

Proeven met natte teelten Better Wetter Fase 2

Tussentijdse rapportage van resultaten t/m 2020



A&W-rapport 3153-2

in opdracht van

Proeven met natte teelten Better Wetter Fase 2

Tussentijdse rapportage van resultaten t/m 2020

A&W-rapport 3153-2

I. Mettrop

Foto Voorplaat

Compilatie van lisdoddeteelt en veenmosteelt in het Bûtefjild.

Foto's door I. Mettrop, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek

I. Mettrop 2020

Proeven met natte teelten Better Wetter Fase 2. A&W-rapport 3153-2

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

Opdrachtgever**Gemeente Dantumadiel**

Postbus 13

9290 AA Kollum

Telefoon 0519 29 88 88

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

3153bwf

Projectleider

I. Mettrop

Status

Eindrapport

Autorisatie

Goedgekeurd

Paraaf**Datum**

24-12-2020

Kwaliteitscontrole

E. Oosterveld

Inhoud

1	Inleiding	1
1.1	Better Wetter	1
1.2	Achtergrond en aanleiding	1
1.3	Regionale transitie en inpassing van natte teelten	3
1.4	Deze rapportage	4
2	Natte teelten	5
2.1	Het concept van natte teelt	5
2.2	Grote en Kleine lisdodde: eigenschappen en groeiplaatscondities	5
2.3	Veenmossen: eigenschappen en groeiplaatscondities	10
2.4	Overige natte teeltgewassen	11
2.5	Ecosysteemdiensten	11
3	Proeflocaties, inrichting en methoden	19
3.1	Overzicht van alle proeflocaties	19
3.2	Aanleg en inrichting voor lisdoddeteelt	20
3.3	Aanleg en inrichting voor veenmosteelt	24
3.4	Monitoring van productie	25
4	Teeltresultaten lisdodde	26
4.1	Lisdoddeveld nr. 1: inplant wortelstokken in het Bûtefjild (start 2017)	26
4.2	Lisdoddeveld nr. 2: inzaaien in het Bûtefjild (start 2017)	30
4.3	Lisdoddeveld nr. 3: inzaaien in het Bûtefjild (start 2020)	34
4.4	Lisdoddeveld nr. 4: inplant voorgekweekte pluggen in het Bûtefjild (start 2020)	37
4.5	Lisdoddeveld nr. 5: inplant voorgekweekte pluggen in Westergeest (start 2020)	39
4.6	Lisdoddeveld nr. 6 inplant voorgekweekte pluggen in Ryptsjerk (start 2020)	42
4.7	Oogst in natuurlijke groeiplaatsen	44
4.8	Synthese algemene bevindingen lisdoddeteelt	45
4.9	Aanbevelingen voor nader onderzoek	50
5	Resultaten veenmosteelt	53
5.1	Resultaten 2018-2020	53
5.2	Synthese algemene bevindingen veenmosteelt	58
	Literatuur	61
	Appendix A	64

1 Inleiding

In onderhavige rapportage zijn de resultaten van Fase 2 (vanaf begin 2019) van het onderdeel Paludicultuur binnen Better Wetter uitgewerkt. Voor sommige proeven geldt dat de uitwerking voortborduurt op resultaten die reeds verkregen zijn in Fase 1 (vanaf begin 2016). Voorafgaand aan deze uitwerking zijn in deze inleiding het kader en de doelen van Better Wetter kort toegelicht. Dit om de plaats van de verschillende deelprojecten in het grotere geheel van ANNO, de Feangreidefyzje en andere Nederlandse initiatieven inzichtelijk te maken.

1.1 Better Wetter

Better Wetter is een programma met de intentie om een ontwikkeling op gang te brengen naar een veenweidegebied in Fryslân met een duurzaam en toekomstbestendig waterbeheer, dat kansen biedt aan sociaaleconomische ontwikkeling in de regio. Dit wordt gedaan vanuit Noordoost Fryslân, waar in het kader van de gezamenlijke ANNO-agenda 'groen en blauw' belangrijke speerpunten zijn voor de toekomst van de regio. Binnen ANNO is Better Wetter één van de belangrijkste projecten onder het thema 'Toekomstbestendig waterbeheer' van de projectgroep Grien-Blau. Het programma speelt in op de veenweideproblematiek, regionale klimaatadaptatie en heeft een link met circulaire economie. Fase 2 wordt financieel mogelijk gemaakt vanuit de Veenweidevisie.

'Better Wetter' refereert aan een beter watersysteem: ecologisch vitaler, veerkrachtiger, gezonder en duurzamer. We vatten deze missie samen als: Better Wetter maakt werk van toekomstbestendig waterbeheer. Natte teelten, als alternatieven voor landgebruik onder natte omstandigheden, zijn een belangrijk onderdeel van Better Wetter, maar het programma in de regio is en wordt breder dan alleen het verkennen van natte teelten.

Onder de vlag van Better Wetter is in Noordoost-Friesland een breed samenwerkingsverband ontstaan. De samenwerking bestaat uit de gemeenten Noardeast-Fryslân, Dantumadiel, Provincie Fryslân, Wetterskip Fryslân, de onderwijsorganisaties Nordwin College en Hogeschool Van Hall Larenstein en maatschappelijke organisaties, waaronder het agrarisch collectief Noardlike Fryske Wâlden, It Fryske Gea, Staatsbosbeheer en de Friese Milieufederatie. De aanpak gaat in nauwe samenwerking met de Ondernemersfederatie Noordoost Fryslân, lokale ondernemers en de Kenniswerkplaats Noordoost Fryslân.

1.2 Achtergrond en aanleiding

In het verleden waren winterse perioden met overstromingen in het lage deel van Nederland eerder regel dan uitzondering. Ook in Fryslân was sprake van grote overstromingsgebieden met in de 19e eeuw nog zo'n 100.000 ha jaarlijks overstroomd boezemland. Onregelmatige overstromingen kwamen voor tot in de jaren vijftig van de vorige eeuw. Dergelijke overstromingen waren vroeger normaal in de Nederlandse delta en leverden vruchtbare grond. Om die vruchtbare grond te benutten heeft Nederland een lange geschiedenis van waterbeheer en landbouwkundige ontwikkeling. Jaarlijkse overstromingen zijn inmiddels lang verleden tijd en via een ingenieus systeem van polders en bemaling wordt het land tegenwoordig jaarrond ontwaterd. Op deze manier is in Nederland een zeer productieve landbouw ontwikkeld, waar we sterk van profiteren. Van de traditionele en unieke vorm van

waterbeheer, die geheel gericht is op de huidige landbouwkundige gebruiksfuncties, komen echter de grenzen in zicht.

In Fryslân is inmiddels zo'n 98% van de oorspronkelijk regelmatig ondergelopen weilanden bedijkt en bemalen. Deze vorm van landgebruik kent verschillende knelpunten. 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, uitstoot van broeikasgassen en nutriëntenbelasting in het oppervlaktewater. 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). Deze bodemdaling binnen ontwaterde polders heeft als gevolg dat het hoogteverschil tussen het polderpeil en het waterpeil in regionale waterlichamen van de Friese boezem steeds groter wordt. Hoe sterker wordt ontwaterd, hoe groter dit hoogteverschil, en hoe meer inspanning nodig is om nog verder te bemalen. Op lange termijn speelt bovendien het risico op verzilting van de laagste delen van het Lage Midden door diepe kwelstromen vanuit de Waddenzee, een risico dat als gevolg van de stijgende zeespiegel in de toekomst zal toenemen. Ook tast ontwatering funderingen aan. De kosten van funderingsherstel in de Friese veenweidegebieden worden geschat op zo'n 112,5 miljoen in 2050 en kunnen op termijn naar verwachting oplopen tot circa 200 miljoen euro (Verhoogt *et al.*, 2013).

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 geworden 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).

Bovengenoemde knelpunten in de Friese veenweiden en de wateropgaven die samenhangen met klimaatveranderingen, vragen een nieuwe oriëntatie op het waterbeheer van de lage delen van Fryslân. In een notendop kunnen we stellen, dat het huidige watersysteem in dit gebied (grofweg het Lage Midden van Fryslân en aanpalende lage delen) op lange termijn niet duurzaam is en onvoldoende is toegerust op toekomstige klimaatveranderingen.

1.3 Regionale transitie en inpassing van natte teelten

Om economisch rendabel agrarisch gebruik ook in de toekomst te verzekeren is een watersysteem nodig dat wateroverschotten en watertekorten kan opvangen, en een landgebruik in kwetsbare delen van het veenweidegebied dat uit de voeten kan onder nattere omstandigheden. In het kader van de Feangreidefyzje (Provincie Fryslân, 2015) wordt om die reden ingezet op maatregelen die de maaiveldddaling vertragen en mogelijkheden om te anticiperen op nattere omstandigheden. Om te kunnen blijven werken in de laagste, of beter gezegd de natste, delen van het veenweidegebied zal in de toekomst op regionaal niveau een meer flexibel waterbeheer noodzakelijk zijn.

Aan de basis van een dergelijke regionale transitie in het veenweidegebied in Friesland liggen volgens Better Wetter een aantal belangrijke voorwaarden (Mettrop *et al.*, 2020). De eerste voorwaarde betreft een zogenaamde paradigmaverschuiving. Waar in het verleden de omgeving is aangepast aan de functie (landbouw) en het daarvan afgeleide landgebruik, zal in de toekomst de functie en het bijbehorende landgebruik juist meer moeten worden aangepast aan de omgeving. Deze paradigmaverschuiving vormt een belangrijke voorwaarde voor regionale transitie. Concreet betekent dit dat landgebruik in bepaalde gebieden zal moeten worden aangepast aan hogere of meer flexibele waterpeilen. Dit leidt tot ruimtelijke adaptatie, niet overal maar daar waar noodzakelijk vanuit het watersysteem. Gebieden die daarvoor met voorrang in aanmerking komen zijn de laagstgelegen delen van het veenweidegebied en/of die gebieden waar waterberging en waterretentie noodzakelijk is om regionale klimaatextremen te mitigeren.

Maar hoe kan er in de praktijk naar regionale transitie toegewerkt worden? Maatregelen voor verandering zullen invloed hebben op lokaal niveau, zeker als gebieden daardoor van functie en landschappelijk karakter veranderen. Het is voor een regio een grote stap om dergelijke veranderingen te accepteren en in te passen binnen de sociaaleconomische context. Een regionale transitie heeft de grootste kans van slagen als lokale belanghebbenden vanaf het begin actief worden betrokken bij de ontwikkelingen en als de hieruit volgende innovaties direct ten gunste komen van de regionale economie. Deze koppeling van ruimtelijke adaptatie en gelijktijdige regionale economische ontwikkeling vormt een tweede belangrijke voorwaarde, en is dan ook een primair uitgangspunt van Better Wetter.

Binnen Better Wetter gaat veel aandacht uit naar de perspectieven van natte teelten. Natte teelten bieden interessante mogelijkheden voor enerzijds de laaggelegen delen van het boerenland die op termijn ongeschikt worden voor melkveehouderij, en anderzijds in of rond natuurgebieden. Er wordt op verschillende plekken in Nederland geëxperimenteerd met natte teelten (NKB, 2018). Uniek aan de aanpak binnen Better Wetter is het feit dat op regionaal niveau in noordoost Fryslân de gehele productieketen wordt betrokken. Door vanaf het begin de samenwerking te zoeken met lokale ondernemers, zoals boeren, loonwerkers, meubelmakers en bouwbedrijven, wordt geprobeerd brede steun te creëren voor regionale ontwikkeling van nieuwe producten uit natte teelten. Naast teelttechnische zaken gaat veel aandacht uit naar regionale verdienmodellen. De verwachting is namelijk dat een sociaal

omslagpunt in de regio pas kan worden bereikt wanneer alternatieve verdienmodellen in totaliteit zijn uitgewerkt. Daartoe zijn binnen Better Wetter twee onderzoeksonderdelen onderscheiden: 'Paludicultuur' en 'Veenmarktplaats'. Binnen Paludicultuur worden teelttechnische, hydrologische en ecologische zaken onderzocht. Binnen het project Veenmarktplaats, getrokken vanuit de gemeente Dantumadiel, gaat de aandacht vooral uit naar mogelijke verdienmodellen en vermarktingsopties.

1.4 Deze rapportage

Onderhavige tussenrapportage is een verslaglegging van de resultaten van het onderdeel 'Paludicultuur' in de eerste twee jaren (2019 en 2020) van Better Wetter Fase 2, waarbij bij sommige proeven voor de volledigheid ook de resultaten uit de jaren 2017 en 2018 (Fase 1) zijn meegenomen. Eind komend jaar (2021) zal Fase 2 van Better Wetter worden afgerond met een eindrapportage.

Hoofdstuk 2 van deze rapportage behandelt het concept van natte teelten en de gewassen die hiervoor in aanmerking komen. Ook worden overige ecosysteemdiensten van natte teeltvormen, naast de productie van biomassa ten behoeve van vermarkting, nader toegelicht. In hoofdstuk 3 worden de verschillende experimentele locaties binnen Better Wetter Fase 2 op een rij gezet, evenals de manieren van aanleg, teeltinrichting en inbreng van gewassen. Vervolgens worden in Hoofdstuk 4 en Hoofdstuk 5 per locatie de teelt- en oogstresultaten besproken voor respectievelijk lisdodde en veenmos. Het rapport sluit af met algemene conclusies en aanbevelingen in Hoofdstuk 6.

2 Natte teelten

Alvorens in te gaan op de resultaten van de verschillende teeltproeven die zijn uitgevoerd tot dusver, wordt in dit hoofdstuk een algemene toelichting gegeven bij het concept van natte teelt. Er wordt besproken welke gewassen in aanmerking komen, welke vorm van inrichting en werkzaamheden gepaard gaan met natte teelt en welke overige ecosysteemdiensten er, naast de primaire productie van biomassa, in beeld komen.

2.1 Het concept van natte teelt

Natte teelt, ook wel paludicultuur genoemd wanneer de doelstelling is om veen te behouden ('palus' betekent moeras), is feitelijk niets anders dan landbouw bij een hoge waterstand. 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 worden ontplooid ten behoeve van productie van biomassa, om vervolgens te worden verwerkt in producten en te worden vermarkt. Een nat teeltbed kan tegelijkertijd dienstdoen als bufferzone tussen landbouw en natuur, als waterberging- of waterretentiegebied, of voor verbetering van de waterkwaliteit. Ten slotte kunnen natte teeltbedden dienstdoen als direct leefgebied voor moerasgebonden natuur (versterking biodiversiteit), of worden toegepast voor het onttrekken van voedingsstoffen uit de bodem ('uitmijning') voor natuurontwikkeling op de lange termijn. Deze verschillende functies kunnen tot op zekere hoogte worden gecombineerd, maar het gebiedsafhankelijke hoofddoel is bepalend voor de inrichting en de activiteiten (Mettrop, 2020).

2.2 Grote en Kleine lisdodde: eigenschappen en groeiplaatscondities

Op verschillende proeflocaties binnen Better Wetter is gekozen voor de teelt en oogst van lisdodde. De aangelegde lisdoddeteeltbedden hebben als primaire doelstelling om zoveel mogelijk te winnen biomassa te genereren ten behoeve voor productie en vermarketing. Aanvullende ecosysteemdiensten worden ook onderzocht. Het betreft zowel Grote als Kleine lisdodde (respectievelijk *Typha latifolia* en *Typha angustifolia*). Grote en 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 in Fryslân. 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; Colbers *et al.*, 2017). Met name toepassing van de poreuze lisdoddestengels als isolatiemateriaal in de circulaire bouw is interessant als het gaat om schaalvergroting en het toewerken naar regionale transitie. Regionale onderneming Bouwgroep Dijkstra Draisma is om die reden betrokken binnen het project. Maar ook decoratieve toepassingen van lisdoddestengels zijn interessant, bijvoorbeeld in de vorm van biolaminaat of meubelpanelen (Figuur 2.1). Deze decoratieve lijn heeft hoofdzakelijk een promotietechnisch doel, om het project Better Wetter en het achterliggende gedachtegoed op een aansprekende manier onder de aandacht te brengen.



Figuur 2.1 Er bestaan vele mogelijkheden voor decoratieve verwerking van lisdodde. Zo maakt Studio Tjeerd Veenhoven binnen Better Wetter biolaminaat, waar door verschillende regionale ondernemers meubels van gemaakt kunnen worden. De meubels op de foto zijn producten door Hindrik en Gjalte Wester.

Grote en Kleine lisdodde verschillen 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). Ook zit er een verschil in dikte van de stam. Net onder de bloeiwijze is de stam van Grote lisdodde zo'n 3-7 mm dik, terwijl die van de Kleine lisdodde maar zo'n 2-3 mm dik is. Daarbij komt dat de bladeren van de Grote lisdodde worden gekenmerkt door een licht grijs-blauwe tint, die bij de bladeren van de Kleine lisdodde ontbreekt (Figuur 2.2).

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 (Figuur 2.2). Ook verschilt de hoogte waarop de bloeiwijze op de stengels wordt gevormd. Bij de Kleine

lisdodde zit de bloeiwijze meestal halverwege de stengel, terwijl bij de Grote lisdodde de bloeiwijze boven het midden van de stengel wordt gevormd.



Figuur 2.2 Grote lisdodde heeft bredere bladeren dan Kleine lisdodde, die worden gekenmerkt door een licht grijs-blauwe tint, die bij de bladeren van de Kleine lisdodde ontbreekt. 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 (Figuur uit Weeda et al., 1994).

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 geoxideerd. De laterale worteluitlopers in de rhizosfeer lopen ondergronds ver door. Ook 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 stevige 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 *et al.*, 2018) 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 *et al.*, 2018) gekenmerkt door een waterstand van ongeveer 40-45 centimeter, overeenkomstig met het gemiddelde zoals beschreven door Aulio (2014) (Tabel 2.1).

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).

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

	Grote lisdodde	Kleine lisdodde
Waterdiepte		
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
Better Wetter 2016-2017	range van 15 tot 40 cm,	range van 20 tot 65 cm,
(Mettrop <i>et al.</i> , 2018)	gemiddeld 28,9 cm	gemiddeld 43,1 cm
VIC (2016)	range -10 tot 20 cm	

2.3 Veenvossen: eigenschappen en groeiplaatscondities

Ook de teelt van veenmos biedt perspectieven. Veenmossen groeien niet bijzonder goed onder eutrofe condities, en het is voor veenmossen niet mogelijk om te groeien onder water. Dit biedt weinig mogelijkheden als het gaat om inundatie van voormalige landbouwgronden. Echter, veenmossen bieden onder plas-drasse condities in natuurgebieden andere mogelijkheden. Het vermogen om hun eigen habitat flink te verzuren draagt ertoe bij dat een interessant veenmos-habitat met bijbehorende flora en fauna blijft gewaarborgd, wat een meerwaarde is vanuit het perspectief van behoud van biodiversiteit. Daarbij komt dat de sterke 'sponswerking' van veenmossen zorgt voor mogelijkheden als het gaat om waterretentie. Ook kunnen veenmossen zelf boven de waterspiegel uitgroeien en zodoende zelfs, zij het zeer traag, zorgen voor veenopbouw. Voor veenmosteelt geldt dat de broeikasgas-huishouding al redelijk in kaart is gebracht. Duidelijk is dat deze teelten netto koolstof vastleggen in plaats van uitstoten (Beyer & Höper, 2015).

In de veenmosteelbedden binnen Better Wetter zijn hoofdzakelijk Fraai veenmos (*Sphagnum fallax*) en Gewoon veenmos (*Sphagnum palustre*) ingebracht. Dit zijn twee soorten die zich binnen het totale scala aan veenmossoorten bevinden aan de relatief voedselrijke kant, en om die reden wordt verwacht dat deze soorten zich het beste lenen voor veenmosteelt in een agrarische omgeving.

Over de productie, groeivoorwaarden, beheersvereisten en vermarktingsopties bestaan nog vragen. De toepassing van veenmossen voor productiedoeleinden lijkt minder lucratief te zijn dan van bijvoorbeeld lisdodde. Dat heeft ermee te maken dat de groeisnelheid erg laag is en er om die reden niet jaarlijks kan worden geoogst, en ook met het feit dat de afzetmogelijkheden (voornamelijk als bijmenging in potgrond) niet erg groot zijn.



Figuur 2.3 Fraai veenmos (*Sphagnum fallax*) groeit het best onder plas-dras condities met grote invloed van regenwater.

2.4 Overige natte teeltgewassen

Naast Grote en Kleine lisdodde en veenmossoorten komen er andere gewassen in beeld als het gaat om natte teeltvormen. Interessante opties zijn bijvoorbeeld Azolla-soorten (Kroosvarens), Wilde rijst, Mattenbies, Cranberries of eventueel combinaties van verschillende natte gewassen. Sinds begin 2020 wordt vanuit Van Hall-Larenstein geëxperimenteerd met de combinatie van veenmos met Cranberries. De resultaten van deze teeltvariant zijn nog niet beschikbaar. Op heel kleine schaal wordt sinds dit jaar in de demonstratiebedden bij het Brusplak in het Bûtefjild geëxperimenteerd met Mattenbies en Azolla.

2.5 Ecosysteemdiensten

Natte teelten kunnen meerdere ecosysteemdiensten vervullen. Hierbij gaat het om vermindering van bodemdaling, reductie van broeikasgasemissie in veenweidegebieden, waterzuiverend vermogen, levering van hernieuwbare grondstoffen (Veenmarktplaats), buffering van weersextremen (bijv. waterberging) en bijdragen aan biodiversiteit. In deze paragraaf worden de ecosysteemdiensten van natte teelt van lisdodde en veenmos nader onder de loep genomen, waarbij de bijdrage aan biodiversiteit nadrukkelijk aandacht krijgt. 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. Op basis van deze verschillende uitgangspunten zijn de meerwaarde voor biodiversiteit en overige ecosysteemdiensten in deze paragraaf verder uitgewerkt.

Lisdoddeteelt als 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 lisdoddeteelt 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 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. Hierbij is de vereiste dichtheid van de vegetatie zeer bepalend en sterk soortafhankelijk. 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 de Groene glazenmaker (beschermde) kunnen gebruik maken van lisdoddeplanten om eieren af te zetten (Lamers *et al.*, 2001).

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 lisdoddeteeltbedden, 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. 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 recent uitgevoerde studie van ten Dam en van Duinen (nog niet gepubliceerd) geeft meer inzicht in het gevolg van vernatting in het veenweidegebied voor de gemeenschap van geleedpotigen, waarbij gangbare productiegaslanden zijn vergeleken met paludicultuurpilots. Onder andere de Better Wetter teeltbedden met lisdodde in It Bûtefjild zijn in dit onderzoek meegenomen. Voor een eerdere Better Wetter-rapportage (Mettrop, 2020) 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 paludicultuurplots dan in een nabijgelegen graslandperceel. 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 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. In de paludicultuur plots waren binnen deze groep de Chironomidae (dansmuggen) aanzienlijk talrijker dan in de graslandpercelen. Grotere individuen waren voornamelijk kevers in graslanden en libellen in paludicultuur. Deze twee groepen waren dan ook het belangrijkste als het ging om totale biomassa in enerzijds grasland en anderzijds lisdoddeteelt (ten Dam & van Duinen, nog niet gepubliceerd). Figuren met resultaten van het betreffende onderzoek zijn te vinden in een uitwerking over natte teelten en biodiversiteit (Mettrop, 2020).

Deze resultaten laten zien dat inpassing van lisdoddeteelt leidt tot een aanvulling op het palet aan soorten onder de geleedpotigen in het veenweidelandschap. De inpassing van paludicultuurpercelen 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 ook veranderen.

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, kritische soorten zijn de voedselrijke omstandigheden op landbouwlocaties waarschijnlijk ongeschikt. Deze soorten werden enkel aangetroffen in groeiplaatsen met Grote lisdodde in natuurgebieden met lagere nutriëntenbeschikbaarheid.

Vogels

De hoge waterstand, vereist voor lisdoddeteelt, draagt 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 Watersnip, Porseleinhoen en Kievit (Wichtmann *et al.*, 2016). 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 slikgige 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 Noord-Holland). 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 kritische 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 Roerdampen 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).

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 dicht 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, Rietzanger, Snor of Baardman, zijn dichte velden met lisdodde niet aantrekkelijk.

Amfibieën en reptielen

In de pas aangelegde Better Wetter-teeltbedden, waar de lisdoddeplanten nog niet hoog en dicht op elkaar staan, worden in de zomer veel amfibieën waargenomen. Het gaat hoofdzakelijk om verschillende kikkersoorten (vooral Heikikkers). 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. Op deze open plekken komt veel zon en is het warm genoeg om eieren af te zetten. Als het gaat om optimale biomassaproductie, dan 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.

Natte teeltbedden met een waterstand boven maaiveld kunnen ook interessant zijn voor Ringslangen. Lisdoddeteeltbedden bieden in principe perspectieven voor de Ringslang als voedselgebied mits de stengeldichtheid niet te hoog wordt. Met name langs randen van teeltbedden, waar sprake is van open plekken, kan sprake zijn van geschikt biotoop. 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.

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 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-situaties kunnen russen (met name Pitrus en Veldrus) zich hardnekkig vestigen. Maar ook bij hoge waterstanden kunnen soorten zoals liesgras en mannagras goed ontwikkelen binnen teeltbedden met lisdodde, zo is gebleken uit eerdere pilotproeven binnen Better Wetter (Mettrop & Oosterveld, 2019).

Veenmosteelt: geschikt leefgebied voor moerasgebonden soorten?

Veenmosteeltbedden vormen voor aquatische macrofauna een minder geschikt habitat dan lisdoddeteeltbedden, aangezien er geen sprake is van een vlakdekkend waterkolom boven het maaiveld. Wel vormt de sloot, die is gegraven rond de Better Wetter-veenmosteeltbedden als regenwaterbuffer, een flinke waterkolom waarin helofyten groeien. Hier kunnen verschillende aquatische macrofaunasoorten 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. Aanvullend trekken de teeltbedden andere soorten aan die specifiek van het veenmoshabitat profiteren. Veenmosculturen kunnen hiermee bescherming bieden voor geleedpotigen die normaliter in hoogveengebieden voorkomen.

Met het oog op productie laten optimale veenmosteeltbedden 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 veenmosteeltbedden weinig te zoeken. De gracht rond de Better Wetterveenmosteeltbedden in

het Ottema-Wiersma vormt, samen met de relatief open vegetatiestructuur van de veenmosbedekking, wel een geschikte plek voor amfibieën. 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 zeldzame soorten 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.

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, Kleine en Ronde zonnedauw, Zomp- en Sterzegge en Rode dophei, die als 'onkruid' in veenmosakkers voorkomen. In het teeltbed in het Ottema-Wiersmareservaat zijn meerdere van deze soorten aangetroffen.

Waterzuiverend vermogen

Het sterke waterzuiverende vermogen van een lisdoddeteeltbed kan naar verwachting als ecosysteemdienst een grote positieve uitwerking hebben op de biodiversiteit van het watersysteem als geheel. 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.

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 macrofaunasoorten kan worden gezien als een indicator van de abiotische factoren (waaronder waterkwaliteit) en het functioneren van een ecosysteem (Keiper *et al.*, 2002). Met name vliedersoorten 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). Lisdodde 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.

Hydrologische bufferwerking op landschapsschaal

Natte teelten kunnen, mits ontplooid op grote schaal, een ruimtelijke buffer vormen in het landschap, waarmee de hydrologische omstandigheden voor natuur 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. Lisdoddebedden kunnen, mits op grote schaal aangelegd, functioneren als filter. Dit zorgt voor verbetering op lokaal niveau, zoals beschreven in de vorige paragraaf 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). Ook vanwege de resistentie van met name lisdoddesoorten tegen de meeste herbiciden is zo'n bufferzone rond waterlichamen in intensieve landbouwlandschappen interessant (Nordt *et al.*, 2020). Dit kan echter wel betekenen dat andere natuurwaarden van het open veenweidegebied (zoals weidevogels) hierdoor plaats zullen moeten maken voor moerasnatuur (Mettrop, 2020).

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 ordegrrootte 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 opnamecapaciteit 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 in vergelijking tot veenweide 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). Vooral 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).

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.

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. 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 plantensoorten. Afkoppeling van de polders heeft geleid tot verlies van ecologische verbinding met de omliggende boezemwateren, welke in het bijzonder belangrijk zijn voor vissen.

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 nog intacte 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 biomassaproductie 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.

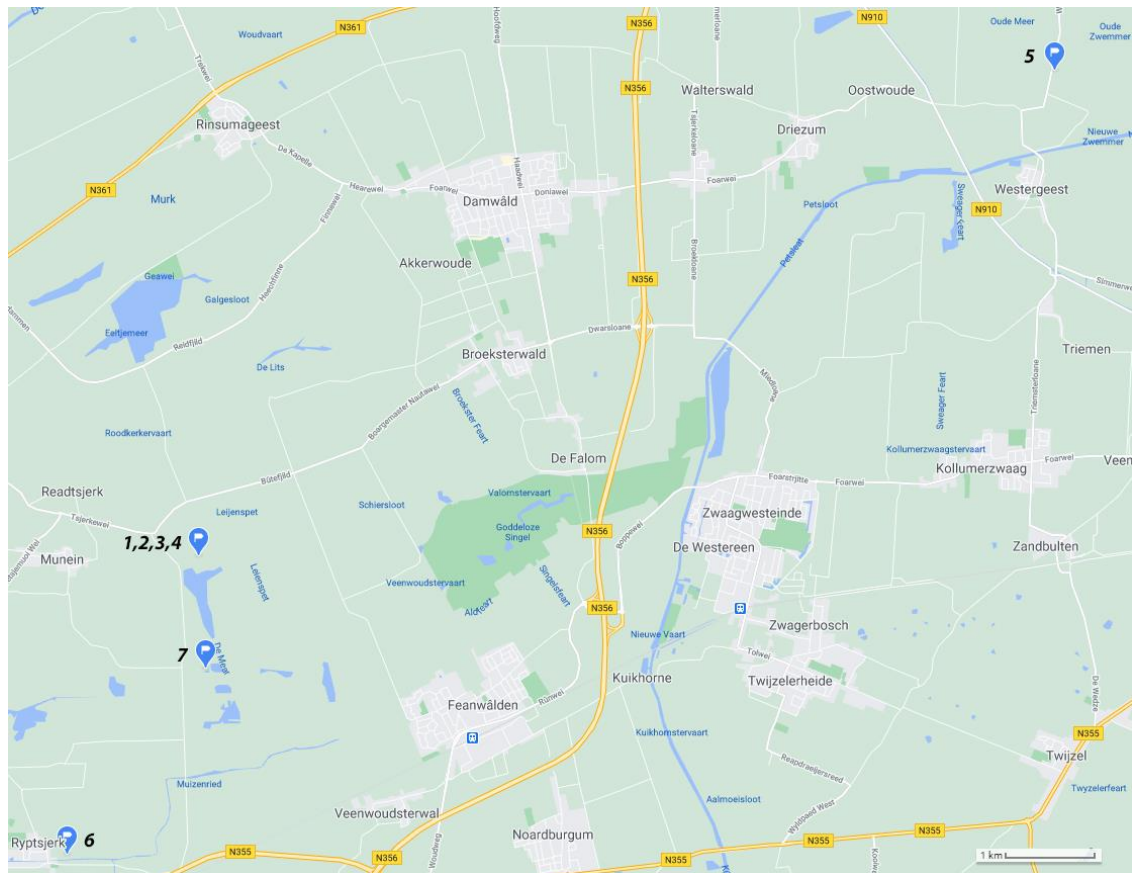
3 Proeflocaties, inrichting en methoden

3.1 Overzicht van alle proeflocaties

Tabel 3.1 toont een overzicht van experimentele teelt- en oogstlocaties binnen Fase 2. De ligging van de verschillende proeflocaties is weergegeven in Figuur 3.1. In het Bûtefjild zijn op het boerenland met veenondergrond van natuurboer Van der Ploeg drie verschillende proeflocaties met lisdodde ingericht (nrs. 1, 2 en 3) met verschillende manieren van inbreng van gewas, en verschillende waterdiepten. Op nabijgelegen boerenland van boer Damstra zijn aanvullend vier plots aangelegd waarin Grote en Kleine lisdodde nadrukkelijk zijn onderscheiden en de teeltbedden diepere waterstanden kennen dan bij van der Ploeg. Op een perceel van boer Hania in Westergeest is een lisdoddeveld aangelegd op een ondergrond van klei-op-veen. Nabij Ryptsjerk is op boerenland van boer van Eijden een lisdoddeveld aangelegd op veen. In het Ottema-Wiersma reservaat in het Bûtefjild is een teeltbed ingericht voor de experimentele teelt van veenmossen. Verder zijn er binnen het project twee grootschalige oogstlocaties meegenomen op natuurlijke groeiplaatsen in de Twijzelmieden en de Headamskampen (Alde Feanen). De verschillende kenmerken en resultaten van deze proeven worden nader toegelicht in hoofdstuk 4.

Tabel 3.1 Een overzicht van de experimentele teelt- en oogstlocaties binnen Better Wetter Fase 2. In figuur 3.1 staan de verschillende teeltlocaties met overeenkomende nummers aangegeven op kaart. In Hoofdstuk 4 worden de verschillende teeltlocaties op basis van onderstaande nummering in verschillende paragrafen besproken.

Experimentele teeltlocatie	Gebiedstype	Nr. + specificatie	Oppervlakte
Gebied natuurboer vd Ploeg (Bûtefjild)	Boerenland	1. Lisdoddeveld o.b.v. implant wortelstokken	450 m ²
		2. Lisdoddeveld o.b.v. inzaaien	450 m ²
		3. Lisdoddeveld o.b.v. inzaaien	540 m ²
Gebied boer Damstra (Bûtefjild)	Boerenland	4. Lisdoddeplots (4x) o.b.v. implant pluggen	900 m ²
Gebied boer Hania (Westergeest)	Boerenland	5. Lisdoddeveld o.b.v. implant pluggen	1600 m ²
Gebied boer Van Eijden (Ryptsjerk)	Boerenland	6. Lisdoddeveld o.b.v. implant pluggen	1600 m ²
Ottema-Wiersma reservaat (It Fryske Gea, Bûtefjild)	Natuurgebied	7. Veenmostteeltbed	600 m ²
<i>Totaal</i>			6140 m ²
Oogstlocatie	Gebiedstype	Specificatie	Oppervlakte
Twijzelmieden (Staatsbosbeheer)	Natuurgebied	Oogstlocatie lisdodde in natuurlijke groeiplaats	12.500 m ²
Headamskampen (It Fryske Gea)	Natuurgebied	Oogstlocatie lisdodde in natuurlijke groeiplaats	10.000 m ²
<i>Totaal</i>			22.500 m ²

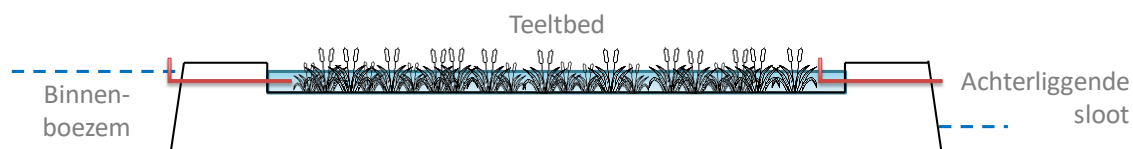


Figuur 3.1 Een overzicht van de experimentele teeltlocaties binnen Better Wetter, met nummers conform aangegeven in Tabel 3.1.

3.2 Aanleg en inrichting voor lisdoddeteelt

Het doorstroomprincipe

Voor alle verschillende experimentele lisdodde teeltbedden geldt dat deze zijn aangelegd volgens een 'doorstroomprincipe'. Vanuit een binnenboezem, of een sloot welke hierop is aangesloten, wordt eenvoudig water ingelaten door gebruik te maken van het peilverschil. Via een achterliggende sloot met lager peil kan gemakkelijk water worden afgevoerd uit het gehele systeem. Een schematische weergave van het gehanteerde principe is weergegeven in Figuur 3.2.



Figuur 3.2 Een schematische doorsnede van het doorstroom model van de ingerichte teeltbedden. Op de met rood aangegeven pvc-buizen zitten 'ellebogen' die kunnen worden gedraaid om water in dan wel uit te laten.

De in- en uitlaten kunnen eenvoudig tijdelijk worden afgesloten met behulp van pvc 'ellebogen'. Via deze constructie kan op eenvoudige, doch nauwkeurige wijze het waterpeil worden

gecontroleerd, ook onder extreme weersituaties. Een meer gedetailleerd inrichtingsplan van de teeltbedden in het Bûtefjild is te vinden in eerdere verslaglegging (Mettrop & Oosterveld, 2019).

Inbreng van lisdoddeplanten

Er is geëxperimenteerd met drie verschillende manieren van inbreng van lisdodde. Er zijn wortelstokken vanuit een elders aanwezige natuurlijke groeiplaats ingebracht, er zijn zaaiproeven uitgevoerd, en er zijn zogenaamde pluggen (voorgekweekte stekjes) ingeplant. De resultaten van deze proeven worden in Hoofdstuk 4 nader besproken. Voorafgaand aan de praktijkproeven is de reeds beschikbare informatie op een rij gezet. Onderstaande paragrafen voorzien in een beknopt overzicht van de belangrijkste bevindingen, en de manier waarop wij van deze informatie gebruik hebben gemaakt bij de inrichting van de teeltbedden.

Inplanten van wortelstokken

Het inplanten van wortelstokken heeft volgens eerder onderzoek een hoge kans van slagen. Voorwaarde is dat er bij elke wortelstok een knop (of 'oogje') zit bij de basis van de oude stengel waaruit nieuwe scheuten kunnen opkomen (Figuur 3.3), en dat er nog zo'n 20 centimeter van de oude stengel boven de oppervlakte uitsteekt. Dubbe *et al.* (1988) beschreven een overlevingspercentage van 95% na transplantatie en inplant van wortelstokken. Het gegeven dat de wortelstokken relatief tolerant zijn voor verschillende vochtcondities biedt voordelen. Het inplanten zelf kan geschieden onder plasdrasse condities, waardoor efficiënt kan worden gewerkt. Vervolgens kan de waterstand al relatief vroeg na het inplanten boven het maaiveld worden gezet, waardoor onkruiden weinig kans krijgen in de beginperiode na aanplant. Het is hierbij belangrijk dat de stengeldelen niet onder water komen te staan, omdat er risico's bestaan tot rotting als er water in komt.

Ristich *et al.* (1976) rapporteerden goede resultaten wanneer wordt ingeplant in de maand mei. De ontwikkeling vanuit wortelstokken is minder gevoelig voor koude omstandigheden dan ontkieming uit zaad en ontwikkeling van kiemplanten. Daarom is binnen onze teeltexperimenten geëxperimenteerd met het veel eerder in het seizoen inplanten van wortelstokken, namelijk reeds eind maart. Dit heeft als voordeel dat het gehele groeiseizoen optimaal kan worden gebruikt met als gevolg een zo groot mogelijke opbrengst. Ook Nordt *et al.* (2020) spreken over mogelijke inplant in maart.



Figuur 3.3 Uit de knoppen aan de basis van oude stengels kunnen met rap tempo nieuwe scheuten opkomen na het inplanten van wortelstokken. De methode van het inplanten van wortelstokken is daarom erg efficiënt gebleken.

De ervaring binnen de Better Wetter proeven heeft geleerd dat de waterstand niet te vroeg moet worden opgezet na het inplanten van wortelstokken. De ingeplante wortelstokken bleken bij waterstanden van boven de 10 centimeter direct na het inplanten namelijk te komen opdrijven vanwege de hoge concentratie lucht in de plantweefsels. Na zo'n twee weken bleken de ingeplante wortelstokken wel stevig genoeg aan de bodem gehecht dat de waterstand kan worden verhoogd tot boven de 10 centimeter.

Inzaaien

Lisdoddeplanten kunnen zeer grote hoeveelheden zaden produceren. Naar schatting kunnen er per bloeiwijze ('sigaar') voor Kleine lisdodde zo'n 100.000 tot 200.000 zaden per seizoen worden geproduceerd, en voor Grote lisdodde zijn dit er zo'n 300.000 tot 400.000 (Coops & van der Velde, 1995). Deze zaden zijn relatief gemakkelijk te verzamelen. In theorie zou, uitgaande van 100% ontkieming, één plant genoeg zaad kunnen leveren om zo'n 0.4 hectare met een dichtheid van 50 planten per vierkante meter te kunnen verwezenlijken. Echter, het grote manco van inzaaien is dat lang niet alle zaden succesvol kiemen, en dat maakt de methode betrekkelijk onbetrouwbaar. De resultaten uit verschillende veldexperimenten zijn dan ook zeer gevarieerd, aangezien het succes van kieming uit lisdoddezaad sterk afhankelijk is van verschillende milieuomstandigheden (Dubbe *et al.*, 1988).

Voor beide soorten lisdodde geldt dat de optimale omstandigheden voor kieming en ontwikkeling uit zaden zijn terug te brengen tot een combinatie van drie belangrijke, interacterende factoren:

1. Relatief hoge temperaturen (Bonnewell *et al.*, 1983; Lombardi *et al.*, 1997; Ekstam & Forseby, 1999; Heinz, 2012; Ter Heerdt, 2016)
2. Lage zuurstofconcentraties in waterverzadigde, geïnundeerde toestand (Bedish, 1967; Bonnewell *et al.*, 1983; Coops & van der Velde, 1995; Heinz, 2012; Ter Heerdt, 2016)
3. Langdurige blootstelling aan voldoende licht (Bonnewell *et al.*, 1983; Lombardi *et al.*, 1997)

De waterdiepte is voor alle drie de bovengenoemde voorwaarden voor ontkieming zeer bepalend. Niet alleen bepaalt de waterstand immers de vochtigheid, maar ook worden de zuurstofbeschikbaarheid, de lichtbeschikbaarheid en de mate van temperatuurschommelingen mede door de waterstand bepaald. De optimale situatie voor ontkieming voor zowel Grote als Kleine lisdodde wordt beschreven als ondiepe inundatie met een waterstand vlak boven maaiveld (Yeo, 1964; Heinz, 2012; Nordt *et al.*, 2020). Heinz (2012) heeft in een experimentele studie, gericht specifiek op de verschillen tussen Grote en Kleine lisdodde uit groeiplaatsen in Duitsland en Hongarije, aangetoond dat ontkieming bij lichte inundatie van 4 centimeter water optimaal verloopt voor beide soorten. Onder drogere condities is ontkieming van lisdoddezaden beperkt en kunnen andere soorten gaan domineren, zoals bijvoorbeeld riet (Ter Heerdt, 2016).

Voor de zaailingen die uit de ingezaaide zaden ontstaan, geldt vervolgens dat de waterstand niet te hoog moet worden. De verdere ontwikkeling van kiemplanten geschiedt het best onder plasdrasse condities of lichte mate van inundatie (Dubbe *et al.*, 1988). Aangezien deze kiemplanten voor wat betreft energie niet worden gevoed vanuit wortelstokken hebben zij voldoende licht nodig om te kunnen groeien. Dit betekent dat de waterdiepte niet te groot mag zijn, en dat er bovendien sprake moet zijn van helder water (Heinz, 2012). Lisdodde-teeltexperimenten vanuit de Technische Universiteit van München hebben laten zien dat kiemplantjes bij een waterdiepte van meer dan 5 centimeter niet goed meer konden ontwikkelen en afstierven (Pfadenhauer & Wild, 2001). De beperkte energievoorziening uit de zaden is dan niet meer toereikend om nog verder te groeien tot de wateroppervlakte (Heinz, 2012).

Heinz (2012) liet zien dat voor beide soorten lisdodde geldt dat de kans op ontkieming het grootst is bij een dagelijks fluctuerende temperatuur tussen 10 en 25°C. Zowel hogere als lagere temperaturen dan binnen deze range lieten lagere kansen op ontkieming zien. Andere experimenten met Grote lisdodde uit Minnesota, Verenigde Staten (Bonnewell *et al.*, 1983) en Italië (Lombardi *et al.*, 1997) lieten een nog hogere optimale temperatuur zien voor kieming van zaden, respectievelijk een constante temperatuur van 32°C en dagelijks fluctuerend tussen 20 en 30°C. Uit alle experimentele studies komt in ieder geval naar voren dat er sprake moet zijn van warme, zomerse condities.

De tijdsduur vanaf inzaaien tot kieming is sterk afhankelijk van de temperatuur. Bij de meest geschikte temperatuur (tussen 10 en 25°C) kunnen de eerste zaden al binnen enkele dagen ontkiemen (Lombardi *et al.*, 1997; Ekstam & Forseby, 1999). Bij een lagere dagelijks fluctuerende temperatuur tussen 5 en 15°C is de tijd vanaf inzaaien tot kieming reeds ca. 3x zo lang (Heinz, 2012). Dit is een belangrijk gegeven, aangezien bij lage initiële waterstanden ten behoeve van kieming een grote kans bestaat op ontwikkeling van onkruid. Als de lage temperatuur dan ook nog ongunstig is voor ontkieming en het daardoor extra lang duurt tot er kiemplantjes opkomen, dan zal er vergrassing optreden waardoor de kiemplantjes het niet zouden kunnen redden.

De beste tijd om in te zaaien is volgens de literatuur dus niet al te vroeg in het voorjaar. We hebben daarom gewacht met inzaaien van de teeltbedden tot eind april, zoals ook beschreven door Nordt *et al.*, (2020). Het inzaaien zelf is handmatig gedaan, simpelweg door middel van het verspreiden van zaden, die in de voorafgaande winter zijn verzameld uit planten in de omgeving van het Bûtefjild. De zaden zijn handmatig in gedroogde plukjes van circa 40 gram in de grond gedrukt met een dichtheid van 4 plukken per vierkante meter.

Inplanten van pluggen

Aanvullend is geëxperimenteerd met de inplant van voorgekweekte stekken (zogenaamde 'pluggen'), geleverd en ingeplant door de firma Gebroeders Visscher uit Genemuiden. De pluggen zijn met een dichtheid van vier pluggen per vierkante meter ingeplant in een laag van 5-10 cm water (Figuur 3.4). De pluggen van Grote lisdodde hadden bij inplant een lengte van ca. 15 cm en de pluggen van Kleine lisdodde een lengte van ca. 40 cm.



Figuur 3.4 In teeltbed nr. 3 zijn voorgekweekte pluggen geleverd en ingeplant door Gebr. Visscher uit Genemuiden.

3.3 Aanleg en inrichting voor veenmosteelt

Aan het eind van de zomer van 2017 zijn in het Ottema-Wiersema reservaat (It Fryske Gea) in het Bûtefjild op een stuk grasland met veel pitrus twee grootschalige teeltbedden aangelegd voor veenmosteelt. Deze teeltbedden zijn 100 meter lang en 6 meter breed, omgeven door een greppel van 1 meter breed welke in contact staat met een naastgelegen meertje via afsluitschuiven. Dit naastgelegen meertje staat in verbinding met de Falomsterboezem. Een gedetailleerde uitwerking van het inrichtingsplan is te vinden in Mettrop & Oosterveld (2019). De bovenste 20 centimeter is afgegraven in de teeltbedden om plas-dras condities te creëren en de hiermee gewonnen grond is gebruikt voor ophoging van de randzone. Het plaggen van de bovenlaag van de bodem was nodig, niet zozeer omwille van het verwijderen van nutriënten, maar vooral om de voorradige zaadbank van vooral grassoorten en pitrus te verwijderen.



Figuur 3.5 De teeltbedden zijn gegraven eind augustus 2017, vervolgens zijn de grachten geleidelijk met water volgelopen en is eind september 2017 het maaimengsel met veenmossen ingebracht onder plasdrasse condities.

Vervolgens is eind september 2017 een lading maaisel met veenmossen ingebracht in een van de twee teeltbedden. Dit materiaal was afkomstig uit naastgelegen Ottema-Wiersema veenmosrietland en verkregen met de maaiwerkzaamheden aldaar. Er zat veel *Sphagnum squarrosum* en *Sphagnum palustre* (respectievelijk Haakveenmos en Gewoon veenmos) in dit materiaal, maar helaas ook een grote hoeveelheid grassoorten. Een betrouwbare bepaling van de hoeveelheden en de verhouding aan soorten in het entmateriaal bleek niet goed mogelijk.

Het veenmos is op twee verschillende manieren ingebracht. In ongeveer één derde deel van de teeltbedden is het maaimengsel met veenmossen netjes verspreid, waardoor een vlakdekkend laagje van een centimeter over de gehele oppervlakte is verwezenlijkt. In het overige twee derde deel is het materiaal in grote, losstaande plukken gedeponeerd.

3.4 Monitoring van productie

In de lisdoddeteeltbedden wordt ieder jaar gedurende het groeiseizoen wekelijks gemeten: groeisnelheden van scheuten, dichtheid van scheuten, aanwezigheid van bloeiwijzen ('sigaren'), de waterstand, bedekking door 'onkruiden' en de aanwezigheid van ganzen of andere potentiële grazers op lisdodde. Voor de nrs. 1 t/m 3 in Tabel 3.1 worden deze metingen gedaan sinds begin 2017. Teeltbedden nrs. 4 t/m 6 in Tabel 3.1 zijn pas sinds begin van dit jaar in gebruik en worden dus pas sinds dit voorjaar gemeten.

Aanvullend zijn van de lisdoddestengels apart de lengte en het drooggewicht bepaald. Wanneer de relatie tussen lengte en drooggewicht goed genoeg duidelijk is, kan deze in combinatie met de dichtheid aan stengels worden gebruikt als 'proxy' voor de inschatting van productie van bovengrondse biomassa van een bepaald teeltbed, waarbij uitgegaan wordt van stengels in het najaar (oktober). Hierbij zijn bloeiwijzen niet meegenomen. In onderhavig verslag is alvast een set aan 20 metingen gebruikt voor een eerste bepaling van deze relatie. Gebaseerd op deze metingen is de volgende formule gebruikt voor een eerste inschatting van de productie in het najaar:

$$\text{bovengrondse biomassa (g ds/m}^2\text{)} = (0.12 * \text{lengte(cm)} - 2.2) * \text{dichtheid (n/m}^2\text{)}$$

In de eindrapportage (eind 2021) zal een grotere hoeveelheid gegevens worden gebruikt voor nauwkeuriger bepaling van de relatie tussen lengte en gewicht, om een betrouwbaarder inschatting van de najaarsopbrengst per teeltbed te kunnen maken.

Voor wat betreft veenmosteelt (nr. 7 in Tabel 3.1) wordt sinds eind 2017 jaarrond regelmatig gemeten aan veenmosbedekking, waterkwaliteit (pH, EGV over een gradiënt van inlaatwater, water in de aanvoersloot, water in de omringende gracht, en porievocht in het teeltbed), bedekking door overige soorten, en veenaangroei onder de levende moslaag (de zogenaamde catotelm).

4 Teeltresultaten lisdodde

In dit hoofdstuk worden de resultaten beschreven per teeltlocatie volgens de nummering zoals aangeduid in Tabel 3.1.

4.1 Lisdoddeveld nr. 1: inplant wortelstokken in het Bûtefjild (start 2017)

Omschrijving locatie en uitgangssituatie

Binnen lisdoddeveld nr. 1 op het land van natuurboer van der Ploeg wordt sinds begin 2017 de ontwikkeling gemonitord. Tabel 4.1 geeft een samenvatting van beschikbare locatiegegevens en teelttechnische zaken.

Tabel 4.1 Algemene informatie over de teeltlocatie lisdoddeveld nr. 1. * gegevens afkomstig van de Radboud Universiteit Nijmegen (monsters genomen op 19-07 2017).

Algemene locatiegegevens	
Naam locatie/eigenaar:	Bûtefjild/van der Ploeg
GPS coördinaten:	53.253646, 5.943044
Aantal jaren in gebruik:	4
Teeltoppervlakte:	10m*45m = 450 m ²
Water	
Bron inlaatwater:	Falomster (binnen)boezem
P (µmol L ⁻¹) inlaatwater*:	1,50
PO ₄ (µmol L ⁻¹) inlaatwater*:	0,38
P (µmol L ⁻¹) in waterkolom*:	Gemiddeld 1,36 (n=3)
PO ₄ (µmol L ⁻¹) in waterkolom*:	Gemiddeld 0,29 (n=3)
Bodem	
Bodemtype:	Veenlaag van gemiddeld 60 cm dik
Afgegraven toplaag t.b.v. aanleg:	20 cm
Organische stof op 0-10 cm diepte*:	Gemiddeld 72% (n=5)
Organische stof op 10-20 cm diepte*:	Gemiddeld 68% (n=5)
Olsen-P op 0-10 cm diepte (µmol L ⁻¹)*:	Gemiddeld 223,8 (n=5)
Olsen-P op 10-20 cm diepte (µmol L ⁻¹)*:	Gemiddeld 168,9 (n=5)
P _{totaal} op 0-10 cm diepte (mmol L ⁻¹)*:	Gemiddeld 6,9 (n=5)
P _{totaal} op 10-20 cm diepte (mmol L ⁻¹)*:	Gemiddeld 6,0 (n=5)
Teelttechnisch	
Ingebracht gewas:	Grote lisdodde en Kleine lisdodde
Aanleg teeltbedden:	begin maart 2017
Inbreng gewassen	eind maart 2017
Manier van inbreng:	inplant wortelstokken
Dichtheid inbreng:	4 wortelstokken per m ²
Gemiddelde waterstand:	11 cm ten opzichte van maaiveld (na afgraven)
Timing en frequentie oogst:	Jaarlijkse oogst in de winter, start pas na tweede groeiseizoen

Op basis van metingen door de Radboud Universiteit is voor deze locatie inzicht verkregen in de chemische eigenschappen van het water en de bodem. Een gedetailleerd beeld van de exacte monsterlocaties van water en bodem is terug te vinden in Mettrop & Oosterveld (2019). De Olsen-P concentratie per liter verse bodem is een goede maat voor de P-beschikbaarheid voor planten. Deze waarde wordt bepaald via een bicarbonaat-extractie van de bodem. Een

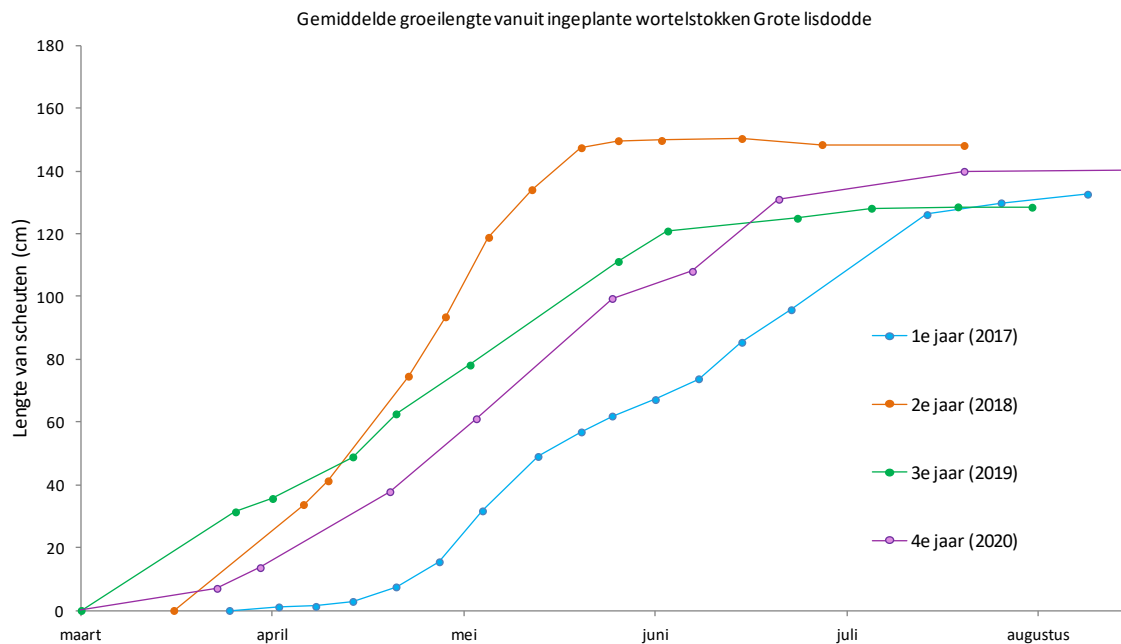
bruikbare indicatieve grenswaarde voor P-deficiëntie van bodems is een Olsen-P concentratie van 200-300 micromol P per liter verse bodem (Smolders *et al.*, 2011). Voor soortenrijke vegetatietypen van voedselarme gronden liggen de Olsen-P concentraties van de bodem meestal onder of rond dit niveau, maar in de toplaag van landbouwgronden liggen de waarden voor P-Olsen meestal ver boven deze grenswaarde. Tabel 4.1 laat zien dat in de voormalige landbouwgronden waarin onze teeltbedden zijn aangelegd de P-beschikbaarheid, na afgraven, uitermate meevalt. Ook de totaal-P concentraties van de bodems zijn van belang. Uit deze totaalvoorraad kan door bodemprocessen tijdens inundatie (reductie als gevolg van afname van zuurstofbeschikbaarheid) immers weer P vrijkomen in de plantbeschikbare P-fractie. De concentraties P_{totaal} in de bodem op deze locatie laten zien dat er wel behoorlijk wat P in de organische veenbodem gebonden zit, wat op termijn kan vrijkomen als gevolg van verhoging van de waterstand wordt verhoogd.

Groeiresultaten eerste groeiseizoen (2017)

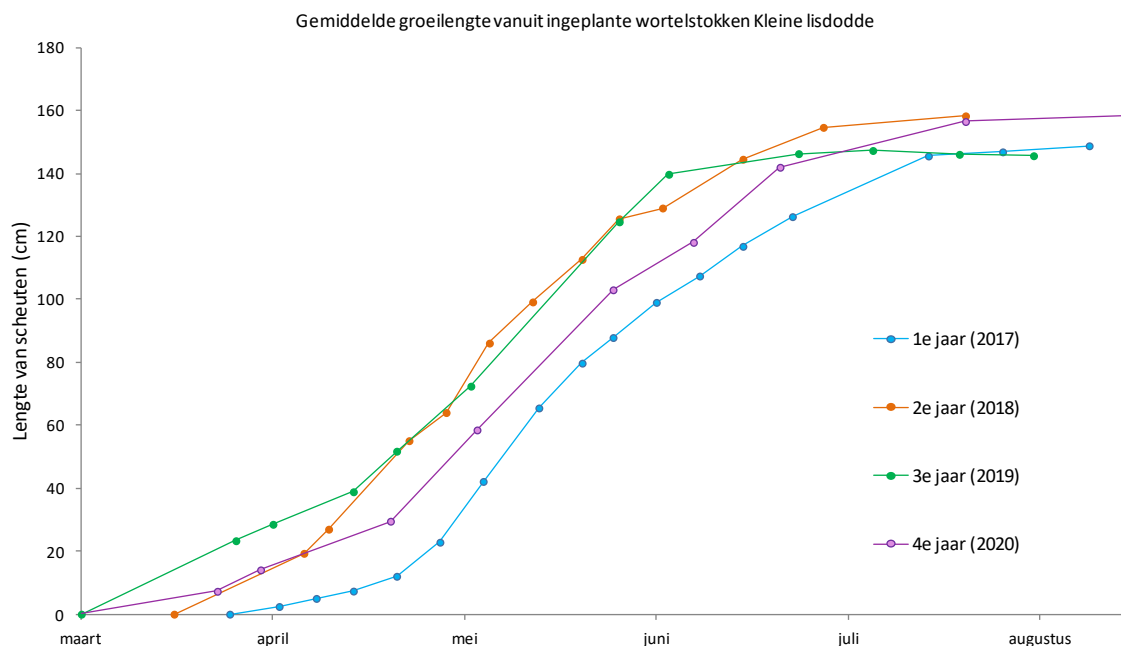
Hoewel eerdere onderzoeken rapporteerden over inplanten pas in mei (o.a. Ristich *et al.*, 1976) bleek het vroege inplanten van wortelstokken reeds eind maart 2017 geen problemen op te leveren. De groei van jonge scheuten vanuit wortelstokken kwam niet direct na inplant op gang. Pas na ongeveer 2 weken begonnen er jonge scheuten op te komen. Vanaf het moment waarop de gemiddelde dagtemperatuur begon toe te nemen, vroeg in mei 2017, liet de dagelijkse groei een flinke versnelling zien. Er bestaat zowel voor Grote als Kleine lisdodde een zeer duidelijke relatie tussen de opwarming in het voorjaar en de start van de groei (Postma, 2017). De snelheid van groei nam gedurende de maand mei enorm toe, tot maximaal 3 centimeter per dag. Na mei groeiden de individueel gemeten scheuten met zo'n 1,5 centimeter per dag door tot eind augustus. Nieuwe scheuten uit wortelstokken van Kleine lisdodde groeiden iets harder in de vroege zomer en werden uiteindelijk met een gemiddelde hoogte van bijna 1,5 meter iets hoger dan de scheuten van Grote lisdodde, die gemiddeld 1,3 meter hoog werden na het eerste jaar na inplant (Figuur 4.2 en 4.3).



Figuur 4.1 De groei van zowel Kleine lisdodde als Grote lisdodde was al in het eerste groeiseizoen na de inplant van wortelstokken succesvol in teeltbed nr.1.



Figuur 4.2 De lengte van nieuwe scheuten van Grote lisdodde uitgezet over de groeiseizoenen 2017, 2018, 2019 en 2020.



Figuur 4.3 De lengte van nieuwe scheuten van Kleine lisdodde uitgezet over de groeiseizoenen 2017, 2018, 2019 en 2020.

In dit eerste jaar kwamen uit 96% van de wortelstokken één of meer jonge scheuten tevoorschijn. Slechts 4% van de ingeplante wortelstokken was niet succesvol. Per ingeplante wortelstok Kleine lisdodde kwamen in de 12 weken na inplant gemiddeld zo'n 1.5 nieuwe scheuten omhoog. Voor Grote lisdodde lag dit gemiddelde iets lager op zo'n 1.25 scheuten per wortelstok. Echter, in juni 2017 was er sprake van een opmerkelijke opkomst van meer nieuwe jonge scheuten van beide soorten (Mettrop & Oosterveld, 2019). Het aantal scheuten voor

beide soorten nam toe met een factor van ca. 2.5. Uit de wortelstokken van Kleine lisdodde kwamen uiteindelijk gemiddeld meer dan 4 scheuten per wortelstok, en uit wortelstokken van Grote lisdodde zo'n 3 scheuten per wortelstok. Uitgedrukt per oppervlakte eenheid kwam de bedekking van Grote en Kleine lisdodde aan het eind van het eerste groeiseizoen op gemiddeld respectievelijk 15 en 18 scheuten per vierkante meter. Op basis van de eerder genoemde formule (paragraaf 3.4) is een inschatting gemaakt van de bovengrondse biomassaproductie van ca. 2.1 en 2.8 ton droge stof per hectare voor respectievelijk Grote en Kleine lisdodde. Dit is niet een bijzonder hoge opbrengst. Deze lage inschatting komt redelijk overeen met andere inschatting in hetzelfde teeltbed van 1,6 ton droge stof per hectare, waarbij Grote en Kleine lisdodde zijn samengenomen (berekend op basis van metingen van Zeephat, 2018).

Tabel 4.2 Groeiresultaten (gemiddelden) per jaar van Grote lisdodde (*Typha latifolia*) en Kleine lisdodde (*Typha angustifolia*) in teeltbed nr. 1. * inschatting oogst in het najaar op basis van de formule in paragraaf 3.4.

Jaar	1 ^e jaar (2017)		2 ^e jaar (2018)		3 ^e jaar (2019)		4 ^e jaar (2020)	
Soort <i>Typha</i>	<i>Latifolia</i>	<i>Angustifolia</i>	<i>Latifolia</i>	<i>Angustifolia</i>	<i>Latifolia</i>	<i>Angustifolia</i>	<i>Latifolia</i>	<i>Angustifolia</i>
Lengte (cm) (n=40):	133	149	148	158	129	146	140	158
Dichtheid per m ² (n=5):	15	18	26	38	23	38	25	34
Inschatting biomassa* (ton d.s./ha)	2,1	2,8	4,0	6,4	3,1	6,0	3,7	5,7

Groeiresultaten tweede groeiseizoen (2018)

Vanuit de succesvolle wortelstokken van 2017 lieten zowel Grote als Kleine lisdodde in 2018 een aanzienlijk snellere groei zien dan in het jaar daarvoor. Door Grote lisdodde werd reeds eind mei een stabiele lengte van zo'n 1.50 meter bereikt. Deze stabiele situatie werd in het eerste jaar pas twee maanden later bereikt. De scheuten van Grote lisdodde werden in 2018 zo'n 20 centimeter hoger dan in 2017. De groei van Kleine lisdodde liep in het tweede jaar iets achter op die van Grote lisdodde, maar uiteindelijk werden de scheuten van Kleine lisdodde, net als in 2017, toch gemiddeld net wat hoger dan die van Grote lisdodde. De tropische temperaturen in de zomer van 2018 vormen een plausibele verklaring voor de snelle groei van beide soorten ten opzichte van 2017. Wellicht is ook het feit dat de wortelstokken waaruit de scheuten groeiden er al een jaar eerder succesvol stonden een verklaring voor de snellere groei in 2018. In het tweede jaar was het aantal uitlopers in de bodem, waaruit scheuten konden groeien, vele malen groter dan in het eerste jaar na inplant. Het aantal jonge scheuten per vierkante meter viel dan ook na het tweede groeiseizoen veel hoger uit (Tabel 4.2). De ingeschatte opbrengst na dit tweede groeiseizoen bedroeg 4,0 en 6,4 ton droge stof per hectare voor respectievelijk Grote en Kleine lisdodde. Deze resultaten komen overeen met de inschatting van 4-5 ton droge stof per hectare door Paetzel (2018) in hetzelfde teeltbed, waarbij Grote en Kleine lisdodde zijn samengenomen.

Groeiresultaten derde groeiseizoen (2019)

In 2019 begonnen zowel Kleine als Grote lisdodde nog vroeger in het voorjaar met groeien dan in 2018. Dit heeft er waarschijnlijk mee te maken dat de maanden februari en maart in 2019 aanzienlijk warmer waren dan in 2018 (data KNMI). De groeisnelheden waren over het gehele groeiseizoen bezien wel overeenkomstig met voorgaande jaren. Wederom werden de stengels van Kleine lisdodde uiteindelijk iets langer dan die van Grote lisdodde. Over het algemeen genomen werden de lisdoddestengels in 2019 iets minder lang dan in 2018. De ingeschatte bovengrondse biomassa van ca. 3.1 en 6.0 ton droge stof per hectare voor respectievelijk Grote en Kleine lisdodde viel ook lager uit dan in 2018 (Tabel 4.2). Dit zou met de lagere waterstand in de teeltbedden te maken kunnen hebben, als gevolg van de droogte en de

lagere waterstand in de aangesloten binnenboezem. Gedurende een periode van bijna een maand is de waterstand in de teeltbedden niet hoger geweest dan zo'n 5 tot 10 centimeter. Als gevolg van de drogere omstandigheden in 2019 is er veel meer onkruid ontstaan dan in voorgaande jaren. Met name de rappe ontwikkeling van Pitrus begon in 2019 licht problematisch te worden. De hogere waterstanden in de winter van 2019-2020 hebben niet gezorgd voor een afname van Pitrus ontwikkeling ten gunste van lisdodde. Om die reden zijn handmatig in het prille voorjaar van 2020 een aandeel van de Pitrus planten verwijderd. Duidelijk is in ieder geval geworden dat het waarborgen van een waterstand van minimaal 20 centimeter in de teeltbedden belangrijk is om Pitrus dominantie te voorkomen, zeker gedurende de zomer.

Groeiresultaten vierde groeiseizoen (2020)

Het vierde groeiseizoen liet voor beide soorten geen opvallende ontwikkelingen zien. De groeisnelheden en timing waren over het gehele groeiseizoen bezien overeenkomstig met voorgaande jaren (Figuur 4.3). De stengels van Kleine lisdodde werden ook nu iets langer dan die van Grote lisdodde (Tabel 4.2). De ingeschatte bovengrondse biomassa opbrengst was ook vergelijkbaar met eerdere seizoenen. De grote hoeveelheid Pitrus en andere ongewenste soorten die zich in 2019 hebben ontwikkeld, zijn als gevolg van de relatief hoge waterstanden tijdens het groeiseizoen in 2020 niet verdwenen. Sterker nog, deze ontwikkeling is verder gegaan met als gevolg een nog grotere bedekking op schaal van het hele teeltbed. Gezien de beperking in peilopzet, vanwege de afhankelijkheid van het boezempeil, is het maar de vraag of deze ontwikkeling door middel van waterstandverhoging kan worden teruggedraaid. Het lijkt erop dat de teeltbedden toch iets dieper hadden moeten worden afgegraven, om wanneer noodzakelijk een hogere waterstand te kunnen waarborgen zonder gebruik te hoeven maken van een pompsysteem.

Overige opmerkingen

Om ook iets te weten te komen over mogelijkheden en gevolgen van tussentijdse oogst is zowel in 2018 als 2019 van een selectie van planten in begin juni de biomassa boven water afgeknijpt. Na het afknippen viel een opmerkelijk snelle groei waar te nemen van maximaal 5 centimeter per dag, waardoor na circa vier weken de afgeknijpte planten wederom een vergelijkbare hoogte hadden als de niet afgeknijpte planten. Dit zou kunnen betekenen dat tussentijdse oogst in juni zonder problemen aanvullende jaarlijkse oogst oplevert. Het lijkt niet zo te zijn dat de vitaliteit van deze planten op lange termijn lager uitvalt, of dat de productie van worteluitlopers bij deze planten lager is geweest door het afknippen, met als gevolg een lagere productie in het volgende jaar.

Een opvallend verschil tussen de afzonderlijke jaren was ten slotte het aantal bloeiwijzen. Van alle planten die zijn gevolgd in hun groei is in alle jaren ook bijgehouden of deze wel of geen bloeiwijze produceerden. In het eerste jaar, 2017, produceerden slechts circa 1,5% van de planten een bloeiwijze. In de drie daaropvolgende jaren had maar liefst 25-30% van de planten een bloeiwijze, dat is bijna twintig keer zo veel.

4.2 Lisdoddeveld nr. 2: inzaaien in het Bûtefjild (start 2017)

Omschrijving locatie en uitgangssituatie

Binnen lisdoddeveld nr. 2 op het land van natuurboer van der Ploeg wordt sinds begin 2017 de ontwikkeling gemonitord. Tabel 4.3 geeft een samenvatting van beschikbare locatiegegevens en teelttechnische zaken. Ook in dit tweede teeltbed bij van der Ploeg is op basis van metingen door de Radboud Universiteit inzicht verkregen in de chemische eigenschappen van het water

en de bodem. De biogeochemische eigenschappen verschillen niet noemenswaardig van teeltbed nr. 1.

Tabel 4.3 Algemene informatie over de teeltlocatie lisdoddeveld nr. 2. * gegevens afkomstig van de Radboud Universiteit Nijmegen (monsters genomen op 19-07 2017).

Algemene locatiegegevens	
Naam locatie/eigenaar:	Bûtefjild/van der Ploeg
GPS coördinaten:	53.253843, 5.943625
Aantal jaren in gebruik:	4
Teeltoppervlakte:	10m*45m = 450 m ²
Water	
Bron inlaatwater:	Lisdoddeveld nr.1, welke wordt gevoed vanuit de Falomster (binnen)boezem
P (µmol L ⁻¹) inlaatwater*:	Gemiddeld 1,36 (n=3)
PO ₄ (µmol L ⁻¹) inlaatwater*:	Gemiddeld 0,29 (n=3)
P (µmol L ⁻¹) in waterkolom*:	Gemiddeld 1,39 (n=3)
PO ₄ (µmol L ⁻¹) in waterkolom*:	Gemiddeld 0,31 (n=3)
Bodem	
Bodemtype:	Veenlaag van gemiddeld 60 cm dik
Afgegraven toplaag t.b.v. aanleg:	20 cm
Organische stof op 0-10 cm diepte*:	Gemiddeld 68% (n=5)
Organische stof op 10-20 cm diepte*:	Gemiddeld 67% (n=5)
Olsen-P op 0-10 cm diepte (µmol L ⁻¹)*:	Gemiddeld 278,2 (n=5)
Olsen-P op 10-20 cm diepte (µmol L ⁻¹)*:	Gemiddeld 194,1 (n=5)
P _{totaal} op 0-10 cm diepte (mmol L ⁻¹)*:	Gemiddeld 8,2 (n=5)
P _{totaal} op 10-20 cm diepte (mmol L ⁻¹)*:	Gemiddeld 7,5 (n=5)
Teelttechnisch	
Ingebracht gewas:	Grote lisdodde
Aanleg teeltbedden:	begin maart 2017
Inbreng gewas:	eind april 2017
Manier van inbreng:	inzaaien door gedroogde plukjes zaad van circa 40 gram in de grond te drukken
Dichtheid inbreng:	4 plukken per m ²
Gemiddelde waterstand:	11 cm ten opzichte van maaiveld (na afgraven)
Timing en frequentie oogst:	Jaarlijkse oogst in de winter, start pas na tweede groeiseizoen

Groeieresultaten eerste groeiseizoen (2017)

De ervaring met het opzetten van een teeltbed vanuit zaad is geen onverdeeld succes gebleken. Ten eerste duurde het erg lang voordat er überhaupt sprake was van kiemplantjes (Figuur 4.4). Op 18 april 2017 is er ingezaaid, maar pas in juni werden de eerste bosjes ondergedoken kiemplantjes zichtbaar volgens het raster waarin de zaadpluizen in de bodem waren gedrukt. Tegen het einde van juni pas kwamen de eerste plantjes boven het waterniveau uit. Helaas was er tegen deze tijd ook al een hoop Mannagras en Riet in het teeltbed terechtgekomen, wat een groeibelemming kan hebben gevormd voor de opkomende lisdodde kiemplantjes vanwege competitie om licht. Pas in juli 2017 kwamen de kiemplanten in een groeiversnelling en werden de lisdodde planten echt goed herkenbaar (Figuur 4.4). De kleine kiemplantjes die begin juni 2017 onder water opkwamen in de ingezaaide teeltbedden hadden kleine, fragiele bladeren die gedurende een week op het wateroppervlak dreven voordat de bladeren boven het water uit omhoog gingen groeien. Heinz (2012) constateerde dit eveneens bij kiemplantjes die onder water opkwamen voor beide soorten lisdodde. Deze vroege, drijvende bladeren zijn essentieel in het eerste stadium direct na kieming en kunnen slecht tegen droge condities (Coops & van der Velde, 1995). Op de plekken waar zaden tot

ontkieming kwamen, ontstonden zeer grote hoeveelheden zaailingen, waarvan uiteindelijk maar een klein aantal uitgroeide tot kiemplanten die boven het water uitstaken. Ook in het onderzoek van Heinz (2012) werd dit waargenomen. Dichte bosjes van meer dan 100 zaailingen per vierkante meter stabiliseerden uiteindelijk tot zo'n 25 jonge scheuten per vierkante meter.



Figuur 4.4 Het inzaaien in de teeltbedden van Better Wetter vond plaats op 18 april 2017. Vervolgens duurde het lang voordat de eerste kiemplantjes kwamen en deze groeiden niet erg snel.

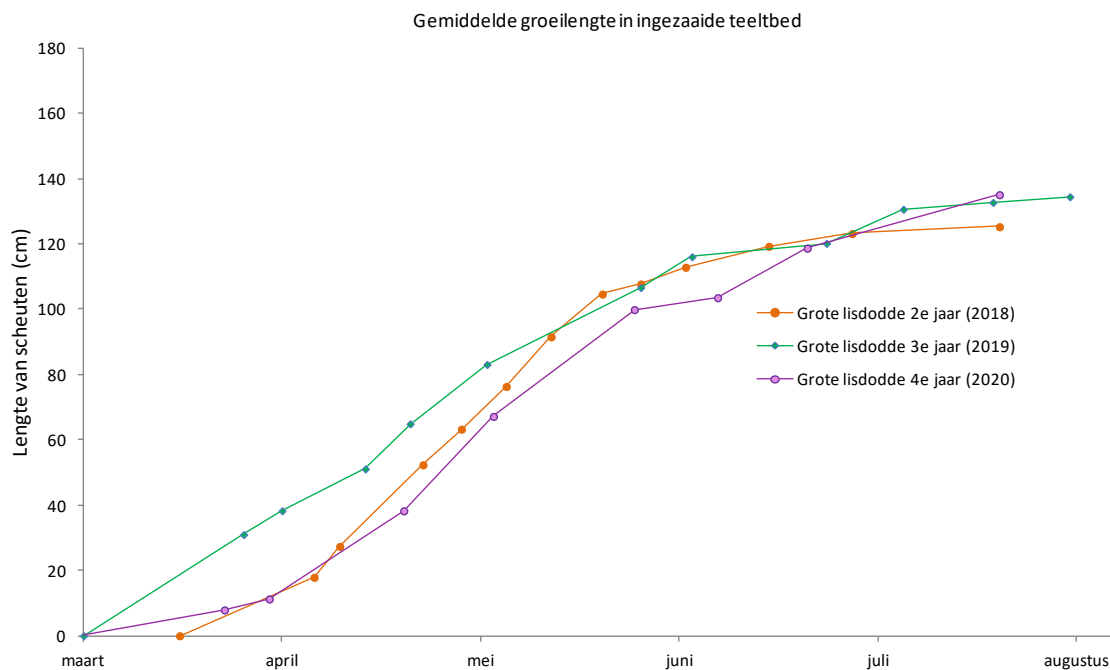
Groeiresultaten tweede groeiseizoen (2018)

In het tweede jaar na inzaaien groeiden de nieuwe scheuten in het ingezaaide teeltbed aanzienlijk sneller en vroeger dan in het eerste jaar (Figuur 4.5). Er was nu immers sprake van groei vanuit energierijke wortelstokken, die waren gevormd in het jaar daarvoor. De groeicurve vertoonde zeer veel gelijkenis met de groeicurve in het ingeplante teeltbed nr.1 in het eerste jaar (2017). Dit betekent in feite dat de methode van inzaaien, zijnde niet arbeidsintensief en dus goedkoper dan inplanten, als nadeel heeft dat men een geheel groeiseizoen achterloopt ten opzichte van het inplanten van wortelstokken. Deze resultaten worden bevestigd in andere veldstudies met lisdoddeteelt, zoals uitgevoerd door KTC Zegveld (Geurts *et al.*, 2017). Met de toename van dichtheid en groeisnelheid viel ook de uiteindelijke inschatting van bovengrondse biomassa hoger uit dan na het eerste groeiseizoen (Tabel 4.4), maar net zoals in teeltbed nr. 1 viel de opbrengst tegen. Ook in dit teeltbed is er duidelijk sprake van een limiterende factor. De groeiende scheuten in het ingezaaide teeltbed lieten in het tweede jaar een interessante verspreiding zien. Op de diepste stroken van het ingezaaide teeltbed stonden de meeste lisdoddeplanten, en de minste overige soorten (Figuur 4.6). Dit zou kunnen betekenen dat inundatie echt noodzakelijk is voor succesvolle ontwikkeling via ontkieming van lisdodde uit zaad. Het zou ook te maken kunnen hebben met het feit dat hier net wat meer bodem is afgegraven, waardoor minder sprake is van nalevering of concurrentie vanuit een zaadbank uit het verleden.

Groeiresultaten derde groeiseizoen (2019)

Het groeiseizoen van 2019 liet een vergelijkbare curve zien voor groeiresultaten in het ingezaaide teeltbed als in 2018, met een gemiddelde stengellengte van zo'n 1,4 meter (Figuur 4.5). Ook hier zagen we dat de scheuten opmerkelijk eerder in het seizoen begonnen met groeien dan in 2018, wat hoogstwaarschijnlijk te maken heeft met het feit dat de maand maart in 2019 aanzienlijk warmer was dan in 2018. De gemiddelde lengte van 1,5 meter en bescheiden biomassaproductie (Tabel 4.4) indiceert suboptimale groeiomstandigheden. Grote lisdodde kan immers wel twee keer zo hoog worden. De duidelijke scheiding tussen het iets diepere deel en het drooggevalen deel ten tijde van inzaaien, zoals beschreven voor 2018, is ook in 2019 nog zichtbaar. De open ruimte die was ontstaan in het ondiepe gedeelte waar

geen lisdodde opkwam (rechts in de foto van figuur 4.6) was voor een groot gedeelte volgroeid met hoofdzakelijk Pitrus.



Figuur 4.5 De lengte van nieuwe scheuten van Grote lisdodde na inzaaien, uitgezet over het tweede, derde en vierde groeiseizoen (2018-2020).



Figuur 4.6 Teeltbed nr. 2, met ingezaaide Grote lisdodde, liet in het tweede jaar na aanleg (2018) in de diepere delen (links) een veel betere groei zien dan in de minder diepe delen (rechts).

Groeiresultaten vierde groeiseizoen (2020)

De groeicurve van het vierde groeiseizoen zag er vergelijkbaar uit met die van de eerdere jaren (Figuur 4.5). De planten werden niet hoger dan 1,4 meter, wat erop duidt dat de omstandigheden wederom niet optimaal waren. De verspreiding van planten liet wel een

opmerkelijke ontwikkeling zien. De grote open plekken op de minder diepe delen van het teeltbed zijn in 2020 volgegroeid. Echter niet door de oorspronkelijk ingezaaide Grote lisdodde, maar voor een groot gedeelte door Kleine lisdodde met hoge dichtheid (Figuur 4.7, Tabel 4.4). Dit is een opmerkelijke ontwikkeling, die nog niet goed valt te verklaren. Er is echter ook nog steeds sprake van open plekken in het teeltbed, waardoor de totale bedekking niet hoog uitvalt.



Figuur 4.7 Waar teeltbed nr. 2, in de eerste drie jaren na aanleg grote open plekken liet zien in de minder diepe delen (Figuur 4.6), nam de bedekking met Kleine lisdodde in het vierde groeiseizoen aanzienlijk toe.

Tabel 4.4 Groeieresultaten (gemiddelden) per jaar in teeltbed nr. 2. * inschatting oogst in het najaar op basis van de formule in paragraaf 3.4. #betreft de dichtheid allen in het gedeelte waarin Kleine lisdodde is opgekomen, dus niet gemeten over het gehele teeltbed.

Jaar	2 ^e jaar (2018)	3 ^e jaar (2019)	4 ^e jaar (2020)	
Soort <i>Typha</i>	<i>Latifolia</i>	<i>Latifolia</i>	<i>Latifolia</i>	<i>Angustifolia</i>
Lengte (cm) (n=40):	125	134	135	148
Dichtheid per m ² (n=5):	14	18	20	38 [#]
Inschatting biomassa* (ton d.s./ha)	1,8	2,5	2,8	5,9

Overige opmerkingen

Bij het inzaaien in 2017 is ook de optie van het inbrengen van zaden via vermenging in bagger toegepast, maar deze methode is niet succesvol gebleken. Dit heeft vermoedelijk te maken met de zeer lage lichtbeschikbaarheid wanneer het zaad via bagger wordt ingebracht.

4.3 Lisdoddeveld nr. 3: inzaaien in het Bûtefjild (start 2020)

Omschrijving locatie en uitgangssituatie

Lisdoddeveld nr. 3 op het land van natuurboer van der Ploeg was in eerste instantie een proef met inplant van pluggen, maar sinds begin 2020 is hier een zaaiproef gestart vanwege de slechte ontwikkeling in 2019. Het langwerpige teeltbed was in juli 2019 aangelegd en in augustus ingeplant met voorgekweekte pluggen (Mettrop & Oosterveld, 2019). Ondanks de goede groei in het eind van de zomer van 2019 hadden de plantjes niet genoeg tijd om groot en sterk genoeg te worden voor de winter. De lisdoddeplantjes zijn tijdens de winterperiode van eind 2019 dan ook volledig verdwenen, vermoedelijk als gevolg van een najaarsstorm met

bijbehorende waterbeweging in het teeltbed. Hieruit is geleerd dat het inplanten van pluggen vroeg in het jaar dient te gebeuren. In de nazomer is het hiervoor te laat.

Begin 2020 is in dit teeltbed een nieuwe proef gestart, waarvan in deze paragraaf de resultaten worden gepresenteerd. Het gaat hier niet meer om een proef met pluggen, maar om een inzaaiproef. Tabel 4.5 geeft een samenvatting van beschikbare locatiegegevens en teelttechnische zaken.

Tabel 4.5 Algemene informatie over de teeltlocatie Iisdoddeveld nr. 3. * gegevens afkomstig van de Radboud Universiteit Nijmegen (monsters genomen op 19-07 2017).

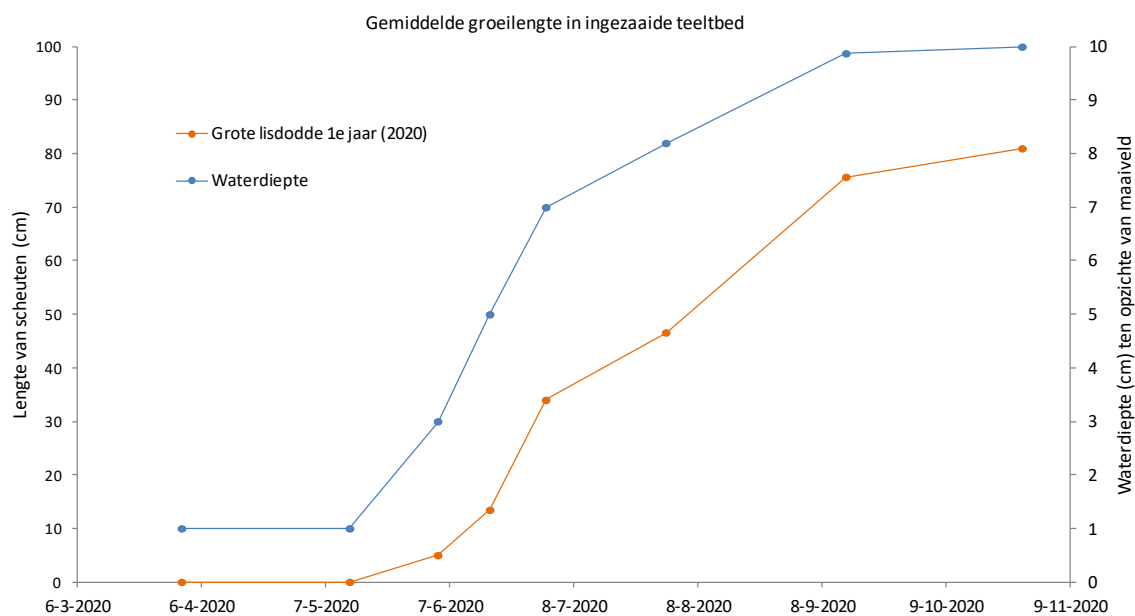
Algemene locatiegegevens	
Naam locatie/eigenaar:	Bûtefjild/van der Ploeg
GPS coördinaten:	53.253833, 5.943247
Aantal jaren in gebruik:	1
Teeltoppervlakte:	6m*90m = 540 m ²
Water	
Bron inlaatwater:	Falomster (binnen)boezem
P (µmol L ⁻¹) inlaatwater*:	1,50
PO ₄ (µmol L ⁻¹) inlaatwater*:	0,38
Bodem	
Bodemtype:	Veenlaag van gemiddeld 60 cm dik
Afgegraven toplaag t.b.v. aanleg:	35 cm
Teelttechnisch	
Ingebracht gewas:	Grote Iisdodde
Aanleg teeltbedden:	juli 2019
Inbreng gewas:	begin april 2020
Manier van inbreng:	inzaaien door middel van handmatige verstrooiing
Dichtheid inbreng:	circa 100 gram gedroogde plukjes zaad per m ²
Gemiddelde waterstand:	laag (6 cm t.o.v. maaiveld) ivm zaailingen, komend jaar hoger
Timing en frequentie oogst:	Nog niet geoogst

Groeiresultaten eerste groeiseizoen (2020)

Net zoals in teeltbed nr. 2 duurde het na inzaaien lang voordat er sprake was van kiemplantjes. Begin april 2020 is er ingezaaid, maar pas eind mei/begin juni werden de eerste zaailingen zichtbaar. In juli kwamen de plantjes in een groeiversnelling, om in het najaar uit te komen op een gemiddelde hoogte van net boven de 80 centimeter (Figuur 4.8). Dat is niet bijzonder hoog, en het is de vraag of de planten goed genoeg ontwikkeld zijn om de winterperiode te overbruggen. Naar verwachting zal de opbrengst komend jaar aanzienlijk toenemen, zoals ook te zien was in de zaai-proef van teeltbed 2. De waterstand is gecontroleerd omhoog gebracht, waarbij rekening is gehouden met de ontwikkeling van de zaailingen. Vanaf het moment van inzaaien is een plasdras-situatie aangehouden (+/-1cm boven maaiveld). Vanaf het moment dat er kiemplantjes opkwamen is de waterstand heel geleidelijk over het groeiseizoen verhoogd naar 10 cm boven maaiveld (Figuur 4.8), met als resultaat een succesvolle opkomst met hoge dichtheid.

Tabel 4.6 Groeieresultaten (gemiddelden) per jaar van Grote lisdodde (*Typha latifolia*) in teeltbed nr. 3. * inschatting opbrengst in het najaar op basis van de formule in paragraaf 3.4

Jaar	1 ^e jaar (2020)
Soort <i>Typha</i>	<i>Latifolia</i>
Lengte (cm) (n=15):	81
Dichtheid per m ² (n=10):	18
Inschatting biomassa* (ton d.s./ha)	1,4



Figuur 4.8 De lengte van nieuwe scheuten van Grote lisdodde na inzaaien in het eerste groeiseizoen (2020), evenals de waterdiepte ten opzichte van het maaiveld (na afgraven).

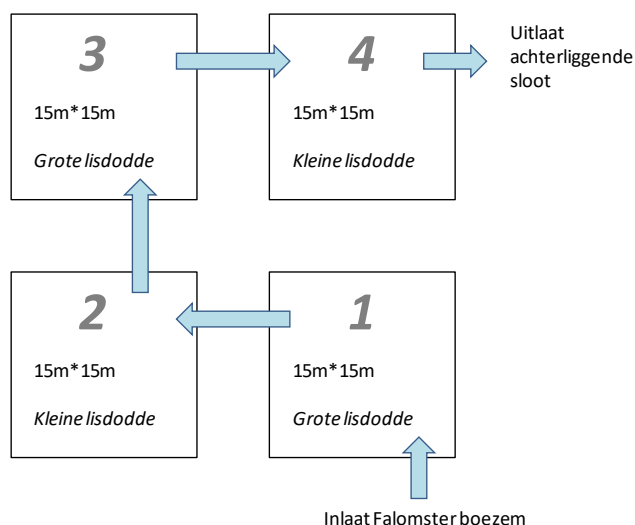


Figuur 4.9 De inzaaioproef in lisdoddeveld nr. 3 was, in tegenstelling tot lisdoddeveld nr. 2, wel succesvol en leidde tot een hoge dichtheid van Grote lisdoddescheuten door de waterstand geleidelijk en gelijktijdig met de groei van zaailingen te verhogen. Foto genomen in september 2020.

4.4 Lisdoddeveld nr. 4: inplant voorgekweekte pluggen in het Bûtefjild (start 2020)

Omschrijving locatie en uitgangssituatie

Binnen lisdoddeveld nr. 4 op het land van boer Damstra wordt sinds begin 2020 de ontwikkeling gemonitord. De teeltlocatie bestaat uit vier verschillende plots, die met elkaar in verbinding staan. Het ingelaten water uit de Falomster boezem stroomt in volgorde van de nummers in Figuur 4.10 door de plots. In twee plots is Grote lisdodde ingeplant (nrs. 1 en 3) en in twee plots is Kleine lisdodde ingeplant (nrs. 2 en 4). Tabel 4.7 geeft een samenvatting van beschikbare locatiegegevens en teelttechnische zaken.



Figuur 4.10 Een schematische weergave van het doorstromingsprincipe van de plots binnen lisdoddeveld nr. 4.

Tabel 4.7 Algemene informatie over de teeltlocatie lisdoddeveld nr. 4. * gegevens afkomstig van de Radboud Universiteit Nijmegen (monsters genomen op 19-07 2017).

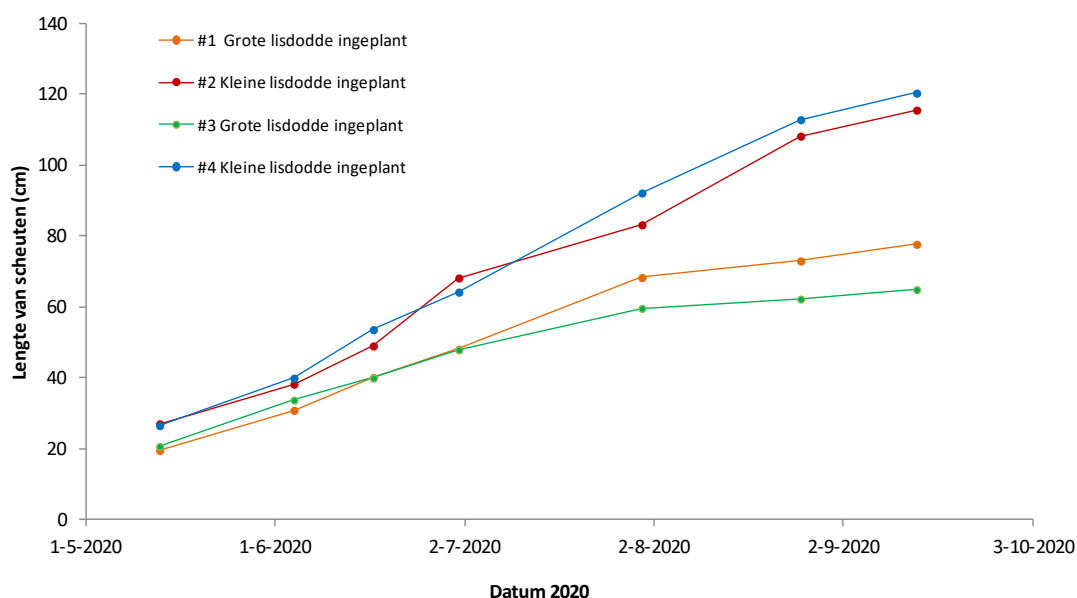
Algemene locatiegegevens	
Naam locatie/eigenaar:	Bûtefjild/Damstra
GPS coördinaten:	53.253669, 5.941924
Aantal jaren in gebruik:	1
Teeltoppervlakte:	4*(15m*15m) = 900 m ²
Water	
Bron inlaatwater:	Falomster (binnen)boezem
P (µmol L ⁻¹) inlaatwater*:	1,50
PO ₄ (µmol L ⁻¹) inlaatwater*:	0,38
Bodem	
Bodemtype:	Veenlaag van gemiddeld 60 cm dik
Afgegraven toplaag t.b.v. aanleg:	20 cm
Teelttechnisch	
Ingebracht gewas:	Grote lisdodde en Kleine lisdodde (afzonderlijke vakken)
Aanleg teeltbedden:	eind maart 2020
Inbreng gewas:	begin mei 2020
Manier van inbreng:	voorgekweekte pluggen, handmatig ingeplant
Dichtheid inbreng:	4 pluggen per m ²
Gemiddelde waterstand:	laag (7.5 cm t.o.v. maaiveld) ivm inplant pluggen, volgend jaar hoger
Timing en frequentie oogst:	Nog niet geoogst

Groeieresultaten eerste groeiseizoen (2020)

Op het moment van inplant waren de pluggen van Grote lisdodde zo'n 20 cm en de pluggen van Kleine lisdodde zo'n 27 cm lang. Gedurende het groeiseizoen werd duidelijk dat de Kleine lisdoddepluggen met een uiteindelijke lengte van gemiddeld 118 centimeter beter groeiden dan de pluggen van Grote lisdodde. De scheuten uit pluggen van Grote lisdodde werden niet langer dan 80 centimeter. De verwachting was dat de scheuten sneller en hoger uit zouden groeien.

Naar alle waarschijnlijkheid zijn de omstandigheden hier, net zoals bij het naastgelegen perceel van Van der Ploeg (paragraaf 4.1 t/m 4.3), niet ideaal.

Een groter probleem bleek de bedekking gedurende het eerste groeiseizoen. In eerste instantie groeide het merendeel van de pluggen uit en ontstond een aaneengesloten bedekking van lisdoddeplanten. In de maand juli begonnen echter gaten te ontstaan, hoofdzakelijk in de plots met Grote lisdodde. Het is onduidelijk of hier sprake was van vraat, of dat de windwerking, en daarmee waterbeweging, ervoor gezorgd heeft dat de ingeplante pluggen losgeraakt zijn. De uiteindelijke bedekking viel vooral tegen in de plots met Grote lisdodde na het eerste groeiseizoen. Hierdoor was ook de bovengrondse opbrengst aan biomassa vooral in de plots met ingeplante pluggen van Grote lisdodde het kleinst (Tabel 4.8). Het is de hoop dat de scheuten die wel zijn blijven staan in de komende jaren met nieuwe uitlopers uit wortelstokken zullen zorgen voor toename van de bedekking.



Figuur 4.11 De gemiddelde lengte van nieuwe scheuten in de verschillende plots van lisdoddeveld nr. 4.

Tabel 4.8 Groeieresultaten (gemiddelden) in het eerste jaar (2020) in teeltbed nr. 4. * inschatting opbrengst in het najaar op basis van de formule in paragraaf 3.4.

Plot nr.	1	2	3	4
Soort <i>Typha</i>	<i>Latifolia</i>	<i>Angustifolia</i>	<i>Latifolia</i>	<i>Angustifolia</i>
Lengte (cm) (n=10):	78	116	65	120
Dichtheid per m ² (n=5):	11	16	7	13
Inschatting biomassa* (ton d.s./ha)	0,8	1,9	0,4	1,6

4.5 Lisdoddeveld nr. 5: inplant voorgeweekte pluggen in Westergeest (start 2020)

Omschrijving locatie en uitgangssituatie

Binnen lisdoddeveld nr. 5 op het land van boer Hania wordt sinds begin 2020 de ontwikkeling gemonitord. Op deze locatie is sprake van een kleilaag van 20-30 cm met daaronder een veenlaag van ca. 1,5 meter. Er wordt water ingelaten vanuit de naastliggende sloot op het land van boer Hania. Tabel 4.9 geeft een samenvatting van beschikbare locatiegegevens en teelttechnische zaken.

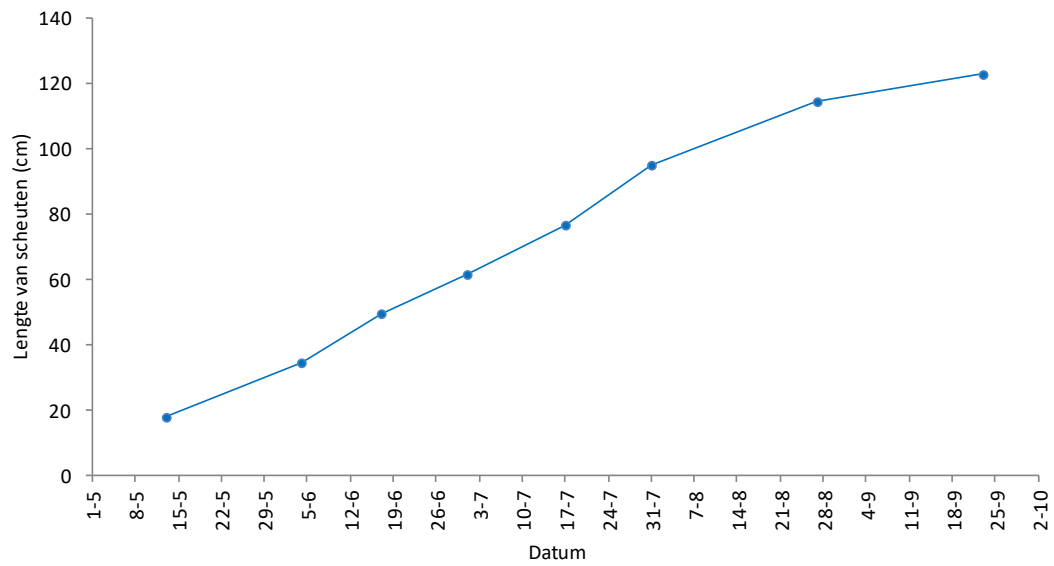
Tabel 4.9 Algemene informatie over de teeltlocatie lisdoddeveld nr. 5.

Algemene locatiegegevens	
Naam locatie/eigenaar:	Westergeest/Hania
GPS coördinaten:	53.302922, 6.088688
Aantal jaren in gebruik:	1
Teeltoppervlakte:	40m*40m = 1600 m ²
Water	
Bron inlaatwater:	Naastgelegen sloot op land van Hania, ingebracht met pomp
Waterkwaliteit:	<i>Moet nog bepaald worden</i>
Bodem	
Bodemtype:	20-30 cm kleilaag op veenlaag van ca. 1,5 meter dik
Afgegraven toplaag t.b.v. aanleg:	30 cm
Teelttechnisch	
Ingebracht gewas:	Grote lisdodde
Aanleg teeltbedden:	april 2020
Inbreng gewas:	begin mei 2020
Manier van inbreng:	voorgekweekte pluggen, handmatig ingeplant
Dichtheid inbreng:	4 pluggen per m ²
Gemiddelde waterstand:	laag (11 cm t.o.v. maaiveld) ivm inplant pluggen, volgend jaar hoger
Timing en frequentie oogst:	Nog niet geoogst

Groeiresultaten eerste groeiseizoen (2020)

Uit de ingeplante pluggen van Grote lisdodde kwamen al snel na inplant nieuwe scheuten, welke gedurende het groeiseizoen geleidelijk uitgroeiden tot een gemiddelde lengte van zo'n 123 cm (Figuur 4.12). Eind september stagneerde de groei, en was de uiteindelijke dichtheid in het teeltbed ca. 18 planten per vierkante meter (Tabel 4.10). Dit betekent een schatting van zo'n 2,3 ton droge stof per hectare per jaar. Deze resultaten zijn vergelijkbaar met de opbrengst na het eerste jaar bij inplant van wortelstokken in lisdoddeveld nr.1. De opbrengst viel daarmee niet tegen, en zal naar verwachting komende jaren nog toenemen, wanneer de plantenwortels ondergronds nog zullen uitbreiden.

Opmerkelijk was dat nagenoeg alle ingebrachte plantjes overeind zijn blijven staan, terwijl dezelfde pluggen in het Bûtefjild bij Damstra (lisdoddeveld nr. 4) en in Ryptsjerk bij van Eijden (lisdoddeveld nr. 6) voor een groot gedeelte zijn verdwenen. Het grote verschil tussen lisdoddevelden nrs. 4 en 6 en deze locatie, is dat er hier klei in de ondergrond aanwezig is. De structuur/textuur van de ondergrond lijkt dus erg belangrijk te zijn bij deze methode van inbreng. Wellicht zorgt de harde kleilaag ervoor dat de plantenwortels na inplant sterker kunnen hechten met een toplaag van klei. Dit in tegenstelling tot een pure, drassige veenbodem, waar de pluggen gemakkelijk los kunnen raken.



Figuur 4.12 De gemiddelde lengte van nieuwe scheuten uit pluggen van Grote lisdodde in lisdoddeveld nr. 5.



Figuur 4.13 De groei van Grote lisdodde was in het eerste groeiseizoen na de inplant van pluggen succesvol in lisdoddeveld nr.5. Deze foto is genomen in oktober 2020.

Tabel 4.10 Groeieresultaten (gemiddelden) per jaar van Grote lisdodde (*Typha latifolia*) in teeltbed nr. 5. * inschatting op basis van de formule in paragraaf 3.4

Jaar	1 ^e jaar (2020)
Lengte (cm) (n=25):	123
Dichtheid per m ² (n=15):	18
Inschatting biomassa* (ton d.s./ha)	2,3

4.6 Lisdoddeveld nr. 6 inplant voorgekweekte pluggen in Ryptsjerk (start 2020)

Omschrijving locatie en uitgangssituatie

Binnen lisdoddeveld nr. 6 op het land van boer van Eijden wordt sinds begin 2020 de ontwikkeling gemonitord. Op deze locatie is sprake van een pure veenbodem, waarin pluggen van Grote lisdodde zijn ingeplant. Er wordt water ingelaten vanuit de Ryptsjerkster Feart. Tabel 4.11 geeft een samenvatting van beschikbare locatiegegevens en teelttechnische zaken.

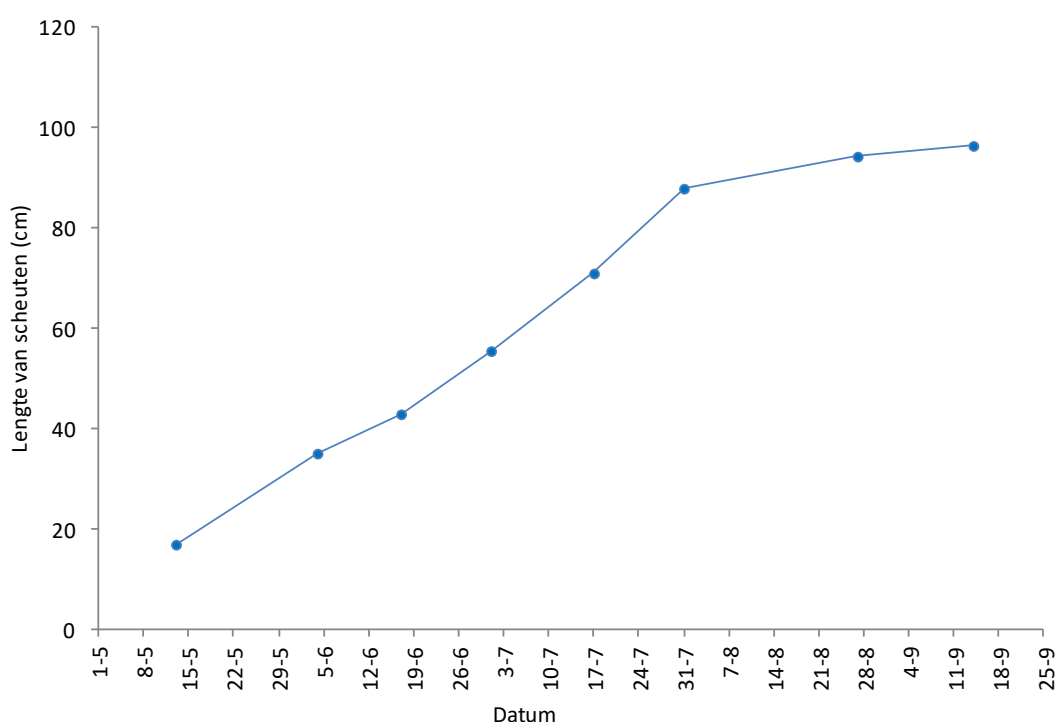
Tabel 4.11 Algemene informatie over de teeltlocatie lisdoddeveld nr. 6.

Algemene locatiegegevens	
Naam locatie/eigenaar:	Ryptsjerk/van Eijden
GPS coördinaten:	53.223234, 5.920789
Aantal jaren in gebruik:	1
Teeltoppervlakte:	40m*40m = 1600 m ²
Water	
Bron inlaatwater:	Ryptsjerkster Feart
Waterkwaliteit:	Moet nog bepaald worden
Bodem	
Bodemtype:	veenbodem
Afgegraven toplaag t.b.v. aanleg:	30 cm
Teelttechnisch	
Ingebracht gewas:	Grote lisdodde
Aanleg teeltbedden:	april 2020
Inbreng gewas:	begin mei 2020
Manier van inbreng:	voorgekweekte pluggen, handmatig ingeplant
Dichtheid inbreng:	4 pluggen per m ²
Gemiddelde waterstand:	laag (7 cm t.o.v. maaiveld) ivm inplant pluggen, volgend jaar hoger
Timing en frequentie oogst:	Nog niet geoogst

Groeieresultaten eerste groeiseizoen (2020)

Uit de ingeplante pluggen van Grote lisdodde kwamen ook in lisdoddeveld nr. 6 al snel na inplant nieuwe scheuten tevoorschijn, welke gedurende het groeiseizoen geleidelijk verder uitgroeiden. Deze scheuten werden met een gemiddelde lengte van 96 cm (Figuur 4.14) echter minder lang dan in lisdoddeveld nr.5. Eind september stagneerde de groei, en was de uiteindelijke dichtheid in het teeltbed ca. 10 planten per vierkante meter (Tabel 4.12). Dit betekent een schatting van de magere opbrengst van zo'n 0,9 ton droge stof per hectare per jaar.

De tegenvallende resultaten komen enerzijds voort uit de beperkte groei, maar belangrijker nog is dat er veel ingeplante pluggen gedurende het groeiseizoen zijn verdwenen. Het leek erop dat de ingeplante pluggen in de slappe veenondergrond na vernatting simpelweg geen houvast hebben kunnen vinden. Voordat de jonge plantjes de kans kregen om met uitgroei van wortels stabiliteit te creëren, leken ze al te zijn uitgespoeld. Dit is voornamelijk gebeurd na heftige weersomstandigheden, wat zou kunnen betekenen dat het, ondanks de laag gehouden waterstand, toch vooral waterbeweging is geweest die de pluggen heeft losgetrokken. Er kan echter niet worden uitgesloten dat aanvullend vraat, wellicht door ganzen, hier een rol heeft gespeeld. De structuur/textuur van de ondergrond lijkt dus een belemmering te zijn bij deze methode van inbreng, zeker aangezien deze problemen in Westergeest, met kleiondergrond, niet zijn ondervonden.



Figuur 4.14 De gemiddelde lengte van nieuwe scheuten uit pluggen van Grote lisdodde in lisdoddeveld nr. 6.

Tabel 4.12 Groeieresultaten (gemiddelden) per jaar van Grote lisdodde (*Typha latifolia*) in teeltbed nr. 6. * inschatting opbrengst in het najaar op basis van de formule in paragraaf 3.4

Jaar	1 ^e jaar (2020)
Lengte (cm) (n=25):	96
Dichtheid per m ² (n=10):	10
Inschatting biomassa* (ton d.s./ha)	0,9



Figuur 4.15 De groei van Grote lisdodde was in het eerste groeiseizoen na de inplant van pluggen vooral in het middengedeelte van lisdoddeveld nr.6 niet succesvol. Er is gedurende de zomer geleidelijk een groot gat ontstaan, waaruit de jonge plantjes zijn verdwenen. Langs de randen is de ontwikkeling wel op gang gekomen. Deze foto is genomen in oktober 2020.

4.7 Oogst in natuurlijke groeiplaatsen

In het najaar van 2018, 2019 en 2020 is er, in samenwerking met Staatsbosbeheer, It Fryske Gea en Van Hall Larenstein, lisdodde geoogst vanuit natuurlijke aquatische groeiplaatsen.

In de Twijzelmieden (Staatsbosbeheer) is er jaarlijks geoogst in verschillende petgaten met een gezamenlijke oppervlakte van ca. 12.500 m². De oogst van lisdodde vanuit deze natuurlijke groeiplaatsen biedt op verschillende vlakken perspectieven. Ten eerste gaat het om noemenswaardige hoeveelheden, die relatief gemakkelijk geoogst kunnen worden vanaf de legakkers langs de petgaten voor verkenning van productie en verdienmodellen. Daarbij komt dat de afvoer van vegetatie uit de petgaten indirect zorgt voor uitmijning van de onderwaterbodem. De planten nemen immers voedingsstoffen op uit de bodem, die vervolgens uit het systeem worden verwijderd middels de afvoer van de biomassa. Dit is een welkome ontwikkeling vanuit het natuurbeheersperspectief van Staatsbosbeheer, aangezien de meest interessante laagveennatuur zich ontwikkelt onder relatief voedselarme condities. Een interessante functie-combinatie dus. Oogst vond plaats door middel van een rupskraan met maaikorf vanaf de legakkers, waarna het materiaal naar een grasdrogerij is gebracht. De hoeveelheid droge stof in het materiaal was beter dan verwacht (droge stofgehalte van 56%), en het materiaal was relatief gemakkelijk te snijden, te drogen en zelfs tot pakjes te persen. Uiteindelijk is in 2018 een oogst behaald van om en nabij 18 ton droge stof per hectare

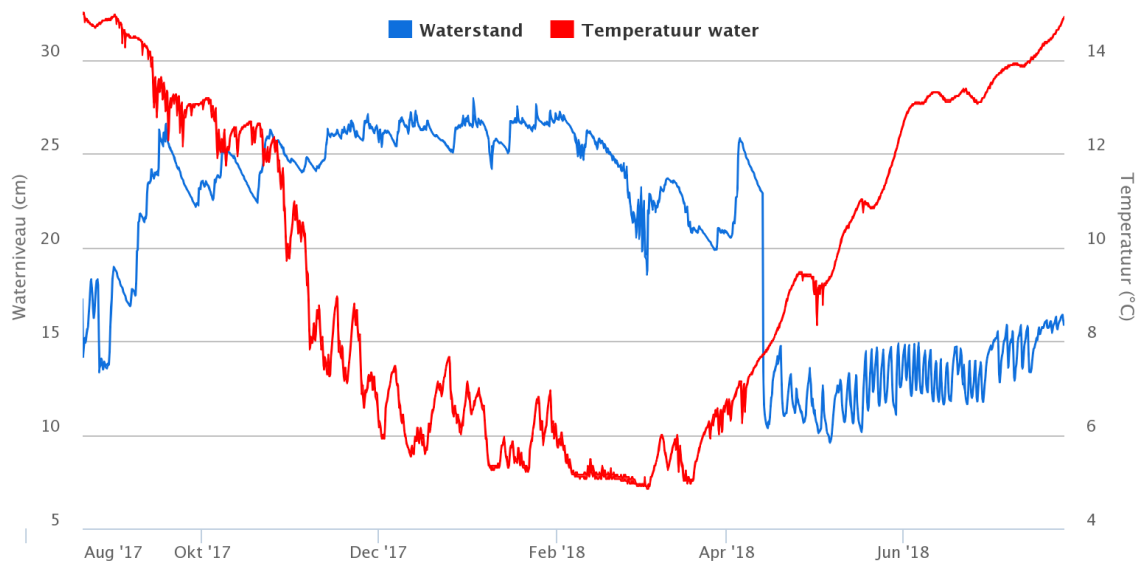
(mondelinge meded. T. Veenhoven). Ook in 2020 is in de Twijzelermeden lisdodde geoogst. De gemaakte oppervlakte was 0,229 ha en de opbrengst bedroeg 9,6 ton droge stof per hectare (data Jesse Wagenaar, Van Hall Larenstein). Het onderscheid tussen Grote en Kleine lisdodde is bij deze metingen niet gemaakt.

De Headamskampen in de Alde Feanen (It Fryske Gea) lenen zich eveneens goed als oogstlocatie van lisdodde uit natuurlijke groeiplaatsen. Het gaat hier niet om een petgatensysteem, maar om een grootschalig lisdoddemoeras. In het kader van natuurherstel is de bovengrond van een voormalig perceel extensief grasland met veel pitrus gefreesd. Het frezen van de bovengrond met daaropvolgend een peilopzet gedurende geheel 2018 heeft geleid tot de ontwikkeling van een monocultuur van Grote lisdodde over een enorme oppervlakte van ca. 45.000 m². De planten hebben zich vervolgens in korte tijd zeer goed weten te ontwikkelen. Dit maakte deze locatie uitermate geschikt om te experimenteren met machinale oogst uit natuurlijke groeiplaatsen. De oogstwerkzaamheden zijn uitgevoerd in het najaar van 2019 in een zuidelijke hoek van ca. 10.000 m². Het te oogsten gedeelte was goed bereikbaar met rijplaten vanaf de verharde weg, en de kennis en machinale expertise die It Fryske Gea in huis heeft voor wat betreft oogstechnieken, was voor Better Wetter een grote meerwaarde. Voor resultaten wordt verwezen naar de rapportage over oogst door het van Hall Larenstein. In 2020 is niet meer geoogst in de Headams Kampen, omdat te veel andere soorten tussen de Grote lisdodde voorkwamen voor een geschikt product bij toepassing als isolatiemateriaal (meded. Jesse Wagenaar, Van Hall Larenstein).

4.8 Synthese algemene bevindingen lisdoddeteelt

De waterstand

Het voordeel van de doorstroom-constructie in de lisdoddeteeltbedden is dat er in tijden van droogte boezemwater voorhanden is en in natte perioden gemakkelijk kan worden afgewaterd. Echter, het boezempeil is niet constant over het jaar, en het maximale waterpeil in de teeltbedden is sterk afhankelijk van fluctuaties in het boezempeil. Figuur 4.16 toont, ter indicatie van deze fluctuatie, de waterstand ten opzichte van het maaiveld en de watertemperatuur in de lisdoddeteeltbedden bij van der Ploeg in het Bûtefjild van augustus 2017 t/m juni 2018. Het is duidelijk te zien dat in de wintermaanden het boezempeil, en daarmee de waterstand in de teeltbedden, hoger staat dan in de zomermaanden. In de zomers van 2017 en 2018 schommelde het waterniveau in de teeltbedden bij van der Ploeg tussen de 10 en 15 cm, terwijl in de winter de waterstand lange tijd boven de 25 cm heeft gestaan. In de zomer van 2019 heeft de waterstand in deze teeltbedden echter een tijd onder de 10 centimeter gestaan, wat niet gunstig heeft uitgepakt voor de lisdoddeproductie. In die periode is er een boel onkruid ontstaan, zoals toegelicht eerder in dit hoofdstuk.



Figuur 4.16 De waterstand ten opzichte van het maaiveld en de watertemperatuur in de teeltbedden bij van der Ploeg over de periode van augustus 2017 t/m juni 2018 (bron: meetgegevens Radboud Universiteit Nijmegen).

De waterstanden moeten eenvoudig te regelen zijn, aangezien de waterstand tijdens de productiecyclus bijgesteld moet kunnen worden. Dit verschilt per manier van inbreng. Voor het inplanten van wortelstokken moet de waterstand iets onder maaiveld zijn, voor het inplanten van pluggen is een waterstand van 5-10 cm boven maaiveld juist prima. Voor inzaaien geldt dat een laagje van een paar centimeter optimaal is. Tijdens de groei is een waterstand van ca. 20 cm ideaal. Tijdelijk verhoogde waterstanden tot max. 50 centimeter lijken geen problemen op te leveren. Ook tijdelijke daling van waterstanden tot maaiveld lijken niet problematisch te zijn, mits dit niet te lang duurt in verband met de ontwikkeling van onkruiden. Voor het oogsten moet het waterpeil terug op maaiveld worden gezet ten behoeve van de begaanbaarheid met oogstmachinerie.

Kanttekeningen en adviezen bij de methode van inzaaien

De enigszins tegenvallende resultaten van het eerst ingezaaide teeltbed (lisdoddeveld nr.2) zouden er mee te maken kunnen hebben dat de condities toch niet nat genoeg zijn geweest voor de zaden om tot ontkieming te komen. We hebben hier ingezaaid onder plasdrasse condities, maar uit onderzoek van Heinz (2012) is gebleken dat jonge kiemplanten van zowel Grote als Kleine lisdodde, ingeplant na drie weken voorkweek, in het algemeen het hoogst groeien onder een laagje water, zowel als het gaat om groeihoogte maar vooral als het gaat om biomassaproductie. Opmerkelijk is de herhaaldelijke constatering in literatuur dat juist op plekken in moerasgebieden, waar sprake is geweest van langzame, geleidelijke verlaging van de waterstand, vooral Grote lisdodde met zeer hoge dichtheden uit zaad kan opkomen (o.a.; Ristich *et al.*, 1976; Ter Heerdt, 2016). Dit heeft ermee te maken dat de hoge snelheid van kieming en vestiging van zaailingen van met name Grote lisdodde de soort een enorm competitief voordeel geeft ten opzichte van andere plantensoorten onder een laagje water (Grace, 1987; Shipley *et al.*, 1989; Heinz, 2012). Dit heeft waarschijnlijk alles te maken met het vermogen van lisdoddezaden om te ontkiemen bij zuurstofarme condities. Deze theorie wordt bevestigd door de sterke opkomst van Grote lisdodde in een baggerdepot nabij Oudega, waar bagger wordt gedeponeerd vanuit natuurgebied de Alde Feanen. Ook hier is sprake geweest van een laag water die langzaam en geleidelijk uitzakte met als resultaat een monocultuur met Grote lisdodde over grote oppervlakten. Ook in delen binnen het natuurgebied de Alde Feanen is sprake geweest van massale opkomst van Grote lisdodde op plekken die zeer geleidelijk

droogvielen (meded. W. Altenburg, A&W). Ook Dubbe *et al.* (1988) benoemen het belang van het geleidelijk laten zakken van de waterstand gedurende een periode van zo'n drie weken na het inbrengen van zaden. Waarborging van een klein laagje water is dus het best voor kieming van zaden. Hierbij komen echter teelttechnische, praktische bezwaren om de hoek kijken. Zeer nauwkeurige regulering van de waterstand is cruciaal. Een tijdelijk net te lage waterstand kan al snel zorgen voor te droge omstandigheden, waarbij onkruiden gaan domineren. Vooral vergrassing vormt al heel snel een probleem, zoals gebleken is in het in 2017 ingezaaide teeltbed (lisdoddeveld nr. 2). Ook soorten als Egelskop, liesgras en pitrus kwamen op in lisdoddeveld nr.2, vermoedelijk vanwege te droge condities in de weken na inzaaien. De diepste stroken van deze ingezaaide teeltbedden lieten de meeste lisdodde kiemplantjes zien uit zaad, en de minste overige soorten. Dit bevestigt nogmaals de theorie dat een lichte inundatie noodzakelijk is voor succesvolle ontwikkeling via ontkieming van lisdodde uit zaad.

Inundatie met een paar centimeter water bleek dus om verschillende redenen noodzakelijk voor succesvolle ontkieming en groei van zaailingen van zowel Grote als Kleine lisdodde. Hiertoe is in lisdoddeveld nr.3 een laagje waterstand gewaarborgd, en kieming verliep inderdaad goed (paragraaf 4.3). Echter, er kunnen zich naar verwachting echter praktische problemen voordoen. Zaden kunnen wegspoelen en accumuleren in de hoeken van het teeltbed als de waterstand te hoog wordt, waardoor de homogene verdeling van zaden over het teeltbedoppervlak in het geding komt (Dubbe *et al.*, 1988). Inzaaien lijkt dus een bruikbare (en goedkope) manier van inbreng, maar er gaan wel veel risico's mee gepaard. Tijdelijke waterstandsverlaging of verhoging van een paar centimeter kan al zorgen voor respectievelijk overgroei door onkruid of wegspoelen van zaden.

Onkruid

Voor beide soorten lisdodde golden Riet en Pitrus als een belangrijke concurrent, vooral in de ingezaaide teeltbedden. Rietzaden kunnen beter kiemen onder zuurstofrijke omstandigheden dan lisdodde, dus het is belangrijk om droogval helemaal te voorkomen. Pitrus liet zich in zowel de ingeplante als in de ingezaaide teeltbedden zien, maar bleek vooral in ingezaaide teeltbedden een probleem. Waarschijnlijk heeft dit ermee te maken dat er vanwege de trage groei van lisdodde uit zaad bij te geringe waterdieptes, langdurig veel ruimte voor pitrus beschikbaar was om te ontwikkelen onder plas-dras condities. Verder zijn in de teeltbedden waar is ingezaaid veelvuldig egelskop, liesgras en mannagras soorten gebleken die, bij geringe waterdieptes de concurrentie kunnen aangaan met lisdodde. Deze soorten bleken ook niet gemakkelijk uit de teeltbedden te verdrijven door tijdelijke verhoging van de waterstand. Concluderend geldt voor al deze soorten onkruid dat in de fase van ontkieming, of na inplanten, moet worden voorkomen dat deze soorten tot ontwikkeling komen door continue lichte inundatie van minimaal een centimeter of vijf te waarborgen.

Algenontwikkeling

Algenontwikkeling kan, vooral in het stadium van jonge kiemplanten die licht nodig hebben, zorgen voor aanzienlijke negatieve effecten in verband met overschaduwning. In geen enkel van de teeltbedden bleek algenontwikkeling een noemenswaardig probleem. Lichte doorstroming van de teeltbedden kan helpen om gezonde groeiplaatsen in stand te houden, en te voorkomen dat er algenontwikkeling optreedt in de teeltbedden. Wellicht heeft de opzet met doorstroming gezorgd voor de zeer beperkte ontwikkeling van algen in de teeltbedden. Algenontwikkeling heeft daarnaast veel te maken met de nutriëntbeschikbaarheid in de waterkolom, en dan met name met de fosfaatbeschikbaarheid. De P-gehalten in de waterkolom zoals gemeten bij de teeltbedden in het Bûtefjild waren niet zorgwekkend hoog.

Vraat

Vraat kan een noemenswaardig probleem vormen, vooral bij jonge kiemplanten of ingebrachte pluggen. De jonge scheuten, inclusief wortelstokken, zijn voor diverse diersoorten, waaronder Grauwe ganzen, zeer aantrekkelijk (o.a. Koridon *et al.*, 1979). Dit kan voor problemen zorgen, zeker wanneer er zich graslanden met ganzen in de directe omgeving bevinden. In de teeltbedden met ingeplante wortelstokken is geen sprake geweest van vraatschade. Er zijn in ieder geval geen sporen van vraat aangetroffen en ook beelden van permanent geïnstalleerde camera's gedurende het groeiseizoen van 2018 lieten geen vraat zien door ganzen. Ganzen foerageren wel in de omliggende graslanden. Een oorzaak zou kunnen zijn dat na inplant van wortelstokken direct een dicht en slecht begaanbaar terrein ontstaat, waarin ganzen of andere watervogels niet al zwemmend maar ook niet gemakkelijk lopend lisdoddeplanten kunnen bereiken. Vooral het feit dat zwemmen lastig wordt gemaakt zou kunnen meespelen. In natuurgebieden is wel vaak sprake van ganzenvraat van hele lisdoddevelden, waarbij de ganzen vanuit grotere oppervlaktewaterlichamen al zwemmend de planten kunnen bereiken.

In de teeltbedden met inplant van pluggen zou vraat wel een rol kunnen hebben gespeeld, al is dit niet waargenomen in het veld of op camerabeelden. In vroegtijdig stadium, niet lang na inplant, zijn in meerdere proeven de ingeplante pluggen losgeraakt en zonder wortels naar de hoek van de teeltbedden gedreven. Het zou kunnen zijn dat dit een gevolg was van ganzenvraat, evt. in combinatie met slechte weersomstandigheden en waterbeweging in de teeltbedden. Grauwe ganzen grazen immers vooral op jonge plantjes en wortelstokken (Koridon *et al.*, 1979). Dit probleem deed zich overigens alleen voor in de teeltbedden op puur veen. Bij de teelt op klei op veen is dit fenomeen niet waargenomen. Wellicht stonden de pluggen met klei in de ondergrond steviger, en waren ze daardoor minder aantrekkelijk voor ganzen.

Als maatregel tegen vraat kan het waterpeil enkele weken worden verlaagd tot 0-10 cm onder maaiveld, om de omstandigheden onaantrekkelijk te maken voor watervogels die graag in staand water foerageren. Deze maatregel bevordert echter ontwikkeling van flora van drogere omstandigheden die de groei van lisdodde zou kunnen remmen. Een andere maatregel is het spannen van linten of netten. Dit heeft echter als gevolg dat de teeltbedden minder goed bereikbaar en begaanbaar worden, wat een grote belemmering is voor onderhoud en oogst.

Ten slotte leken herbivore insecten weinig negatieve invloed te hebben op de opbrengsten.

Oogst

Zowel Kleine als Grote lisdodde zijn na inplant van wortelstokken in het eerste jaar reeds met een zeer hoge dichtheid ontwikkeld, en er is reeds een zodanig grote hoeveelheid biomassa ontstaan dat er in september/oktober kon worden geoogst. Het is belangrijk om in het eerste jaar niet eerder dan in de herfst te oogsten om de volgende reden. Tijdens de weken met snelle groei in het voorjaar en het begin van de zomer vindt er veel opname van nutriënten plaats, die via de rhizomen in de bladeren terecht komt. In het najaar worden veel nutriënten uit de bladeren weer terug naar de rhizomen getransporteerd voor productie van nieuwe scheuten in het daaropvolgende jaar (Garver *et al.*, 1988; Dubbe *et al.*, 1988). Het is daarom aan te raden om bij inplant van wortelstokken in ieder geval in het eerste jaar te wachten met oogsten tot na het moment dat de nutriënten naar de wortelstokken zijn verplaatst. Dit om een goede groei in de hierop volgende jaren vanuit de wortelstokken te waarborgen.

In het geval van inplant van pluggen of inzaaien valt zeker niet aan te raden om reeds na één groeiseizoen te oogsten. Zaailingen of ingeplante pluggen hebben veel minder energie beschikbaar voor de groei dan nieuwe scheuten uit bestaande, energierijke wortelstokken. Om

die reden is er sprake van tragere groei in het eerste groeiseizoen. Naar verwachting kan oogst na één groeiseizoen in dit geval een funeste doorwerking hebben op de productie in het volgende seizoen. Beter kan worden gewacht met oogst tot na het tweede teeltjaar. Nordt *et al.* (2020) spreken zelfs over een periode van twee tot drie jaar voordat er kan worden geoogst.

Oogst is overigens niet alleen ten behoeve van de opbrengst van bladmateriaal voor verkenning van vermarktingsopties. Oogst is ook belangrijk als beheersmaatregel. Resultaten uit proeven van het Veenweide Innovatie Centrum laten zien dat als gevolg van maaaien in de winter de productie in het volgende jaar noemenswaardig wordt bevorderd (mededeling J. Geurts, Radboud Universiteit Nijmegen).

Tussentijdse oogst in juni lijkt geen problemen op te leveren voor de planten, althans in het geval dat er geen abiotische beperkingen ontstaan zoals bijvoorbeeld nutriëntentekorten. Onder natte en nutriëntrijke omstandigheden zou twee keer oogsten per jaar vermoedelijk mogelijk moeten zijn, waarbij twee verschillende doeleinden van oogst kunnen worden onderscheiden. Vroeg in het jaar, voordat de planten bloeiwijzen gaan vormen, worden de meeste nutriënten opgenomen (Garver *et al.*, 1988). Hierdoor zijn de scheuten rijk aan proteïnen, en dus geschikt als veevoer (Pijlman *et al.*, 2019) of als gewas ten behoeve van uitmijning. Nadat er later in het jaar op grotere planten bloeiwijzen zijn gevormd, kan er meer biomassa worden geoogst (november tot januari). Dit materiaal is niet meer zo geschikt als veevoer, maar kan wel worden toegepast voor andere doeleinden, bijvoorbeeld als isolatiemateriaal (Colbers *et al.*, 2017). Het lijkt goed mogelijk dat voor beide doeleinden kan worden geoogst in één jaar, wat de jaarlijkse productiviteit van de lisdoddeteelbedden aanzienlijk kan opschroeven. Deze bevinding komt ook naar voren uit proeven van het VIC in Zegveld. Het is echter nog onduidelijk hoe een maairegime van twee keer per jaar over meerdere jaren uitwerkt ten opzichte van één keer per jaar. De effecten op lange termijn dienen nader te worden onderzocht. Het kan bijvoorbeeld zo zijn dat de vitaliteit van deze planten op lange termijn lager uitvalt, of dat de productie van worteluitlopers bij deze planten lager is geweest door het afknippen, met als gevolg een lagere productie in het volgende jaar.

Opbrengst

De opbrengst is sterk afhankelijk van de timing in het jaar, het waterpeil, de beschikbaarheid van nutriënten, maar ook van de manier van inbreng. Over het algemeen was de opbrengst uit de lisdoddevelden lager dan verwacht. Inplant van wortelstokken uit natuurlijke groeiplaatsen leidde met een jaarlijkse opbrengst van 3,5-4 en ca. 6 ton droge stof per hectare tot de grootste opbrengst van respectievelijk Grote en Kleine lisdodde. Inplant van pluggen leidde op pure veenbodems tot aanzienlijke lagere opbrengst, wat vooral te maken heeft met het feit dat er veel pluggen verdwenen, vermoedelijk als gevolg van ganzenvraat van jonge planten inclusief wortelstokken in combinatie met waterbeweging tijdens slechte weersomstandigheden. Op veenbodems met een kleidek was dit probleem niet aan de orde, en was er na één jaar wel sprake van een opbrengst van meer dan 2 ton droge stof per hectare. Inzaaien leidde tot een opbrengst van zo'n 2,5-3 en ca. 6 ton droge stof van respectievelijk Grote en Kleine lisdodde, maar wel pas na twee jaar. Gebaseerd op opbrengsten uit andere proeven met paludicultuur kan de productie onder betere omstandigheden hoger uitvallen. Nordt *et al.* (2020) rapporteren opbrengsten van tussen de 4,3–22,1 ton droge stof per hectare. Ook de opbrengsten uit natuurlijke groeiplaatsen (paragraaf 4.7) laten zien dat in principe een hogere biomassa productie mogelijk moet zijn. De oorzaak van de tegenvallende opbrengst is, naast ganzenvraat, wellicht de beperkte nutriëntenhoeveelheid in de veenbodem, maar aanvullende metingen daaraan ontbreken vooralsnog (zie paragraaf 4.9).

4.9 Aanbevelingen voor nader onderzoek

Biogeochemie bodem en water

Het is vooralsnog onduidelijk hoe het komt dat de lisdoddescheuten in de experimentele teeltbedden, ongeacht de manier van inbreng, een geringe groeihoogte laten zien. Vermoedelijk speelt beperkte nutriëntbeschikbaarheid een rol. Het valt daarom aan te bevelen om de verschillende locaties voor wat betreft chemische bodemsamenstelling en waterkwaliteit onderling te vergelijken in relatie tot de biomassaopbrengsten. Ook is het interessant om de biogeochemische eigenschappen en biomassaopbrengsten van de Better Wetter teeltbedden te vergelijken met lisdoddepilots op andere locaties. Vooralsnog zijn alleen een beperkte hoeveelheid biogeochemische gegevens van de lisdoddevelden in het Bûtefjild beschikbaar. Van de overige lisdoddevelden is voor wat betreft biogeochemie nog niets bekend. Dit soort metingen zijn bovendien belangrijk met het oog op grondstofkosten voor vermarkting van natte teelten uit Friese veenweidegebieden.

Ook als het gaat om de waterzuiverende werking van teeltbedden valt nog een hoop nader te onderzoeken. Hoeveel voedingsstoffen kunnen de planten opnemen uit het ingelaten boezemwater, voordat het water wordt geloosd in het slotenstelsel van de achterliggende weilanden? Hoeveel voedingsstoffen komen er als gevolg van vernatting vrij uit de voormalige landbouwbodem? En worden deze voedingsstoffen ook opgenomen door de planten, of spoelen deze juist weg?

Beheer en inrichting

Voor wat betreft beheer van de teeltbedden is het belangrijk om te weten te komen of met tijdelijk hoge waterstanden (hoger dan 20 cm) de onkruiden, die zijn ontstaan bij tijdelijke droogte, kunnen worden teruggedrongen. Ook zou het interessant zijn om te onderzoeken of met het dieper inplanten van pluggen in pure veenbodems losraken van de pluggen kan worden voorkomen.

Mechanisatie

Het inplanten van wortelstokken is een effectieve methode gebleken als het gaat om productie-opbrengst. Ook inzaaien lijkt perspectieven te hebben, mits wordt voldaan aan de juiste eisen. Maar om een uitspraak te kunnen doen over de mate waarin deze methoden in de praktijk onder natte condities en op grote schaal lucratief kunnen zijn, dienen aanvullende zaken te worden onderzocht. Is mechanische inplant mogelijk bij waterstanden rond maaiveld? Er is behoefte aan nader onderzoek naar mechanische mogelijkheden, waardoor opschaling mogelijk zou kunnen worden gemaakt.

Meerdere oogstmomenten per jaar

Het is nog niet genoeg duidelijk hoe een maaieregime van twee keer per jaar over meerdere jaren uitwerkt ten opzichte van één keer per jaar. Twee keer per jaar maaien kan in principe zeer lucratief zijn, bijvoorbeeld ten behoeve van veevoer in het voorjaar (Pijlman *et al.*, 2019) en later in het jaar ten behoeve van de winning voor bijvoorbeeld isolatiemateriaal. Maar de effecten hiervan op lange termijn dienen te worden onderzocht. Het zou bijvoorbeeld kunnen zijn dat de planten op termijn niet standhouden, of dat er op deze manier te snel voedingsstoffen aan de bodem worden onttrokken.

Verbetering van de proxy voor biomassaopbrengst

De tussentijdse inschatting van biomassa per lisdoddeveld in onderhavig rapport is vooralsnog gebaseerd op een twintigtal tussentijdse metingen, waarbij de relatie tussen lengte en drooggewicht als basis dient (paragraaf 3.4). Voor de eindrapportage (eind 2021) zal een

grotere hoeveelheid gegevens worden gebruikt voor nauwkeuriger bepaling van de relatie tussen lengte en gewicht, om een betrouwbaarder inschatting van de opbrengst per teeltbed te kunnen maken.

Langdurige teelt

Een belangrijke vraag is: hoelang blijft natte teelt van lisdodde op een bepaalde locatie mogelijk? Hoelang blijft het mogelijk om het pioniersstadium van lisdodde te behouden en ontwikkeling van andere soorten te voorkomen? Maar ook: hoelang blijft het mogelijk om nutriëntimitatie te voorkomen, wanneer voortdurend biomassa wordt geoogst en afgevoerd zonder aanvullende bemesting? Of wordt aanvullende bemesting op den duur noodzakelijk, en onder welke omstandigheden? Het gehanteerde doorstroomprincipe, wat zorgt voor een continue aanvoer van nutriënten via voedselrijk inlaatwater, kan hierbij een positieve uitwerking hebben. Om een goede inschatting te maken van de duur waarin rendabele teelt in een nat teeltbed met lisdodde mogelijk is, kunnen langdurige experimenten meer duidelijkheid bieden. Het valt dan ook sterk aan te raden om de huidige experimenten nog een aantal jaar te continueren.

Uitstoot broeikasgassen

Ook voor wat betreft de effecten van lisdoddeteelt op de uitstoot van broeikasgassen bestaan er nog onderzoeksvragen en hypothesen voor nader onderzoek. Duidelijk is in ieder geval dat lokale verschillen, zoals ondergrond en waterstand(fluctuaties) hierbij van groot belang zijn. Günther *et al.* (2014) presenteren de broeikasgasuitstoot (hoofdzakelijk methaan) vanuit drie verschillende vegetaties na vernatting in vergelijking tot de gedraineerde situatie, met en zonder biomassa oogst. Zij komen uit op een gemiddelde reductie van de uitstoot bij paludicultuur van 17 ton CO₂-equivalenten per hectare per jaar ten opzichte van de gedraineerde situatie. Het gaat hierbij echter voornamelijk om gegevens uit (ver)natte natuurgebieden en hervernatte voormalige landbouwgronden. Van primaire paludicultuur-locaties, waarbij de planten worden ingeplant of ingezaaid en de biomassa frequent wordt geoogst, zijn nog erg weinig meetresultaten beschikbaar. Dit is dan ook een belangrijk onderwerp voor nader onderzoek. Tussentijdse resultaten vanuit de RUN laten zien dat teelten met lisdodde hoe dan ook netto wel koolstof blijven uitstoten in een veenweideperceel (med. J. Geurts). Een belangrijke vraag is hoeveel emissiereductie kan worden behaald met natte teelten ten opzichte van licht vernatte of gedraineerde veenweide en welke rol lokale omgevingsfactoren en beheer daarbij spelen.

Vermarketing

Ten slotte spelen er diverse vragen aangaande vermarktingsopties en verdienmodellen binnen het onderdeel 'Veenmarktplaats' van Better Wetter. Inzicht in de mogelijkheden voor productie, zoals beschreven in onderhavig rapport, is vanzelfsprekend niet genoeg om een stap verder te komen in de transitie richting een toekomstbestendige boezem en veenweidegebied. Onderzoek naar de (regionale) afzetmogelijkheden en de vraag om lisdodde biomassa vanuit de markt is onmisbaar om tot een integraal verdienmodel te komen. Vanuit de gemeente Dantumadiel wordt gewerkt aan het deelproject Veenmarktplaats, waarbij wordt samengewerkt met regionale constructiebedrijven, lokale boeren en meubelmakers en andere stakeholders. Hier ligt de nadruk op toepassingen van de bladbiomassa, bijvoorbeeld als isolatiemateriaal of binnen decoratie. Een onderbelichte toepassing is lisdoddestuifmeel als essentiële voeding voor roofmijten die gekweekt en verkocht worden als natuurlijke plaagbestrijders. Het stuifmeel van lisdodde is dusdanig aantrekkelijk, dat hieromheen eventueel een nieuw verdienmodel in beeld zou kunnen komen.

Verkenning op landschapsschaal

Wanneer op termijn landschapsschaal sprake zou kunnen 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 zou kunnen 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.

Nader onderzoek aan meerwaarde voor biodiversiteit

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 op simpele wijze meer inzicht in worden verkregen door binnen de huidige kleinschalige pilots structurele soorteninventarisaties uit te voeren, aanvullend op de metingen ten behoeve van productie. De beschikbare gegevens tot dusver zijn enkel anekdotisch. Wanneer van zowel flora als fauna op gezette tijden volgens een structureel meetprogramma inventarisaties worden uitgevoerd kunnen kwantitatieve gegevens worden gegenereerd, en vervolgens zekere uitspraken worden gedaan.

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.

Maar niet alleen is het belangrijk om op lokaal niveau binnen de teeltbedden te monitoren op biodiversiteit. Ook op landschapsschaal dienen ontwikkelingen te worden gevolgd. Zijn natte teeltbedden als hydrologische bufferzone rond laagveenmoerassen werkelijk effectief op landschappelijk niveau? Ook voor de verdeling van verschillende typen natuur op landschapsniveau bestaan vragen. Wanneer bijvoorbeeld natuurwaarden van het open veenweidegebied op termijn plaats maken voor moerasnatuur, dan moet ook de specifieke ontwikkeling in de overblijvende vochtig tot natte, open graslanden worden bijgehouden. Wanneer de ene natuur namelijk 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.

5 Resultaten veenmosteelt

5.1 Resultaten 2018-2020

Aan het eind van de zomer van 2017 is in het Ottema-Wiersema reservaat begonnen met veenmosteelt. Het teeltbed is omgeven door een greppel van 1 meter breed welke in contact staat met een naastgelegen meertje via afsluitschuiten. Dit naastgelegen meertje staat in verbinding met de Falomsterboezem. Een gedetailleerde uitwerking van het inrichtingsplan is te vinden in Mettrop & Oosterveld (2019). De bovenste 20 centimeter is afgegraven in de teeltbedden om plas-dras condities te creëren. Tabel 5.1 geeft een overzicht met algemene informatie van de veenmosteeltlocatie.

Tabel 5.1 Algemene informatie over de veenmos teeltlocatie in het Ottema Wiersma reservaat.

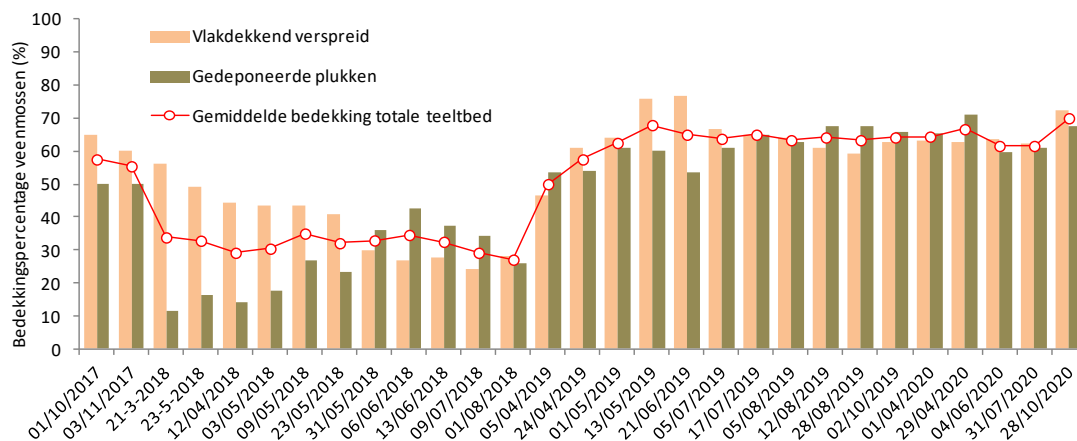
Algemene locatiegegevens	
Naam locatie/eigenaar:	Ottema Wiersma reservaat/lt Fryske Gea
GPS coördinaten:	53.242281, 5.944384
Aantal jaren in gebruik:	3
Teeltoppervlakte:	100m*6m = 600 m ²
Water	
Bron inlaatwater:	Falomster (binnen)boezem
Waterkwaliteit inlaatwater:	Voor pH, EGV zie Figuren 5.3 en 5.4. Nutriëntengehalten zullen nog worden bepaald.
Bodem	
Bodemtype:	Veen
Afgegraven toplaag t.b.v. aanleg:	20 cm
Teelttechnisch	
Ingebracht gewas:	
Aanleg teeltbedden:	Eind zomer 2017
Inbreng gewas:	Eind september 2017
Manier van inbreng:	Entmateriaal is vlakdekkend verspreid, en in plukken gedeponeerd
Gemiddelde waterstand:	Plas-dras (rond maaiveld)
Timing en frequentie oogst:	Niet geoogst vooralsnog

In het veenmosteeltbed is gedurende drie groeiseizoenen (2018-2020) de ontwikkeling van de bedekking door veenmossen bijgehouden. Binnen een raster van één vierkante meter zijn op meerdere momenten gedurende het groeiseizoen bedekkingspercentages ingeschat. Dit is gedaan op zes vaste plekken in een gedeelte waarin het entmateriaal vlakdekkend verspreid is, en op zes vaste plekken in het gedeelte van het teeltbed waarin losstaande plukken entmateriaal zijn gedeponeerd.

Direct na inbreng van het entmateriaal in het najaar van 2017 was de bedekking vanzelfsprekend nog erg hoog, vooral in het vlakdekkend verspreide stuk van het teeltbed. In het voorjaar van 2018 ging de bedekking echter flink achteruit, vooral in het gedeelte met los gedeponeerde veenmosplukken (Figuur 5.1). Later in het voorjaar van 2018 begonnen de veenmossen uit de los gedeponeerde plukken zich toch wel te verspreiden, maar echt hoge bedekkingspercentages werden in 2018 niet gehaald. Ook in het gedeelte waarin de veenmossen netjes waren verspreid liet het bedekkingspercentage een geleidelijke

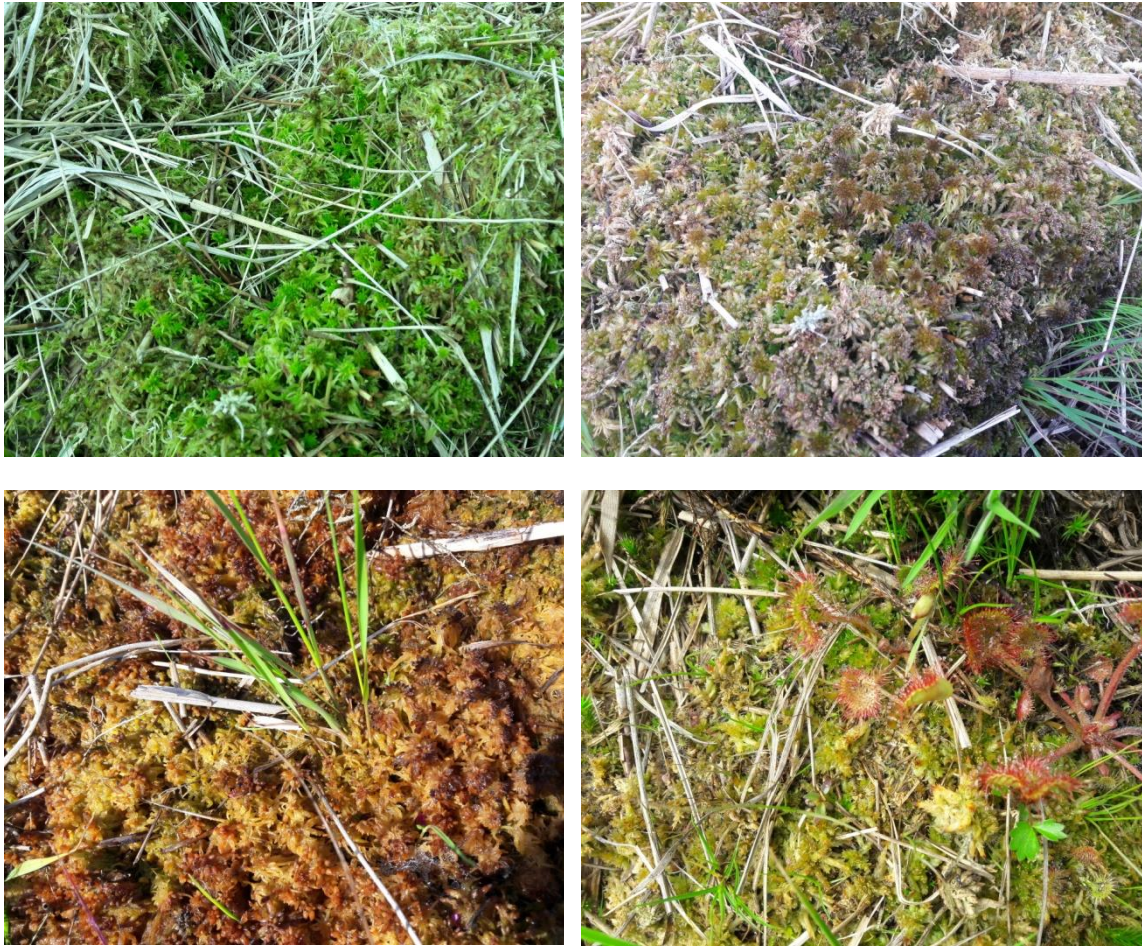
achteruitgang zien over 2018. Het gemiddelde bedekkingspercentage over het totale teeltbed was na de zomer van 2018 dan ook niet meer dan een schamele 30%. Vermoedelijk speelt hierbij de invloed van het harde boezemwater een rol, wat noodzakelijkerwijs moest worden ingelaten in verband met de intense droogte in de zomer van 2018. Recent onderzoek laat zien dat *S. palustre*, maar ook andere veenmossoorten, daar erg gevoelig voor zijn (Koks *et al.*, 2019).

De winter van 2018-2019 had duidelijk een goede uitwerking op de veenmosontwikkeling. In het voorjaar van 2019 bleek het bedekkingspercentage in beide delen van het teeltbed te zijn gegroeid naar circa 50% (Figuur 5.1). Gedurende het voorjaar van 2019 liep de bedekking door veenmossen nog wat hoger op, vooral in het gedeelte waarin het entmateriaal netjes was verspreid. In de zomer van 2019 bleef de gemiddelde bedekking door veenmossen redelijk stabiel rond de 65%, en was er eigenlijk geen verschil meer waarneembaar tussen de twee verschillende methoden van inbreng. En gedurende geheel 2020 bleef deze situatie min of meer onveranderd (Figuur 5.1).



Figuur 5.1 Het bedekkingspercentage van veenmossen liet vooral over het eerste groeiseizoen variatie zien tussen de twee methoden van inbreng.

De veenmosontwikkeling betrof hoofdzakelijk Haakveenmos en Gewoon veenmos (respectievelijk *Sphagnum squarrosum* en *Sphagnum palustre*). Opvallend in de zomer van 2018 was de veelvuldige opkomst van Ronde Zonnedaauw (*Drosera rotundifolia*), een soort van de Nederlandse Rode lijst van planten. Ronde Zonnedaauw is een soort die alleen voorkomt in regenwater gevoede systemen, waar ook veenmossen overwegend voorkomen. Ook andere typische soorten van dit milieu bleken zich te hebben gevestigd, zoals Zompzegge (*Carex curta*) en Sterzegge (*C. echinata*). Het feit dat deze bijzondere soorten zich goed konden ontwikkelen, betekent dat de omstandigheden in het teeltbed in 2018 geschikt waren voor het habitat dat we wilden creëren. In 2019 en 2020 is Ronde zonnedaauw helaas niet meer verschenen, wat een gevolg zou kunnen zijn van het harde boezemwater dat noodzakelijkerwijs in de zomer van 2018 moest worden ingelaten.

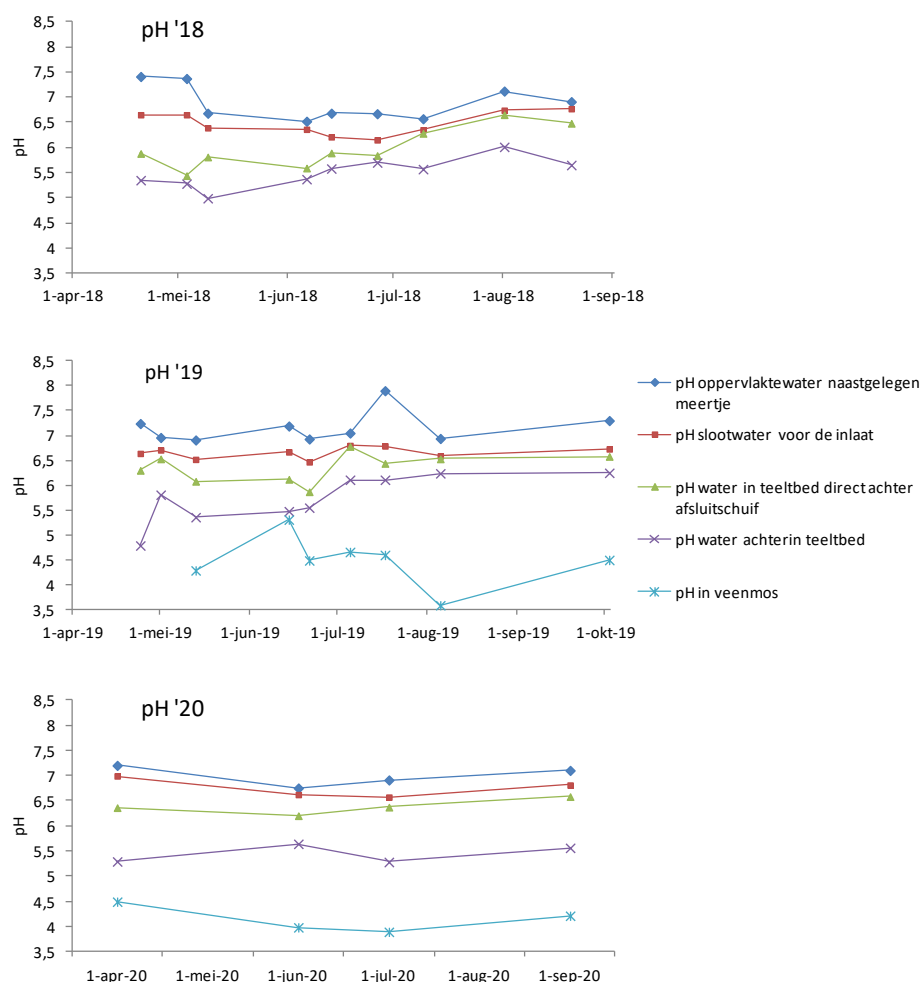


Figuur 5.2 Wanneer de ontwikkeling van veenmossoorten goed op gang komt, kunnen deze soorten een homogene, vlakdekkende vegetatie vormen. De kleur van een veenmospakket kan per moment verschillen, afhankelijk van de vochtigheid en het seizoen. Rechtsonder is aanvullend weergegeven Ronde Zonnedaauw.

Aanvullend zijn watermetingen uitgevoerd op verschillende plaatsen in de aanvoerroute en de greppels rondom het veenmosteelbed over de tijd (figuur 5.3 en 5.4), om een beter inzicht te krijgen in de kwaliteit van het aanvoerwater. Er zijn steeds vier monsters genomen van de waterkolom; 1. van het oppervlaktewater in het meertje van waaruit water ingelaten kan worden, 2. van het slootwater in de sloot tussen dit meertje en de inlaat naar het teeltbed, 3. van de waterkolom in de greppel binnen het teeltbed direct achter de afsluitschuif, en 4. van de waterkolom in de greppel aan de uiterste achterzijde van het teeltbed. Aanvullend zijn monsters genomen van het bodemvocht in de veenmoslaag zelf.

Veenmosontwikkeling gaat het best onder regenwatergevoede omstandigheden. Dat betekent een lage pH waarde en minimale aanvoer van basen. De pH en het EGV (elektrisch geleidend vermogen) geven informatie over de regenwaterinvloed. Beide waarden dienen zo laag mogelijk te zijn. Zoals te zien in figuur 5.3 was er op locatie 4. (achterin het teeltbed) het meest sprake van geschikte omstandigheden in de waterkolom met een pH van om en nabij 5-5,5, maar dit is aan de hoge kant voor veenmossen. Het meertje liet de hoogste pH waarden zien, wat betekent dat dit water bepaald niet ideaal is als inlaatwater voor veenmosteel. Deze inlaatmogelijkheid is dan ook slechts een 'backup-bron' onder extreem droge condities, om te zorgen dat de waterstand niet te ver uitzakt.

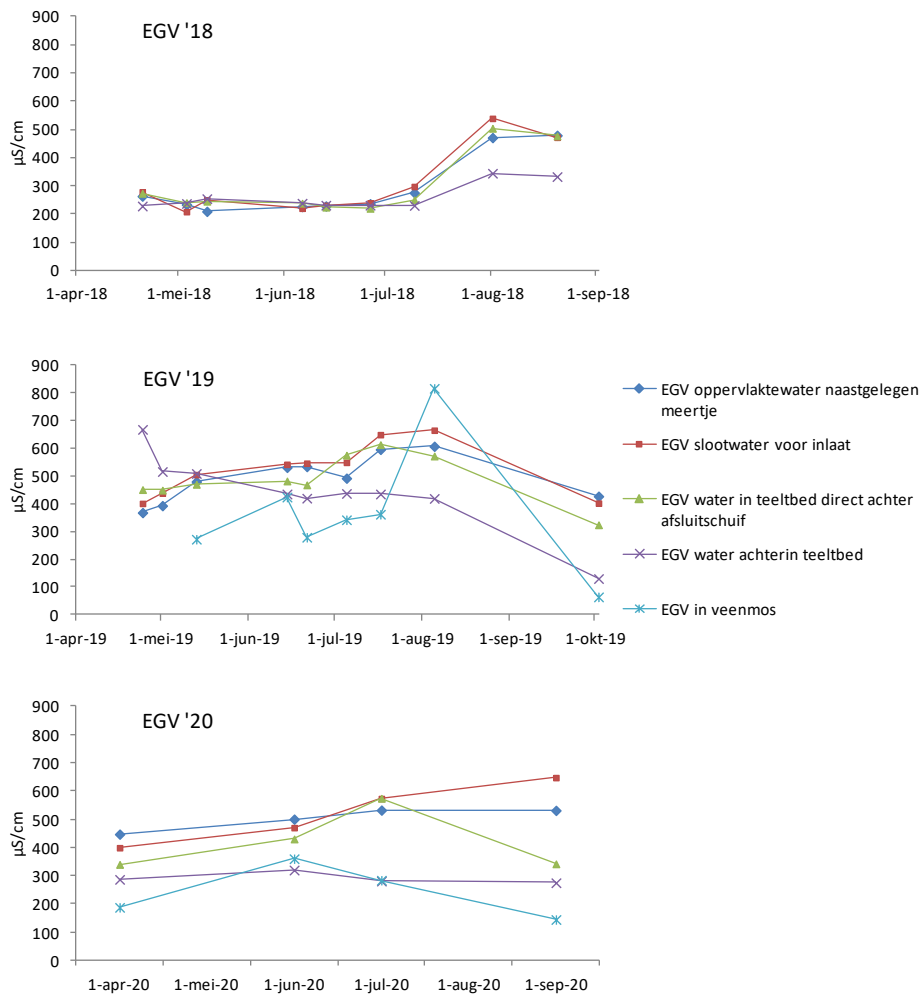
In de zomer van 2018, en dan vooral in augustus, was er sprake van extreem droge en warme omstandigheden en is er dus relatief veel invloed geweest van dit niet ideale inlaatwater. Dit is direct terug te zien in de waterkwaliteit met verhoogde waarden voor pH en EGV in de greppel (figuren 5.3 en 5.4).



Figuur 5.3 pH in de watermonsters die gedurende de groeiseizoenen van 2018-2020 zijn genomen van verschillende plekken in de aanvoerroute, de greppels rondom het teeltbed en de veenmoslaag zelf.

Vanaf voorjaar 2019 is aanvullend ook de pH en EGV in het bodemvocht van de veenmoslaag zelf gemeten. Hieruit wordt goed duidelijk dat de veenmossen, wanneer ze goed aanslaan, in staat zijn om hun eigen habitat te verzuren. Met een pH van 4-4,5 in de moslaag zijn de omstandigheden voor wat betreft zuurgraad goed genoeg om verdere ontwikkeling te verwachten in de komende jaren. Opvallend is de uitschieter van de EGV-waarden in de veenmoslaag in maand augustus van 2019, welke vooralsnog niet goed kan worden verklaard.

In 2020 was er sprake van meer stabilisatie van de pH- en EGV-waarden. Wellicht heeft de aangroei van veenmossen en de hierdoor toegenomen 'sponswerking' geleid tot een bufferend effect. Tijdens de vroege zomer van 2020, welke werd gekenmerkt door langdurige droogte, is er sprake geweest van inlaatwater om de hoge mate van verdamping te compenseren. De invloed van het inlaatwater is echter niet terug te zien in de gemeten waarden, wat wel het geval was in het eerste jaar (2018) na aanleg.



Figuur 5.4 Het elektrisch geleidend vermogen (EGV, uitgedrukt in $\mu\text{S cm}^{-1}$) in de watermonsters die gedurende de groeiseizoenen van 2018-2020 zijn genomen van verschillende plekken in de aanvoerroute, de greppels rondom het teeltbed, en in de veenmoslaag zelf.

In het najaar van 2020 is binnen de zes vlakken, waarin de bedekking wordt bepaald, aanvullend de dikte van de laag afgestorven mosbiomassa (de 'catotelm') gemeten. Dit is de laag die zich bevindt onder de levende moslaag (de 'acrotelm') (Figuur 5.5). Deze dikte bedroeg na drie volledige groeiseizoenen gemiddeld 6 centimeter. Dit zou betekenen dat er sprake is van een toename in dikte van de catotelm van 2 centimeter per jaar ten opzichte van het oorspronkelijke maaiveld na afgraven in het veenmosteeltbed. Eind 2021 zullen deze metingen nogmaals uitvoerig worden herhaald om met grotere zekerheid uitspraken te kunnen doen. Deze toename van de catotelm kan niet direct worden geïnterpreteerd als de snelheid van veenaangroei. Met het dikker worden van de catotelm zal er immers ook steeds meer sprake zijn van samendrukking van de bodem. Bovendien is het in de praktijk erg lastig om de aangroei ten opzichte van de ondergrond goed te meten, gezien de sponswerking van de gehele veenbodem.

Overige vegetatieontwikkeling

In de loop der jaren heeft zich integraal een Veldrus- en Pitrusvegetatie ontwikkeld. De veenmossen lijken zich onder deze vegetatie opmerkelijk goed te handhaven. De vraag is of

het veenmos op den duur de Pitrusvegetatie weet te onderdrukken. Op dit moment onderdrukt de Pitrusvegetatie wel de eerder vastgestelde hoogveenplanten. De hoge pitrusbedekking heeft mogelijk te maken met resterende P-voorraden in de bodem na afgraven. Nadere bodemanalyses kunnen daar meer duidelijkheid over geven.



Figuur 5.5 De dikte van de laag met afgestorven biomassa onder de levende moslaag (lichtbruin) kan worden gezien als de laag van veenaangroei. Deze bedroeg na 3 volledige seizoenen gemiddeld 6 centimeter.

5.2 Synthese algemene bevindingen veenmosteelt

De waterstand en waterkwaliteit

De vereiste waterstand voor veenmossen varieert van -10 cm tot 0 cm ten opzichte van het maaiveld. Het bleek goed mogelijk om met de constructie in de teeltbedden een waterstand binnen deze marges te waarborgen. Vooral in de winter was het goed mogelijk om de teeltbedden nat genoeg te houden, maar het waarborgen van de juiste waterkwaliteit (grote invloed van regenwater) bleek lastig. In het eerste voorjaar leek de veenmosbedekking (voornamelijk Fraai veenmos) geleidelijk aan toe te nemen en de aanwezigheid van Ronde Zonnedaauw indicerde goede condities. Echter, tijdens de warme en vooral zeer droge zomer van 2018 deden zich problemen voor. In deze zomer heeft de waterstand een tijd (te) laag gestaan in de teeltbedden. Tijdelijke droogval van een paar dagen kan door veenmossen weliswaar worden overbrugd, maar de kans op vergrassing/dominantie door andere vegetatie zoals Veldrus of Pitrus kan als gevolg hiervan sterk worden vergroot. Het is in die periode dan ook nodig geweest om de afsluitschuiven regelmatig open te zetten en relatief basenrijk binnenboezemwater in te laten. Dit inlaatwater heeft voor veenmossen niet de meest gunstige kwaliteit. Zolang er geen langdurige inundatie plaatsvindt hoeft dit niet een groot probleem te zijn voor de veenmossen zelf, maar de kans bestaat wel dat andere soorten gaan domineren zodra de regenwater invloed kleiner wordt en het relatief eutrofe en harde boezemwaterinvloed steeds groter wordt. In combinatie met het feit dat het ingebrachte maaimengsel naast veenmossen reeds een boel grassoorten bevatte, is er gedurende de zomer van 2018 veel vergrassing opgetreden. Gelukkig heeft in de winter van 2018-2019 de regenwaterinvloed duidelijk weer een goede uitwerking gehad op de veenmosontwikkeling. Tijdens de droge periode van de zomer van 2020 is eveneens veel invloed geweest van inlaatwater, maar dit heeft geen negatieve effecten gehad op de veenmosontwikkeling. Wel is Pitrus in het najaar

van 2020 sterk tot ontwikkeling gekomen. Dat lijkt een flinke veenmosbedekking niet in de weg te hoeven staan, maar wel de ontwikkeling van meer typische hoogveensoorten zoals Ronde zonnedauw, Snavelbies en kleine zeggen. Bovendien kan de ontwikkeling van Pitrus in de praktijk de oogst van veenmossen in de weg staan.

De aanleg en inrichting

De greppels rondom de teeltbedden hebben ervoor gezorgd dat de waterkwantiteit gewaarborgd bleef tijdens droge zomerperioden. Verder bleek dat er tussen de twee verschillende methoden van inbreng, namelijk netjes homogeen verstrooien versus in aparte hopen inbrengen, na twee groeiseizoenen nagenoeg geen verschil meer waarneembaar was.

Kanttekeningen bij beheer

Veenmosteelbedden vergen over het algemeen relatief veel onderhoud om te zorgen dat de begroeiing van met name grassoorten niet te dicht en te hoog wordt. De Duitse referentie-veenmosteelbedden, die in de afgelopen jaren zijn aangelegd en beheerd vanuit de Universiteit van Greifswald, hebben al laten zien dat frequente maaiwerkzaamheden zijn vereist. De veenmosteelbedden op de voormalige afgraving in het Hankhausermoor bij Oldenburg bijvoorbeeld vergden zelfs een maairequentie van 2x per maand, weliswaar bij wateraanvoer van relatief voedselrijk oppervlaktewater in de greppels (meded. J. Schröder, Universiteit Greifswald). De groei van grassen in het Better Wetter veenmosteelbed viel mee in het voorjaar van 2018. Pas vanaf de droge periode in de zomer begonnen hoofdzakelijk grassoorten te domineren en begon de ontwikkeling van Veldrus, en in 2020 begon ook Pitrus zich integraal te ontwikkelen. Het zou goed kunnen zijn dat de huidige maairequentie te laag is om ontwikkeling van deze soorten te voorkomen. De ongewenste soorten zijn jaarlijks rond half september met een bosmaaier weggemaaid en het maaisel is niet afgevoerd. Omwille van het beperken van verdamping, vooral in de zomer, kan het geen kwaad om het maaisel te laten liggen, zo is de ervaring in het Hankhausermoor.

Ondanks deze negatieve uitgangssituatie laat de ontwikkeling van veenmossen tussen de Pitruspollen een positieve trend zien. De bedekking over het teeltbed is gedurende 2020 min of meer onveranderd gebleven ten opzichte 2019. Het is de hoop dat de veenmoslaag zich in de komende jaren nog verder zal ontwikkelen, en dat de verzuring die hiermee gepaard gaat, zal zorgen voor een remming van de ontwikkeling van Veldrus en Pitrus. Hier is op dit moment nog geen sprake van.

5.2.1 Aanbevelingen voor nader onderzoek

Biogeochemie bodem en water

Er zijn, naast metingen van de EGV en pH, geen biogeochemische gegevens beschikbaar van het veenmosteelbed. Het valt daarom aan te bevelen om aanvullende metingen te doen van zowel de waterkwaliteit als van de bodem. De nutriëntbeschikbaarheid in het inlaatwater, het bodemvocht en de bodem waarop de veenmossen groeien kan meer inzicht geven in de mate van externe eutrofiëring, nutriëntenmobilisatie uit de bodem en daarmee de risico's op overgroeiing door opgaande vegetatie op termijn, met name door Pitrus. Maar belangrijker nog is het zuurbufferend vermogen, dat door de aangroeiende veenmossen zelf wordt beïnvloed. Zijn de veenmossen in staat om op termijn zelf te zorgen voor de gewenste zure en voedselarme condities die ze nodig hebben? Alleen in dat geval bestaat er kans op uitbreiding tot een dik, zelfregulerend veenmospakket dat verder boven de waterspiegel uit kan stijgen. Om hier meer inzicht in te krijgen is frequente monitoring van de uitbreiding van veenmossen, maar ook groeicondities (zuurbufferend vermogen, eutrofiëgraad) zeer belangrijk.

Beheer

Er dient naar verwachting in de komende seizoenen frequent te worden gemaaid in de veenmosteelbedden. Eenmaal per jaar in het najaar is op termijn naar verwachting niet voldoende. Op basis van resultaten in Duitsland is een maaifrequentie van minstens iedere maand vereist. Een belangrijke vraag is of en in hoeverre de maaifrequentie geleidelijk aan terug kan worden geschroefd naarmate de veenmoslaag en daarmee de verzuring verder ontwikkelt.

Oogst

Er dient aanvullend onderzoek te worden uitgevoerd naar oogstmogelijkheden in de praktijk. Hierbij staan vragen centraal als: hoe kan er op een duurzame manier worden geoogst zonder de opbrengst in de toekomst te verliezen? Hierbij is de groeisnelheid zeer bepalend, want om regeneratie van de mossen te waarborgen dient er pas te worden geoogst als er sprake is van een dik pakket. Als het pakket niet dik genoeg is om alleen de bovenste 12 cm te kunnen verwijderen, dan zal hergroei nagenoeg niet op gang komen na de oogst, en bestaat er bovendien kans voor andere soorten om te domineren (Diaz & Silva, 2012). De groeieresultaten tot nu toe laten zien dat oogst van het hele teeltbed op korte termijn nog niet mogelijk is. Ook bestaat de optie om een perceel slechts gedeeltelijk te oogsten in verschillende afzonderlijke plots, zodat er altijd plots aanwezig zijn waaruit hergroei kan plaatsvinden. Machinerie is in een veenmosteelbed vermoedelijk uit den boze in verband met de beperkte draagkracht. Waarschijnlijk is manuele oogst hier onvermijdelijk, maar hier dient ook aanvullend onderzoek naar te worden gedaan. Een bijkomend probleem vormt de dominantie van Pitrus in de kruidlaag. Hierdoor lijkt het veenmos niet te maaien zonder veel pitrus in het maaisel te krijgen.

Vermarketing

Voor wat betreft vermarktingsopties van veenmossen liggen er ook nog een boel vragen open. Vooralsnog wordt verondersteld dat de verdienmodellen betreffende veenmos minder lucratief zijn dan van lisdoddeteelt. Het gaat bij veenmosteel hoofdzakelijk om verwerking in potgrond, terrarium-vulling en andere decoratieve toepassingen, en verwerking in luiers. De mogelijke opbrengsten en (regionale) verdienmodellen worden binnen het project Veenmarktplaats nader in beeld gebracht.

Meerwaarde voor natuurherstel

Op de proeflocatie vervangt het teeltbed tamelijk soortenarm en 'verpitrust' grasland met een veenmosvegetatie. In potentie kan zich hier een soort veenmosrietland ontwikkelen en op den duur hoogveen. Ook als oogst uiteindelijk niet haalbaar of lucratief blijkt, dan is dit gegeven op zich een belangrijke meerwaarde. Om te zien of de ontwikkeling naar hoogveenvegetatie daadwerkelijk op gang komt, dient de vegetatieontwikkeling langdurig, en meer gestructureerd dan op dit moment, gemonitord te worden.

Literatuur

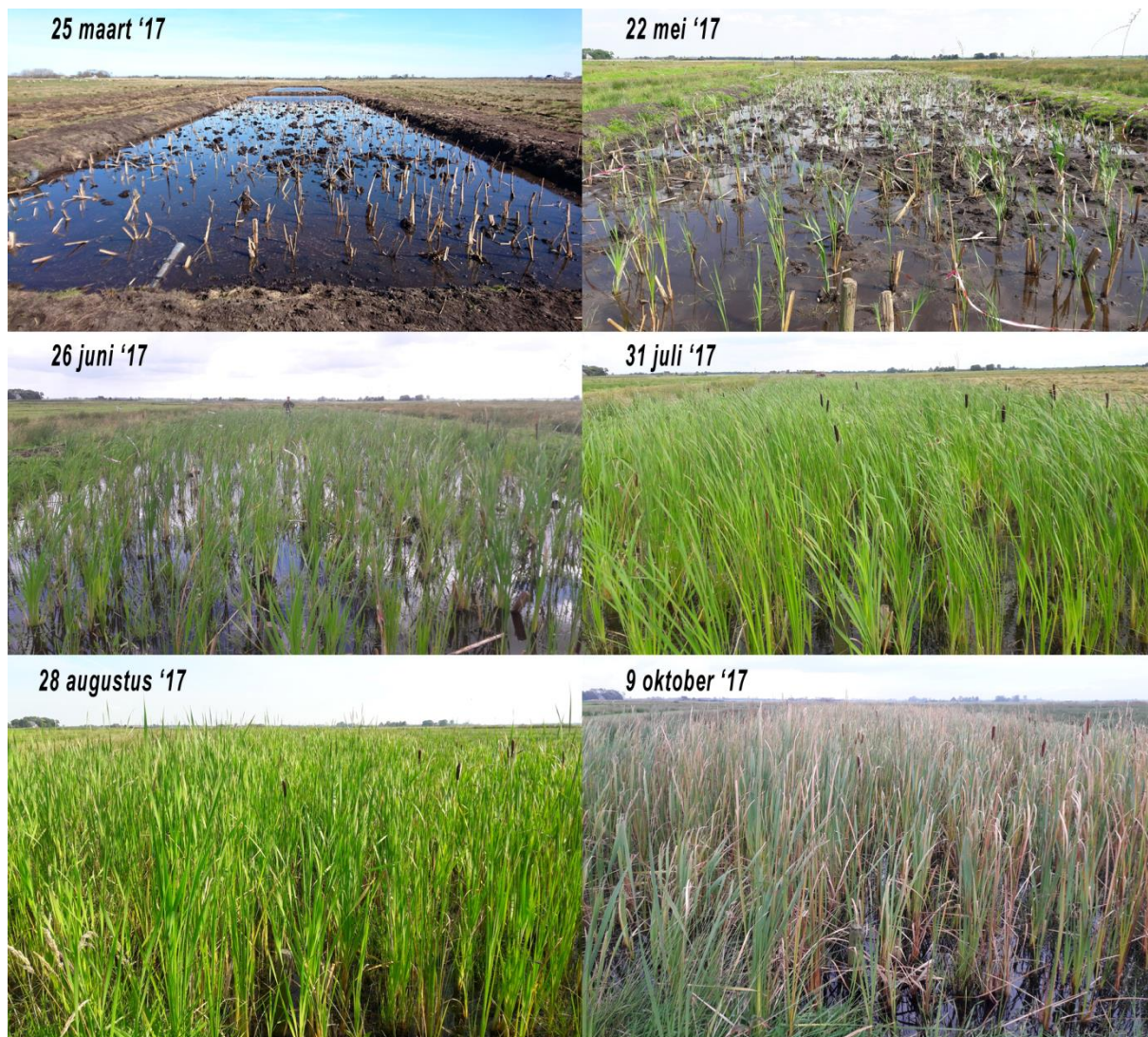
- Aulio, K., 2014. Shoot growth in *Typha angustifolia* L. and *Typha latifolia* L. in the Kokemäenjoki River delta, western Finland. *International Letters of Natural Sciences* 28, pp. 34-46.
- Bansal, S., Lishawa, S.C., Newman, S., et al., 2019. Typha (Cattail) invasion in North American wetlands: biology, regional problems, impacts, ecosystem services, and management. *Wetlands* 39: pp. 645-684.
- Bedish, J.W., 1967. Cattail moisture requirements and their significance to marsh management. *The American Midland Naturalist* 78, pp. 288-300.
- 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.
- Bonnewell, V., Koukkari, W.L., Pratt, D.C., 1983. Light, oxygen, and temperature requirements for *Typha latifolia* seed germination. *Canadian Journal of Botany* 61, pp. 1330-6.
- Coops, H., Van der Velde, G., 1995. Seed dispersal, germination and seedling growth of six helophyte species in relation to water-level zonation. *Freshwater Biology* 34, pp. 13-20.
- Colbers, B., Cornelis, S., Geraets, E., Gutiérrez-Valdés, N., Tran, L. M., Moreno-Giménez, E., Ramírez-Gaona, M., 2017. A feasibility study on the usage of cattail (*Typha* spp.) for the production of insulation materials and bio-adhesives. Eindrapport Academic Consultancy Training, Wageningen Universiteit.
- Diaz, M., Silva, W., 2012. Improving harvesting techniques to ensure *Sphagnum* regeneration in Chilean peatlands. *Chilean journal of agricultural research* 72(2), pp. 296-300.
- Dubbe, D.R., Garver, E.G., Pratt, D.C., 1988. Production of cattail (*Typha* spp.) biomass in Minnesota, USA. *Biomass*, 17(2), pp. 79-104.
- Ekstam, B., Forsbey, A., 1999. Germination response of *Phragmites australis* and *Typha latifolia* to diurnal fluctuations in temperature. *Seed Science Research* 9, pp. 157-163.
- Fritz, C., Lamers, L., van Dijk, G., Smolders, F., Joosten, H., 2014. Paludicultuur – kansen voor natuurontwikkeling en landschappelijke bufferzones op natte gronden.
- 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*: pp. 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.
- Geurts, J., Vroom, R., Fritz, C., Pijlman, J., Bestman, M., van Eekeren, N., van Houwelingen, K., Lenssinck, F., 2017. Natte teelten: plant- en zaaimethoden van lisdodde. V-focus december 2017.
- 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., Harrison, J.S., 1986. The biology of Canadian weeds 73: *Typha latifolia* L., *Typha angustifolia* L., and *Typha x glauca* Godr., *Canadian Journal of Plant Science* 66(2), pp. 361-380.
- Grace, J.B., 1987. The impact of preemption on the zonation of two *Typha* species along lakeshores. *Ecological Monographs* 57, pp. 283-303.
- Grace, J.B., 1989. Effects of water depth on *Typha latifolia* and *Typha domingensis*. *American Journal of Botany* 76, pp. 762-768.
- Grime, J.P., Hodson, J.G., Hunt, R., 1988. Comparative plant ecology. Unwin Hyman, London, 742 pp.
- Günther, A., Huth, V., Jurasinski, G., Glatzel, S., 2014. The effect of biomass harvesting on greenhouse gas emissions from a rewetted temperate fen. *GCB Bioenergy*, doi: 10.1111/gcbb.12214

- 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.
- Koks, A.H.W., van Dijk, G., Smolders, A.J.P., Lamers, L.P.M., Fritz, C., 2019. The effects of alkalinity and cations on the vitality of *Sphagnum palustre* L. *Mires and Peat* 24.
- Koridon, A.H., Polman, G.K.R., Poorter, E.P.R., Ven, G.A., Zijlstra, M., 1979. De Oostvaardersplassen: ontwikkeling en onderzoek van een nieuw natuurgebied in Flevoland, Flevobericht nr. 169. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders.
- Lamers, L.P.M., Klinge, M., Verhoeven, J., 2001. Pre-advies laagveenwateren. Expertisecentrum LNV, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Wageningen.
- Lamers, L., Lucassen, E., Tomassen, H., Smolders, A., Roelofs, J., 2009. 'Verpitrussing' bij natuurontwikkeling: voorkomen is beter dan genezen. *De Levende Natuur* 110(1), pp. 43-46.
- 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.
- Lombardi, T., Fochetti, T., Bertacchi, A., Onnis, A., 1997. Germination requirements in a population of *Typha latifolia*. *Aquatic Botany* 56: pp. 1-10.
- Martens, S., 2016. Biodiversiteit van aquatische macrofauna in verschillende Grote Iisdodde (*Typha latifolia*) standplaatsen in landbouw- en natuurgebied in een laagveensysteem. Afstudeerrapport Van Hall Larenstein.
- Mettrop, I., Oosterveld, E., Wymenga, E., Vos, R., 2017. Proeven met natte teelten Better Wetter Fase 1: rapportage 2016 en 2017. A&W-rapport 2371, Altenburg & Wymenga, Feanwâlden.
- 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, 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.
- Mettrop, I., 2020. Natte teelten en biodiversiteit; een kennisoverzicht met speciale aandacht voor Iisdodde- en veenmosteelt. A&W-rapport 20-118, Altenburg & Wymenga, Feanwâlden.
- Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling (NKB), 2018. Factsheet natte teelten, opgesteld door de deexpeditie Natte Teelten. Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling.
- Nordt, A., Abel, S., Eberts, J., Hoffmann, T., Kost, A., Lampe, M., Peters, J., Wichtmann, W., 2020. Machbarkeitsstudie Aufwuchsverwertung und Artenvielfalt in der Leader-Region "Kulturlandschaften Osterholz". Michael Succow Stiftung/Greifswald Moor Centrum.
- Paetzel, C., 2018. The first steps of paludiculture in Bûtefjild; a report on the development and growing conditions of cattail and peat moss at the pilot sites in Bûtefjild, Province of Fryslân, the Netherlands. Studentenrapport Van Hall Larenstein, Leeuwarden.
- Pfadenhauer, J., Wild, U., 2001. Rohrkolbenbau in Niedermooren. Abschlussbericht zum DBU-Projekt Nr. 10628, 111 pp.

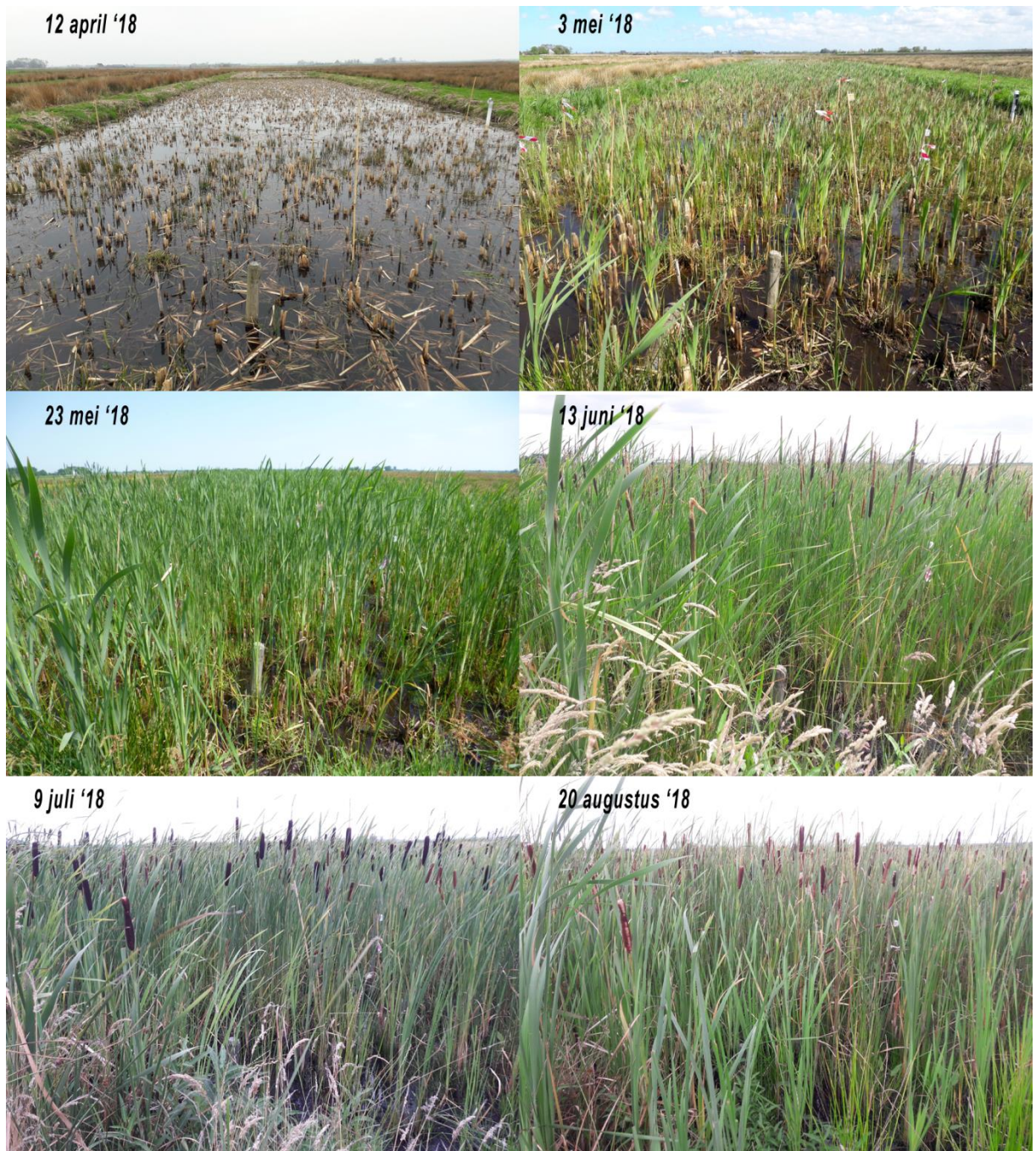
- Pijlman, J., Geurts, J., Vroom, R., Bestman, M., Fritz, C., van Eekeren, N., 2019. The effects of harvest date and frequency on the yield, nutritional value and mineral content of the paludiculture crop cattail (*Typha latifolia* L.) in the first year after planting. *Mires and Peat* 25(04), pp. 1-19.
- Postma, S., 2017. Rapportage lisdodde teeltbedden. Verslag van stageperiode bij Altenburg & Wymenga onderzoek bv.
- Postma, J., 2019. ANLb-monitoring weide- en akkervogels Friesland, verslag 2018. Sovonrapport 2019. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Provincie Fryslân, 2015. Veenweidevisie, een duurzame toekomst voor het Friese Veenweidegebied.
- Ristich, S.S., Fredrick, S.W., Buckley, E.H., 1976. Transplantation of *Typha* and the distribution of vegetation and algae in a reclaimed estuarine marsh. *Bull. Torrey Botanical Club* 103, pp.157-64.
- 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.
- Shipley, B., Keddy, P.A., Moore, D.R.J., Lemky, K., 1989. Regeneration and establishment strategies of emergent macrophytes. *Journal of Ecology* 77, pp. 1093-1110.
- Smith, 1986. The Cattails (*Typha*): interspecific ecological differences and problems of identification. *Lake and reservoir management* 2:1, pp. 357-362.
- Smolders, F., Roelofs, J., Lucassen, E., 2011. Goede grond voor natuur; abiotische bodemcondities sturen vegetatieontwikkeling in natuurgebieden. *Bodem* 2 (2011), pp. 11-13.
- 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.
- Ter Heerdt, G.N.J., 2016. Establishment of different riparian plant communities from the same soil seed bank. Proefschrift Universiteit Groningen.
- Van Dam, H., Wanink, J.H., 2007. Trendanalyse hydrobiologische gegevens Friesland. Grontmijrapport 210455, Grontmij | AquaSense & Koeman en Bijkerk B.V.
- Van Duinen, G.-J., Fritz, C., de Hullu, E., 2018. Perspectieven 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., M. van Houten, M. Schaafsma-Tilstra *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.
- Yeo, R.R., 1964. Life history of common cattail. *Weeds* 12(4), pp. 284-288.
- Zeeplat, G., 2018. Biomassa productie lisdoddes 2017 - Better Wetter project locatie Bûtenfjild. Hogeschool van Hall Larenstein, Leeuwarden.

Appendix A

Een beeldverslag van de lisdodde teelt bij van der Ploeg van 2017 t/m 2020.



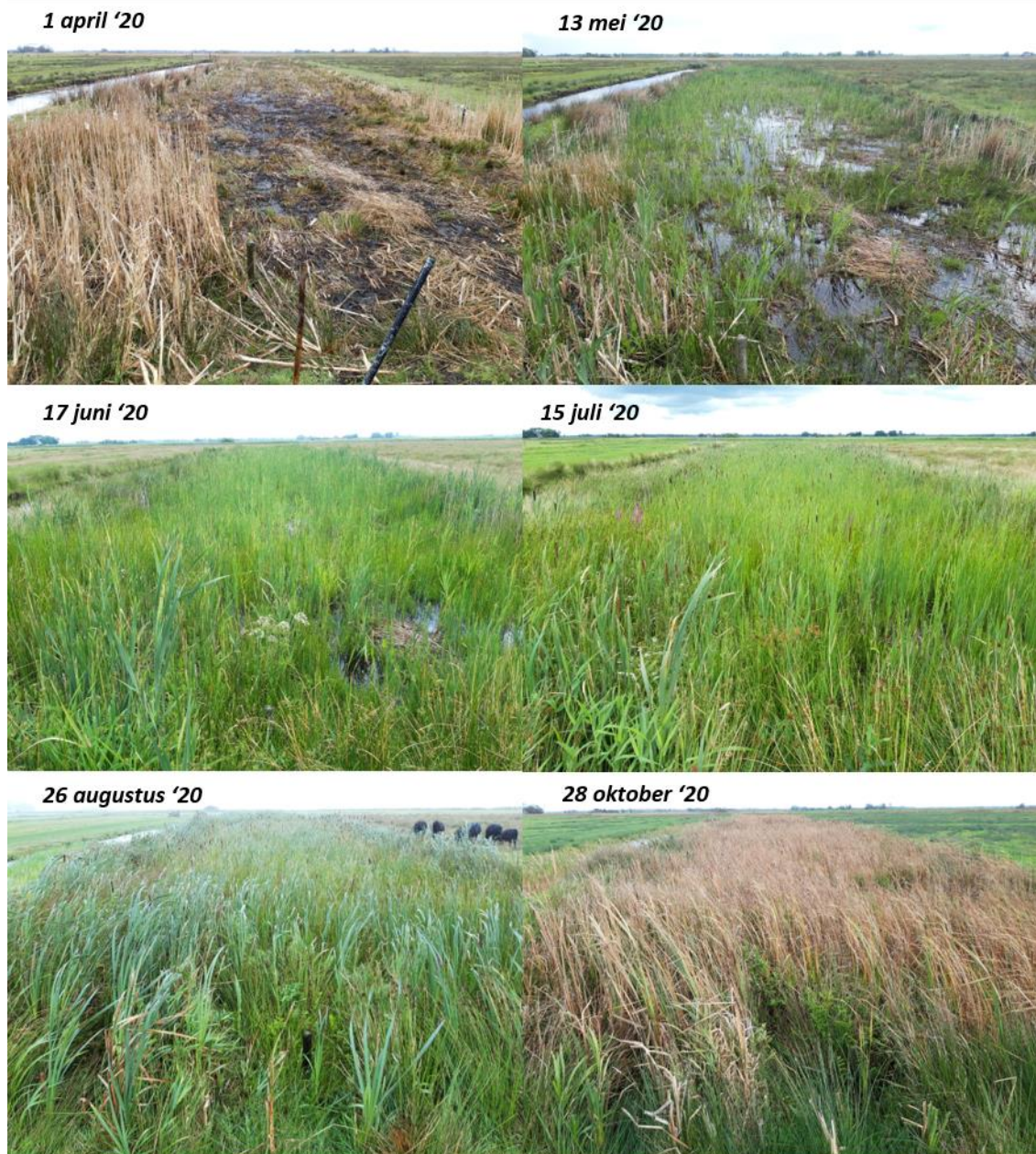
Appendix A.1. 2017: De Better Wetter-teeltbedden leverden binnen vier maanden na inplant met 4 wortelstokken per vierkante meter in het eerste jaar reeds een hoge en dichte productie.



Appendix A.2. 2018: De lisdoddeteeltbedden leverden ook in het tweede jaar na inplant van wortelstokken een hoge en dichte productie.



Appendix A.3. 2019: In het derde jaar na inplant groeiden de planten niet verder dan gemiddeld 1,5 meter hoog, en was er meer sprake van ontwikkeling van onkruid dan in de jaren daarvoor.



Appendix A.4. 2020: In het vierde jaar na inplant kwamen de Grote lisdodde stengels niet boven de 1,5 meter uit, en was er wederom meer sprake van ontwikkeling van onkruid dan in de jaren daarvoor.

A photograph of a person standing in a field of tall, green grass. The person is wearing a dark jacket and is looking down at something in their hands. In the background, there are rolling hills or mountains under a bright, overcast sky.

Adres

Suderwei 2
9269 TZ Fearwâlden

Telefoon 0511 47 47 64
info@altwym.nl

www.altwym.nl