluit aan bij de typologie die is gebruikt voor moerassen in Zuid-Holland (Verbeek & Van der Winden 2010) en is aangevuld met onderzoek aan vegetatie en moerasvogels in laagveenmoerassen in andere delen van Nederland, waaronder Friesland (Houtwiel) en Groningen (Zuidlaardemeergebied, Onlanden, Roegwold). Ook is gebruik gemaakt van onderzoek aan vegetatiestructuur en moerasvogels in een steekproef aan moerasgebieden in Nederland (Van der Hut 2001, 2003). Deze indeling heeft veel overeenkomsten met de indeling in ecologische soortgroepen in Nederland, gebaseerd op soortgerichte ecologische literatuur en ervaring (Sierdsema 1995). De indeling sluit verder goed aan bij de typologie die is gebruikt voor moerassen in Zuid-Holland, waarbij onderscheid is gemaakt in oppervlaktewater, watervegetaties, waterriet, inundatieriet, droge rietvegetaties, lage helofyten en moerasbos (Verbeek & Van der Winden 2010).

In de indeling wordt onderscheid gemaakt in hoog mozaïekmoeras met waterriet en krachtig waterriet (Tabel 2.3). Het moerasstadium met krachtig waterriet is geschikt voor grote karekiet. De grote karekiet broedt uitsluitend in rietkragen die in het water staan. De nesten bevinden zich op een hoogte van ongeveer 75 centimeter boven het water en het nest wordt gebouwd op plekken met de hoogste stengeldichtheden (120-340 stengels m⁻²; verschilt per locatie, zie Graveland et al. 1996, Van der Winden et al. 2020). Het riet geschikt voor grote karekieten is in het veld herkenbaar omdat het hoger wordt dan 3 meter (boven water), in minimaal 30 centimeter diep water groeit, dikke stengels heeft (> 6 millimeter) (Graveland 1996, Graveland & Coops 1997, Graveland 1998, Van der Winden et al. 2018). Van der Winden et al. (2018) maakt een onderverdeling in vier fenotypen riet afhankelijk van de groeiomstandigheden.

Het riet geschikt voor grote karekieten behoort tot het vierde type en wordt ook wel 'stromingsriet' genoemd (Van der Winden et al. 2018).

Elke indeling is tot op zekere hoogte arbitrair. De onderscheiden typen kunnen naast elkaar voorkomen, of elkaar opvolgen. In de indeling is een ontwikkeling zichtbaar in waterdiepte (van permanent in water naar periodiek geïnundeerd tot droog), vegetatiehoogte- en dichtheid, afwisseling of patchiness in de vegetatie, en de aanwezigheid van ruigte en opslag. De focus ligt daarbij op de jonge moerasstadia (waterplantenmoeras, pioniermoeras en laag mozaïekmoeras); de oudere successiestadia zijn beknopter beschreven. Andere terreintypen, als grazige vegetaties, blijven buiten deze indeling.



Grote karekiet (foto Erik Klop).
Great reed warbler (photo Erik Klop).

Tabel 2.3. Overzicht moerasstadia en vogelgezelschappen, ontwikkeld voor de laagveengordel rond Groningen (gebaseerd op van der Hut et al. 2018). De foto nummers verwijzen naar een van de moerasstadia waargenomen in de bezochte gebieden.

Table 2.3. Overview of marsh stages and bird groups, developed for the peatbelt around Groningen (based on van der Hut et al. 2018). The photo numbers refer to one of the marsh stages observed in the areas visited.

Moerasstadium	Vegetatiestructuur	Gemiddelde grondwater t.o.v. mv		Vegetatiehoogte	Vogelgezelschap	Overige broedvogels	Overige fauna
		Hoog	Laag				
1. Open water Foto 3.19	Open water, eventueel met drijvende of ondergedoken waterplanten.	100+	50+	0	Eenden/ganzen	N.v.t.	Leefgebied vissen (o.a. blankvoorn, Brasem), Otter
2. Waterplantenmoeras Figuur 3.8	Voornamelijk ondiep open water, met drijvende en/of ondergedoken waterplanten (waterplantenmoeras).	50+	30+	0-0,1m	Geoorde fuut/moerassterns	Geoorde fuut, Witwangstern, Witvleugelstern, Zwarte stern, Kokmeeuw	Paai-, opgroei en leefgebied planten minnende vissen (o.a. Snoek, Ruisvoorn, Zeelt), Groene glazenmaker, Otter
3. Pioniermoeras Figuur 3.1	Vrijwel kale grond en zeer ondiep water in combinatie met pioniervegetatie (vooral zomerannuellen) op droogvallende delen.	10+	0	0-0,25	Kluut/Kleine plevier	Kluut, Steltkluut, Kleine plevier, Kievit	Waterspitsmuis, Heikikker, Otter
4. Laag mozaïekmoeras Figuur 3.3	Mozaïek van relatief laagblijvende vegetatie, ondiep water en droogvallende delen.	10+ (z) 30+ (w)	0	0,5-1m	Porseleinhoen	Porseleinhoen, Kleinst waterhoen, watersnip, grauwe gans	Zeggekorfslak, Dwergmuis, Waterspitsmuis, Heikikker, Otter
5. Hoog mozaïekmoeras Figuur 3.4	Afwisseling van opgaand overjarig in water staand Riet met open water en/of structuurrijk nat grasland of laag moeras.	50+	20+	1,5-3m	Roerdomp	Roerdomp, Fuut, Dodaars, Tafeleend, Waterral, Baardman	Otter, deels ook paai- en opgroei gebied vis
6. Hoog mozaïekmoeras met krachtig waterriet Figuur 3.10	Hoge, brede rietkragen met zwaar riet, lisdodde en mattenbies in diep (> 50 cm) water langs waterplantrijk open water	50+	20+	1,5-3m	Grote karekiet	Tafeleend, Dodaars, Fuut, Grote karekiet, Woudaap, Roerdomp, Waterral, Baardman	Otter, Bever, paai- en opgroei gebied vis
7. Nat rietland Figuur 3.8	Vlakdekkend opgaand overjarig riet.	20+	10-	1,5-3m	Snor	Snor, Bruine kiekendief	Dwergmuis, Otter
8. Droog rietland Figuur 3.14	Aaneengesloten ruigte/rietruigte vegetatie of (Blauwborst) lijnvormig/mozaïek	5+	10-	1,5-3m	Rietzanger	Rietzanger, Sprinkhaanzanger, Blauwborst	Waterspitsmuis, Dwergmuis

9. Ruigte/struweel Figuur 3.17	Aaneengesloten ruige vegetaties met een aandeel struweel	10-	20-	1,5-4m	Sprinkhaanzanger/ Bosrietzanger/ Grasmus	Bosrietzanger, Grasmus, Fitis	Bever
10. Broekbos Figuur 3.18	Bos en/of struweel.	20-	50-	10m	Tuinfluitert/Tjiftjaf	Goudvink, Zeearend	Bever

2.5 Bodem- en wateranalyses

Om een beter inzicht te krijgen in de trofiegraad van de 12 onderzoeksgebieden is gebruik gemaakt van de referentiedatabase GRIP (Gemeten Referentiewaarden In Planten, Onderzoekcentrum B-WARE). Daarnaast zijn er aanvullende bodem- en poriewatermonsters verzameld in de zomer van 2020 (zie hoofdstuk 5, mede mogelijk gemaakt door Vogelbescherming Nederland, zie paragraaf 2.2).

Voor enkele gebieden (o.a. Zuidlaardermeergebied, Dannemeer, Groene Jonker en Nieuwe Keverdijkse polder) zijn uitgebreidere bodemgegevens beschikbaar die destijds specifiek verzameld zijn om de herinrichting te kunnen sturen. Dit is echter een uitzondering; voor de meeste deelgebieden zijn geen bodemgegevens beschikbaar uit eerder uitgevoerde (onderzoeks)projecten. Lange termijn monitoring van bodemgegevens of gegevens van voor en na de herinrichting die kunnen worden gekoppeld aan vegetatieontwikkelingen bleken helemaal niet beschikbaar te zijn.

Drooggewicht en gloeiverlies als maat voor organisch stofgehalte van bodems

Om het vochtgehalte van het verse bodemmateriaal te bepalen werd het vochtverlies gemeten door bodemmateriaal in duplo af te wegen in vuurvaste droogbakjes. Hierbij werd een vast volume bodemmateriaal gedroogd zodat de soortelijke massa van de bodem (kg droge bodem per liter bodemvolume) kon worden berekend. De schaaltes met bodem werden gedroogd in een stoof bij 60°C totdat het gewicht van de bodem niet meer afnam. Vervolgens werden de bakjes met bodemmateriaal opnieuw gewogen en werd het vochtverlies berekend. De fractie organisch stof in de bodem werd ingeschat door het gloeiverlies te bepalen. Daarvoor werd het gedroogd bodemmateriaal gedurende 4 uur verast in een oven bij 550°C. Na het uitgloeien werd het bakje met bodemmateriaal weer gewogen en het gloeiverlies berekend. Het gloeiverlies komt bij benadering overeen met het gehalte aan organisch materiaal in de bodem.

Destructie

Door de bodem te destrukeren (ontsluiten) is het mogelijk de totale concentratie van bijna alle elementen in het materiaal te bepalen. Hiervoor werd 200 mg fijngemalen bodemmateriaal nauwkeurig afgewogen en in teflon destructievaatjes overgebracht. Aan het bodemmateriaal werd 5 ml geconcentreerd salpeterzuur (HNO_3 , 65%) en 2 ml waterstofperoxide (H_2O_2 30%) toegevoegd, waarna de vaatjes in een destructie-magnetron (Milestone microwave type mls 1200 mega of Ethos Easy) werden geplaatst. De monsters werden vervolgens gedestruëerd in gesloten teflon vaatjes. Na destructie werd het destruaat nauwkeurig overgebracht in 100 ml maatcilinders en aangevuld tot 100 ml met demiwater. Het destruaat werd bewaard bij 4°C tot verdere analyse op de ICP-OES.

C/N-analyse plantmateriaal

Voor de analyse van de totale hoeveelheid koolstof en stikstof werd een deel van het verzamelde plantmateriaal fijngemalen in een kogelmaler. Afhankelijk van het soortelijk gewicht van het materiaal en de verwachte concentraties, werd een kleine hoeveelheid (circa 3 mg) van het gemalen materiaal in een tinnen container afgewogen, waarna het in een CNS-elementenalyzer (Vario Micro Cube, Elementar) werd geanalyseerd.

Standaardmetingen oppervlaktewater en bodemvocht

De pH is gemeten met een standaard Ag/AgCl₂ elektrode verbonden met een radiometer (Copenhagen, type TIM840). De hoeveelheid opgelost anorganisch koolstof (TIC: CO₂ en HCO₃) is bepaald met behulp van infrarood gasanalyse (ABB Advance Optima IRGA). De alkaliniteit is bepaald door een deel van het monster te titreren met 0,01 mol l⁻¹ zoutzuur tot pH 4,2. De toegevoegde hoeveelheid equivalenten zuur per liter is hierbij de alkaliniteit. De EGV werd bepaald met een HACH EGV-probe verbonden met een HQD-meter. De turbiditeit van de oppervlaktewatermonsters werd bepaald met een Dentan Turbidimeter (model FN-5).

De monsters voor de auto-analyzer werden bewaard bij een temperatuur van -20 °C tot aan de analyse. De monsters voor de ICP-OES werden aangezuurd voor analyse en bewaard bij 4 °C.

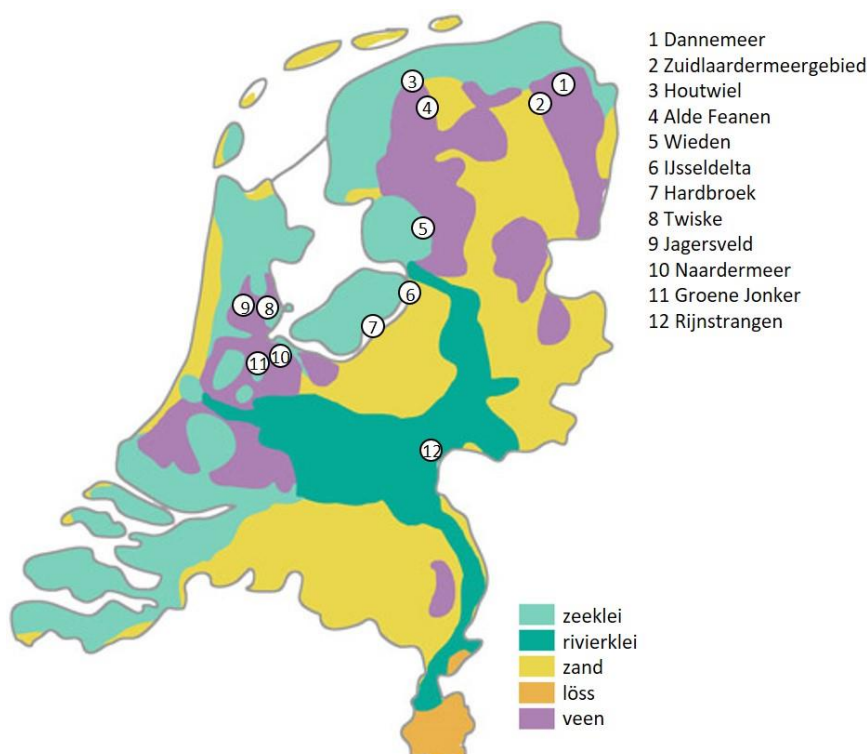
Elementenanalyse (ICP en auto-analysers)

De concentraties calcium (Ca), magnesium (Mg), aluminium (Al), ijzer (Fe), mangaan (Mn), fosfor (P), zwavel (S; als maat voor sulfaat), silicium (Si) en zink (Zn) werden bepaald met behulp van een Inductively Coupled Plasma Spectrofotometer (ICP-OES, ICAP 6300, Thermo Fisher Scientific of, ARCOS MV, Spectro). De concentraties nitraat (NO₃-), ammonium (NH₄⁺) en fosfaat (PO₄³⁻) werden colorimetrisch bepaald met een Seal auto-analyser III met behulp van resp. salicylaatreagens, hydrazinesulfaat en ammoniummolybdaat/ascorbinezuur. Chloride (Cl-) werd colorimetrisch bepaald met een Bran+Luebbe auto-analyser III systeem met behulp van mercuritiocyanide. Natrium (Na⁺) en kalium (K⁺) werden vlamfotometrisch bepaald met een Sherwood Model 420 Flame Photometer.

3. Moerasontwikkeling in 12 gebieden – een overzicht

3.1 Overzicht van de aanwezige moerasstadia en fauna

Twaalf moerasgebieden zijn geselecteerd voor onderzoek naar moerasontwikkeling op voormalige landbouwgronden, zoals uiteengezet in hoofdstuk 2 (Figuur 3.1). In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de moerasstadia en fauna in de 12 onderzochte moerasgebieden, gevolgd door een beknopte beschrijving per gebied. De gebiedsbeschrijvingen gaan in op de uitgangssituatie, de inrichtingsmaatregelen en de moerasontwikkeling na inrichting. De beschrijvingen zijn bedoeld als introductie, waarin de situatie per gebied kort en bondig wordt geschetst. De ontwikkeling in relatie tot omgevingsfactoren en beheer wordt nader besproken in hoofdstuk 4.



Figuur 3.1. Ligging van de twaalf gebieden, waarin moerasontwikkeling op voormalige landbouwgrond is onderzocht.

Figure 3.1. Location of the twelve areas, in which marsh development on former agricultural land has been studied.

Moerasstadia

Een overzicht van de 12 onderzoeksgebieden is opgenomen in Tabel 3.1. Er bestaan grote verschillen tussen de gebieden qua aanwezigheid van waterplanten en pioniervegetaties. In de gebieden met grootschalig droogvallende (klei) bodems (Dannemeer, Kropswolderbuitenpolder, Groene Jonker) is het areaal pioniersvegetaties aanzienlijk (tientallen tot meer dan 100 ha). Aspectbepalend zijn hier tandzaden (*Bidens spec.*) met daarnaast waterweegbree en moeraszuring. In andere gebieden komen pioniersvegetaties in veel kleinere oppervlaktes voor.

Waterplanten (zoals schedefonteinkruid) zijn aanwezig in de sloten van de kleimoerassen (IJsseldelta, Erfkamerlingschap) en in de sloten in de laagveengebieden met minder of geen dynamiek. In laatstgenoemde varieert de samenstelling: krabbenscheer, waterlelie, gele plomp, moerashertshooi en plaatselijk o.a. waterdrieblad (Wieden, Houtwiel, Schil Naardermeer). In alle gebieden is waterriet aanwezig, maar het areaal verschilt sterk en varieert van smalle rietkragen (Harderbroek) tot relatief grote waterrietvelden (IJsseldelta). In drie gebieden is krachtig waterriet (stengeldikte minimaal 7-8 mm) van betekenis aanwezig (IJsseldelta, Dannemeer, Erfkamerlingschap Rijnstrangen). In het Dannemeer betreft het spontane ontwikkeling van riet. In de overige gebieden gaat het om aangeplant riet.

In een aantal gebieden hebben natte rietvelden zich goed ontwikkeld door uitgroei van riet vanuit rietkragen over de percelen (Houtwiel, deelgebieden Wieden, Jagersveld, Twiske). In de meeste andere gebieden is deze ontwikkeling heel beperkt, uitgebleven of domineren droge ruige rietvelden.

Lage mozaïekmoerassen met uitgebreide halfopen pitrus-liesgras vegetaties in ondiep water zijn in de huidige situatie aanwezig in twee gebieden, Houtwiel en de Oever- en Groene polder in het Zuidlaardermeergebied. Dit moerasstadium was in verschillende andere gebieden ook substantieel aanwezig, maar dan kortstondig na de herinrichting (Groene Jonker, Beulakerpolder).

Ruigten en struweel zijn in alle gebieden in de randzones aanwezig. Op de voormalige landbouwpercelen is opslag van wilg, els en soms berk opgetreden in gebieden die 10-20 jaar of langer geleden zijn ingericht (Houtwiel, Hoogwaterzone Wieden, Twiske, Jagersveld). Broekbossen hebben zich ontwikkeld na 15 tot enkele tientallen jaren in Jagersveld en Houtwiel. Een relatief jong broekbos (voornamelijk wilgen) heeft zich snel ontwikkeld in het Harderbroek.

Kort samengevat springen in de onderzochte gebieden, in vergelijking met het spectrum aan moerasgebieden in Nederland, het areaal en/of dominantie van jonge moerasstadia in het oog. Dit betreft eutrofe tot hypertrofe ondiepe plassen met (tijdelijke) waterplantvelden, uitgestrekte pioniersvegetaties, mozaïeken van lage moerasvegetaties in ondiep water waarin doorgaans liesgras en pitrus domineren en mozaïeken van opgaande rietkragen en waterrietvelden, afgewisseld met open water en in een aantal gebieden met krachtig waterriet.

Tabel 3.1. Aanwezigheid en oppervlakte van moerasstadia in de 12 bezochte gebieden, in 2017-2020. De oppervlakte is geschat op basis van luchtfoto's en terreinbezoek.

Table 3.1. Presence and area of marsh stages in the 12 areas visited, in 2017-2020. The area has been estimated based on aerial photographs and site visits.

Legenda oppervlakte: v < 1 ha o 1-10 ha + 10-25 ha ++ 26-50 ha +++ 51-250 ha (x): pitruspollen in open water

Gebied	Oppervlakte (ha)	Open water	Water planten	Pionier	Krachtig waterriet	Waterriet	Nat riet	Laag mozaïek	Droog ruig	Ruigte en struweel
Zuidlaardermeer – Kropswolderbuitenpolder/ Westerbroekstermadepolder	480	+++	o	+++		v	o	o	+	+
Dannemeer	616	+++	(o)	+++	V	v	+	+	o	o
Zuidlaardermeer – Oeverpolder / Groene polder	230	+++	(++)	+		v	v	++	o	o
Groene Jonker	95	+	?	++		v	o	o	+	o
Harderbroek Plan Roerdomp	98	+++			v	v	o		o	o
Naardermeer (Keverdijkse Polder, Bovenmeent)	320	+++	o	o	v	v	o	o	++	v

De Wieden (Hoogwaterzone zuid, Beulakerpolder)	141	++				o	++	o	+	o
Houtwiel (Midden)	120	+	o	o		o	++	++	v	+
Alde Feanen (Polder van de Berg, Lytse Saite Polder, Headams Kampen)	45	+				o	o	o	v	v
Jagersveld (oost)	27	o		v		v	o	o	+	o
Twiske (Noord, Belt, Leers, Vennen)	40	o				o	+		o	o
Rietmoeras IJsseldelta	45	+	o		v	+			v	v
Rijnstrangen (Erfkamerlingschap)	12	o			o	o	o			

Moerasbroedvogels

Een overzicht van de aanwezigheid van een aantal karakteristieke moerasbroedvogelsoorten van verschillende moerasstadia (Tabel 2.3) in de twaalf bezochte gebieden is opgenomen in Tabel 3.2. In de hoogdynamische gebieden met relatief grootschalige wateroppervlaktes zijn opmerkelijke vestigingen van pioniersoorten onder de moerasbroedvogels waargenomen. In de gebieden nabij het Zuidlaardermeer waren 159 paar geoorde futen aanwezig in 2014 (Oeverpolder/Groene polder) en 103-104 paar in 2018 (Kropswolderbuitenpolder; Van der Hut 2020). Een vergelijkbare plotselinge toename van geoorde fuut is ook vastgesteld in de Groene Jonker (22 paar in 2009), het Dannemeer (94 paar in 2016) en Wetering Oost (63 in 2016). Deze vestigingen waren ongeveer een kwart van de totale broedpopulatie in Nederland. In het Zuidlaardermeergebied en Dannemeer vestigden zich ook witwangsterns en witvleugelsterns – uitzonderlijke gevallen voor Nederland (Krol 2015a).

Tabel 3.2. Aanwezigheid van karakteristieke moerasbroedvogels voor specifieke moerasstadia, in de 12 bezochte gebieden, in 2017-2020. Gebaseerd op broedvogelinventarisaties (Zuidlaardermeergebied, Houtwiel, Alde Feanen, Wieden hoogwaterzone, Twiske, Naardermeer, Harderbroek, Rietmoeras IJsseldelta) en losse waarnemingen (NDFF, waarneming.nl; Wieden Beulakerpolder, Jagersveld, Dannemeer, Rijnstrangen). Tussen haakjes hogere aantallen uit voorgaande jaren (kort na herinrichting).

Table 3.2. Presence of characteristic marsh breeding birds for specific marsh stages, in the 12 areas visited, in 2017-2020. Based on breeding bird inventories (Zuidlaardermeer area, Houtwiel, Alde Feanen, Wieden high water zone, Twiske, Naardermeer, Harderbroek, Reed marsh IJsseldelta) and individual observations (NDFF, observation.nl; Wieden Beulakerpolder, Jagersveld, Dannemeer, Rijnstrangen). Between brackets, higher numbers from previous years (shortly after development).

Aantal territoria of broedparen:	v 1-2	o 3-5	+ 6-10	++ 11-25	+++ 26-50	++++ 51- 250		
Gebied	Geoorde fuut	Kleine plevier	Grote karekiet	Roerdomp	Porseleinhoen	Snor	Rietzanger	Sprinkhaan zanger
Zuidlaardermeer – Kropswolderbuitenpolder/ Westerbroekstermadepolder	++ (++++)	o	-	v	+	O	++++	+++
Zuidlaardermeer – Oeverpolder / Groene polder	+++ (++++)	v	-	o	++	+	+++	+
Dannemeer	+ (++++)	o	v	o	v (o)	++	+++	++
Groene Jonker	v (++)	o	-	- (v)	v (+)	++	++++	++
Naardermeer (Keverdijkse Polder, Bovenmeent)	v	v	-	v	v	+++	++++	+++
Rijnstrangen (Erfkamerlingschap)	-	v	v	v	-	-	-	-
Rietmoeras IJsseldelta	-	- (o)	v	o	-	-	o	-

Houtwiel (Midden)	-	v	-	+	o (++)	+++	++++	+
Alde Feanen (Polder van de Berg, Lytse Saite Polder, Headams Kampen)	-	v	-	o	-	++	++	-
De Wieden (Hoogwaterzone zuid, Beulakerpolder)	-	- (v)	-	o	v (o)	+++	++++	+
Jagersveld (oost)	-	- (v)	-	v	-	o	++	+
Twiske (Noord, Belt, Leers, Vennen)	-	-	-	o	-	++	++++	+
Harderbroek Plan Roerdomp	-	-	-	-	-	+	++	+

Porseleinhoen vestigde zich in relatief grotere aantallen (>5) in het Houtwiel (max. 22), Kropswolderbuitenpolder / Westerbroekstermadepolder (max. 16), Oeverpolder (een tiental of meer) en Groene Jonker (max. 7). Kleinst waterhoen verscheen ook in de Groene Jonker, het Houtwiel en het Zuidlaardermeergebied. Deze vestigingen zien we in een deel van de gebieden en vaak slechts tijdelijk. Dit hangt vermoedelijk samen met de factoren die sturend zijn voor de aanwezigheid van jonge moerasstadia (hoofdstuk 4).

In verschillende gebieden bereikten roerdomp en snor opmerkelijk hoge dichtheden in mozaïeken van waterriet, open water en natte rietvelden (bijvoorbeeld 8-10 paar roerdomp op ca 100 ha in het Houtwiel en 25-50 paar snor in Houtwiel, Hoogwaterzone Wieden, schil Naardermeer, Dannemeer en Groene Jonker). Grote karekieten zijn waargenomen in drie gebieden. Voor een deel gaat het mogelijk om alleen zingende individuen en geen broedparen (Dannemeer, Erfkamerlingschap in de Rijnstrangen, Rietmoeras IJsseldelta).

Niet broedende watervogels

In de jonge moerassen op voormalige landbouwgronden met relatief grote wateroppervlakten, waterplantvelden en/of pioniersvegetaties is ook de betekenis voor niet broedende watervogels groot. Voorbeelden hiervan zijn grote aantallen van ruiende krooneenden, krakeenden, tafeleenden, kuifeenden en meerkoeten in fonteinkruidvelden in Rietmoeras IJsseldelta; grondeleenden zoals slobend en wintertaling die profiteren van zaden van pionierplanten in ondiep water in de Kropswolderbuitenpolder, Plan Roerdomp (Harderbroek), Groene Jonker en Dannemeer én de slaapplaatsen van ganzen en eenden in deze laatste drie gebieden. De rijkdom aan watervogels trekt ook andere soorten aan. Een exponent daarvan is de zeearend als broedvogel in het Zuidlaardermeergebied. Deze soort heeft zich in dit gebied gevestigd net als in andere grootschalige wetlands, zoals de Oostvaardersplassen, het Lauwersmeer, de randmeren en de Biesbosch.

Overige fauna

Andere faunagroepen dan vogels zijn over het algemeen heel beperkt onderzocht. De aanwezigheid van enkele opvallende soorten is vermeld in Tabel 3.3. Otters zijn waargenomen in zeven deelgebieden. In het Houtwiel planten otters zich ook voort. Bevers breiden zich uit in het Zuidlaardermeergebied en zijn ook in het Harderbroek gesignaleerd. Waterspitsmuizen komen waarschijnlijk in vrijwel alle gebieden voor en ringslang en heikikker in een deel van de gebieden. Over de diversiteit aan ongewervelden is over het algemeen maar weinig bekend. Groene glazenmaker en witsnuitlibellen zijn uit enkele gebieden gemeld. De diversiteit aan macrofauna in de ondiepe plassen en aan ongewervelden in moerasvegetaties is als voedselaanbod van grote betekenis voor moerasvogels – dit is te beschouwen als een missing link in de studie, omdat het voedselaanbod als sturende factor in de onderzochte 12 gebieden zodoende niet in beeld gebracht kan worden.

Tabel 3.3. Aanwezigheid van overige faunagroepen in de 12 bezochte gebieden. Opgenomen zijn enkele kenmerkende soorten waarvan informatie beschikbaar is.

Table 3.3. Presence of other fauna groups in the 12 visited areas. Included are some typical species for which information is available.

Gebied	Otter	Bever	Waterspitsmuis	Ringslang	Heikikker	Groene Glazen maker	Sierlijke witsnuit libel
Zuidlaardermeer – Kropswolderbuitenpolder / Westerbroekstermadepolder	+	+	+?	-	+	-	-
Zuidlaardermeer – Oeverpolder / Groene polder	+	+	+?	-	+	-	-
Dannemeer	+	-	+	-	+	+	-
Groene Jonker	-	-	+?	+	+	-	-
Naardermeer (Keverdijkse Polder, Bovenmeent)	+	-	+	+	+	+	+
Rijnstrangen (Erfkamerlingschap)	-	-	?		-	-	-
Rietmoeras IJsseldelta	-	-	?	-	-	-	-
Houtwiel (Midden)	+	-	+	+	+	+	-
Alde Feanen (Polder van de Berg, Lytse Saite Polder, Headams Kampen)	+	-	+?	-	-	-	-
De Wieden (Hoogwaterzone zuid, Beulakerpolder)	+	-	+?	+	-	+	-
Jagersveld (oost)	-	-	+?	-	-	-	-
Twiske (Noord, Belt, Leers, Vennen)	-	-	+	?	-	-	+
Harderbroek Plan Roerdomp	+	+	-	-	-	-	-

3.2 Gebiedsbeschrijvingen

3.2.1 Dannemeer

Het Dannemeer is onderdeel van het natuurgebied 't Roegwold en ligt tussen Kolham aan de zuidwestzijde en het Schildmeer aan de noordoostkant. Het gebied wordt beheerd door Staatsbosbeheer en strekt zich uit van de noordelijke randzone van het Drents Plateau tot in het zeekleigebied. Het Dannemeer bevindt zich in het midden van het gebied. De bodem bestaat uit veen met vaak een kleiige bovengrond. Net als het Zuidlaardermeergebied en de Onlanden is het Dannemeer een gebied waar het areaal eutroof moeras door recente ontwikkelingen aanzienlijk is uitgebreid. Deze gebieden vormen de laagveengordel in de Provincie Groningen, die loopt van het Leekstermeer tot aan het Schildmeer. Er is een belangrijke rol weggelegd voor natuurlijke processen, zoals peildynamiek, overstromingen en begrazing, om zo tot een relatief natuurlijke ontwikkeling te komen van verschillende moerasstadia. Het agrarisch gebruik, maar ook gaswinning, heeft ervoor gezorgd dat het maaiveld sterk is gedaald en ontwatering, mineralisatie en inklinking zijn opgetreden. De marine-invloeden uit het verleden hebben gezorgd voor afzetting van kattekleilagen met vrij hoge concentraties aan ijzerzwavelverbindingen. Deze verbindingen kunnen vegetatieontwikkelingen bemoeilijken. In 2015 is door het OBN-deskundigenteam hiervoor een advies geschreven, in opdracht van Staatsbosbeheer (zie details Haan 2005, Kooijman *et al.* 2015).

Tijdens het veldbezoek en interview met de beheerder werd duidelijk dat drijvende en/of half ondergedoken waterplanten (waterplantenmoeras) nauwelijks op gang zijn gekomen. In de beginperiode na de inrichting in 2015 was het water helder met veel waterleven zoals watervlooien en jonge snoeken. Ook de avifauna deed het goed. Geoorde futen en verschillende soorten moerassterns broedden in de nabijheid van een kokmeeuwkolonie in pitruspollen in ondiep water en in veenwortelvelden. Omstreeks 2017 is het water troebel geworden, waarna ook een deel van de waterplanten in het ondiepe water verdween. De oorzaak hiervan is onbekend. In de plas-dras situatie (laag-mozaïek moeras) zijn vooral meer algemene planten zoals pitrus, rietgras en liesgras dominant. In deze gebieden kwam onder meer porseleinhoen tot broeden. Ook de heikikker heeft het gebied gekoloniseerd en komt veelvuldig voor. Uitbreiding van riet uit bestaande kernen heeft plaats gevonden, maar verdere uitbreiding van waterriet blijft uit als gevolg van begrazing door watervogels. In de drogere delen (droog rietland) is sinds 2016 steeds meer wilgopslag opgekomen.



Figuur 3.1. Pioniermoeras in het Dannemeer, juni 2020 (foto Ron van der Hut).

Figure 3.1. Early stage swamp in Dannemeer (photo Ron van der Hut).

3.2.2 Zuidlaardermeergebied

Het Zuidlaardermeergebied ligt op de grens van Groningen en Drenthe, in het beekdal van de Hunze, aan de voet van de Hondsrug. Het gebied is in beheer bij het Groninger Landschap. De deelgebieden die in het kader van dit project zijn bezocht liggen aan de noordkant, waar het weidegebied overloopt in de Veenkoloniën. Hier heeft de laatste decennia ook op grote schaal natuurherstel plaats gevonden. Aan de noordoostzijde, ten oosten van het Drents Diep liggen de moerasgebieden Westerbroekstermadepolder en Kropswolderbuitenpolder. Dit zijn voormalige landbouwakkers die in 2007 voor waterberging en natuur zijn ingericht. Aan de noordwestkant liggen de voormalige extensief beheerde graslanden de Oeverpolder en Groene polder, die in 2013 zijn ingericht als moeras. De graslanden en de nieuw ontwikkelde moerasgebieden liggen afwisselend op zandgronden en meer of minder dikke veengronden.

Door ontwatering en landbouwkundig gebruik is de venige bovenlaag bijna zonder uitzondering sterk veraard. Onder invloed van de zee zijn aan de noordkant lokaal klei-op-leem en klei-op-veenbodems ontstaan (Van der Hut *et al.* 2018, Oosterveld *et al.* 2013).

Het waterpeil in de deelgebieden volgt zoveel mogelijk een seizoensmatig peilverloop met winterinundaties (overstromingen) en sterke peildaling in de zomer. Zowel deze waterdynamiek als het ondiepe water zorgen er voor dat drijvende en/of ondergedoken waterplanten niet sterk uitbreiden. Maar in de al aanwezig sloten en slenken floreren diverse waterplanten, waaronder krabbenscheer. De laatstgenoemde soort is op een aantal locaties met succes opnieuw geïntroduceerd met krabbenscheer uit andere locaties in het gebied. Dit wijst erop dat de waterkwaliteit in het gebied voldoende goed is voor ontwikkeling van krabbenscheer.

Sinds 2012 broeden er regelmatig witvleugelsterns en witwangsterns op drijvende veenwortelmatten, soms in combinatie met pitrus in de verschillende polders. De sterns volgen hierbij de vegetatiestructuur, die zich ontwikkelt afhankelijk van het waterpeil binnen het gebied. Dit varieert van jaar tot jaar tussen de polders, waar over het algemeen moerasvogels geen probleem mee hebben, omdat ze van nature gewend zijn aan deze natuurlijke dynamiek. Ook geoorde futen maakten gebruik van deze vegetatiestructuur en kwamen in de nabijheid van kokmeeuwkolonies tot broeden (Feenstra 2012, Krol 2015). In open pitrusvegetaties in ondiep water in de Groene polder en de Oeverpolder hebben porseleinhoenen zich gevestigd in relatief grote aantallen. Aan de westkant van het gebied, buiten de bezochte delen, zijn wilgen en broekbos aanwezig waar ook de zeearend broedt (Beintema 2021). Vooral de combinatie van open water en de aanwezigheid van structuurrijk moeras en ruigte is belangrijk voor een grote diversiteit aan vogels.



Figuur 3.2. *Plas-dras laag-mozaïek moeras met pitrus en liesgras op de voorgrond en op de achtergrond open pioniersmoeras met schaarse vegetatie in 2020 (foto Jim de Fouw).*

Figure 3.2. *Low-mosaic swamp with Juncus and Glycyeria in the foreground and in the background open pioneer swamp with sparse vegetation in 2020 (photo Jim de Fouw).*

3.2.3 Houtwiel

Het Houtwiel, deelgebied 'Midden' is een voormalig laagveenweidegebied met percelen hooiland, extensieve beweiding en riet. Het gebied wordt beheerd door Staatsbosbeheer. In de jaren negentig is rond de kern van het gebied (ca. 110 hectare) een kade aangelegd en door het centrum een geul uitgegraven (Altenburg *et al.* 1999). In 2005 zijn aanpassingen aan de kades uitgevoerd en is het waterpeil in de winter verhoogd, waardoor vooral in het zuidelijke deel van het gebied 's winters 20-50 cm water op het maaiveld staat. In de loop van het voorjaar en de zomer zakt de waterstand 30-50 cm, afhankelijk van neerslag, verdamping en wegzijging. Langs de slootoevers ontwikkelden zich brede oeverrietzones. Op de oude landbouwpercelen domineren pitrus en liesgras, maar plaatselijk komen ook veenmosrietlanden en schraalgraslanden voor. In het terrein vindt jaarrondbegrazing plaats door Schotse Hooglanders (10 dieren tot en met 2010, daarna drie) en Exmoor pony's (25 dieren tot en met 2010, daarna 10). Het aantal werd teruggebracht, omdat plaatselijk rietvelden door betreding sterk versnipperd werden.

In sloten is moerashertshooi opvallend algemeen en plaatselijk ontwikkelt zich krabbenscheer. Waterriet heeft zich langs een aantal sloten tot een tiental meters uitgebreid. Een deel van de sloten groeit geleidelijk dicht met riet en ook treedt verlanding met moerasvaren op. Langs de slenk en op slaapplekken van grauwe gans wordt waterriet teruggedrongen door begrazing. Een deel van de percelen met pitrus-liesgrasvegetaties heeft na 15 jaar nog een halfopen structuur; een deel is dichtgegroeid met riet, ruigte of wilgopslag. De diversiteit en dichtheid van moerasvogels is hoog, omdat de riet- en pitrusvegetaties relatief grootschalig 's winters in het water staan en in de meeste jaren aan het einde van het groeiseizoen deels droogvallen. Gelet op de oppervlakte zijn de aantallen broedparen van roerdomp (8 in 2018-2020), porseleinhoen (21-22 in 2013-2014), waterral (104 in 2016), en snor (51 in 2020) hoog (Van der Hut 2011, Van der Hut *et al.* 2016).



Figuur 3.3. Open pitrus en liesgrasvegetatie in ondiep water, Houtwiel 2014 (foto Ron van der Hut).

Figure 3.3. *Juncus* and *Glyceria* vegetation in shallow water (photo Ron van der Hut).



Figuur 3.4. Nat rietland met kniklaag in ondiep water, Houtwiel (foto Ron van der Hut).

Figure 3.4. Reed land in shallow water (foto Ron van der Hut).

3.2.4 Alde Feanen

In De Alde Feanen, in beheer bij It Fryske Gea, is in de jaren 2015-2020 in het kader van LIFE een Natura 2000-herstelprogramma uitgevoerd. Voor een deel betreft het moerasontwikkeling op voormalige landbouwgronden ten behoeve van leefgebied voor roerdomp, bruine kiekendief, porseleinhoen en snor (Altenburg 2020).

In de Headams Kampen (9 ha) met verruigd schraal grasland zijn in 2017 kades verstevigd, rietplaggen aangebracht in greppels en is het peil opgezet. Eén ondergelopen perceel is dichtgegroeid met grote lisdoddevegetatie, die vervolgens door Grauwe ganzen sterk begraasd werd. Na het instellen van een droogvalperiode heeft de vegetatie zich kunnen herstellen. In natte lisdodden- en rietvegetatie heeft zich roerdomp en snor gevestigd. Het andere perceel met rietplaggen is vlakdekkend dichtgegroeid met riet en pitrus.

In de Polder van der Berg (10 ha) zijn in 2017 kades rond percelen met nat rietland (voorheen extensief grasland) verstevigd en is het peil opgezet. Hier domineren open water, rietkragen en kleine rietpercelen. Roerdomp en Snor hebben zich gevestigd. Het riet is door ganzenbegrazing sterk teruggedrongen. In 2018 is jonge opslag van wilg verwijderd.

In de Lytse Saite Polder is droog rietland (voorheen extensief grasland) afgeplagd, werden kades verstevigd, rietstekken geplant en is het peil opgezet. In 2017 en 2018 is jonge opslag van wilg en els verwijderd. Rietaanplant is uitgerasterd en heeft zich vlakdekkend uitgebreid. Roerdomp en snor hebben zich gevestigd.



Figuur 3.5. Rietaanplant in de Lytse Saite Polder, Alde Feanen, in 2017 (foto A&W).
Figure 3.5. Reed planting in de Alde Feanen, in 2017 (photo A&W).



Figuur 3.6. Headams Kampen, Alde Feanen, uitgangssituatie in 2017 (foto A&W).
Figure 3.6. Starting situation in Headams Kampen, Alde Feanen, in 2017 (photo A&W).



Figuur 3.7. *Headams Kampen, december 2020. Pitus en rietvegetatie na uitbreiding van aangebrachte rietplaggen (foto Ron van der Hut).*

Figure 3.7. *Juncus and reed vegetation development after applying reed sods (photo Ron van der Hut).*

3.2.5 Wieden (Hoogwaterzone en Beulakerpolder)

In De Wieden, in beheer bij Natuurmonumenten, zijn twee deelgebieden bezocht. Het zuidelijke deel van de zogenoemde Hoogwaterzone, ten zuidwesten van Steenwijk, is in 1993 aangelegd om wegzijging van water uit het westelijke aangrenzende natuurgebied naar het oostelijke aangrenzende landbouwgebied tegen te gaan (Brandsma 1997). Het gebied bestond voorheen voornamelijk uit graslanden met smalle sloten en plaatselijk met rietkragen. Beweiding is gestaakt, enkele broekbosjes zijn gerooid, een kade rond het gebied is opgeworpen en het peil is verhoogd tot 30 cm boven boezempeil (vast peil). Na herinrichting heeft riet zich uitgebreid vanuit de slootoevers. Op de graslandpercelen, die 10-30 cm zijn geïnundeerd, is een vegetatie met grote zeggen, liesgras, grote lisdodde en riet opgekomen, waarbij riet en lisdodde zich langzaam hebben uitgebreid.

Na 2000 is wilgopslag verschenen op randen van de percelen en vlakdekkend wilg, els en/of berk op enkele relatief hoger gelegen percelen. De grootschaliger wilgopslag is recentelijk afgezet. Enkele lagergelegen percelen met 30-50 cm water op het maaiveld zijn door wind- en golfslag, en mogelijk ook door ganzen die de locaties als slaapplek benutten, open water geworden. Sloten zijn grotendeels dichtgegroeid met krabbenscheer, plaatselijk waterlelie en gele plomp. In vergelijking met de situatie in 2000 (vegetatiestructuurkartering, in Van der Hut 2001) is de lengte aan rietkragen nauwelijks veranderd. Wilgopslag en ruigte hebben zich wel zichtbaar uitgebreid. Roerdomp vestigde zich in 1995 en bereikte een piek in 2002-2003 (5 op 48 ha, 9-10 jaar na herinrichting). Daarna nam het aantal af tot 0-2. Deze ontwikkeling wijkt af van de landelijke trend (toename in deze periode).

De snor profiteerde van de overjarige zeggen-riet vegetaties op de oude percelen in ondiep water en bereikte een zeer hoge dichtheid in deze periode (30 op 48 ha). Na 2007 namen de aantallen rietzangers sterk toe. Mogelijk door verruiging en toename van opslag op de percelen, mogelijk ook een afspiegeling van de landelijke positieve trend. Grauwe ganzen vestigden zich als broedvogel in aanzienlijke aantallen vanaf 2000. Het effect hiervan op moerasvegetaties leek beperkt in de periode 2000-2010 (Brandsma 2012), maar is mogelijk toch onderschat. Tijdens een veldbezoek in 2020 waren begrazingseffecten aan krabbenscheer duidelijk zichtbaar en ook aan rietkragen langs de plassen.

De Beulakerpolder grenst noordelijk aan de Beulakerwijde. Het gebied met een oppervlakte van 109 ha, bestaande uit intensief grasland (en een baggerdepot aan de westzijde), is heringericht in 2010. Door vergraving is een kleinschalig landschap van petgaten en smalle percelen ('ribben') gecreëerd. Het gebied ligt aan de boezem, maar kan – in principe – wel gestuurd worden via een stuw. In principe is waterberging mogelijk, maar in de praktijk wordt een vast waterpeil ingesteld. Alle 'percelen' staan in open verbinding. Er wordt maaibeheer uitgevoerd in droog rietland. Nesten van grauwe gans worden sinds 2019 behandeld (aanprikken of verwijderen van eieren).

Anno 2020 zijn de sloten deels begroeid met waterlelie, gele plomp en lokaal krabbenscheer en riet langs de oevers. Laag mozaïekmoeras is plaatselijk aanwezig met pitrus en grote lisdodde. Kort na de herinrichting was dit moerasstadium algemener aanwezig (met porseleinhoen in 2013). In de oude baggerdepots domineert grote lisdodde. Op een deel van de percelen, overgroeid met riet, hebben zich snor, roerdomp en bruine kiekendief gevestigd. Op verschillende percelen met hoger maaiveldniveau domineert droog, verruigd rietland met rietzanger. Jonge wilgopslag komt verspreid voor over een deel van de percelen.



Figuur 3.8. Zuidelijke deel van de Hoogwaterzone, juni 2020. Ondiepe plassen en sloten met krabbenscheer, rietzomen, nat rietland en wilgopslag op de voormalige percelen (foto Ron van der Hut).

Figure 3.8. Shallow pools and ditches with *Stratiotes*, reed vegetation and willows on the former agricultural lands (photo Ron van der Hut).



Figuur 3.9. Hoogwaterzone Wieden, juni 2020. Nat rietland met verspreid wilgopslag (foto Ron van der Hut).

Figure 3.9. Wet reed land with willow vegetations (photo Ron van der Hut).

3.2.6 Rietmoeras IJsseldelta

Ten westen van Kampen, grenzend aan het Drontermeer, is 43 ha rietmoeras gerealiseerd als leefgebied voor roerdomp en grote karekiet. Het gebied is deels aangelegd in 2014, deels in 2016. Het project valt gedeeltelijk onder het LIFE+-project 'A Better LIFE for Bittern'. Na realisatie (2020) is het gebied in beheer bij Staatsbosbeheer. Landbouwgrond is uit gebruik genomen en afgegraven. Perceelsloten zijn gehandhaafd en in de percelen is een structuur van stroken en geulen aangelegd met een aflopend maaiveldniveau in één deelgebied. Op de stroken zijn rietstekken geplant. In de oeverzones langs sloten is vernalen rietplagsel verwerkt. De rietvelden zijn uitgerasterd en binnen de velden zijn palen geplaatst, verbonden met linten tegen ganzenvraat. Het gebied was aanvankelijk geïsoleerd van het Drontermeer met een afzonderlijk peilbeheer. Het peil is zoveel als mogelijk op zo'n wijze ingesteld dat er in juni water op het maaiveld staat, zodat kieming van inwaaiend wilgenzaad voorkomen wordt. Na juni zakt het peil uit tot droogval op de stroken, zodat de rietgroei wordt bevorderd. In 2020 is een peilvoorziening gerealiseerd, waarmee een gereguleerde open verbinding met het Drontermeer tot stand is gekomen. In het gebied is een relatief grootschalig waterrietveld ontstaan. In sommige terreindelen kwam de rietgroei niet op gang als gevolg van een te grote waterdiepte en/of begrazing door knobbelzwanen die binnen de afrastering kwamen (en daarin opgesloten raakten) en door ganzen die riet en lisdodden begraasden in een deelgebied waar rasters zijn verwijderd. Erosie in de winter speelde plaatselijk een rol.

De ontwikkeling van de moerasvegetatie en broedvogels is jaarlijks gevolgd in de jaren 2014-2020 (Van der Hut 2014-2020). In de eerste twee jaren na aanleg vestigden zich in de jonge open vegetatie pionierbroedvogels (kluut en kleine plevier). In de open waterrietvelden ontwikkelde zich snel een hoge dichtheid van aan riet gebonden watervogels en plantenetende watervogels (fuut, dodaars, knobbelzwaan, krakeend, tafeleend, krooneend, meerkoet).

Drie jaar na aanleg vestigden zich roerdomp en grote karekiet. In open plassen met velden schedefonteinkruid is het aantal watervogels in het voorjaar (april) en in de zomer (juli - september) sinds 2019 sterk toegenomen. Eind augustus 2020 waren bijvoorbeeld circa 1.150 watervogels aanwezig. Opvallend talrijk waren lepelaar, grote zilverreiger, tafeleend, krooneend, krakeend en meerkoet.



Figuur 3.10. Krachtig ontwikkeld riet in een deelgebied van Rietmoeras IJsseldelta, aangelegd in 2014 aangelegd, juli 2019. Hier vestigde zich een grote karekiet (foto Ron van der Hut).

Figure 3.10. Reed development in the reed swamp in IJsseldelta suitable for great reed warbler, in July 2019 (photo Ron van der Hut).



Figuur 3.11. Rietmoeras IJsseldelta, augustus 2018 (foto Project IJsseldelta).
Figure 3.11. The reed swamp area in IJsseldelta, August 2018 (photo Project IJsseldelta).

3.2.7 Harderbroek – Plan Roerdomp

In het zuidoosten van Flevoland nabij Zeewolde ligt het natuurgebied Harderbroek. Dit gebied is al in 1973 aangelegd en vanaf 1981 in beheer bij Staatbosbeheer tot en met 1997, waarna het in beheer is gekomen bij Natuurmonumenten. In 2005 is noordelijk aangrenzend op voormalige landbouwgrond Plan Roerdomp aangelegd. Net als de hele Flevopolder bestaat het gebied uit zeeklei. Het betreft een moerasgebied met open water, droge en natte rietlanden en wilgenbos. Een gebied van 87 ha is na een periode van uitmijnen omgevormd in rietmoeras met ondiepe waterpartijen van ongeveer 40 cm diep, met uitschieters aan de westkant van 120 cm. Het gebied heeft een natuurlijk waterpeil op basis van kwel, regen en verdamping, wat zorgt voor 's zomers laag water en in de winter hoog waterpeil. Oude rietsloten zijn tijdens de herinrichting behouden, zodat hieruit het riet op natuurlijke wijze kon uitgroeien. Inmiddels is op veel van deze locaties het riet verdwenen. Vanaf 1997 deed de grauwe gans zijn intrede als broedvogel in het Harderbroek en is de soort net als in heel Nederland sterk toegenomen. In de Provincie Flevoland worden geen maatregelen genomen tegen ganzen. Begrazing van het rietmoeras door grauwe ganzen heeft duidelijk effect, wat terug te zien is in het verdwijnen van het riet, het uitblijven van uitbreiding en verjonging van vooral waterriet. Er zijn aanwijzingen dat moerasvogels afhankelijk van riet als broedlocatie daardoor achteruit zijn gegaan. Vogels afhankelijk van wilgenbos en struweel daarentegen nemen juist toe (Deuzeman & de Boer, 2019).

Wilgenbos en struweel heeft zich sterk uitgebreid in het gebied, wat kan samenhangen met de voedselrijkdom in de bodem. Midden op de plas van Plan Roerdomp liggen een aantal eilandjes die in de beginfase volledig begroeid waren met riet, maar die als gevolg van vraat en versnelde successie volledig begroeid zijn geraakt met wilgopslag. Het doorzicht van het water is al jaren gering. Tijdens het bezoek in 2020 was het water algenrijk en troebel. De visgemeenschap bestaat voornamelijk uit bodemwoelende vissen en de karperdichtheid is extreem hoog (Schepp et al. 2019). In het verleden zijn meerdere malen bodemwoelende vissen weggevangen, maar vooralsnog blijven de aantallen te hoog om een significant positief effect te hebben op het doorzicht van het water.

De grote hoeveelheden watervogels en karpers, in combinatie met het uitblijven van doorspoelen van het ondiepe water, zorgen ervoor dat het water troebel blijft waardoor water- en oeverplanten, macrofauna en een diverse visgemeenschap niet goed tot ontwikkeling komen.



Figuur 3.12. Open water in Plan Roerdomp met veel wilgenopslag langs waterkant en op de eilanden op de plas in 2020 (foto Jim de Fouw).

Figure 3.12. Open water in Plan Roerdomp with lots of willow development along the waterfront and on the islands in the lake in 2020 (photo Jim de Fouw).

3.2.8 Het Twiske

Het Twiske is een laagveen(weide)gebied in Zaanstreek-Waterland dat in de 20^e eeuw ingrijpend op de schop is gegaan. Het gebied wordt beheerd door Recreatieschap Het Twiske. Het zuidelijke deel is in de jaren '30 heringericht ten behoeve van de tuinbouw, maar dat bleek geen succes. In de jaren '60 werd een zandwininput (Stootersplas) gegraven centraal in de polder. Het gehele gebied is daarna in de jaren '70 tot ca. 1985 heringericht ten behoeve van recreatie en natuur. In enkele gebiedsdelen is moeras ontwikkeld op voormalige landbouwgrond. In het noorden zijn oude weidepercelen intact gebleven. Hier zijn rietvelden ontstaan op weidepercelen die omstreeks 1970 uit gebruik genomen zijn ("Rietveld"). In de loop der jaren is een afwisseling van rietkragen, nat rietland (lagere delen, 's winters geïnundeerd door neerslag) droog rietland, opgaande ruigte, braam en wilgopslag ontstaan. Opslag is in 2019-2020 deels verwijderd. Dit geldt ook voor de overige gebiedsdelen. In "De Belt" zijn in de jaren 1997-2005 herstelmaatregelen uitgevoerd (Van der Hut 2006). Verruigd rietland is afgeplagd, wilgopslag verwijderd en sloten uitgegraven. Hier ontwikkelde zich (tijdelijk) een laag mozaïekmoeras met jong open riet en lisdodde rond poelen en met nat rietland en rietkragen. Dit deelgebied heeft een eigen peilbeheer. Het noordelijke deel wordt beheerd ten behoeve van rietoogst, waarbij stroken blijven staan voor moerasvogels. In deelgebied de Leers zijn aanvankelijk pony's en later Schotse hooglanders ingezet om de vegetatie open te houden en opslag tegen te gaan. Hier is een mozaïek van lage ruigte, droog rietland en rietkragen ontstaan.

De rietpercelen in de Vennen worden incidenteel gemaaid en zijn anno 2020 als gevolg van strooiselophoping veranderd van nat rietland tot droog, grotendeels sterk verruigd rietland.

In het Twiske wordt zo veel mogelijk gebiedseigen water vastgehouden. De waterkwaliteit wijkt duidelijk af van de omliggende polders: In het noordelijke deel is het doorzicht aanmerkelijk groter en de nutriëntenlast (fosfaat, nitraat) aanmerkelijk lager. In de oeverzones van de Stootersplas hebben zich fonteinkruidvelden ontwikkeld. In het noordelijke deel is het zomerpeil 20 cm lager dan het winterpeil. In het zuidelijke deel wordt een constant peil gehandhaafd. In De Belte is het minimumpeil tijdens de periode van rietoogst ca 40 cm lager dan het maximumpeil.

In de jaren tachtig is de diversiteit en dichtheid aan moerasvogels sterk toegenomen in de jonge rietpercelen. Roerdomp, snor en baardman hadden een piek in de jaren 1990-2000, daarna namen de aantallen af. Deze ontwikkeling wijkt af van de landelijke trends (na 2000 toename van deze soorten). Na de moerasherstelmaatregelen in De Belt verschenen porseleinhoen, roerdomp en snor.



Figuur 3.13. Rietsloot, nat en droog rietland, Rietveld Twiske mei 2019, ca 50 jaar na stopzetting van beweiding; sindsdien is incidenteel gemaaid en in 2019 is wilgopslag verwijderd (foto Ron van der Hut).

Figure 3.13. Reed development at dry and wet areas in Twiske, about 50 years after stopping grazing activity, occasionally willows where removed (photo Ron van der Hut).



Figuur 3.14. Droog rietland met op de voorgrond een ruigtestrook en op de achtergrond wilgopslag, Het Twiske 2020 (foto Ron van der Hut).

Figure 3.14. Dry reed land with succession of willows in Het Twiske 2020 (photo Ron van der Hut).



Figuur 3.15. Rietperceel in De Belt in Het Twiske, waar na herinrichting omstreeks 2000 (afplaggen van ruig rietland en opslag) jaarlijks riet gesneden wordt en stroken en oeverhoeken overjarig riet blijven staan, mei 2020 (foto Ron van der Hut).

Figure 3.15. Reed area in De Belt in Het Twiske, after redevelopment around 2000 (removing reed sods), reed is cut annually with remaining reed strips, May 2020 (photo Ron van der Hut).

3.2.9 Het Jagersveld

Het westelijke deel van het Oostzanerveld is in de loop van de jaren zestig door aanleg van de A8 afgesneden. Centraal in dit gebied, het Jagersveld, is een zandwinput gegraven. De bovengrond is opgespoten binnen spuitkades rond deze plas. Aan de oostzijde zijn de weidepercelen grotendeels ongeschonden blijven liggen en hier heeft moerasontwikkeling ongestoord plaatsgevonden na het stopzetten van beweiding sinds ongeveer 1970. De vegetatie heeft zich op ingeklonken percelen met 's winters 20-30 cm water op het maaiveld ontwikkeld van laag mozaïek van nat oeverzeggegrasland met watersnip tot nat oeverzeggerietland met snor tot wilgenbroekbos en uiteindelijk (na 50 jaar) tot gemengd wilgen-berkenbos met grote bonte specht. Op jaarrond droge terreindelen hebben droog rietland met rietzanger en lage ruigte met sprinkhaanzanger plaats gemaakt voor ruigtevegetaties met opslag van grauwe wilg, grasmus en bosrietzanger (Van der Hut 1997). Het gebied wordt beheerd door de gemeente Zaanstad en Landschap Noord-Holland.

In de noordoosthoek zijn percelen buiten de kades beweid tot omstreeks 2005. Daarna is beweiding en peilbeheer met molentjes gestaakt. De percelen liggen aan de boezem met een min of meer constant peil. Een ingeklonken perceel met voorheen beweiding met pinken staat 's winters onder water en het peil zakt geleidelijk uit in de zomer. Hier is een laag mozaïekmoeras aanwezig, waarin ruwe smele domineert en plaatselijk bodems droogvallen. Op naast gelegen percelen met aanvankelijk witbolgrasland en schapenbeweiding is een afwisseling van rietkragen, nat rietland en droog verruigd rietland met verspreid wilgopslag aanwezig. Op deze percelen hebben zich onder meer kleine plevier, snor, rietzanger, blauwborst en bosrietzanger gevestigd.



Figuur 3.16. Nat en droog rietland en opgaande ruigte, ca 15 jaar na stopzetten van beweiding en perceelbemaling, Jagersveld juli 2019 (foto Ron van der Hut).

Figure 3.16. Wet and dry reed lands with succession, 15 years after stopping actively grazing and wetting, Jagersveld July 2019 (photo Ron van der Hut).



Figuur 3.17. Ruigte en struweel in het Jagersveld, 2019 (foto Ron van der Hut).

Figure 3.17. Succession of shallow vegetation and small bush at the Jagersveld, 2019 (photo Ron van der Hut).



Figuur 3.18. *Broekbos met wilg, berk, oeverzegge, eikvaren in Jagersveld, na 50 jaar ongestoorde ontwikkeling (december 2017) (foto Ron van der Hut).*

Figure 3.18. *Swamp forest with willow, birch, Carex and ferns at Jagersveld, after 50 years of no active management (photo Ron van der Hut).*

3.2.10 Naardermeer

Het Naardermeer is een natuurgebied gelegen tussen de Gooise Heuvelrug en de Vecht. Het meer is op een natuurlijke manier ontstaan als gevolg van uitbraken van de Vecht en golfwerking bij zuidwesterstormen tijdens hoge waterstanden. Dit N2000 gebied is het oudste natuurmonument van Nederland. Onder druk van een aantal factoren, waaronder de toenemende droogte, en begrazing van watervogels verdwijnt of verslechtert het leefgebied van belangrijke plant- en diersoorten. Om het gebied zijn een aantal nieuwe natuurgebieden op voormalige landbouwgrond heringericht, deze gebieden behoren tot de natte 'schil' om het Naardermeergebied. Deze natte schil moet ervoor zorgen dat het water in het Naardermeergebied langer wordt vastgehouden door in de gebieden in de schil het waterpeil omhoog te zetten. In dit onderzoek zijn de Nieuwe Keverdijkse polder en de Bovenmeent meegenomen en bezocht.

De Hilversumse Bovenmeent is in 1997 heringericht en 155 ha is in beheer bij Natuurmonumenten. Het gebied bestaat uit ondiep aangelegde plassen, moeras en graslanden. De graslanden in het oosten zijn voormalige baggerdepots van twintig jaar geleden en worden gedomineerd door pitrus. Door middel van gericht beheer wordt de dominantie van pitrus beperkt. Het gebied kent een flexibel peilbeheer (zie voor details Metrop *et al.* 2020a/b). De Nieuwe Keverdijkse Polder Zuid en de Nieuwe Keverdijkse Polder Noord zijn in 2007 heringericht; in totaal zo'n 200 ha.

De deelgebieden bestaan voornamelijk uit moerasgebieden met droge en natte rietvelden. In de natte plas-dras situaties met natte rietvelden komen een aantal kenmerkende moerasvogels voor, zoals porseleinhoen en roerdomp. In beide gebieden staat veel riet op het land en in het water, aan de waterzijde wordt uitbreiding sterk belemmerd door vraat door watervogels (Heuks *et al* 2014).



Figuur 3.19. Rietkragen in ondiep water met struikopslag in de Bovenmeent in 2020 (foto Jim de Fouw).

Figure 3.19. Reed development in shallow water with succession of willows in Bovenmeent in 2020 (photo Jim de Fouw).

3.2.11 Groene Jonker

Ten noorden van de Nieuwkoopse plassen ligt op een voormalige stuk landbouwgrond het gebied de Groene Jonker (107 ha), onder beheer van Natuurmonumenten. Het is één van de schakels van kleine natuurgebieden in het veenplassengebied. Het gebied is in 2007 opgeleverd en er is sprake van een flexibel (natuurlijker) peilbeheer sinds de inrichting. Water kan worden uitgelaten middels een stuw en komt het gebied in via kwel en neerslag. Voor een deel is hier de venige toplaag verwijderd tot op de klei en zijn er ondiepe plassen gegraven. Het gebied bezit een grote erfenis aan nutriënten vanuit de voormalige landbouwgronden die voor een groot deel uit kleibodems bestaan. Er was en is regelmatig sprake van (blauw)algenbloeien in het water. Dit heeft te maken met het vrijkomen van grote hoeveelheden fosfaat en stikstof uit de bodem. In de beginfase groeiden de kale oevers in eerste instantie langzaam aan dicht met eenjarige planten zoals tandzaden (*Bidens spec.*) en soorten van de duizendknoopfamilie (*Polygonum spec.*). In een later stadium was er vestiging van liesgras (*Glyceria maxima*) en werd deze al snel dominant, dit duidt er ook op dat het om een voedselrijk systeem gaat.

Tegenwoordig is riet op het land dominant, maar wil door begrazing van watervogels in het water niet goed op gang komen. Recentelijk is het waterpeil voor een langere periode omlaag gezet zodat het riet meer kans heeft om uit te groeien in de diepere delen vanaf de hoogwaterkant.

Er wordt actief vegetatiebeheer ten aanzien van wilgen uitgevoerd om te voorkomen dat het gebied verandert in een broekbos. Na de inrichting stond het gebied al snel bekend bij natuurliefhebbers vanwege de aanwezigheid van bijzondere vogelsoorten, zoals kleinst waterhoen, porseleinhoen, steltkluut en geoorde fuut.



Figuur 3.20. *Uitgroei van riet na peilverlaging op de drooggevallen delen (jonge rietstengels op de voorgrond) met daar tussen tandzaad dat tevens profiteerde van de peilverlaging in 2020. (foto Jim de Fouw).*

Figure 3.20. *Outgrowth of reed after lowering water level (young reed stems in the foreground) with Bidens spec. in between, which also benefited from the level reduction in 2020 (photo Jim de Fouw).*

3.2.12 Rijnstrangen

De Rijnstrangen is een Natura 2000-natuurgebied in het rivierengebied. Recentelijk is een aantal gebieden grenzend aan de oude Rijnstrangen heringericht op voormalige landbouwgrond, met als doel moerasontwikkeling, met name rietmoeras. De Erfkamerlingschap en de Aerdtsse brug zijn twee van deze gebieden die zijn bezocht tijdens dit onderzoek. De gebieden zijn in beheer bij respectievelijk Staatsbosbeheer en de Provincie Gelderland. De rietmoerassen zijn in de loop van de afgelopen decennia verruigd en waterriet breidt zich niet uit. Er wordt aangenomen dat dit samenhangt met het statische peilbeheer dat voorheen gevoerd werd. Vanaf 2016 wordt een dynamischer peil gehanteerd met eens in de vier jaar een droogvalperiode om onder andere strooiselafbraak te stimuleren, zodat de rietmoerassen zich verjongen en uitbreiden.

De heringerichte gebieden moeten gaan bijdragen aan het areaal rietmoeras, dat van belang is voor moerasvogels zoals roerdomp, grote karekiet en woudaap. Daarnaast ligt er de doelstelling voor het gebied om krabbenscheer en fonteinkruiden te laten uitbreiden (Van der Hut & Sikkema 2018).

In het Rijnstrangengebied komen niet alleen fonteinkruiden voor, maar het is ook een van de weinige rivierkleigebieden in Nederland waar - in geïsoleerde delen - ook krabbenscheer voorkomt. De werkzaamheden voor de herinrichting in Erfkamerlingschap zijn in 2009 begonnen. Vervolgens is proefondervindelijk een methode ontwikkeld om zonder te kunnen sturen met het waterpeil een vitaal rietmoeras te creëren. Door samen te werken met de kleiwinning-industrie kon de grond uit de Erfkamerlingschap worden hergebruikt in de Driedorpenpolder. In deze polder is door kleiwinning het maaiveld verlaagd, maar kon met de hergebruikte grond weer op dezelfde hoogte worden gebracht waardoor het zijn agrarische functie kon behouden. In het Erfkamerlingschap is nu 12 hectare rietmoeras geplant en ontwikkeld. In de beginfase na de aanplant is het riet afgerasterd en zijn linten over de rietvelden aangebracht om ze te beschermen tegen begrazing door watervogels. Tot op heden laat de gekozen methode een goede rietontwikkeling zien en zijn in de rietvakken die als eerste zijn opgeleverd dichte rietvegetaties aanwezig met hoog krachtig riet. In 2020 zijn drie territoria van roerdomp vastgesteld en één van de grote karekiet. Aerdtsse brug is zeer recentelijk heringericht in 2019 als natuurcompensatie. Het is een klein gebied van 25 ha dat bedoeld is om de Natura 2000-waarde van de Rijnstrangen te versterken. Het doel is om hier (riet)moeras te ontwikkelen voor moerasbroedvogels en meren met krabbenscheer, met een klein deel bos.



Figuur 3.21. Erfkamerlingschap aan de Rijnstrangen. (foto video bewerking via Theo Wijers, SBB).

Figure 3.21. Erfkamerlingschap at the Rijnstrangen (photo Theo Wijers, SBB).



Figuur 3.22. *Erkamerlingschap aan de Rijnstrangen in 2020 (foto Jim de Fouw).*
Figure 3.22. *Erfkamerlingschap at the Rijnstrangen in 2020 (photo Jim de Fouw).*



Figuur 3.23. *Natuurcompensatiegebied aan de Aerdtsse brug. Jonge wilg is uitgegroeid op de droge delen. De voormalige waterlijn uit het voorjaar is nog steeds zichtbaar door de grens van de uitgroeiende jonge wilgen in september van 2020 (foto Jim de Fouw).*

Figure 3.23. *Nature compensation area at the Aerdtsse brug. Young willow grown on the dry parts. The former spring waterline is still visible through the border of the emerging young willow trees in September of 2020 (photo Jim de Fouw).*

4. Sturende factoren

4.1 Inleiding

Verschillende factoren zijn bepalend voor de variatie in moerasontwikkeling binnen een gebied, de successie die optreedt en de verschillen in ontwikkeling tussen gebieden. De variatie in ruimte en tijd wordt gestuurd door verspillende abiotische omstandigheden: bodemkwaliteit, waterpeildynamiek en nutriëntenrijkdom, biotische factoren, zoals begrazing door watervogels, en door beheermaatregelen, die uiteenlopen van peilbeheer, aanplanten van riet, maaibeheer, verwijderen van struik- en bosopslag en inzet van grote grazers tot het gericht beïnvloeden van begrazingsdruk door ganzen. Al deze factoren worden in dit rapport als sturende factoren benoemd.

In dit hoofdstuk worden verschillende sturende factoren van eutrofe moerasontwikkeling beschreven: achtereenvolgens abiotische factoren, biotische factoren en beheermaatregelen. Per factor worden na een korte inleiding beschreven: de variatiebreedte van de factor in de twaalf bezochte gebieden, gevolgd door waargenomen effecten van de factor op de variatie in moerasontwikkeling in ruimte en tijd, onderverdeeld naar vegetatie of moerasstadium, moerasbroedvogels en overige fauna. Hierin zijn waarnemingen, ervaringen, ideeën en vragen van de terreinbeheerders verwerkt. Elke paragraaf wordt afgesloten met conclusies, waarin de waargenomen effecten in breder perspectief worden geplaatst en voor zover mogelijk worden geïnterpreteerd.

4.2 Historisch landgebruik en inrichtingsmaatregelen

4.2.1 Inleiding

In Nederland worden al sinds de jaren '70 landbouwpercelen uit de productie genomen en heringericht voor ontwikkeling van verschillende natuurtypen, waaronder heiden, schraalgraslanden, hooilanden, moerassen of bossen. Omdat landbouwgronden in Nederland vaak sterk bemest worden vormt de hoge bemestingsgraad een probleem voor de ontwikkeling van natuurtypen zoals heiden, schraalgraslanden en hooilanden, die beter gedijen op minder voedselrijke gronden. Er is veel onderzoek gedaan naar het omzetten van landbouwgrond naar deze natuurtypen (zie o.a. Sival *et al.* 2004; Smolders *et al.* 2011; Van Mullekom *et al.* 2016; Lucassen *et al.* 2018), maar is er over de ontwikkeling van eutrofe moerassen op agrarische gronden in relatie tot de bodem en de herinrichting veel minder bekend. In dit hoofdstuk zetten we uiteen welke inrichtingsmaatregelen er zoal mogelijk zijn en welke zijn toegepast in de bezochte gebieden.

In de meeste gevallen gaat het in Nederland om voormalige graslanden en akkers die vernat worden. Om de vernatting te bewerkstelligen zijn er grofweg drie opties, die ook in combinatie kunnen worden toegepast: 1) stoppen met agrarisch grondgebruik en bemaling of andere vormen van ontwatering, 2) kades of ribben aanleggen rondom het gebied waarbinnen het waterpeil omhoog wordt gebracht of 3) plaggen of ontgronden en het graven van slenken. Water voor de vernatting kan uit de boezem komen en/of uit omliggende polders, maar er kan ook gekozen worden voor het vasthouden van gebiedseigen water.

Voor moerasontwikkeling is seizoensgebonden peilfluctuatie nodig: in de zomer een relatief laag peil en in de winter een hoog peil (zie paragraaf 4.4). Indien het maaiveld op gelijke hoogte ligt met het omringende oppervlaktewater is vaak een vorm van herinrichting nodig om seizoensgebonden peilfluctuaties te realiseren.

Daarnaast is ook peildynamiek van belang die afhankelijk is van de weersomstandigheden, zoals droge jaren die worden opgevolgd door natte jaren (meerjarendynamiek) en wind gedreven dynamiek (zie details paragraaf 4.4). Ook moet rekening worden gehouden met het creëren van voldoende hoogteverschil over een relatief grote oppervlakte, zodat er een flauw aflopend talud of oeverprofiel ontstaat. Dit zorgt ervoor dat bij een geringe peilamplitude – dat is in Nederland doorgaans het geval – een aanzienlijk areaal van het moeras kan droogvallen of geïnundeerd kan worden wat moerasontwikkeling ten goede komt.

Bij de inrichting kan er ook gestuurd worden op de voedselrijkdom van de bodem. Het is dan wel essentieel om bodemchemische metingen uit te voeren die iets zeggen over de nutriëntenrijkdom van de bodem. Het doel hierbij is om de bodem weliswaar niet schraal te maken maar wel minder voedselrijk. Hierbij ontstaat nog steeds een eutroof moeras maar met een minder snelle successie waardoor jongere moerasstadia langer in stand kunnen worden gehouden. De nutriëntenrijkdom verschilt per bodemlaag en ook de mate waarin de nutriëntenconcentratie afneemt met de diepte kan sterk verschillen tussen voormalige landbouwbodems (Lamers *et al.* 2005, Van Mullekom *et al.* 2016). Afhankelijk van het natuurtipe of vegetatiestructuur dat wordt nagestreefd kan het belangrijk zijn om met beheermaatregelen de beschikbaarheid van fosfor in de bodem te reduceren. Ook al zijn de randvoorwaarden voor eutrofe moerassen vooralsnog niet helemaal duidelijk, het is de vraag in hoeverre het nodig is om nutriënten te reduceren voor de vegetatiestructuren die in hoge mate bepalend zijn voor de moerasstadia en (avi)fauna in eutrofe moerassen. Verschraling (limitatie van voedingsstoffen) op voormalige landbouwgronden kan op verschillende manieren bereikt worden. Een relatief eenvoudige methode is extensieve begrazing, zodat nutriënten opgenomen worden door grazers. Deze methode heeft zijn beperkingen omdat nutriënten eerder worden verspreid (en beschikbaar worden gemaakt) in het gebied dan dat ze verdwijnen. Bovendien zijn bij intensief agrarisch gebruik de nutriëntenconcentraties veelal dermate hoog, dat deze manier van verschraling extreem lang kan duren. Twee gangbare opties waarmee sneller resultaat geboekt kan worden zijn: uitmijnen of ontgronden. Daarbij moet worden opgemerkt dat de laatste methode het meest effectief is op gronden waar de nutriëntenconcentraties hoog zijn (zie o.a. Smolders *et al.* 2009, Stoker 2009, Van Mullekom *et al.* 2013).

Uitmijnen is een verschralingsmethode met een gewas waarvan de productie verhoogd wordt via selectieve, aanvullende bemesting. Door het zaaien van grasklaver in combinatie met kalibemesting en maaibeheer kan fosfaat versneld aan de bodem worden onttrokken en afgevoerd. Met deze beheersmaatregel duurt het op voedselrijke grond vaak tientallen jaren voordat het niveau aanzienlijk omlaag is gebracht (Van Mullekom *et al.* 2013). Omdat voormalige landbouwgronden per definitie voedselrijk zijn en de beoogde moerassen ook eutroof mogen zijn, is deze methode hier niet relevant.

Bij ontgronden wordt het maaiveld verlaagd door enkele decimeters van de toplaag te verwijderen (Smolders *et al.* 2009). Het is belangrijk om de diepte van het fosfaatfront te bepalen voordat de toplaag afgegraven wordt, zodat de juiste afgraafdiepte kan worden bepaald. Door middel van ontgroning kan een snelle verschraling plaatsvinden. Daarbij wordt ook de afstand tot het grondwater verlaagd, wat positieve effecten kan opleveren (Van Mullekom *et al.* 2007; 2013). Potentiële nadelen van ontgronden zijn een aantasting van de geomorfologie van het gebied en een mogelijk te sterke verhoging van de grondwaterstand ten opzichte van maaiveld. Andere nadelen van ontgronden die vaak genoemd worden zijn het verlies van bodemleven en de nog aanwezige zaadbank. In de toplaag van de bodem van intensief bemeste landbouwgronden is het bodemleven echter sterk verstoord (zie o.a. Tsiafouli *et al.* 2015; Bobbink *et al.* 2016) en is geen vitale zaadbank van de oorspronkelijke vegetatie meer aanwezig (zie paragraaf 4.5 bronpopulaties), zodat deze verliezen over het algemeen beperkt zijn. Bij onvolledige ontgroning van de fosfaatrijke toplaag (zeker in combinatie met vernatting) kan alsnog verrijking met nutriënten plaatsvinden.

De nutriëntenbeschikbaarheid kan na inrichting in belangrijke mate gestuurd worden door de hydrologie zodanig in te richten dat er voldoende droogval in de zomerperioden kan plaatsvinden (Smolders *et al.* 2003). Hierbij moet dus met de hydrologische inrichting rekening worden gehouden. Idealiter zijn de waterstanden in het gebied stuurbaar waarbij water kan worden ingelaten en uitgelaten.

4.2.2 Herinrichtingsmaatregelen in de bezochte moerasgebieden

De 12 bezochte gebieden verschillen in de wijze van herinrichting. In de deelgebieden in het Zuidlaardermeergebied is relatief weinig grondverzet uitgevoerd tijdens de herinrichting. In de voorheen extensief beweide Oeverpolder en de Groene polder is het waterpeil omhoog gebracht sinds 2013 (Figuur 4.1). In de intensief agrarisch gebruikte Kropswolderbuitenpolder en de Westerbroekstermadepolder is op een aantal locaties de bouwvoor afgegraven vanwege risico op eutrofiering bij vernatting. In West-Nederland in het Jagersveld heeft in het noordoostelijke deel geen grondverzet plaatsgevonden, maar is de beweiding met perceelbemaling gestaakt, zonder actieve peilverhoging. Het waterpeil wordt bepaald door neerslag en verdamping en heeft geresulteerd in vernatting van de percelen. In het centraal-oostelijk deel van het Jagersveld is een kade om het gebied gelegd en verloopt het waterpeil zoals in het oostelijke deel. Ook in verschillende andere gebieden worden kades aangelegd of verstevigd, en is vervolgens het peil verhoogd. Bijvoorbeeld in de Alde Feanen, waar dit is gerealiseerd in combinatie met het aanbrengen van rietplaggen (Headams Kampen) en aanplant van rietstekken (Lytse Saite Polder zie paragraaf 4.6 voor een uitgebreide beschrijving van rietaanplant). In het Houtwiel, het Jagersveld en de Hoogwaterzone (Wieden) heeft een vergelijkbare herinrichting plaatsgevonden. In veel gebieden gaat afgraven gepaard met de aanleg van kades (veiligheid), eilanden, natuurvriendelijke oevers en verdieping om slenken en open water te realiseren (o.a. Dannemeer, Harderbroek, Groene jonker, De Wieden-Hoogwaterzone). De Beulakerpolder in de Wieden heeft een andere vorm van herinrichting ondergaan. Hier zijn een aantal 'bakjes' uitgegraven van verschillende dieptes met legakkers er omheen in aansluiting op het landschap van trekgraten en ribben (Figuur 4.2). Om het gebied is een kade aangelegd, zodat het waterpeil kan worden aangepast. Dit resulteerde in een mozaïek van verschillende stadia: open water, waterplanten, helofyten van nat naar droog, en natte en droge rietruigtes met wat lage struikopslag (Figuur 4.2).

In een aantal gebieden wordt specifiek ingezet op rietmoeras met krachtig waterriet, geschikt voor moerasvogels zoals grote karekiet. In deze gebieden is het van belang dat een natuurlijk peilregime kan worden gevolgd (zomer laag, winter hoog). In het Rietmoeras IJsseldelta is voor de inrichting van het moeras de bouwvoor afgegraven en een gradiënt van hoog naar laag gecreëerd, waardoor een groot rietmoeras is ontstaan dat bestaat uit waterrietvelden met plaatselijk krachtig waterriet waar nu grote karekieten broeden (Van der Hut 2020). Binnen deze rietvelden is een afwisseling aanwezig van rietstroken en min of meer dicht gegroeide geulen. De kade om het gebied maakt het mogelijk om het waterpeil naar wens te variëren, wat de rietontwikkeling ten goede komt. Ook in het Erfkamerlingschap (Rijnstrangen) zijn de herinrichtingsmaatregelen bedoeld om de omstandigheden ideaal te maken voor de ontwikkeling van waterriet. Interessant aan het gebied is dat men voor het waterpeil afhankelijk is van de waterstand in de Rijn. Dat wil zeggen dat er niet gestuurd kan worden met het waterpeil. Vóór de herinrichting zijn een aantal succesvolle pilots gedaan met het aanplanten van riet om de omstandigheden proefondervindelijk te optimaliseren. Dit gaf de beheerders handvatten om het gebied gericht te ontwikkelen, met als resultaat een rietmoeras met krachtig hoog riet.

4.2.3 Deelconclusies

- Bodemonderzoek naar bodemeigenschappen kunnen sturend zijn voor de keuze in te nemen herinrichtingsmaatregelen; de resultaten kunnen bijvoorbeeld gebruikt om te bepalen waar het beste afgegraven kan worden, indien uit vooronderzoek blijkt dat het nutriëntenniveau erg hoog is; de voedselrijkste terreindelen kunnen als eerste in aanmerking komen voor het graven van slenken.
- Ontgronden met als doel het verwijderen van de voedselrijke toplaag (bouwvoor) is in veel gevallen waarschijnlijk niet nodig voor de ontwikkeling van eutrofe moerassen. Minder voedselrijk omstandigheden kunnen echter wel leiden tot een minder snelle successie waardoor jongere moerasstadia langer gehandhaafd blijven.
- Een gevarieerd terrein met duidelijke hoogteverschillen (en bodemtypen) is een belangrijk vertrekpunt bij de inrichting. Juist dan is sturing met waterdynamiek mogelijk omdat er altijd arealen zijn waar het effect tot uiting komt. Belangrijk is een goed uitgedacht herinrichtingsplan waarbij de variatie aan waterstanden in acht wordt genomen.
- Meer inzicht is wenselijk in het effect van specifieke herinrichtingsmaatregelen die in de gebieden zijn genomen; dit geldt onder meer voor de gerealiseerde waterdiepte, de speelruimte in het waterpeil en de effecten daarvan op rietontwikkeling.



Figuur 4.1. Polders in het Zuidlaardermeergebied waar het peil omhoog is gezet op voormalig beweidde graslanden (zomerpolders). Hier is uitsluitend het peil aangepast (opzet in het winterhalfjaar). Oeverpolder (links): open water met waterplantenmoeras, waar geoorde futen, witwangsterns en zwarte sterns broeden. Groene polder (rechts) met open pitrusvegetatie (in het voorjaar in ondiep water) en broedhabitat voor porseleinhoen, november 2020 (foto Jim de Fouw).

Figure 4.1. Swaps in the Zuidlaardermeer area where the waterlevel has been raised on former grazed grasslands (summer inundation). Oeverpolder (left): open water with aquatic plants vegetation where black-eared grebes, whiskered tern and black terns breed. Groene polder (right) with open juncus vegetation (in shallow water in spring) and breeding habitat for spotted crake, November 2020.



Figuur 4.2. De Beulakerpolder, De Wieden. Tijdens de herinrichting in 2010 (linksboven) is grond verwijderd tot op verschillende dieptes en zijn ribben gecreëerd. De 'bakjes' of 'petgaten' hebben verschillende dieptes, zodat de waterdiepte en bijbehorende moerasstadia variëren (2014, rechtsboven; foto's Rosalie Martens). De inrichting resulteerde in een mozaïek van verschillende stadia: open water, waterplanten, helofyten van nat naar droog (linksonder), en natte en droge rietruigtes met wat lage struikopslag (rechtsonder; foto Jim de Fouw 2020).

Figure 4.2. The Beulakerpolder, De Wieden. During the redevelopment in 2010 (top left), soil was removed to various depths and ribs were created. The 'pet holes' have different depths, in order to get different depths and associated swamp stages vary (2014, top right). The redevelopments resulted in a mosaic of different stages: open water, aquatic plants, helophytes from wet to dry (bottom left), and wet and dry reed beds with some low shrub storage (bottom right; foto Jim de Fouw 2020).



Figuur 4.3. Deelgebied in Het Twiske (de Belt) tijdens graafwerkzaamheden (maaiveld 30 cm verlaagd) januari 2004 (links) en juni 2004 (plasdras percelen, grotendeels begroeid met riet, doorsneden door sloten, rechts. Bron: Van der Hut 2004).

Figure 4.3. Sub-area in Het Twiske (de Belt) during excavation work (ground level lowered by 30 cm) January 2004 (left) and June 2004 (puddle swamp plots, largely overgrown with reeds, intersected by ditches, right. Source: Van der Hut 2004).

Tabel 4.1. *Inrichtingsmaatregelen en grondgebruik voor inrichting.*

Table 4.1. *Redevelopment measures and ground use before development.*

	Gebied	Deelgebied	Jaar herinrichting	Landbouw/historie	Inrichtingsmaatregelen
Veen	Alde Feanen	Headams Kampen	2017	Extensief, verruigd schraal grasland	Verstevigen kades, rietplaggen geplant, peil verhoogd, flexibel peil
	Alde Feanen	Polder van der Berg	2017	Extensief, grasland	Verstevigen kades, peil verhoogd, flexibel peil
	Alde Feanen	Lytse Saite Polder	2016-2018	Extensief, grasland	Verstevigen kades, droog riet afgeplagd, rietstekken geplant, peil verhoogd, flexibel peil
	Zuidlaardermeergebied	Westerbroekstermadepolder	2007-2008	Akkergebied (maïs, aardappelen, graan)	Deels bouwvoor afgegraven (waar, hoe diep?), waterberging, grote verschillen zomer- en winterpeil
	Zuidlaardermeergebied	Kropswolderbuitenpolder	2007-2008	Intensief, akkergebied maïs, aardappelen, graan	Deels bouwvoor afgegraven (waar, hoe diep?), waterberging, grote verschillen zomer- en winterpeil
	Zuidlaardermeergebied	Oeverpolder	2013	Extensief beweid	Opzet winterpeil sinds 2013, geen vergraving, flexibel peil
	Zuidlaardermeergebied	Groene Polder	2013	Extensief beweid	Opzet winterpeil sinds 2013, geen vergraving, flexibel peil
	Houtwiel		Jaren '60 - 2006	Extensief beweid grasland/hooiland/rietpercelen	Zie factsheet voor uitgebreide stappen in jaren, en: Zie Altenburg <i>et al.</i> 2002, Brongers 2004, Van der Hut 2011, Van der Hut <i>et al.</i> 2016. Aanlegkade en peilopzet in 2006. Flexibel peil (water vasthouden in winterseizoen)
	Jagersveld		1972/ ca 2000	Extensief agrarisch, beweid met jongvee / schapen	Oost: 1966, kade rond gebied aangelegd, deel veengrond gestort, deel agrarische percelen en sloten intact gelaten, stoppen beweiding, neerslag/verdamping regime. Noordoost: stopzetten beweiding omstreeks 2005, in deelgebied met verlande sloten voortzetting maaibeheer in aanwezig van rietland en veenmosrietland; aan boezem met constant peil; stopzetten perceelbemaling, winterinundatie op ingeklonken percelen door neerslag
	Twiske		~1985 (beweid t/m '70)	Beweid grasland/hooiland winterinundatie	Herinrichting '70, '80, 1997-2005 (afhankelijk welk deel) staken beweiding, fasegewijs sloten uitgegraven, afgeplagd, opslag verwijderd, peil constant, in een deel (De Belt) flexibel peil
	De Wieden	Hoogwaterzone	1989, 1993	Intensief agrarisch, beweid (soms akker?)	1989 (noord), 1993 (zuid) aanlegkade rondom, uitgraven plassen; inundatie 10-30 cm in eerste jaar (moerasontwikkeling) en 30-50 cm (open water geworden), vast peil

	De Wieden	Beulakerpolder	2010	Extensief, grasland, rietkragen, grasland met rietkragen(zuid); intensief???	~2005-2010, groot aantal 'bakjes' met ribben: doortrekken van petgaten/ribben landschap, aan westkant was al een baggerdepot aanwezig, vast peil
	Gebied	Deelgebied	Jaar herinrichting	Landbouw/historie	Inrichtingsmaatregelen
Klei	Dannemeer	Dannemeer	2016 (Dannemeer), 2002 (Tetjehorn)	Intensief agrarisch, beweid en akkers	2016, aanleg grondrug en kade, stuw, twee eilanden, uitgraven waterpartijen, peilopzet; bouwvoor verwijderd i.v.m. katteklei, flexibel peil
	IJsseldelta		2013/2016	Intensief, beweid grasland, deels bouwland	Winter 2013/2016 – afgraven bouwvoor met vlak maaiveld, afwisseling stroken en geulen, handhaven voormalige sloten, aanleg kade rondom, aanplant rietstekken op stroken, raster rond rietveld, palen met linten in en over riet-stroken, flexibel peil
	Harderbroek	Plan Roerdomp	2005	Akker, intensief, veelvuldig gebruik drijfmest	2005, slenken en dwarsslenken (ontgravingsdiepte 40-60cm), hoogteverschil aangebracht (0.7 -1.0 m)
	Naardermeer	Keverdijkse polder	2007	Weiland, hooiland	2007? uitgraven slenk en plassen, vernatting, flexibel peil
	Naardermeer	Bovenmeent	1997	Weiland, hooiland	1997: uitgraven ondiepe plassen (westelijk deel), zuidelijk deel (ten zuiden van Melkmeent recent uitgegraven, flexibel peil
	Groene Jonker		2008	Intensief, grasland	2008, diepere delen ontgraven, maaiveld intact in hogere delen, flexibel peil
	Rijnstrangen	Aerdtsse brug	2019?	Intensief, akker	Brede slenken uitgegraven, aarde met rietwortelstokken aangebracht, peil volgt rivierpeil
	Rijnstrangen	Erkamerlingschap	2009	Extensief, beweid	2009 afgegraven (50-80 cm), rietaanplant binnen verlaagde proefgebieden, peil volgt rivierpeil

4.3 Nutriënten in bodem en water

4.3.1 Inleiding

De ontwikkeling en successie van een moeras zal zeer sterk afhangen van de voedselrijkdom van de bodems na vernatten. Met name de beschikbaarheid van fosfor kan sterk toenemen als gevolg van de veranderde redoxcondities in waterverzadigde bodems. De vraag is echter in hoeverre dit het beoogde natuurdoel (eutroof moeras) in de weg zit.

Door de decennialange bemesting is de concentratie aan voedingsstoffen van N (stikstof), P (fosfor) en K (kalium) in landbouwkundig gebruikte bodems meestal (zeer) hoog. Deze voedingsstoffen accumuleren met name in de toplaag van de bodems, tenminste wanneer deze bodems niet diep geploegd zijn. De kansen voor de ontwikkeling van vegetatietypen op voormalige landbouwgronden worden sterk bepaald door de beschikbaarheid van nutriënten als fosfor en stikstof. Stikstoflimitatie is moeilijk te bereiken vanwege de hoge stikstofdepositie in Nederland en ook omdat onder relatief stikstofarme omstandigheden stikstofbindende soorten zich sterk uitbreiden. Na beëindiging van het agrarische gebruik neemt de stikstofbeschikbaarheid vaak sterk af als gevolg van nitraattuitspoeling en denitrificatie (Lamers *et al.* 2005, Smolders *et al.* 2006). In ontkalkte landbouwbodems kan ammonium echter in sterkere mate ophopen aangezien nitrificatie geremd wordt onder zure condities. Omdat ammonium bij een lage pH ook toxisch is voor gewassen, worden landbouwbodems meestal bekalkt waardoor ammonium doorgaans slechts in beperkte mate zal ophopen. Fosfor daarentegen wordt sterk in de bodem gebonden en de fosforbeschikbaarheid neemt na beëindiging van het agrarische gebruik niet sterk af (Lamers *et al.* 2005, Smolders *et al.* 2006, Lamers *et al.* 2009). Daarom wordt er doorgaans gestuurd op het realiseren van P-limitatie wanneer landbouwgronden moeten worden omgevormd tot natuur.

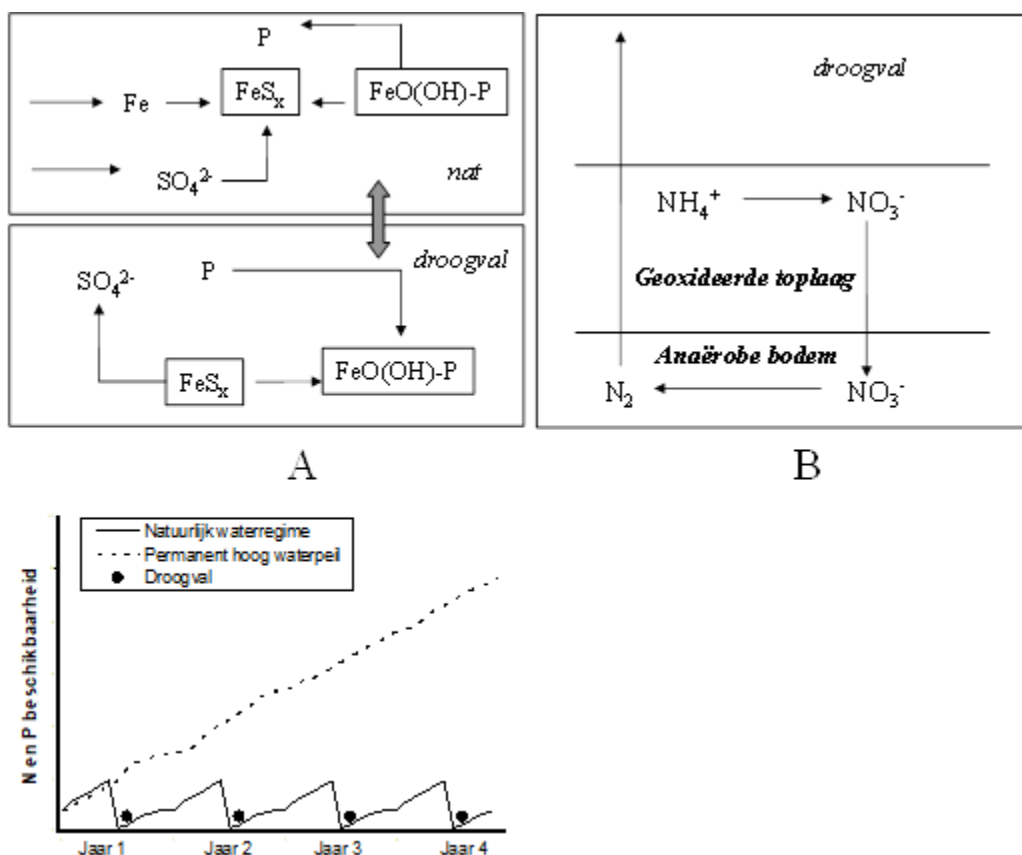
4.3.2 Effect van vernatting van droge landbouwgrond

De ontwikkeling van nieuwe (eutrofe) moerassen gaat vaak gepaard met de vernatting van voorheen droge (terrestrische) bodems. Deze vernatting kan plaatsvinden via inundatie door vasthouden van neerslag in winterhalfjaar, of door inlaat van (boezem)water, maar is meestal het gevolg van hogere grondwaterstanden als gevolg van hydrologische maatregelen (verminderen drainage, door dempen drainage sloten etc.). Met name wanneer voedselrijke voormalige landbouwbodems worden vernat kan er een sterke eutrofiëring optreden als gevolg van de mobilisatie van voedingsstoffen onder invloed van veranderde redoxcondities. Onder gedraineerde omstandigheden is in de toplaag van landbouwbodems vrijwel altijd zuurstof aanwezig. Dit zorgt ervoor dat de afbraak van het reactieve organische materiaal (dode plantenresten) door micro-organismen goed verloopt. Zuurstof (O_2) is een zeer sterke oxidator en zal daarom, indien het aanwezig is, vrijwel altijd geprefereerd worden. Na vernatting kan er weinig/geen zuurstof meer doordringen in de bodems en wordt het aanwezige zuurstof verbruikt door de micro-organismen voor de afbraak van organisch materiaal, waarna de bodems zuurstofarm worden. Wanneer er geen zuurstof meer aanwezig is, wordt de afbraak van reactief organisch materiaal overgenomen door micro-organismen die in plaats van zuurstof een andere verbinding als alternatieve elektronenacceptor kunnen gebruiken voor de afbraak van organisch materiaal. Dit zijn stoffen zoals nitraat, ijzer, sulfaat etc.

De meeste droge landbodems zijn (relatief) rijk aan ijzer(hydr)oxides. Vooral de reductie van ijzer (III)hydr)oxides zorgt voor de mobilisatie van fosfor in het poriewater. Dit komt omdat de ijzer(III)(hydr)oxides worden omgezet in tweewaardig ijzer (Fe^{2+}) dat relatief goed oplosbaar is. Het fosfor dat geadsorbeerd was aan deze ijzer(hydr)oxides kan vrijkomen in het poriewater. De mate waarin het fosfor ook daadwerkelijk vrijkomt hangt af van de fosfaatverzadigingsgraad van de bodems (box I). Bij een lage fosfaatverzadigingsgraad wordt het fosfor dat vrijkomt weer gebonden aan nog niet gereduceerde ijzer(III)- en aluminium(III)hydroxides en blijft de P concentratie in het poriewater laag.

Bij een hoge P verzadigingsgraad nemen de fosforconcentraties in het poriewater na vernatting toe (box I). Op vernatte landbouwbodems kan dus zowel ijzer als fosfor vrijkomen. Het fosfor kan door de planten worden opgenomen. De productiviteit na vernatting zal vaak hoger zijn op bodems waar veel P vrijkomt. Het tweewaardige ijzer kan in theorie (plant)toxisch zijn wanneer er veel ijzer vrijkomt. Dit kan ertoe leiden dat voor ijzertoxiciteit gevoelige planten minder goed groeien na vernatting. Sulfaat dat via grond- of oppervlaktewater wordt aangevoerd kan ook organisch materiaal afbreken (box I) waarbij het potentieel toxische sulfide vrijkomt. Dit sulfide bindt aan tweewaardig ijzer waarna het neerslaat in de bodem. Op korte termijn zal de aanvoer van sulfaat dan ook niet leiden tot problemen in geïnundeerde landbouwgronden. Op de langere termijn kan dit wel gaan spelen, met name wanneer er sprake is van permanente inundatie. Wanneer het meeste ijzer is vastgelegd in gereduceerde ijzerzwavelverbindingen, kan vrij sulfide accumuleren in het bodemvocht. Dit sulfide kan weer giftig zijn voor de aanwezige planten. Overigens komt bij de anaerobe afbraak van organisch stof ook ammonium vrij dat in de bodem accumuleert.

Veel geïnundeerde moerassen op voormalige landbouwgronden zullen niet permanent nat zijn, maar in de zomer gedurende een periode van een aantal weken droogvallen. Hierdoor kan er zuurstof de bodem indringen waardoor gereduceerd ijzer weer wordt geoxideerd en waardoor gemobiliseerd fosfor weer kan binden aan nieuwgevormde ijzer(hydr)oxides. Ook wordt gereduceerd zwavel weer geoxideerd tot sulfaat en ammonium naar nitraat. Dit nitraat kan, nadat de bodem weer nat wordt, worden gereduceerd tot stikstofgas. Hierdoor treden netto stikstofverliezen op. Afwisselende natte en droge periodes zullen dus leiden tot een lagere beschikbaarheid van P en N in de bodems (Figuur 4.4). Uiteraard hebben droge periodes ook een negatief effect op het moeras. Droge moerassen bestaan immers niet.



Figuur 4.4. Effecten van droogval de beschikbaarheid van P en N (uit: Smolders et al. 2003).
Figure 4.4. Effects of lowering water level and phosphorus and nitrogen availability.

4.3.3 Fosfaatbeschikbaarheid en vegetatie ontwikkeling

De abiotische randvoorwaarden (o.a. nutriënten streefwaarden) zijn voor eutrofe moerassen op voormalige landbouwgrond nog niet goed gedefinieerd. Voor een aantal natuurdoeltypen van relatief voedselarme omstandigheden zijn de streefwaarden wel bekend. Op basis van deze waarden en de beperkt beschikbare gegevens van moerassystemen is getracht om ook voor eutrofe moerassen meer duidelijkheid hiervoor te geven.

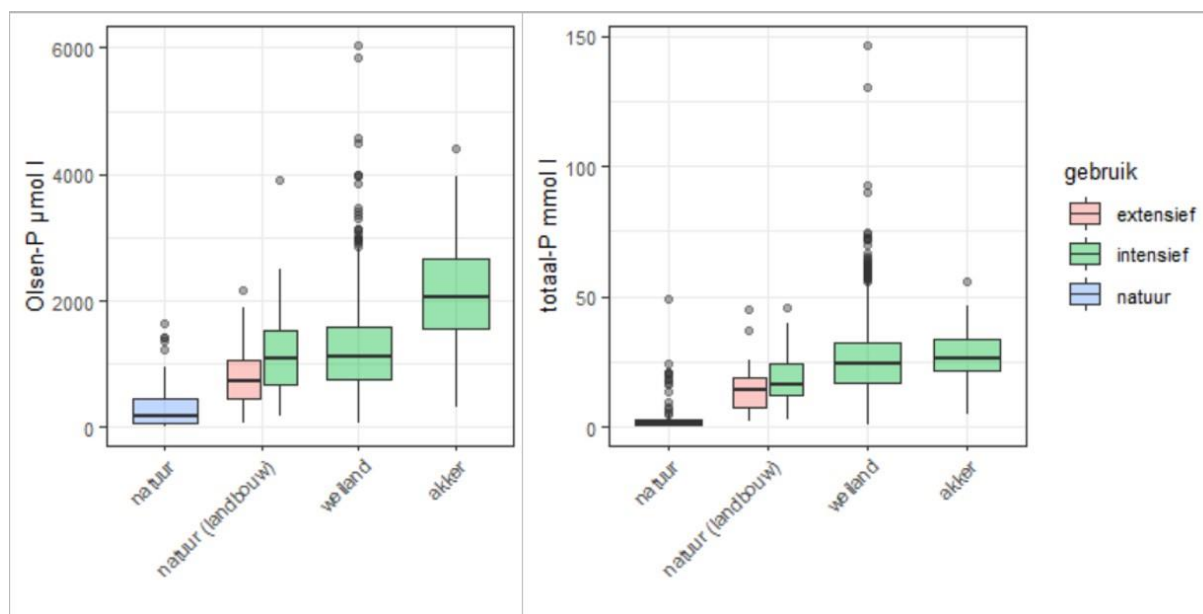
Een eenvoudige methode om een ruwe schatting te geven van de fosfaat beschikbaarheid is een bicarbonaatextractie (Olsen-P extractie). Voor een aantal natuurdoeltypen zijn streefconcentraties bekend en die kunnen worden gehanteerd (zie bijvoorbeeld Bekker *et al.* 2009, Chardon *et al.* 2009). Die kunnen variëren per bodemtype (zand, leem, löss, klei en veen). In soortenrijke vegetatietypen van voedselarme gronden (heiden en schraallanden) is de Olsen-P- concentratie van de toplaag circa 300 μmol per liter verse bodem (Smolders *et al.* 2009). In de toplaag van landbouwgronden ligt deze concentratie meestal ver boven deze concentratie (zo'n 1500-4500 μmol per literbodem) en hangt sterk af van de intensiteit en de vorm van agrarisch gebruik (Figuur 4.5) (Smolders *et al.* 2009). Op kleibodems die vaak ijzerrijk zijn, kan een Olsen-P- streefconcentratie worden gehanteerd tot 500-900 μmol per liter bodem voor schrale natuurdoeltypen (Smolders *et al.* 2009). Hoewel deze dan wel wat minder schrale natuurtypen opleveren, zoals dotterbloemhooilanden, glanshaverhooilanden en broekbossen (van Mullekom *et al.* 2016). Met name wanneer soortenrijke vegetatietypen, zoals natte schraallanden of vochtige hooilanden, worden beoogd zijn voldoende P arme condities een absolute randvoorwaarde. Hierbij moet gedacht worden aan Olsen-P concentraties die, afhankelijk van het vegetatietype, lager zijn dan 300 tot 800 μmol per liter bodem volume (zie ook paragraaf 1.4). Bij een hogere beschikbaarheid aan fosfor treedt vaak een sterke verruiging op van een beperkt aantal snelgroeiende soorten waardoor een monotone soortenarme vegetatie tot ontwikkeling komt (Smolders *et al.* 2008, Lamers *et al.* 2009). Met de beschikbare kennis zijn inschattingen gedaan voor de vegetatieontwikkeling van eutrofe moerassen in relatie tot verschillende combinaties van P-beschikbaarheid en grondwaterstanden (Tabel 4.2).

Op voormalige landbouwgrond zullen de vegetatieontwikkelingen relatief snel gaan, sterk beïnvloed door een hoge P beschikbaarheid. Bij een hoge beschikbaarheid aan fosfor (P-mobilisatie) na vernatting zullen de plantensoorten die in korte tijd een hoge biomassa-productie kunnen realiseren bij een voldoende hoge beschikbaarheid aan nutriënten meestal dominant worden. Deze ontwikkeling van de vegetatie kan even op zich laten wachten, omdat deze soorten zich eerst moeten vestigen in het gebied. Hierbij kan gedacht worden aan soorten als pitrus, wilg, liesgras en grote lisdodde. Daarna bestaat de kans dat alleen door middel van intensief vegetatiebeheer delen van het gebied openblijven wanneer dit gewenst is. Bij een lagere beschikbaarheid aan fosfor verloopt de successie langzamer en blijven delen van het gebied nog voor langere tijd open (Lamers *et al.* 2002, Emsens *et al.* 2018). Bovendien is de verwachting dat soorten als riet dan beter tot ontwikkeling komen, omdat de kans kleiner is dat ze weg worden geconcentreerd door meer eutrofe soorten, zoals wilg, liesgras en grote lisdodde.

Tabel 4.2. Overzicht van de verwachte vegetatieontwikkeling bij variërende hydrologische omstandigheden (GLG/GHG = gemiddeld laagste/hogste grondwaterstand) en variërende voedselrijkdom (Olsen-P in $\mu\text{mol/l}$) van de toplaag van de (water)bodem (naar Van Mullekom et al 2020).

Table 4.2. Overview of the expected vegetation development under varying hydrological conditions (MLG/GHG = average lowest/highest groundwater level) and varying nutrient richness (Olsen-P in $\mu\text{mol/l}$) of the top layer of the (water)soil.

		Droog		Nat
	GHG (+mv)	0-20 cm	20-100 cm	40-100 cm
	GLG (+mv)	-20 tot -60 cm	0 tot -20 cm	20-100 cm
Voedselrijkdom	Olsen-P			
Laag	<500	natte heide/nat schraalland/vochtig hooiland	rietmoeras	voedselame plas/ven
Matig	500-900	vochtig hooiland/kruidenrijk grasland	rietmoeras	open water (matig voedselrijk)
Hoog	900-1800	kruidenrijk grasland/pitrusweide	rietmoeras/voedselrijkmoeras*/wilgenstruweel	open water (matig voedselrijk tot voedselrijk met algen en kroos)
Zeer hoog	>1800	pitrusweide	voedselrijkmoeras*/wilgenstruweel	open water (voedselrijk met algen en kroos)
		* met dominantie van grote lisdodde, liesgras, rietgras,		



Figuur 4.5. Olsen-P ($\mu\text{mol/L}$) (A) en totaal-P (mmol/L) (B) in bodems van natuurgebieden, natuur op voormalige landbouwgrond (extensief en intensief gebruiksverleden) en landbouwgrond in intensief gebruik (weiland en akker; data uit GRIP, B-WARE).

Figure 4.5. Olsen-P ($\mu\text{mol/L}$) (A) and total-P (mmol/L) (B) in soils of nature reserves, nature on former agricultural land (extensive and intensive agricultural usage) and agricultural land in intensive use.

4.3.4 Waterkwaliteit

In Figuur 4.6 worden de belangrijkste processen gegeven die de waterkwaliteit van het oppervlaktewater in eutrofe moerassen bepalen. Uit de natte landbodems kan ijzer en fosfor uitspoelen dat hier wordt gemobiliseerd als gevolg van anaerobe reductieprocessen (zie box II). Het gereduceerde ijzer wordt in de waterlaag, wanneer deze voldoende zuurstof bevat, geoxideerd tot ijzer(III)(hydr)oxide. Het fosfor bindt aan deze ijzer(hydr)oxides die uiteindelijk uitzakken naar de waterbodem. Omdat er meestal veel meer ijzer dan fosfor uitspoelt, zal deze uitspoeling niet snel leiden tot een verhoogde beschikbaarheid van fosfor zolang de waterlaag voldoende zuurstof bevat.

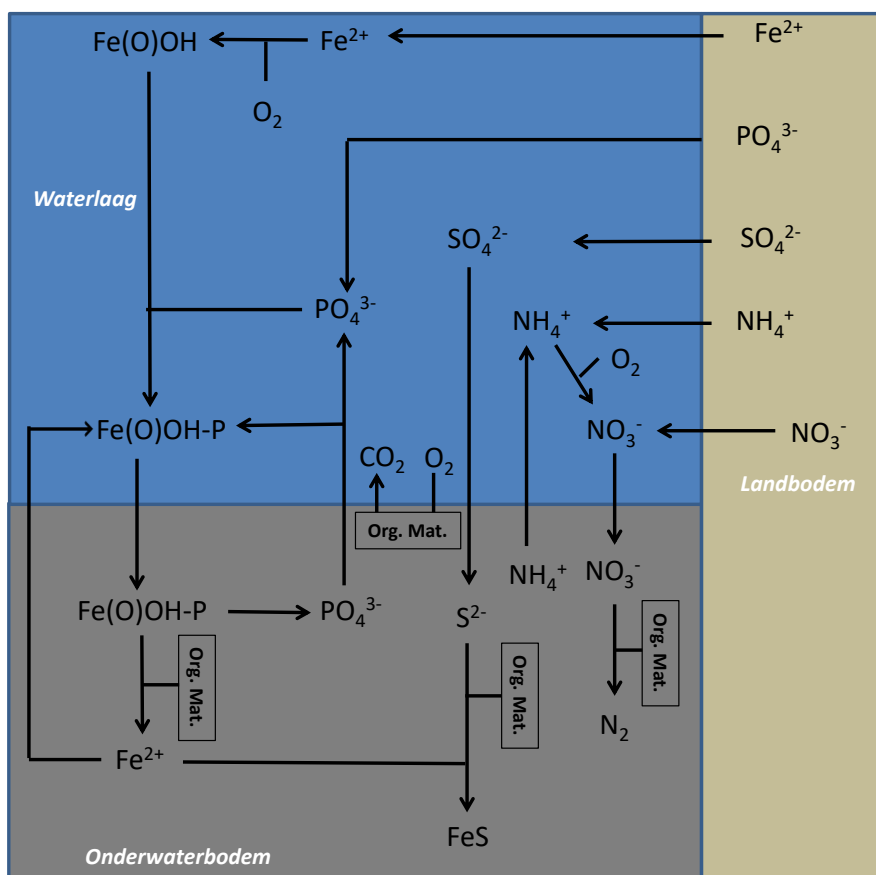
De waterbodem zal bestaan uit de bodem die verkregen is na graven van het waterlichaam (slenk of sloot) en daarnaast uit materiaal dat via erosie in de waterpartij terecht komt. Het gaat hierbij meestal om geërodeerd materiaal van het omliggende terrestrische moerasdeel. In deze permanent natte waterbodem worden ijzer(III)(hydr)oxiden, waaraan fosfaat is gebonden, gereduceerd wanneer er reactief organisch materiaal aanwezig is. Dit materiaal wordt in de waterbodem anaeroob afgebroken waarbij het driewaardige ijzer als elektronacceptor optreedt. Hierbij komt ijzer en fosfor in een bepaalde verhouding vrij. Zolang de waterlaag voldoende zuurstof bevat en er meer ijzer dan fosfor vrijkomt in de waterbodem zal er geen nalevering van fosfor uit de waterbodem plaatsvinden. Het ijzer wordt immers geoxideerd op de overgang van de waterbodem naar de waterlaag en het fosfor wordt hieraan gebonden (Figuur 4.6).

Sulfaat kan interfereren met dit proces omdat het in de waterbodem kan worden gereduceerd tot sulfide. Dit sulfide bindt gereduceerd ijzer waardoor de verhouding tussen ijzer en fosfor kan dalen. Wanneer er minder ijzer dan fosfor in de waterbodem in oplossing is, werkt de hierboven beschreven 'ijzerval' niet meer en kan het fosfaat in de waterlaag terecht komen. Sulfaat kan in het systeem terecht komen via de inlaat van oppervlaktewater, aanvoer van grondwater of door uitspoeling uit de terrestrische moerasdelen. Dit laatste gebeurt alleen wanneer deze droogvallen. Wanneer er kattenklei in het gebied aanwezig is kan er veel sulfaat vrijkomen wanneer deze lagen worden blootgesteld aan de atmosfeer, bijvoorbeeld na afgraven van bouwvoor.

In de zomermaanden stijgt de watertemperatuur. Hierdoor worden microbiële processen geactiveerd waardoor, door een toename van de afbraak van organische materiaal, ook de zuurstofconsumptie nabij de waterbodem toeneemt. Hierdoor kan de overgang van de waterbodem naar de waterlaag zuurstofloos worden waardoor er fosfaat uit de waterbodem in de waterlaag terecht kan komen. Ook ammonium dat vrijkomt bij anaerobe afbraakprocessen in de waterbodem kan dan accumuleren in de waterlaag.

In eutrofe systemen is vaak veel fosfor aanwezig dat gemobiliseerd kan worden en wordt tevens ook veel reactief organisch materiaal aangemaakt (plantenbiomassa die afsterft) die in de zomer voor zuurstofconsumptie in de waterlaag kan zorgen en de reductie van ijzer(hydr)oxides en sulfaat kan aanjagen in de waterbodems. Als gevolg van de nalevering van fosfor en ammonium in de zomermaanden kan er een kroosdek ontstaan of kan er algenbloei optreden. Op zichzelf hoeft dit niet erg te zijn omdat algen en kroos ook weer een voedselbron voor vogels en vissen kunnen zijn. Wanneer er echter een blauwalgenbloei ontstaat kunnen er giftige cyanotoxines in de waterlaag terecht komen die voor vis- en vogelsterfte kunnen zorgen. Daarnaast kan in zuurstofarm en warm water gemakkelijk botulisme en vissterfte voorkomen.

Vaak is het water dan van buiten het systeem kan worden ingelaten van een betere kwaliteit dan het water dat ontstaat in het systeem zelf. Een verhoogde inlaat of doorstroming met water van buiten het systeem kan dan ook leiden tot minder nutriënten in het watersysteem van een eutroof moeras.



Figuur 4.6. De belangrijkste processen die van invloed zijn op de waterkwaliteit van het oppervlaktewater in eutrofe moerassen.

Figure 4.6. The main processes influencing the water quality of surface water in eutrophic wetlands.

4.3.5 Nutriënten in de bodem en water in de onderzochte gebieden

De bezochte gebieden verschillen in nutriëntenbeschikbaarheid maar ook in inrichtingsmaatregelen, in het bijzonder de mate van ontgraving (in Figuur 4.5 en 4.7 is hier geen rekening mee gehouden). In Figuur 4.5 zien we dat de fosforrijkdom van de toplaag, die in de eutrofe moerasnatuur op voormalige landbouwgrond wordt gemeten, hoog is, maar meestal wel lager in vergelijking met de fosfaatrijkdom van de landbouwgronden die nog in gebruik zijn. De Olsen-P concentratie is in zijn algemeenheid wel lager dan 1200 $\mu\text{mol/L}$ (Figuur 4.5). Boven deze (arbitraire) grenswaarde treedt vaak verzuuring op en gaan eutrofe plantensoorten domineren. Verder zien we ook, dat zowel binnen als tussen de landbouwgronden grote verschillen bestaan in P-rijkdom ten aanzien van agrarisch gebruik; dit zien we ook terug in de al ontwikkelde natuur op voormalig landbouwgrond (Figuur 4.5). Over het algemeen is de fosfaatrijkdom op voormalig extensief beheerde graslanden (o.a. Houtwiel, Bovenmeent) lager dan op intensieve akkerbouwgronden (o.a. Dannemeer, Kropswolderbuitenpolder, Westerbroekstermadepolder, Aerdtsse brug). Er is geen direct verschil tussen bodemtypes (veen of klei) en het voorkomen van de verschillende moerasstadia waargenomen. Dat wil echter niet zeggen dat bodemtype niet medebepalend kan zijn voor het voorkomen van bepaalde plantensoorten omdat dit ook de nutriëntenbeschikbaarheid bepaald.

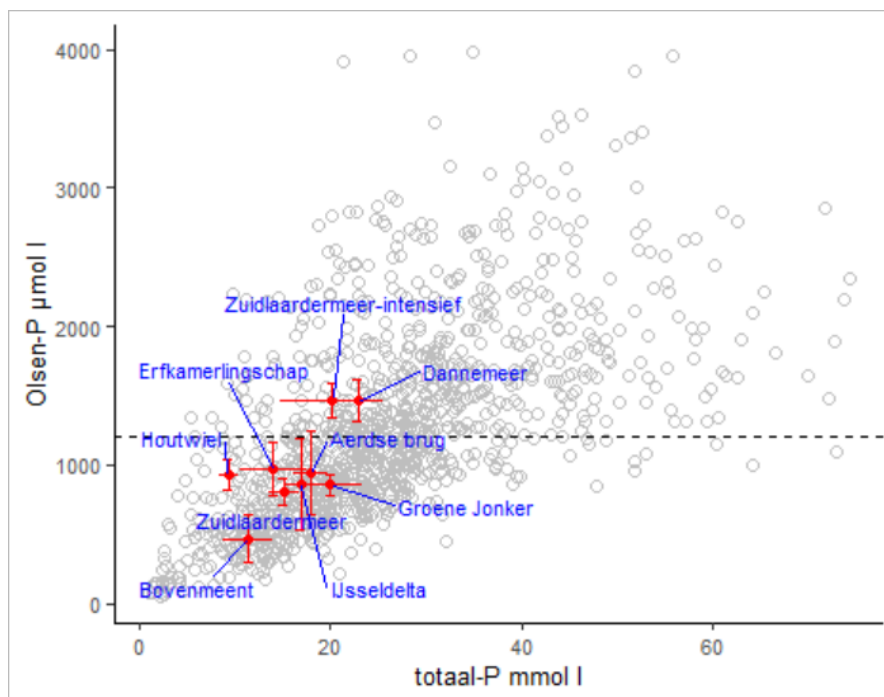
Voor eutrofe moerassen wordt vaak aangenomen dat een hogere fosforconcentratie minder of niet problematisch is, maar er zijn wel degelijk effecten op de ontwikkeling van de vegetatie en de fauna in de bezochte gebieden waarneembaar.

In een aantal gebieden komen in de eerste jaren drijvende en/of ondergedoken waterplanten, soms in combinatie met pitrus, goed tot ontwikkeling (o.a. Zuidlaardermeergebied, Dannemeer).

Vaak gaat dit volgens de beheerders gepaard met een rijk waterleven, dat in combinatie met de vegetatiestructuur een positief effect heeft op de avifauna. Na enkele jaren verdwijnt deze vegetatie, soms in combinatie met een veranderde waterkwaliteit. Kwantitatieve gegevens van de bodem, waterdynamiek of biota die de verandering tot stand brengen zijn vaak niet beschikbaar. Het is mogelijk dat nalevering van nutriënten hier een rol speelt, maar ook hiervoor zijn geen gegevens die dit ondersteunen. In de meeste bezochte gebieden is een laag-mozaïek moeras aanwezig, maar het areaal verschilt enorm. Een plas-dras situatie met een mozaïek van relatief laag blijvende vegetatie, ondiep water en droogvallende delen is voor dit stadium karakteristiek en dit verdwijnt in veel gevallen, omdat de open plekken dichtgroeien tot een monotoon vegetatiedek.

De overheersende soorten verschillen tussen de bezochte gebieden. In de Groene Jonker domineert riet en liesgras en in het Houtwiel is een combinatie van riet, pitrus en liesgras aanwezig. In de Groene polder en Oeverpolder in het Zuidlaardermeergebied is het vooral pitrus dat de overhand krijgt, maar hier blijven vooralsnog genoeg open plekken aanwezig, althans als men het aantal broedparen porseleinhoen als maatstaf neemt (zie hoofdstuk 3). Het is aannemelijk dat plantensoorten die onder eutrofe omstandigheden snel groeien in het voordeel zijn, maar gegevens ontbreken om duidelijk grenswaarden te stellen. Daarnaast zullen andere factoren zoals bronpopulaties, de manier van verspreiden, via zaden of vegetatief, en kiemomstandigheden een rol spelen (zie ook paragraaf 4.5). In de bezochte gebieden waar het waterpeil hoog genoeg is en de begrazingsdruk niet al te hoog is, is het mogelijk om rietmoeras te laten ontwikkelen met dik en hoog riet (o.a. IJsseldelta, Plan Roerdomp, Erfkamerlingschap). Riet kan goed uit de voeten met voedselrijke omstandigheden, maar het is de verwachting dat riet ook een grenswaarde heeft voor te hoge nutriëntenconcentraties waardoor de groei stagneert. Deze grenswaarden zijn afhankelijk van de lokale omstandigheden, het is bekend dat riet zich goed kan aanpassen aan deze omstandigheden. Daarnaast lijkt het erop dat de voedselbeschikbaarheid de concurrentie tussen riet en andere soorten beïnvloed. Onder meer voedselarmere condities lijkt riet in het voordeel te zijn, terwijl bij een hogere nutriëntenbeschikbaarheid andere factoren (hydrologie, vestiging, vraat) medebepalend lijken te zijn voor het succes van riet ten opzichte van andere soorten.

In het Dannemeer bijvoorbeeld zijn grote velden met grote lisdodde ontstaan vóór de rietkragen; mogelijk zal dit de uitbreiding van het riet in de weg staan. Het is echter niet duidelijk onder welke voedsel- en terreinomstandigheden riet een voordeel heeft ten opzichte van andere soorten. Kieming van zaden speelt hier ook een belangrijke rol. Lisdodde kiemt onderwater makkelijker en sneller dan riet waardoor lisdodde hier een voordeel heeft. Over het algemeen kan waarschijnlijk worden gesteld dat eutrofe vegetatietypen allemaal tot ontwikkeling kunnen komen boven een bepaalde beschikbaarheid aan nutriënten. Dat wil bijvoorbeeld zeggen dat het niet afhankelijk is van de precieze nutriëntenconcentraties of lisdodde al dan niet de overhand krijgt boven riet. Kortom, de randvoorwaarden ten aanzien van nutriëntenbeschikbaarheid voor verschillen in vegetatieontwikkeling in eutrofe moerassen kunnen nog niet duidelijk worden aangegeven. Om dit te kunnen vaststellen is uitgebreider onderzoek nodig.



Figuur 4.7. Totaal-P versus Olsen-P voor landbouwbodems in Nederland met de gemiddelde concentratie en standaardfout voor een aantal van de bezochte gebieden (in rood). Zuidlaardermeergebied is opgedeeld in voormalig intensieve akker en extensief grasland. De gestippelde lijn geeft de grenswaarde van 1200 µmol/L Olsen-P aan (zie paragraaf 1.4). Data afkomstig uit database B-WARE.

Figure 4.7. Total-P versus Olsen-P for agricultural soils in the Netherlands with the mean concentration and standard error for some of the visited areas (in red). The Zuidlaardermeer area is divided into former intensive fields and extensive grassland. The dotted line indicates the limit of 1200 µmol/L Olsen-P (see section 1.4). Data from database B-WARE.

Tabel 4.3. Overzicht van beschikbare bodemgegevens in de 12 bezochte gebieden.

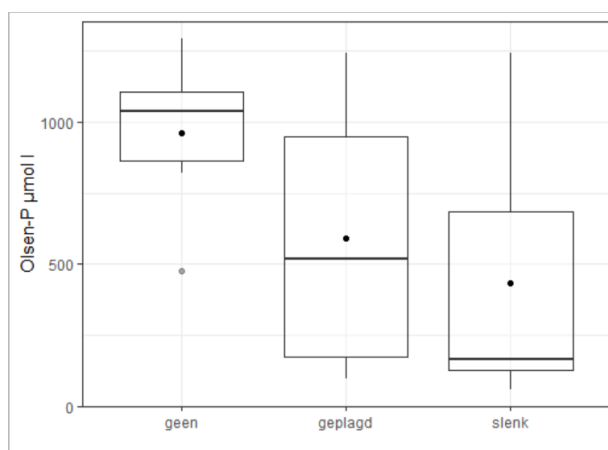
Table 4.3. Overview of available soil data in the 12 visited areas.

Gebied	Deelgebied	Bodem gegevens	Bron
Alde Feanen	Headams Kampen	Nb	
Alde Feanen	Polder van der Berg	Nb	
Alde Feanen	Lytse Saite Polder	Nb	
Zuidlaardermeergebied	Westerbroekstermadepolder	2012, 2020	Van Mullekom <i>et al</i> 2012, deze studie
Zuidlaardermeergebied	Kropswolderbuitenpolder	2012, 2020	Van Mullekom <i>et al</i> 2012, deze studie
Zuidlaardermeergebied	Oeverpolder	2012, 2020	Van Mullekom <i>et al</i> 2012, deze studie
Zuidlaardermeergebied	Groene Polder	2012, 2020	Van Mullekom <i>et al</i> 2012, deze studie
Houtwiel		2020	Deze studie
Jagersveld		Nb	
Twiske		Nb	
De Wieden	Hoogwaterzone	Nb	
De Wieden	Beulakerpolder	Nb	
Dannemeer	Dannemeer	2015, 2018, 2020	Smolders & Lamers 2015, Kooijman <i>et al.</i> 2015, van de Riet & Smolders 2018, deze studie
Dannemeer	Tetjehorn	Nb	
IJsseldelta	Riermoeras	2020	Deze studie
Harderbroek	Plan Roerdomp	Nb	
Naardermeer	Keverdijkse polder	2011, 2020	Loermans <i>et al</i> 2015, deze studie
Naardermeer	Bovenmeent	2020	Deze studie

		2011, 2015,	
Groene Jonker		2020	Loermans <i>et al</i> 2015, deze studie
Rijnstrangen	Aerdtsse brug	2020	Deze studie
Rijnstrangen	Erkamerlingschap	2020	deze studie

In een aantal van de bezochte gebieden is in het verleden onderzoek gedaan naar bodem in relatie met grondwerkzaamheden, waterpeil en/of vegetatieontwikkeling. Hier geven we een kort overzicht van de belangrijkste bevindingen die van belang zijn voor dit rapport.

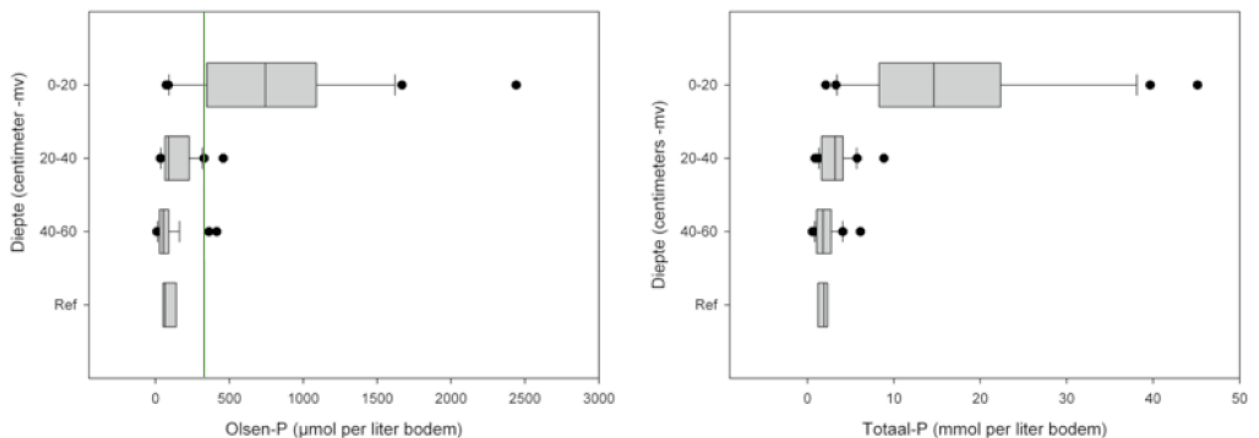
In het gebied Dannemeer zijn bodemonsters verzameld en heeft men gekeken naar de verzuringsgevoeligheid en de fosfaatbeschikbaarheid op de vegetatieontwikkeling (Kooijman *et al.* 2015, Smolders & Lamers 2015, van de Riet & Smolders 2018). Als gevolg van het voormalige intensieve agrarische gebruik is de bodem in Dannemeer sterk verrijkt met stikstof en fosfor. Het is daarom vrijwel onmogelijk om voedselarmere condities te creëren en is het gebied heringericht met als doel eutroof moeras. Uit het onderzoek in 2015 en 2018 blijkt dat als gevolg van ontgraven de fosforconcentratie globaal met de helft is afgenomen, maar gemiddeld nog steeds hoog is (1500 μmol per liter bodem (min-max, 400-4000) (van de Riet & Smolders 2018) (Figuur 4.8). In 2020 werden vergelijkbare concentraties Olsen-P gemeten van 1500 μmol per liter bodem (n=5). Tijdens het veldbezoek en gesprek met de beheerder kwam naar voren dat drijvende en/of half ondergedoken waterplanten (waterplantenmoeras) nauwelijks op gang zijn gekomen na de inrichting. Ook in het ondiepe water (<20 cm) komt vegetatie niet heel goed op gang; hier werden een paar soorten waargenomen zoals klein glaskroos, moeraszuring en waterzuring. De waterkwaliteit leek beter in de beginfase, gekenmerkt door het rijke onderwaterleven met watervlooien en jonge snoeken, waar ook visetende avifauna van profiteerde (zie gebiedsbeschrijving hoofdstuk 3). Omstreeks 2017 is het water troebeler geworden en kreeg men de indruk dat het rijke waterleven was verdwenen. Wat de oorzaak is van de veranderde waterkwaliteit en het slecht opgang komen van waterplanten is onduidelijk, maar het is mogelijk dat het gebied nalevering van fosfaat ondervindt. Gegevens van de waterkwaliteit zijn niet voorhanden. In het Dannemeer is in het verleden onder mariene invloed pyriet (FeS_2) houdende klei afgezet/gevormd. Dit sediment wordt ook wel katteklei genoemd en het is van grote invloed op de vegetatieontwikkeling. Zodra katteklei droogvalt en de gereduceerde ijzerzwavel-verbindingen oxideren, daalt de pH sterk door de vorming van zwavelzuur en gaat (toxisch) aluminium in oplossing (Kooijman *et al.* 2015). Zolang de kattekleibodems voldoende nat blijven treedt dit verschijnsel niet op.



Figuur 4.8. Olsen-P concentraties op de bemonsterde locaties in 2015 met verschillende groundbewerking in het Dannemeer (Smolders & Lamers 2015).

Figure 4.8. Olsen-P concentrations at the sampled locations in 2015 with different soil development in the Dannemeer (Smolders & Lamers 2015).

In 2012 is de potentie voor veenvorming in het Zuidlaardermeergebied onderzocht in o.a. de vier deelgebieden die in dit onderzoek zijn bezocht (van Mullekom *et al.* 2012, van Mullekom *et al.* 2014). Twee locaties, de Harener Wildernis en de Oosterpolder, zijn in het onderzoek gebruikt als referentie. Hier is de bouwvoor verwijderd en is een schraler vegetatietype tot ontwikkeling gekomen. Uit het onderzoek bleek dat slechts een paar locaties in de Oosterpolder en Onnerpolder geschikt waren om veenvorming op gang te brengen. Hiervoor zijn een maximale Olsen-P concentratie in de toplaag (tot 350 μmol per liter bodem) en verder ook de juiste hydrologische condities (jaarrond waterstanden nabij maaiveld) vereist. Over het algemeen bleek de concentratie Olsen-P en totaal-P in de toplaag van de bodem van de deelgebieden die in het kader van dit onderzoek zijn bezocht (Westerbroekstermadepolder, Kropswolderbuitenpolder, Oeverpolder en de Groene Polder) te hoog voor (hoog)veenvorming (van Mullekom *et al.* 2012). Omdat hier niet gekozen werd om af te graven werd niet veenvorming als doel gesteld maar eutroof moeras. Vooralsnog lijkt de vegetatie zich in deze deelgebieden goed te ontwikkelen en lijken er geen problemen te zijn met te hoge nutriëntenconcentraties. De grote verschillen in de omvang van de drijvende matten van veenwortel (*Persicaria amphibia*) in de verschillende polders zijn niet altijd goed te verklaren, wellicht dat hier ook verschillen in nutriëntenbeschikbaarheid in de bodem een rol spelen en de waterkwaliteit beïnvloeden. Ook hier zijn geen gegevens van de waterkwaliteit voorhanden die hier inzicht in kunnen geven.



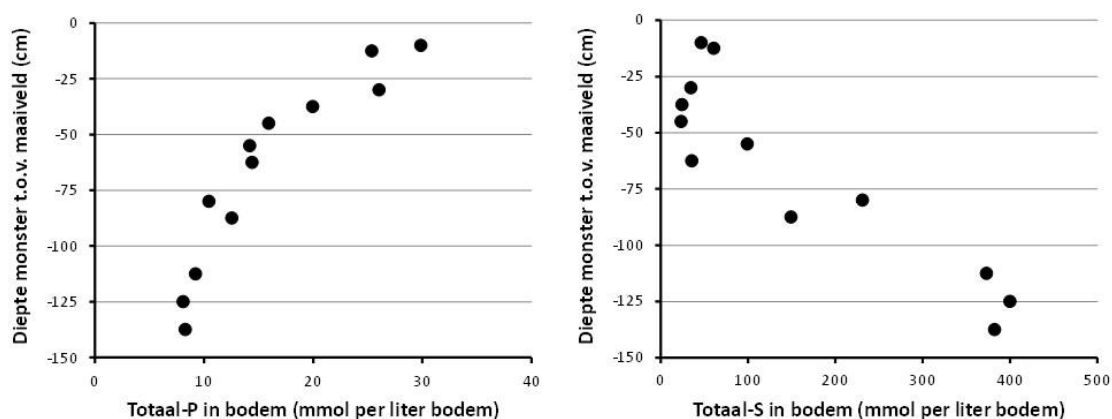
Figuur 4.9. Boxplots voor de Olsen-P (links) en totaal-P (rechts) concentratie in de veenweides op drie verschillende dieptes (0-20, 20-40 en 40-60 cm beneden maaiveld) in vergelijking met de concentratie in de toplaag van de referentiegebieden in de Oosterpolder en de Harener Wildernis. De Olsen-P streefconcentratie bedraagt 350 $\mu\text{mol/l}$ (groene lijn). De box geeft het bereik tussen het 25e en 75e percentiel weer. De whiskers (verticale lijnen) geven het bereik tussen het 10e en 90e percentiel. De verticale streep in de box geeft de mediane waarde van de metingen weer. De stippen geven de uitschieters weer (uit Mullekom *et al.* 2014)

Figure 4.9. Boxplots for the Olsen-P (left) and total-P (right) concentration in the peat meadows at three different depths (0-20, 20-40 and 40-60 cm below ground level) compared to the concentration in the top layer of the reference areas in the Oosterpolder and the Harener Wildernis. The Olsen-P target concentration is 350 $\mu\text{mol/l}$ (green line). The vertical bar in the box represents the median value of the measurements (Mullekom *et al.* 2014).

In de Groene Jonker werden tussen 2010 en 2012 metingen uitgevoerd in twee representatieve oeverzones ten behoeve van het project "Flexibel peilbeheer van denken naar doen!" (Schep *et al.* 2012, Smolders *et al.* 2012). In 2015 zijn dezelfde locaties opnieuw bemonsterd (Loermans *et al.* 2015). Vanaf de oplevering van het natuurgebied in 2007 groeiden de kale oevers in eerste instantie langzaam dicht onder invloed van een flexibel peilbeheer. In 2010 zijn raaien van peilbuizen geplaatst vanaf de oever naar het open water. Het gebied bezit een grote erfenis aan nutriënten van het voormalig landbouwkundig gebruik van de kleibodems.

Er was en is regelmatig sprake van blauwalgenbloei in het water. Dit heeft te maken met het vrijkomen van grote hoeveelheden fosfaat en stikstof uit de bodem. Delen van de oever waren in 2011 nog vrij open en bedekt met eenjarige planten, zoals tandzaden (*Bidens spec.*) en soorten van de duizendknoopfamilie (*Polygonum spec.*). In 2011 en 2012 werd er een vestiging van liesgras (*Glyceria maxima*) waargenomen in deze zones. Vervolgens zijn tussen 2012 en 2015 de oevers volledig dichtgegroeid met liesgras (Figuur 4.11). De overige oeverdelen, gelegen naast de onderzoeklocaties, zijn in dezelfde periode ook dicht gegroeid met liesgras en andere helofyten. Tegenwoordig is vooral riet dominant op het land, maar krijgt in het water vooral door begrazing van watervogels veel minder een kans. De dominantie van liesgras, met name in de beginfase, laat zien dat het om een voedselrijk systeem gaat.

In 2012 zijn in raaien monsters verzameld op verschillende bodemdiepte. Analyses van deze bodems laat zien dat het fosforgehalte van de toplaag inderdaad hoog is en dat het fosforgehalte afneemt met de diepte. Verder zien we dat in de kleibodems de zwavelgehalten toenemen met de diepte. De diepere kleilagen die nog niet geoxideerd zijn als gevolg van het landbouwkundige gebruik zijn rijk aan pyriet (FeS_2). Zoals hiervoor genoemd leidt oxidatie van deze lagen tot de vorming van zwavelzuur. Dit leidt niet alleen tot verlaging van de pH, maar ook tot het vrijkomen van grote hoeveelheden sulfaat. Het is dan ook belangrijk om in een dergelijke situatie niet af te graven tot op de pyrietrijke bodemlagen. In het geval van de Groene Jonker had er op de bemonsterde locaties (Figuur 4.10) nog veel fosfor kunnen worden afgevoerd door tot op 30 à 40 cm diepte af te graven, zonder dat het risico op pyrietoxidatie sterk zou toenemen. Ook dit voorbeeld laat zien dat kennis van de bodemchemie belangrijk is voor de inrichting en dat het hierbij niet alleen gaat om de fosforrijkdom van de bodem. In een gebied zoals de Groene Jonker is ook de aan- of afwezigheid van pyriet belangrijk.



Figuur 4.10. Verloop van de fosfor- en de zwavelgehalten in de bodems van de Groene Jonker op verschillende diepten en in twee raaien (niet gepubliceerde data onderzoekcentrum B-WARE).

Figure 4.10. Course of the phosphorus and sulfur contents in the soils of the Groene Jonker at different depths and in two sections.

4.3.6 Deelconclusie

- De stuurknop nutriënten is voor de ontwikkeling van eutroof moeras op voormalige landbouwgronden minder van belang dan bij ontwikkeling van schrale natuurtypen. Desalniettemin is het wel een factor om rekening mee te houden. De beschikbaarheid van nutriënten is immers van invloed op de biomassa-productie.
- Daarmee is de nutriëntenrijkdom van invloed op de snelheid van de vegetatieontwikkeling en op de soortensamenstelling; dit heeft ook grote consequenties voor de te leveren beheerinspanning.
- Daarom is het bepalen van abiotische randvoorwaarden (o.a. nutriëntenstreefwaarden) voor de moerasstadia in eutrofe moerassen van belang (zoals dit ook bekend is voor graslanden, hooilanden, heide, bos etc.)
- De mate van fosfaatverzadiging is een parameter die inzicht geeft in de potentie voor P-mobilisatie en waarschijnlijk ook voor vegetatieontwikkelingen in eutrofe moerassen. Hiervoor bestaan tot op heden nog maar weinig data.
- Bodemmetingen kunnen gebruikt worden voor de keuze van inrichtingsmaatregelen, bijvoorbeeld het graven van slenken daar waar nutriëntenconcentraties te hoog zijn; deze rijke grond kan afgevoerd worden naar plekken waar men juist deze grond kan gebruiken.
- Niet alleen fosfor is sturend voor de inrichting maar in een aantal gebieden bijvoorbeeld ook de aanwezigheid van pyriet (kattklei).
- Er wordt echter vrijwel zelden goed gemeten in nieuw ontwikkelde eutrofe moerassen. Hierdoor weten we weinig over hoe de bodemchemie zich ontwikkelt in de loop van de tijd. Meer inzicht in de bodemchemie in relatie tot de ontwikkeling van eutrofe moerassen is dringend gewenst. Hierbij is het ook belangrijk om de lange termijn ontwikkeling mee te nemen. In hoeverre wordt fosfor bijvoorbeeld weer geïmmobiliseerd op de langere termijn door anaerobe vastlegging (vorming van o.a. vivianiet, een gehydrateerd ferro-fosfaat) waardoor op langere termijn de beschikbaarheid van fosfor in vernatte bodems weer afneemt. Hierover is nog weinig bekend.
- Gegevens van de lokale waterkwaliteit op het niveau van moerasstadia zijn niet beschikbaar.

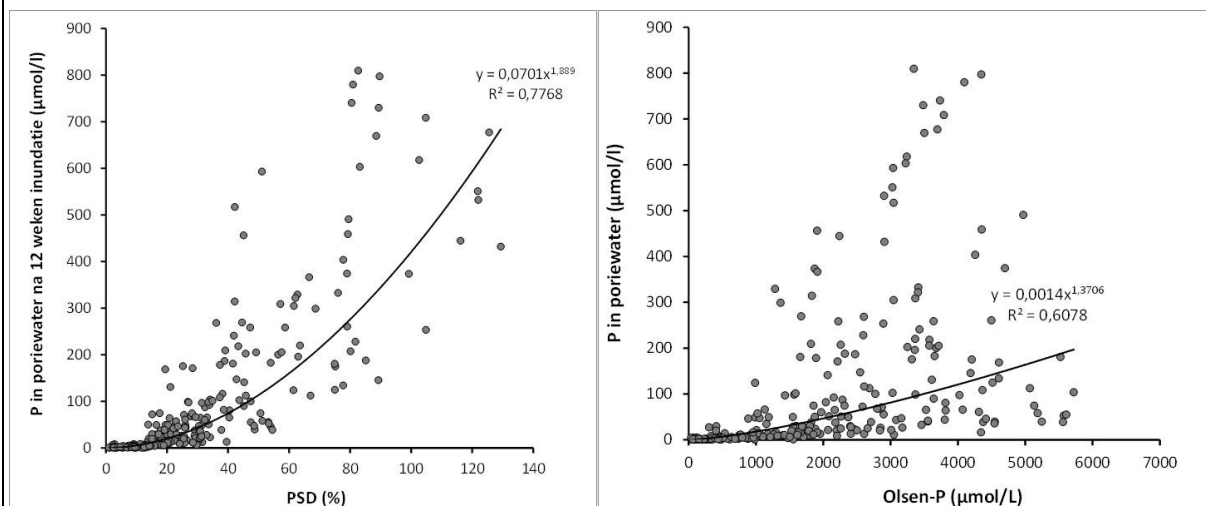
Box I – Fosfaatverzadigingsgraad

Fosfaat in landbouwbodems hoopt zich voornamelijk op als anorganisch fosfaat, een minerale vorm, die wordt gebonden aan aluminium- en ijzer(hydr)oxides of kalk. De fosfaatconcentratie in het bodemvocht (de fosfaatmobilisatie) neemt toe naarmate de fosfaatophoping toeneemt. Deze fosfaatophoping wordt ook wel uitgedrukt in de fosfaatverzadigingsgraad (PSD) van de bodem. Een goede schatting van de fosforconcentratie in het poriewater is belangrijk om een idee te krijgen van de mogelijke vegetatieontwikkeling. De bepaling van de PSD lijkt een veelbelovende methode om de potentiële vegetatieontwikkeling in eutrofe moerassen te bepalen, maar vooralsnog is deze koppeling nog niet gemaakt. In het algemeen kan worden gesteld dat P-concentraties in het poriewater hoger dan 50 µmol/l zeer hoog zijn en kunnen leiden tot woekering van eutrofe soorten. In de meeste goed ontwikkelde rietlanden ligt de concentratie veel lager (<10 µmol/l). Bovendien zal zodra de vegetatie gaat groeien het gemobiliseerde fosfor opgenomen worden, waardoor de concentratie weer af kan nemen.

De fosfaatverzadigingsgraad (PSD) van de bodem, de bezetting van de amorfe aluminium- en ijzer(hydr)oxides met fosfor, is een goede maat voor de mate waarin er fosfor wordt gemobiliseerd na het vernatten van landbouwbodems (zie details in Zee *et al.* 1990, Schoumans 2004). Deze wordt bepaald aan de hand van de verhouding tussen de oxalaatextraheerbare P-concentratie en de som van de oxalaatextraheerbare ijzer- (Fe) en aluminiumconcentratie (Al). In de oxalaatextractie worden de amorfe ijzer- en aluminium(hydr)oxides opgelost. Hierbij wordt aangenomen dat de bodem verzadigd is met fosfor wanneer de helft van de fractie amorfe ijzer- en aluminium(hydr)oxides bezet is met fosfor.

$$PSD = (P_{ox} / 0,5 \cdot (Fe_{ox} + Al_{ox})) \cdot 100.$$

In een recent onderzoek in het kader van natuurontwikkelingsprojecten zijn van een groot aantal terrestrische bodems de toplagen experimenteel vernat in een kolommen experiment. Hierbij werd vastgesteld hoeveel fosfor er werd gemobiliseerd in de verschillende bodems nadat deze als gevolg van inundatie anaeroob werden (Figuur 1).



Figuur 1. De relatie tussen de P-concentratie in het poriewater na 12 weken vernatten en de PSD van de bodem gemeten voorafgaande aan de vernatting (A). De relatie tussen de P-concentratie in het poriewater na 12 weken vernatten en de Olsen-P concentratie van de bodem gemeten voorafgaande aan de vernatting (B) (N=257, dataset archief B-WARE).

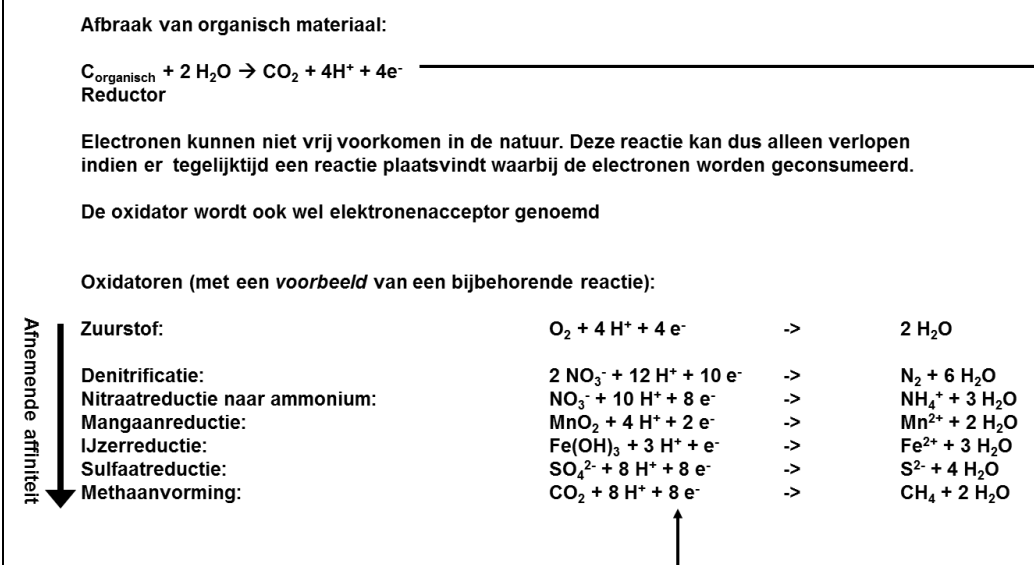
Figure 1. The relationship between the P concentration in the pore water after 12 weeks of wetting and the PSD of the soil measured before wetting (A). The relationship between the P concentration in the pore water after 12 weeks of wetting and the Olsen-P concentration of the soil measured before the wetting (B).

De fosfaatverzadigingsgraad van de bodem, de bezetting van de amorfe aluminium- en ijzer(hydr)oxides met fosfor, laat zien dat de P-mobilisatie onder een PSD-waarde van 12,5 % altijd laag is. De waarde van 12,5 % is de helft van de waarde van 25% waarboven wordt aangenomen dat droge bodems fosfaatverzadigd zijn (Schoumans 2004). Overigens zien we dat de fosfaatmobilisatie toeneemt naarmate de fosfaatverzadiging verder oploopt en dat deze bij een waarde van 40 % of hoger steeds erg hoog is (Figuur 1). Olsen-P concentraties worden ook vaak gebruikt om de fosfaatbeschikbaarheid op droge landbouwbodems te meten. We zien dat de fosfaatmobilisatie overwegend laag is voor bodems waarvoor de Olsen-P concentratie lager is dan 1000 $\mu\text{mol/l}$ bodem. Bij concentraties lager dan 2000 $\mu\text{mol/l}$ bodem kan de mobilisatie hoog of laag zijn. Bij hogere Olsen-P concentraties is er vrijwel altijd sprake van een P-mobilisatie, maar deze kan sterk verschillen tussen de bodems. De PSD is duidelijk een betere voorspeller voor de P-mobilisatie na vernatting (Zak et al. 2008).

Box II: verandering redoxreactie bij vernatting droge landbouw bodems

Onder normale (gedraineerde) omstandigheden is in de toplaag van landbouwbodems vrijwel altijd zuurstof aanwezig. Dit zorgt ervoor dat de afbraak van het reactieve organische materiaal goed verloopt. Afbraak van organisch materiaal is feitelijk een redoxreactie. Bij een redoxreactie vindt uitwisseling van elektronen plaats tussen een reductor die deze afstaat en een oxidator die ze opneemt. Organisch materiaal functioneert als reductor (elektronendonor), daarom is voor de afbraak van organisch materiaal met name de beschikbaarheid van zogenaamde elektronenacceptoren van belang (Smolders *et al.* 2006). Zuurstof (O₂) is een zeer sterke oxidator en zal daarom, indien het aanwezig is, vrijwel altijd als preferente elektronenacceptor optreden. Na vernatting kan er weinig/geen zuurstof meer doordringen in de bodems. Het nog aanwezige zuurstof wordt verbruikt door de micro-organismen die zuurstof gebruiken als elektronenacceptor voor de afbraak van reactief organisch materiaal, waarna de bodems anaeroob worden. Wanneer er geen zuurstof meer aanwezig is, wordt de afbraak van reactief organisch materiaal overgenomen door micro-organismen die in plaats van zuurstof een andere stof als alternatieve elektronenacceptor kunnen gebruiken. In afwezigheid van zuurstof zullen achtereenvolgens nitraat (NO₃⁻), mangaan (Mn⁴⁺), ijzer (Fe³⁺), sulfaat (SO₄²⁻) en koolstofdioxide (CO₂) als alternatieve oxidatoren optreden. Hierbij worden ze gereduceerd tot respectievelijk stikstofgas (N₂), stikstofoxide (N₂O) of ammonium (NH₄⁺), mangaan (Mn²⁺), ijzer (Fe²⁺), sulfide (S²⁻) en methaan (CH₄) (Figuur 1). Naarmate de reacties moeilijker verlopen en de micro-organismen hier minder energie uit kunnen halen, daalt de redoxpotentiaal Eh (uitgedrukt in mV).

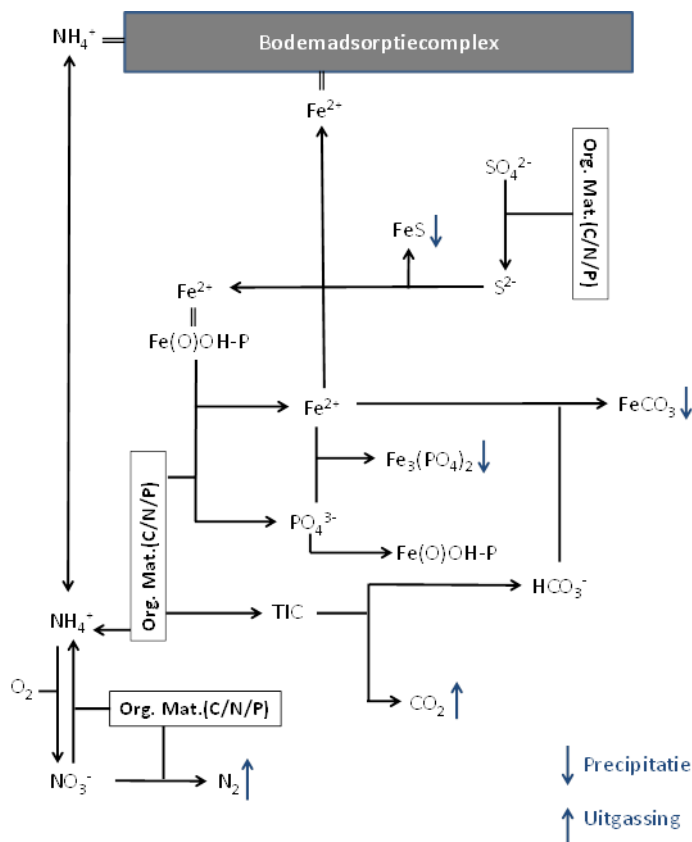
In eerste instantie is nitraat belangrijk omdat dit energetisch de meest gunstige elektronenacceptor is. In de meeste bodems is het nitraat na enkele weken inundatie al verdwenen (ammonium neemt juist toe door anaerobe afbraak). Nadat bijna alle nitraat is omgezet treedt driewaardig ijzer op als alternatieve elektronenacceptor waarbij ijzer(III)(hydr)oxiden worden gereduceerd. Bij dit proces van ijzerreductie wordt driewaardig ijzer omgezet in tweewaardig ijzer (Fe²⁺). Dit tweewaardige ijzer is veel beter oplosbaar dan het driewaardige ijzer waardoor de ijzerconcentraties in het poriewater stijgen. Na langdurige inundatie kan er ook sulfaat worden gereduceerd tot sulfide. Sulfide bindt aan tweewaardig ijzer waardoor de ijzerconcentraties in het poriewater weer kunnen afnemen. In de meeste geïnundeerde landbouwbodems is ijzerreductie het belangrijkste proces dat zorgt voor de afbraak van organisch materiaal. Sulfaat wordt mogelijk belangrijker op de langere termijn. Dit zal dan echter alleen het geval zijn wanneer er sprake is van een belasting van het systeem met sulfaat via het oppervlaktewater of grondwater en in het geval dat er sprake is van relatief ijzerarme bodems.



Figuur 1. Rol van elektronenacceptoren bij de afbraak van organisch materiaal.

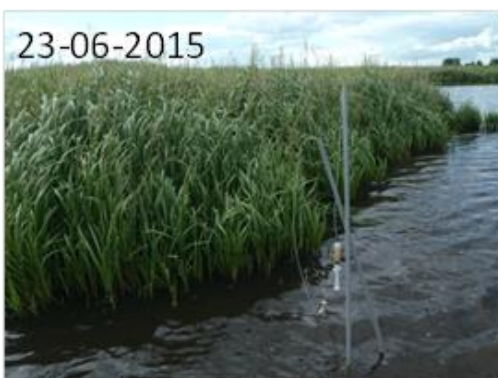
Figure 1. Role of electron acceptors in the decomposition of organic matter.

Bij de anaerobe oxidatie van organische verbindingen komt ook koolstof, stikstof en fosfor vrij in de vorm van respectievelijk anorganische koolstof (kooldioxide en bicarbonaat), ammonium en fosfor. Er komt ook fosfor vrij door de reductie van ijzer(III)(hydr)oxiden. Fosfor bindt namelijk goed aan ijzer(III)(hydr)oxiden en wanneer deze worden gereduceerd tot tweewaardig ijzer komt er fosfaat vrij. In hoeverre er ammonium, tweewaardig ijzer en fosfaat ophoopt in het poriewater van de geïnundeerde waterbodems hangt ook weer af van de mate waarin er (re-)adsorptie plaatsvindt van deze ionen in de bodem. Wanneer de bodem erg rijk is aan ijzer(III)(hydr)oxiden kan adsorptie van fosfaat aan nog niet gereduceerde ijzer(III)(hydr)oxiden er bijvoorbeeld voor zorgen dat de toename van P in het poriewater beperkt blijft (Lucassen *et al.* 2015). Daarnaast kan fosfor ook worden geadsorbeerd aan aluminium(hydr)oxides, die niet gevoelig zijn voor redoxprocessen. Ammonium accumuleert in de anaerobe bodems omdat het niet kan worden geoxideerd tot nitraat bij afwezigheid van zuurstof. Anorganische koolstof (TIC) accumuleert omdat kooldioxide als gas veel minder gemakkelijk ontwijkt naar de atmosfeer uit waterverzadigde bodems waardoor het oplost in het poriewater.



Figuur 2. Schematisch overzicht van belangrijke biogeochemische processen die optreden in vernatte landbouw bodems (Lucassen *et al.* 2015).

Figure 2. Schematic overview of important biogeochemical processes that occur in wet agricultural soils.



Figuur 4.11. Vegetatie ontwikkelingen in de Groene jonker (foto's Johan Loermans).
Figure 4.11. Vegetation development in the Groen Jonker (photo's Johan Loermans).

4.4 Peildynamiek

4.4.1 Inleiding

Peildynamiek wordt algemeen beschouwd als een factor die kenmerkend en in hoge mate sturend is voor eutrofe moerassen (Lamers *et al.* 2006, Sarneel *et al.* 2012). In een review van onderzoek naar processen en factoren die een rol spelen bij de achteruitgang en het herstel van waterriet wordt geconcludeerd dat een niet-natuurlijk peilbeheer medeverantwoordelijk is voor het verdwijnen van waterriet (Belgers & Arts 2003). Een niet-natuurlijk peilregime brengt processen op gang die leiden tot degeneratie van waterriet. Meer in het algemeen kan voldoende droogval er voor zorgen dat de beschikbaarheid van fosfor en stikstof niet te hoog wordt (Beemster 1997).

Maaiveldhoogte in combinatie met peildynamiek leidt tot verschillende waterdieptes in ruimte en tijd. Deze variatie bepaalt de ruimte voor kieming van (pionier)soorten en helofyten, de mate waarin helofyten zich uit kunnen breiden en waar en met welke snelheid zij plaats maken voor ruigte en/of houtopslag. Waterdiepte is ook in hoge mate sturend voor de aanwezigheid van moerasbroedvogels, omdat voldoende water op het maaiveld in moerasvegetaties cruciaal is voor soorten als geoorde fuut, grote karekiet, roerdomp en porseleinhoen, in samenhang met voedselaanbod in de vorm van vis of aquatische ongewervelden en met predatierisico's.

4.4.2 Peildynamiek in de twaalf gebieden

Het peilbeheer in de onderzochte moerasgebieden is uiteenlopend (Tabel 4.4, 4.7). In één deelgebied wordt een 'omgekeerd peilbeheer' gevoerd (deel van het Rietmoeras IJsseldelta, grenzend aan het Drontermeer). Drie gebieden kennen geen of nauwelijks peilfluctuaties, deels omdat zij aan de boezem liggen (Jagersveld, Twiske, Wieden). De gebieden aan de Rijnstrangen volgen het waterpeil van de Rijn. In de overige gebieden wordt het peil intern geregeld. Neerslagwater wordt in het winterhalfjaar vastgehouden tot een maximaal niveau (via een overlaat), daarna zakt het peil afhankelijk van neerslag en verdamping in de loop van de zomer in een gemiddeld jaar 25-30 cm uit (Houtwiel, Alde Feanen, schil Naardermeer, Rietmoeras IJsseldelta, Rijnstrangen). In droge jaren kan het peil in deze gebieden verder uitzakken.

Tabel 4.4. Peilbeheer in moerasgebieden in de jaren 2018-2020. Op basis van peilgegevens 2016-2020, satellietfoto's 2019-2020 en luchtfoto's Google Earth 2018-2020.

Peilfluctuaties (verschil winterpeil – zomerpeil): + 10-25 cm, ++ 25-50 cm, +++ 50-100 cm
Percentage met helofyten in water (wintersituatie) en droogval: + 2-5%, + 10-20%, +++ 30-75%

Table 4.4. Water level management in wetlands in the years 2018-2020. Based on level data 2016-2020, satellite photos 2019-2020 and aerial photos Google Earth 2018-2020.

Gebied	peilfluctuaties	% droogval waterbodem	% helofyten in water
1-Dannemeer	++/+++	+++	+
2a-Zuidlaardermeer – Kropswolderbuiten/ Westerbroekstermadepolder	++/+++	+++	++
2b-Zuidlaardermeer – Oeverpolder/ Groene polder	++/+++	+++	++
11-Groene Jonker	++	+++	+
3-Houtwiel	++	+	+++
10-Schil Naardermeer	+	+	+/++
4-Alde Feanen	++	-	+++
7-Harderbroek Plan Roerdomp	+++	-	+
6-Rietmoeras IJsseldelta	++	-	+++
12-Rijnstrangen	+++	-	+++
5-De Wieden	-	-	++
9-Jagersveld	+/-	+	+
8-Twiske	-	+	++

Dannemeer, Groene Jonker en de deelgebieden nabij het Zuidlaardermeer zijn hoogdynamisch met peilverschillen van 50-80 cm, waarbij in de zomer grote delen van het moeras kunnen droogvallen. In sommige gebieden wordt de peildynamiek actief gestuurd. Een voorbeeld daarvan is de droogval die in de Kropswolderbuitenpolder (Zuidlaardermeergebied) in 2016 is georganiseerd om de uitbreiding van helofyten te stimuleren. In de Groene Jonker wordt een droogval vroeg in het groeiseizoen bereikt door een laag winterpeil in te stellen. In het Harderbroek is de peilvariatie in het open water groot, maar is sprake van een smalle ondiepe oeverzone.

4.4.3 Effecten op moerasvegetaties

De aanwezigheid van verschillende moerastypen in relatie tot het peilregime laat het volgende beeld zien (Tabel 4.5). Ondergedoken en drijvende waterplanten ontbreken nagenoeg in de hoogdynamische gebieden waar de waterbodems voor een groot deel droogvallen. Opvallend is dat in deze gebieden in het jaar nadat het peil was opgezet wel veenwortelvelden tot ontwikkeling kwamen. Echter, na enkele jaren verdwenen deze ook weer.

Tabel 4.5. Effecten van peilbeheer op moerasvegetaties. Vermeld is de aanwezigheid van moerasstadia in vergelijking met peildynamiek. Gebieden zijn ingedeeld naar de mate van peildynamiek. Naast peildynamiek kunnen ook andere factoren een rol spelen, zoals successie in samenhang met leeftijd.

Legenda globale schatting oppervlakte + 1-5 ha, ++ 6-10 ha, +++ 11-25 ha

Table 4.5. Effects of water level management on swamp vegetation. The presence of swamp stages in comparison with water level dynamics has been reported. Areas are classified according to the degree of water level dynamics. In addition to level dynamics, other factors may also play a role, such as succession in relation to timing of redevelopment.

Gebied	Water-planten	Pionier vegetaties	Pitrus liesgras vegetaties	Waterriet	Natte Riet-velden	Verruiging houtopslag
Vast-omgekeerd peil, 0-5% droogval waterbodems* (Alde Feanen, Wieden, deel Jagersveld, Twiske, deel IJsseldelta, Harderbroek)	+ / ++	-	-	+	+ / ++	++
Dynamisch peil, 50-75% droogval helofyten (Houtwiel, deel Jagersveld, schil Naardermeer)	++	+	+++	+ / ++	+++	+
Dynamisch peil, 50-75% droogval en rietaanplant (deel IJsseldelta, deel Rijnstrangen)	++	+	-	++	+	-
Dynamisch peil, 30-50% droogval waterbodems (Zuidlaardermeergebied, Groene Jonker, Dannemeer)	-	+++	+	+	+	+

* of dynamisch peil, maar niet of nauwelijks in helofytenzone.

In de gebieden met min of meer stabiel peil zijn krabbenscheer, drijfbbladvegetaties met gele plomp en waterlelie aspectbepalend (Wieden, randzones Houtwiel). In sommige gebieden met een omgekeerd, stabiel of uitzakkend peil hebben fonteinkruidvelden zich ontwikkeld (Twiske, Rietmoeras IJsseldelta) of komen kranswieren en fonteinkruiden lokaal voor (schil Naardermeer, Alde Feanen). In het Houtwiel (met uitzakkend peil) groeien sloten dicht met moerashertshooi.

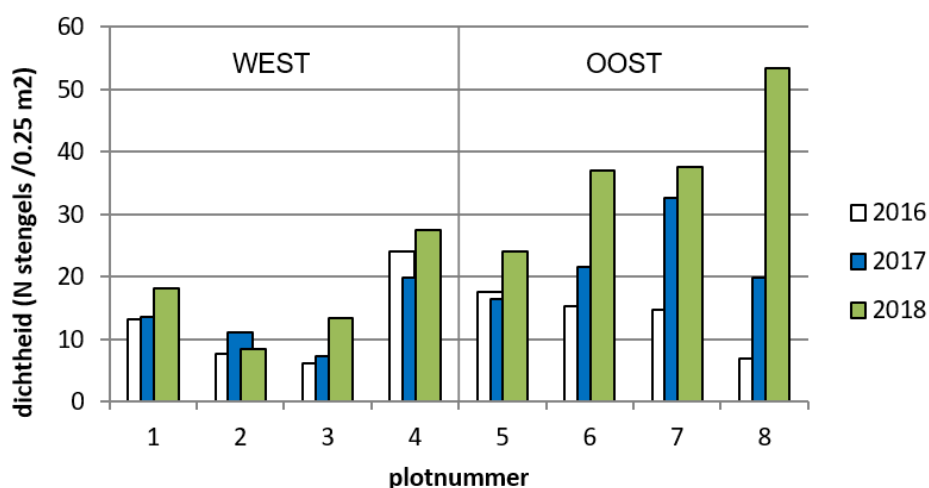
In de hoogdynamische gebieden zijn op droogvallende waterbodems aanzienlijke velden met pioniersvegetaties opgekomen. In de Groene Jonker, het Dannemeer en de gebieden nabij het Zuidlaardermeer is tandzaad (*Bidens spec.*) aspectbepalend, maar daarnaast hebben onder meer ook waterweegbree, moeraszuring, klein glaskroos en naaldwaterbies zich gevestigd.

Laag-mozaïekmoerassen, met een dominantie van pitrus en liesgras, zijn het sterkst vertegenwoordigd in de niet vergraven gebieden met een peil dat over een groot areaal uitzakt tot plasdras of droogval in de loop van de zomer (Houtwiel, deel zomerpolders Zuidlaardermeergebied). In hoogdynamische gebieden komt dit moerastype lokaal of in smalle zones voor (Groene Jonker, Dannemeer, overige polders Zuidlaardermeer).

Waterriet heeft zich het snelst ontwikkeld in de gebieden met een seizoensvolgend peil. Natte rietvelden van betekenis worden met name aangetroffen in zowel gebieden met een vast als in gebieden met een seizoensvolgend peil. Verruiging en opslag van grauwe wilg is het meest opgetreden in rietkragen en rietvelden in de gebieden met een vast peil. In deze situatie lijkt de ontwikkeling van helofyten naar ruigte, struweel en bos het snelst te gaan.

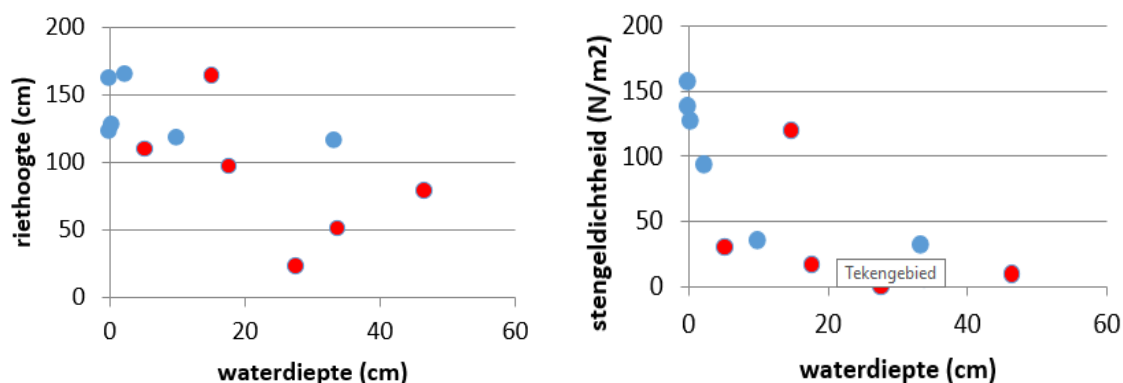
Binnen de gebieden lijkt de ruimtelijke verdeling van moerastypen in veel gevallen samen te hangen met verschillen in maaiveldhoogte, waterpeildynamiek en daaruit volgend de waterdiepte. Enkele opvallende veldwaarnemingen worden hier benoemd:

- In het zuidelijke deel van de Hoogwaterzone van De Wieden is een scherpe zonering aanwezig op een aantal percelen: een smalle rietkraag in de oevers van een perceel, een lint van wilgopslag op de rand van het perceel (die waarschijnlijk jaarrond droog staat) en nat rietland op het perceel (dat 's winters door neerslag geïnundeerd raakt).
- In het Dannemeer troffen wij op een locatie met hoogteverschillen moerastypen op zeer korte afstand van elkaar, namelijk rietgrasruigte afgewisseld met pitrus-weegbree vegetatie.
- In de Oeverpolder nabij het Zuidlaardermeergebied waren halfopen pitrusvegetaties in de nazomer drooggevallen. Gras en pioniervegetatie tussen de pitrusvegetatie sterft na inundatie in het winterhalfjaar af, zodat aan het begin van het groeiseizoen opnieuw een halfopen pitrusvegetatie in open ondiep water aanwezig is.
- In het Twiske en Jagersveld ontwikkelen ruigte en houtopslag zich snel in permanent droge delen van rietvelden, op lagergelegen delen met 's winters neerslagwater op het maaiveld volgt deze ontwikkeling later; in de ordegrootte van 10-20 jaar.
- In het Rietmoeras IJsseldelta blijft de ontwikkeling van waterriet in het deel met een omgekeerd peil achter bij de rietvelden met in de loop van het groeiseizoen uitzakkend peil. In dit gebiedsdeel groeit het riet sneller uit bij een geringere waterdiepte (Figuur 4.12, 4.13).
- In het Houtwiel is veel variatie in maaiveldniveau op de percelen aanwezig. In de zone grenzend aan de kade met 10-20 cm inundatie domineert liesgras, in de zone daarachter met 20-40 cm inundatie domineert pitrus.



Figuur 4.12. Rietbedekking in twee gebiedsdelen van Rietmoeras IJsseldelta met verschillend peilregime: omgekeerd peil in west (waterdiepte in juli 30 cm) en uitzakkend peil in oost (plasdras in juli) (Van der Hut 2018). In beide deelgebieden is het riet voorzien van rasters.

Figure 4.12. Reed cover in two areas of the IJsseldelta with different water level regimes: inverted water level in the west (water depth 30 cm in July) and slowly lowering water level in the east (water level in July).



Figuur 4.13. Riethoogte en rietdichtheid in relatie tot waterdiepte in Rietmoeras IJsseldelta, gemeten in september 2016, in het tweede groeiseizoen na rietaanplant op stroken (blauwe stippen) en in greppels tussen deze stroken (rode stippen; Van der Hut 2016).

Figure 4.13. Reed height and reed density in relation to water depth in the IJsseldelta, measured in September 2016, in the second growing season after reed planting on strips (blue dots) and in ditches between these strips (red dots).

De ervaringen met het effect van peilbeheer op de ontwikkeling van moerasvegetaties sluiten aan bij ervaringen en experimenten in andere gebieden (Coops & Hosper 2002, Belgers & Arts 2003, Brongers & Belle 2008, Sarneel *et al.* 2012). Eutrofe moerassen staan bekend om hun enorme productiviteit en daarmee grote aantallen water- en moerasvogels in de vroege successiefase. Bij een min of meer vast waterpeil treedt over de tijd vegetatiesuccessie op. Lage, open pioniersvegetaties, vaak gedomineerd door kruiden, zoals goud- en moeraszuring, tandzaadsoorten, harig wilgenroosje, kattenstaart en blaartrekkende boterbloem of door pitrus en liesgras op voormalig bemeste percelen, maken plaats voor hoger opgaande vegetaties met lisdodde, riet en ruigtekruiden zoals koninginnekruid.

Bij voortschrijdende successie vestigen zich houtachtige planten, met name wilgen, die gaandeweg de rietvegetaties verdringen. Waterriet, dat zich onder gunstige omstandigheden gevestigd kan hebben, wordt bij een vast peil teruggedrongen door vraat van watervogels, met name grauwe ganzen (zie hoofdstuk over begrazing) en kan zich niet opnieuw vestigen door kieming bij gebrek aan droogvallende bodems. Daarnaast kunnen ook soorten als de rietstengelboorder en rietwortelstokboorder een rol spelen in de achteruitgang van het oppervlak riet (Vulink & Van Eerden 1998). Ondergedoken waterplanten komen vaak voor in de vroege successie, maar nemen vaak over de tijd af, met name door een toename van bodemwoelende vis die zorgt voor troebelheid of door algenbloei door hoge nutriëntgehalten in het water. Eventueel blijven als laatste drijfbladvegetaties over, tenzij die ook worden opgegeten of verdwijnen door windwerking als het oppervlak open water toeneemt. Gedurende voortschrijdende successie ontstaat gaandeweg een scheiding van water- en land habitats, waarbij de emergente vegetatie op het land staat en uiteindelijk bos wordt, en er grotere delen open water ontstaan zonder enige vegetatie.

4.4.4 Effecten op moerasvogels

De aanwezigheid van moerasvogels laat een positieve relatie zien met peildynamiek en het areaal aan helofyten dat in het vroege voorjaar onder water staat en in de loop van de zomer geheel of gedeeltelijk droogvalt (Tabel 4.6).

Tabel 4.6. Effecten van peilbeheer op broedvogels. Effecten zijn geclassificeerd op basis van broedvogelinventarisaties. Vermeld is de aanwezigheid in de piekperiode voor de desbetreffende soort. + = enkele broedparen, ++ = tiental - tientallen, +++ = > 100. Vermeld zijn vogelsoorten die kenmerkend zijn voor verschillende moerasstadia (Tabel 2.3).

Table 4.6. Effects of water level management on breeding birds. Effects are classified on the basis of breeding bird inventories. The presence in the peak period for the relevant species is stated. + = a few breeding pairs, ++ = ten - tens, +++ = > 100. Listed are bird species that are characteristic of different swamp stages (table 2.3).

Gebied	Geoorde fuut	Watersnip Kleine plevier, Kluut	Porseleinhoen	Grote karekiet	Roerdomp	Snor	Rietzanger, Blauwborst
Omgekeerd peil (deel IJsseldelta)	-	+	-	-	-	-	-
Vast peil, 5-10 % droogval helofyten (Wieden, Alde Feanen, schil Naardermeer, Jagersveld, Twiske)	-	-	+	-	+	+ / ++	+ / ++
Dynamisch peil, 50-75% droogval helofyten (Houtwiel)	-	+	++	-	++	++	+++
Dynamisch peil, 50-75% droogval rietaanplant (deel Rijnstrangen, IJsseldelta)	-	+	-	+	+	+	+
Dynamisch peil, 30-50% droogval waterbodems (Zuidlaardermeergebied, Groene Jonker, Dannemeer, Harderbroek)	- / ++	+ / ++	++	- / +	+	+ / ++	++

Opvallend is de vestiging van grote geoorde fuutkolonies in hoogdynamische gebieden in het eerste jaar van inundatie (Zuidlaardermeergebied, Groene Jonker, Dannemeer) met voor Nederland een unieke vestiging van witwangstern (Zuidlaardermeergebied). De dichte veenwortelvegetaties die op het moment van vestiging in het Zuidlaardermeer aanwezig waren dienden als drijvende eilanden waarop de nesten gebouwd werden (Krol 2015a), analoog aan krabbenscheer als nestplaats voor zwarte sterns.

Beide soorten blijken qua nestplaatskeuze opportunistisch. Recentelijk broedden ze in het Zuidlaardermeergebied op plantenresten op droogvallende grond tussen pitruspollen (mededeling A. Hut). Deze ervaringen sluiten aan bij een breed spectrum aan waterplanten en modderige oevers, die door beide soorten als nesthabitat gebruikt worden (Van der Winden 2005, Del Hoyo *et al.* 1996).

Pionierbroedvogels als kleine plevier en/of kluut verschenen niet alleen in deze gebieden met grote peildynamiek. Ook, hetzij in kleinere aantallen, verschenen zij in de gebieden met geringere peilfluctuaties, waar jaarlijks een beperkt oppervlakte onbegroeide bodems droogvalt. Vestigingen van het porseleinhoen deden zich voor in graslandgebieden die niet zijn afgegraven en waar een groot aandeel 's winters onder water staat (Zuidlaardermeergebied, Houtwiel). Grote karekieten zijn gemeld uit Dannemeer, Rietmoeras IJsseldelta en Rijnstrangen, waar krachtig waterriet zich ontwikkeld heeft bij een (sterk) uitzakkend peil in het groeiseizoen. Waarnemingen van grote karekieten in het Rietmoeras IJsseldelta (mei-juli, 2019-2020) wijzen op broedgevallen. Of dit ook het geval is in Dannemeer (zangwaarnemingen eind mei – eind juni, 2018-2020) en Rijnstrangen (waarnemingen van zang en roep, 2020) is niet bekend. Deelpopulaties van betekenis hebben zich (nog) niet ontwikkeld. Roerdomp en snor blijken zeer gevoelig voor de waterstand in rietkragen en rietvelden; de snor heeft echter genoeg aan een kleine oppervlakte in water staand rietland (Van der Hut 2001, 2003). Rietzanger en blauwborst zijn het talrijkst in de drogere rietvelden met wilgopslag en/of ruigtezones.

4.4.5 Deelconclusie

Een kwantitatieve relatie tussen peilvariatie, moerasvegetaties en broedvogelaantallen kan in de meeste gebieden niet afgeleid worden, omdat het peilverloop, de ruimtelijke variatie in maaiveldhoogte en/of kaarten met vegetatiestructuurtypen ontbreken. De ervaringen tot dusver lijken op de volgende relaties en processen te wijzen:

- Er zijn grote verschillen in het areaal aan waterplanten, pioniersvegetaties, waterrietzones en natte rietvelden. In de hoog dynamische moerassen zijn grote plassen aanwezig en verschijnen pioniersvegetaties op grote schaal, maar waterplanten, waterrietkragen en natte rietvelden zijn beperkt tot smalle zones of ontbreken. Hiermee samenhangend treden vestigingen op van geoorde fuut, kluut en kleine plevier;
- In niet-vergraven gebieden met hoge peildynamiek ontwikkelt zich op voormalige graslandpercelen halfopen pitrus-liesgras vegetaties met forse aantallen porseleinhoen;
- Waterriet- en lisdoddenvelden ontwikkelden zich min of meer grootschalig in oeverzones en vergraven terreindelen met een seizoenvolgend (in de loop van het groeiseizoen uitzakkend) peil - hier vestigden zich o.a. roerdomp en snor;
- Krachtig waterriet met grote karekiet is aangetroffen in kleigebieden met seizoenvolgend peil;
- In gebieden met een min of meer vast peil lijkt successie (op permanent droge gronden) tot ruig rietland en opslag het snelst te gaan.

De spectaculaire kolonisaties van geoorde fuut, witwangstern en porseleinhoen in de jonge moerassen, net als vestigingen door grote karekiet en hoge dichtheden van onder meer roerdomp vestigen de aandacht op de condities die qua peilbeheer nodig zijn voor dergelijke ontwikkelingen. Voor al deze soorten blijkt een groot verschil tussen winter- en zomerpeil en/of inundatie van een relatief groot areaal aan moerasvegetaties cruciaal te zijn.

Hierbij is droogval essentieel. In de moerassen die bezocht zijn komen geoorde fuut, watersnip, kleine plevier, kluut, porseleinhoen, grote karekiet, roerdomp en snor verreweg het meeste voor in de gebieden met een dynamisch peil (Tabel 4.6).

Minder duidelijk is in hoeverre de situatie op langere termijn voor soorten gunstig kan zijn, bijvoorbeeld door af en toe een reset uit te voeren met extreem laag of juist hoog waterpeil.

Dergelijke experimenten zijn gaande in het Zuidlaardermeergebied, Dannemeer en Groene Jonker, maar ook buiten de onderzochte gebieden, zoals in Wetering oost en Oostvaardersplassen. In de Groene Jonker is de afgelopen jaren een droogval vroeg in het jaar ingezet door middel van een lager maximumpeil in de winter; in de Kropswolderbuitenpolder (2016, Zuidlaardermeergebied) is 's winters geen water ingelaten, zodat het gebied aan het begin van het groeiseizoen droogviel, in het Dannemeer is het peil in de loop van de zomer als gevolg van weinig neerslag en veel verdamping sterk uitgezakt in de loop van het groeiseizoen (2019, 2020).

In moerassen waar geen natuurlijke waterpeildynamiek aanwezig is, lijkt cyclisch peilbeheer, waarbij natuurlijke waterpeildynamiek wordt nagebootst, een kansrijke methode om voor een reset van de vegetatiesuccessie te zorgen, en daaropvolgend een piek in aantallen water- en moerasvogels. Peilexperimenten, waarbij een tijdelijk laag peil en droogval over meerdere jaren werd ingesteld zoals in het Volkerak-Zoommeer en de Oostvaardersplassen, hebben in het verleden laten zien dat dit leidt tot een sterke uitbreiding van riet- en lisdodde vegetaties en pionierplanten zoals moerasandijvie en ondergedoken waterplanten, die onder deze omstandigheden kunnen kiemen en zich snel kunnen uitbreiden (Coops and Hosper 2002, ter Heerdt 2016). Deze tijdelijke meerjarige peilverlagingen met droogval en bijbehorende vegetatieveranderingen resulteerden in een zeer sterke toename van water- en moerasvogels (Vulink and Van Eerden 1998, Beemster *et al.* 2002, Beemster *et al.* 2010). In een aantal moerasgebieden in midden Nederland werd een sterke relatie gevonden tussen de uitbreiding van moerasvegetatie in het water en waterdiepte (Sarneel *et al.* 2014): in de Groene Jonker en Nieuwe Keverdijkse Polder breidde de moerasvegetatie zich snel uit in het zeer ondiepe water (mits beschermd tegen vraat door ganzen en/of muskusratten), terwijl dit veel langzamer ging in gebieden met een steil talud en dieper water. Dit kan variëren voor verschillende plantensoorten: zo is de vestiging en groei van riet het beste in zeer ondiep water met droogval door peildynamiek, terwijl lisdodden het juist beter doen bij een stabiel waterpeil zonder droogval.



Rietzanger (foto Erik Klop).
Sedge Warbler (photo Erik Klop).

Tabel 4.7. *Peilbeheer in moerasgebieden in de jaren 2018-2020 (nadere uitwerking van Tabel 4.4). Het aandeel dat 's winters onder water staat en het deel dat 's zomers droogvalt betreft schattingen op basis van peilgegevens 2016-2020, satellietfoto's en luchtfoto's Google Earth 2018-2020.*

Table 4.7. *Water level management in wetlands in the years 2018-2020 (further elaboration in table 4.4). The proportions of water in winter and the part that falls dry in summer are estimates based on level data 2016-2020, satellite photos and aerial photos Google Earth 2018-2020.*

Gebied	Seizoensfluctuaties (verschil winterpeil – zomerpeil)	Droogval waterbodem en moerasvegetaties	% droogval van waterbodem	% helofyten in water ('s winters)
Zuidlaardermeer – Kropswolderbuitenpolder/ Westerbroekstermadepolder	Normaal 30 cm, in extreem jaar tot 100 cm	Ondiepe delen vallen als beheermaatregel geheel (2016) en in droge zomers deels droog (2018-2020)	45/50	10/20
Zuidlaardermeer – Oeverpolder/ Groene polder	Normaal 30 cm, in droog jaar 80 cm	In droge zomers vallen grote delen droog (2018-2020)	40	20
Houtwiel Midden	Normaal 25 cm, in droog jaar 55 cm	Normaal vallen moerasvegetaties ca 50%, in droge zomers ca 75% droog (2018-2020)	5	75
Alde Feanen drie deelgebieden	20-50 cm? (Actief peilbeheer)	Peilbeheer via stuwen, beperkte droogval	0	75
De Wieden Hoogwaterzone, Beulakerpolder	0 cm (boezempeil)	Inundatie moerasvegetaties beperkt door neerslag/ verdamping / aanvoer vanuit landbouwgebied	0	10
Jagersveld oost	0 cm (boezempeil)	Inundatie helofyten ca 5% op geïsoleerde stukken	5	5
Twiske moerasgebieden	0 cm (Zuid) /20 cm (Noord)/ 40 cm (Belt)	Inundatie helofyten ca 5% op geïsoleerde stukken	5	10
Schil Naardermeer	5 cm (Keverdijk Z)/ 20 cm (Bovenmeent)/ 30 cm (Keverdijk N)	Inundatie helofyten beperkt op geïsoleerde stukken	0/0/5	2/5/10
Groene Jonker	Normaal 40 cm, in droog jaar 10 cm (verlaagd winterpeil, gebied valt dan eerder droog)	Droogval waterbodems ca 45% (2018-2020)	45	2
Dannemeer	Normaal 30 cm, in droog jaar 60 cm	Waterbodem normaal 20%, in droge zomers ca 30% (2018-2020)	30	2
Harderbroek Plan Roerdomp	Fluctuaties ca 70 cm	Oeverzones en waterbodems vallen droog bij zeer laag peil	60	2
Rietmoeras IJsseldelta	30 cm; deel omgekeerd peil 15 cm hoger in zomer	Binnen peilgebied vallen moerasvegetaties geheel droog, waterbodems vallen niet droog	0	50
Rijnstrangen Erfkamerlingenschap	Grondwaterstand fluctueert met rivierpeil	Binnen peilgebied vallen moerasvegetaties geheel droog, waterbodems vallen niet droog	0	60

4.5 Zaadbank en bronpopulaties

4.5.1 Inleiding

In voedselrijke moerassen kan de beginfase van de vegetatieontwikkeling explosief verlopen, waarbij één of enkele soorten dominant zijn. Dit treedt vaak op bij natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden, maar niet duidelijk is of dit altijd het geval is. Hierbij doet zich de vraag voor wat de rol is van aanwezige bronpopulaties en zaadbanken in de – soms vlak dekkende – vestiging van bijvoorbeeld veenwortelvelden, tandzaadvegetaties, pitrus-liesgrasvegetaties, rietkragen of wilgopslag.

Op voormalige landbouwgrond is doorgaans slechts een zeer beperkte levensvatbare bronpopulatie aanwezig in de vorm van een zaadbank van helofyten (Blomqvist *et al.* 2003). Zaden moeten dan – in het geval van omvorming naar natuur – van elders komen en wordt van een deel van de soorten, zoals lisdodden en riet, met de wind verspreid en van andere soorten via water of waterdieren. Algemeen bekend is dat wilgen zich zeer makkelijk kunnen vestigen vanuit omliggende wilgenopslag via zaad. Dit wordt echter vaak als een negatieve ontwikkeling beschouwd, omdat het gebied met een laag peil snel kan dichtgroeien met wilgen. Pitrus, aanwezig op niet geplagde gronden, kan snel zeer dominant worden (Lamers *et al.* 2009). Deze ontwikkeling wordt als negatief beschouwd voor blauwgraslanden of andere soortenrijke graslanden (Lamers *et al.* 2009). Voor moerassen hoeft dit echter niet het geval te zijn, omdat open pitrusvegetaties in ondiepe plassen een belangrijke functie kunnen vervullen als bijvoorbeeld broedhabitat voor sterns en geoorde fuut, en halfopen pitrusvegetaties in ondiep water voor porseleinhoen.

4.5.2 Ervaringen in de twaalf gebieden

In drie gebieden zijn veenwortelvelden verschenen in het jaar van inundatie: Kropswolderbuitenpolder, Dannemeer en Groene Jonker. Tegelijkertijd vestigden zich hier kolonies geoorde futen. Dit zou samen kunnen hangen met geschikte broedgelegenheid, maar mogelijk meer met een explosie van macrofauna als gevolg van hypertrofe omstandigheden. Het is niet duidelijk in hoeverre deze ontwikkeling samenhangt met de aanwezigheid van veenwortel vóór herinrichting.

De snelle kolonisatie van de plassen in het Rietmoeras IJsseldelta door schedefonteinkruid is goed verklaarbaar door de verbinding met het Drontermeer. Krabbenscheervegetaties zijn verschenen of hebben zich uitgebreid waar krabbenscheer al aanwezig was (Hoogwaterzone Wieden, Houtwiel), of is geïntroduceerd (Erfkamerlingenschap, Zuidlaardermeergebied).

Opvallend is het massale voorkomen van tandzaad op de droogvallende gronden in het Dannemeer, de Groene Jonker en het Zuidlaardermeergebied. Vermoedelijk is het verspreidingsvermogen van zaad via watervogels zo groot dat deze soort zich snel kan vestigen. Tandzaad lijkt weinig gegeten te worden door grauwe ganzen. In de Groene Jonker waren uitlopers van riet te zien tot >10 meter van de rietkraag, die opsloegen in een monocultuur van tandzaad. Het tandzaad zou hier als bescherming kunnen dienen voor riet tegen ganzenvraat.

Opslag van schietwilg op (in juni) kale droogvallende bodems heeft zich in de beginfase na herinrichting vooral voorgedaan op afgegraven kleibodems met schietwilgen in de directe omgeving (Rietmoeras IJsseldelta, Plan Harderbroek) en veel minder in bijvoorbeeld het Dannemeer.

Pitrus-liesgrasvegetaties hebben zich in alle geïnundeerde veengraslanden, die niet zijn afgeplagd, meer of minder sterk uitgebreid vanuit aanwezige groeikernen via kieming op droogvallende gronden.

Rietontwikkeling verloopt in de meeste gebieden vrijwel uitsluitend via vegetatieve uitbreiding van wortelstokken. In de gebieden waar riet in de beginfase slechts lokaal en in de vorm van een smalle oeverzone aanwezig was, heeft vestiging c.q. uitgroei nauwelijks plaatsgevonden (Zuidlaardermeergebied, Groene Jonker). Hierbij speelt in elk geval voor een deel (Zuidlaardermeergebied) ook begrazing door grauwe ganzen een rol.

In verschillende gebieden zijn bij de herinrichting perceelsloten met rietkragen gehandhaafd. Deze rietkragen waren voor herinrichting door jaarlijks maaibeheer smal, maar groeiden na de inrichtingsmaatregelen, bijvoorbeeld in het Rijnstrangengebied nabij Aerdtsse Brug (Figuur 4.14). In sommige gebieden vond uitbreiding plaats tot enkele meters breed (Dannemeer, Naardermeer) of tot plaatselijk ca. 10 brede (water)rietzones (Houtwiel, Twiske). In het Harderbroek (Plan Roerdomp) zijn rietkragen voor een belangrijk deel verdwenen, waarschijnlijk door begrazing (Figuur 4.15).

Brede rietkragen en rietveldjes zijn vooral aanwezig in de gebieden met een 'rijke rietstart' in de vorm van rietkragen en enkele rietpercelen. Roerdompen waren het meest aanwezig in de gebieden met brede rietkragen (Wieden, Twiske, Houtwiel); grote karekiet is waargenomen in één gebied met spontane relatief brede rietkraaguitbreiding tot krachtig waterriet (Dannemeer). Gebieden waar riet vanuit de oevers de voormalige percelen zijn ingegroeid tot vlakdekkende, natte rietvelden huisvesten de meeste snorren (Houtwiel, Twiske, Naardermeer, Wieden, Groene Jonker).

Plaatselijk hebben zich in korte tijd velden of brede zomen met grote lisdodde ontwikkeld. Dit heeft zich voorgedaan in de Alde Feanen, het Twiske en Dannemeer. Het gaat om ondiepe waterzones waar na kieming (onder water) in één groeiseizoen vlakdekkende vegetaties zijn ontstaan uit een blijkbaar aanwezige zaadbank. Het is de vraag wat het effect is op rietvegetaties. In het Twiske werd grote lisdodde in twee groeiseizoenen verdrongen door riet vanuit de randen van het perceel. In het Dannemeer kwam in het naseizoen van 2020 een brede gordel grote lisdodde op voor een rietkraag. Mogelijk wordt de lisdoddenvegetatie hier door ganzen weggegraasd, of groeit het riet uit door de lisdoddenvegetatie heen.

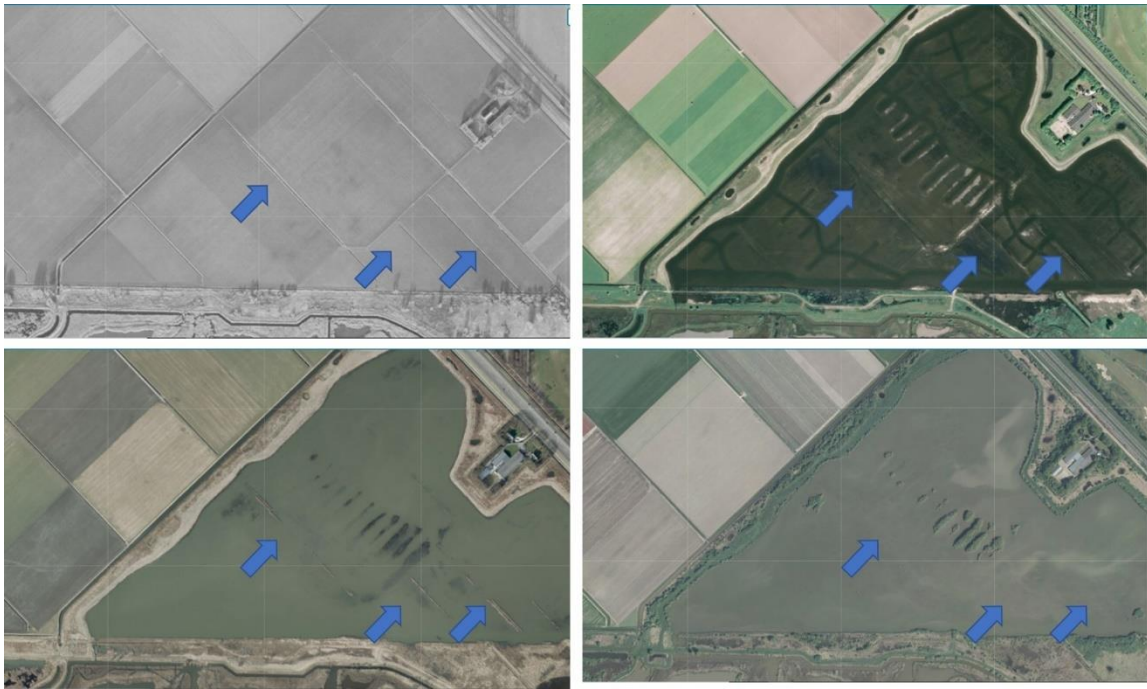
4.5.3 Deelconclusie

- Rietkragen en rietvelden met omvang van betekenis zijn in de twaalf onderzochte moerasgebieden alleen aanwezig waar tijdens de herinrichting kavelsloten met rietkragen zijn gespaard, rietpercelen zijn gehandhaafd of waar na afgraving nieuwe aanplant is aangebracht.
- In hoeverre de aanwezigheid van lokale bronpopulaties of een zaadbank cruciaal was voor grootschalige vestiging van waterplanten, pioniersoorten, andere helofyten en wilgenopslag is niet goed duidelijk. De vestiging van waterplanten en de omvang van wilgenopslag in de beginfase lijkt samen te hangen met de aanwezigheid van bronpopulaties in de directe omgeving. Aan de andere kant zijn de eutrofe moerassen rijk aan ganzen en grondeleenden in rui-, doortrek of winterperiode, die dagelijks pendelen tussen slaapplaats en foerageergebied en die zich in de loop van het jaar over grote afstanden kunnen verplaatsen en effectieve zaadverspreiders zijn. Daarbij gaat het om geconsumeerd zaad, dat intact het verteringskanaal passeert (endozoöchorie, Soons *et al.* 2016), van een breed spectrum aan pioniersoorten, maar ook van riet en rietgras (Farmer *et al.* 2017), waterplanten (fonteinkruiden) en helofyten (mattenbies; Figuerola *et al.* 2010).



Figuur 4.14. Rietontwikkeling in de Aerdtsse brug. Riet breidt zich uit vanuit een gedempte sloot (voorground) en vanuit een bestaande sloot die intact gelaten is tijdens de inrichting (achtergrond) (foto Jim de Fouw).

Figure 4.14. Reed development in the Aerdtsse brug. Reeds expand from a soil filled ditch (foreground) and from an existing ditch that was left intact after the redevelopment (background) (photo Jim de Fouw).



Figuur 4.15. In het Harderbroek, Plan Roerdomp, functioneerden bestaande rietsloten tussen de akkers (linksboven, 2006) na de inrichting (rechtsboven, 2007) als bronpopulatie voor rietuitbreiding. In 2010 was dit nog zichtbaar (linksonder) maar na verloop van tijd verdween het riet, waarschijnlijk door begrazing (rechtsonder, 2018).

Figure 4.15. In the Harderbroek, Plan Roerdomp, existing reed ditches (top left, 2006) after the development (top right, 2007) these function as source population for reed expansion. In 2010 this was still visible (bottom left) but over time the reeds disappeared, probably due to grazing.

4.6 Vegetatiebeheer

4.6.1 Riet aanplant

Rietvelden zijn karakteristiek en belangrijk voor Nederlandse moerassen. Van nature groeit riet langs de waterkant waar het vanaf de oevers het water in groeit. Dit wordt ook wel waterriet genoemd. Het vervult een rol bij verlandingsprocessen in moerassen, maar is ook een belangrijk habitat voor moerasfauna en voor karakteristieke moerasvogels. Waterriet staat in Nederland sterk onder druk. Het areaal is de laatste decennia aanzienlijk afgenomen, maar de oorzaken verschillen enigszins per locatie (zie ook paragraaf 4.7). Daarom is behoud en herstel van riet langs meren en plassen een van de doelstellingen die in de Natura 2000 en Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) worden gesteld. In veel natuurgebieden is rietontwikkeling daarom gewenst maar vaak komt het niet op gang, vooral wanneer bronpopulaties (rietsloten, rietvelden) van vóór de herinrichting niet of nauwelijks aanwezig zijn en wanneer de rietontwikkeling door vraat door herbivoren (vooral watervogels) wordt belemmerd. In deze omstandigheden is het aan te bevelen om de vegetatieontwikkeling te sturen in de gewenste richting en is het soms ook nodig om de gewenste soorten op een slimme manier te introduceren. Riet aanplanten kan door het uitzetten van stekken, maar nog beter is het om wortelstokken aan te brengen. Vestiging van riet vanuit zaad verloopt uiterst moeizaam. Omdat het aangeplante riet gevoelig is voor vraat zal het riet in ieder geval tijdelijk moeten worden beschermd tegen vraat met rasters (Lucassen *et al.* 2017). Daarnaast is het van belang dat de juiste abiotische condities aanwezig zijn of worden gecreëerd tijdens de groeifase en instandhouding, zoals voldoende diep water, indien mogelijk aangepast waterpeil en voldoende voedingsstoffen in de bodem (of via het oppervlaktewater).

4.6.2 Maaibeheer

Intensief beheer in de vorm van maaien en afvoeren levert in veel gevallen voldoende resultaat op om de bestaande (gewenste) vegetaties in stand te houden. Nutriënten in het bovengrondse organisch materiaal worden afgevoerd, waardoor ze uit het systeem worden onttrokken (Smolders *et al.* 2006). Echter, bij landbouwgronden, die intensief zijn bemest, is deze vorm van beheer niet afdoende om de hoeveelheid fosfaat in de bodem snel te verlagen. Het kan vele jaren duren, bij sterk bemeste percelen vaak tot 200 jaar, voordat zoveel nutriënten zijn verwijderd dat er sprake is van een voedselarme bodem (Smolders *et al.* 2006; Lamers *et al.* 2005). In voedselrijke moerassen komt deze vorm van beheer alleen voor in terreindelen met veenmos- of varenrietland.

In veel (voedselrijke) rietmoerassen wordt rietmaai-beheer uitgevoerd om verruiging en opslag te voorkomen. Het kan gaan om cyclisch maaibeheer, waarbij fasegewijs rietpercelen bijvoorbeeld eens in de drie jaar gemaaid worden, om rietoogstpercelen waar stroken en oeverhoeken blijven staan ten behoeve van moerasvogels, of om rietkragen die bijvoorbeeld om het jaar gemaaid worden om sloten voldoende open te houden ten behoeve van het water(kwantiteits)beheer.

4.6.3 Krabbenscheer introductie

Krabbenscheervegetaties zijn belangrijk omdat goed ontwikkelde vegetaties, met een gradiënt van open water naar verlanding, rijk zijn aan (macro)fauna (De Jong, 2000). Smolders *et al.* (2019) beschrijven een aanpak voor het introduceren van krabbenscheer in voedselrijke sloten in het veenweidegebied, maar dit kan ook worden toegepast in eutrofe moerassen. Vanwege de zelf-facilitatie neemt de kans op een succesvolle vestiging bij herstelbeheer toe naarmate er meer planten worden geïntroduceerd. Geadviseerd wordt om bij de introductie van krabbenscheer tenminste enkele honderden planten in te brengen. De kans dat een kleine groep planten het uiteindelijk redden, is erg klein (Figuur 4.16). Bij introductie is het ook belangrijk om de ingebrachte planten bij elkaar te houden, bijvoorbeeld door het maken van een tijdelijke gaasconstructie. Wanneer de planten te ver uit elkaar drijven, kan er immers geen zelf-facilitatie plaatsvinden.

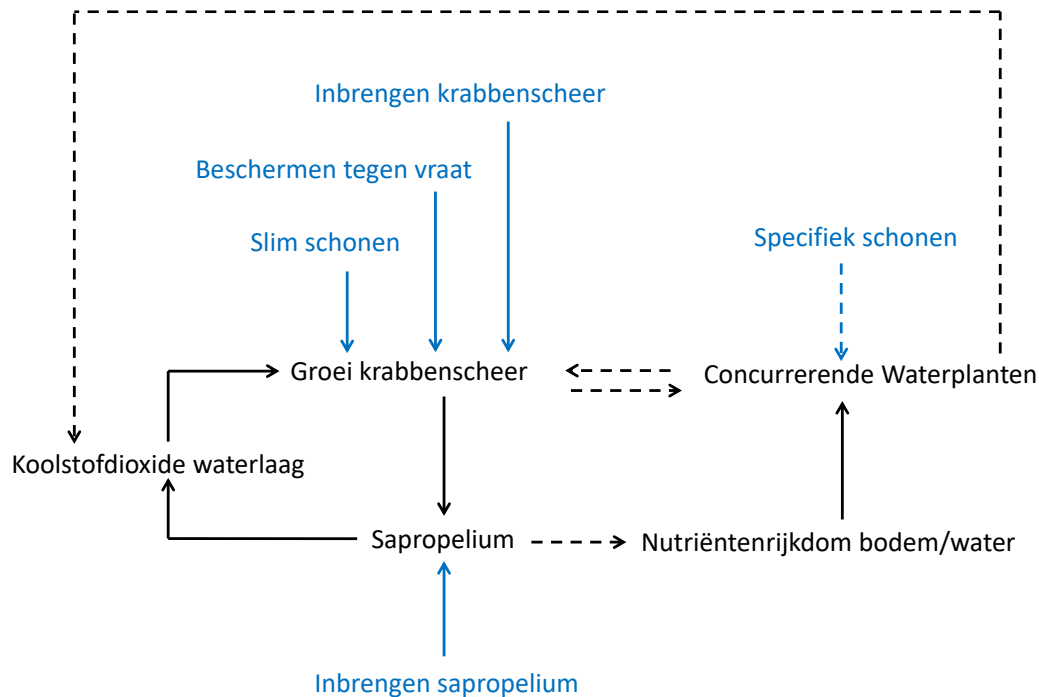
Bijkomend voordeel van deze tijdelijke kooiconstructie is dat de planten minder gevoelig zijn voor vraat door o.a. watervogels. Vraat door vogels kan met name de vestiging van krabbenscheer ernstig bemoeilijken. Het beste is om de planten te introduceren aan het begin van het groeiseizoen, nog voordat de planten wortels beginnen te maken.

Wanneer krabbenscheer eenmaal begint te groeien dan vormt zich door de vaak uitbundige groei, zeker onder voedselrijker condities, een laag van onvolledig afgebroken, dode plantenresten. Deze laag wordt ook wel sapropelium genoemd. Dit sapropelium bedekt de bodem en vormt als het ware een nieuw substraat waarin de planten wortelen. Deze laag is niet alleen minder dicht maar bevat in voedselrijke veenweidegebieden per liter bodem vaak ook (veel) minder nutriënten dan de oorspronkelijke bodemlaag. De sapropeliumlaag speelt een belangrijke rol bij de zelf-facilitatie van de soort. Krabbenscheer bindt veel koolstofdioxide uit de atmosfeer. Wanneer de dode biomassa afbreekt, komt het koolstofdioxide deels weer vrij in de bodem. Vanuit de bodem komt het koolstofdioxide in de waterlaag terecht, waardoor in het voorjaar de onderwater fotosynthese en hiermee zowel de groei als het opdrijven van de ondergedoken planten wordt bevorderd. Krabbenscheer creëert dus zijn eigen milieu met een hogere beschikbaarheid van koolstofdioxide in de waterlaag boven de bodem. Als gevolg van de vorming van sapropelium treedt er ook een geleidelijk verlanding van het open water op. Verder kan ook worden overwogen om vooraf een sapropeliumlaag uit een goed ontwikkelde krabbenscheervegetatie aan te brengen. Hierdoor wordt de kans op een succesvolle vestiging van krabbenscheer groter (zie Figuur 4.17). Het schonen van sloten heeft een belangrijk effect op de ontwikkeling van krabbenscheervegetaties en het is aan te bevelen om hier informatie over in te winnen. De planten die uit de sloten gehaald worden, kunnen worden gebruikt om elders in het gebied een nieuwe krabbenscheervegetatie te starten. Omdat krabbenscheer sapropelium vormt, wordt een sloot of plas met veel krabbenscheer uiteindelijk ook snel ondieper. Dit betekent dat er ook regelmatig sapropelium uit de sloot gehaald zal moeten worden om een complete verlanding te voorkomen, tenzij verlanding juist wordt nagestreefd. Dit sapropelium kan weer gebruikt worden om elders in het gebied de ontwikkeling van een krabbenscheervegetatie op gang te brengen.



Figuur 4.16. Links: klein groepje geïntroduceerde krabbenscheerplanten in een eutrofe veenweidesloot dat wordt overgroeid door smalle waterpest (*Elodea nuttallii*). Rechts: veenweidesloot met een uitgestrekte krabbenscheervegetatie (foto's Esther Lucassen).

Figure 4.16. Left: small group of introduced *Stratiotes* plants in a eutrophic peat meadow ditch overgrown by narrow waterweed (*Elodea nuttallii*). Right: peat meadow ditch with extensive *Stratiotes* vegetation (photos Esther Lucassen).



Figuur 4.17. Zelf-facilitatie door een krabbenscheervegetatie in een voedselrijk suboptimaal milieu, zoals het veenweidegebied, en beheermaatregelen (in blauw) die dit proces beïnvloeden. Een doorgetrokken lijn betekent stimulerend; een gestippelde lijn betekent remmend (Smolders et al. 2019).

Figure 4.17. Self-facilitation by a *Stratiotes* vegetation in a nutrient-rich sub-optimal environment and management measures (in blue) that influence this process. A solid line means stimulation; a dotted line means inhibition (Smolders et al. 2019).

4.6.4 Vegetatiebeheer in de bezochte gebieden

Riet aanplant IJsseldelta

In het Rietmoeras IJsseldelta is in twee fasen riet aangeplant (2014 en 2016; Van der Hut 2020). Perceelsloten zijn gehandhaafd, gronden zijn afgegraven - waarbij in één deelgebied een gradiënt in maaiveldniveau is aangebracht - in 'velden' tussen de oude perceelsloten is een structuur van stroken van ca. 5 m breed) en daartussen liggende slootjes of greppels (ca. 5 m breed, maaiveld ca. 20 cm lager) aangelegd. Door middel van een kleine stuw en een pomp is het peil zo ingesteld dat 's winters water op het maaiveld staat en 's zomers droogval wordt bereikt. Op de stroken zijn rietstekken aangebracht en uitgerasterd, in de oeverzones van de oude perceelsloten is vernalen plagsel vlakdekkend uitgestrooid. Het vernalen plagsel groeide binnen 1 seizoen uit tot een vlakdekkende rietkraag. Deze bleef langs de perceelsloten staan, maar aan de rand van groter open water spoelde het in de eerstvolgende winter weg. Op de stroken groeide het riet goed uit en via uitbreiding van wortelstokken vormden zich vlakdekkende rietvelden. In de slootjes tussen de stroken kwam mattenbies, grote lisdodde en kleine lisdodde op en groeide riet vanuit de stroken het water in, zodat deels vlakdekkende rietvelden ontstonden en deels halfopen velden (Figuur 4.19). Drie jaar na aanplant vestigden zich roerdomp en grote karekiet. Daarnaast is de dichtheid hoog aan watervogels die gebonden zijn aan waterriet, zoals dodaars en meerkoet.

Direct grenzend aan het rietmoeras zijn rieteilanden en een rietkraag aangelegd op de hoek van het Drontermeer en het Reevediep in de periode januari - maart 2018, met als doel afscherming te bieden van passerende vaartuigen (Van der Hut 2019). De rieteilanden en rietkraag zijn opgebouwd met rietplaggen, geplaatst met een kraan op een ponton, voorzien van de rietwinbak, die speciaal voor dit doel ontwikkeld is.

Om vraatschade door ganzen en eenden aan de aangebrachte rietplaggen te voorkomen is een afrastering aangebracht rondom de rieteilanden en de rietstrook, en witte linten op palen met een raster over de plaggen. Daarnaast is in februari 2019 een golfbreker aangelegd aan de buitenzijde van de rietkraag en het rieteiland om de rietvegetatie te beschermen tegen golfslag vanuit het Reevediep en het Drontermeer. Na twee groeiseizoenen, eind augustus 2019, was de riethoogte gemiddeld 2,2 - 2,3 m boven het maaiveld, de waterdiepte in de rietplaggen in de rietoever ca. 20 cm. De ruimte tussen de plaggen was dichtgegroeid met en riet en plaatselijk kleine lisdodde, zodat een vlakdekkende rietvegetatie gevormd was.

Rietaanplant Alde Feanen

In de Alde Feanen zijn rietstekken aangeplant in de Lyste Saitepolder en rietplaggen in Headams Kampen (2017). Rietstekken zijn aangebracht op afgeplagd rietland, waarna het peil is opgezet en het riet is uitgerasterd. Rietplaggen zijn verspreid aangebracht in greppels in grasland. Vervolgens is het peil opgezet. Na drie tot vier groeiseizoenen (2020) heeft het riet zich in Headams Kampen uitgebreid tot rietveldjes, rietstroken en een mengvegetatie van pitrus en riet. Snor heeft zich hier gevestigd. In de Lytse Saite Polder is een vlakdekkend rietveld ontstaan, waar roerdomp en snor zich hebben gevestigd.

Rietaanplant Rijnstrangen

In het Erfkamerlingschap zijn delen van het gebied afgegraven (50-80 cm) om voldoende waterdiepte te creëren om het aangeplante riet te laten ontwikkelen. Het waterpeil (10-15 cm) wordt gereguleerd binnen gegraven compartimenten waar ganzen werende maatregelen zijn getroffen in de vorm van rasters en overspanningen met linten. De basis voor de inrichting zijn experimenten die zijn gedaan in 2010-2013 en ervaring met rietaanplanten in het nabije Park Lingezegen (Lucassen *et al.* 2017). Riet is ingeplant met behulp van kleine rietzoden die eerst in emmers zijn opgegroeid tot een minimale hoogte voor deze zijn geplant. Uiteindelijk moet er 12 ha riet geschikt voor o.a. grote karekiet en roerdomp worden gerealiseerd. De ontwikkelingen dusver laten een zeer positieve ontwikkeling zien van dichte hoge rietkragen (Figuur 4.20).

In het kader van natuurcompensatie is er langs de Rijnstrangen nabij Aerdt in 2019 een gebied (Aerdts brug) van 25 ha gerealiseerd voor natuur. De compensatie is gericht op het versterken van natuur in de omstreken: gericht op broedbiotoop voor moerasvogels en meren met krabbenscheer. In het gebied is riet uitgegroeid vanuit bestaande voormalige sloten en aangeplant met behulp van kluiten met rietwortels uit de oevers van gedempte sloten en zijn in 5 m brede vlakken met afrastering geplaatst (Figuur 4.21).

4.6.5 Maaibeheer

Intensief beheer in de vorm van maaien en afvoeren om de bestaande (gewenste) vegetaties in stand te houden komt alleen voor in het Jagersveld, waar verlande sloten aanwezig zijn met smalle stekelvaren, veenmos, zonnedaauw en veenbes. Deze verlandingssituaties waren al aanwezig voor herinrichting. Dit geldt ook voor de ontwikkeling van veenmosrietland in het Houtwiel. Hier wordt echter geen riet gemaaid, omdat de veenmosrietlanden moeilijk bereikbaar zijn. Hier is overigens sprake van een aanzienlijke veenmosvorming. In voedselrijke moerassen komt deze vorm van beheer alleen voor in terreindelen met veenmos- of varenrietland waar de situatie al schraler was vóór de inrichting.

Cyclisch rietmaai-beheer komt in de 12 onderzochte moerasgebieden uitsluitend voor in het Twiske, waar op een rietoogstperceel jaarlijks stroken en oeverhoeken blijven staan. Het effect van de maaicyclus op de terreingeschiktheid voor moerasvogels is in dit gebied onderzocht (Van der Hut 2000). De snor bijvoorbeeld vestigde zich in riet van minimaal 3 jaar oud en bereikte de hoogste dichtheid in rietbestanden van 9-11 jaar oud; voor de rietzanger waren deze kengetallen 1-2 resp. 12-15 jaar, voor de sprinkhaanzanger 9-11 resp. 12-15 jaar.

In Nederlandse moerasgebieden met rietooft bereiken de meeste moerasvogels de hoogste dichtheid in overjarig riet; het porseleinhoen is in dit opzicht een uitzondering en komt het meest voor in jonge, open en nog lage rietvegetaties (Van der Winden *et al.* 2003).

4.6.6 Krabbenscheer

In het Zuidlaardermeergebied en de Rijnstrangen zijn op een paar locaties krabbenscheer met succes uitgezet in respectievelijk een aantal sloten en uitgegraven delen. Dit kan bijdragen aan een gradiënt van open water naar verlanding.

4.6.7 Deelconclusie

- Bij onvoldoende bronpopulaties (o.a. bestaande sloten met riet of rietvelden) die na de herinrichting nog aanwezig zijn, kan het aanplanten van riet een goede oplossing zijn om brede rietkragen/-velden te creëren;
- Cruciaal is vooraf goed voor ogen te hebben wat de mogelijkheden zijn met het waterpeil, zoals de ganzenbegrazing te sturen met het peilbeheer, de vestiging van wilgen te remmen, etc.;
- Door waterpeilmeetstations te installeren en de rietontwikkeling goed te monitoren kan er goed in beeld worden gebracht wat wel werkt en wanneer, dat maakt bijsturen makkelijker. Deze meetstations kunnen bestaan uit goedkope duurzame digitale loggers;
- Bij droogval groeit riet uit, maar het heeft tijd nodig. Overweeg een langere periode van droogval in de juiste periode (gedurende meer dan twee groeiseizoenen of meer dan 2 jaar), en let daarbij op de periode waarin wilg kan kiemen op droogvallende delen;
- Volg het natuurlijke peil: zomer laag en winter hoog;
- Maatregelen tegen vraat zijn cruciaal tijdens de eerste groeifase en overweeg ze langer te laten staan;
- Ook zonder peilbeheer is het mogelijk om rietkragen/-velden te creëren met stevig hoog riet (zie Erfkamerlingschap waar het peil afhankelijk is van het water uit de Rijn).



Figuur 4.18. Aanleg van rieteilanden in het Drontermeer. Gebruik van volledige rietplaggen resulteerden in goed ontwikkelde rietvelden binnen een jaar na aanleg (foto's Projectbureau IJsseldelta).

Figure 4.18. Construction of reed islands in the Drontermeer. Use of complete reed sods resulted in well-developed reed beds within a year of construction (photos Projectbureau IJsseldelta).



Figuur 4.19. Rietontwikkeling in het Rietmoeras IJsseldelta (uit: Van der Hut 2016).

Figure 4.19. reed development in at the IJsseldelta (from: Van der Hut 2016).



Figuur 4.20. Rietmoeras Erfkamerlingschap (Rijnstrangen). Recent aangeplant riet (2020) (boven) en compartimenten waarbinnen het riet 3 jaar oud is (onder) (foto's Jim de Fouw).

Figure 4.20. Reed swamp at Erfkamerlingschap (Rijnstrangen). Recently planted reed (2020) (above) and compartments with 3 years old reed development (photos Jim de Fouw).



Figuur 4.21. Natuurcompensatie Aerdtsse Brug. Voormalige afgegraven landbouwgrond met riet dat groeit uit een bronpopulatie in een gedempte sloot (rechtsboven). Kluiten rietwortels uit de oevers van gedempte sloten zijn in 5 m brede vlakken met afrastering geplaatst (linksonder). Jonge wilgengroei, waarbij de waterlijn eerder in het jaar goed zichtbaar is (rechtsonder). Deze ontwikkeling illustreert hoe wilgen zich in de vroege fase kunnen vestigen op de droge zones en wat het effect is van het waterpeil tijdens de vestigingsfase van schietwilg.

Figure 4.21. Nature compensation Aerdtsse Brug. Former excavated farmland with reeds growing from a source population from old ditch (top right). Reed sods roots riverbanks placed in 5 m wide areas with fencing (bottom left). Young willow growth, where the waterline is clearly visible earlier in the year (bottom right). This development illustrates how willows can settle in the arid zones in the early phase and the effect of the water level during the white willow settlement phase.

4.7 Begrazing door ganzen en andere vormen van spontane begrazing

4.7.1 Inleiding

In moerassen kan begrazing van helofyten optreden door een breed spectrum aan soorten die op eigen beweging, al dan niet onbedoeld geïntroduceerd, zich hebben gevestigd. Grauwe ganzen springen in de huidige situatie direct in het oog als begrazers van riet, lisdodden en andere helofyten. Ook andere watervogels, zoals knobbelzwaan en meerkoet, of soorten als muskusrat en beverrat kunnen helofyten begrazen. In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan begrazingsdruk onder 'natuurlijke' omstandigheden, dat wil zeggen zonder specifieke maatregelen om de begrazingsdruk te beperken. Vormen van beheer, gericht op het sturen van begrazingsdruk, worden besproken in paragraaf 4.8.

Watervogels en vooral ganzen kunnen een sterk effect kunnen hebben op de aanwezigheid van oever- en waterplanten (zie o.a. Esselink et al. 1997, Coops et al. 2004, Bakker 2010, Vulink et al. 2010, Beemster et al. 2012, Sarneel et al. 2012, Bakker et al. 2018). Vooral rietvegetaties worden sterk begraasd. In eutrofe moerassen heeft riet een belangrijke functie. Vooral waterriet (riet in oeverzones en rietvelden die in water staan) vormt een belangrijk broed- en foerageerhabitat voor moerasvogels zoals kleine- en grote karekiet, snor, woudaap, roerdomp, maar ook voor de grauwe gans. Riet dat in diep eutroof water groeit aan de oevers van meren en strangen kan dik en tot 4 m hoog worden; dit type is het optimale leefgebied van grote karkiet en woudaap.

Waterriet staat in Nederland onder druk; het areaal is de laatste decennia aanzienlijk afgenomen (Graveland & Coops 1997, Graveland 1998, 1999). De situatie verschilt enigszins per locatie, maar sturend is vaak een combinatie van factoren, zoals afname peildynamiek, kadevorming, voedseltekort via bodem en water en vraat door herbivoren, waaronder muskusratten, beverratten (sinds 1960) en de laatste decennia grauwe ganzen (Van der Burg & Vermaat 2017, Van der Winden et al. 2018, Verstijnen et al. 2019, Van der Winden et al. 2020). De muskusrattenpopulatie is inmiddels fors gedecimeerd en beverratten zijn vrijwel uitgeroeid. Effecten van deze soorten op rietvegetaties zijn daarom aanzienlijk minder dan in de jaren zestig en zeventig van de vorige eeuw. Effecten door herbivore watervogels zijn daarentegen sterk toegenomen. Hoewel er ook andere oorzaken zijn voor de afname van waterriet wordt op dit moment verjonging en vegetatieve uitgroei van riet in water in een groot aantal nieuwe en oude wetlands beperkt door vraat door herbivoren. In een aantal gebieden is dit verband onderzocht, zoals in de Loosdrechtse Plassen (Van der Winden 2016), Reeuwijkse Plassen (Van der Winden & Gemeren 2018), Noordelijke Randmeren (Van der Winden et al. 2018), Wieden en Weerribben (Van der Winden 2021) en op de Marker Wadden (Van der Winden 2019).

Naast negatieve effecten kunnen ganzen ook in specifieke situaties een positieve functie hebben. In de Oostvaardersplassen bijvoorbeeld is begrazing door grauwe ganzen, naast waterpeilbeheer, een belangrijke sturende factor in de ontwikkeling van de oevervegetatie en vooral van riet (Vulink et al. 2010, Beemster et al. 2012). Sinds de jaren zeventig komen grauwe ganzen naar dit gebied om te ruïen, waarbij ze massaal foerageren op het jonge uitgroeiende riet. Door de ganzenbegrazing ontstaan open plekken in het moeras, dat daardoor geschikt is voor vogelsoorten die een voorkeur hebben voor een habitat van afwisselend ondiep water en halfopen rietvegetaties (Vulink et al. 2009, Beemster et al. 2010, Beemster et al. 2012). Op vogelsoorten die aaneengesloten, overjarige rietvegetaties nodig hebben heeft begrazing een negatief effect. Zij komen niet of nauwelijks voor in het riet dat het jaar daarvoor is begraasd (Beemster et al. 2012).

Omdat we in Nederland te maken hebben met verschillende groepen ganzen, namelijk broedende, ruiende en overwinterende ganzen, en de effecten sterk afhankelijk zijn van de functie van het moeras voor ganzen, is het belangrijk om onderscheid te maken. Het kan verschil maken of het gaat om 1.) ganzen die er broeden en de rietkragen vooral in het voorjaar (april-mei) begrazen of 2.) om paren met jongen die ook in het gebied zelf grazen en in de zomer (juni-september) helofyten eten of om 3.) grote aantallen ruiende onvolwassen vogels die bladriet eten. Deze groepen hebben relatief veel effect op het moeras wanneer ze op rietscheuten grazen. Groepen ruiende ganzen komen heel lokaal voor. In het geval van grote aantallen in de winter worden soms wortelstokken aangevreten. Hierdoor kan de aard en omvang van de effecten van gebied tot gebied en binnen een gebied sterk verschillen.

In de effecten van begrazing kunnen verschillende fases onderscheiden worden. In het eerste stadium van begrazing van bestaande rietkragen in water neemt de rietkraagbreedte af en treedt polvorming op. In de tweede fase is de waterrietzone sterk gefragmenteerd of geheel verdwenen. De oude rietkraag resteert, waarin een dikke strooisellaag aanwezig is en verlanding is opgetreden. Na voortschrijdende vegetatiesuccessie is in de derde fase een harde scheiding tussen land en water ontstaan met een kale oever (zonder riet), waar op de oever ruigtekruiden domineren en/of opslag van wilgen of elzen. Uitbreiding van opslag tot bosvorming gaat in fase vier gepaard met verlies aan rietland achter de oever. In laagveengebieden met legakkers vallen tenslotte bomen om, waarbij oevers en legakkers afbreken. Voor foto's zie https://lowland-ecology.network/userfiles/files/Herstel%20rietkragen%20eilandjes%20Drontermeer_Okt2020_KL.pdf

4.7.2 Ervaringen in de twaalf gebieden

De 12 onderzoeksgebieden verschillen sterk in de aanwezigheid van open water en verschillende moerasstadia, en daarmee de functie voor ganzen. De dichtheid aan broedende grauwe ganzen is (zeer) hoog in Houtwiel, Alde Feanen, Hoogwaterzone Wieden, Naardermeer en Groene Jonker met meer dan 250 broedparen per 100 ha, maar opvallend laag in Twiske, Jagersveld en de zomerpolders in het Zuidlaardermeergebied (Tabel 4.8).

In de gebieden met grote plassen zoals het Zuidlaardermeergebied, Harderbroek en mogelijk ook Dannemeer komen grote groepen ruiende ganzen voor die van elders afkomstig zijn. Slaapplaatsen met flinke aantallen in de winter (honderden of meer) komen in de meeste van de bezochte gebieden voor. In dit geval worden de moerasgebieden door de ganzen in de winter vooral gebruikt om te rusten en te slapen. Foerageren wordt 's winters over het algemeen gedaan in de aangrenzende landbouwgebieden.

Tabel 4.8. Aanwezigheid van grauwe ganzen in de 12 onderzochte moerasgebieden in de jaren 2015-2020.

Table 4.8. Presence of greylag geese in the 12 surveyed wetlands in the years 2015-2020.

Gebied	Oppervlakte gebied / moeras-vegetatie	Broedpopulatie 2018-2020 (broedparen /dichtheid per 100 ha)	Rui-concentratie (influx van elders, aantal vogels)	Slaapplaatsen winterhalfjaar (wintermaximum)	Ganzenbeheer (nest = nestbehandeling, afschot = verjaging/afschot aangrenzend grasland)
Zuidlaardermeer – Kropswolderbuitenpolder/ Westerbroekstermadepolder	480	Ca 200 (2015) / 43	1600 (2015)	?	
Zuidlaardermeer – Oeverpolder/ Groene polder		Geen (?)	1000 (2015)	?	
Houtwiel (Midden)	120	416/ 347	-	Honderden	nest/ afschot
Alde Feanen	45	150/ 333	-	350 +?	
Wieden (Hoogwaterzone, Beulakerpolder)	195	255-400 in 2008-2012	-	Duizenden	
Jagersveld (oost)	27, hele gebied 150	?	-	Geen?	Geen
Twiske (Rietveld, Belt, Leers, Vennen)	28, hele gebied 654	80/ 12	-	>= ca 1.000	Nest?
Naardermeer (Keverdijkse Polder, Bovenmeent)	370	133/ 359 *	-	1470	
Groene Jonker	95	250 / 263	-	2.000 kolgans	
Dannemeer	616	?	Geen?	Honderden	
Harderbroek (Plan Roerdomp)	17 (hele Harderbroek)	250 hele gebied	2500-5000 hele gebied	Duizenden?	Geen
IJsseldelta Rijnstrangen (Erfkamerlingschap)	45	71/ 158	-	Honderden?	Geen

* Broedvogels binnen de kade van het Naardermeer verplaatsen naar de schil om daar te foerageren.

Begrazingseffecten door ganzen zijn tijdens de veldbezoeken veelvuldig waargenomen (Tabel 4.9, Figuur 4.22). De volgende typen van effecten zijn geconstateerd:

- Betreding door broedvogels, die een padennetwerk in nat rietland en rietoevers creëren en open plekken in de rietvegetatie rond de nesten;
- Begrazing van jong bladriet in oeverzones door broedvogels (april – juni);
- Idem door ruiconcentraties van (onvolwassen) ganzen;
- Betreding, begrazing en opgraven van wortelstokken op slaapplaatsen in het winterhalfjaar;
- Opgraven van wortelstokken van riet, grote lisdodde en/of kleine lisdodde in ondiep water in de winter, waardoor in oeverzones of vlakdekkend de moerasvegetatie verdwijnt.

Niet alleen ganzen, ook andere watervogels (o.m. meerkoet, knobbelzwaan) begrazen rietvegetaties en waterplanten. Het is voor beheerders meestal onduidelijk welk effect deze soorten hebben. Daarnaast kunnen muskusratten een aanzienlijk effect hebben. In de huidige situatie is dit zeer beperkt het geval als gevolg van bestrijding.

Beheerders zijn zich bewust van de impact door ganzen en in sommige gebieden worden maatregelen genomen die zichtbaar effect hebben (zie paragraaf rasters/peilbeheer). Begrazingseffecten van ganzen worden echter niet altijd herkend. In sommige situaties kan op het eerste gezicht de indruk bestaan dat de begrazingsdruk meevalt, omdat de oeverlijn van het overjarige riet al vele jaren min of meer op dezelfde plek blijft.

Dit kan veroorzaakt worden door het oeverprofiel (steile oever), maar het is ook mogelijk dat uitgroei van het riet wordt weggegraasd. Tijdens de veldbezoeken bleek dit laatste het geval in onder meer in het Dannemeer, de Keverdijkse Polder (Naardermeer) en het Harderbroek.

Tabel 4.9. Effecten van begrazing door ganzen en andere watervogels op moerasvegetaties. Effecten zijn relatief ingeschat op basis van veldervaringen. Het betreft effecten in deelgebieden zonder bescherming door rasters of peilingrepen.

Ontwikkeling rietoevers en effecten begrazing: + rietoevers breiden uit, o geen effect, - uitbreiding wordt weggegraasd, -- rietoevers worden teruggedrongen.

Table 4.9. Effects of grazing by geese and other waterfowl on swamp vegetation. Effects are estimated and based on field experiences. This concerns effects in subareas without protection of raster's or sound interventions. Reed banks development and grazing effects: + reed banks expand, o no effect, - expansion is grazed away, -- reed banks are pushed back.

Gebied	Oppervlakte gebied / moerasvegetatie	Effect op riet/lisdoden-vegetatie	Effecten door broedvogels (april – juni)	Effecten door ruiconcentraties (mei-juni)	Effecten in winterperiode
Zuidlaardermeer – Kropswolderbuitenpolder/ Westerbroekstermadepolder	480	--	?	-	?
Zuidlaardermeer – Oeverpolder/ Groene polder		o / -	nvt	?	?
Houtwiel (Midden)	120	+ / o / -	-	nvt	-
Alde Feanen	45	--	-	nvt	-
Wieden (Hoogwaterzone, Beulakerpolder)	195	o / -	-	nvt	?
Jagersveld (oost)	27, hele gebied 150	o	o	nvt	o
Twiske (Rietveld, Belt, Leers, Vennen)	28, hele gebied 654	o / - zeer lokaal	o	nvt	-
Naardermeer (Keverdijkse Polder, Bovenmeent)	370	-?	-	nvt	?
Groene Jonker	95	- / --?	-	nvt	?
Dannemeer	616	-	-	nvt	?
Harderbroek (Plan Roerdomp)	17 (hele Harderbroek)	--	?	?	
IJsseldelta	45	--	-	nvt	-
Rijnstrangen (Erfkamerlingschap)	/ 12	+/-*	-	nvt	?

* In onbeschermde delen van de strangen

Effecten op moerasvegetaties resulteren in een afname van geschikt leefgebied voor moerasvogels die afhankelijk zijn van opgaande, min of meer vlakdekkende waterrietvegetaties, rietkragen en natte rietvelden. Waar oevers met krachtig waterriet worden teruggedrongen of zich niet kunnen ontwikkelen, is er een negatief effect op het grote karekiet-habitat (IJsseldelta; Van der Hut 2020), mogelijk ook in het Dannemeer, Tabel 4.10). Werkt het effect verder door in waterrietvelden, dan is er ook een negatief effect op de broedgelegenheid voor de roerdomp (Alde Feanen). Opvallend is dat waar rietvelden plaatselijk versnipperd raken geen effect op roerdomp te zien is (Houtwiel, 8-10 paar op 120 ha) en het effect op het porseleinhoen positief kan zijn (Houtwiel, mogelijk ook Alde Feanen). In de hoogwaterzone van De Wieden was de broeddichtheid van de grauwe gans in 2008-2012 zeer hoog (255 paar per 100 ha), maar nam de moerasvogelpopulaties niet af met uitzondering van de roerdomp – dit lijkt eerder een effect van verlanding dan van aanwezige ganzen (Brandsma 2012).

Tabel 4.10. Effecten van begrazing en betreding door ganzen en andere watervogels op moerasbroedvogels. Effecten zijn geclassificeerd op basis van broedvogelinventarisaties en veldervaringen van begrazingsdruk. Het betreft effecten op aanwezig of potentieel aanwezig geschikt leefgebied (aangegeven met groene arcering). Als gevolg van begrazing en /of betreding kan geschikt leefgebied verdwenen zijn of niet tot ontwikkeling zijn gekomen. In een aantal gebieden is onduidelijk in welke mate (potentieel) geschikt leefgebied aanwezig is en/of wordt ingeperkt door begrazing ('?'); in het Erfkamerlingschap kunnen effecten (nog) niet vastgesteld worden omdat riet is uitgerasterd ('? *')

- leefgebied (broedhabitat) ingeperkt, verdwenen, niet of in beperkte mate ontwikkeld
o geen effect op areaal broedhabitat dat zodanig is dat broedbestand ingeperkt wordt
+ positief effect op areaal leefgebied (openheid, waar porseleinhoen van profiteert)

Table 4.10. Effects of grazing and entering by geese and other waterfowl on swamp breeding birds. Effects are classified on the basis of breeding bird inventories and field experiences of grazing pressure. Effects on present or potentially present suitable habitat (indicated by green hatching). Suitable habitat may have disappeared or not developed as a result of grazing and/or enters by geese. In a number of areas it is unclear to what extent (potentially) suitable habitat is present and/or restricted by grazing ('?'); effects in the Erfkamerlingschap cannot (yet) be determined because reed is gridded out ('? *')

- habitat (breeding habitat) restricted, disappeared, not developed or developed to a limited extent
o no effect on breeding habitat area that is such that the breeding population is restricted
+ positive effect on the area of habitat

Gebied / moerasstadium en kenmerkende soort(en)	Krachtig waterriet Grote karekiet	Hoog mozaïekmoeras Roerdomp	Laag mozaïek moeras Porseleinhoen	Nat rietland Bruine kiekendief, Snor
Zuidlaardermeer – Kropswolderbuitenpolder/ Westerbroekstermadepolder	-		o/-	o
ZLM – Oeverpolder / Groene polder	-		o	o
Houtwiel (Midden)	o		+	o
Alde Feanen	-		o	-
Wieden (Hoogwaterzone, Beulakerpolder)	o			o
Jagersveld (oost)	o		o	o
Twiske (Rietveld, Belt, Leers, Vennen)	o			o
Naardermeer (Keverdijkse Polder, Bovenmeent)	-	o	o/+	o
Groene Jonker	?	-	o	o
Dannemeer	-	o	o	o
Harderbroek (Plan Roerdomp)	-	-		o
IJsseldelta	-	o		o
Rijnstrangen (Erfkamerlingschap)	?*	?		

4.7.3 Deelconclusie

- De effecten van vraat door ganzen lijken samen te hangen met de oppervlakteverdeling riet-water. In gebieden met grote plassen en smalle rietkragen is het riet snel weg (Zuidlaardermeergebied, Alde Feanen, Groene Jonker, Dannemeer), waar veel meer riet aanwezig is en het areaal open water beperkt zijn effecten gering of afwezig (Twiske, Jagersveld).
- De effecten op moerasbroedvogels lopen uiteen; soorten die broeden in vlakdekkende rietvegetaties en brede rietkragen (o.a. grote karekiet, roerdomp, snor) ondervinden een negatief effect, soorten die broeden en/of foerageren in halfopen mozaïekvegetaties (o.a. roerdomp, porseleinhoen) kunnen een positief effect ondervinden. Dit hangt echter af van de mate waarin moerasvegetaties (riet, lisdodden, pitrus, liesgras) zijn open gegraasd.



Figuur 4.22. In een groot aantal van de bezochte gebieden wordt uitbreiding van rietkragen belemmerd door begrazing, terwijl de standplaatscondities voor uitbreiding goed zijn (waterdiepte en bodem zijn vergelijkbaar met die in de nog bestaande rietkraag). Plan Roerdomp (Harderbroek, A), Rietmoeras IJsseldelta (B), Bovenmeent (Naardermeer, C,D), Dannemeer (E,F). Foto's genomen in 2020 (Jim de Fouw).

Figure 4.22. In many of the study areas, expansion of reed beds is set back by grazing, while the site conditions for development are good (water depth and soil are comparable to those in the still existing reed bed). Plan Roerdomp (Harderbroek, A), IJsseldelta (B), Bovenmeent (Naardermeer, C,D), Dannemeer (E,F) (photos Jim de Fouw).

4.8 Begrazingsdruk en afrastering

4.8.1 Inleiding

In verschillende gebieden wordt zogenoemd ganzenbeheer uitgevoerd door middel van nestbehandeling (onder meer in Houtwiel, Naardermeer). Verjaging en afschot in aangrenzend grasland beïnvloedt de effecten in het moeras, omdat ganzen het moeras ingegaagd worden en daar helofyten zoals riet en liesgras begrazen (Houtwiel). In het Naardermeer lopen broedvogels met jongen vanuit de broedkolonie binnen de kade naar de omgeving om daar te grazen.

In toenemende mate worden bestaande rietkragen uitgerasterd om begrazing door watervogels (vooral grauwe ganzen) tegen te gaan. Hiermee is veel ervaring opgedaan in de Oostelijke Vechtplassen, het Naardermeer, de Reeuwijkse plassen en de randmeren (Van der Winden 2016, Van der Winden *et al.* 2018, Mettrop *et al.* 2020, Metrop & van der Hut 2020). Lokaal worden ganzen verjaagd uit moerasgebieden, maar deze methode is niet toegepast in de bezochte 12 moerasgebieden. Ganzenbeheer door middel van nestbehandeling (wegnemen, prikken of oliën van eieren) wordt wel toegepast. Dit heeft echter niet tot zichtbare effecten op de ganzenpopulaties geleid. Daarnaast wordt peilbeheer ingezet, waar dit mogelijk is, om rietgroei te stimuleren en de begrazingsdruk te sturen. Het inmiddels klassieke voorbeeld is de droogvalperiode in de Oostvaardersplassen in de jaren tachtig van de vorige eeuw. In deze periode bleef begrazing door een concentratie ruiende ganzen uit en herstelde de rietvegetatie zich over een grote oppervlakte (Beemster *et al.* 2002). In een deel van de onderzochte eutrofe moerassen worden deze strategieën ook toegepast.

4.8.2 Toepassing van rasters en peilbeheer in relatie tot ganzenbegrazing in de twaalf gebieden

In drie van de bezochte gebieden is beheer met rasters toegepast op plekken waar riet is aangeplant: Rietmoeras IJsseldelta, Alde Feanen en het Rijnstrangengebied (Tabel 4.11). Peilbeheer als middel om begrazing door ganzen te beïnvloeden is toegepast in het Zuidlaardermeergebied en de Groene Jonker.

Tabel 4.11. Inzet van rasters en peilbeheer in de 12 onderzochte moerasgebieden om begrazing door ganzen en andere watervogels tegen te gaan in de periode 2015-2020.

Table 4.11. Effort of raster's and water level management in the 12 wetlands to prevent grazing by geese and other waterfowl in the period 2015-2020.

Gebied	Uitrasteren van rietstekken/ plaggen	Peilbeheer (vroeg droogval)
ZLM – KropswBP/ WBMp	-	V
ZLM – Oeverp/ Groene p	-	-
Houtwiel	-	-
Alde Feanen	V	-
De Wieden	-	-
Jagersveld	-	-
Twiske	-	-
Naardermeer	-	-
Groene Jonker	-	V
Dannemeer	-	-
Harderbroek	-	-
Rietmoeras IJsseldelta	V	-
Rijnstrangen	V	-

In het Rietmoeras IJsseldelta is aansluitend op het aanplanten van rietstekken een raster geplaatst rond de rietvelden; daarnaast zijn verspreid (met een onderlinge afstand van 5 m) in de rietvelden palen geplaatst en is een netwerk van touwen of linten aangebracht (Figuur 4.20 en 4.21, Van der Hut 2020).

Deze maatregelen bleken in een groot deel van het gebied effectief om ganzen te weren en waterriet tot ontwikkeling te brengen, waarin (na drie jaar) roerdomp en grote karekiet zich gevestigd hebben. In twee deelgebieden, waar de rietontwikkeling achter bleef, wisten enkele onvolwassen Knobbelzwanen een opening te vinden in het rasterwerk en rietstekken uit te graven. Na drie groeiseizoenen zijn de rasters in twee deelgebieden verwijderd. Vervolgens is hier gedurende een winter een deel van de riet- en lisdoddenvegetatie weggegraasd, waar als gevolg van een laag winterpeil (van het Drontermeer) de wortelstokken in ca 20 cm diep water goed bereikbaar waren. In het Erfkamerlingschap in de Rijnstrangen is eveneens met rasters gewerkt. Hier zijn rietstekken en jonge rietkluiten tijdelijk beschermd met kippengaas en palen met linten. Het riet heeft zich vervolgens uitgebreid tot vlakdekkende rietopstanden (Figuur 4.23 en 4.24). Roerdomp en grote karekiet hebben zich gevestigd buiten afgerasterde stukken, waar het peil is opgezet. In de Lytse Saite Polder, in de Alde Feanen, is de aanplant van rietstekken eveneens uitgerasterd.

In de Kropswolderbuitenpolder bleek dat de uitbreiding van liesgras- en rietvegetaties in de oeverzones van de plassen sterk beperkt werd door een concentratie van ruiende grauwe ganzen. In 2016 is een vroege droogval georganiseerd, zodat de polder niet aantrekkelijk was voor ruiende ganzen. Helofyten breidden zich daarna uit, evenals wilgopslag en (grootschalig) pioniersvegetaties. Het daaropvolgende jaar was het peil in het voorjaar weer relatief hoog. Grote groepen ganzen hebben opnieuw de helofytenvegetaties beperkt tot relatief smalle oeverzones. In de Groene Jonker is een vroege droogval van helofytenzones over een reeks van jaren ingezet om begrazing door ganzen tegen te gaan en rietgroei op droge bodems te stimuleren. In het Rietmoeras IJsseldelta is een peilvoorziening ingericht om door middel van peilbeheer de begrazingsdruk te sturen (ingaaand in 2021). Tijdens de droogvalperioden is ingewaaid wilgenzaad tot kieming gekomen. In de Groene Jonker is wilgopslag verwijderd (zie paragraaf vegetatiebeheer).



*Geoorde fuut (foto Erik Klop).
Black-necked grebe (photo Erik Klop).*

Rasters om bestaande rietkragen te herstellen en krachtig waterriet te ontwikkelen

In veel moerasgebieden met een min of meer vast peil of met beperkte peilfluctuaties is begrazing de hoofdfactor voor het uitblijven van vegetatieve uitgroei van riet. In deze situatie biedt het plaatsen van rasters en ganzenbeheer goede kansen voor herstel van rietkragen of rietvelden die in water groeien. Ook biedt het kansen in meren, strangen en plassen. In de kerngebieden van de grote karekiet in de Vechtplassen en Randmeren, maar recent ook in de Reeuwijkse plassen, zijn maatregelen genomen om begrazing door ganzen te beperken. Dat betrof onder meer het langdurig verjagen van ganzen in voorjaar en zomer, verkleinen van ganzenpopulaties (vangen, eieren rapen/prikken) en plaatsen van rasters op locaties waar krachtig waterriet zich kan ontwikkelen. Al deze maatregelen, behalve rapen/prikken van eieren, hebben direct effect op het herstel van rietkragen, zowel in wetlands met een vast of omgekeerd peil als in gebieden met een flexibel (semi)natuurlijk peil.

In de Loenderveense Plassen zijn jarenlang ganzen in de voorjaarsperiode verjaagd en herstelden rietkragen zich snel (Boudewijn & Beuker 2014). Inmiddels zijn de riet- en lisdoddekragen dusdanig hersteld dat grote karekieten en purperreigers na jarenlange afwezigheid als broedvogel zijn teruggekeerd (med. G. ter Heerdt/J. van der Winden). Omdat er in de nazomer-herfst ganzen niet verjaagd werden en het riet daar toch begraasd werd, is besloten het riet op een paar toplocaties uit te rasteren.

De afgelopen jaren is de bestrijding van grauwe ganzen toegenomen. Op veel plekken zijn bijvoorbeeld ganzen in de zomer weggevangen. Dat leidde tot herstel van rietkragen en terugkeer van onder meer roerdomp. Onder meer in de zuidelijke Vechtplassen, waar de broedpopulatie van grauwe ganzen fors is teruggebracht, rietkragen langs petgaten zich herstelden en roerdommen zijn teruggekeerd als broedvogel.

Een zeer effectieve maatregel is het uitrasteren van restanten van rietkragen met krachtig waterriet. Die kunnen zich dan vegetatief met uitlopers uitbreiden. Dat werkt eigenlijk overal in Nederland. Zowel in gebieden met omgekeerd of vast peilbeheer als op plekken met natuurlijker fluctuaties. Wel is het zo dat de uitbreiding van riet veel sneller verloopt waar het peil in de loop van het seizoen uitzakt en de waterdiepte geringer is (Van der Hut 2016). Ook breidt het riet zich zowel aan de luwe zijde als aan wind geëxponeerde oevers goed uit (www.veldwerkplaatsen.nl: Veldwerkplaats herstel rietkragen langs meren en strangen II). De diepte waarin het riet over de bodem uitbreidt varieert en hangt waarschijnlijk samen met het doorzicht en oeverprofiel. In de meeste gebieden groeit riet tot dichte rietkragen uit tot een diepte (in de zomer) van maximaal ca 1 m (Coops & Kappers 2001). Op diepe plekken vormen de vegetatieve uitlopers zogenaamde kraggen. De uitlopers drijven en verstrengelen zich en kunnen op termijn matten vormen. Gemiddeld breidt een rietkraag zich 2 m per jaar uit. Dit varieert in relatie tot de waterdiepte; bij geringere diepte en op droogvallende bodems groeit riet sneller uit (Bornette & Puijalon 2011, Veen *et al.* 2013, Sarneel *et al.* 2014, Van der Hut 2016-2020).

4.8.3 Ervaringen met rasters en peilbeheer in relatie tot begrazingseffecten

Het plaatsen van rasters en palen met touwen of linten had een zichtbaar effect op helofytenvegetaties. De effecten waren duidelijk positief voor riet, kleine lisdodde en grote lisdodde. Het peilbeheer speelt hierin mee, omdat het waterpeil dat in de loop van het groeiseizoen uitzakt tot droogval in het Rietmoeras IJsseldelta en in het Erfkamerlingschap zorgde voor een snelle uitbreiding van riet via wortelstokken.

4.8.4 Effecten op moeras- en watervogels

In het Rietmoeras IJsseldelta bleek het effect van rasters op andere moerasbroedvogels gering. Meerkoeten klauterden en fladderden over de rasters heen en dodaarzen broedden in waterrietveldjes binnen de rasters. Oeverzones waar het riet strak tegen de rasters aan gegroeid is lijken niet geschikt als foerageergebied voor de roerdomp, omdat een open waterrietzone waar roerdompen op vis kunnen foerageren ontbreekt.

Onduidelijk is in welke mate effecten optreden op watervogels, die in oeverzones pleisteren en tijdens het passeren van vaartuigen opvliegen en verstrikt raken in de rasters.

De introductie van een droogvalperiode had tijdelijk een negatief effect op moerasbroedvogels die water op het maaiveld nodig hebben. In het jaar met droogval in de Kropswolderbuitenpolder (2016) broedden geen geoorde futen en witwangsterns in het gebied. Zij doken dat jaar op in het net geïnnundeerde Dannemeer. In de Oostvaardersplassen viel in 2019 de stand van roerdomp en porseleinhoen sterk terug (Beemster *et al.* 2020).

4.8.5 Deelconclusies

- Het uitrasteren van jonge rietvegetaties blijkt effectief om begrazing door ganzen en andere watervogels tegen te gaan. Dit sluit aan bij ervaringen in de randmeren en het Zuid-Hollands-Utrechts plassengebied. Peilbeheer als maatregel om ganzenbegrazing te sturen wordt recentelijk in verschillende gebieden toegepast. In de Oostvaardersplassen is in 2020 opnieuw in het westelijke deel een peilverlaging tot droogval ingezet over een reeks van jaren. In Wetering oost, waar moerasontwikkeling op voormalige landbouwgrond is gestart in 2014, is in 2020 een droogvalperiode gestart. In het Rietmoeras IJsseldelta vindt dit beheer vanaf 2021 plaats. In gebieden met boezempeil, zoals de randmeren en Zuid-Hollands-Utrechtse plassen, is dit niet mogelijk. In de eerdergenoemde gebieden is een dynamisch waterpeil wel in te stellen. De verwachting is dat hier peilbeheer effectief is voor de ontwikkeling of herstel van waterrietvegetaties. In hoeverre dit leidt tot de ontwikkeling van krachtig waterriet met geschikt leefgebied voor de grote karekiet kan op dit moment nog niet beoordeeld worden.
- Ervaringen in de Kropswolderbuitenpolder en de Rijnstrangen laten zien dat een droogval over meerdere jaren nodig is om vlakdekkende helofytenvegetaties (riet, lisdodde, mattenbies) tot ontwikkeling te brengen. Anders wordt de nieuwe aanwas binnen een jaar weer weggegraasd (Coops & Loeb 2017, Van der Hut *et al.* 2018, Krol 2015b, mond. med. M. Krol). Het perspectief van dynamisch peilbeheer is dat jaren met rietuitbreiding (lage begrazingsdruk) en jaren waarin rietvelden weer opengegraasd worden elkaar afwisselen. In feite wordt een meerjarendynamiek met incidenteel droge jaren geïntroduceerd, zoals in natuurlijke situaties het geval kan zijn. Wat dit betreft zijn historische referenties van gebieden met een groot verschil in zomer- en winterpeil en incidentele droogval illustratief. Een voorbeeld is het Zuidlaardermeer, dat in het begin van de 20^e eeuw in sommige jaren geheel droogviel en waar in het midden van het meer helofyten tot ontkieming kwamen (Havinga, 1919).



Figuur 4.23. Rietstekken, beschermd door rasters, palen en linten in de loop van het eerste groeiseizoen in het noordoostelijke deel van het Rietmoeras IJsseldelta (juli 2016, foto R. van der Hut).

Figure 4.23. Reed seedlings, protected by rsaters, poles and ribbons during the first growing season in the northeastern part at the IJsseldelta (july 2016, photo R. van der Hut).



Figuur 4.24. Bescherming van rietaanplant met kippengaas, palen en linten in het Erfkamerlingschap (Rijnstrangen); op de achtergrond riet dat drie jaar eerder is aangeplant (www.boswachtersblog.nl/rivierengebied). Er zijn ervaringen met kippengaas dat het snel stuk gaat (o.m. Alde Feanen) en dat vogels erin verstrikt kunnen raken.

Figure 4.24. Protection of reed plantation with chicken wire, posts and ribbons in the Erfkamerlingschap (Rijnstrangen); in the background reed that was planted three years earlier (www.boswachtersblog.nl/rivierengebied).



Figuur 4.25. Bescherming van in 'potten' opgekweekt' riet in het Erfkamerlingschap, augustus 2020 (foto Jim de Fouw).

Figure 4.25. Protection of cultivated reed in buckets at the Erfkamerlingschap, August 2020 (photo Jim de Fouw).

4.9 Begrazingsbeheer met grote herbivoren

4.9.1 Inleiding

In grotere moerasgebieden in Nederland worden vaak grote grazers ingezet om variatie in vegetatie- en begroeiingsstructuur te creëren en opslag van houtige planten tegen te gaan. Bekende voorbeelden zijn de Oostvaardersplassen, het Lauwersmeer en het grote rivierengebied (Drost *et al.* 1990, Cornelissen 2007, Beemster & Vulink 2013, Kleefstra *et al.* 2019). In het Lauwersmeer bleek dat een tweedeling in rietvegetaties optrad, omdat sommige terreindelen vrijwel onbegraasd bleven en andere delen sterk begraasd werden, waarbij riet als structuurbepalende soort kon verdwijnen als gevolg van bijvoorbeeld paardenbegrazing.

4.9.2 Aanwezigheid van grote grazers en vee in de twaalf gebieden

In vijf van de twaalf moerasgebieden worden grote grazers ingezet: Zuidlaardermeergebied, Houtwiel, Twiske, schil van het Naardermeer en Dannemeer (Tabel 4.12). Het betreft verschillende soorten runderen (Schotse hooglanders, Galloway's, Groninger blaarkop, Hereford koeien) die jaarrond in aanwezig zijn relatief lage dichtheid (0,1 – 0,5 per ha) en plaatselijk hoge dichtheid (1 per ha). In twee gebieden lopen jaarrond paarden of pony's (Konikpaard, Exmoor pony). Begrazing van rietkragen en randen van rietpercelen door melkvee komt voor waar beweide graslandpercelen grenzen aan moerasgebied (Twiske); in de zomerpolders van het Zuidlaardermeer wordt in de nazomer vee ingeschaard op drooggevalen moerasgebied. In sommige gebieden worden ook schapen en landgeiten ingezet (Twiske, Houtwiel, Groene Jonker). Deze graasactiviteiten bleven beperkt tot grazige kaden (schapen, Houtwiel), of hadden invloed op wilgopslag (schapen Groene Jonker).

Tabel 4.12. Aanwezigheid van grote grazers en vee in de twaalf onderzochte moerasgebieden in de jaren 2010-2020.

Table 4.12. Presence of large grazers and livestock in the twelve surveyed wetlands in the years 2010-2020.

Gebied	Vleesrunderen Jaarrond	Paarden/ pony's jaarrond	Melkvee seizoensbeweiding
ZLM – KropswBp. / WBMp.	Schotse hooglanders	Konikpaarden extensief	
ZLM – Oeverp. / Groene p.			nazomer lokaal vrij intensief
Houtwiel	Schotse hooglanders 0,1 /ha (3-10 op 100 ha)	0,15 / ha (Exmoor pony's 5-15 op 100 ha)	-
Alde Feanen	-	-	-
De Wieden	-	-	-
Jagersveld	-	-	-
Twiske	Schotse hooglanders 1,0 (3 op 3 ha)	-	begrazing perceelranden extensief - intensief
Naardermeer	Galloways 0,5 (145 / 275 ha) Keverdijkse p, deel Bovenmeent	-	-
Groene Jonker	-	-	-
Dannemeer	Hereford koeien en Groninger blaarkoppen (vlees / melkvee) jaarrond of seizoensbegrazing extensief	-	-
Harderbroek	-	-	-
Rietmoeras IJsseldelta	-	-	-
Rijnstrangen	-	-	-

4.9.3 Ervaringen met begrazingsbeheer in de twaalf gebieden

Grote herbivoren grazen in vier van de genoemde moerastypen: pioniermoeras, laag mozaïekmoeras, nat en droog rietland. Runderen zoals Schotse hooglanders gaan diep het moeras in, maar mijden dieper in het water staande rietvegetaties (hoog mozaïekmoeras; Houtwiel, Twiske). Ze begrazen hier jonge scheuten van riet en pitrus. Paarden en pony's hebben een voorkeur voor gras en aangrenzende helofyten (riet en liesgras). In de nazomer lopen ze drooggevalen percelen in en begrazen ze pioniervegetatie en grassen, zodat een halfopen vegetatiestructuur ontstaat en/of gehandhaafd blijft (Houtwiel). Naast begrazing op zichzelf treden effecten op door betreding en bemesting. Ze creëren in liesgras/pitrus- en rietpercelen een padennetwerk en bevorderen ontwikkeling van ruigtevegetatie (Houtwiel, Twiske; Tabel 4.13).

Tabel 4.13. *Effecten van grote grazers en vee op de moerasvegetaties in de twaalf onderzochte moerasgebieden. Effecten zijn relatief ingeschat op basis van veldervaringen.*

Table 4.13. *Effects of large grazers and livestock on the swamp vegetations in the twelve swamp areas studied. Effects are estimated relatively based on field experiences.*

Gebied	Paden/versnippering /open houden vegetatiestructuur	Tegengaan wilgopslag	Verruiging van rietvegetaties	Graasdruk helofyten (riet, liesgras)
ZLM – KropswBP / WBMp				
ZLM – Oeverp / Groene p	+ / ++	o	o	o
Houtwiel	+ / ++	o	o / +	o / +
Twiske	++	++	++	++
Naardermeer	O	o?	+?	?
Dannemeer	?	?	?	?

Helofyten, met name riet, worden plaatselijk sterk teruggedrongen. Dit geldt ook voor melkvee dat vanaf beweidde percelen rietkragen en randen van rietpercelen begraast (Twiske). De ervaring met schapen is dat zij op grazige kaden actief zijn, maar moerasvegetaties mijden (Houtwiel). Dit geldt ook voor de Groene Jonker, waar schapen hebben gelopen; dit is inmiddels gestopt, omdat de schapen met name op de kades verbleven. Landgeiten hebben een zeer breed voedselpakket en kunnen in droge, ruige rietlanden de vegetatie kort houden (Twiske).

Percelen met riet of liesgras/pitrusvegetaties die (sterk) versnipperd raken bieden leefgebied voor porseleinhoen en blauwborst, die beide profiteren van afwisseling in vegetatiehoogte. Ze foerageren op kale grond of lage vegetatie in ondiep water c.q. droogvallende bodem en broeden in pollen pitrus of riet (Houtwiel, Twiske; Tabel 4.14). Roerdomp verliest geschikte nestplaatsen in aaneengesloten opgaand riet, maar kan foerageren in de structuurrijke lage moerasvegetaties (Twiske). Bruine kiekendief (wat betreft nestplaatsen) en snor verkiezen aaneengesloten opgaande moerasvegetaties en verliezen terrein (Twiske).

Tabel 4.14. Effecten van grote grazers en vee op moerasbroedvogels, kenmerkend voor laag mozaïekmoeras, nat rietland en droog rietland. Effecten zijn geclassificeerd op basis van broedvogelinventarisaties en veldkennis van begrazingsdruk.

Legenda: o geen zichtbaar effect, – negatief effect door versnippering of verdwijnen nesthabitat, + positief effect door vergroting areaal foerageerhabitat

Table 4.14. Effects of large grazers and livestock on swamp breeding birds, characteristic of low mosaic swamp, wet reed land and dry reed land. Effects are classified on the basis of breeding bird inventories and field experience of grazing pressure.

Legend: o no visible effect, – negative effect due to fragmentation or disappearance of nest habitat, + positive effect due to increasing area of foraging habitat

	Pioniermoeras	Laag mozaïek moeras	Hoog mozaïekmoeras	Nat rietland	Droog rietland
Gebied / moerastype en kenmerkende soort(en)	Watersnip Kleine plevier	Porseleinhoen	Roerdomp	Bruine kiekendief, Snor	Blauwborst
ZLM – KropswBP / WBMp	?	?	?	nvt	?
ZLM – Oeverp / Groene p	?	+	o	nvt	?
Houtwiel	o	+	o	o	+
Twiske	nvt	nvt	+ / -	-	+
Naardermeer	?	?	o	?	?
Dannemeer	?	?	o	?	?

De ervaringen tot dusver sluiten aan bij onderzoeksresultaten naar de effecten van begrazing door paarden en runderen uit het Lauwersmeer en de Oostvaardersplassen (Beemster & Vulink 2013). In het Lauwersmeer leidde intensieve zomerbegrazing (> 0,8 dieren per ha) tot een uniforme korte vegetatie. Extensieve zomerbegrazing in het Lauwersmeer (0,1 dieren per ha) en jaarrond begrazing in de Oostvaardersplassen (< 0,6 dieren per ha) leidde tot een tijdelijke intermediaire hoogte (0,5-1,5 meter) van de rietvegetatie, die optimaal was voor hoge dichtheden veldmuizen. Hier werden dan ook grote aantallen foeragerende kiekendieven en torenvalken geteld. Na een paar jaar verdween dit tussenstadium en kwam er een scherpe scheiding tussen plekken met korte grasvegetatie en hoge gesloten rietvegetaties, die beide minder aantrekkelijk waren voor veldmuizen en dus ook voor foeragerende roofvogels. Wisselende graasdruk, waarbij tijdelijk zulke vegetatie met intermediaire hoogte ontstaat, lijkt hier gunstig voor de aanwezigheid van grote aantallen muizen en foeragerende roofvogels.

Intensieve jaarrond begrazing in moerasgebieden, die leidt tot een korte grasvegetatie, laat in de Oostvaardersplassen zien dat dit een negatief effect heeft op het aantal broedende moerasvogels, terwijl het aantal foeragerende ganzen (met name brandganzen en grauwe ganzen) zeer sterk gefaciliteerd wordt (Kuil *et al.* 2015, Cornelissen 2017). Extensieve jaarrond begrazing met Schotse hooglanders en pony's in het Houtwiel (0,25 dieren / ha) creëerde plaatselijk halfopen riet-pitrusvegetaties en pitrus-liesgrasvegetaties die door porseleinhoen werden benut, maar hield het dichtgroeien van percelen niet tegen (Van der Hut *et al.* 2015). Lokaal intensieve begrazing door Schotse hooglanders of pony's (ca 1 dier/ ha) resulteerde in het verdwijnen van natte rietveldjes met broedlocaties van roerdomp, bruine kiekendief en snor (Twiske, Groote Vlak Texel; Van der Hut 2001, 2003).

4.9.4 Deelconclusie

- Het is duidelijk dat grote herbivoren impact hebben op de soortensamenstelling en structuur van moerasvegetaties en op de aanwezigheid van moerasbroedvogels via begrazing, betreding en bemesting. Kwantitatieve gegevens van effecten, gerelateerd aan de dichtheid van grote grazers, onderscheiden naar soort, aan timing in het seizoen (jaarrond of delen van het jaar) en begrazingsduur (permanent of periodiek) in de bezochte gebieden zijn echter nauwelijks voorhanden. In andere gebieden, zoals Oostvaardersplassen en Gelderse Poort is wel onderzoek uitgevoerd.

- Het lijkt er op dat grote grazers in lage dichtheden vegetatiesuccessie vertragen (vorming strooisellaag, opslag), maar deze niet tegenhouden. In relatief hoge dichtheden ontstaat een tweedeling tussen intensief, kort gegraasde vegetatie en niet begraasde delen die verruigen en verbossen. Er zijn echter ook voorbeelden van gebieden waarbij grazers de verstruweling en verbossing juist faciliteren. Een voorbeeld daarvan is de rivieruiterwaard bij Den Nul, waar in de exclosures geen verbossing optreedt, maar daarbuiten wel.
- Effecten op moerasbroedvogels zijn enerzijds positief (porseleinhoen, blauwborst), anderzijds negatief (broedlocaties bruine kiekendief, roerdomp, leefgebied snor), waarbij de begrazingsintensiteit een grote rol speelt.

5. Casus habitatkwaliteit: kansen voor herstel voor grote karekiet en porseleinhoen

5.1 Inleiding

In de onderzochte gebieden zien we, zowel tussen gebieden als binnen gebieden, grote verschillen in vegetatieontwikkelingen die belangrijk zijn voor moerasvogels. Opvallend is dat in sommige gebieden krachtig waterriet opgekomen is, waar de grote karekiet zich gevestigd heeft, maar ook dat het binnen deze gebieden om één of enkele locaties gaat (zie paragraaf 4.2 toelichting krachtig waterriet voor grote karekiet). Omdat factoren als maaiveldhoogte (=waterpeil), waterkwaliteit en stroming hier niet altijd onderscheidend zijn, zouden bodemnutriënten hierin mogelijk ook een rol kunnen spelen. Voor uitgebreide beschrijving over de rol van andere factoren die van invloed op krachtig waterriet zijn, verwijzen we naar bestaande literatuur over dit onderwerp (Graveland 1996, Graveland & Coops 1997, Van der Winden *et al.* 2018, 2020). In gebieden met porseleinhoenhabitat zien we dat er percelen zijn waar halfopen pitrus- en liesgrasvegetaties jarenlang in stand blijven, terwijl andere percelen snel dichtgroeien waardoor het porseleinhoen verdwijnt. Ook hierin zouden bodemchemische eigenschappen een factor van betekenis kunnen zijn.

De bodem op voormalige landbouwgrond is eutroof, maar het is niet duidelijk hoe dit doorwerkt naar de vegetatiestructuur. Door bodemchemische analyses te koppelen aan de vegetatiesamenstelling en -structuur kan een relatie worden gelegd tussen de voedselrijkdom en andere eigenschappen van de bodems enerzijds en de ontwikkeling van de vegetaties anderzijds. De beschikbaarheid van fosfor en stikstof, samen met de waterhuishouding en de buffering van de bodem bepalen de vegetatieontwikkeling. In een deel van de bezochte moerasgebieden zijn bodemonsters verzameld en geanalyseerd op fysisch-chemische samenstelling. Het betreft locaties waarvan de vegetatieontwikkeling (goed) bekend is en waarvan de beheerder een duidelijk beeld heeft van de waarde van de vegetatie voor in dit geval porseleinhoen en grote karekiet. Hierdoor kan de onderlinge relatie tussen bodemgesteldheid, vegetatie en aanwezige avifauna in beeld gebracht worden.

5.1.1 Methodiek in het kort

Per locatie is een bodemonster genomen van de toplaag (bovenste 20 cm) met behulp van een grondboor en in luchtdichte emmertjes verpakt voor analyse van de fysisch-chemische samenstelling in het laboratorium. Op elke locatie is een plot (50x50 centimeter) neergelegd in de rietkraag. Binnen elke plot is het aantal nieuwe en overjarige stengels geteld om de dichtheid vast te stellen en van vijf willekeurige nieuwe stengels is de dikte en hoogte opgemeten. De stengels zijn direct boven het maaiveld afgeknipt, waarbij de hoogte is gemeten met een meetlint (tot aan het laatste blad voor de pluim) en de dikte is gemeten met een schuifmaat. De dikte werd gemeten tussen de 2^e en 3^e knoop boven het wateroppervlak (methode: Graveland 1998). Van de stengels werden ook het gewicht en de nutriëntensamenstelling bepaald (zie hoofdstuk 2 voor methode laboratoriumanalyses).

5.2 Rietkragen voor grote karekiet

5.2.1 Bodemchemie

In Tabel 5.1 worden de belangrijkste variabelen in de bodem weergegeven, voor zowel het bodemvocht als de totaal-concentraties. De gehalten worden uitgedrukt per liter bodem omdat planten wortelen in een bepaald bodemvolume en daar elementen (nutriënten) aan onttrekken.

De geanalyseerde veen- en kleibodems verschillen in organische stofgehalte (Tabel 5.1). De gemiddelde nutriëntenconcentraties zijn relatief hoog en verschillen tussen de bezochte gebieden. Het totaal anorganisch stikstofgehalte (TIN) bestond voornamelijk uit ammonium en in veel mindere mate uit nitraat. De gemiddelde stikstofconcentraties zijn relatief laag en verschillen sterk tussen de gebieden, waarbij de concentraties in de Groene Jonker hoog zijn. Olsen-P waardes en fosfor zijn weliswaar hoog, maar niet extreem hoog zoals die vaak in landbouwbodems aangetroffen worden ($> 2000 \mu\text{mol/L}$). Een uitzondering hierop is de Bovenmeent, met een Olsen-P gehalte van $209 \mu\text{mol/L}$. Dit is de enige locatie waar het riet permanent in water staat en daarmee ook van invloed is op de Olsen-P concentraties. De hoge concentraties in het bodemvocht wijzen erop dat de beschikbaarheid groot is en dat het anorganische stikstof en fosfor dat vrijkomt in de bodem niet volledig wordt opgenomen door de vegetatie. Ook de ijzerconcentraties in het bodemvocht zijn relatief hoog met waardes (veel) hoger dan $100 \mu\text{mol/l}$. Desondanks zijn tijdens het veldbezoek geen aanwijzingen voor ijzertoxiciteit gevonden.

Tabel 5.1. Gemiddelde concentratie van elementen in de bodem. De concentratie in het bodemvocht is uitgedrukt in $\mu\text{mol/l}$. Het gehalte in de bodem is uitgedrukt in mmol/l m.u.v. Olsen-P dat in $\mu\text{mol/l}$ wordt weergegeven. Organische stof (OM = organic matter) is uitgedrukt als percentage gloeiverlies.

Table 5.1 Average concentration of elements in the soil. The concentration in the soil moisture is expressed in $\mu\text{mol/l}$. The content in the soil is expressed in mmol/l , with the exception of Olsen-P, which is expressed in $\mu\text{mol/l}$. Organic matter (OM) is expressed as a percentage loss by ignition.

Bodemvocht $\mu\text{mol/l}$	K	Fe	P	NO ₃	NH ₄
Aerdse brug	137,52	47,05	1,64	86,23	28,57
Dannemeer	164,51	747,06	19,36	2,95	179,11
Erfkamerlingschap	74,27	34,79	2,83	1,27	31,28
Groene Jonker	805,48	397,60	9,26	399,51	616,38
IJsseldelta	132,63	509,67	7,95	1,49	85,60
Bovenmeent	157,04	807,53	40,88	0,87	88,65

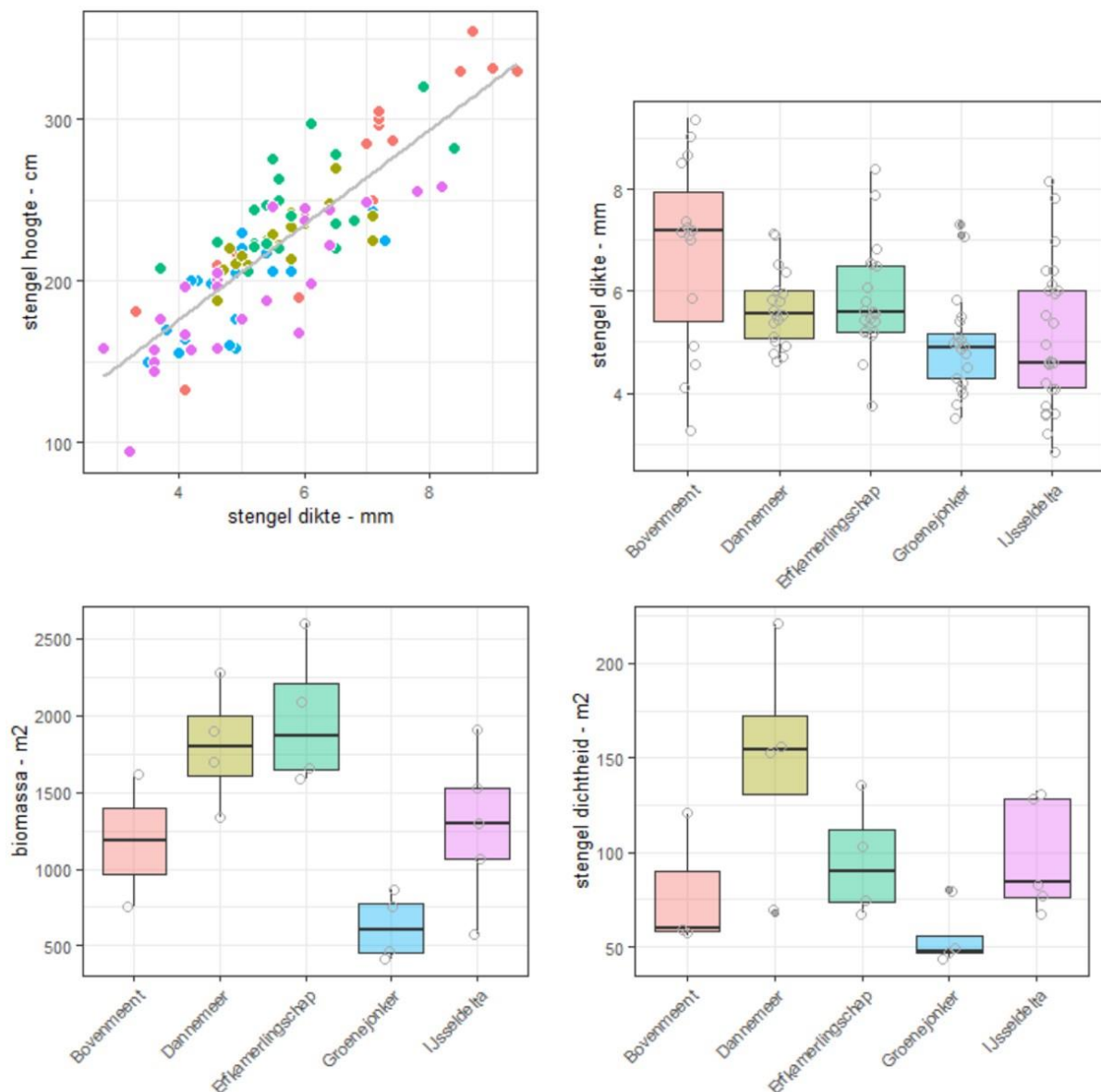
Bodem mmol/l (FW)	K	Fe	P	Olsen-P	OM %
Aerdse brug	43,97	345,93	17,97	943,11	3,9
Dannemeer	32,23	208,41	30,61	1220,90	35,4
Erfkamerlingschap	29,38	259,79	14,05	971,47	2,5
Groene Jonker	37,91	277,52	20,03	857,19	20,7
IJsseldelta	66,07	356,89	16,93	860,12	4,5
Bovenmeent	19,32	163,10	7,62	209,42	23,5

5.2.2 Rietkwaliteit

De rietstructuur verschilt per locatie. In Figuur 5.1 zijn verschillende variabelen weergegeven. Over het algemeen lijken de rietstengels in potentie, waar bodemonsters werden verzameld, van voldoende kwaliteit te kunnen zijn voor grote karekieten. Op de meeste locaties worden ook stengeldiktes van meer dan 6 mm aangetroffen. Wel is de variatie hoog en de dichtheid aan stengels relatief laag en moet het riet in de meeste gebieden nog behoorlijk ontwikkelen voordat het echt geschikt is en blijft voor de grote karekiet. Hierbij opgemerkt dat de betreffende locaties binnen de gebieden IJsseldelta, Dannemeer en Erfkamerlingschap vrij recentelijk zijn ingericht en de stengeldichtheden in de komende jaren nog toe kunnen nemen.

In deze gebieden zijn ook recentelijk grote karekieten waargenomen en/of hebben zich gevestigd (broedgeval Erfkamerlingschap is onzeker). In de Groene Jonker was de rietkwaliteit het laagst en naar verwachting onvoldoende voor grote karekieten. Hierbij moet worden opgemerkt dat in 2020 het waterpeil laag stond, wat van invloed kan zijn geweest op de groeiomstandigheden. De rietstengels in de Groene Jonker zijn, in vergelijking met rietstengels in andere gebieden waar grote karekieten voorkomen (pers. waarneming), broos door de dunne stengelwanden. Dit blijkt ook uit de relatief lage biomassa.

Er is een sterke relatie tussen de stengeldikte en stengelhoogte van riet (Figuur 5.1.). Het is bekend dat waterdiepte effect heeft op de lengte en de dikte van rietstengels. Van de betreffende locaties zijn de waterstanden gedurende het jaar echter niet precies bekend en geeft een eenmalige meting te weinig informatie.



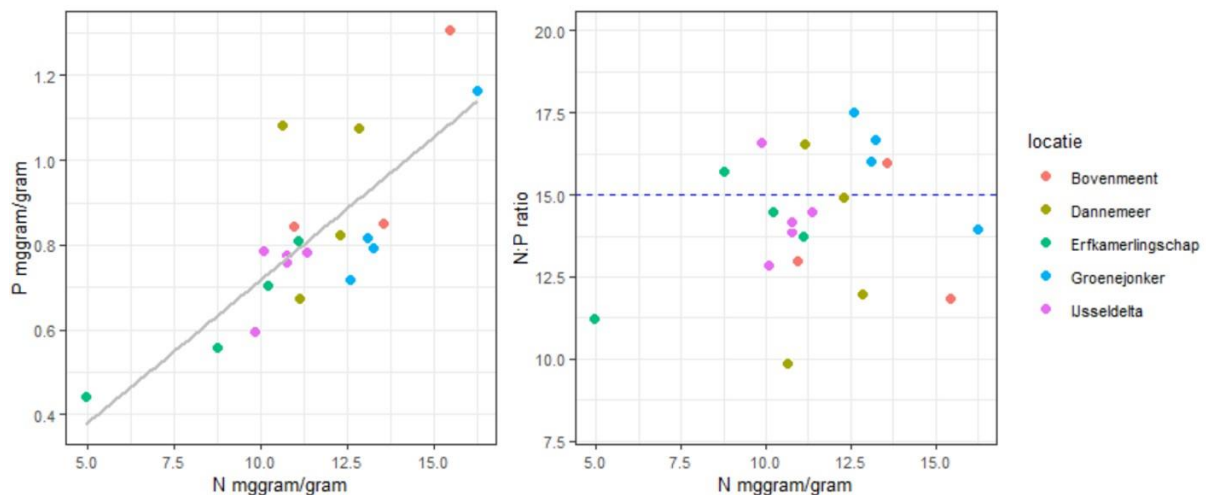
Figuur 5.1. Relatie tussen dikte en lengte van rietstengels (links boven). Gemiddelde dikte, biomassa en dichtheid van rietstengels in de verschillende gebieden.

Figure 5.1. Relation between thickness and length of reeds (top left). Average thickness, biomass and density of reed stems in the different areas.

5.2.3 Nutriënten in de plant

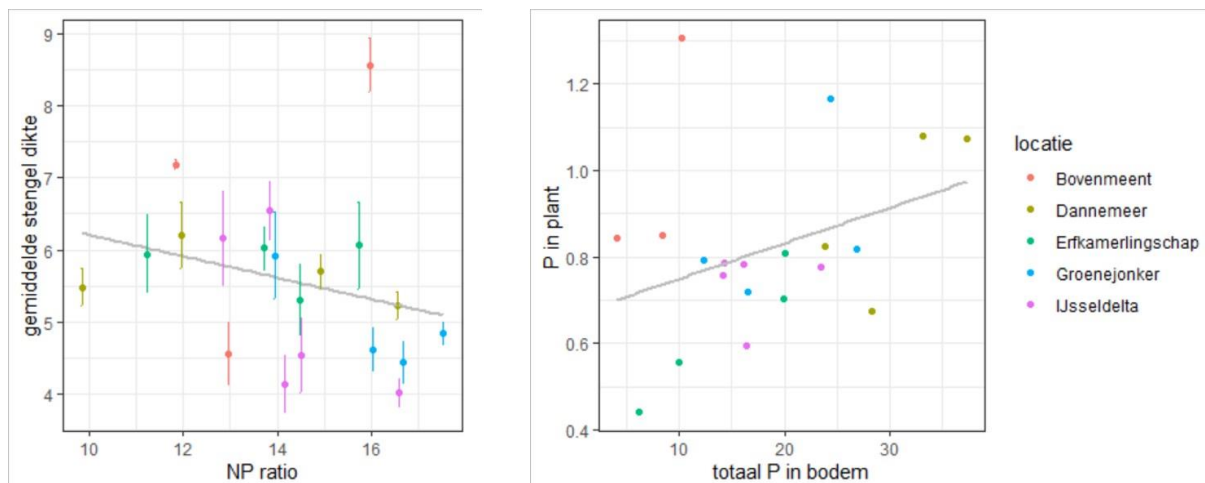
Zowel de stikstof- als fosforconcentraties in de rietstengels verschillen per locatie. Over het algemeen blijken de stikstofconcentraties laag in vergelijking met de resultaten uit andere studies, maar zijn de fosforconcentraties vergelijkbaar (gemiddelde waarden Güsewell & Koerselman (2002): stikstof 14 mg/g en fosfor 0,9 mg/g; Figuur 5.2). De gemiddelde N:P-ratio in het riet in de onderzochte gebieden is niet hoog en ligt rond de grenswaarde voor fosforlimitatie (N:P-ratio > 15, Güsewell & Koerselman 2002). Wanneer fosfor niet limiterend is zien we meestal dat de N- en de P-gehalten sterk positief gecorreleerd zijn en dat bij een hoger fosforgehalte het stikstofgehalte minder sterk toeneemt. Hierdoor wordt de N:P-ratio lager en treedt stikstoflimitatie op. Hierdoor wordt dan een negatief of geen verband gevonden tussen de stikstofconcentratie en N:P-ratio (Figuur 5.3). Dit duidt erop dat er geen aanwijzingen zijn voor fosforlimitatie in de onderzocht gebieden.

Uit eerder onderzoek aan riet in de Loosdrechtse plassen bleek fosforlimitatie voor te komen met N:P-ratio's van gemiddeld 22 (min-max 10-40, Verstijnen *et al.* 2019). De planten met de hoogste N:P-ratio's bleken de dunste stengels te hebben. Ook werd een duidelijk verband tussen de hoeveelheid fosfor in de plant en de fosforconcentraties van het bodemvocht gevonden (Figuur 5.3).



Figuur 5.2. Correlatie tussen totaal N en totaal P in de rietstengels (links) per locatie en de correlatie tussen de N:P-ratio en totaal N in de rietstengels per locatie (rechts). De blauwe lijn geeft de grenswaarde aan waarbij P-limitatie kan optreden.

Figure 5.2. Correlation between total N and total P in the reeds (left) by location and the correlation between the N:P ratio and total N in the reeds by location (right). The blue line indicates the limit at which P-limitation can occur.



Figuur 5.3. Correlatie tussen rietstengeldikte en N:P-ratio in de plant (links) en tussen P in de plant en totaal P in de bodem (rechts) per locatie.

Figure 5.3. Correlation between reed thickness and N:P ratio in the plant (left) and between P in the plant and total P in the soil (right) per location.

In de voorliggende studie worden de hoogste fosforconcentraties in het bodemvocht gemeten in het Dannemeer en het Naardermeer. Op deze locaties wordt in het riet ook het hoogste fosforgehalte gemeten. De laagste totaal fosforgehalten van het riet zijn gemeten in het Erfkamerlingschap. Hier werden ook de laagste totaal-P concentraties in het poriewater gemeten. Er was geen duidelijk verband tussen de dichtheid en stengeldikte van het riet en het totaal fosforgehalte van de bodem in de bemonsterde gebieden

5.2.4 Rietkragen en nutriënten uit de bodem

De voormalige landbouwgronden bevatten in principe voldoende nutriënten voor de ontwikkeling van krachtig waterriet. Een eenduidig beeld van de relaties tussen nutriënten in de bodem en eigenschappen van de rietplanten (stengeldikte, dichtheid) werd in deze studie, in tegenstelling tot andere studies, niet verkregen. Wanneer we kijken naar de metingen binnen de gebieden, dan zijn er geen duidelijke relaties tussen fosfor in de plant, bodem en rietkwaliteit zoals in bijvoorbeeld Verstijnen *et al.* (2019) worden beschreven. Dit kan echter ook veroorzaakt worden door het beperkte aantal metingen dat binnen deze studie is verricht. In het Rietmoeras IJsseldelta is een aantal metingen gedaan in rietkragen van enkele tientallen vierkante meters met dun-laag en dik-hoog riet. Hier waren nutriënten uit de bodem en het bodemvocht niet onderscheidend en spelen andere factoren schijnbaar een belangrijkere rol. Waterdiepte (maaiveldhoogte) en begrazingdruk waren vergelijkbaar en daarmee ook niet sturend. Ook genetische verschillen kunnen op deze schaal niet het verschil verklaren, aangezien het riet (recentelijk) is aangeplant met rietstokken afkomstig van dezelfde bronlocatie. Mogelijk zou bodemstructuur de verschillen kunnen verklaren. Op de ene locatie was sprake van vette klei, op de andere locatie zandige klei. Dit kan te maken hebben met de hoogte van het maaiveld vóór de herinrichting en hoe diep de bouwvoor is weggehaald tijdens de herinrichting. Begrazing door watervogels heeft een sterke sturende rol in de uitbreiding van het riet in de bezochte gebieden en in het algemeen (Van der Winden *et al.* 2020). In de Erfkamerlinschap en IJsseldelta is riet aangeplant, wat heeft geresulteerd in dichtbegroeide rietpercelen. Het succes kan te danken zijn aan de schaal waarop dit gedaan is, maar waarschijnlijk vooral omdat er rasters zijn geplaatst tegen begrazing. Op de locaties waar de rasters zijn weggehaald, is het riet dan ook stevig begraasd. Dit doet zich vooral voor in de IJsseldelta. In het Dannemeer en de Bovenmeent worden de rietkragen begraasd vanaf het water, waardoor deze relatief smal zijn (zie ook paragraaf 4.7 en 4.8).

Van nature komt (water)riet vooral voor in natte meso- en eutrofe gebieden, waarbij riet zich sterker kan ontwikkelen bij een toename van nutriënten (Romero *et al.* 1999, Tylová *et al.* 2013, Weeda *et al.* 1994.). Voedselrijkdom kan zodoende leiden tot (co-)dominantie van riet. In sommige gevallen kan nalevering van nutriënten echter ook leiden tot achteruitgang van riet, zoals recentelijk waargenomen in het Harderbroek (Verstijnen & Lucassen 2020). De nutriëntenbeschikbaarheid in relatie tot rietgroei heeft waarschijnlijk een optimumcurve die afhankelijk is van de lokale omstandigheden in combinatie met waterpeil en dynamiek. Hoe rietontwikkeling precies zal verlopen is daarom niet makkelijk te voorspellen zonder kennis van het betreffende systeem (Graveland & Coops 1997). Uit recentelijk onderzoek bleek dat sommige gebieden te voedselarm zijn voor krachtig waterriet (Verstijnen *et al.* 2019, Van der Winden 2021). De afgelopen decennia is er enorm ingezet op het reduceren van nutriënten in natuurgebieden. Dit is voor bepaalde natuurtypen, vooral met soortenrijke vegetaties, goed maar het is mogelijk dat dit heeft bijgedragen aan het verdwijnen van krachtig waterriet in sommige gebieden (zie ook https://www.natuurkennis.nl/Uploaded_files/Publicaties/obnnb-herfst2019-def.067eef.pdf).

5.3 Laag mozaïekmoeras habitat – porseleinhoen

In vier gebieden met porseleinhoenhabitat (Dannemeer, Zuidlaardermeer, Houtwiel en Bovenmeent) zijn locaties bemonsterd met lage moerasvegetaties waar het porseleinhoen zeer recent is vastgesteld. Ook zijn locaties bemonsterd waar dit type vegetatie niet of niet meer geschikt lijkt en het porseleinhoen ontbreekt of niet meer voorkomt. De vraag is of bodemkwaliteit een belangrijke factor is in de ontwikkeling van de vegetatiestructuur die een porseleinhoen nodig heeft.

5.3.1 Bodemchemie

In Tabel 5.2 worden de belangrijkste variabelen (elementen, nutriënten en organisch stofgehalte) in de bodem en habitatkenmerken weergegeven. Op alle bemonsterde locaties was een veenbodem aanwezig, dit blijkt ook duidelijk uit de hoge organisch stofgehaltes.

De gemiddelde gehalten aan nutriënten zijn relatief hoog en liggen in dezelfde ordegrootte als op de locaties waar rietvegetaties zijn bemonsterd. De verschillen tussen de bezochte gebieden zijn echter groot. De Olsen-P waardes zijn hoog, evenals de totaal-fosforconcentraties in de bodem en het bodemvocht (Tabel 5.2). Ammonium in het bodemvocht is vooral hoog in het Dannemeer en Zuidlaardermeer. De hoge concentraties in het bodemvocht suggereren dat de beschikbaarheid groot is en dat anorganisch stikstof en fosfor dat vrijkomt niet geheel wordt opgenomen door de planten. In het Houtwiel en de Bovenmeent (Naardermeer) zijn de nutriëntenconcentraties in het bodemvocht relatief laag.

5.3.2 Porseleinhoenhabitat en nutriënten

De resultaten laten geen eenduidige relatie zien tussen de aanwezigheid van halfopen laag moeras ('mozaïekmoeras') met pitrus en liesgras en de nutriëntgehaltes van bodem en bodemvocht. Dit geldt ook voor de aanwezigheid van het porseleinhoen in vergelijking met de nutriëntenrijkdom van de bodem. Wanneer we echter binnen de gebieden naar de metingen kijken dan valt op dat de hoogste vegetatie en rietdichtheid wordt gevonden bij de hoogste Olsen-P waarden (Tabel 5.2). Dit zijn ook de locaties die ongeschikt werden voor porseleinhoen (o.a. Dannemeer en Houtwiel). In het Houtwiel vallen verschillen op in vegetatiesuccessie op geïnnundeerde percelen. Sommige pitrus-liesgraspercelen zijn circa 15 jaar na vernatting niet of nauwelijks veranderd, terwijl andere percelen verruigen of verbossen (wilgen) of volgroeien met riet. Mede ondersteund door Olsen-P gehalten van de bodem bestaat - op basis van een beperkt aantal metingen - de indruk dat voormalig landgebruik hier een rol zou kunnen spelen. Bij een voormalig hooilandbeheer lijkt riet zich in het perceel uit te breiden, terwijl bij een voormalig weilandbeheer dit niet lijkt op te treden. Andere factoren kunnen echter ook van invloed of bepalend zijn voor de gevonden verschillen zoals

maaiveldniveaus, periode en duur van droogval, maar ook aanwezigheid van grote grazers. In het Houtwiel bleek dat halfopen pitrus-liesgrasvegetaties vooral te vinden waren op percelen waar betreding en begrazing door grote grazers (Schotse hooglanders en Exmoor pony's) plaats vond (Van der Hut *et al.* 2016).

Een evaluatie van de geschiktheid van moeraspercelen voor het porseleinhoen is niet eenvoudig, omdat de aantallen van jaar tot jaar sterk kunnen wisselen zonder zichtbare verschillen in vegetatiestructuur of waterpeil. Dit kan samenhangen met dynamiek op populatieniveau en verspreiding op grotere geografische schaal, maar logischerwijs ook met variatie in het voedselaanbod. Over dit laatste is echter nauwelijks iets bekend.

Tabel 5.2. Gemiddelde terreinkenmerken in broedhabitat van porseleinhoen in de bezochte gebieden. Gemiddelde concentraties van elementen in de bodem. Concentraties in het bodemvocht worden gegeven in mmol/l m.u.v. Olsen-P in $\mu\text{mol/l}$. Organisch stof wordt uitgedrukt als het percentage gloeiverlies.

Table 5.2. Mean terrain features in spotted crane breeding habitat in the areas visited. Average concentrations of elements in the soil. Concentrations in the soil moisture are given in $\mu\text{mol/l}$ with the exception of Olsen-P in mmol/l. Organic matter is expressed as the percentage loss on ignition.

Locatie	Dannemeer		Houtwiel						Bovenmeent		Zuidlaardermeer	
Veldcode	DA03	DA04	HW01	HW02	HW03	HW04	HW05	HW06	NA04	NA05	ZU01	ZU02
Porseleinhoen	ja	nee	nee	ja	ja	nee	ja	nee	ja	ja	ja	nee
Waterdiepte	5	0	2	2-10	0	0	0	0	5	10	5	0
Vegetatiehoogte	110	130	100-160	120	100-140	80-160	0-120	100-130	60-80	50-80	110	120
Riet %	0	0	80	0	<1	50	0	40	30	20	0	0
Pitrus %	30	70	20	40	40	20	50	40	20	20	50	30
Liesgras %	0	0	0	50	40	0	40	0	0	60	10	0
<i>Bodemvocht $\mu\text{mol/l}$</i>												
K	166,0	78,0	72,7	28,1	66,7	44,5	29,4	22,6	28,9	18,4	100,0	116,4
Fe	1248,7	185,9	303,1	10,5	4,1	5,8	34,6	89,1	1160,9	1044,1	285,6	2654,4
P	91,5	3,4	6,8	3,5	1,2	3,1	2,1	1,7	7,6	5,0	6,8	47,5
NO ₃	2,2	4,9	0,0	20,9	35,3	31,9	3,8	2,3	1,2	0,9	15,6	6,9
NH ₄	809,2	156,4	47,8	31,2	79,5	45,3	50,7	31,7	31,3	12,4	649,5	791,9
<i>Bodem totaal mmol/l</i>												
K	57,5	46,2	7,3	4,1	9,8	4,8	7,6	3,3	40,6	24,1	8,5	18,8
Fe	261,2	243,2	54,1	36,7	76,3	53,2	63,3	35,7	272,6	170,9	129,5	137,0
P	39,4	30,2	10,7	10,7	12,9	7,1	6,7	7,7	18,8	15,4	12,3	19,1
Olsen-P ($\mu\text{mol/l}$)	1462,1	1783,8	705,2	667,5	746,5	1134,8	958,3	1343,1	1073,5	633,3	719,4	727,0
Organisch stof %	34%	32%	40%	58%	31%	10%	14%	5%	22%	34%	36%	37%

6. Synthese

6.1 Betekenis en positie van moerassen op voormalige landbouwgrond

6.1.1 Variatie in ruimte en tijd

In de bezochte moerassen op voormalige landbouwgronden vinden we eutrofe tot hypertrofe ondiepe plassen met (tijdelijke) waterplantvelden, uitgestrekte pioniervegetaties en mozaïeken van lage moerasvegetaties in ondiep water waarin doorgaans liesgras en pitrus domineren. Daarnaast rietkragen of waterrietvelden, afgewisseld met open water, waarbij in een aantal gebieden ook krachtig waterriet tot ontwikkeling is gekomen. De variatie aan moerasstadia tussen de onderzochte gebieden is opvallend groot: in een deel van de gebieden met grootschalig droogvallende (klei) bodems is het areaal pioniervegetaties aanzienlijk (tientallen tot meer dan 100 ha). In andere gebieden is het areaal open water heel beperkt en zijn moerasvegetaties aspectbepalend. Ook de aanwezigheid van lage mozaïekmoerassen met pitrus-liesgras vegetaties in ondiep water verschilt sterk. In alle gebieden is waterriet aanwezig, maar het areaal verschilt sterk en varieert van smalle rietkragen tot relatief grote waterrietvelden. In drie gebieden is krachtig waterriet van betekenis aanwezig. Ruigten en struweel zijn in alle gebieden in de randzones aanwezig en ook opslag van wilg, els en soms berk is opgetreden.

De ontwikkelingsduur loopt uiteen van enkele tot circa 45 jaar. In een aantal gebieden hebben natte rietvelden zich binnen een tijdsbestek van circa 10 jaar goed ontwikkeld door uitgroei van riet vanuit rietkragen over de percelen. In de meeste andere gebieden is deze ontwikkeling heel beperkt. Een doorontwikkeling tot broekbos is vastgesteld na 15 tot enkele tientallen jaren. Over het algemeen zien we dat de jonge moerasstadia met een hoge vogelrijkdom zonder actief beheer relatief kort in stand blijven, het gaat om perioden van 3-5 jaar en zelden 15 jaar.

6.1.2 Natuurdoelen

Zeven van de twaalf onderzochte moerassen maken deel uit van Natura 2000-gebieden. Voor enkele gebieden zijn voor de inrichting specifieke doelen omschreven om een bijdrage te leveren aan behoud of herstel van Natura 2000-waarden (aangewezen of kwalificerende waarden). Dit geldt voor Rietmoeras IJsseldelta, Erfkamerlingschap, delen van De Alde Feanen en Het Twiske, waar rietmoeras is aangelegd voor roerdomp, grote karekiet, porseleinhoen, snor en/of rietzanger. In deze gebieden hebben de doelsoorten zich daadwerkelijk succesvol gevestigd (Tabel 6.1). Een 'spin-off' is de betekenis die ook voor andere Natura 2000-doelen is ontstaan. Een voorbeeld daarvan is de ontwikkeling van kranswiervelden, gevolgd door watervogelconcentraties in Rietmoeras IJsseldelta. Ook andere gebieden waar, naast 'algemene moerasdoelen', andere doelen gelden, zoals waterberging (delen Zuidlaardermeergebied, Dannemeer) of hydrologische buffering tussen landbouw en natuur (Hoogwaterzone Wieden, schil Naardermeer) geven invulling aan Natura 2000-doelen. Dit geldt voor moerasbroedvogels en/of voor niet broedende watervogels in het Zuidlaardermeergebied (met grote slaapplaatsen voor kolgans en toendrarietgans), Beulakerpolder en Hoogwaterzone in De Wieden en de schil van het Naardermeer. In verschillende gebieden komt de meervleermuis voor. In al deze gebieden zijn doelen voor Natura 2000 behaald, of zijn potenties aanwezig voor het behalen van doelen na verdere ontwikkeling. Een voorbeeld daarvan is de schil van het Naardermeer, waar potenties aanwezig zijn voor purperreiger, grote karekiet en zwarte stern.

Tabel 6.1. Overzicht van doelen en betekenis van de twaalf onderzochte moerassen voor Natura 2000. Opgenomen zijn habitattypen, habitatsoorten, broedvogels en niet-broedvogels die aangewezen zijn voor de desbetreffende Natura 2000-gebieden en voorkomen in de moerassen die zijn ontwikkeld op voormalige landbouwgrond.

Table 6.1. Overview of the objectives and significance of the twelve studied wetlands for Natura 2000. Included are habitat types, habitat species, breeding and non-breeding birds that are designated for the relevant Natura 2000 areas and occur in the wetlands developed on former agricultural land.

Gebied	Doelen en aanwezige waarden Natura 2000
1.Dannemeer	
2.Zuidlaardermeergebied (Kropswolder buitenpolder, Westerbroekstermadepolder, Groene polder, Oeverpolder)	roerdomp, porseleinhoen, rietzanger; kolgans, toendrarietgans, slobbeend
3.Houtwiel (Midden)	-
4.Alde Feanen (Polder van de Berg, Lytse Saite Polder, Headams Kampen)	meervleermuis, roerdomp, snor, rietzanger
5.De Wieden (Hoogwaterzone zuid, Beulakerpolder)	meren met krabbenscheer (en fonteinkruiden); meervleermuis, roerdomp, purperreiger*, bruine kiekendief, porseleinhoen, snor, rietzanger; grauwe gans
6.Rietmoeras IJsseldelta	meren met (krabbenscheer en) fonteinkruiden; roerdomp, grote karekiet; lepelaar, krakeend, krooneend, tafeleend, kuifeend, meerkoet, slobbeend, nonnetje
7.Harderbroek Plan Roerdomp	-
8.Twiske (Noord, Belt, Leers, Vennen)	roerdomp, bruine kiekendief, snor, rietzanger; krakeend, meerkoet
9.Jagersveld (oost)	-
10.Naardermeer (Keverdijkse Polder, Bovenmeent)	snor, grauwe gans, kolgans
11.Groene Jonker	
12.Rijnstrangen (Erfkamerlingschap)	roerdomp, grote karekiet,

De twaalf gebieden maken alle deel uit van het Natuurnetwerk Nederland (NNN). Doelen zijn geformuleerd voor leefgebied, waar het ontwikkelde moeras deel van uitmaakt, of voor het gebied als stapsteen (verbindend) binnen een ecologische verbingszone. Een deel van de gebieden ligt in de zogenoemde Natte As. De Natte As maakt deel uit van het Natuurnetwerk Nederland en bestaat uit twee delen: West-Nederland en Noord-Nederland (Van der Grift *et al.* 2006). Binnen deze as zijn robuuste verbindingen op de kaart gezet met specifieke natuurdoelen. Eén van de doelen is het creëren van duurzame habitatnetwerken voor mobiele diersoorten, d.w.z. soorten die een nationaal of internationaal netwerk van natuurgebieden nodig hebben om duurzaam te kunnen voortbestaan. Vier jonge moerassen liggen binnen deze Natte As in Noord-Nederland: De Alde Feanen, het Houtwiel, het Zuidlaardermeergebied en Dannemeer. De Groene Jonker ligt in de Natte As in West-Nederland. Als doelsoorten voor ontsnipperingsmaatregelen zijn in de Natte As vooral zoogdieren, amfibieën en reptielen benoemd. Soorten die binnen de jonge eutrofe moerassen leefgebied vinden zijn onder andere otter, bever, waterspitsmuis, noordse woelmuis, ringslang, heikikker en groene glazenmaker (Tabel 6.2).

Ook kleine gebieden zijn door moerasontwikkeling (en ontsnipperingsmaatregelen) van betekenis geworden binnen het NNN. Voorbeelden daarvan zijn het noordelijk deel van het Jagersveld en Het Twiske, waar noordse woelmuis, waterspitsmuis en mogelijk ook ringslang voorkomen; deze gebieden vormen ook een stapsteen in de ecologische verbingszone voor de otter.

Tabel 6.2. Overzicht van doelen en betekenis van de twaalf onderzochte moerassen voor het Natuurnetwerk Nederland. Opgenomen zijn (moeras)beheertypen en (moeras)doelsoorten voor leefgebieden en ecologische verbindingzones, die voorkomen in de moerassen die zijn ontwikkeld op voormalige landbouwgrond.

Table 6.2. Overview of the goals and significance of the twelve wetlands for the Netherlands Nature Network. Included are (swamp) management types and (marsh) target species for habitats and ecological corridors, which occur in the swamps that have been developed on former agricultural land.

Gebied	Doelen en aanwezige waarden Natuurnetwerk Nederland (naast e.v. Natura 2000-doelen)
1.Dannemeer	deel Natte As; 'zoet klei-oermoeras' met moeras- en pioniervogels w.o. , kleine plevier, visdief, pleisterplaatsen voor watervogels, mogelijkheden voor vismigratie (snoek, stekelbaars)
2.Zuidlaardermeergebied (Kropswolder buitenpolder, Westerbroekstermadepolder, Groene polder, Oeverpolder)	deel natte as en ecologische verbindingzone; aanwezige doelsoorten waterspitsmuis, zwarte stern, kleine karekiet, bruine korenbout, groene glazenmaker, glassnijder
3.Houtwiel (Midden)	deel Natte As; leefgebied otter, ringslang (en moerasvogels w.o. roerdomp, porseleinhoen, heikikker)
4.Alde Feanen (Polder van de Berg, Lytse Saite Polder, Headams Kampen)	deel Natte As; leefgebied otter, noordse woelmuis
5.De Wieden (Hoogwaterzone zuid, Beulakerpolder)	dynamische moerasnatuur / veenmoeras (N05.01, N05.03) in Beulakerpolder met moerasvogels; veenmoeras (N05.03) en zoete plas (N04.02) in Hoogwaterzone
6.Rietmoeras IJsseldelta	beheertype Moeras N05.01 met o.a. dodaars, tafeleend, krooneend)
7.Harderbroek Plan Roerdomp	beheertype N05.04 dynamisch moeras
8.Twiske (Noord, Belt, Leers, Vennen)	leefgebied waterspitsmuis, noordse woelmuis, stapsteen in verbindingzone voor otter
9.Jagersveld (oost)	leefgebied waterspitsmuis, noordse woelmuis, ringslang, moeras- en rietvogels (rietzanger, kleine karekiet e.a.); stapsteen in verbindingzone voor otter
10.Naardermeer (Keverdijkse Polder, Bovenmeent)	beheertypen N05.01 'moeras' en N04.02 zoete plas; doelsoorten otter, ringslang, heikikker, rugstreeppadglassnijder, vroege glazenmaker, groene glazenmaker, bruine korenbout
11.Groene Jonker	deel Natte As, beheertype N05.04 dynamisch moeras
12.Rijnstrangen (Erfkamerlingenschap, Aerdse brug)	beheertype N05.01 moeras en N04.04 zoete plas

6.2 Biodiversiteit en betekenis

In hoofdstuk 1 is een zeer beknopte kenschets gegeven van min of meer natuurlijke moerassen in Europa als referentie voor voedselrijke moerassen op voormalige landbouwgrond. Wij hebben geen voedselwebstudie uitgevoerd of een kwantitatieve analyse van abiotiek, vegetatie en fauna. De studie is een kwalitatieve, waar mogelijk semi-kwantitatieve inventarisatie van moerasstadia, (avi)fauna en kenmerken die sturend kunnen zijn in de variatie in ruimte en tijd in 12 jonge moerassen op voormalige landbouwgrond. Deze eerste verkenning of inventarisatie voor eutrofe moerassen nodigt wel uit om referenties te gebruiken als meetlat voor biodiversiteit en aanwezigheid van sturende factoren.

De biodiversiteit kunnen wij invullen aan de hand van de onderscheiden moerasstadia. Een meer gedetailleerde evaluatie op basis van ecologische soortgroepen binnen het voedselweb is niet mogelijk, omdat daarvoor gegevens ontbreken met uitzondering van die van broedvogels. Een overzicht is gegeven in paragraaf 3.1 (Tabel 3.1). Tien stadia zijn onderscheiden. Deze stadia lopen uiteen van open water, waterplantenmoeras, pioniermoeras, mozaïeken van open water en lage of hoge helofytenvegetaties tot natte en droge rietlanden, ruigte en broekbos. De diversiteit of compleetheid is zeer verschillend en varieert van 3-9 stadia per gebied, waarbij omvang (12 – 616 ha) en ontwikkelingsduur een grote rol spelen naast gebiedskwaliteiten.

Een overzicht van systeemprocessen op basis van referenties van natuurlijke voedselrijke moerassystemen maakt het volgende duidelijk. Wij leggen hier de focus op abiotische processen en op diergroepen die sturende effecten kunnen hebben op moerasontwikkeling. Een deel van de onderzochte moerasgebieden scoort laag in dit overzicht (Tabel 6.3). Peildynamiek en dynamiek door middel van grote grazers is nauwelijks of niet aanwezig in Alde Feanen, Wieden, Jagersveld en Twiske. De overige gebieden kennen een grotere mate van natuurlijkheid, omdat seizoensdynamiek in het waterpeil van betekenis aanwezig is (ordegrootte decimeters) en incidenteel het peil sterk uitzakt (meerjarendynamiek). Van windwerking is alleen sprake in gebieden met min of meer grootschalig open water. Waar deze dynamiek ontbreekt treedt zichtbaar successie op naar ruigtevegetaties en opslag. Vegetatiebeheer is dan vereist voor een 'set-back' tot jonge moerasstadia. Grote grazers betreffen paarden, schotse hooglanders en andere runderen (soms ook schapen, landgeiten) die ingezet worden bij ontbreken van natuurlijke grote grazers zoals eland, wild zwijn, edelhert of wild paard. In de onderzochte gebieden spelen exoten (muskusrat, rivierkreeft) geen grote rol, maar wel de hoge populatiegrootte van de grauwe gans.

Tabel 6.3. Systeemprocessen in de twaalf onderzochte moerasgebieden. Vermeld is of natuurlijke processen aanwezig zijn. Het betreft hier peildynamiek en variatie die ontstaat door begrazing.
Table 6.3. System processes in the twelve studied wetlands. Mentioned whether natural processes are present. This concerns water level dynamics and variation resulting from grazing.

Gebied	Seizoens dynamiek	Meerjaren dynamiek	Wind werking	Grazende watervogels	Grote Grazers
Zuidlaardermeer – Kropswolderbuitenpolder / Westerbroekstermadepolder	+	+	?	+	+
Zuidlaardermeer – Oeverpolder / Groene polder	+	+	-	+	+
Dannemeer	+	+	?	+	-
Groene Jonker	+	+	?	+	-
Naardermeer (Keverdijkse Polder, Bovenmeent)	+	-	-	+	+
Rijnstrangen (Erfkamerlingschap)	+	+	-	+	-
Rietmoeras IJsseldelta	+	-(>+)	+	+	-
Houtwiel (Midden)	+	+	-	+	+
Alde Feanen (Polder van de Berg, Lytse Saite Polder, Headams Kampen)	-	-	-	+	-
De Wieden (Hoogwaterzone zuid, Beulakerpolder)	-	-	-	+	-
Jagersveld (oost)	-	-	-	-	-
Twiske (Noord, Belt, Leers, Vennen)	-	-	-	-	(+)
Harderbroek Plan Roerdomp	-	-	?	+	-

De betekenis van de onderzochte moerassen op voormalige landbouwgrond in Nederland springt direct in het oog aan de hand van pionierbroedvogels zoals geoorde fuut (24%), witwangstern (100%), kleinst waterhoen en porseleinhoen (17-38%, Tabel 6.4). De vestigingen van deze soorten in het Zuidlaardermeergebied en Dannemeer, maar ook op wat kleinere schaal in Houtwiel en Groene Jonker, betekenden een forse toename van de Nederlandse broedpopulaties. Dit maakt duidelijk dat dit type moeras een bijzonder betekenis heeft voor jonge moerasstadia, die wij benoemd hebben als waterplantenmoeras, pioniermoeras en laag mozaïekmoeras. Betrekken wij ook andere jonge moerassen op voormalige landbouwgrond, in het bijzonder de Onlanden (Groningen) en Wetering Oost en West (Overijssel) in dit overzicht, dan valt het aandeel voor geoorde fuut (max. 25 in de Onlanden, 63 in Wetering Oost/West), porseleinhoen (max. 27-37 in de Onlanden) en kleinst waterhoen (max. 9-10 in de Onlanden) nog hoger uit: ca. een derde van de populatie geoorde fuut, mogelijk de helft van de populatie porseleinhoen en kleinst waterhoen in piekjaren. Afgemeten aan de nationale populaties is de betekenis van 'hoog mozaïekmoeras' met een grote afwisseling van open water, opgaand riet en/of lisdodden en rietvelden met water op het maaiveld minder groot (roerdomp 7%, snor 9%).

Dat neemt niet weg dat in deze moerassen opmerkelijk hoge dichtheden van o.a. roerdomp en snor voorkomen. Waterrietmoerassen met omvang van betekenis zijn heel schaars in Nederland – doorgaans gaat het om smalle rietkragen langs open water – en juist in de moerasgebieden op voormalige landbouwgrond is ruimte aanwezig voor waterrietmoerassen met perspectief voor krachtig waterriet en grote karekiet, een situatie die in drie van de 12 onderzochte gebieden is waargenomen. Naast dit palet aan broedvogels trekken concentraties watervogels de aandacht die profiteren van pioniervegetaties die geïnundeerd raken en waterplantenontwikkeling (fonteinkruidvelden).

Tabel 6.4. Broedvogelsoorten, kenmerkend voor verschillende moerasstadia, in de twaalf onderzochte moerasgebieden. Opgenomen zijn aantallen op basis van recente inventarisaties (2016-2020; of losse waarnemingen, indien een inventarisatie ontbreekt). Tussen haakjes zijn oudere piekaantallen na inrichting vermeld. In het totaal moet rekening gehouden worden met een marge, omdat de inventarisatiejaren uiteenlopen.

Table 6.4. Breeding bird species, characteristic of different swamp stages, in the twelve wetlands studied. Numbers are included based on recent inventories (2016-2020; or individual observations, if an inventory is missing). Older peak numbers after setup are given in brackets. A margin must be taken into account in the total, because the inventory years differ.

Gebied en jaar van inventarisatie	Geoorde fuut	Witwangstern	Kleine plevier	Grote karekiet	Roer domp	Porseleinhoen	Kleinst waterhoen	Snor	Rietzanger	Sprinkhaanzanger
Zuidlaardermeer – Kropswolderbuitenpolder/ Westerbroekstermadepolder 2017	104 (129)	-(26)	3(4)	-	1(3)	3(15)	-	2	101	40
Zuidlaardermeer – Oeverpolder / Groene polder 2018, waarnemingen 2020	2(159)	-	-(1)	-	1	23	1-3	8	35	6
Dannemeer 2016, waarnemingen 2017-2020	1 (94)	-(16)	3	1	3	3(8)	-	6	42	6
Groene Jonker 2013 en waarneming.nl 2017-2021	5(22)	-	0(5)	-	1	1(7)	-(1)	13	36	c. 10
Naardermeer (Keverdijkse Polder, Bovenmeent) 2018, waarnemingen 2020	1(2)	-	2	-	2	1	1-2	39	222	44
Rijnstrangen (Erfkamerlingschap) 2019, waarnemingen 2020	-	-	3	1	1	-	-	-	-	-
Rietmoeras IJsseldelta 2020	-	-	0(5)	3	3	-	-	1	5	-
Houtwiel (Midden) 2020	-	-	1	-	8(11)	2 (22)	-(0-1)	51	104(140)	7
Alde Feanen (Polder van de Berg, Lytse Saite Polder, Headams Kampen) 2020	-	-	1	-	7	-	-	25	53	-
De Wieden (Hoogwaterzone zuid, Beulakerpolder) 2017-2020	-	-	1	-	4	2	1	c.20	190	13
Jagersveld (oost) waarnemingen 2017-2020	-	-	-	-	1	-	-	2 (6)	c.10 (49)	4 (8)
Twiske (Noord, Belt, Leers, Vennen) 2020	-	-	-	-	3	-(1)	-	14(2 2)	63	c.45
Harderbroek Plan Roerdomp 2019	-	-	-	-	-	-	-	2	c.10	c.5
TOTAAL max 2016-2020	113 (159)	-(26)	14	5	35	36 (79)	3-6	183	871	176
AANDEEL IN POPULATIE NEDERLAND (%)	24	(100)	1	5	7	17(38)	10-20	9	3	3

6.3 Sturende factoren

Uit de inventarisatie van ervaringen van terreinbeheerders en onze evaluatie van de variatie in moerasvegetaties en (avi)fauna in de twaalf onderzochte gebieden in ruimte en tijd komt naar voren dat waarschijnlijk niet één bepaalde factor sturend is voor moerasontwikkeling in eutrofe moerassen op voormalige landbouwgrond, maar vrijwel altijd een combinatie van verschillende factoren. In deze paragraaf gaan wij – samenvattend op basis van hoofdstuk 4 en 5 – in op factoren die bepalend kunnen zijn in de bezochte gebieden voor geboekte successen, of juist het uitblijven van verwachtingen aan de ontwikkeling van moerasstadia en (avi)fauna.

6.3.1 Voedselrijkdom

Het is niet geheel duidelijk in welke mate de voedselrijkdom op zichzelf in eutrofe moerassen sturend is voor de vegetatieontwikkeling, macrofauna en vogelstand. Moerassen op voormalige landbouwgrond zijn per definitie voedselrijk, vaak eutroof of zelfs hypertroof. Voor eutrofe moerassen bestaan (nog) geen referentiewaarden, maar uit de metingen die beschikbaar zijn kan voorzichtig worden gesteld dat bij een hogere beschikbaarheid aan fosfaat (Olsen-P ca. 1200 $\mu\text{mol/l}$) snelgroeiende eutrofe soorten domineren en dat verzuuring optreedt. Het is echter onduidelijk of er 'ecologische grenzen' zijn aan te brengen boven de waarde van Olsen-P ~ 1200 $\mu\text{mol/l}$. Het is dus onduidelijk hoe voedselrijk (eutroof > hypertroof) een moeras kan zijn wil het zijn beoogde functie behouden. Wel is duidelijk dat wanneer in deze situatie actief beheer uitblijft, bijvoorbeeld een plas-dras laag mozaïekmoeras dicht groeit, waardoor het ongeschikt wordt voor porseleinhoen. Na vernatting veranderen de bodemcondities: de kans op nalevering van nutriënten is groot. Voor eutrafente plantensoorten zoals pitrus, liesgras, wilgen, riet en lisdodden is deze situatie gunstig en deze plantensoorten vervullen een belangrijke functie in moerassen als leefgebied voor (avi)fauna. Onder welke abiotische randvoorwaarden deze soorten het beste groeien is echter niet geheel duidelijk. Eutrofe condities kunnen voor hogere trofische niveaus, zoals vis en vogels, soms beter zijn, omdat het voedselaanbod (bijvoorbeeld macrofauna) hoger kan zijn. Het is goed mogelijk dat dit ook daadwerkelijk het geval is, gezien de soms hoge dichtheden aan moerasvogels, maar over de diversiteit en dichtheid van macrofauna en niet-aquatische insecten in eutrofe moerassen is nagenoeg niets bekend. Op dit moment wordt er bij de inrichting van een eutroof moeras geen rekening gehouden met de biogeochemische veranderingen inclusief voedselrijkdom na vernatting van de verschillende bodemlagen. Hier liggen in potentie mogelijkheden om te sturen op de ontwikkeling en successie van het moeras.

6.3.2 Peildynamiek

De spectaculaire vestigingen van karakteristieke broedende pioniersoorten en moerasvogels in jonge verlandingsstadia van ondiepe plassen en mozaïekmoerassen, zoals geoorde fuut, moerassterns en grote karekiet, vestigen de aandacht op de condities die qua peilbeheer nodig zijn voor een specifieke vegetatieontwikkeling waar deze soorten van profiteren. Deze ontwikkelingen hebben zich voorgedaan in gebieden met een relatief groot verschil in zomer- en winterpeil (minimaal ca. 50 cm) en een groot areaal dat droogvalt in de loop van het groeiseizoen (ca. 30-70%). Hoewel uit tal van onderzoeken blijkt dat peildynamiek in veel gevallen inderdaad een sleutelfactor is, is in veel gebieden nog niet duidelijk wat de effecten van de aanwezige peilverschillen op de langere termijn zullen zijn. In zijn algemeenheid is het volgen van een natuurlijk peilverloop de natuurlijke weg om te gaan. Dit heeft betrekking op het seizoensverloop (met een hoog winterpeil en een laag zomerpeil, uitzakkend in de loop van het groeiseizoen) en op de meerjarendynamiek met incidenteel een extreem laag of hoog peil. Een kleine waterpeilamplitude kan echter voldoende zijn, mits daarmee rekening gehouden wordt bij herinrichting én vegetatie- en/of begrazingsbeheer wordt toegepast. Een langzaam aflopend oeverprofiel bijvoorbeeld kan zorgen voor een groot droogvallend areaal, waarbinnen rietvegetaties kunnen uitgroeien, en voor een goede decompositie van de bodem.

6.3.3 Begrazing

Begrazingsdruk van riet en andere helofyten door watervogels (vooral grauwe ganzen) kan zo hoog zijn, dat ontwikkeling van riet en andere helofyten niet van de grond komt, of zodanig wordt teruggedrongen, dat leefgebied voor grote karekiet, roerdomp of porseleinhoen niet beschikbaar komt dan wel verdwijnt. Begrazingsdruk blijkt daardoor in veel gebieden een bepalende factor voor helofyten en moerasvogelstand. Dit is echter niet overal het geval. De areaalverdeling tussen open water en riet, en de aanwezigheid van eiwitrijke graslanden grenzend aan het moeras lijken hierin belangrijke factoren.

Het uitrasteren van waterriet blijkt effectief om begrazing door watervogels tegen te gaan. Rasters kunnen gebruikt worden om na de inrichting bestaande rietkernen te laten uitroeien tot grotere, robuustere rietkragen of waterrietvelden. Maatregelen tegen vraat zijn in dit geval cruciaal om het riet na aanplant een kans te geven. In verschillende moerasgebieden worden pogingen gedaan om vraat van helofyten door watervogels (vooral grauwe ganzen) te sturen met de hoogte van het waterpeil. Inperken van de begrazingsdruk door middel van peilbeheer houdt een droogval in het groeiseizoen in, en/of een peil dat in het winterseizoen zo hoog is, dat watervogels de wortelstokken niet kunnen bereiken. Een droogval gedurende verschillende jaren kan effectief zijn voor herstel van open gegraasde rietvelden. In de praktijk is een dergelijke peilmaatregel in een deel van de bezochte gebieden moeilijk of niet te realiseren, omdat bij beheerders niet voldoende speelruimte aanwezig is voor waterpeilbeheer.

Ook grote herbivoren kunnen een grote impact hebben op de soortensamenstelling en structuur van moerasvegetaties, en daarmee op de aanwezigheid van moerasbroedvogels via begrazing, betreding en bemesting. Het lijkt er op dat grote grazers in lage dichtheden de vorming van een strooisellaag en de vegetatiesuccessie vertragen, maar niet tegenhouden. In gebieden met een relatief hoge dichtheid aan grote grazers ontstaat een tweedeling tussen intensief, kort gegraasde vegetatie en niet begraasde delen die verruigen en verbossen. Effecten op moerasbroedvogels zijn enerzijds positief (porseleinhoen, blauwborst), anderzijds negatief (broedlocaties bruine kiekendief, roerdomp, leefgebied snor), waarbij de begrazingsintensiteit een grote rol speelt. Begrazingsdruk en fasering (jaarrondbegrazing, seizoensbegrazing) lijken sturend te zijn in het wel of niet tot ontwikkeling komen van leefgebied voor moerasvogels die juist een vlakdekkende dan wel halfopen vegetatie nodig hebben.

6.4 Sleutelfactoren voor specifieke moerasstadia

In deze paragraaf beschrijven we de gesignaleerde effecten van verschillende factoren, abiotiek, biotische factoren en beheer, per moerasstadium (zie samenvatting Tabel 6.1). In Figuur 6.1 hebben we een poging gedaan om in één schema overzichtelijk de samenhang tussen de sturende factoren te maken en de bijdrage op de moerasstadia.

Voor waterplantenmoeras is te ondiep water of een periodieke droogval vanzelfsprekend problematisch – dit moerasstadium komt dan niet tot ontwikkeling. Naast voldoende waterdiepte speelt nalevering van nutriënten uit de bodem ook een belangrijke rol. In sommige gebieden is in de eerste jaren na herinrichting een goede ontwikkeling van drijvende en/of ondergedoken waterplanten waargenomen, soms in combinatie met pitrus. Deze vegetatiestructuur heeft een grote aantrekkingskracht op karakteristieke moeras(avi)fauna. Peilverlaging met als doel drooglegging wordt vaak toegepast om decompositie van nutriënten te versnellen, maar dat levert niet altijd een gewenst resultaat na peilopzet op. Soms verdwijnen veenwortelvelden al na enkele jaren, mogelijk door toenemende troebelheid. Doorzicht kan sterk beïnvloed worden door zwevend stof (slib of organisch materiaal in suspensie), in combinatie met windwerking en slibtransport, aanwezige bodemwoelende vis of door algenbloei in samenhang met voedselrijkdom.

Wind- en golfwerking kunnen bovendien als effect hebben dat plassen steeds dieper worden, vooral in de beginsituatie als weinig helofyten aanwezig zijn om de bodem vast te houden, of als watervogels oevervegetaties begrazen.

Pioniermoeras op eutrofe bodem blijkt vaak moeilijk te behouden, omdat droogvallende kale gronden en zeer ondiep water met pioniervegetaties snel begroeid raken met soorten die goed uit de voeten kunnen met eutrofe omstandigheden, zoals (schie)wilg en pitrus. Wilgopslag kan voorkomen worden door in de juiste periode (juni) door middel van peilbeheer te zorgen voor water op het maaiveld, zodat inwaaierend wilgenzaad niet tot ontkieming komt.

Voor laag mozaïekmoeras is het belangrijk dat er een variatie van relatief laagblijvende vegetatie, ondiep water en droogvallende delen in stand wordt gehouden. Deze vegetatiestructuur is cruciaal voor de karakteristieke moerasfauna in deze plas-dras situatie. Bij een te laag waterpeil blijkt dit stadium dicht te kunnen groeien met een monotoon vegetatiedek, waardoor het mozaïekpatroon verdwijnt. Voedselbeschikbaarheid vanuit de bodem, in combinatie met de aanwezige vegetatiekernen en zaadbank, speelt waarschijnlijk ook een belangrijke rol. Soorten die onder eutrofe omstandigheden snel groeien zijn in het voordeel, maar tevens zullen soorten die voor de inrichting aanwezig waren en/of zich makkelijk verspreiden via zaad in het voordeel zijn. Peilbeheer (winterinundatie) en begrazing (seizoensbegrazing na droogval aan het einde van het groeiseizoen) is toegepast om dit stadium in de benen te houden of te herstellen. Dit geldt ook voor een reset door maaien/plaggen, eveneens na droogval aan het einde van het groeiseizoen en vervolgens opzetten van het peil. Beide strategieën lijken effectief.

In een hoog mozaïekmoeras is eveneens belangrijk dat er variatie blijft bestaan tussen begroeide en open stukken, waarbij de breedte en randlengte van opgaande overjarig in water staande zones met riet en/of andere helofyten belangrijk zijn voor moerasvogels als roerdomp en grote karekiet. In sommige gebieden komt dit stadium moeizaam op gang. Naast waterpeildynamiek, die zorgt voor de juiste abiotische condities, is ook begrazing door watervogels een sturende factor. Ganzen kunnen de uitbreiding van helofyten aan de waterkant sterk belemmeren. Aan de landkant kan wilgopslag een sturende factor worden in de overgangsfase van water naar land en de begroeiing overnemen.

Brede rietkragen met hoog, krachtig riet (ca. 3 m of hoger met stengels die ca. 7-8 mmm dik zijn) in dieper water (> 50 cm) in een hoog mozaïekmoeras breidden zich in de onderzochte gebieden zonder sturing van begrazing door middel van rasters en/of peilbeheer niet of slechts moeizaam uit. In hoeverre voedselcondities in de bodem sturend zijn, is onzeker. Wel is duidelijk dat moerassen op voormalige landbouwgrond uitermate geschikt zijn voor de ontwikkeling van een rietmoeras met hoog en krachtig riet, indien alle randvoorwaarden goed zijn met betrekking tot waterpeilverloop en begrazingsdruk. Voedselarme omstandigheden komen in eutrofe moerassen zelden voor - daarentegen kunnen te voedselrijke omstandigheden mogelijk problematisch zijn, hetzij door een directe groeibelemming onder toxische omstandigheden, hetzij door de concurrentie van soorten die zich sneller kunnen uitbreiden en beter met hypertrofe omstandigheden kunnen omgaan.

Voor nat rietland en droog rietland zijn voor een deel dezelfde factoren sturend. Water op het maaiveld (via grondwater en/of neerslag) is voor nat rietland nodig om het stadium en daarin aanwezige (avi)fauna zoals roerdomp en snor in stand te houden. Naarmate verdroging en strooiselophoping optreedt winnen ruigtekruiden en (struik)wilgen of, afhankelijk van de grondsoort, els de concurrentie en verdwijnt ook de 'natte rietlandfauna'. Nutriënten spelen een belangrijke rol in de diversiteit aan kruiden binnen de rietvegetaties. In een voedselrijke situatie kan opslag snel de overhand krijgen.

De ontwikkeling van kruidenrijke ruigten, opgaande ruigtevegetaties, struweel en broekbos hangt sterk af van bodemnutriënten; vlieropslag en braam verschijnen bijvoorbeeld op sterk verrijkte grond.

6.5 Aanbevelingen voor beheer

De inventarisatie heeft ervaringen en ideeën over inrichting en beheer bijeengebracht, maar ook veel vragen. Een uitgewerkte leidraad voor inrichting en beheer, gericht op het bereiken van specifieke doelen kon daarom (nog) niet opgesteld worden. Toch kunnen wel enkele aanbevelingen gedaan worden op basis van de ervaringen met moerasontwikkeling op voormalige landbouwgrond tot dusver.

Los van directe aanbevelingen ten aanzien van praktische uitvoer voor het beheer, is in onze visie meer interactie tussen de beheerders en het onderzoek wenselijk, zowel vóór de inrichting als na de inrichting: **experimenteren en leren om beter te kunnen beheeren**. Door samen te werken en ervaring op te doen kunnen kennislacunes sneller worden ingevuld. Bijvoorbeeld in het meten van vegetatie uitbreiding, waterpeilhoogte of waarnemingen van (avi)fauna in relatie met de ontwikkelingen van het moeras.

Beheerders zijn vaak goed op de hoogte van de successen en tegenvallende ontwikkelingen als gevolg van bepaalde beheeringrepen. Zij beschikken over relevante en nuttige informatie, die echter vaak alleen binnen de eigen gebieden of organisatie aanwezig blijft. Daarnaast worden er veel vogelwaarnemingen gedaan door de vrijwilligers (en beheerders) die wel op platforms worden geregistreerd maar gestructureerde verwerking om deze waarnemingen bijvoorbeeld aan de vegetatieontwikkeling te koppelen, ontbreekt. Zover bij ons bekend is, is er op dit moment geen platform waar beheerders op een gestructureerde wijze hun ervaringen en/of waarnemingen kunnen delen. Een website en/of een app waar beheerders hun ervaringen met bijvoorbeeld foto's e.d. kunnen plaatsen zou hiervoor kunnen worden ingericht. Hierbij zou een **moerasbeheerplatform** kunnen worden opgericht waar vanuit regie wordt gevoerd en ook regelmatig bijeenkomsten georganiseerd worden. De structuur die wij hier beschrijven bestaat bijvoorbeeld al voor beekherstelprojecten '*Community of Practice (CoP) Beken en Rivieren*' waar men kennis en ervaring uitwisselt over onderwerpen die spelen in dit type wateren:

<https://www.stowa.nl/onderwerpen/waterkwaliteit/van-kennis-naar-praktijk/community-practice-beken-en-rivieren>

Het beheer van **(eutrofe)moeras op voormalige landbouwgrond vergt een andere insteek** dan in oligotrofe en mesotrofe moerassen, waar reductie van het nutriënteniveau een veel belangrijker thema is. De ervaring over het algemeen is dat sommige moerasstadia binnen enkele jaren verdwenen zijn door vegetatiesuccessie, of juist door erosie of begrazing. Om de kans van slagen te vergroten en moeras op voormalige landbouwgrond op gang te helpen zijn er een aantal verschillende zaken waar men aandacht aan dient te besteden:

- Het is belangrijk dat men in het inrichtingsplan goed overweegt welk waterbeheer nodig is en hoe het waterpeilbeheer zo veel mogelijk stuurbaar gemaakt kan worden. Wat zijn de hoogste en laagste waterpeilniveaus die men kan verwachten en hoe verhouden deze niveaus zich tot het beoogde maaiveld? Is het mogelijk om vegetatieontwikkeling en begrazing door watervogels te sturen met waterpeil? Daarnaast moet voldoende kunnen worden gestuurd op het juiste moment van het jaar om de juiste waterdieptes te creëren in plas-dras situaties of in waterrietkragen.
- Dynamiek in een moeras in Nederland is niet meer aanwezig zoals dat in natuurlijk moerassen vroeger aanwezig was, terwijl droogval juist wenselijk is om decompositie van opgehoopt organische materiaal te stimuleren, stikstofverliezen te vergroten en de binding

van fosfaat in de bodems te verbeteren. Ook hier is sturen met het waterpeil van groot belang.

- Natuurlijk referenties zijn bijzonder informatief en kunnen als een voorbeeld in moerasherstel en -ontwikkeling worden gebruikt. Het is echter niet zo dat deze als een mal moeten worden gebruikt. Eutrofe moerassen op voormalig landbouwgrond staan immers met betrekking tot schaalniveau, natuurlijke peilfluctuaties, voedselrijkheid en manier van herinrichting in veel gevallen ver van de natuurlijke referenties. Het zijn wat dat betreft '*novel ecosystems*'. De 'stuurknoppen' waaraan gedraaid kan worden zijn per definitie onnatuurlijk en het realiseren van de doelen, om natuurlijke processen op gang te brengen, is belangrijker dan de weg ernaartoe. Sturen met peildynamiek in een terrein met veel hoogteverschillen heeft bijvoorbeeld al snel effect op lokale schaal om uitgroei van riet te bevorderen.
- Bij de inrichting zou rekening gehouden moeten worden met de biogeochemische veranderingen die in de verschillende bodemlagen optreden na vernatting.
- Het is verstandig om vegetatiebeheer, hetzij grote grazers of (cyclisch)maai-beheer, op te nemen in het beheer in moerassen op voormalig landbouwgrond. De bodem is per definitie voedselrijk en verruiging en dichtgroeien van een mozaïekmoeras is vaak de uitkomst een aantal jaar na de inrichting.
- Het uitrasteren van waterriet blijkt effectief om begrazing door watervogels tegen te gaan. Rasters kunnen vooral gebruikt worden om na de inrichting bestaande rietkernen te laten uitroeien tot grotere, robuustere rietvelden die – enige tijd – bestand zijn tegen vraat. Waar voldoende peildynamiek mogelijk is kan begrazingsdruk gestuurd worden met een laag peil in het groeiseizoen (droogval) en een hoog peil in de winter. In verschillende gebieden wordt geëxperimenteerd met deze aanpak.
- In gebieden waar vóór herinrichting geen of te weinig natuurlijke rietkernen aanwezig zijn, is rietaanplant een goede manier om een rietmoeras een goede start te geven en rietvelden tot ontwikkeling te brengen.
- Een reset van verouderd rietmoeras, waarbij de strooisellaag verwijderd kan worden, is nu ook onderdeel van de SNL-subsidie geworden. In moerassen met beheertype N05.04 Dynamisch Moeras mag één keer in de 25 jaar 50% worden geplagd.

6.6 Kansen voor moerassen op voormalige landbouwgrond

Moerassen ontwikkelen op voormalige agrarische gronden kan heel onnatuurlijk aanvoelen, maar eutroof en zelfs hypertroof moeras hoort ook binnen het spectrum van natuurlijke moerassen. Denk aan overstromingsmoerassen langs rivieren en aan vennetjes met kokmeeuwkolonies. Sommige vogelsoorten zoals geoorde fuut zijn juist aan dergelijke omstandigheden aangepast. In Nederland kunnen we niet om eutrofe en hypertrofe landbouwgrond heen voor het ontwikkelen van (natte) natuur. Een recente ontwikkeling in het beheer van moerasgebieden in Nederland is om relatief voedselarmere situaties na te streven en tegelijkertijd ruimte te bieden voor dynamisch eutroof moeras in aangrenzende gebieden. Dit heeft vaak ook als doel om de oligotrofe tot mesotrofe natuur centraal gelegen in het gebied voldoende nat te houden. We zien dit bijvoorbeeld in de schil van het Naardermeer en de randgebieden van De Wieden. Onze visie is dan ook om vooral verder in te zetten op deze kansrijke ontwikkelingen en ruimte te bieden voor dynamisch eutroof moeras.

De inrichting van moerassen op voormalige landbouwgronden biedt daarom kansen. Moerassen op voormalige landbouw zijn per definitie voedselrijk en kunnen een mooie aanvulling zijn, maar er is nog veel onduidelijk over de sturende processen, die we in hoofdlijnen begrijpen maar niet in detail. Deze inzichten zijn hard nodig om te komen tot ontwikkelstrategieën die bijdragen aan het

behoud van soorten die het oer Hollandse (eutrofe) moeras eeuwenlang als leefgebied hebben gekend.

Niet alleen vanuit natuurdoelen zijn eutrofe moerassen van belang, ook vanuit andere maatschappelijke doelstellingen. Gezien de huidige klimaatontwikkelingen, ten aanzien van waterschaarste en wateroverschot, is het noodzakelijk om in Nederland gebieden in te richten als klimaatbuffers. Gebieden waarin water kan worden geborgen, vastgehouden, geïnfiltreerd en/of gedoseerd verdeeld of afgevoerd. Kortom buffers tegen overstromingen of juist droogte. In de veenweidegebieden liggen doelstellingen om bodemdaling en broeikasgasemissies tegen te gaan. Momenteel wordt gezocht naar aanpassingen van de huidige bedrijfsvoering zoals drukdrainage en/of greppelinfiltratie. Ook wordt geëxperimenteerd met natte teelten. Indien echter blijkt dat deze maatregelen onvoldoende effect sorteren zal moeten worden ingezet op andere maatregelen. Verregaande vernatting van veenweidepercelen leidt dan tot gunstige omstandigheden voor eutrofe moerasontwikkeling.

Kortom, gezien de ontwikkelingen die op ons afkomen in de toekomst is meer kennis over moerasontwikkeling op voormalige landbouwgronden relevant en van groot belang.

6.7 Kennisleemten en aanbevelingen voor nader onderzoek

Meer inzicht in het effect van specifieke herinrichtingsmaatregelen die in de gebieden zijn genomen is wenselijk; dit geldt onder meer voor de gerealiseerde waterdieptes en de speelruimte in het waterpeil en de effecten daarvan op rietontwikkeling.

Abiotische randvoorwaarden, met name streefwaarden voor nutriënten, zoals fosfaatverzadiging, voor de moerasstadia in eutrofe moerassen zijn niet goed bekend. Onderzoek aan nutriënten in bodem, bodemvocht en oppervlaktewater in jonge moerassen op voormalige landbouwgrond is daarom van belang. Met deze kennis kunnen vóór herinrichting bodemmetingen gebruikt worden om inrichtingsmaatregelen nader te bepalen, bijvoorbeeld het graven van slenken op locaties waar nutriënteniveaus te hoog zijn.

Meer inzicht in de bodemchemie in relatie tot de ontwikkeling van eutrofe moerassen is dringend gewenst. In een aantal gebieden is bijvoorbeeld de aanwezigheid van pyriet (katteklei) beperkend voor de vegetatieontwikkeling. In nutriëntenonderzoek is het ook belangrijk om lange termijnontwikkelingen meenemen, bijvoorbeeld de anaerobe omzetting van fosfor in vernatte bodems. Hierover is nog weinig bekend.

Cyclisch peilbeheer, waarbij natuurlijke waterpeildynamiek wordt nagebootst, lijkt een kansrijke methode om voor een reset van de vegetatiesuccessie te zorgen, en daaropvolgend voor een piek in aantallen water- en moerasvogels. Dergelijke experimenten zijn gaande in het Zuidlaardermeergebied, Dannemeer en Groene Jonker, maar ook buiten de onderzochte gebieden, zoals in Wetering oost en de Oostvaardersplassen. Monitoring van de ontwikkeling van vegetatie, begrazingsdruk door watervogels en (avi)fauna in relatie tot het waterpeil is zeer waardevol om inzicht te geven en om handvatten te bieden voor het peilbeheer.

In hoeverre de aanwezigheid van lokale bronpopulaties of een zaadbank cruciaal was voor grootschalige vestiging van waterplanten, pioniersoorten, andere helofyten en wilgenopslag is niet goed duidelijk. Het is daarom waardevol om bij nieuwe moerasontwikkelingsprojecten vóór de herinrichting een inventarisatie van de vegetatie en de zaadbank uit voeren. Wij kunnen daaruit leren in hoeverre het nodig en effectief is om bronpopulaties tijdens de inrichting aan te brengen.

Het is duidelijk dat grote herbivoren impact hebben op de soortensamenstelling en structuur van moerasvegetaties en op de aanwezigheid van moerasbroedvogels via begrazing, betreding en bemesting. Kwantitatieve gegevens van effecten, gerelateerd aan de dichtheid van grote grazers, onderscheiden naar soort, aan timing in het seizoen (jaarrond of delen van het jaar) en begrazingsduur (permanent of periodiek) zijn echter nauwelijks voorhanden. Inzicht in deze

relaties zijn waardevol voor het beheer. Wij pleiten voor een experimentele aanpak met bijvoorbeeld cyclische begrazing in daarvoor geschikte terreindelen.

Vegetatiebeheer is naast een reset door middel van peilbeheer een optie om jonge verlandingsstadia terug te brengen in moerassen waar successie is voortgeschreden. Ook op dit vlak kunnen experimenten veel inzicht geven en handvatten voor beheer opleveren. Wij denken bijvoorbeeld aan pleksgewijs maaien aan het einde van het groeiseizoen voordat een hoger winterpeil gerealiseerd wordt. Vastleggen van de aanpak en het resultaat kan ons leren welke aanpak effectief is.

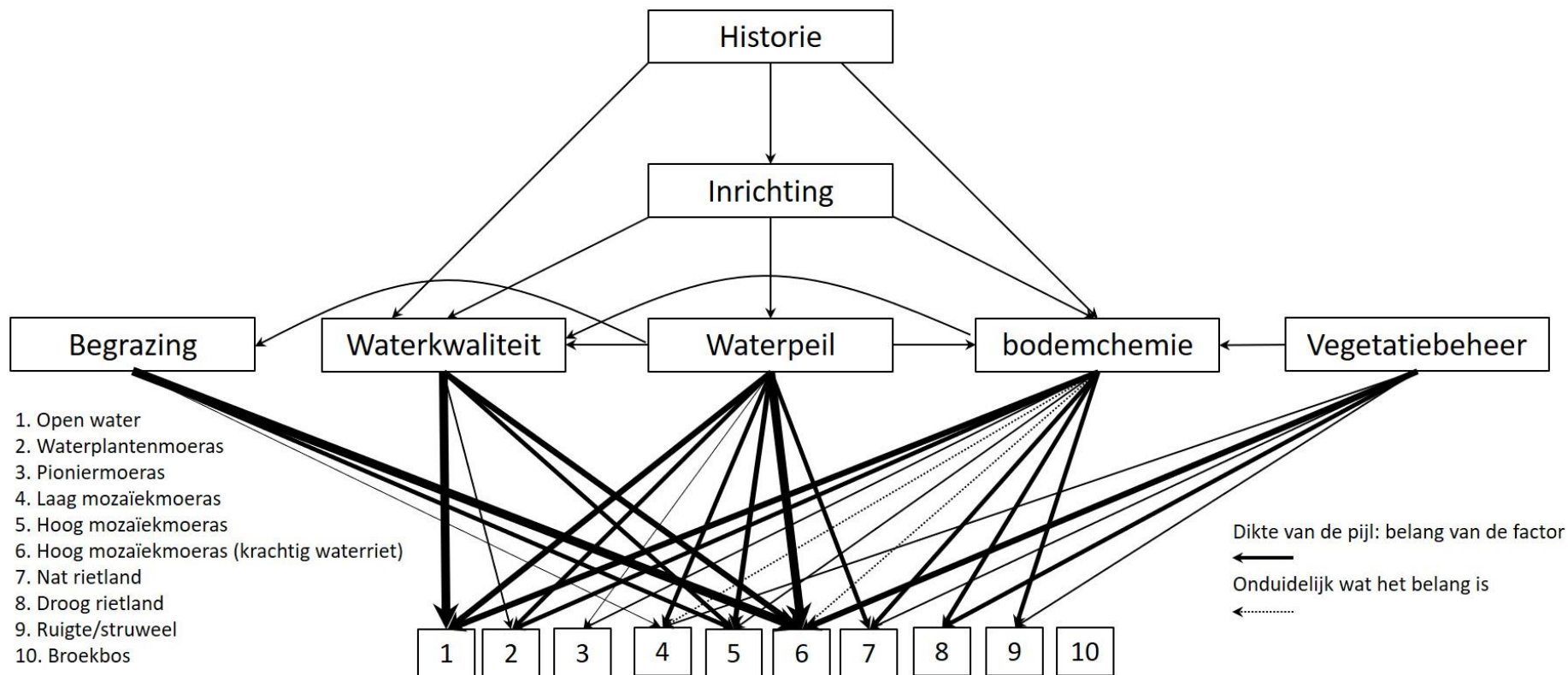
Over het voedselaanbod voor (avi)fauna in relatie met eutrofe omstandigheden zijn geen kwantitatieve data beschikbaar. Over het algemeen lijkt het erop dat een specifiek voedselaanbod aanwezig moet zijn voor een aantal moeras(broed)vogels, gezien de opmerkelijke aantallen die sommige moerasstadia kunnen aantrekken. Het is echter niet bekend in hoeverre het voedsel naast vegetatiestructuur een sturende rol speelt bij kolonisaties en weer verdwijnen van een soort, of bij verplaatsing van (avi)fauna binnen of tussen gebieden. Ook over de rol van voedselbeschikbaarheid voor doortrekkende vogels is zeer weinig bekend – met uitzondering van onder meer waterplanten, vis en driehoeksmosselen. Aangezien de (avi)fauna een belangrijke rol speelt in het succes van eutrofe moerassen is het wenselijk om inzicht te krijgen in specifieke voedselbronnen zoals macrofauna en niet aquatische ongewervelden, zodat inrichting en beheer ook op deze delen van het moeras als ecosysteem kan worden gestuurd.

Tabel 6.1. *Samenvatting gesignaleerde problemen en sturende factoren in de moerasstadia.*

Table 6.1. *Summary of identified problems and controlling factors in the swamp stages.*

Moerasstadium	Gesignaleerde ontwikkelingen en 'problemen'	Sturende factoren, kennisleemten en handvatten voor beheer
1. Open water	Ondergedoken en/of drijvende waterplanten ontbreken	Waterkwaliteit is onvoldoende door combinatie van te ondiep water gecreëerd tijdens inrichting, bodemwoelende vis en nalevering van nutriënten in de bodem, ook hier is waterpeil (waterdiepte) een belangrijke factor.
2. Waterplantenmoeras	Na inrichting enkele jaren een goede ontwikkeling van drijvende en/of ondergedoken waterplanten, soms in combinatie met pitrus, en positief effect op (avi)fauna. Na enkele jaren verdwijnen van vegetatiestructuur.	Waterpeil is hier een belangrijke sturende factor in de beginfase, onduidelijk is of bijvoorbeeld nalevering van nutriënten sturend is voor het verdwijnen van waterplanten.
3. Pioniermoeras	Vrijwel kale grond en zeer ondiep water met pioniervegetatie kan mogelijk begroeid raken met soorten die goed uit de voeten kunnen met eutrofe omstandigheden zoals wilg en pitrus.	Waterpeil is sturend, waarschijnlijk speelt de beschikbaarheid van nutriënten in de bodem een rol in de snelheid waarmee het pioniermoeras overgroeit raakt.
4. Laag mozaïekmoeras	Mozaïek van relatief laagblijvende vegetatie, ondiep water en droogvallende delen kan dichtgroeien met een monotoon vegetatiedek, waardoor het mozaïek verdwijnt. Op droogvallende grond massale kieming van pitrus of wilg.	Waterpeil speelt een belangrijke rol en waarschijnlijk speelt dit vooral in situaties onder hoge eutrofe omstandigheden, waar de nutriëntenbeschikbaarheid in de bodem hoog is. Monotone successie door uitbreiding van pitrusvegetatiedek. Vestiging van ruigtesoorten op droge voedselrijke bodem. Peilbeheer (winterinundatie) en begrazing kunnen dit stadium in de benen houden of herstellen; ook is een reset mogelijk door maaien en dan opzetten van het peil.
5. Hoog mozaïekmoeras	Afwisseling van opgaand overjarig in water staand riet komt niet of moeizaam op gang	Waterpeil is een belangrijke factor, die zorgt voor de juiste abiotische condities. Begrazing door watervogels kan sturend zijn in de ontwikkeling, vooral aan de waterkant. Wilgopslag is ook hier een sturende factor wanneer dit in de overgangsfase van water naar land de begroeiing overneemt. In hoeverre bodemnutriënten een belangrijke rol kan spelen is onduidelijk.
6. Hoog mozaïekmoeras (krachtig waterriet)	Hoge, brede rietkragen met krachtig riet, in diep (> 50 cm) water open water – bij voorkeur met waterplanten - ontwikkelt zich moeizaam of niet	Begrazing van watervogels in combinatie met voldoende hoog waterpeil en peildynamiek zijn hier sturend. Onder (te) lage voedselcondities (en voedselarm oppervlaktewater) zijn groeicondities niet voldoende voor krachtig riet. In hoeverre bodemnutriënten een belangrijke rol kan spelen is onduidelijk. Wat gebeurt er onder te rijke condities? Hebben snelgroeiende soorten als lisdodde voordeel en winnen zij de concurrentie met riet? Wilgopslag is ook hier een sturende factor, wanneer dit in de overgangsfase van water naar land de begroeiing overneemt.
7. Nat rietland	Vlakdekkend opgaand overjarig riet raakt begroeid met wilgopslag en de soortensamenstelling van kruiden gaat achteruit.	Nutriënten in bodem zijn sturend in de snelheid waarmee successie gaat. Ook in de diversiteit aan kruiden in de rietvegetaties spelen nutriënten een belangrijke rol. In een te rijke situatie kan wilgopslag snel de overhand nemen, echter wilgopslag treedt sowieso op in loop der jaren na strooiselvorming.
8. Droog rietland	Aaneengesloten ruigte/rietruigte vegetatie verandert in ruigte/struweel	De nutriëntenbeschikbaarheid is hier waarschijnlijk sturend.

9. Ruigte/struweel	Aaneengesloten ruige vegetaties met een aandeel struweel verandert in broekbos	De soortensamenstelling hangt sterk af van bodemnutriënten, bijvoorbeeld vlieropslag en braam op sterk verrijkte grond.
10. Broekbos	Bos en/of struweel.	



Figuur 6.1. Overzicht van de sturende factoren en de samenhang in een eutroof moeras op voormalige landbouwgrond, en het belangrijkste effect op de moerasstadia. Dikte van de pijlen geeft het belang van de factoren op een bepaalde moerasstadia.

Figure 6.1. Overview of the drivers and coherence in a eutrophic swamp on former farmland, and the main effect on the swamp stages. Thickness of the arrows indicates the importance of the factors on a particular swamp stage.

7. Literatuur

- Altenburg W., van 't Hullenaar J.W. & E.B. Oosterveld 2002. Verdrogingsbestrijding in De Houtwiel. A&W-rapport 296. Altenburg & Wymenga, Veenwouden.
- Altenburg W., 2020. Ecologische monitoring van het Life-project Booming Business in de Alde Feanen. A&W-rapport 2412.20/MO. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Bakker, L. 2010. Effect van zomerbegrazing door Grauwe ganzen op de uitbreiding van waterriet. *De Levende Natuur* 111:57-59.
- Bal, D., H.M. Beijer, M. Fellinger. Handboek natuurdoeltypen; 2e geheel herz. Ed. Wageningen, EC-LNV, (2001). Rapp. EC-LNV 2001/020, 832 blz.
- Bakker ES, Veen GF, Ter Heerdt GJN, Huig N, Sarneel JM (2018). High grazing pressure of geese threatens conservation and restoration of reed belts. *Frontiers in Plant Science* 9: 1649.
- Barendregt, A. & A. van Leerdam 1999. Het moerasesysteem in Noordoost-Polen Voorbeeldfunctie voor herstel en ontwikkeling van Nederlandse systemen. *Huid en Haar* 11:1-14.
- Beemster, N. 1997. Dynamisch waterpeil in de Oostvaardersplassen: effecten op broedvogels in relatie tot vegetatieontwikkeling. *Flevobericht* nr. 400, Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied.
- Beemster, N., W. Altenburg, M. Platteeuw, & F. de Roder. 2002. Het regenmodel in de Oostvaardersplassen: voldoende dynamiek in waterpeil voor een diverse en stabiele broedvogelbevolking?, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden / RIZA, Lelystad.
- Beemster, N., E. Troost, & M. Platteeuw. 2010. Early successional stages of Reed Phragmites australis vegetations and its importance for the Bearded Reedling Panurus biarmicus in Oostvaardersplassen, The Netherlands. *Ardea* 98:339-354.
- Beemster, N., F. de Roder, F. Hoekema, & R. van der Hut. 2012. Broedvogels in de moeraszone van de Oostvaardersplassen in 2005-2011 met een overzicht van langjarige ontwikkelingen. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv, Feanwâlden/Staatsbosbeheer Regio Oost, Deventer.
- Beemster, N. & Th. Vulink 2013. The long-term influence of grazing by livestock on common vole and raptors in man-made wetlands in the Netherlands. *Lutra* 56: 5-21.
- Beemster, N., M. Sikkema, S. Attema 2020. Broedvogels in de moeraszone van de Oostvaardersplassen in 2019. A&W-rapport 3279. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Beintema, N. De zeearend. 2021. Atlas Contact
- Bekker, R., I. Knevel, E. C. H. E. T. Lucassen, v. B. Tooren, & I. Schimmel. 2009. Leren van 20 jaar ontgronden voor natuur. *De Levende Natuur* 110:62 - 65.
- Belgers, J., & G. Arts. 2003. Moerasvogels op peil; deelrapport 1: peilen op riet; literatuurstudie naar de sturende processen en factoren voor de achteruitgang en herstel van jonge verlandingspopulaties van riet (Phragmites australis) in laagveenmoerassen en rivierkleigebieden. Alterra.
- Blomqvist, M. M., R. M. Bekker, & P. Vos. 2003. Restoration of ditch bank plant species richness: The potential of the soil seed bank. *Applied Vegetation Science* 6:179-188.
- Brandsma, O. 1997, Hoogwaterzone: een natuurontwikkelingsgebied voor riet- en moerasvogels in De Wieden. *De Levende Natuur* 98: 51-55.
- Brandsma, O.H. 2012. Broedende en overzomerende ganzen in en rondom de Hoogwaterzone (De Wieden) V 2012. Rapport in opdracht van Vereniging Natuurmonumenten en in samenwerking met het Faunafonds. Wanneperveen.
- Brongers, M., & J. Belle. 2008. Better wetter: peildynamiek voor een vitale Friese boezem. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden.

- Chardon, W., F. Sival, R. Kemmers, B. Van Delft, & G. Koopmans. 2009. Is het mogelijk om met uitmijnen in plaats van ontgronden voldoende fosfaat kwijt te raken? *De Levende Natuur* 110:39-42.
- Claassen T.H.L. 2008. Peilbeheer van de Friese boezem in relatie tot ecosysteem- en waterkwaliteit in historisch perspectief. Rapport Wetterskip Fryslan.
- Coops, H., & S. H. Hosper. 2002. Water-level management as a tool for the restoration of shallow lakes in the Netherlands. *Lake and Reservoir Management* 18:293-298.
- Coops, H., J. T. Vulink, & E. H. van Nes. 2004. Managed water levels and the expansion of emergent vegetation along a lakeshore. *Limnologica* 34:57-64.
- Coops, H. & R. Loeb 2017. GGOR/maatregel Tijdelijke Peilverlaging Rijnstrangen - Resultaten monitoring 2016 - 2017. Scirpus Ecologisch Advies, rapport 2017-004-2-4.
- Cornelissen P. 2007. Vegetatie en grote herbivoren in de randzone van de Oostvaardersplassen. Monitoring 2006. RIZA werkdokument, Lelystad.
- Cornelissen, P. 2017. Ganzen belangrijk voor divers landschap. *Vakblad natuur Bos landschap* 2017: 20-23.
- Den Boer, T. 2000. Beschermingsplan moerasvogels 2000-2004. IKC Natuurbeheer.
- Del Hoyo, J., A. Elliot & J. Sargatal. 1996 handbook of the Birds of the World. Vol. 3: Hoatzin to Auks. Lynx Edicions, Barcelona.
- Deuzeman, S., & V. de Boer. 2019. Broedvogels van het Harderbroek in 2019. SOVON.
- Drost, H.J., E.J.M. van Deursen & A. Muis 1990. Begrazing van Riet door runderen en paarden in de Lauwersmeer. *De Levende Natuur* 1990: 68-74.
- Emsens, W.-J., C. J. Aggenbach, H. Rydin, A. J. Smolders, & R. van Diggelen. 2018. Competition for light as a bottleneck for endangered fen species: An introduction experiment. *Biological Conservation* 220:76-83.
- Esselink, P., G. J. F. Helder, B. A. Aerts, & K. Gerdes. 1997. The impact of grubbing by Greylag Geese (*Anser anser*) on the vegetation dynamics of a tidal marsh. *Aquatic Botany* 55:261-279.
- Farmer, J. A., E. B. Webb, R. A. Pierce, & K. W. Bradley. 2017. Evaluating the potential for weed seed dispersal based on waterfowl consumption and seed viability. *Pest management science* 73:2592-2603.
- Figuerola, J., I. Charalambidou, L. Santamaria, & A. J. Green. 2010. Internal dispersal of seeds by waterfowl: effect of seed size on gut passage time and germination patterns. *Naturwissenschaften* 97:555-565.
- Feenstra, H. 2012. Broedvogels in de Westerbroekstermadepolder en Kropswolderbuitenpolder 2012. Bureau Vogelinventarisatie "De Kraanvogel" 2012/09. Fochtelo.
- Graveland, J. 1996. Watervogel en zangvogel: de achteruitgang van de grote Karekiet *Acrocephalus arundinaceus* in Nederland.
- Graveland, J., & H. Coops. 1997. Achteruitgang van rietgordels in Nederland. *Landschap* 14:67-86.
- Graveland, J. 1998. Reed die-back, water level management and the decline of the Great Reed Warbler *Acrocephalus arundinaceus* in The Netherlands. *Ardea* 86:187-201.
- Graveland, J. 1999. Waterriet, moerasvogels en peildynamiek. *De Levende Natuur* 100:50-53.
- Grift, E.A. van der, C.C. Vos, B.J.H. Koolstra & H. Kuipers, 2006. Meerjarenprogramma Ontsnippering en de Natte As; Quick-scan ontsnipperende maatregelen in robuuste verbindingen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1309
- Gusewell, S., & M. Koerselman. 2002. Variation in nitrogen and phosphorus concentrations of wetland plants. *Perspectives in Plant Ecology Evolution and Systematics* 5:37-61.
- Haan, W. 2005. Inrichtingsmaatregelen natuurontwikkeling Dannemeer. DLG, Groningen.
- Havinga B., 1919. Flora en Fauna van het Zuidlaardermeer. Thesis Universiteit van Groningen.
- Heunks, C., Beuker, D., Brandjes, J., Jonkvorst, R.J., van der Winden, J., 2014. Broedvogels in het Naardermeer in 2014. Rapport Bureau Waardenburg bv.
- Iedema C.W. en P. Kik. 1985. Het zoetwatermoeras de Oostvaardersplassen: een studie naar het ecologisch functioneren van het binnenkaads gebied van de Oostvaardersplassen ten

- behoefte van ontwikkeling en beheer. Rapport 17832. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders (RIJP).
- Kleefstra R., Beemster N., Bijkerk W., Bakker R., Bekkema, M., Buijs, R., de Boer P., Ens B., Kampichler C. & Stahl J. 2019. Analyse van effecten van bodemdaling op vegetatie en vogels in het Lauwersmeer in 2018. Sovon-rapport 2019/24 en A&W-rapport 2552. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen/ Altenburg.
- Kooijman, A. M., L. L. Lamers, N. Straathof, & J. van Diggelen. 2015. Beheeradvies Dannemeer Groningen. OBN: Deskundigenteam Laagveen en Zeekleilandschap.
- Krol, M. 201a5. Moerassterns onder de rook van Groningen. De Grauwe Gors 42:4-11.
- Krol, M. 2015b. Eindrapport ganzentelling 2015. Zuidlaardermeergebied. Mooier wordt het niet... ... of toch wel? Op de grens van cultuur en natuur. Rapport Het Groninger Landschap, Haren.
- Lamers, L. P., A. J. Smolders, & J. G. Roelofs. 2002. The restoration of fens in the Netherlands. *Hydrobiologia* 478:107-130.
- Lamers, L., E. Lucassen, A. Smolders, & J. Roelofs. 2005. Fosfaat als adder onder het gras bij 'nieuwe natte natuur'.
- Lamers, L., J. Geurts, B. Bontes, J. Sarneel, H. Pijnappel, H. Boonstra, J. Schouwenaars, M. Klinge, J. Verhoeven, & B. Ibelings. 2006. Onderzoek ten behoeve van het herstel en beheer van Nederlandse laagveenwateren.
- Lamers, L., E. Lucassen, H. Thomassen, A. Smolders, & J. Roelofs. 2009. Verpitruising bij natuurontwikkeling: voorkomen is beter dan genezen. *De Levende Natuur* 110:43-46.
- Lucassen, E., P. J. Westendorp, E. Bohnen-Verbaarschot, M. Poelen, & A. Smolders. 2017. Sturende factoren in de ontwikkeling van rietmoeras. *Landschap* 3:9.
- Mettrop, R. van der Hut 2020. Herstel- en inrichtingsplan Hollands Ankeveense Plassen. A&W-rapport 19-274, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden
- Mettrop I., R. van der Hut, M. Brongers 2020. Ganzen en Natura 2000-doelen in het Naardermeer. Effecten en handvatten voor beheer. A&W-rapport 19-385. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Nemeth, E. & A. Schuster 2005. Spatial & temporal variation of habitat and prey utilization in the Great White Egret *Ardea alba alba* at Lake Neusiedl, Austria. *Bird Study* (2005) 52, 129-136.
- Ostendorp, W. 1990. Die Ursachen des Röhrichtrückgangs am Bodensee-Untersee, *Carolinea* 48: 85-102.
- Oosterberg W., M. Staras, A.D. Buijse, L. Bogdan, H. Coops, A. Constantinescu, B.W. Ibelings, J. Hanganu, G.A.M. Menting, I. Năvodaru & L. Török 2002. Ecological gradients in the Danube Delta lakes. Present state and man-induced changes. RIZA rapport 2000.015, Lelystad.
- Oosterveld, E.B., J. van Belle & M. Krol 2013. Beheerevaluatie en beheervisie Zuidlaardermeergebied 2013-2038. A&W-rapport 1666. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Romero, J. A., H. Brix, and F. A. Comin. 1999. Interactive effects of N and P on growth, nutrient allocation and NH₄ uptake kinetics by *Phragmites australis*. *Aquatic Botany* 64:369-380.
- Sarneel, J., B. Hidding, C. Van Leeuwen, G. Veen, J. van Paassen, N. Huig, & E. Bakker. 2012. Effecten van waterpeilfluctuatie op vegetatie. *Flexibel Peil: van denken naar doen*, 2010-2012.
- Sarneel, J. M., N. Huig, G. Veen, W. Rip, & E. Bakker. 2014. Herbivores enforce sharp boundaries between terrestrial and aquatic ecosystems. *Ecosystems* 17:1426-1438.
- Schep, S., N. Von Meijenfeldt, & W. Rip. 2012. Flexibel peil, van denken naar doen. *Flexibel peilbeheer als maatregel ter verbetering van de waterkwaliteit en bevordering van de oevervegetatie en verlandings*. Amersfoort. STOWA.
- Schepp, H. L., G. H. Bonhof, & G. Wolters. 2019. KRW-visstandmonitoring Harderbroek, 2017. Koeman & Bijkerk.
- Schoumans, O. F. 2004. Inventarisatie van de fosfaatverzuuring van landbouwgronden in Nederland. 1566-7197, Alterra, Wageningen.

- Sierdsema H. 1995. Broedvogels en beheer. Het gebruik van broedvogelgegevens in het beheer van bos- en natuurterreinen. SBB-rapport 1995-1, SOVON-onderzoeksrapport 1995/04. SBB/SOVON, Driebergen/Beek-Ubbergen.
- Sival, F. P., W. J. Chardon, & M. Van der Werff. 2004. Natuurontwikkeling op voormalige landbouwgronden in relatie tot de beschikbaarheid van fosfaat: evaluatie van verschrallingsmaatregelen. 1566-7197, Alterra.
- Smolders A.J.P., Lucassen, E.C.H.E.T. & Roelofs, J.G.M., 2003. Waterpeilregulatie in broekbossen: bron van aanhoudende zorg. *H2O* 36 (24): 17-19.
- Smolders, A. J. P., L. Lamers, E. Lucassen, G. Van der Velde, & J. Roelofs. 2006. Internal eutrophication: how it works and what to do about it—a review. *Chemistry & ecology* 22:93-111.
- Smolders, A. J. P., E. C. H. E. T. Lucassen, M. Van Der Aalst, L. P. M. Lamers, & J. G. M. Roelofs. 2008. Decreasing the Abundance of *Juncus effusus* on Former Agricultural Lands with Noncalcareous Sandy Soils: Possible Effects of Liming and Soil Removal. *Restoration Ecology* 16:240-248.
- Smolders, A. J. P., E. C. H. E. T. Lucassen, M. Van Mullekom, H. B. M. Tomassen, & E. Brouwer. 2009. Ontgronden op voormalige landbouwgronden: doeltreffend maar ook toereikend? *De Levende Natuur* 110:33 - 38.
- Smolders, F., J. Roelofs, & E. C. H. E. T. Lucassen. 2011. Abiotische bodemcondities als sturende factoren voor de vegetatieontwikkeling in natuurgebieden. *Bodem*. 2: 11-13.
- Smolders, A., J. Loermans, & L. Lamers. 2012. Effecten van flexibel peilbeheer op bodemprocessen en waterkwaliteit. B-WARE
- Smolders, A. J. P., & L. P. M. Lamers. 2015. Verzuringsgevoeligheid en fosfaatrijkdom van de bodems in Dannemeer (Groningen). B-WARE.
- Soons, M. B., A. L. Brochet, E. Kleyheeg, & A. J. Green. 2016. Seed dispersal by dabbling ducks: an overlooked dispersal pathway for a broad spectrum of plant species. *Journal of Ecology* 104:443-455.
- Stoker, A. 2009. Praktische aspecten van de uitvoering van natuurontwikkelingsprojecten. *De Levende Natuur* 110:50-53.
- Veen, G. F., Sarneel, J. M., Ravensbergen, L., Huig, N., van Paassen, J., Rip, W. J., et al. 2013. Aquatic grazers reduce the establishment and growth of riparian plants along an environmental gradient. *Freshwater Biology* 58, 1794–1803. doi: 10.1111/fwb.12168
- Ter Heerdt, G. 2016. Establishment of different riparian plant communities from the same soil seed bank. *Ecology* 28:120-127.
- Tsiafouli, M. and others 2015. Intensive agriculture reduces soil biodiversity across Europe. *Global Change Biology* 21: 973-985.
- Tylová, E., L. Steinbachová, A. Soukup, V. Gloser, and O. Votrubová. 2013. Pore water N:P and NH₄⁺:NO₃⁻ alter the response of *Phragmites australis* and *Glyceria maxima* to extreme nutrient regimes. *Hydrobiologia* 700:141-155.
- Van de Riet, B., & A. J. P. Smolders. 2018. Bodemonderzoek Dannemeer (Groningen): herhaling bodemmetingen 2018. B-WARE.
- Van der Burg, P. J. J., & J. E. Vermaat. 2017. Waarom verdwijnt waterriet? *Levende Nat* 118:188–192.
- Van der Grift, E.A., C.C. Vos, B.J.H. Koolstra & H. Kuipers, 2006. Meerjarenprogramma Ontsnippering en de Natte As; Quick-scan ontsnipperende maatregelen in robuuste verbindingen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1309
- Van der Hut, R.M.G., N. Beemster, Bruin, D. de, D. Hamhuis, L van Nieuwenhuijze, W. Overmars, D. Sijmons & F. Vera 1986. Ooievaar. De toekomst van het rivierengebied. Stichting Gelderse Milieufederatie, Arnhem.
- Van der Hut, R.M.G. 1997. Broedvogels van het Jagersveld.
- Van der Hut, R.M.G., 2000. Moerasvogels en beheer: het effect van rietmaaien en waterpeilbeheer op de broedvogelstand. *De Graspieper* 20: 90-100.

- Van der Hut, R.M.G. 2001. Terreinkeus van de roerdomp in Nederlandse moerasgebieden. Bureau Waardenburg bv, rapport nr. 01-010, Culemborg.
- Van der Hut, R.M.G. 2003. Terreinkeus van porseleinhoen, snor en baardman in Nederlandse moerasgebieden. Bureau Waardenburg bv, rapport nr. 02-157, Culemborg.
- Van der Hut, R.M.G., J. van der Winden & K.L. Krijgsveld 2005. Moerasontwikkeling in de Ooijpolder. Inrichting ten behoeve van de vogelrichtlijnsoorten roerdomp, zwarte stern en grote karekiet. Rapport nr. 04-320. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Van der Hut, R.M.G. 2006. Moerasontwikkeling in Het Twiske fase 5. Evaluatie 2006. A&W-rapport 762. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden.
- Van der Hut R.M.G., R. Foppen, N. Beemster, M. Roodbergen & S. Deuzeman 2008. Ruimte voor riet en moerasvogels in de noordelijke randmeren Sturende factoren en beheermaatregelen voor kwalificerende moerasvogels. A&W-rapport 1108. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Veenwouden. SOVON, Beek-Ubbergen.
- Van der Hut, R.M.G. 2011. Hoempgedrag en terreinkeus van Roerdompen in De Houtwiel. Twirre 21: 5-15.
- Van der Hut, R.M.G., D. Dijkshoorn, J. Hooymans, J. Hylkema & J. van de Kamp 2016. Porseleinhoenen peilen: roepactiviteit en habitatkeuze in een Fries laagveengebied. Limosa 89 (2016): 97-107.
- Van der Hut R.M.G. & M. Sikkema 2018. Vegetatiekartering Rijnstrangen 2018. A&W-rapport 2517. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Van der Hut, R. M. G., M. Brongers, W. Bijkerk, & J. de Fouw. 2018. Jonge moerassen in Groningen. Successie en perspectieven. Altenburg & Wymenga BV.
- Van der Hut R.M.G 2020. Monitoring Rietmoeras IJsseldelta in 2020. A&W-rapport 2616. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Van der Hut, R.M.G. 2020. Ecologisch beheerplan Het Twiske. Monitoringsrapport. A&W-rapport 19-412. Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Van der Hut, R.M.G., 2006-2020. Moerasbroedvogels in het Houtwiel. Verslagen ten behoeve van Staatsbosbeheer.
- Van der Hut, R.M.G.1988. Broedvogelgezelschappen in Noord-Holland. Intern rapport Provinciale Waterstaat Noord-Holland, Haarlem.
- Van der Hut, R.M.G. van der, 2004a. Moerasontwikkeling in Het Twiske. Evaluatie 2004. Bureau Waardenburg rapport nr. 04-258, Culemborg.
- Van der Hut, R.M.G, D. Dijkshoorn, J. Hooymans, J. Hylkema & J. van de Kamp 2016. Porseleinhoenen peilen: roepactiviteit en habitatkeuze in een Fries laagveengebied. Limosa 89 (2016): 97-107.
- van de Riet, B., & A. J. P. Smolders. 2018. Bodemonderzoek Dannemeer (Groningen): herhaling bodemmetingen 2018. B-WARE.
- Van der Winden, J., K. L. Krijgsveld, R. van Eekelen, & D. M. Soes. 2002. Het succes van de Zouweboezem als foerageergebied voor purperreigers. Grote modderkruiper is een belangrijke prooi in dynamisch moeras. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Van der Winden, J, 2005. Black Tern (*Chlidonias niger*) conservation in The Netherlands – a Review. Vogelwelt 126: 187-193.
- Van der Winden, J. 2016. Herstel van rietkragen in de Vechtplassen voor de grote karekiet. Maatregelen om op korte termijn het habitat van de grote karekiet te verbeteren. Jan van der Winden Ecology.
- Van der Winden, J., S. Deuzeman, & R. Foppen. 2018. Herstel van rietkragen voor de grote karekiet in de Noordelijke Randmeren. Knelpunten en maatregelen om het habitat van de grote karekiet te verbeteren. 18.01, Jan van der Winden Ecology.
- Van der Winden, J., and J. van Gemeren. 2018. Inventarisatie van waterriet-kragen in de Reeuwijkse plassen. Verkenning van knelpunten en oplossingen voor rietkragen als leefgebied voor de grote karekiet. Jan van der Winden Ecology, Utrecht/ Watersnip Advies, Reeuwijk.

- Van der Winden J (red.) 2019. Ecologisch onderzoek Marker Wadden 2016-2019. Tussenrapportage van Fase I. Rapport 19-05, Jan van der Winden Ecology, Utrecht.
- Van der Winden, J., s. Deuzeman, S. Weeda, R. Foppen, P. van Horssen, & M. Poot. 2020. Broedsucces en nesthabitat van de Grote Karekiet in begraasde rietkragen in de kerngebieden. *Limosa* 93:153-164.
- Van der Winden J. 2021. Herstelplan leefgebied grote karekiet Wieden en Weerribben. Knelpunten en kansen in het Natura 2000-gebied. Rapport 2021-01, Jan van der Winden Ecology, Utrecht.
- Van Eerden, M., H. Bos & L. van Hulst 2007. In the mirror of a lake. Peipsi and IJsselmeer fot mutual reference. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Van Mullekom, M., E. Lucassen, M. Weijters, H. Tomassen, R. Bobbink, & F. Smolders. 2013. Van landbouw naar natuur: gericht op zoek naar kansen! *De Levende Natuur* 114:120-126.
- Van Mullekom, M., A. J. P. Smolders, & B. Timmermans. 2016. Van landbouw naar natuur. Een efficiënte en effectieve aanpak. Onderzoekcentrum B-WARE en het Louis Bolk Instituut.
- Van Mullekom, M., H. Tomassen, J. Loermans, & A. J. P. Smolders. 2012. Haalbaarheidsstudie 'Koolstoffixatie in het Zuidlaardermeergebied'. Bodem- en hydrochemisch onderzoek in de Oosterpolder, Harener Wildernis en (voormalige) landbouwpercelen., B-WARE, Nijmegen.
- Van Mullekom, M., H. Tomassen, & A. J. P. Smolders. 2014. Veenvorming en koolstoffixatie. *Natuur bos landschap*.
- Veen, G. F., Sarneel, J. M., Ravensbergen, L., Huig, N., van Paassen, J., Rip, W. J., et al. 2013. Aquatic grazers reduce the establishment and growth of riparian plants along an environmental gradient. *Freshwater Biology* 58, 1794-1803. doi: 10.1111/fwb.12168
- Verstijnen, Y., A. J. P. Smolders, & J. de Fouw. 2019. Het belang van bodemtypen en nutriënten voor riet in de Loosdrechtse Plassen. Verkenning van abiotische knelpunten voor het broedhabitat van de grote karekiet. B-WARE.
- Yvon Verstijnen, Y. & , E. P. J. Lucassen 2020. Biogeochemisch onderzoek naar rietsterfte in het Harderbroek. B-WARE.
- Vulink J.T., M.R. van Eerden, M. Platteeuw en M. Roos 2009. De Oostvaardersplassen, deel 1: Waterpeil en begrazing sturen het systeem. *Landschap* 26(3)
- Vulink, J., & M. Van Eerden. 1998. The interplay between herbivory and hydrology as key operators for ecosystem development in Dutch artificial wetlands. *Grazing and conservation management*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht:217-252.
- Vulink, T., M. Tosserams, J. Daling, H. van Manen, & M. Zijlstra. 2010. Begrazing door Grauwe ganzen is een bepalende factor voor ontwikkeling van oevervegetatie in Nederlandse wetlands. *De Levende Natuur* 111:52-56.
- Wassen, M, M. Bootsma & W. Bleuten 2002 Geografische referenties; de Biebrza-vallei als voorbeeld. *Landschap* 19: 17-32.
- Weeda, E. J., R. Westra, C. Westra, and T. Westra. 1994. Nederlandse oecologische Flora, wilde planten en hun relaties 5.
- Zee, S. E. T. M. v. d., W. H. v. Riemsdijk, & F. A. M. d. Haan. 1990. Het protocol fosfaatverzaadigde gronden I & II. Landbouwuniversiteit, Wageningen.

Bijlage 1 factsheets gebieden

FACTSHEET ALDE FEANEN - ontwikkeling rietpolders (onderdeel LIFE-project)

Terreinbeheerder: It Fryske Gea

Medewerker, datum veldbezoek / interview: 10 september, Fokke de Jong (IFG), Wibe Altenburg (A&W)

Oppervlakte deelgebieden totaal: 44,5 ha

Deelgebied	Headams Kampen	Polder van der Berg	Lytse Saite Polder
Oppervlakte (ha)	9,0	10	25,5
Voorgeschiedenis, herinrichting			
Uitgangssituatie kaart (type, jaar, format)	verruigd schraal grasland	nat rietland	verruigd droog rietland
Herinrichting (jaar, maatregelen)	2017: verstevigen kades, rietstekken geplant, peil verhoogd	2017: verstevigen kades, peil verhoogd	2016-18: verstevigen kades, droog riet afgeplagd, rietstekken geplant, peil verhoogd
Doelstelling	herstel waterriet, vestiging natte moerassoorten Roerdomp, Bruine kiekendief, Snor, Porseleinhoen, in open water Grote en Kleine modderkruiper, Bittervoorn	herstel waterriet, vestiging natte moerassoorten Roerdomp, Bruine kiekendief, Snor, Porseleinhoen, in open water Grote en Kleine modderkruiper, Bittervoorn	herstel waterriet, vestiging natte moerassoorten Roerdomp, Bruine kiekendief, Snor, Porseleinhoen, in open water Grote en Kleine modderkruiper, Bittervoorn
Abiotiek (bodemtype, maaiveldhoogte, biochemie bodem en oppervlaktewater			
Hoogtekaart (metingen?), AHN3 (mogelijk afwijking 10-30 cm!)			
Grondsoort	Veen (veraard Veen?)	Veen (veraard Veen?)	Veen (veraard Veen?)
Bodem/trofiegraad	Geen, data van andere percelen in Alde Feanen project B-WARE	Geen, data van andere percelen in Alde Feanen project B-WARE	Geen, data van andere percelen in Alde Feanen project B-WARE
Waterkwaliteit	jaarlijkse metingen (4x p jaar)	jaarlijkse metingen (4x p jaar)	jaarlijkse metingen (4x p jaar)
Water en peilbeheer			
Waterinlaat			
Streefpeil	Geen gegevens	Geen gegevens	Geen gegevens
Waterdiepte	Geen gegevens	Geen gegevens	Geen gegevens
Overige maatregelen			
Ganzen en overige natuurlijke begrazing			
Aantal broedende ganzen	10-tal in 2019	100-tal in 2019	ca 40 in 2019
Aantal ruiende ganzen	Geen gegevens	Geen gegevens	Geen gegevens
Aantal overwinterende ganzen (slaapplaats)	max 350 geteld	Geen gegevens	Geen gegevens
Effecten van ganzengraas	Geen gegevens	waterriet sterk opengegraasd	Geen gegevens

Ganzenbeheer	Geen gegevens	Geen gegevens	Geen gegevens
Begrazingsbeheer (vee, runderen, paarden)			
Soort, aantal, variatie in ruimte, seizoen, jaren	geen	geen	geen
Overige grazers (watervogels, muskusrat, rivierkreeft....)	Geen gegevens	Geen gegevens	Geen gegevens
Vegetatiebeheer			
Maaibeheer gras/hooiland	Geen gegevens	Geen gegevens	Geen gegevens
Afrastering	Nee	Nee	Ja
opslagbeheer	Geen gegevens	uittrekken jonge wilgjes 2018	verwijderen opslag wilg en els 2017, 2018

FACTSHEET - Dannenmeer

Terreinbeheerder: Staatbosbeheer

Medewerker, datum veldbezoek / interview: Leon Luijten, 9 juni 2020, Dannenmeer

Oppervlakte deelgebieden totaal: 370 ha

Deelgebied	Dannenmeer
Oppervlakte	616 ha
Uitgangssituatie kaart (type, jaar, format)	intensief agrarisch, beweide en akkers
Herinrichting (jaar, maatregelen)	2016, aanleg grondrug en kade, stuw, twee eilanden, uitgraven waterpartijen, peilopzet; inrichtingskaart en doc
Doelstelling	moeras in brede zin
Evaluatie	moerasontwikkeling geslaagd
Hoogtekaart (metingen?), AHN2 (mogelijk afwijking 10-30 cm)	opgevraagd
Grondsoort	dunne kleilaag op gemineraliseerd veen, met kattenkleilagen, na ontgraving ook zand aan opp.
Bodemchemie/trofiegraad	Zeer eutroof (bodem: tot-P 5-40 mmol/L, Olsen-P 500-4000 umol/L, bodemvocht: NH ₄ : 80-260 umol/L, tot-P 12 umol/L).
Waterkwaliteit	??, lage pH
Water- en peilbeheer	
Waterinlaat	inlaat gemaal Woudbloem?, water vasthouden, 1 afvoerstuw
Streefpeil	zomerstreefpeil -2,00; winterstreefpeil -1.80,
Waterdiepte	Diepte? 30-60 peilvariatie; peilgegevens 2017, peilschaal bij uitlaat
Overige maatregelen	Geen gegevens
Ganzen en overige natuurlijke begrazing	
Aantal broedende ganzen	Geen gegevens
Aantal ruiende ganzen	geen?
Aantal overwinterende ganzen (slaapplaats)	honderden
Effecten van ganzengraas	beperking uitbreiding rietkragen
Ganzenbeheer	Geen gegevens
Begrazingsbeheer (vee, runderen, paarden)	
Soort, aantal, variatie in ruimte, seizoen, jaren	vee jaarrond
Overige natuurlijke grazers	
Overige grazers (watervogels, muskusrat, rivierkreeft....)	Geen gegevens
Vegetatiebeheer	
maai-beheer gras/hooiland	geen
afrastering	geen

FACTSHEET Groene Jonker

Terreinbeheerder: Natuurmonumenten

Medewerker, datum veldbezoek / interview: 9 okt 2020, Martijn van Schie

Oppervlakte deelgebieden totaal: 95 ha

Deelgebied:	Groene Jonker
Oppervlakte	95 ha
Historisch grondgebruik en herinrichting	
Uitgangssituatiekaart (type, jaar, format)	Grasland (intensief)
Herinrichting (jaar, maatregelen)	2008, diepere delen ontgraven, maaiveld intact in hogere delen
Abiotiek (bodemtype, maaiveldhoogte, biochemie bodem en oppervlaktewater)	
Hoogtekaart	5.00 – 5.70 -NAP (min -max)
Grondsoort	Veen, afgegraven delen veen tot op het klei
Bodemchemie/trofiegraad	Eutroof (bodem: olsP 640-1000 umol/L, tot-P 10-26 mmol/L, Bodemvocht: NH4: 4-1800 umol/L) Aanvullende data verzameld rietkragen 2020, data beschikbaar uit gebied project uit verleden.
Waterkwaliteit	voedselrijk
Water- en peilbeheer	
Waterinlaat	Kwel
Streefpeil	5.10 - 5.60 m -NAP, natuurlijk peilverloop (winter hoog, zomer laag)
Waterdiepte	0 - 0.6 m (min- max)
Overige maatregelen	Sinds 2016 peilverlaging in zomer (5.60 -NAP) ivm test uitgroeien riet
Ganzen en overige natuurlijke begrazing	
Broedganzen	250
Overwinterende ganzen (slaapplaats)	2.000 (kolganzen)
Ruiende ganzen (zomer)	?
Ganzenbeheer	Geen?
Begrazingsbeheer (vee, runderen, paarden)	
Soort, aantal, variatie in ruimte, seizoen, jaren	Schapen (voorjaar)
Vegetatiebeheer	
maai-beheer gras/hooiland	geen
Afrastering riet	nee
Overige	Wilgen trekken (2016 laatste)

FACTSHEET Harderbroek- deelgebied Plan Roerdomp

Terreinbeheerder: Natuurmonumenten (voorheen Staatsbosbeheer)

Medewerker, datum veldbezoek / interview: 21 sept 2020, Tim Kreetz

Oppervlakte deelgebieden totaal: 85 ha

Deelgebied:	Plan Roerdomp
Oppervlakte	85 ha
Historisch grondgebruik en herinrichting	
Uitgangssituatiekaart (type, jaar, format)	Akker, veelvuldig gebruik drijfmest
Herinrichting (jaar, maatregelen)	2005, slenken en dwarslenken (ontgravingsdiepte 40-60cm), hoogte verschil aangebracht (0.7 -1.0 m)
Abiotiek (bodemtype, maaiveldhoogte, biochemie bodem en oppervlaktewater	
Hoogtekaart	NAP -2.6 - -3.2 (min -max)
Grondsoort	Zeeklei
Bodemchemie/trofiegraad	Eutroof (bodem: tot-P 3-16 mmol/L, bodemvocht: NH4: 5-1670 umol/L, PO4: 1-50 umol/L). data beschikbaar uit aangrenzend natuurgebied Harderbroek
Waterkwaliteit	Zeer voedselrijk, extreem hoge dichtheden bentische vissen (karpers), waterplanten komen nauwelijks voor
Water- en peilbeheer	
Waterinlaat	Kwel en neerslag, water inlaat via Harderbroek of via pomp uit Plevierentocht
Streefpeil	Max -2.5/-3.7 m NAP, natuurlijk peilverloop (winter hoog, zomer laag)
Waterdiepte	Variabel: 0 -100 (min- max)
Overige maatregelen	Peilbeheer doormiddel van stuwen (in verleden automatisch peilsysteem aanwezig, sinds 10 jaar defect)
Ganzen en overige natuurlijke begrazing	
Broedganzen	250 (heel Harderbroek)
Overwinterende ganzen (slaapplaats)	
Ruiende ganzen (zomerganzen?)	2500-5000 (Heel Harderbroek)
Ganzenbeheer	Geen (geen beleid Flevopolder)
Begrazingsbeheer (vee, runderen, paarden)	
Soort, aantal, variatie in ruimte, seizoen, jaren	Enkele Bevers acief
Vegetatiebeheer	
maai-beheer gras/hooiland	Maaien van blauwe graslanden
Afrastering riet	
Overige	

FACTSHEET HOUTWIEL

Terreinbeheerder: Staatsbosbeheer

Medewerker, datum veldbezoek / interview: 1 december 2020, Jakob Hanenburg (Staatsbosbeheer)

Oppervlakte Houtwiel Midden: 120 ha

Deelgebied	<i>Houtwiel Midden</i>
Oppervlakte (ha)	120
Voorgeschiedenis, herinrichting	
Uitgangssituatie kaart (type, jaar, format)	beweid grasland, percelen met hooilandbeheer en rietpercelen
Herinrichting (jaar, maatregelen)	jaren '60: gebiedseigen waterhuishouding door afdammen van sloten in verbinding met boezem (Falomsterfeart), jaarlijks maaien rietpercelen, verscharlingsbeheer hooilandpercelen, overigens beweiding 1973-74: uitgraven 3 petgaten 1994: aanleg van kades rond deelgebied 40 ha noordelijk van uitgegraven slenk, cyclisch rietmaaibeheer (20% per jaar), plaatsing stuw west (overlaat op -0,80), beweiding gestopt rond 1990 2006: kades rond het gebied, peilverhoging (overlaat op -0,50) Zie Altenburg <i>et al.</i> 2002, Brongers 2004, Van der Hut 2011, Van der Hut <i>et al.</i> 2016.
Doelstelling	Aanvankelijk weidevogels en botanische doelen, i.v.m. verdroging verschoven (na 2006) naar water- en moerasvogels
Evaluatie	Bijzonder rijke moerasvogelbevolking (Roerdomp, Porseleinhoen e.a.), ook botanische resultaten (veenmosrietland op geïsoleerde rietpercelen), Moerashertshooi in sloten
Hoogtekaart (metingen?), AHN3 (mogelijk afwijking 10-30 cm!)	geen metingen AHN3: percelen ten zuiden van de slenk overwegen -0,60 / -0,40, ten noorden van de slenk -0,20 / -0,40
Grondsoort	veen op zand
Bodem - metingen (parameter, jaar, format)	Eutroof (bodem: olsP 700-1300 umol/L, tot-P 6-12 mmol/L, Bodemvocht: NH ₄ : 30-80 umol/L) Aanvullende data verzameld 2020, geen data beschikbaar verder.
Waterkwaliteit (parameter, jaar, format)	metingen B-WARE
Water- en peil beheer	
Waterinlaat	geen, dus via neerslag, vasthouden gebiedseigen water, in uitzonderingssituaties inlaat vanuit Falomsterfeart
Waterpeil - streefpeilen voor herinrichting	Streefpeil voor 1965 (ruiverkaveling Dantumadiel) winter -0,95, zomer -1,30 m NAP. Streefpeilen anno 2006: -0,50 en -0,75
Waterdiepte - variatie voor herinrichting	Geen gegevens
Waterstreefpeil winter en zomer	winterpeil -0,50 NAP (overlaat), maximaal in gebied -0,40 zomerpeil variabel, afhankelijk van neerslag en verdamping, ca -0,70 tot -1,00 NAP gegevens peilverloop in jaarrapportages moerasvogels (Van der Hut 2007-2020)
Waterdiepte winter en zomer	veel percelen in winter 30-40 cm, uitzakkend tot min of meer droogval in zomer, sloten en slenk blijven watervoerend
Waterpeil - extremen winter, zomer, jaren?	incidenteel lager winterpeil, sommige jaren extreem laag zomer (2018-2020)
Overige maatregelen	
Ganzen en overige natuurlijke begrazing	
Aantal broedende ganzen	Grauwe gans, toename van 14 in 2006 tot 400-450 in 2018-2020
Aantal ruiende ganzen	geen concentratie onvolwassen vogels van elders, wel lokale populatie
Aantal overwinterende ganzen (slaapplaats)	Grauwe gans, honderden

Effecten van ganzengraas	Begrazing van riet, liesgras en waarschijnlijk waterplanten, uitbreiding van riet in water wordt tegengehouden, op rust/slaaplocaties verdwijnt riet en pitrus (open water) in 2018-2020, effecten op broedlocaties onduidelijk
Ganzenbeheer	nestbehandeling (oliën) in 2017-2019
Begrazingsbeheer (vee, runderen, paarden)	
Soort, aantal, variatie in ruimte, seizoen, jaren	Schotse hooglanders (10 sinds 2006, 3 sinds 2012), Exmoor pony's (15 sinds 2006, 10 sinds 2012), jaarrond in hele gebied
Effecten van begrazing	Padennetwerk in deel van percelen met pitrus en plaatselijk riet, laatste jaren beperkt - in kaart gebracht in 2007, 2012 en 2019 (geg. R. van der Hut)
Overige grazers (watervogels, muskusrat, rivierkreeft....)	Muskusrat talrijk rond 2010, daarna nagenoeg verdwenen door bestrijding
Vegetatiebeheer	
rietmaaibeheer	na 2006 geen rietmaaibeheer
rietmaaikaart	nvt
opslagbeheer	periodiek wordt opgaande opslag van wilg en els verwijderd aan rand van het gebied
maaibeheer gras/hooiland	plaatselijk jaarlijks maaien en afvoeren op hooilandperceel

Factsheet Jagersveld

Terreinbeheerder: Gemeente Zaanstad
 Medewerker, datum interview en veldbezoek: Arjan Schreuder;
 historische informatie van N. Jonker
 Oppervlakte hele gebied: 26,5 ha

Deelgebied	Stille gebied	Molenpolder
Oppervlakte	13,5 ha	13,0
Voorgeschiedenis, herinrichting		
Uitgangssituatie kaart (type, jaar, format)	extensief agrarisch, beweid	extensief agrarisch, beweid (schapen en jongvee)
Herinrichting (jaar, maatregelen)	1972, kade rond gebied aangelegd, alleen in zuidrand veen en zand gedeponeed uit bovenlaag zandwinput	tussen 2000 en 2007, perceelbemaling gestopt, beweiding gestopt, overigens geen maatregelen
Doelstelling	rietland, wilgbos, kruidenrijke ruigte, extensieve recreatie (beheerplan 1990)	Hooiland/rietland, varen/veenmosrietland, rietland, wilgbos, kruidenrijke ruigte, extensieve recreatie (beheerplan 1990)
Evaluatie	het terrein functioneert goed in zijn huidige vorm	het terrein functioneert goed in zijn huidige vorm
Abiotiek (bodemtype, maaiveldhoogte, biochemie bodem en oppervlaktewater		
Hoogtekaart AHN3 (mogelijk afwijking 10-30 cm)	NAP -0,4 / NAP -1,2 (laag gelegen delen)	NAP -0,9 / NAP -1,5 (laag gelegen delen)
Bodem - grondsoort	veen, aan zuidrand zand	veen
Bodem - metingen (par, jaar, format)	geen gegevens	geen gegevens
Waterkwaliteit (par, jaar, format)	geen gegevens	1 monsterlocatie, 1977 - heden (Hoogheemraadschap NHHK)] 0,29 mg P/l nabij Jagersplas en 0,33 mg/l in Oostzanerveld; chloride nabij Jagersplas 515/535 mg/l
Water- en peilbeheer		
Waterinlaat	geen inlaat, neerslag / verdamping regime	sloten in verbinding met boezem Oostzanerveld
Waterpeil - streefpeilen voor herinrichting	boezempeil	boezempeil
Waterdiepte - variatie voor herinrichting	Geen gegevens	max 10-20 cm (door neerslag ondergelopen stukken en greppels)
Waterstreefpeil winter en zomer	geen streefpeil	NAP -1.45 m vast peil
Waterdiepte winter en zomer	ca 30 cm peilvariatie; Van der Hut 1986, geg. Van der Hut (1978/1983, 1995, 2019)	op de percelen naar schatting max 20 cm peilvariatie door neerslag en verdamping
Waterpeil - extremen winter, zomer, jaren?	Geen gegevens	Geen gegevens
Overige maatregelen	geen	geen
Ganzen en overige natuurlijke begrazing		
Aantal broedende ganzen	Geen gegevens	Waarschijnlijk enkele paren (geen gegevens)
Aantal ruiende ganzen	geen	Waarschijnlijk geen (geen gegevens)
Aantal overwinterende ganzen (slaapplaats)	geen	Geen gegevens
Effecten van ganzenbegrazing	geen	Geen gegevens

Ganzenbeheer	Waarschijnlijk geen (geen gegevens)	Waarschijnlijk geen (geen gegevens)
Overige grazers (watervogels, muskusrat, rivierkreeft....)	Geen gegevens	Geen gegevens
Begrazingsbeheer (vee, runderen, paarden)		
Soort, aantal, variatie in ruimte, seizoen, jaren	geen	geen
Effecten van begrazing	nvt	nvt
Vegetatiebeheer		
rietmaaibeheer	twee locaties cyclisch maaibeheer	geen
rietmaaikaart	kaart 2019 (geg. Van der Hut)	nvt
opslagbeheer	geen	geen
maaibeheer gras/hooiland	geen	geen

FACTSHEET NAARDERMEER - deelgebieden in de zogenoemde Schil rond het Naardermeer

Terreinbeheerder: Natuurmonumenten

Medewerker, datum veldbezoek / interview: 16 juli, Luc Hogenstein en Kelly van der Meulen

Oppervlakte deelgebieden totaal: 370 ha

Deelgebied:	<i>Keverdijkse Polder Noord</i>	<i>Keverdijkse Polder Zuid</i>	<i>Bovenmeent</i>
Oppervlakte (ha)	119	96	155
Historisch grondgebruik en herinrichting			
Uitgangssituatiekaart (type, jaar, format)	weiland, hooiland	weiland, hooiland	weiland, hooiland
Herinrichting (jaar, maatregelen)	2007?: uitgraven slenk en plassen, vernatting	2007?: uitgraven twee plassen, vernatting	1997: uitgraven ondiepe plassen (westelijk deel), zuidelijk deel (ten zuiden van Melkmeent recent uitgegraven)
Abiotiek (bodemtype, maaiveldhoogte, biochemie bodem en oppervlaktewater			
Hoogtekaart (metingen?), AHN3 (mogelijk afwijking 10-30 cm!)	NAP -0,9 / NAP -1,2	rond NAP -1,1	rond NAP -1,1 (excl westelijk deel)
Grondsoort	Veen (klei)	Veen (klei)	Veen (klei)
Bodemchemie/trofiegraad	(Matig) eutroof (bodem: tot-P 4-45 mmol/L, Olsen-P 180-1010 umol/L, bodemvocht: NH4: 1-170 umol/L, tot-P 12 umol/L).	Geen onderscheid noord -zuid	P-totaal > 500 mg/kg = eutroof
Waterkwaliteit	eutroof	eutroof	eutroof
Water- en peilbeheer			
Waterinlaat	inlaat vanuit Naardermeer	inlaat vanuit Naardermeer?	inlaat vanuit Naardermeer oost en Ankeveense Plassen
Streefpeil	winterpeil NAP -1,45, zomerpeil NAP -1,15 (grootste deel gebied)	flexibel peil NAP -1,45 / -1,50 (grootste deel gebied)	winterpeil NAP -0,9, zomerpeil NAP -1,1 (ex grasperceel aan westzijde)
Waterdiepte	Variabel: 0 – 40 (min- max)	Variabel: 0 – 40 (min- max)	Variabel
Overige maatregelen			
Ganzen en overige natuurlijke begrazing			
Broedganzen	ca 60 in 2018	ca 20 in 1918	62 in 2014, 53 in 2018
Overwinterende ganzen (slaapplaats)	max 350 geteld	Geen gegevens	max 1120 geteld
Ganzenbeheer	Geen gegevens	Geen gegevens	Geen gegevens
Begrazingsbeheer (vee, runderen, paarden)			

Soort, aantal, variatie in ruimte, seizoen, jaren	(Galloways alleen in noordostrand van het gebied) en melkvee (15 koeien)	Galloways, jaarrond, in hele gebied	Galloways, jaarrond, in hele gebied
Vegetatiebeheer			
maaibeheer gras/hooiland	enkele hooiweiden	enkele hooiweiden	Geen gegevens
Afrastering riet	ja	ja	Geen gegevens

FACTSHEET RIETMOERAS IJSSEDELTA

Terreinbeheerder: Staatsbosbeheer (tijdens inrichtingsfase Rijkswaterstaat)

Medewerker, datum interview: verspreid 2016-2020, Arjan Otten (Provincie Overijssel), Ronald Broekhuizen (RWS), Piet Greeve (SBB)

Oppervlakte hele gebied: 45 ha (incl. oude C-kering, ruigtestrook aan noordgrens en waterpartijen aan oostzijde)

Deelgebied	Fase 0	Fase 1 oost	Fase 1 west
Oppervlakte (ha)	12,8	16,0	8,0
Voorgeschiedenis, herinrichting			
Uitgangssituatie kaart (type, jaar, format)	beweid grasland, deels bouwland (2006, 2010 – Google Earth)	beweid grasland, deels bouwland (2006, 2010 – Google Earth)	beweid grasland, deels bouwland (2006, 2010 – Google Earth)
Herinrichting (jaar, maatregelen)	winter 2013/2014 – afgraven bouwvoor met aflopend maaiveld van west naar oost, afwisseling stroken en geulen, handhaven voormalige sloten, aanleg kade rondom, aanplant rietstekken op stroken en 1 rij in geulen, raster rond rietveld, palen met linten in en over rietstroken	winter 2014/2016 – afgraven bouwvoor met vlak maaiveld, afwisseling stroken en geulen, handhaven voormalige sloten, aanleg kade rondom, aanplant rietstekken op stroken, raster rond rietveld, palen met linten in en over rietstroken	winter 2014/2016 – afgraven bouwvoor met vlak maaiveld, afwisseling stroken en geulen, handhaven voormalige sloten, aanplant rietstekken op stroken, raster rond rietveld, palen met linten in en over rietstroken
Abiotiek (bodemtype, maaiveldhoogte, biochemie bodem en oppervlaktewater			
Hoogtekaart (metingen?), AHN2 (mogelijk afwijking 10-30 cm)	ingemeten, maaiveld stroken van -0,20 west tot -0,40 oost; greppels 20 cm lager (AHN2: -1,1 / -1,5)	ingemeten, maaiveld stroken -0,20; greppels 20 cm lager (AHN2: -0,7 / -1,5)	ingemeten, maaiveld stroken -0,20; greppels 20 cm lager (AHN2: -0,7 / -1,5)
Bodem - grondsoort	zeeklei (lichte zavel), bodemkaart 1984	zeeklei (lichte zavel), bodemkaart 1984	zeeklei (lichte zavel), bodemkaart 1984
Bodem - metingen (par, jaar, format)	Eutroof (bodem: olsP 400-2000 umol/L, tot-P 14-23 mmol/L, Bodemvocht: NH4: 20-235 umol/L) Aanvullende data verzameld 2020, geen data beschikbaar verder.	idem	idem
Waterkwaliteit (par, jaar, format)	geen data, omgeving (Drontermeer):	geen data, omgeving	geen data
Waterbeheer			
Waterpeil - streefpeilen voor herinrichting	Geen gegevens	Geen gegevens	Geen gegevens
Waterdiepte - variatie voor herinrichting	Geen gegevens	Geen gegevens	Geen gegevens
Waterstreefpeil winter en zomer	zomer (juli-september) -0,80, winter -0,20	zomer (juli-september) -0,60, winter -0,40	sinds 2018 open verbinding met Drontermeer, zomer -0,1 winter -0,3
Waterdiepte winter en zomer	in principe droogval op stroken in zomer, in winter 20 cm op maaiveld stroken en 40 cm in geulen aan westzijde, zuidoosthoek echter laag gelegen en geen	streefwaarde droogval op stroken in zomer, in winter 30-50 cm op maaiveld (variatie zie maandelijkse monitoringsrapporten Van der Hut 2016-2020)	streefwaarde droogval op stroken in zomer, in winter 30-50 cm op maaiveld, sinds 2018 Drontermeer volgend met ca 30 cm op stroken in zomer en 15 cm op stroken winter (variatie zie

	droogval stroken (variatie zie maandelijkse monitoringsrapporten Van der Hut 2014-2020)		maandelijkse monitoringsrapporten Van der Hut 2016-2020)
Waterpeil - extremen winter, zomer, jaren?	tijdens open verbinding januari 2019 – maart 2020		
Overige maatregelen	open verbinding met Drontermeer gemaakt januari 2019, gedicht met peilvoorziening maart 2020	open verbinding met Drontermeer gemaakt januari 2019, gedicht met peilvoorziening maart 2020, rasters en linten verwijderd najaar 2018	rasters en linten verwijderd najaar 2018, opnieuw aangebracht maart 2019
Ganzen en overige natuurlijke begrazing			
Aantal broedende ganzen	71 (heel gebied) vestiging in 2016		
Aantal ruiende ganzen	geen	geen	geen
Aantal overwinterende ganzen (slaapplaats)	onbekend	onbekend	onbekend
Effecten van ganzengraas	in 2019-2020 lokaal waterrietzone sterk teruggedrongen door zomergraas, geulen opengraasd in 2020	in 2017/2018 een rietveld in winter weggegraasd (graafkuilen zichtbaar), in 2019-2020 oeverzones teruggedrongen door zomergraas	in winter 2018/2019 helft rietveld in winter weggegraasd (graafkuilen zichtbaar)
Ganzenbeheer	in aanlegfase verjaging	geen	geen
Overige grazers (watervogels, muskusrat, rivierkreeft....)	Meerkoet (foerageert in waterplantvelden, waarschijnlijk niet of nauwelijks op riet), enkele muskusratten aanwezig, worden bestreden	Meerkoet (foerageert in waterplantvelden, waarschijnlijk niet of nauwelijks op riet), enkele muskusratten aanwezig, worden bestreden	Meerkoet (foerageert in waterplantvelden, waarschijnlijk niet of nauwelijks op riet), enkele muskusratten aanwezig, worden bestreden
Begrazingsbeheer (vee, runderen, paarden)			
Soort, aantal, variatie in ruimte, seizoen, jaren	geen	geen	geen
Effecten van begrazing	nvt	nvt	nvt
Vegetatiebeheer			
rietmaaibeheer	geen	geen	geen
rietmaakaart	geen	geen	geen
opslagbeheer	jonge wilgopslag verwijderd in 2015, 2016, 2017 en aan oostzijde opnieuw in 2019/2020	geen	geen
maaibeheer gras/hooiland	hooilandbeheer op dijken	hooilandbeheer op dijken	hooilandbeheer op dijken

FACTSHEET Rijnstrangen - deelgebieden Erfkamerlingschap en Aerdtsse brug

Terreinbeheerder: Staatsbosbeheer / Stichting Twickel / Waterschap Rijnand IJssel

Medewerker, datum veldbezoek / interview: 30 sept, Theo Wijers (SBB), John Lensen (RandIJ) en Kees Buddingh (Provincie)

Oppervlakte deelgebieden totaal: 17 ha

Deelgebied:	<i>Erfkamerlingschap</i>	<i>Aerdtsse brug</i>
Oppervlakte	10 ha	7 ha
Historisch grondgebruik en herinrichting		
Uitgangssituatiekaart (type, jaar, format)	Beweid (extensief), 2009	Akker (intensief), 2019
Herinrichting (jaar, maatregelen)	2009 afgegraven (50-80 cm), rietaanplant binnen verlaagde proefgebieden, met als doel rietmoeras	2019 afgegraven, rietmoeras en krabbenscheer sloten
Abiotiek (bodemtype, maaiveldhoogte, biochemie bodem en oppervlaktewater)		
Hoogtekaart	NAP +9.75 - + 10.70 (min -max)	Geen gegevens
Grondsoort	Zand/klei (klei afgegraven tot op het zand)	Klei
Bodemchemie/trofiegraad	Eutroof (olsP 600-1500 umol/L, tot-P 6-20 mmol/L) Aanvullende data verzameld rietkragen 2020, data beschikbaar omliggende gebieden	Eutroof (olsP 350-1600 umol/L, tot-P 12-20 mmol/L) Aanvullende data verzameld rietkragen 2020, data beschikbaar omliggende gebieden
Waterkwaliteit	Goed	goed
Water- en peilbeheer		
Waterinlaat	inlaat via Rijn water	inlaat via Rijn water
Streefpeil	Volgt grondwater via peil Rijn	Volgt grondwater via peil Rijn
Waterdiepte	Variabel: 0 – 100 (min- max)	Variabel: 0 – 50 (min- max)
Overige maatregelen	Tijdelijke dijk	geen
Ganzen en overige natuurlijke begrazing		
Broedganzen	??	(nog) geen
Overwinterende ganzen (slaapplaats)	??	geen
Ruiende ganzen	??	geen
Ganzenbeheer	Afrasteren en overspannen met linten	Afrasteren en overspannen met linten
Begrazingsbeheer (vee, runderen, paarden)		
	Enkele Bevers en Dassen actief	geen
Vegetatiebeheer		
maai-beheer gras/hooiland	geen	geen
Afrastering riet	Ja, verdwijnt na groeifase, beoogde oppervlakte	Ja, verdwijnt na groeifase, beoogde oppervlakte
Overige	Aanplanten riet	Pollen met wortelstokken uit nabij gedempte sloot

FACTSHEET HET TWISKE

Terreinbeheerder: Recreatieschap Het Twiske

Medewerker, datum interview: Dick Wals, diverse data 2019, 2020

Oppervlakte hele gebied: 654 ha

Deelgebied	Rietveld	Belt	Leers	Vennen
Oppervlakte (ha)	9,0	8,7	3,5	2,0
Uitgangssituatie kaart (type, jaar, format)	beweid grasland in jaren '50 – '70	beweid grasland in jaren '60 – '70 - rietperceel met cyclisch maai-beheer in jaren '80 – '90	beweid grasland in jaren '70	beweid grasland in jaren '50 – '70
Herinrichting (jaar, maatregelen)	beweiding gestopt in jaren '70	beweiding gestopt in jaren '70, herinrichting 1997-2005 fasegewijs sloten uitgegraven, afgeplagd, opslag verwijderd	beweiding gestopt in jaren '70, in medio jaren '80 sloten uitgegraven en grond aan randen verwerkt	beweiding gestopt in jaren '70
Doelstelling	weide- en moerasnatuur, extensieve recreatie	herstel leefgebied Roerdomp en andere moerasvogels	natuur, extensieve recreatie, open zicht bewaren Haven - Stootersplas	natuur, extensieve recreatie
Evaluatie	evaluatie loopt (onderdeel ecologisch beheerplan)	evaluatie loopt (onderdeel ecologisch beheerplan)	evaluatie loopt (onderdeel ecologisch beheerplan)	evaluatie loopt (onderdeel ecologisch beheerplan)
Hoogtekaart (metingen?), AHN2 (mogelijk afwijking 10-30 cm)	geen metingen AHN2: -0,7 / -1,5	geen metingen AHN2: -2,1 / -2,3	geen metingen AHN2: rietveld -1,4 / -1,2	geen metingen AHN2: -2,7 / -2,2
Bodem - grondsoort	veen	veen	veen	veen
Bodem - metingen (parameter, jaar, format)	geen gegevens	geen gegevens	geen gegevens	geen gegevens
Waterkwaliteit (parameter, jaar, format)	gegevens omgeving (Hoogheemraadschap NHNK), P- totaal inlaat noord gem 0,1 mg/l	gegevens omgeving (Hoogheemraadschap NHNK)	gegevens omgeving (Hoogheemraadschap NHNK), P- totaal Stootersplas 0,03 mg/l	gegevens omgeving (Hoogheemraadschap NHNK), P- totaal zuidvaart ca 0,7 mg/l
Water- en peilbeheer				
Waterinlaat	zo veel mogelijk gebiedseigen water, alleen bij tekort wordt water ingelaten vanuit boezem (Oostzanerveld)	inlaat vanuit Stootersplas	zo veel mogelijk gebiedseigen water, alleen bij tekort wordt water ingelaten vanuit boezem (Oostzanerveld)	inlaat vanuit noordelijk deel
Waterpeil - streefpeilen voor herinrichting	geen gegevens	geen gegevens	geen gegevens	geen gegevens
Waterdiepte - variatie voor herinrichting	geen gegevens	geen gegevens	geen gegevens	geen gegevens
Waterstreefpeil winter en zomer	winterpeil -1,60 NAP zomerpeil -1,80 NAP	winterpeil -2,62 NAP zomerpeil -2,22 NAP	winterpeil -1,60 NAP zomerpeil -1,80 NAP	winterpeil -2,90 NAP zomerpeil -2,90 NAP
Waterdiepte winter en zomer	delen jaarrond droog, delen winterinundatie, oeverzones permanent in water	droog in rietooftperiode (januari – april), plasdras in rest van het jaar	delen jaarrond droog, delen winterinundatie, oeverzones permanent in water	delen jaarrond droog, delen winterinundatie, oeverzones permanent in water

Waterpeil - extremen winter, zomer, jaren?	geen, m.u.v. variatie in uitdrogen rietveld in droog voorjaar/zomer	geen (zomerpeil wordt hoog gehouden)	geen, m.u.v. variatie in uitdrogen rietveld in droog voorjaar/zomer	geen, m.u.v. variatie in uitdrogen rietveld in droog voorjaar/zomer
Overige maatregelen	2001/2002 drainagesloot tussen fiets- en pad gegraven > verdroging			
Begrazingsbeheer (vee, runderen, paarden)				
Soort, aantal, variatie in ruimte, seizoen, jaren	geen	geen	enkele pony's jaarrond 2001-2005?, 3 schotse hooglanders jaarrond sinds 2010?	geen
Ganzen en overige natuurlijke begrazing				
Aantal broedende ganzen	17 in 2019	6 in 2019	3 in 2019	enkele in 2019
Aantal ruiende ganzen	geen	geen	geen	geen
Aantal overwinterende ganzen (slaapplaats)	geen	geen	geen	geen
Effecten van ganzengraas	geen	geen	geen	geen
Ganzenbeheer	geen	geen	geen	geen
Overige grazers (watervogels, muskusrat, rivierkreeft....)	geen	geen	geen	geen
Vegetatiebeheer				
rietmaaibeheer	westkant en eiland deels gemaaid in 1997/8, deel rietkragen om het jaar gemaaid	jaarlijks rietoogst, stroken van enkele m breed blijven staan	geen	gemaaid in 1997/98, daarna geen gegevens
rietmaaikaart	nvt	in broedvogelrapporten	nvt	nvt
opslagbeheer	braamopslag westkant verwijderd in 1997/98 daarna geen gegevens wilgopslag eiland verwijderd 2002/03, opslag tussen fiets- en voetpad verwijderd 2001/2002, deel wilgopslag westkant verwijderd in 2019	geen	houtopslag afgezet in 2000/01 en 2002/03, daarna geen gegevens	geen
maaibeheer gras/hooiland/ruigte	randzones jaarlijks gemaaid	randzones jaarlijks gemaaid	ruigtestroken langs paden gemaaid in 1999/2000	geen gegevens

FACTSHEET DE WIEDEN - deelgebieden Hoogwaterzone en Beulakerpolder

Terreinbeheerder: Natuurmonumenten

Medewerker, datum veldbezoek / interview: 16-juni-2020, Rosalie Martens

Oppervlakte deelgebieden totaal: 200 ha

Gebied	Hoogwaterzone	Beulakerpolder
Oppervlakte	86 ha	109 ha
Uitgangssituatie kaart (type, jaar, format)	grasland, rietkragen, moerasbos (noord), grasland met rietkragen (zuid); intensief???	intensief agrarisch, beweid of akkers?
Herinrichting (jaar, maatregelen)	1989 (noord), 1993 (zuid) aanleg kade rondom, uitgraven plassen; inundatie 10-30 cm in eerste jaar (moerasontwikkeling) en 30-50 cm (open water geworden)	2010, groot aantal 'bakjes' met ribben: doortrekken van petgaten/ribben landschap, aan westkant was al een baggerdepot aanwezig
Hoogtekaart (metingen?)		percelen variëren in maaiveldhoogte
Bodem - grondsoort	veen?	veen?
Bodem - metingen (par, jaar, format)	geen data uit gebied, nabij gelegen landbouw grond zeer eutroof (OlsP 1200-3500 umol/L). Trilveen en rietlanden OlsP ~50-300 umol/L)	idem
Waterkwaliteit (par, jaar, format)	geen data	geen data
Water- en peilbeheer		
Waterpeil - peilvakken, streefpeilen	ca 30 cm hoger dan aangrenzend gebied	
Waterpeil - peilmin, max, winter, zomer	constant peil, percelen enkeldiep water op maaiveld,	alle 'bakjes' in open verbinding met boezem, constant peil
Ganzen en overige natuurlijke begrazing		
aantal broedvogels	ca 400 in 2010	
aantal ruiers (conc)		
winteraantallen	honderden	honderden
ganzenbeheer	sinds 2019 nestbehandeling, in aangrenzend gebied afschot, raster om paren met jongen in moeras te houden	sinds 2019 nestbehandeling
overig (muskusrat, rivierkreeft....)	muskusrat weinig, bestrijding, rivierkreeft aanwezig	muskusrat weinig, bestrijding, rivierkreeft aanwezig
Begrazingsbeheer (vee, runderen, paarden)		
soort, aantal	geen	geen
variatie ruimte, seizoen, jaren		
Vegetatiebeheer		
rietmaai frequentie	oever buitenzijde gebied wordt gemaaid	
houtopslag	fasegewijs berk en elsopslag verwijderd (eens per 3-5 jaar)	

FACTSHEET ZUIDLAARDERMEERGEBIED

Terreinbeheerder: Groninger Landschap

Medewerker, datum interview: 29 oktober 2020, Alwin Hut

Oppervlakte hele gebied: xx ha

Deelgebied	Westerbroekstermadepolder	Kropswolderbuitenpolder	Groene Polder	Oeverpolder
Oppervlakte (ha)	199	281		
Uitgangssituatie kaart (type, jaar, format)	akkergebied (maïs, aardappelen, graan)	akkergebied (maïs, aardappelen, graan)	extensief beweid	extensief beweid
Herinrichting (jaar, maatregelen)	2007/2008, deels bouwvoor afgegraven	2007/2008, deels bouwvoor afgegraven	opzet winterpeil sinds 2013, geen vergraving	opzet winterpeil sinds 2013, geen vergraving
Doelstelling	waterberging (noodberging)	waterberging (noodberging)		
Evaluatie				
Abiotiek (bodemtype, maaiveldhoogte, biochemie bodem en oppervlaktewater)				
Hoogtekaart (metingen?), AHN2, 3 (mogelijk afwijking 10-30 cm)	NAP -40 / NAP +0,70 (buiten geulen en kaden)	NAP -25 / NAP +0,70 (buiten geulen en kaden)	NAP -20 / NAP +0,30 (buiten geulen en kaden)	NAP -25 / NAP +0,20 (buiten geulen en kaden)
Bodem - grondsoort	grotendeels veen (geul met klei), zie bodemkaart	grotendeels veen (geul met klei), zie bodemkaart	veen, zie bodemkaart	veen, zie bodemkaart
Bodem - metingen (parameter, jaar, format)	Eutroof (bodem: olsP 1000-1600 umol/L, tot-P 1-40 mmol/L, Bodemvocht: NH4: 8-1500 umol/L)	Eutroof (bodem: olsP 1000-1600 umol/L, tot-P 1-40 mmol/L, Bodemvocht: NH4: 8-1500 umol/L)	mesotroof (bodem: olsP 400-1100 umol/L, tot-P 10-40 mmol/L, Bodemvocht: NH4: 4-50 umol/L)	mesotroof (bodem: olsP 400-1100 umol/L, tot-P 10-40 mmol/L, Bodemvocht: NH4: 4-50 umol/L)
Waterkwaliteit (parameter, jaar, format)	hypertroof	hypertroof		
Waterbeheer				
Waterinlaat				
Waterpeil - streefpeilen voor herinrichting				
Waterdiepte - variatie voor herinrichting				
Waterstreefpeil winter en zomer	winterpeil NAP + 0,60 zomerpeil NAP -0,20 variatie ca 20 cm, zie dagwaarden gemaal 2008-2013,	variatie 30-80 cm, zie dagwaarden gemaal 2007-2016 winterpeil NAP +0,60 zomerpeil NAP -0,20		variatie 40-70 cm, inlaat Oostpolder dagwaarden 2012-2017, winterpeil -1,60 NAP zomerpeil -1,80 NAP
Waterdiepte winter en zomer				
Waterpeil - extremen winter, zomer, jaren?	max peil NAP +1,3 (noodberging), 2012 extreem hoog	max peil NAP +1,3 (noodberging), 2012 extreem hoog zomerpeil, droogval 2016		

Overige maatregelen				
Begrazingsbeheer (vee, runderen, paarden)				
Soort, aantal, variatie in ruimte, seizoen, jaren	Schotse hooglanders, Konik paarden, "zeer extensief"	Schotse hooglanders, Konik paarden,	Cyclisch vee	Cyclisch vee
Effecten van begrazing				
Ganzen en overige natuurlijke grazers				
Aantal broedende ganzen	inventarisatie 2007, 2012, 2018; ca 100 paar in 2015?	inventarisatie 2007, 2012, 2018; ca 100 paar in 2015?	Geen? inventarisatie 2017	Geen? inventarisatie 2017
Aantal ruiende ganzen	nauwelijks, voorkeur voor KWBP (telling 2015,	1600 in 2015 (telling Krol 2015b)	ca 1.000 in 2015 Oostpolder (telling 2015 met Oostpolder)	(telling 2015 met Onnerpolder
Aantal overwinterende ganzen (slaapplaats)	?	?	?	?
Effecten van ganzengraas		sterke begrazing van venwortel, riet, liesgras door ruiende ganzen		
Ganzenbeheer	geen	geen	geen	geen
Overige grazers (watervogels, muskusrat, rivierkreeft....)				
Vegetatiebeheer				
rietmaaibeheer				
rietmaaikaart				
opslagbeheer				
maaibeheer gras/hooiland				

ontwikkeling+beheer natuurkwaliteit

o+bn

Het Kennisnetwerk Ontwikkeling Beheer Natuurkwaliteit:

- is een onafhankelijk en innovatief platform waarin beheer, beleid en wetenschap op het gebied van natuurherstel en -beheer samenwerken;
- ontwikkelt en verspreidt kennis met als doel het structureel herstel en beheer van natuurkwaliteit.

**Kennisnetwerk OBN wordt gecoördineerd door de VBNE en gefinancierd door
het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en BIJ12**

Vereniging van bos- en natuurterreineigenaren (VBNE)

Princenhof Park 7
3972 NG Driebergen
0343-745250
info@vbne.nl

Alle publicaties en
producten van het
OBN Kennisnetwerk
zijn te vinden op
www.natuurkennis.nl