

Natte teelten en biodiversiteit

Een kennisoverzicht met speciale aandacht
voor lisdodde- en veenmosteelt

A&W-rapport 20-118



in opdracht van

Natte teelten en biodiversiteit

Een kennisoverzicht met speciale aandacht voor lisdodde- en veenmosteelt

A&W-rapport 20-118

I. Mettrop

Foto Voorplaat

Lisdoddeteelt in It Bûtefjild, Foto door Bouwgroep Dijkstra-Draisma

I. Mettrop 2020

Natte teelten en biodiversiteit. Een kennisoverzicht met speciale aandacht voor lisdodde- en veenmosteelt. A&W-rapport 20-118, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

Opdrachtgevers**Van Hall Larenstein**

Postbus 1528

8901 BV Leeuwarden

Telefoon 058 284 61 00

Uitvoerder**Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv**

Suderwei 2

9269 TZ Feanwâlden

Telefoon 0511 47 47 64

info@altwym.nl

www.altwym.nl

© Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv. Overname van gegevens uit dit rapport is toegestaan met bronvermelding.

Projectnummer

20-118

Projectleider

I. Mettrop

Status

Eindrapport

Autorisatie

Goedgekeurd

Paraaf

E. Wymenga

Datum

26-04 2021

Kwaliteitscontrole

E. Wymenga



Inhoud

1	Aanleiding	1
1.1	Natte teelten en Better Wetter	1
1.2	Uitgangspunten aangaande biodiversiteit	2
1.3	Leeswijzer	3
2	Leefgebied voor moerasgebonden natuur	4
2.1	Lisdoddeteelt	4
2.2	Veenmosteelt	13
3	Overige ecosysteemdiensten rond biodiversiteit	17
3.1	Waterzuiverend vermogen	17
3.2	Hydrologische bufferwerking op landschapsschaal	17
3.3	Uitmijning als voortraject voor natuurontwikkeling	18
3.4	Veenbehoud en reductie van broeikasgasuitstoot	18
3.5	Waterberging, waterretentie en ecologische verbinding	19
3.6	Duurzaam alternatief voor turfwinning elders	19
4	De impact van oogstwerkzaamheden	20
5	Conclusies en discussie	22
5.1	Synthese van huidige kennis	22
5.2	Aanbevelingen voor nader onderzoek	25
	Referenties	27

1 Aanleiding

1.1 Natte teelten en Better Wetter

Natte teelt is feitelijk niets anders dan landbouw bij een waterstand rond of zelfs boven het maaiveld. Natte teelt wordt ook wel paludicultuur genoemd wanneer de specifieke doelstelling is om veen te behouden ('palus' betekent moeras). Er zijn verschillende gewassen die zich lenen voor teelt onder natte condities. De gewaskeuze wordt voor een groot deel bepaald door de locatie en het hoofddoel van de teelt (o.a. NKB, 2018). Natte teelt kan namelijk verschillende doelen dienen. Zo kan natte teelt primair vanuit commercieel oogpunt worden ontplooid ten behoeve van productie en vermarkting. Maar daarnaast kunnen natte teeltvormen aanvullende ecosysteemdiensten leveren in de vorm van verbetering van waterkwaliteit, onttrekken van voedingsstoffen uit de bodem ('uitmijning'), waterbergingsgebied, bufferzone tussen landbouw en natuur, of als direct leefgebied voor moerasgebonden natuur (versterking biodiversiteit). Deze verschillende functies kunnen tot op zekere hoogte worden gecombineerd, maar de gebiedsafhankelijke hoofddoelstelling is bepalend voor de inrichting en de activiteiten.

Aanleiding voor natte teelten in het kort

Het huidige landgebruik en waterbeheer in het Friese veenweidegebied kent verschillende knelpunten. Sterke ontwatering en daarmee samenhangende verlaging van de grondwaterstand in het Friese veenweidegebied leidt tot inklinking en afbraak (oxidatie) van de onderliggende veenbodem. Het gevolg hiervan is voortdurende bodemdaling, uitstoot van CO₂, nutriëntenbelasting in het oppervlaktewater. Aanvullend vormt het gebrek aan capaciteit voor waterberging en waterretentie in het boezemstelsel in toenemende mate een probleem met het oog op klimaatverandering. Waar bij hoge waterstanden in het verleden boezemlanden en zomerpolders onderstroomden, beperken afgekoppelde polders nu de ruimte om piekbelasting op de boezem bij overvloedige regenval op te vangen. Recente pieken in de waterstanden laten zien dat er zonder verruiming van de boezem een risico bestaat op ongecontroleerde overstromingen. Andersom geldt dat in tijden van droogte in de ontwaterde veenpolders al snel sprake is van ver uitzakkende grondwaterstanden. Het systeem is hiermee kwetsbaar, terwijl juist extremen zoals hevige hoosbuien en langere perioden van droogte naar verwachting vaker zullen voorkomen (KNMI, 2015).

Samenhangend met het landgebruik en waterbeheer speelt een ingrijpend verlies aan biodiversiteit in de Friese veenweiden, onder meer merkbaar aan de teloorgang van de weidevogelgemeenschap (o.a. Postma, 2019; van der Velde *et al.*, 2020) en het verdwijnen van dotterbloemhooilanden en blauwgraslanden. De voormalige overstromingsgebieden, met inbegrip van de meren en restanten van natuurlijke waterlopen, herbergen niettemin nog belangrijke natuurwaarden. Ze bieden leefgebied voor verschillende bedreigde soorten zoals Groene glazenmaker, Grutto, Kemphaan, Watersnip, Noordse woelmuis en Meervleermuis.

Het Lage Midden van Friesland omvat zeven Natura 2000-moerasgebieden, die in hoge mate te maken hebben met genoemde knelpunten. Een belangrijk punt in dat opzicht is het tegenwoordig ontbreken van seizoensgebonden waterdynamiek. Afkoppeling van de polders heeft geleid tot verlies van ecologische verbinding met de omliggende boezemwateren, in het bijzonder voor vissen. Daarbij geldt dat de natuurgebieden door de sterke daling van omringende landbouwpolders zijn verworpen tot relatief hooggelegen eilanden in het omringende landschap, waarin het steeds lastiger wordt om water vast te houden. Deze hydrologische knelpunten, in combinatie met eutrofiëring, leiden tot achteruitgang in algemene zin in zowel aquatische als semi-aquatische biodiversiteit (o.a. Lamers *et al.*, 2018).

Het project Better Wetter

Kort gezegd is de huidige situatie zowel waterhuishoudkundig als ecologisch verre van duurzaam en een vernieuwende aanpak is noodzakelijk om het Friese veenweidelandschap met zijn ecosysteemdiensten een toekomst te kunnen geven. Het programma Better Wetter (Fries voor Beter Water) is in het leven geroepen om hieromtrent kennis te ontwikkelen (Mettrop *et al.*, 2020). Binnen Better Wetter gaat veel aandacht uit naar de perspectieven van natte teelt, zowel op het gebied van teelttechniek als productie en vermarkting. Sinds vier jaar worden de teelttechnische aspecten in experimentele teeltbedden in de regio onderzocht (Mettrop & Oosterveld, 2019). De natte teelt richt zich hoofdzakelijk op Grote en Kleine lisdodde, twee soorten die gemakkelijk groeien op (ver)natte, voedselrijke landbouwbodems. Ook wordt de teelt van veenmos onderzocht binnen Better Wetter. Natte teelten kunnen ook bijdragen aan het verbeteren van de waterkwaliteit door de zuiverende werking van de planten, en natte teelten kunnen op vernatte, voormalige landbouwgrond zorgen voor habitats met typische flora en fauna, waarmee natte teelt ook interessant is vanuit het oogpunt van biodiversiteit. Om over het aspect biodiversiteit meer inzicht te krijgen is onderhavig kennisoverzicht opgesteld. Deze rapportage door Altenburg & Wymenga is een product van een opdracht die voortkomt uit de TKI-aanvraag Better Wetter, ingediend bij TKI Deltatechnologie door Van Hall Larenstein te Leeuwarden. In dit TKI project 'Natte teelten voor waterkwaliteitsbeheer' wordt de haalbaarheid van natte teelten voor N- en P verwijdering uit water onderzocht. Het project heeft daarom een sterke inhoudelijke verbintenis met Better Wetter.

1.2 Uitgangspunten aangaande biodiversiteit

Met betrekking tot biodiversiteit kunnen verschillende (potentiële) effecten van natte teeltvormen in het veenweidegebied worden onderscheiden. De inrichting van natte teeltbedden kan direct een habitat of verbindingszone opleveren waar moerasgebonden soorten (zowel flora als fauna) gebaat bij zijn. De inrichting van natte teeltbedden kan ook op een indirecte manier positief uitwerken op natuurwaarden. Natte teeltbedden kunnen in het landschap bijvoorbeeld dienstdoen als bufferzone tussen het agrarische gebied en natuurgebieden. Ook kan de waterzuiverende werking van een teeltbed (als zogenaamd 'helofytenfilter') gunstige omstandigheden opleveren voor bepaalde moerasnatuur op groeiplaatsniveau of op regionaal niveau. Aanvullend geldt dat, wanneer er gedurende enkele jaren biomassa wordt geoogst zonder dat er sprake is van noemenswaardige externe nutriënteninput, het systeem kan worden 'uitgemijnd'. Dat wil zeggen dat er op de lange termijn een gunstiger uitgangspositie, met minder voedingsstoffen in de bodem, ontstaat voor natuurontwikkeling. Deze verschillende uitgangspunten vormen de basis van onderhavige notitie.

Wanneer op landschapsschaal sprake zou zijn van grootschalige natte teelt, dan kan dat betekenen dat andere natuurwaarden van het open veenweidegebied plaats maken voor moerasnatuur. Dat geldt in het bijzonder voor weidevogels die gebonden zijn aan vochtig tot natte, open graslanden. Een dergelijk effect heeft vooral te maken met de schaal waarop natte teelten worden geëxploiteerd en de ruimtelijke keuzen die daarin worden gemaakt. Dit kan leiden tot een dilemma. Dit rapport gaat niet op dat aspect in, maar het is wel een belangrijk aspect bij het maken van keuzen omtrent de grootschalige inzet van natte teelten in het veenweidegebied.

1.3 Leeswijzer

Dit kennisoverzicht heeft als doel een overzicht te geven aan beschikbare kennis en kennisleemten. Waar staan we nu? En wat moet nog verder worden uitgezocht? Lisdoddeteelt en veenmosteelt staan centraal, aangezien deze twee natte teeltvormen reeds zijn onderzocht binnen de pilotstudies van Better Wetter. Aanvullend op bovengenoemde uitgangspunten wordt in een apart hoofdstuk de verwachte impact van teeltwerkzaamheden toegelicht. Ten slotte worden de belangrijkste conclusies, kennisleemtes en openstaande onderzoeksvragen bondig op een rij gezet.

2 Leefgebied voor moerasgebonden natuur

In dit hoofdstuk wordt nader ingegaan op de vraag welke moeras- of aan water gebonden soorten gebaat zijn bij natte teeltbedden als direct leefgebied, en op welke manier deze soorten kunnen profiteren. Het gaat hierbij om geschikt leefgebied voor soorten die ter plaatse blijven, maar ook om verbindingzones voor dieren tussen verschillende natte veengebieden/-reservaten.

2.1 Lisdoddeteelt

Waarom lisdodde?

Er zijn twee soorten lisdodde interessant voor natte teelt, namelijk de Grote en Kleine lisdodde (respectievelijk *Typha latifolia* en *Typha angustifolia*). Zowel de Grote als de Kleine lisdodde zijn inheemse moerasplanten die goed kunnen groeien onder natte en voedselrijke omstandigheden (o.a. Bansal *et al.*, 2019), zoals het geval is wanneer voormalige landbouwgronden worden vernat. Maar dat is niet de enige reden waarom deze soorten zich goed lenen voor natte teelt. De gewassen lijken een goed economisch rendement op te kunnen leveren, als aanvulling of op sommige plaatsen zelfs als nieuw economisch verdienmodel in het veenweidegebied. Het gaat hierbij om verwerking tot producten zoals isolatie- en constructiemateriaal, veevoer en bio-plastics (o.a. Fritz *et al.*, 2014; Wichtmann *et al.*, 2016).

De vereiste natte tot zeer natte omstandigheden voor Grote en Kleine lisdodde bieden perspectieven voor moerasnatuur. Als gevolg van de inrichting van natte teeltbedden kan een meer gevarieerd en soortenrijk landschap ontstaan, wat interessant is voor soorten die onder de huidige omstandigheden in het veenweidegebied in verdrukking komen. Of dit in de praktijk ook daadwerkelijk zo is hangt per afzonderlijke soort af van verschillende factoren, waaronder specifieke planteigenschappen, waterstand(sverloop), de waterkwaliteit, de biogeochemische uitgangspositie en schaal. Om die reden worden eerst de specifieke kenmerken van Grote en Kleine lisdodde en hun groeiplaatsen kort toegelicht.

Planteigenschappen en groeiplaatskenmerken

Beide soorten bloeien in mei, juni en juli (Selbo & Snow, 2004). De planten zijn eenhuizig. Dit betekent dat de mannelijke en vrouwelijke bloemen op dezelfde plant groeien. De dunne mannelijke bloeiwijzen zitten bij allebei de soorten bovenaan in de sigaar en de vrouwelijke zitten in het bruine dikke gedeelte daaronder (Grace & Harrison, 1986). Bij de Kleine lisdodde worden de mannelijke en vrouwelijke aar door meer dan drie centimeter stengel gescheiden, terwijl bij de Grote lisdodde de mannelijke en vrouwelijke aar aan elkaar vastzitten. Grote en Kleine lisdodde verschillen ook in de vorm en grootte van de bladeren. Grote lisdodde heeft kortere, maar bredere bladeren en een groter bladoppervlak dan Kleine lisdodde. De bladeren van de Grote lisdodde zijn 8-24 mm, terwijl die van de Kleine lisdodde overwegend smaller zijn dan 10 mm (Heinz, 2012).

Kenmerkend voor helofyten zoals Grote en Kleine lisdodde is hun rhizomenstelsel, bestaande uit dikke, sponzige wortelstokken. In zowel de stengel als deze wortelstokken zitten luchtkanalen. Hierdoor kan zuurstof via de bladeren door de in het water staande stengels naar de wortels (rhizomen) worden vervoerd (Grime *et al.*, 1988). De planten kunnen op deze manier de zogenaamde rhizosfeer oxideren. De rhizosfeer is de bodemlaag in de onmiddellijke nabijheid van de plantenwortels, die onder invloed staat van de wortels. Op deze manier kunnen de toxische effecten van anaërobe processen tegen worden gegaan. Zuurstof wordt

getransporteerd naar de wortels en worteluitlopers en in aanwezigheid van zuurstof worden toxische gereduceerde elementen in de onderwaterbodem geoxideerd. De laterale worteluitlopers in de rhizosfeer lopen ondergronds ver door. In de vorm van de wortelstokken zitten verschillen tussen Grote en Kleine lisdodde. Grote lisdodde heeft een hoger aantal ondergrondse worteluitlopers dan Kleine lisdodde, die langer en smaller zijn gevormd dan die van de Kleine lisdodde (Grace & Wetzel, 1982; Smith, 1986). In vergelijking tot de Grote lisdodde investeert de Kleine lisdodde meer in opslag van voedselreserves in haar wortelstokken en minder in vegetatieve uitbreiding (Weeda *et al.*, 1994). Bij Kleine lisdodde ontspringen aan de spruitbasis slechts enkele korte, dikke nieuwe wortelstokken, die een langere levensduur hebben dan die van de Grote lisdodde, en veel dichter op elkaar staan waardoor een steviger kragge kan worden gevormd. De groei van rhizomen kent een piek in augustus (Holm *et al.*, 1997).

Verschillende experimentele veldstudies hebben aangetoond dat standplaatsen met Grote lisdodde (typische pioniersoort) worden gekenmerkt door relatief ondiep water, terwijl Kleine lisdodde voorkomt in iets dieper water. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de resultaten uit verschillende studies. Voor beide soorten geldt dat de optimale waterstand boven het maaiveld ligt, waarbij de lagere delen van de planten onder water staan, maar de bladeren voor het grootste gedeelte boven het water uitkomen. Het gaat bij beide soorten om een brede range met een optimum. Bij waterstanden dieper dan het optimum kunnen de planten nog wel groeien, maar wordt de kans op bloeiwijzen lager en worden er minder worteluitlopers gevormd (Grace, 1989). Voor Grote lisdodde worden voor standplaatsen voor volwassen planten in verschillende bronnen waterstanden genoemd binnen een range van 0 tot 80 cm boven maaiveld, met een optimale waterstand van rond de 20 centimeter (Tabel 2.1). Ook uit de veldinventarisatie van zo'n 50 natuurlijke groeiplaatsen in Fryslân (Mettrop & Oosterveld, 2019) komt naar voren dat de optimale waterstand voor Grote lisdodde ligt binnen een range rond de 20-30 centimeter. Standplaatsen met Kleine lisdodde worden volgens Grace & Wetzel (1981;1982) gekenmerkt door een waterstand binnen een nog bredere range van 50 tot 100 centimeter boven maaiveld, met een optimale waterstand rond de 70 centimeter. Weeda *et al.* (1994) noemen zelfs standplaatsen met Kleine lisdodde met 150 centimeter waterdiepte. De natuurlijke Kleine lisdodde-groeiplaatsen in Fryslân worden volgens een eerder uitgevoerde veldinventarisatie door mbo-studenten (Mettrop & Oosterveld, 2019) gekenmerkt door een waterstand van ongeveer 40-45 centimeter, overeenkomstig met het gemiddelde zoals beschreven door Aulio (2014) (Tabel 2.1).

Tabel 2.1 Een overzicht van de veronderstelde optimale waterstand voor biomassa-productie van Grote en Kleine lisdodde, zoals naar voren gekomen uit verschillende bronnen en veldstudies (uit Mettrop & Oosterveld, 2019). N.B. Het gaat hier niet om optimale omstandigheden voor kiemplantjes, maar voor volgroeide planten.

Bron	Grote lisdodde	Kleine lisdodde
Grace & Wetzel (1981;1982)	range van 15 tot 50 cm, optimum op ca. 20 cm	range van 50-100 cm, optimum op ca.70 cm
Grace (1989)	range van 5 tot 83 cm, optimum op ca. 22 cm	
Weeda <i>et al.</i> (1994)		maximaal 150 cm
Sharp (2002)	range van 0 tot 40 cm	
Aulio (2014)	gemiddeld 19 cm	gemiddeld 42 cm
Mettrop & Oosterveld (2019)	range van 15 tot 40 cm, gemiddeld 28,9 cm	range van 20 tot 65 cm, gemiddeld 43,1 cm
VIC Zegveld (2016)	range -10 tot 20 cm	

Het verschil in waterstand op standplaats tussen de soorten heeft ermee te maken dat Kleine lisdodde met smallere, lichtere bladeren hoger kan groeien dan Grote lisdodde. Daarbij komt dat de bladeren van Grote lisdodde lager uitwaaiëren dan de bladeren van Kleine lisdodde, waardoor bij Grote lisdodde dus relatief meer bladgewicht laag bij de bodem aanwezig is (Grace & Wetzel, 1982). In minder diepe wateren kan Grote lisdodde de Kleine lisdodde wegconcurreren met grotere bladeren en betere schaduwtolerantie (Grace & Wetzel, 1981).

Een geschikt leefgebied voor moerasgebonden soorten

Welke soorten zijn gebaat bij de hierboven omschreven condities en op welke manier? Hieronder wordt in grote lijnen toelichting gegeven, waarbij verschillende soortgroepen afzonderlijk worden behandeld. De intentie van onderstaande toelichting is niet om een volledige lijst in beeld te brengen op soortniveau. De bedoeling is om een indicatie te geven van de manier waarop lisdoddeteeelt voor moerasgebonden soorten naar verwachting een meerwaarde zou kunnen hebben ten opzichte van de huidige omstandigheden in het agrarische veenweidelandschap.

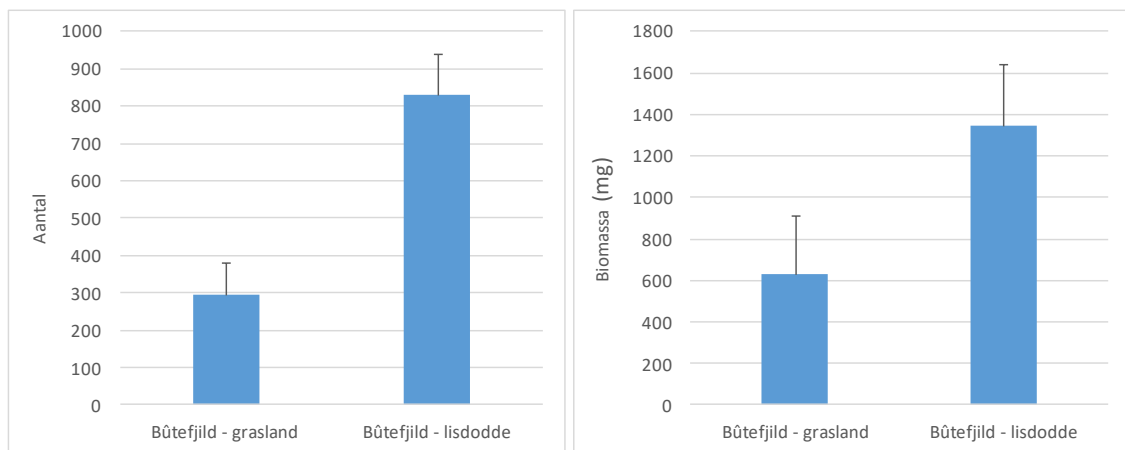
Aquatische macrofauna

Vanwege de relatief hoge tolerantie voor verschillende omstandigheden (waterstand, waterkwaliteit) vormt de groeiplaats van zowel Grote als Kleine lisdodde voor veel aquatische macrofauna een geschikt habitat. De relatief ondiepe waterkolom (maximaal 30 cm) zorgt voor gunstige omstandigheden voor veel soorten. Het water kan door de relatieve ondiepte snel opwarmen. Verschillende aquatische macrofauna soorten gebruiken de planten om op - of tussen - te foerageren en/of eieren af te zetten. Sommige libellensoorten gebruiken Grote lisdodde bijvoorbeeld als habitat voor ei-afzetting en ontwikkeling van larven. Na het uitsluipen bieden de lisdoddeplanten goede mogelijkheden voor libellensoorten om te schuilen, foerageren en paren. Onder andere de Gevlekte witsnuitlibel (kwetsbaar) en soorten zoals Glassnijder, Vroege glazenmaker, Bruine glazenmaker en diverse moerasjuffers kunnen gebruik maken van lisdoddeplanten om eieren af te zetten (Lamers *et al.*, 2001). Hierbij is de vereiste dichtheid van de vegetatie zeer bepalend en sterk soortafhankelijk. Het gaat te ver om binnen deze rapportage verschillende soortgroepen in detail te bespreken, maar over het algemeen kan worden gesteld dat het waarborgen van een waterkolom (dus geen droogval in de zomer) een belangrijke voorwaarde is.

De vele luchtkanalen in de stengels van met name Grote lisdodde kunnen daarnaast goede schuilplaatsen bieden voor allerlei insecten om te overwinteren. De bloeiwijzen van lisdodde zijn aantrekkelijk voor bepaalde bloemzoekende insectensoorten die in de reguliere graslanden niet voorkomen. Het stuifmeel van lisdodde is dusdanig aantrekkelijk dat hieromheen zelfs een nieuw verdienmodel in beeld komt. Zo is lisdoddestuifmeel essentiële voeding voor roofmijten die gekweekt en verkocht worden als natuurlijke plaagbestrijders. Goed ontwikkelde natte lisdoddeteeeltbedden, met hoge en dichte vegetatie, zijn naar verwachting voor dagvlinders niet aantrekkelijk. Dagvlinders hebben immers open, zonbeschenen plekken nodig. Bovendien is de bloeiwijze van lisdoddeplanten voor vlinders niet interessant. De planten zijn voor bestuiving niet afhankelijk van vlinders, want bestuiving vindt hoofdzakelijk plaats door de wind. De randen van percelen met natte teelten kunnen, mits van voldoende omvang, wel een habitat bieden eventueel. Voor de meeste sprinkhaansoorten, waaronder ook vochtminnende soorten als Moerassprinkhaan, Zompsprinkhaan en Gouden sprinkhaan geldt eveneens dat ze meer open vegetatie en zonbeschenen plekken nodig hebben (van Duinen *et al.*, 2018).

Een recente uitgevoerde studie van ten Dam en van Duinen (nog niet gepubliceerd) geeft meer inzicht in het gevolg van vernatting in het veenweidegebied op de gemeenschap van geleedpotigen, waarbij gangbare productiegraslanden zijn vergeleken met paludicultuurpilots.

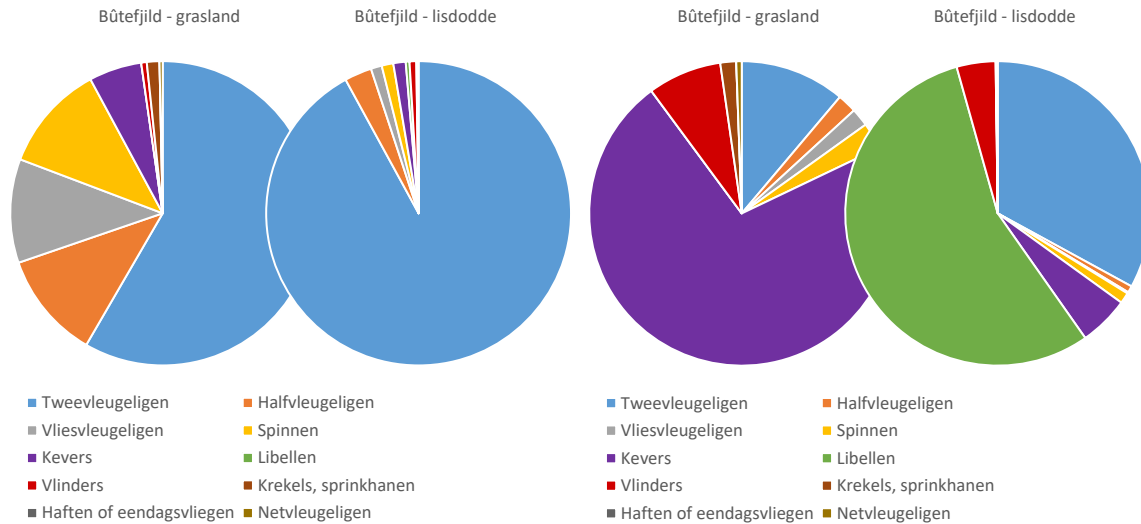
Onder andere de Better Wetter teeltbedden met lisdodde in It Bûtefjild zijn in dit onderzoek meegenomen. Geleedpotigen werden gevangen met behulp van vallen, welke ongeveer zes weken hebben gestaan in de periode tussen 4 mei en 4 juli 2019. Alle verzamelde geleedpotigen werden geïdentificeerd en de lengte werd gemeten. Vervolgens werd de biomassa ingeschat met behulp van de lengte van individuen en soortspecifieke lengtemassa-vergelijkingen (ten Dam & van Duinen, nog niet gepubliceerd). Voor onderhavige rapportage zijn de monitoringsgegevens uit het Bûtefjild vanuit Stichting Bargerveen beschikbaar gesteld. In het Bûtefjild was zowel het aantal als de biomassa productie van geleedpotigen duidelijk hoger in de paludicultuur plots dan in een nabijgelegen graslandperceel (Figuur 2.1). Een duidelijke uitkomst, maar hierbij moet wel vermeld worden dat deze bevinding niet in het algemeen geldt voor alle locaties die in het onderzoek van ten Dam en van Duinen zijn meegenomen. Wellicht speelt het verschil in nutriëntbeschikbaarheid tussen de locaties hierin een rol (ten Dam & van Duinen, nog niet gepubliceerd). Het Bûtefjild was in dit onderzoek een relatief nutriëntarme locatie. Een andere kanttekening bij dit onderzoek is dat er geen duidelijk onderscheid is gemaakt tussen voortplanting en ander gebruik. Zo zijn er bijvoorbeeld ook waarnemingen van zwervende libellen meegenomen.



Figuur 2.1 Het gemiddelde aantal en biomassa van invertebraten in grasland versus lisdodde teeltbed in het Bûtefjild (nog niet gepubliceerde data ten Dam en van Duinen).

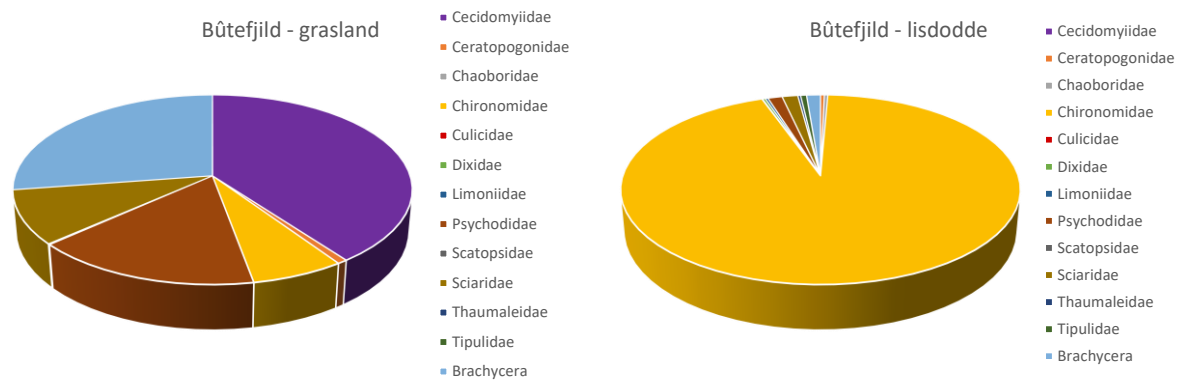
Een resultaat met grotere zekerheid uit de studie van ten Dam en van Duinen was dat de soortensamenstelling en ook de grootteverdeling van de gemeenschap van geleedpotigen in het Bûtefjild noemenswaardig veranderde als gevolg van vernatting ten behoeve van paludicultuur. Tweevleugeligen (Diptera) waren in het Bûtefjild de meest talrijke taxonomische groep in zowel paludicultuur als grasland (Figuur 2.2). In de paludicultuur plots zijn binnen deze groep de Chironomidae (dansmuggen) aanzienlijk talrijker dan in de graslandpercelen (Figuur 2.4). Steekmuggen (Culicidae) waren in grasland afwezig, maar kwamen ook in het lisdoddeteeltbed haast niet voor. Grotere individuen zijn voornamelijk kevers in graslanden en libellen in paludicultuur. Deze twee groepen zijn dan ook het belangrijkste als het gaat om totale biomassa in enerzijds grasland en anderzijds lisdoddeteelt (Figuur 2.3).

Deze resultaten laten zien dat inpassing van lisdoddeteelt leidt tot een aanvulling aan het palet aan soorten onder de geleedpotigen in het veenweidelandschap. De inpassing van paludicultuur percelen in het huidige veenweidegebied zal zodoende op landschapsschaal een vergroting van de biodiversiteit betekenen. Hierbij gaat het niet alleen om een grotere variatie binnen de geleedpotigen, maar dit zal ook gevolgen hebben voor roofdieren, zoals insectenetende vogels; hun soortensamenstelling zal immers ook veranderen.



Figuur 2.2 Verdeling van geleedpotigen op basis van individuele aantallen in grasland versus een nat teeltbed met lisdodde in het Bûtefjild (nog niet gepubliceerde data ten Dam en van Duinen).

Figuur 2.3 Verdeling van geleedpotigen op basis van biomassa in grasland versus een nat teeltbed met lisdodde in het Bûtefjild (nog niet gepubliceerde data ten Dam en van Duinen).



Figuur 2.4 Verdeling van aantallen op het niveau van familie binnen de Diptera (Tweevleugeligen) in grasland versus een nat teeltbed met lisdodde in het Bûtefjild (nog niet gepubliceerde data ten Dam en van Duinen). Dansmuggen (Chironomidae) voeren in het lisdoddeteeltbed duidelijk de boventoon.

Overigens bestaat er nog een verschil tussen natte teeltbedden op/binnen agrarische percelen en lisdoddegroeiplaatsen in natuurgebieden. Het is de vraag of er in teeltbedden op landbouwlocaties op korte termijn sprake zal zijn van specialistische, kwetsbare of zelfs beschermde soorten. Uit een inventarisatie in en rond het Bûtefjild (Martens, 2016) werd duidelijk dat binnen groeiplaatsen met Grote lisdodde in het landbouwgebied weliswaar meer algemene soorten werden gevonden dan in locaties in het natuurgebied, en ook in hogere aantallen individuen. Maar voor zeldzame, kritieke soorten zijn de voedselrijke omstandigheden op landbouwlocaties waarschijnlijk ongeschikt. Deze soorten werden enkel aangetroffen in groeiplaatsen met Grote lisdodde in natuurgebieden met lagere nutriëntenbeschikbaarheid. Dit zou kunnen betekenen dat, wanneer lisdoddeteeltbedden als primaire doelstelling hebben om

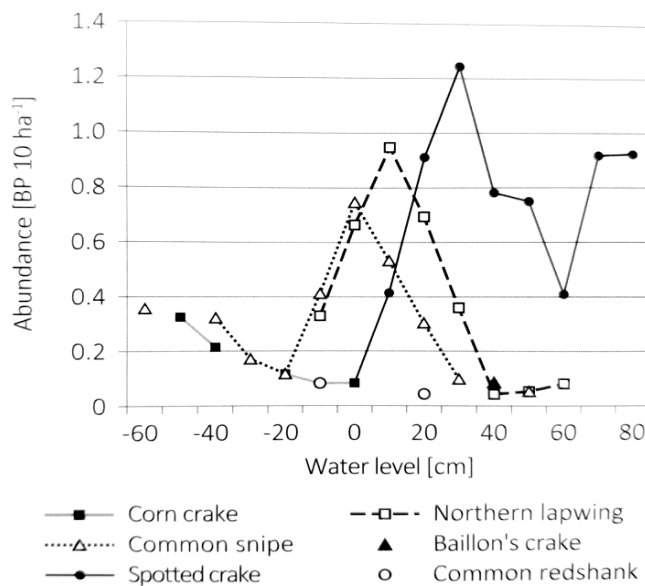
maximale productie te halen onder voedselrijke omstandigheden met hoge stengelhoogte en dichtheden, er in principe weinig mogelijkheden zijn voor zeldzame, kritieke soorten.

Bovenstaand geeft een eerste indicatie van de verschillen en veranderingen binnen aquatische macrofauna als het gaat om omvorming van ontwaterde veenweiden naar natte teeltlocaties. Bepaalde specifieke eigenschappen van natte teeltbedden kunnen doorslaggevend zijn voor het wel of niet voorkomen van bepaalde (kritieke) soorten en de manier waarop natte teeltbedden door bepaalde soorten kunnen worden gebruikt (broed- of foerageerfunctie). Hierbij gaat het bijvoorbeeld om stengeldichtheden, stengelhoogte, kwaliteit van het inlaatwater, bodemkwaliteit. Hierover is specifiek voor lisdoddeteeltbedden weinig soortgebonden informatie te vinden. Ook over de relatie met werkzaamheden is niet veel bekend. In hoofdstuk 4 wordt het een en ander toegelicht over de effecten van maai- en oogstwerkzaamheden op hoofdlijnen, en dan met name over de timing van deze werkzaamheden. Maar ook hiervoor geldt dat soortspecifieke informatie voor lisdoddeteeltbedden met als doelstelling een hoge productie niet goed te vinden is. Dit zijn dan ook belangrijke aandachtspunten voor nader onderzoek, zoals toegelicht in Hoofdstuk 5.

Vogels

De hoge waterstand, vereist voor lisdoddeteelt, draagt ook bij aan gunstige omstandigheden voor met name foerageergelegenheid voor diverse vogels. Vernatting in veengebieden tot een waterstand tussen de 0 en 30 cm, zoals vereist voor lisdoddeteelt, kan leiden tot een toename aan vogelsoorten zoals onder meer Watersnip, Porseleinhoen en Kievit (Figuur 2.5). Rond de teeltbedden van het project Better Wetter was de aanwezigheid van met name hoge aantallen Kieviten in het voorjaar opvallend te noemen. Dit heeft te maken met de hoge voedselbeschikbaarheid voor deze soorten in vernatte veengebieden. Ook in andere projecten met paludicultuur is gebleken dat met name in de beginfase, wanneer er nog sprake is van veel open water met slikkige randen en kale dijkes, pioniersoorten zoals Kluten, Scholeksters en Kleine plevieren profiteren van de omstandigheden (IPV, 2020). Als er open stukken in de lisdoddebedekking zitten, en de waterstand niet te hoog staat (plasdras), dan kan een lisdoddeteeltbed ook interessant zijn als foerageergebied voor andere weidevogels zoals Tureluur. Bij de veldexperimenten met lisdodde van het IPV in het Zuiderveen was er aanvullend sprake van grote aantallen zwaluwen in verband met de toename in insectenbeschikbaarheid (mondelinge meded. M. Korthorst, Landschap N-H). Naarmate de lisdoddeplanten groeien en de teeltbedden dichter begroeid raken verdwijnen deze soorten en worden de omstandigheden interessant voor echte moerasvogels.

Wanneer sprake is van vlakdekkende vegetatie van Grote lisdodde, met stengels van minimaal 1,5 m hoog in minimaal ca 20 cm water (liefst hoger) in de maanden mei - juni of juni - juli, dan kan broedhabitat worden gecreëerd voor een moerasvogelsoort als Roerdomp. Het teeltbed moet dan wel een schaal hebben van minimaal 25 m breed. Lisdoddevegetaties kunnen geschikte broedlocatie zijn voor de Roerdomp, maar kunnen ook prima dienstdoen als foerageergebied mits de vegetatie halfopen is, of grenst aan beschut open water. In de Better Wetter lisdoddeteeltbedden in het Bûtefjild zijn reeds meerdere keren Roerdompen waargenomen, vermoedelijk afkomstig vanuit de Houtwiel. Maar ook voor andere moerasvogels zijn lisdoddeteeltbedden in potentie interessant. Hierbij is het interessant om te kijken naar voorbeeldgebieden. In de Twiskepolder is na afplaggen en inundatie een natuurlijk veldje met lisdodde ontstaan van 1,1 ha. Hierin vestigden zich Waterral en Rietzanger (mondelinge meded. R. van der Hut, A&W). In en rond de lisdoddeteeltbedden van het IPV (Noord-Holland) zijn er ook foeragerende Lepelaars waargenomen (IPV, 2020).



Figuur 2.5 Het gemiddelde aantal broedparen (BP) per 10 ha van verschillende typische vogelsoorten ten opzichte van de waterstand boven maaiveld in vernatte veengebieden. Hieruit wordt duidelijk dat onder meer Porseleinhoen en Kievit kunnen profiteren. Deze figuur is afkomstig uit Wichtmann *et al.* (2016).

Echter, voor veel (moeras)vogelsoorten worden lisdoddepercelen op termijn, wanneer sprake is van flinke productie van biomassa, onaantrekkelijk als broedbiotoop. Voor soorten zoals Porseleinhoen of Watersnip is een lisdoddeveld, zelfs met waterstand rond of boven maaiveld, toch ongeschikt, want de stengels zijn voor deze soorten te hoog en te dicht. De vegetatie dient open genoeg te zijn om onder of nabij dekking te foerageren in ondiep water en/of slik. Echter, de randen van percelen met natte teelt kunnen eventueel wel zodanig ingericht en beheerd worden dat ze geschikt zijn als foerageergebied voor deze soorten, en dan kan juist de combinatie van struweel en open plekken in de nabije omgeving, met de ontwikkeling van prooidieren in de dicht ontwikkelde paludicultuurpercelen, veel opleveren (van Duinen *et al.*, 2018). Voor moerasvogelsoorten die uitsluitend aan rietland gebonden zijn, zoals bijvoorbeeld Grote en Kleine karekiet, Snor of Baardman, zijn teeltvelden met lisdodde niet aantrekkelijk.

In de lisdoddeproefvelden van KTC Zegveld zijn veelvuldig meerkoeten, zwanen en eenden waargenomen. Dit heeft vermoedelijk te maken met het feit dat de experimentele teeltbedden in beginfase waren, en om die reden nog erg open waren met veel open water. Meerkoeten en eenden vormen een potentiële bedreiging voor de lisdodde ontwikkeling, aangezien ze jonge planten kunnen afgrazen. Het is dus maar de vraag of de aanwezigheid van deze soorten in het kader van biodiversiteit een meerwaarde heeft. Graas, en dan met name door Grauwe ganzen, is in meerdere lisdoddeproefvelden een groot probleem gebleken. In proefvelden van het VIC in Zegveld en van het IPV in het Zuiderveen nabij Nauerna hebben ganzen zich tegoed gedaan aan scheuten in het beginstadium van aanleg van de teeltbedden. Ook bij Mijdrecht (Marickenland) heeft een groot aantal ganzen vijf hectare aan ingeplante lisdoddestekjes doen verdwijnen. Dit vanwege de aantrekkelijke jonge, eiwitrijke scheuten die beschikbaar zijn bij een lage waterstand in het beginstadium van aanleg. In kort tijdbestek kunnen zodoende hele percelen verdwijnen. Hiermee vormt de aanwezigheid van grazers een belemmering voor de ontwikkeling van leefgebied voor overige soorten, en daarmee op de biodiversiteit. Als een teeltbed eenmaal goed ontwikkeld is, met overjarige wortelstokken, vormt ganzenvraat een minder groot risico zoals gebleken in de proeven van Better Wetter.

Op hoofdlijnen is aangegeven welke doorwerking de omvorming naar natte teeltbedden zou kunnen hebben op vogels. Maar bepaalde specifieke eigenschappen van natte teeltbedden zijn vermoedelijk doorslaggevend voor het wel of niet voorkomen van bepaalde (kritieke) soorten en de manier waarop natte teeltbedden door bepaalde soorten kunnen worden gebruikt (broed- of foerageerfunctie). Ook voor vogels geldt dat de timing en aard van maai-/oogstwerkzaamheden cruciaal is. In hoofdstuk 4 wordt het een en ander toegelicht over de effecten van maai- en oogstwerkzaamheden op hoofdlijnen. Maar over deze doorwerking op specifieke (kritische) soorten in natte teeltbedden met als primaire doelstelling maximale productie is niet veel bekend. De informatie die beschikbaar is heeft vooral betrekking tot productie van riet, maar niet van lisdodde. Dit zijn dan ook belangrijke aandachtspunten voor nader onderzoek, zoals toegelicht in Hoofdstuk 5.

Amfibieën en reptielen

In de Better Wetter teeltbedden worden in de zomer veel amfibieën waargenomen. Het gaat hoofdzakelijk om verschillende kikkersoorten (vooral Heikikkers). De heikikker is een strikt beschermde soort onder de Habitatrichtlijn. Amfibieën zijn voor hun voortplanting geheel afhankelijk van water. Hierbij is de vegetatiestructuur erg belangrijk. Naar verwachting hebben lisdoddeteeltbedden alleen echt betekenis voor amfibieën als er open stukken in aanwezig zijn. Meerkikkers, Heikikkers en Bruine kikkers zijn immers vooral te vinden op percelen met water op het maaiveld, lage en open moerasvegetatie met open plekken. Voor salamandersoorten geldt hetzelfde. Groene kikker, en dan vooral de Meerkikker, blijft het hele seizoen in of aan de rand van water, waarbij jacht wordt gemaakt op insecten. Voor deze kikkers zou een nat teeltbed, met niet te hoge dichtheid, dus een prima foerageergebied kunnen zijn. Een soort als de Bruine kikker zoekt na de voortplantingstijd het land weer op om te foerageren. Vanuit het perspectief van biomassaproductie zijn open plekken echter niet wenselijk. Een ideaal teeltbed met lisdodde betreft immers een gesloten, hoge monocultuur. Hier is dus sprake van tegenstrijdige belangen en om die reden is ontwikkeling van biodiversiteit voor wat betreft deze amfibieën naar verwachting per definitie niet goed te combineren met optimale productie van biomassa. Een belangrijke vraag, zoals nader toegelicht in Hoofdstuk 5, is dan ook bij welke dichtheden er nog wel combinatie van amfibieën met natte teelt mogelijk is.

Als het gaat om voortplantingsgebied is dit probleem wellicht minder groot. De open plekken met veel zon en warmte, die amfibieën nodig hebben om eieren af te zetten, zijn vroeg in het voorjaar (maart, april) wel aanwezig. Zeker in een productieteeltbed dat in de winter kort is afgemaaid zal dit niet snel een probleem vormen naar verwachting.

Natte teeltbedden met een waterstand boven maaiveld kunnen ook interessant zijn voor Ringslangen. Lisdoddeteeltbedden bieden in principe perspectieven voor de Ringslang als leefgebied, maar ook voor Ringslangen moet de stengeldichtheid niet te hoog worden. Met name langs randen van teeltbedden, waar sprake is van open plekken, kan sprake zijn van geschikt biotoop. Niet alleen als leefgebied, maar ook als doortrekgebied. Hiermee zijn de randen een prachtige uitvalsbasis, waarlangs de slangen zich kunnen verplaatsen. Wanneer natte teeltbedden goed worden gepositioneerd in de landschappelijke setting, kan zodoende een potentiële verbindingszone ('stepping stone') worden gecreëerd. Hierdoor zouden ringslangen in principe goed nieuwe leefgebieden kunnen koloniseren.

Vissen

In potentie zouden lisdoddeteeltbedden, die zijn gekoppeld aan de (binnen)boezem en waarin het mogelijk is om permanent hoge waterstanden te waarborgen, kunnen worden gebruikt als paaiplaats door vissen. Vergroting van het leefgebied met geschikte schuil- en paaiplaatsen vergroot de robuustheid van het systeem voor vissen. Voorwaarde is wel dat er binnen de

teeltbedden voldoende rustige, diepe hoeken worden gewaarborgd, ook tijdens werkzaamheden, en dat de inlaat van voldoende formaat is voor vissen om ook weer de teeltbedden te verlaten.

Ook voor de mogelijkheden voor vissen geldt dat er onderscheid moet worden gemaakt tussen soorten. Voor bepaalde vissoorten kan een teeltbed belangrijk zijn als paaiplaats, opgroeigebied en schuilplaats. Jonge snoeken bijvoorbeeld kunnen niet overleven zonder waterplanten als schuilplaats. Bovendien kunnen lisdoddeplanten voedsel opleveren in de vorm van insectenlarven, waterslakken en andere waterdientjes voor bepaalde vissen. Maar niet alle vissoorten zijn afhankelijk van waterplanten voor het foerageren. Brasem en Snoekbaars bijvoorbeeld hebben geen waterplanten nodig. Voor de voortplanting kan een nat teeltbed zeker een betekenis hebben. De Baars bijvoorbeeld gebruikt voor het afzetten van zijn eieren onder andere lisdoddestengels die in het vroege voorjaar in het water groeien.

Ook voor vissen geldt dat de stengeldichtheid niet te hoog moet zijn. Hierdoor kunnen sterk wisselende zuurstofgehalten ontstaan, wat over het algemeen niet goed is voor vis. Een te dichte waterplantenbegroeiing kan ook een belemmering vormen bij het zoeken naar voedsel. Veel vissoorten zoeken hun voedsel het liefst op de overgang van open water naar begroeiing, en dat maakt een teeltbed aangesloten aan de (binnen)boezem wel weer interessant.

Kleine zoogdieren

Het biotoop dat wordt gecreëerd in een lisdoddeteeltbed is vooral geschikt voor dwergmuizen. De hoge waterstand is voor dwergmuizen geen belemmering en de dichte structuur is juist interessant voor dwergmuizen om in te nestelen (mondelinge meded. N. Beemster, A&W). Ook voor de kwetsbare Noordse woelmuis zouden natte lisdoddepercelen interessant kunnen zijn, maar dan dient de waterstand in de zomer wel wat te zakken. Verder kunnen lisdoddeteeltbedden interessant zijn voor Woelrat en Bruine rat. De oevers, zeker wanneer aangelegd met een gradiënt, kunnen bovendien interessant zijn voor Waterspitsmuis. Een toename aan natte oevers als gevolg van opschaling van natte teelten in het veenweidegebied zou daarmee een meerwaarde zijn. Voor muizenetende roofvogels heeft bevordering van condities voor dwergmuizen naar verwachting niet veel effect. De muizen zullen in een dicht teeltbed immers niet goed genoeg bereikbaar zijn.

Flora

Behalve lisdodde verschijnen er andere moerassoorten (zoals Wolfspoot, Gele lis, Moerasandoorn, Moerasvergeetmijnietje etc.) als 'onkruid' in de teeltbedden. Hoewel de biodiversiteit hierdoor wordt verhoogd, is dit vanuit productieperspectief niet de bedoeling. Met name grassoorten ontwikkelen snel wanneer de waterstand om praktische redenen niet hoog genoeg kan worden gehouden. In plasdras-situatie kunnen russen (met name Pitrus en Veldrus) hardnekkig vestigen. Maar ook bij hoge waterstanden kunnen soorten zoals liesgras en mannagras goed ontwikkelen binnen teeltbedden met lisdodde, zo is gebleken uit de pilot proeven binnen Better Wetter (Mettrop & Oosterveld, 2019).

2.2 Veenmosteelt

Waarom veenmos?

Over het verdienmodel rondom veenmos als gewas voor natte teelt bestaan nog veel onduidelijkheden. De algemene inschatting op dit moment is dat het verdienmodel rond veenmossen er minder lucratief uit ziet dan dat van bijvoorbeeld lisdodde. Echter, veenmossen bieden onder plas-drasse condities, eventueel binnen natuurgebieden, wel veel kansen vanuit natuurspectief. De specifieke zure omstandigheden van een veenmoshabitat, waarmee bijbehorende specifieke flora en fauna blijven gewaarborgd, betekenen een meerwaarde voor de biodiversiteit.

Eigenschappen en groeiplaats van veenmossen

Een constant hoge waterstand rond maaiveld is van groot belang. Bij grondwaterstanden die langdurig wegzakken tot dieper dan 10 cm onder het maaiveld worden veenmossen flink geremd in groei en is permanente vestiging onmogelijk (Gaudig *et al.*, 2018). Er mag ook niet te veel invloed zijn van inlaatwater, omdat de kwaliteit van het oppervlaktewater in het veenweidegebied over het algemeen sterk wordt bepaald door de kwaliteit van het boezemwater. Puur boezemwater is over het algemeen ongeschikt voor veenmosteelbedden vanwege de hoge voedselrijkdom en de hardheid van het water (Smolders *et al.*, 2019). Zo is ook gebleken in de Better Wetter veenmosteelbedden. Veenmossen kunnen weliswaar relatief veel ionen verdragen, behalve HCO_3^- (van de Riet *et al.*, 2018). Voor de aanleg en inrichting van veenmosteelbedden moet daarom gezorgd worden voor voldoende zwak gebufferd water, bijvoorbeeld door opslag van regenwater.

De ervaringen uit het project 'Omhoog met het Veen' laten zien dat veenmos in vier jaar tijd al 8 cm organisch materiaal kan accumuleren, in veenmospercelen in Duitsland is een groei van 3-6 cm per jaar gevonden (Fritz *et al.*, 2014; Van de Riet *et al.*, 2018). Naarmate de door veenmosgroei ontstane nieuwe veenbodem, ook wel acrotelm genoemd, groeit, wordt het watervasthoudend vermogen steeds groter. Voor de eerste ontwikkeling van de acrotelm is een soort als *S. fallax* en *S. palustre*, welke ingebracht in de teeltbedden, geschikt aangezien deze soorten het relatief goed doen onder matig eutrofe omstandigheden. Naarmate de acrotelm verder ontwikkelt (groeit) gaat deze steeds meer functioneren als een spons die regenwater vasthoudt. Hierdoor is er steeds minder water nodig om de veenmosteelbedden nat te houden en kunnen de zure omstandigheden steeds beter door de moslaag zelf worden gewaarborgd. Deze verzuring zorgt ervoor dat successie kan optreden richting andere veenmossoorten, en dat na verloop van tijd concurrerende plantensoorten ('onkruid') het steeds moeilijker krijgen. Veenmosteelbedden kunnen uiteindelijk worden omgevormd tot een hoogveenvormende vegetatie door soorten als hoogveen-veenmos (*S. magellanicum*) en wrattig veenmos (*S. papillosum*) te introduceren (Smolders *et al.*, 2019).

Veenmossen groeien dus niet goed onder eutrofe condities, het is voor veenmossen niet mogelijk om te groeien onder water, en er moet sprake zijn van grote regenwaterinvloed. Dit biedt weinig mogelijkheden als het gaat om directe inundatie van voormalige landbouwgronden. De vereiste omstandigheden voor veenmossen kunnen wel geleidelijk ontstaan door langdurig uitmijnen als voortraject of veenvorming door moerasplanten zoals riet of lisdodde. Dit duurt echter zeer lang. Een efficiënter alternatief voor inrichting van veenmosteelbedden is het afgraven of afplaggen van de toplaag van de bovenlaag van de bodem. Door afgraven tot op het intacte veen ontstaat een voedselarme uitgangssituatie voor natuurontwikkeling met veenmossen. Dit betekent echter dat het onderliggende veenpakket deels verloren gaat, wat tegen het principe van paludicultuur indruist. Bovendien brengt dit hoge inrichtingskosten met zich mee.

Een geschikt leefgebied voor veenmosgebonden soorten

Welke soorten zijn gebaat bij de hierboven omschreven condities en op welke manier? Hieronder volgt een toelichting in grote lijnen, met als intentie niet om een indicatie te geven van de manier waarop veenmosteelt voor bepaalde moerasgebonden soorten een meerwaarde kan hebben ten opzichte van het huidige agrarische veenweidelandschap.

Veenmosteelbedden vormen voor aquatische macrofauna een minder geschikt habitat dan lisdoddeteeltbedden, aangezien er geen sprake is van een vlakdekkende waterkolom boven het maaiveld. Wel vormt de sloot, die is gegraven rond de Better Wetter veenmosteelbedden als regenwaterbuffer, een flinke waterkolom waarin helofyten groeien. Hier kunnen verschillende aquatische macrofauna soorten terecht om op of tussen te foerageren en/of eieren af te zetten. Dit voorjaar zijn o.a. de Gevlekte witsnuitlibel (kwetsbaar) en Vroege glazenmaker waargenomen in de Better Wetter veenmosbedden in het Ottema-Wiersma reservaat (Figuur 2.6). Onduidelijk is vooralsnog of dit foeragerende, of ei-afzettende individuen waren. Dit is een belangrijk verschil, aangezien dat bepaalt of het teeltbed voor wat betreft ligging interessant is (nabij het Ottema-Wiersma reservaat) of dat het teeltbed zelf interessant is als habitat voor voortplanting. De Gevlekte witsnuitlibel is een soort van soortenrijke verlandingen, en is dus niet een typische soort die je zou verwachten. Het zou kunnen zijn dat deze soort slechts langskwam vanuit het Ottema-Wiersma reservaat.

Aanvullend trekken de teeltbedden andere soortgroepen aan die specifiek van het veenmos habitat profiteren. Veenmosculturen kunnen hiermee bescherming bieden voor geleedpotigen die normaliter in hoogveengebieden voorkomen. Het is echter de vraag of de soorten van echte hoogveenhabitats in een beheerd veenmosteelbed, met in de zomer invloed van inlaatwater, kunnen voorkomen. Voor spinnen zoals Waterspin en Veenmoswolfspin en typische (loop)kevers van hoogveenhabitats voldoet het habitat naar verwachting niet, wat vooral te maken heeft met de vooralsnog variabele ontwikkeling in pH (Mettrop & Oosterveld, 2019). Het is de vraag welke soortgroepen zich, ondanks de eutrofe en weinig zure condities, wel zouden kunnen redden in een productieteeltbed met veenmos. Hierover is weinig bekend, en dit is dan ook een belangrijk aandachtspunt voor nader onderzoek (Hoofdstuk 5).

Met het oog op productie laten optimale veenmosteelbedden een bedekking zien van uitsluitend veenmossen zonder al te veel overige vegetatie. Dit betekent impliciet dat de mogelijkheden voor veel moerasvogels, met name soorten van rietlanden, niet groot zijn. Vogelsoorten zoals Roerdomp, Waterral, Rietzanger, die in grootschalige lisdoddeteeltbedden nog wel een plek kunnen vinden, hebben naar verwachting in goed ontwikkelde veenmosteelbedden weinig te zoeken. Volgens Wichtmann (2012) is het de vraag of er bij veenmosteelt voldoende ongewervelde prooidieren voor vogels aanwezig zijn vanwege de voedselarme bodemcondities. Wellicht is een mozaïek van verschillende typen landgebruik op perceelsniveau daarom beter dan een groot perceel met enkel veenmos.

De gracht rond de Better Wetter veenmosteelbedden in het Ottema-Wiersma vormt, samen met de relatief open vegetatiestructuur van de veenmosbedekking, wel een geschikte plek voor amfibieën. Deze gracht is dus niet alleen belangrijk als buffer voor het regenwater, maar ook voor interessante soorten. Er worden vooral veel kikkers waargenomen, welke zon- en warmteminnend zijn en dus een voorkeur hebben voor onbeschaduwde plekken. Het bijzondere is dat het naast Bruine kikkers vaak ook Heikikkers zijn die van de veenmospercelen profiteren, een strikt beschermde soort onder de Habitatrichtlijn. De aanwezigheid van deze soort is wel sterk afhankelijk van bronpopulaties in de omgeving, maar geeft tegelijkertijd ook aan dat op die wijze veenmosbedden het leefgebied van die soorten rond en in natuurgebieden kunnen versterken.



Figuur 2.6 In het voorjaar van 2020 is de Gevlekte witsnuitlibel waargenomen in de veenmosteelbedden in het Ottema-Wiersma reservaat. De Gevlekte witsnuitlibel is een zeldzame soort van laagveenmoerassen. De oudere, uitgekleurde exemplaren zijn goed herkenbaar aan de vlekken op de rug van het lijf, waarbij één segment helder geel blijft. Foto Doetje de Jong.



Figuur 2.7 Wanneer de ontwikkeling van veenmossoorten goed op gang komt, kunnen deze soorten een homogene, vlakdekkende vegetatie vormen. De kleur van een veenmospakket kan per moment verschillen, afhankelijk van de vochtigheid en het seizoen. Rechtsonder is aanvullend weergegeven Ronde Zonnedauw.

Voor wat betreft verscheidenheid aan plantensoorten biedt veenmosteelt meer perspectief. De voedselarme, door regenwater gedomineerde omstandigheden zijn niet alleen geschikt voor verschillende soorten zeldzame veenmossen, maar ook voor soorten zoals Witte snavelbies en Kleine en Ronde zonnedaauw, die als 'onkruid' in veenmosakkers voorkomen. In de Better Wetter veenmosteelbedden was er in de zomer van 2018 sprake van veelvuldige opkomst van Ronde zonnedaauw (Figuur 2.7), een soort van de Nederlandse Rode lijst van planten. Ook andere typische soorten van dit door regenwater gevoede milieu waren destijds in de teeltbedden aanwezig, zoals Zompzegge en Sterzegge. Het feit dat deze bijzondere soorten zich goed konden ontwikkelen, betekende dat de omstandigheden in het teeltbed in 2018 in principe geschikt waren voor een typisch veenmoshabitat met bijbehorende flora en fauna. In 2019 en 2020 is Ronde zonnedaauw niet meer verschenen, vermoedelijk als gevolg van de invloed van het harde boezemwater dat noodzakelijkerwijs in de zomer van 2018 moest worden ingelaten (Mettrop & Oosterveld, 2019).

De teelt binnen veenmosteelbedden staat nog in de kinderschoenen. De langst lopende proeven worden gedaan in noordoost Duitsland sinds het jaar 2000. In Nederland liepen sinds 2013 proeven in het Ilperveld (Omhoog met het Veen), en sinds voorjaar 2018 in het Ottema-Wiersma reservaat in Friesland. Uit al deze proeven wordt in ieder geval duidelijk dat de condities in veenmosteelbedden voor productie niet linea recta vergelijkbaar zijn met natuurlijke, grootschalige veenmoshabitats. Dit heeft er voor een groot gedeelte mee te maken dat het waarborgen van een grote invloed van regenwater lastig is. In de zomer is de inlaat van hard water noodzakelijk en over het algemeen zijn de condities voedselrijk. Het is daarom niet voor de hand liggend dat typische, beschermde/kritische hoogveensoorten zich in veenmosteelbedden in agrarische omgeving goed zullen ontwikkelen.

3 Overige ecosysteemdiensten rond biodiversiteit

3.1 Waterzuiverend vermogen

Het sterke waterzuiverende vermogen van een lisdoddeteeltbed kan naar verwachting een grote positieve uitwerking hebben op de biodiversiteit als ecosysteemdienst. De planten (met name Grote lisdodde) kunnen veel voedingsstoffen, waaronder stikstof (N) en fosfor (P) opnemen uit de bodem en het bodemvocht, wat een positieve doorwerking heeft op de waterkwaliteit (Vroom *et al.*, 2018). Wanneer veengronden worden vernat vindt doorgaans veel mobilisatie van P vanuit de bodem plaats. Dit heeft te maken met de reductieprocessen die plaatsvinden onder zuurstofarme condities. De sterke opname van deze voedingsstoffen door lisdoddeplanten kan ervoor zorgen dat het effect van P-mobilisatie wordt verminderd of zelfs opgeheven. In het TKI project Natte teelten voor waterkwaliteitsbeheer wordt op dit moment gewerkt aan het evalueren van de technische en economische haalbaarheid van het inzetten van Grote lisdodde voor waterkwaliteitsverbetering.

Het waterzuiverende effect van helofyten is over het algemeen goed terug te zien in de soortensamenstelling van aquatische macrofauna. Macrofauna is een soortenrijke taxonomische groep die een belangrijke rol speelt in nutriëntencycli als primaire en secundaire consumenten en genereren voedsel voor andere taxa. De aanwezigheid en diversiteit van macrofauna soorten kan worden gezien als een indicator van de abiotische factoren (waaronder waterkwaliteit) en het functioneren van een ecosysteem (Keiper *et al.*, 2002). Met name vlindersoorten en libellen en juffers kunnen kieskeurig zijn in hun habitatkeuze in het laagveengebied, en zijn sterk afhankelijk van een specifieke combinatie van biotische en abiotische factoren om te kunnen overleven en voortplanten (Lamers *et al.*, 2001). De aanwezigheid van deze soorten is gebruikt als indicatie van een relatief goede waterkwaliteit in Friese wateren (van Dam & Wanink, 2007). De ontwikkeling van lisdoddevegetaties draagt bij aan die waterkwaliteit.

Over het algemeen heeft een hoge beschikbaarheid aan voedingsstoffen tot gevolg dat het aantal soorten macrofauna afneemt vanwege de groei van algen en/of kroos, en daarmee verlaging van het zuurstofgehalte. Enkel de soorten die hiertegen bestand zijn zullen overleven en in aantal toenemen, zoals bijvoorbeeld Borstelwormen en enkele soorten slakken. De variëteit in het systeem gaat hiermee verloren. Wanneer de voedselbeschikbaarheid laag is, bijvoorbeeld als gevolg van het waterzuiverende effect van lisdoddeteelt, bestaan er mogelijkheden voor meer specialistische soorten met lage tolerantie voor veranderingen in bijvoorbeeld de zuurstofhuishouding of de vegetatiestructuur. Op deze manier kan lisdoddeteelt op een indirecte manier een bijdrage leveren aan de biodiversiteit van macrofauna. Wanneer de samenstelling van macrofauna op deze manier wordt beïnvloed door het waterzuiverende vermogen van lisdoddeteelt, heeft dat ook consequenties voor andere taxa.

3.2 Hydrologische bufferwerking op landschapsschaal

Natte teelten kunnen, mits ontplooid op grote schaal, een ruimtelijke buffer vormen in het landschap, waarmee de hydrologische omstandigheden kunnen worden verbeterd (Fritz *et al.*, 2014). In het veenweidelandschap kan het contrast tussen natte, hooggelegen natuurgebieden te midden van droge, laaggelegen landbouwgebieden als gevolg van natte teelt kleiner worden. Hierbij gaat het om waterkwantiteit. De natuurgebieden in het veenweidelandschap, die in de huidige situatie over het algemeen onderhevig zijn aan hoge mate van wegzijging, kunnen door

een landschappelijke buffer rondom deze gebieden gemakkelijker natgehouden worden. Specifiek voor de teelt van veenmossen geldt dat de sterke 'sponswerking' van veenmossen zorgt voor goede mogelijkheden als het gaat om waterretentie.

Ook is er sprake van een landschappelijke bufferwerking op het gebied van waterkwaliteit. Lisdoddeteeltbedden kunnen, mits op grote schaal aangelegd, functioneren als filter. Dit zorgt voor verbetering op lokaal niveau, zoals beschreven in paragraaf 3.1, maar ook op landschappelijk niveau. Op landschappelijk niveau kunnen bufferzones ontstaan tussen landbouwgronden en waterlichamen, waarbij oppervlaktewateren beschermd worden tegen bronvervuiling met voedingsstoffen vanuit de landbouwgronden (Jabłońska *et al.*, 2020). Dit kan echter wel betekenen dat andere natuurwaarden van het open veenweidegebied (zoals weidevogels) plaats moeten maken voor moerasnatuur volgens het dilemma zoals besproken in de inleiding.

3.3 Uitmijning als voortraject voor natuurontwikkeling

Paludicultuur kan ook ingezet worden als buffer in de tijd. Het gaat hierbij om een vorm van overgangsbeheer van voormalige landbouwgronden naar natuurontwikkeling (Fritz *et al.*, 2014). Het vermogen van zowel Grote als Kleine lisdodde om snel te groeien en in korte tijd veel nutriënten op te nemen maakt de plant zeer geschikt voor uitmijnen en daarmee biedt het dus kansen voor de ontwikkeling van relatief voedselarme natuurtypen op de langere termijn. Over de capaciteit van nutriëntopname zijn in de literatuur verschillende onderzoeksresultaten gepresenteerd. Fritz *et al.* (2017) schatten de ordegrootte in vergelijkbaar met die van Riet, welke zo'n 350-500 kg stikstof (N) en 30-50 kg fosfor (P) per hectare per jaar bedraagt. Geurts *et al.* (2020) noemen dat de opname capaciteit van Grote lisdodde hoger ligt dan die van Riet en rapporteren waarden van 20-80 kg P per hectare wanneer goed ontwikkelde bovengrondse biomassa (> 10 ton droge stof per hectare) wordt geoogst. Naast de directe opname door planten is er in een (ver)nat teeltbed sprake van afvoer van N als gevolg van microbiële denitrificatie. In de zomermaanden kan dit oplopen tot 1-1.5 kg N per ha per dag (Fritz *et al.*, 2017).

Vooraf wanneer vitaal groeiende lisdoddeplanten worden geoogst in de zomer of het vroege najaar kunnen in relatief korte tijd de kansen voor hoogwaardige natuurontwikkeling verhoogd worden. Bovendien kunnen hiermee kosten worden bespaard op het (machinaal) verwijderen van nutriënten (Fritz *et al.*, 2014). Het principe van uitmijning als voortraject voor natuurontwikkeling heeft in de afgelopen jaren steeds meer aandacht gekregen in het kader van duurzame landschapsinrichting. Een concreet voorbeeld is het recent opgestelde inrichtingsplan voor Marickenland (Gebiedscommissie Utrecht-West, 2019), waarin verschillende bassins worden ingericht voor grootschalige lisdoddeteelt om de uitgangssituatie voor natuurontwikkeling op termijn te verbeteren.

3.4 Veenbehoud en reductie van broeikasgasuitstoot

De sterke ontwatering en daarmee samenhangende verlaging van de grondwaterstand in het Friese veenweidegebied leidt tot inklinking en afbraak (oxidatie) van de onderliggende veenbodem. Het gevolg hiervan is voortdurende bodemdaling en aanmerkelijke uitstoot van CO₂. Naar schatting is de veendikte in de afgelopen 50 jaar in het Friese veenweidegebied met 50-80 cm afgenomen, en zullen er volgens het huidige regime van sterke ontwatering in het jaar 2100 haast geen veenbodems meer over zijn in de laagste veenpolders in Friesland

(Verhoogt *et al.* 2013). Met het verdwijnen van het veen verdwijnen vanzelfsprekend ook de veengebonden soorten. Natte teelten zorgen via veenbehoud dus ook op indirecte manier voor soortbehoud en behoud van biodiversiteit. Dit geldt in het bijzonder voor veenmossen. Veenmossen kunnen immers zelf boven de waterspiegel uitgroeien en zodoende niet alleen veenafbraak tegengaan, maar zelfs, zij het zeer traag, zorgen voor veenopbouw.

3.5 Waterberging, waterretentie en ecologische verbinding

Afkoppeling van ontwaterde polders van de Friese boezem leidt in de huidige situatie tot knelpunten. Het gebrek aan capaciteit voor waterberging en waterretentie in het boezemstelsel vormt in toenemende mate een probleem met het oog op klimaatverandering. Waar bij hoge waterstanden in het verleden boezemlanden en zomerpolders onderstroomden, beperken afgekoppelde polders nu de ruimte om piekbelasting op de boezem bij overvloedige regenval op te vangen. Andersom geldt dat in tijden van droogte in de ontwaterde veenpolders al snel sprake is van ver uitzakkende grondwaterstanden. Met het uitzakken van de grondwaterstanden komen belangrijke natuurwaarden in de verdrukking, vooral in moerasnatuurgebieden. Leefgebied voor verschillende bedreigde soorten zoals Groene glazenmaker, Grutto, Kemphaan, Watersnip, Noordse woelmuis en Meervleermuis gaan hierdoor immers verloren. Het systeem, incl. de biodiversiteit, is hiermee kwetsbaar, terwijl juist extremen zoals hevige hoosbuien en langere perioden van droogte naar verwachting vaker zullen voorkomen (KNMI, 2015).

Natte teeltvormen, wanneer ingezet als bufferzone of als overgang van landbouw naar natuur, kunnen fungeren als ecologische verbindingzone tussen verschillende agrarische- en natuurgebieden, en zo bijdragen aan de uitwisseling van flora en fauna tussen gebieden. Soorten die hiervan goed kunnen profiteren zijn o.a. Roerdomp, Purperreiger, Watersnip, Noordse woelmuis en Otter (o.a. Pijlman *et al.*, 2020). Wanneer paludicultuurpercelen, gekoppeld aan de boezem, waterberging en/of waterretentie beter mogelijk maken, kunnen deze extremen veel beter worden opgevangen wat gunstig is voor de natuurwaarden. Aanvullend speelt het belang van waterstandsfluctuaties voor de natuur. Het tegenwoordig ontbreken van seizoensgebonden waterdynamiek heeft een negatieve uitwerking op de ontwikkeling van diverse soorten. Afkoppeling van de polders heeft geleid tot verlies van ecologische verbinding met de omliggende boezemwateren, welke in het bijzonder belangrijk zijn voor vissen.

3.6 Duurzaam alternatief voor turfwinning elders

Eén van de mogelijke toepassingen van veenmossen is verwerking tot substraat om te gebruiken in de kas- en tuinbouw. Veel hoogveen-ecosystemen in het buitenland worden aangetast als gevolg van het afgraven van turf voor toepassing als substraat. Veenmos kan als duurzaam alternatief voor turf worden geteeld. Hierdoor worden de pristine hoogveen-ecosystemen in het buitenland gespaard, wordt CO₂-emissie van afgegraven fossiel veen voorkomen en wordt bovendien de emissie die vrijkomt bij transport gereduceerd (Schepers, 2018). In Nederland wordt jaarlijks meer dan 4 miljoen m³ turf voor de productie van potgrond geïmporteerd. Op basis van de meest recente inschattingen bedraagt de biomassa productie van veenmos gemiddeld tussen de 3 en 6 ton droge stof per hectare per jaar (Temmink *et al.*, 2017; Gaudig *et al.*, 2014). Belangrijk hierbij is te benoemen dat het na het aanplanten van het veenmos 3 tot 4 jaar duurt voordat de mossen geschikt zijn om te oogsten.

4 De impact van oogstwerkzaamheden

De meest ingrijpende activiteit in natte teeltbedden is de oogst. De oogst van biomassa uit een ecosysteem heeft in het algemeen altijd gevolgen voor de soorten die hierin voorkomen. Deze gevolgen kunnen enerzijds positief, of zelfs noodzakelijk, zijn voor het behoud van bepaalde soorten. Maar de gevolgen kunnen anderzijds ook negatief uitpakken voor soorten die gevoelig zijn voor verstoring. Soorten kunnen door teeltwerkzaamheden immers in aantal achteruitgaan, of zelfs verdwijnen. Vanwege deze uiteenlopende gevolgen kunnen er geen algemeen geldende uitspraken worden gedaan over het effect van oogstwerkzaamheden (Wichtmann *et al.*, 2016). De effecten dienen voor verschillende doelsoorten afzonderlijk tegen elkaar te worden afgewogen. Hieronder worden enkele bevindingen van eerder onderzoek voor verschillende soorten toegelicht.

Winteroogst

Maaierwerkzaamheden kunnen behoorlijke impact hebben op vogelpopulaties in veengebieden, waarbij de timing in het jaar bepalend is. Wanneer in de winter wordt gemaaid, wanneer de lisdoddestengels verhouten en de biomassa om die reden het meest geschikt is voor verwerking in meubels of als bouwstof, kan dit een positief effect hebben op moerasvogelsoorten. De nieuw gecreëerde open landschap kan op geoogste percelen tijdelijk een interessante voedselbron zijn, bijvoorbeeld voor reigerachtigen, rallen en watersnippen. Uiteindelijk is ook in niet commerciële teeltbedden maaieren nodig om verbossing tegen te gaan, een aspect dat zeker ook speelt in veenmosbedden.

Er zijn meerdere studies uitgevoerd over het effect van maaierwerkzaamheden op moeras- en watervogelpopulaties zoals Roerdomp, Waterrietzanger en steltlopers. Deze studies hebben hoofdzakelijk betrekking op rietteelt, over lisdoddeteelt is veel minder te vinden. Dit heeft ermee te maken dat rietteelt een veel langere geschiedenis kent en lisdoddeteelt pas sinds kort als natte teeltvorm wordt onderzocht. Winteroogst kan naar verwachting in lisdoddeteeltbedden een positief effect hebben op de populatie van Roerdomp, aangezien de moerasvegetatie van Lisdodde wordt uitgedund (Poulin *et al.*, 2005). Het is een bekend gegeven dat de aanwezigheid van overjarige helofytenvegetatie belangrijk is voor een soort als de Roerdomp. Het is daarom in teeltbedden, die voor de Roerdomp qua schaal interessant genoeg zijn, verstandig om óf om het jaar te maaien, óf een rotatieschema aan te houden, waarbij ieder jaar een gedeelte van het natte teeltbed niet wordt gemaaid (Poulin *et al.*, 2009). Voor andere soorten dan Roerdomp, zoals Bruine kiekendief, Baardman en Snor wordt eveneens vermeld dat oogstwerkzaamheden niet per se een negatieve uitwerking hoeven te hebben, zolang niet de gehele oppervlakte ieder jaar wordt afgemaaid (Bibby & Lung, 1982). Hierbij gaat het zowel om foerageerfunctie als om broedhabitat. Vadász *et al.* (2008) rapporteren wel een lager aantal zangvogels in jaarlijks gemaaide rietlanden dan in rietlanden die niet jaarlijks worden gemaaid in Hongarije. Het ging hierbij om soorten zoals Snor, Rietzanger, Kleine karekiet en Grote karekiet. Ook een Nederlandse studie (Graveland, 1999) laat zien dat er een negatief effect bestaat van jaarlijkse winteroogst op Kleine karekiet en Rietzanger. Concluderend kan worden gesteld dat, wanneer in grootschalige teeltbedden in de winter wordt geoogst, de aanwezige moerasvogels erbij gebaat zijn als er jaarlijks delen van het teeltbed worden uitgesloten van de maaierwerkzaamheden (gefaseerd maaibeheer). Vooral voor de vroeg in het jaar broedende soorten (Roerdomp, Rietzanger, Snor) is dat essentieel om voldoende broedhabitat ter beschikking te hebben.

De effecten van maaieren van riet op geleedpotigen lopen uiteen (Wichtmann *et al.*, 2016). Onderzoek door Schmidt *et al.* (2008) laat zien dat winteroogst van riet een positief effect kan

hebben op organismen die voeden op plantensappen zoals cicaden en bladluizen. Vlinders, spinnen en pissebedden werden echter negatief beïnvloed. Er werden zelfs veranderingen in soortensamenstelling waargenomen onder spinnen en kevers. Dit betekent dat geleedpotigen, net zoals moerasvogels, erbij gebaat zijn als er jaarlijks delen van het teeltbed worden uitgesloten van de maaiwerkzaamheden. Verschillende successiestadia binnen een teeltbed herbergen immers specifieke samenstellingen van geleedpotigen (Hardman *et al.*, 2012). Naar verwachting geldt dit principe van rietpercelen ook voor teeltbedden met lisdodde.

Ook voor kleine zoogdieren die gebaat zijn bij grote dichtheden in verband met dekking, zoals Dwergmuizen, geldt dat winteroogst een drastische uitwerking kan hebben. Naast het uitmaaien van overwinterende individuen, speelt dat de kale teeltbedden die zo in de winter ontstaan niet snel dichtgroeien, waardoor er geen dekking meer is voor deze soorten. Voor sommige salamanders, kikkers (onder andere de beschermde Heikikker) en padden geldt dat deze in de winter op het droge zullen zijn. Voor deze soorten zal winteroogst in natte teeltbedden naar verwachting niet veel drastische gevolgen zal hebben. Wel is het om die reden belangrijk dat er nabijgelegen droge stukken zoals natuurlijk grasland aanwezig zijn waar amfibieën terecht kunnen in de winter. Voor soorten zoals Bruine kikker en Groene kikker geldt dat deze overwinteren onder water in de modder. Winteroogst kan voor deze soorten dus wel degelijk zeer negatieve gevolgen hebben.

Zomeroogst

Voor andere doeleinden, zoals toepassing van lisdodde als veevoer (Pijlman *et al.*, 2019), moet er juist in de zomer worden gemaaid. Dan hebben de jonge scheuten lisdodde immers de hoogste voedingswaarde en zijn ze het meest aantrekkelijk voor vee. Wanneer er in de zomer wordt gemaaid ontstaan er vermoedelijk directe problemen voor de moerasvogels die met natte teelt gepaard kunnen gaan. Nesten en kuikens kunnen verloren gaan, terwijl juist tijdens de zomeroogst het hoogste aantal bedreigde vogelsoorten voorkomt. Ook insecten zitten dan in een levensfase die niet toelaat dat de opgaande vegetatie verdwijnt (in tegenstelling tot de wintersituatie wanneer ze vaak in een niet actieve winterstand zijn).

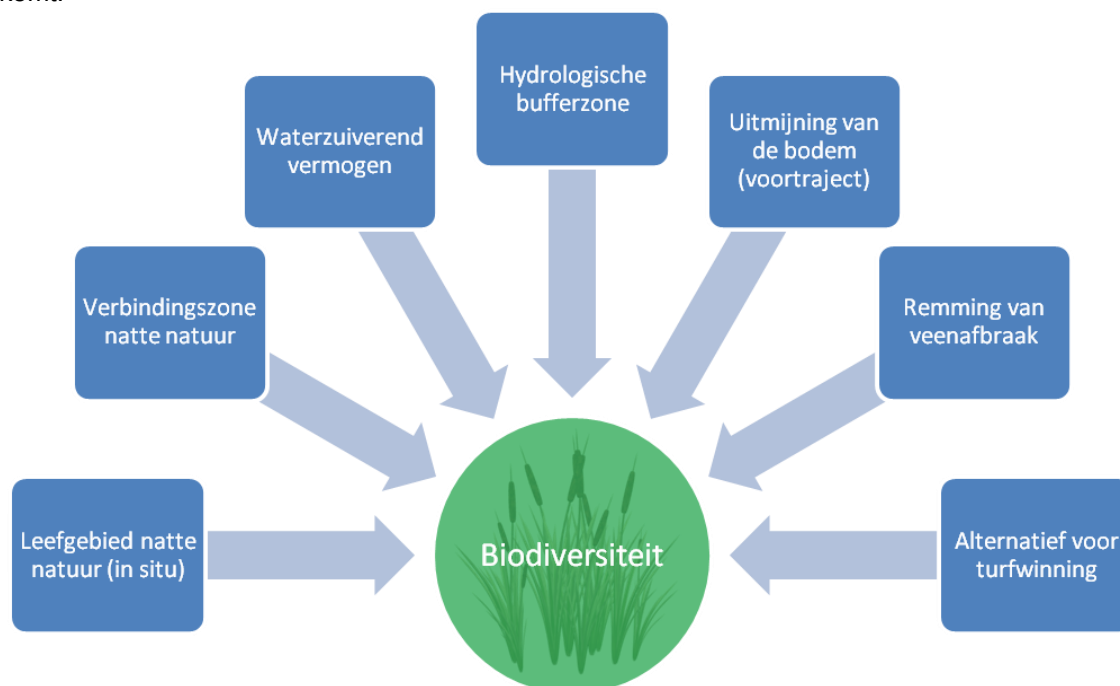
Daarbij komt dat, net zoals bekend bij rietteelt, de grote hoeveelheid beschikbaar licht na oogstwerkzaamheden in de zomer leidt tot het voorkomen van kleinere, minder competitieve plantensoorten. Hierdoor zijn in de zomer geoogste teeltbedden meer (planten)soortenrijk en herbergen ook vaker zeldzame soorten dan teeltbedden die worden geoogst in de winter. Hiermee vormen de in de zomer geoogste teeltbedden in potentie een beter habitat voor amfibieën en diverse insecten, juist vanwege de open plekken. Dit is weliswaar goed voor de biodiversiteit, maar hier kan wederom de eerder genoemde tegenstelling spelen. Als de primaire doelstelling is om zoveel mogelijk biomassa te produceren, dan kunnen deze overige soorten juist weer ongewenst zijn.

Ten slotte is zomeroogst zinvoller dan winteroogst als het gaat om het verlagen van de nutriëntenrijkdom binnen een bepaald gebied, bijvoorbeeld als voortraject voor natuurontwikkeling. Vroeg in het jaar, voordat de planten bloeiwijzen gaan vormen, worden immers de meeste nutriënten opgenomen (Garver *et al.*, 1988). In het najaar worden veel nutriënten uit de bladeren weer terug naar de rhizomen getransporteerd voor productie van nieuwe scheuten in het daaropvolgende jaar (Dubbe *et al.*, 1988). Als het gaat om uitmijning als voortraject voor natuurontwikkeling is het dus juist veel lucratiever om in de zomer te maaien dan in de winter.

5 Conclusies en discussie

5.1 Synthese van huidige kennis

Natte teelt kan verschillende doelen dienen. Zo kan natte teelt primair vanuit commercieel oogpunt worden ontplooid ten behoeve van productie en vermarkting. Maar daarnaast kunnen natte teeltvormen aanvullende ecosysteemdiensten leveren, waarbij de biodiversiteit op verschillende manieren kan worden versterkt (Figuur 5.1). De inrichting van natte teeltbedden kan direct een habitat opleveren waar moerasgebonden soorten (zowel flora als fauna) gebaat bij zijn (Tabel 5.1). Zodoende kunnen bepaalde soorten van natte biotopen, die in de huidige situatie in het veenweidegebied steeds meer in de verdrukking komen, tegemoetgekomen worden. De inrichting van natte teeltbedden kan ook op een indirecte manier positief uitwerken op natuurwaarden. Natte teeltbedden kunnen in het landschap bijvoorbeeld dienstdoen als bufferzone tussen het agrarische gebied en natuurgebieden. Ook kan de waterzuiverende werking van een teeltbed (als zogenaamd 'helofytenfilter') gunstige omstandigheden opleveren voor bepaalde moerasnatuur op groeiplaatsniveau of op regionaal niveau. Wanneer er gedurende enkele jaren biomassa wordt geoogst zonder dat er sprake is van noemenswaardige externe nutriënteninput, kan het systeem worden 'uitgemijnd'. Dat wil zeggen dat er op de lange termijn een gunstiger uitgangspositie, met minder voedingsstoffen in de bodem, ontstaat voor natuurontwikkeling. Ook zal de remming van veenafbraak, als gevolg van de hoge waterstanden, betekenen dat veengebonden soorten op de lange termijn kunnen worden gewaarborgd. Ten slotte geldt, in het geval van veenmosteeltebedden, dat deze een belangrijk alternatief kunnen zijn voor pristine oogstlocaties in kwetsbare natuurgebieden. Kwetsbare hoogveen-ecosystemen in het buitenland kunnen zodoende worden gespaard van turf afgraven, wat op een indirecte manier de biodiversiteit in deze veengebieden ten goede komt.



Figuur 5.1 Natte teelten kunnen op verschillende manieren uitwerking hebben op de biodiversiteit.

Er zullen, wanneer extensieve landbouwgronden worden vernat omwille van natte teelt, geschikte omstandigheden worden gecreëerd voor vele soorten aquatische macrofauna die in het reguliere grasland niet voorkomen. Hiermee zal de samenstelling van de gemeenschap van geleedpotigen veranderen. Bepaalde kwetsbare soorten krijgen met de inpassing van natte teelten in het veenweidelandschap meer toekomstperspectief. Dergelijke ontwikkelingen zullen ook gevolgen hebben voor roofdieren, zoals insectenetende vogels; hun soortensamenstelling zal veranderen. Ook voor bijvoorbeeld kikkersoorten, dwergmuizen, ringslangen, vissen en grotere moerasvogels kunnen in principe aantrekkelijke omstandigheden ontstaan (Tabel 5.1).

Een belangrijke kanttekening is dat voor veel soorten, zoals diverse (moeras)vogelsoorten en amfibieën, goed ontwikkelde natte teeltbedden op termijn juist niet geschikt zullen zijn vanwege de dichte vegetatiestructuur. De vegetatie dient voor veel moerasvogels open genoeg te zijn om onder of nabij dekking te foerageren in ondiep water en/of slik. Voor amfibieën geldt in het algemeen dat open plekken een voorwaarde zijn vanwege de beschikbaarheid van zonlicht en warmte om eieren af te zetten. Deze voorbeelden illustreren een tegenstrijdigheid op lokale schaal tussen productie en biodiversiteit. Vanuit het oogpunt van productie is het doel immers om een lisdoddeteeltbed te verwezenlijken met maximale dichtheid en scheutlengte.

Ook voor wat betreft de gevolgen van oogst bestaan er tegenstrijdigheden. Deze gevolgen kunnen enerzijds positief, of zelfs noodzakelijk, zijn voor het behoud van bepaalde soorten. Maar de gevolgen kunnen anderzijds ook negatief uitpakken voor soorten die gevoelig zijn voor verstoring, zeker in de zomerperiode. In het algemeen kan wel worden geconcludeerd dat de aanwezige soorten erbij gebaat zijn als er jaarlijks delen van het teeltbed worden uitgesloten van de maaiwerkzaamheden (gefaseerd maaibeheer). Winteroogst en zomeroogst kennen allebei verschillende voor- en nadelen als het gaat om directe gevolgen voor bepaalde soorten (Tabel 5.1). Wanneer het primaire doel is om het systeem uit te mijnen, als voortraject voor natuurontwikkeling, valt aan te raden om te oogsten en af te voeren in de zomer. Dit vanwege het feit dat in de zomer de meeste voedingsstoffen bovengronds in de planten aanwezig zijn.

Wanneer op landschapsschaal sprake is van grootschalige natte teelt, dan kan dat betekenen dat andere natuurwaarden van het open veenweidegebied (o.a. weidevogels) plaats moeten maken voor moerasnatuur. Een dergelijk effect heeft vooral te maken met de schaal waarop natte teelten worden geëxploiteerd en de ruimtelijke keuzen die daarin worden gemaakt. Dit kan leiden tot een dilemma, en is een belangrijk aspect bij het maken van keuzen omtrent de grootschalige inzet van natte teelten in het veenweidegebied.

Kortom: er spelen tegengestelde belangen. Hierbij is de primaire doelstelling leidend, en zullen keuzes moeten worden gemaakt. Als de doelstelling is om maximale productie te genereren omwille van vermarkting, dan zullen natte teeltbedden niet optimaal kunnen worden ingericht met het oog op biodiversiteit. Andersom geldt dat, wanneer de omstandigheden in natte teeltbedden worden geoptimaliseerd voor natuur, dit ten koste zal gaan van de biomassa-productie. Maar hoe dan ook geldt op landschapsschaal dat de inpassing van natte teeltbedden in het huidige agrarische veenweidelandschap een aanvulling is op de biodiversiteit.

Tabel 5.1 Een overzicht op hoofdlijnen van directe potentiële kansen en bedreigingen voor bepaalde soortgroepen.

Lisdodeeteelt	<i>Potentiële kansen</i>	<i>Potentiële bedreigingen</i>
Aquatische macrofauna	Geschikt habitat voor foerageren en voortplanting, en schuilplaats om te overwinteren.	Hoge, dichte vegetatie leidt tot weinig zonbeschenen plekken. Droogval (bijv. t.b.v. oogst) kan funest zijn. Een slechte waterkwaliteit leidt tot afname van biodiversiteit. Verschillende stadia in successie zijn belangrijk, dus gefaseerd maaien. Zomeroogst is voor veel insectensoorten funest.
Vogels	Geschikt habitat voor hoofdzakelijk foerageren. Mits voldoende omvang (min. 25 m breed) ook interessant als broedlocatie voor moerasvogels. Winteroogst kan leiden tot toename voedselbeschikbaarheid.	Hoge, dichte vegetatie leidt tot verdwijnen van pioniersoorten. Ganzenvraat kan leiden tot sterke afname van zowel productie als biodiversiteit. Stukken met overjarige helofyten zijn belangrijk voor bijv. Roerdomp, dus gefaseerd maaien. Zomeroogst is funest voor broedvogels.
Amfibieën en reptielen	Geschikt habitat om te foerageren en voor voortplanting. Ook interessant als doortrekgebied voor kolonisatie nieuwe leefgebieden voor bijv. Ringslang.	Verlies van open, zonbeschenen stukken is funest. Voor soorten die overwinteren onder water kan winteroogst fataal zijn.
Vissen	Geschikt als paaipplaats, opgroei gebied, foerageergebied en schuilplaats, wanneer aangesloten op de (binnen)boezem.	Hoge stengeldichtheden kunnen belemmering vormen voor foerageren, en kunnen leiden tot sterk wisselende zuurstofgehalten (schadelijk voor vissen).
Kleine zoogdieren	Interessant voor verschillende muizen en rattensoorten als foerageergebied en voor voortplanting.	Voor een kwetsbare soort zoals Noordse Woelmuis dient de waterstand in de zomer te zakken. Winteroogst kan funest zijn vanwege uitmaaien en verdwijnen van dekking.
Flora	Groeiplaats voor diverse typische soorten moerasvegetatie. Zomeroogst biedt kansen vanwege toename lichtbeschikbaarheid.	Tijdelijk uitzakken van de waterstand leidt tot dominante grassoorten en/of hardnekkige vestiging van Pitus.
Veenmosteelt	<i>Potentiële kansen</i>	<i>Potentiële bedreigingen</i>
(Aquatische) macrofauna	Vooral de gracht rondom de teeltbedden lijkt interessant voor aquatische macrofauna voor foerageren en voortplanting. Over kansen voor macrofauna in het veenmos is nog niet veel bekend.	Het waarborgen van nutriëntarme, zure condities kan lastig zijn in de praktijk, vooral in de zomer als het inlaten van extern water noodzakelijk is vanwege droogte.
Vogels	Voor grotere moerasvogels interessant als foerageergebied vanwege de aanwezigheid van amfibieën.	Voor veel moerasvogels als foerageer en broedgebied niet geschikt vanwege de lage bedekking door overige vegetatie tussen het veenmos, en de relatief lage voedselbeschikbaarheid.
Amfibieën en reptielen	Geschikt als foerageer- en voortplantingsgebied, vooral vanwege de gracht.	Er dienen nabijgelegen droge stukken te zijn waar amfibieën terecht kunnen in de winter.
Flora	Vanwege de oligotrofe condities zeer interessant als groeiplaats voor kwetsbare soorten.	Het waarborgen van nutriëntarme, zure condities kan lastig zijn in de praktijk, vooral in de zomer als het inlaten van extern water noodzakelijk is vanwege droogte.

5.2 Aanbevelingen voor nader onderzoek

Een belangrijke fundamentele vraag die nog niet goed genoeg beantwoord is: welke soorten kunnen profiteren van het biotoop dat ontstaat als gevolg van inrichting van natte teelt in het veenweidelandschap? Hier kan meer inzicht in worden verkregen door binnen de huidige pilots die lopen in Nederland structurele soorteninventarisaties uit te voeren, aanvullend op de metingen ten behoeve van productie. De beschikbare gegevens tot dusver zijn enkel anekdotisch, er is grote behoefte aan meer kwantitatieve gegevens. Wanneer van zowel flora als fauna op gezette tijden volgens een structureel meetprogramma inventarisaties worden uitgevoerd kunnen er met meer zekerheid uitspraken worden gedaan over de potentiële kansen voor verschillende soorten.

Een van de doelstellingen voor het vervolg van Better Wetter, evenals in de andere experimentele initiatieven in Nederland, is opschaling. Opschaling van de teeltbedden en productiecapaciteit is vanuit productietechnisch oogpunt noodzakelijk om een verdienmodellen met grote hoeveelheden biomassa inzichtelijk te maken. Maar met opschaling van teeltbedden komen ook andere soorten in beeld dan in de kleine pilots die tot dusver zijn aangelegd. Hierover bestaat nog veel onduidelijkheid. Het is daarom belangrijk om ook voor toekomstige plannen voor grootschaliger teeltlocaties (o.a. binnen Better Wetter) gestructureerde monitoringsprogramma's in de grootschaliger teeltbedden op te zetten.

Andere zaken die interessant zijn om mee te nemen in inventarisatiestudies zijn de relaties tussen het voorkomen van bepaalde soorten en vegetatieve eigenschappen zoals stengeldichtheid, stengelhoogte, waterkwaliteit, bodemkwaliteit, plus aard en timing van werkzaamheden. Ook is het interessant om bij inventarisatiestudies niet alleen te bekijken welke soorten voorkomen, maar ook op welke manier bepaalde soorten een teeltbed gebruiken (enkel als schuil- of foerageergebied, of ook voor voortplanting).

Niet alleen is het belangrijk om op lokaal niveau binnen de teeltbedden te monitoren op biodiversiteit. Ook op landschapsschaal dienen ontwikkelingen te worden gevolgd, met als voorbeeld de weidevogels. Wanneer natuurwaarden van het open veenweidegebied plaats maken voor moerasnatuur, dan moet ook de specifieke ontwikkeling in de overblijvende vochtig tot natte, open graslanden worden bijgehouden. Wanneer de ene natuur plaats zou maken voor andere natuur, dan moet binnen het veenweidedebat goed worden uitgezocht of deze ruimtelijke keuzes leiden tot netto verhoging en versterking van de biodiversiteit op landschapsschaal.

Voor wat betreft het waterzuiverende effect van natte teeltvormen, waaronder lisdodde, dient meer inzicht te worden verkregen. Er zijn gegevens bekend over de uitwerking op de waterkolom en de mate waarin voedingsstoffen kunnen worden opgenomen door lisdodde (zie ook paragrafen 3.1 en 3.3), maar de resultaten lopen flink uiteen. Om een beter inzicht te krijgen in het waterzuiverende effect valt aan te bevelen om gericht en over langere tijd watermonsters te analyseren op nutriëntgehalten, in combinatie met biomassaproductie en nutriëntgehalten in bladbiomassa. Deze gegevens, in combinatie met waterkwaliteit van inlaatwater, bodemchemie en waterbalansen, zouden kwantitatief inzicht kunnen geven in de mate waarin natte teeltbedden kunnen fungeren als 'filtering fens', wat weer impact heeft op de biodiversiteit. Deze resultaten zijn overigens niet alleen van belang om meer te kunnen zeggen over de zuiverende werking van natte teeltbedden, maar hiermee kan ook meer inzicht worden verkregen in de noodzaak om te bemesten voor optimale productie. Ten slotte kan met de analyse van nutriëntgehalten in bovengrondse bladbiomassa inzicht worden verkregen in het effect van jaarlijkse oogst en afvoer ten behoeve van uitmijning. Het zou waardevol zijn als op

deze manier voor een bepaald gebied een schatting kan worden gedaan van het aantal vereiste jaren voor uitmijning om een goede uitgangspositie te krijgen voor een bepaalde natuurdoelstelling.

Referenties

- Aulio, K., 2014. Shoot growth in *Typha angustifolia* L. and *Typha latifolia* L. in the Kokemäenjoki River delta, western Finland. *International Letters of Natural Sciences* 28, pp. 34-46.
- Bansal, S., Lishawa, S.C., Newman, S., *et al.*, 2019. Typha (Cattail) invasion in North American wetlands: biology, regional problems, impacts, ecosystem services, and management. *Wetlands* 39: pp. 645-684
- Beyer, C., Höper, H., 2015. Greenhouse gas exchange of rewetted bog peat extraction sites and a Sphagnum cultivation site in northwest Germany. *Biogeosciences* 12, pp. 2101–2117.
- Bibby, C.J., Lunn, J., 1982. Conservation of reed beds and their avifauna in England and Wales. *Biological Conservation* 23: pp. 167-186.
- Dubbe, D.R., Garver, E.G., Pratt, D.C., 1988. Production of cattail (*Typha* spp.) biomass in Minnesota, USA. *Biomass*, 17(2), 79-104.
- Fritz, C., Lamers, L., van Dijk, G., Smolders, F., Joosten, H., 2014. Paludicultuur – kansen voor natuurontwikkeling en landschappelijke bufferzones op natte gronden. *Vakblad Natuur Bos Landschap* 105: pp. 4-9.
- Fritz, C., Geurts, J., Weideveld, S., Temmink, R., Bosma, N., Wichern, F., Smolders, F., Lamers, L. 2017. Effect van peilbeheer en teeltkeuze op CO₂-emissies en veenoxidatie: Meten is weten bij bodemdaling-mitigatie. *Bodem* 2: 20-22.
- Garver, E.G., Dubbe, D.R., Pratt, D.C., 1988. Seasonal patterns in accumulation and partitioning of biomass and macronutrients in *Typha* spp. *Aquatic Botany* 32, pp. 115-127.
- Gaudig, G., Fengler, F., Krebs, M., Prager, A., Schulz, J., Wichmann, S., Joosten, H., 2014. Sphagnum farming in Germany – a review of progress. *Mires and Peat* 13(8): 1–11.
- Gaudig, G. *et al.*, 2018. Sphagnum farming from species selection to the production of growing media: a review. *Mires and Peat* 20: pp. 1–30.
- Gebiedscommissie Utrecht-West, 2019. Natuurontwikkeling in Marickland; Inrichtingsplan Marickland, voorlopig Ontwerp.
- Geurts, J.J.M. *et al.*, 2020. Nutrient removal potential and biomass production by *Phragmites australis* and *Typha latifolia* on European rewetted peat and mineral soils. *Science of the Total Environment* 747, 141102.
- Grace, J.B., Wetzel, R.G., 1981. Habitat partitioning and competitive displacement in cattails (*Typha*): experimental field studies. *Am. Nat.* 118, pp. 463-474.
- Grace, J.B., Wetzel, R.G., 1982. Niche differentiation between two rhizomatous plant species: *Typha latifolia* and *Typha angustifolia*. *Canadian Journal of Botany* 60, pp. 46-57.
- Grace, J.B., 1989. Effects of water depth on *Typha latifolia* and *Typha domingensis*. *American Journal of Botany* 76, pp. 762-768.
- Graveland, J., 1999. Effects of reed cutting on density and breeding success of reed warbler *Acrocephalus scirpaceus* and sedge warbler *A. Schoenobaenus*. *Journal of Avian Biology* 30: pp. 469-482.
- Grime, J.P., Hodson, J.G, Hunt, R., 1988. *Comparative plant ecology*. Unwin Hyman, London, 742 pp.
- Hardman, C.J., Harris, D.B., Sears, J., Droy, N., 2012. Habitat associations of invertebrates in reedbeds, with implications for management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 22, pp. 813-826.
- Heinz, S., 2012. Population biology of *Typha latifolia* L. and *Typha angustifolia* L.: establishment, growth and reproduction in a constructed wetland. Doctoral dissertation, München, Technische Universität München.
- Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J.V., Herberger, J.P., 1997. *World weeds: natural histories and distribution*. John Wiley & Sons.

- Innovatie Programma Veen (IPV), 2020. Een gewaagd initiatief. Tussenrapportage Innovatieprogramma Veen 2017-2019.
- Jabłońska, E., Winkowska, M., Wiśniewska, M., Geurts, J., Zak, D., Kotowski, W., 2020. Impact of vegetation harvesting on nutrient removal and plant biomass quality in wetland buffer zones. *Hydrobiologia*, DOI: 10.1007/s10750-020-04256-4.
- Keiper, J., Walton, W., Foote, B., 2002. Biology and ecology of higher Diptera from freshwater wetlands. *Annual Review of Entomology* 47, pp. 207-232.
- KNMI, 2015. KNMI'14 - klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie. KNMI, De Bilt.
- Lamers, L.P.M., Klinge, M., Verhoeven, J., 2001. Pre-advies laagveenwateren. Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen.
- Lamers, L.P.M., Geurts, J.G.M., van Schie, J.M., van Dijk, G., Barendregt, A., Mettrop, I.S., Moria, L., Fritz, C., Roelofs, J.G.M., Smolders, A.J.P., Rip, W., 2018. Waterkwaliteit en biodiversiteit in het laagveenlandschap. *Landschap* 35/2, pp. 95-103.
- Martens, S., 2016. Biodiversiteit van aquatische macrofauna in verschillende Grote lisdodde (*Typha latifolia*) standplaatsen in landbouw- en natuurgebied in een laagveensysteem. Afstudeerrapport Van Hall Larenstein.
- Mettrop, I., Oosterveld, E., 2019. Proeven met natte teelten Better Wetter Fase 2; Tussentijdse rapportage van resultaten t/m 2019. A&W-rapport 2574, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden.
- Mettrop, I.S., Wymenga, E., Oosterveld, E., 2020. Better Wetter maakt werk van klimaatadaptatie; over toekomstbestendig waterbeheer en regionale aanpassingen in het Friese veenweidelandschap. *Landschap* 37/2: pp. 81-85.
- Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling (NKB), 2018. Factsheet natte teelten.
- Pijlman, J., Geurts, J., Vroom, R., Bestman, M., Fritz, C., van Eekeren, N., 2019. The effects of harvest date and frequency on the yield, nutritional value and mineral content of the paludiculture crop cattail (*Typha latifolia* L.) in the first year after planting. *Mires and Peat* 25(04), pp. 1-19.
- Pijlman, J., Roelen, S., van Eekeren, N., 2020. Klimaatmaatregelen in het veenweidegebied in relatie tot biodiversiteit, bodem- en waterkwaliteit. Publicatie Louis Bolk Instituut.
- Postma, J., 2019. ANLb-monitoring weide- en akkervogels Friesland, verslag 2018. Sovonrapport 2019. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Poulin, B., Lefebvre, G., Methevet, R., 2005. Habitat selection by booming bitterns *Botaurus stellaris* in French Mediterranean reed-beds. *Oryx* 39: pp. 265-274.
- Poulin, B., Lefebvre, G., Allard, S.K., Mathevet, R., 2009. Reed harvest and summer drawdown enhance bittern habitat in the Camargue. *Biological Conservation* 142: pp. 689-695.
- Schepers, J., 2018. Pilot paludicultuur; Advies omtrent de inrichting van een paludicultuurbufferzone aangrenzend aan het Natura 2000-gebied Bargerveen.
- Selbo, S.M., Snow, A.A., 2004. The potential for hybridization between *Typha angustifolia* and *Typha latifolia* in a constructed wetland. *Aquatic Botany* 78(4): pp. 361-369.
- Sharp, J.L., 2002. Managing Cattail (*Typha latifolia*) Growth in Wetland Systems, MSc thesis University of North Texas.
- Smith, 1986. The Cattails (*Typha*): interspecific ecological differences and problems of identification. *Lake and reservoir management* 2:1, pp. 357-362.
- Smolders, A.J.P., van de Riet, B.P., van Diggelen, J.M.H., van Dijk, G., Geurts, J.J.M., Lamers, L.P.M., 2019. De toekomst van ons veenweidelandschap. *Landschap* 2019/3: pp. 133-141.
- Temmink, R.J.M., Fritz, C., van Dijk, G., Hensgens, G., Lamers, L., Krebs, M., Joosten, H., 2017. Sphagnum farming in a eutrophic world: The importance of optimal nutrient stoichiometry. *Ecological Engineering* 98: 196-205
- Ten Dam, S., G.-J. van Duinen, *nog niet gepubliceerd*. The value of paludiculture as a source of arthropods in the Dutch agricultural peat landscape.

- Van Dam, H., Wanink, J.H., 2007. Trendanalyse hydrobiologische gegevens Friesland. Grontmijrapport 210455, Grontmij | AquaSense & Koeman en Bijkerk B.V.
- Van de Riet, B., van den Elzen, E., Hogeweg, N. *et al.*, 2018. Herstel van een veenvormende veenmosvegetatie op voormalige landbouwgrond in veenweidegebieden. Eindrapport van het project 'Omhoog met het Veen'. Onderzoekcentrum B-WARE, rapportnr. RP-17.055.17.99.
- Van Duinen, G-J., Fritz, C., de Hullu, E., 2018. Perpspectieven voor natte landbouw in het Internationale Natuurpark Veenland; Pilot Paludicultuur. Kenmerk: Be00254, Stichting Bargerveen, Nijmegen.
- Velde, E. van der, Kentie, R., Piersma, T., Rakhimberdiev, E., Hooijmeijer, J.C.E.W., 2020. De Grutto Monitor 2012-2019. Onderzoeksrapport Conservation Ecology Group, Groningen Institute for Evolutionary Life Sciences (GELIFES), Rijksuniversiteit Groningen.
- Verhoogt, H., van Houten, M., Schaafsma-Tilstra, M., *et al.*, 2013. Factsheets Veenweidevisie Fryslân. Royal Haskoning DHV.
- Vroom, R.J.E., Xie, F., Geurts, J.J.M., Chojnowska, A., Smolders, A., Lamers, L., Fritz, C., 2018. *Typha latifolia* paludiculture effectively improves water quality and reduces greenhouse gas emissions in rewetted peatlands. Ecological Engineering 124: pp. 88-98.
- Weeda, E.; Westra, R.; Westra, C.; Westra, T., 1994. Nederlandse Oecologische Flora, wilde planten en hun relaties, deel 5. IVN/Vara/Vewin.
- Wichtmann, W., Schröder, C., Joosten, H., 2016. Paludiculture - productive use of wet peatlands: climate protection - biodiversity - regional economic benefits. Schweizerbart Science Publishers, Stuttgart, Duitsland.

Adres

Suderwei 2
9269 TZ Feanwâlden

Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl

www.altwym.nl