

## Proeven met natte teelten Better Wetter Fase 2 Tussentijdse rapportage van resultaten t/m 2019

A&W-rapport 2574



in opdracht van



# **Proeven met natte teelten Better Wetter Fase 2**

## Tussentijdse rapportage van resultaten t/m 2019

A&W-rapport 2574

---

I. Mettrop  
E. Oosterveld

**Foto Voorplaat**

Lisdoddeteelt in het Bûtefjild, Foto door I. Mettrop, Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek

**I. Mettrop, E. Oosterveld 2019**

Proeven met natte teelten Better Wetter Fase 2. A&W-rapport 2574

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, Feanwâlden

**Opdrachtgever****Gemeente Dantumadiel**

Postbus 13

9290 AA Kollum

Telefoon 0519 298888

**Uitvoerder****Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv**

Suderwei 2

9269 TZ Feanwâlden

Telefoon 0511 47 47 64

info@altwym.nl

[www.altwym.nl](http://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**

R. de Jong

**Datum**

05-12-2019



---

**Kwaliteitscontrole**

E.B. Oosterveld

# Inhoud

---

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Better Wetter	1
1.2	Achtergrond en aanleiding	1
1.3	Een vernieuwende aanpak in regionale context	2
1.4	Flexibel waterbeheer	3
1.5	Regionale verdienmodellen	3
1.6	Fase 1 en Fase 2	4
1.7	'Natte teelten' en 'Veenmarktplaats'	4
<b>2</b>	<b>Natte teelt en geschikte gewassen</b>	<b>5</b>
2.1	Natte teelt	5
2.2	Grote en kleine lisdodde	5
2.3	Veenmossen	8
2.4	Overige natte teeltgewassen	9
<b>3</b>	<b>Overzicht van teelt- en oogstlokaties</b>	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>Lisdoddeteelt bij van der Ploeg</b>	<b>12</b>
4.1	Aanleg en inrichting	12
4.2	De biogeochemische Ausgangssituatie	13
4.3	Drie manieren van inbreng: achtergrondinformatie en uitvoering	14
4.4	Resultaten 2017-2019	18
4.5	Beheer/onderhoud en oogstmogelijkheden	26
<b>5</b>	<b>Lisdodde-oogst uit natuurlijke groeiplaatsen</b>	<b>30</b>
5.1	Twijzelermieden	30
5.2	Headamskampen (Alde Feanen)	31
<b>6</b>	<b>Veenmosteelt in het Ottema-Wiersma reservaat</b>	<b>33</b>
6.1	Aanleg en inrichting	33
6.2	Resultaten 2018 en 2019	34
6.3	Beheer en onderhoud	38
<b>7</b>	<b>Overige locaties en nog uit te voeren plannen</b>	<b>40</b>
7.1	Tweede teeltbed Ottema-Wiersma reservaat	40
7.2	Lisdoddeteelt bij van Eijden (Ryptsjerk)	40
7.3	Brûsplak bij Kinderman (Bûtefjild)	42
7.4	Overige nieuwe locaties	43
<b>8</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>44</b>
8.1	Lisdoddeteelt	44
8.2	Veenmosteelt	46
	<b>Literatuur</b>	<b>48</b>
	<b>Appendix A</b>	<b>50</b>



# 1 Inleiding

---

*In onderhavige rapportage zijn de resultaten van Fase 2 (vanaf begin 2019) van het onderdeel natte teelten binnen Better Wetter uitgewerkt. Voor sommige proeven geldt dat de uitwerking voortborduurde op de 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 in het kort toegelicht. Dit om de plaats van de verschillende projecten in het grotere geheel van ANNO, de Feangreidefyzje en andere initiatieven in Nederland 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.

'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.

Better Wetter wordt ondersteund door een brede coalitie van gemeenten in NO-Fryslân, Provincie Fryslân, Wetterskip Fryslân, onderwijsorganisaties als Nordwin College en Van Hall Larenstein en maatschappelijke organisaties, waaronder het agrarisch collectief Noardlike Fryske Wâlden, It Fryske Gea en de Friese Milieufederatie. De aanpak gaat in nauwe samenwerking met 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 deze traditionele en unieke vorm van waterbeheer, die geheel gericht is op de huidige landbouwkundige gebruiksfuncties, komen echter de grenzen in zicht. In Fryslân is zo'n 98%

van de oorspronkelijk regelmatig ondergelopen weilanden bedijkt en bemalen. Dat heeft geresulteerd in een sterke afname van de natuurlijke capaciteit om piekbelasting op de boezem bij overvloedige regenval op te vangen. Dit gaf gedurende de afgelopen decennia aanleiding tot het instellen van steeds grotere bemalingcapaciteit en de polders verloren ecologische verbinding met het regionale watersysteem van de Friese boezem. Klimaatgerelateerde problemen zoals wateroverlast bij hevige regenval en extreme droogte worden versterkt bij afwezigheid van hoogwaterzones die als buffer kunnen werken. Recente pieken in de waterstanden laten zien dat de huidige bemaling niet volstaat en zonder ingrepen er een risico is op ongecontroleerde overstromingen. Bovendien heeft ontwatering en verlaging van de grondwaterstand geleid tot een flinke bodemdaling in veenweidegebieden, tot versnelde afbraak van de veenbodems en tot noemenswaardige uitstoot van broeikasgassen. Maaiveldddaling is een nog steeds doorgaand proces. Hiernaast speelt dat de voormalige overstromingsgebieden, met inbegrip van de meren en restanten van natuurlijke waterlopen, belangrijke natuurwaarden herbergen. Ze bieden, nog steeds, leefgebied voor verschillende bedreigde vogelsoorten en andere fauna (bijvoorbeeld grutto, kemphaan, noordse woelmuis, meervleermuis). Het Lage Midden van Fryslân, waar Better Wetter zich op richt, omvat ten minste zeven Natura 2000-gebieden, die steeds verder in de verdrukking komen. Dit is onder andere te wijten aan het ontbreken van seizoensgebonden dynamiek in het watersysteem als gevolg van het waterbeheer.

Deze problematiek 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 Een vernieuwende aanpak in regionale context**

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 wordt om die reden ingezet op maatregelen die de maaiveldddaling vertragen en mogelijkheden om te anticiperen op nattere omstandigheden, bijvoorbeeld door middel van aanpassingen aan machines of landbewerking. Om te kunnen blijven werken in de laagste, of beter gezegd de natste, delen van het veenweidegebied zal in de toekomst veel gevraagd worden van het waterbeheer. Het vergt in tijd en ruimte een meer flexibel waterbeheer, onder meer voor waterberging (wateroverlast beperken) en waterretentie (verdroging tegengaan).

De noodzaak voor een duurzamer en toekomstbestendig waterbeheer wordt breed onderkend. In Fryslân, waar de agrarische sector in hoge mate afhankelijk is van een goed functionerend watersysteem, zal de voortgaande bodemdaling in het Lage Midden op lange termijn tot knelpunten leiden in het waterbeheer. Er is momenteel niet sprake van een duurzame situatie en in dit verband wordt de bereidheid tot verandering steeds groter. Deze problematiek staat centraal in de provinciale Veenweidevisie (Provincie Fryslân 2015). Overgaan tot nieuwe maatregelen is echter nog een grote stap, omdat dat in veel gevallen betekent dat de bestaande functies en toepassingen moeten worden aangepast of opgegeven. Maar tegelijkertijd doen zich ook nieuwe kansen en mogelijkheden voor.



Overheidsmaatregelen voor verandering zullen uiteindelijk invloed hebben op lokaal niveau. Het is voor een regio een grote stap om dergelijke veranderingen te accepteren en in te passen binnen de sociale en sociaaleconomische context. Er is om die reden behoefte aan een aanpak, waarbij lokale ruimtelijke aanpassingen in het waterbeheer worden verbonden met de bestaande of toekomstige regionale ontwikkeling ten gunste van de regionale economie. In Better Wetter wordt deze uitdaging opgepakt door middel van actieve betrokkenheid van de belanghebbenden op zowel lokaal als regionaal niveau. Er wordt gestart met ontwikkeling van nieuwe vormen van waterbeheer en landgebruik in de praktijk. Inzet is om via deze aanpak bodemdaling en uitstoot van broeikasgassen te beperken, periodieke piekbelasting op de boezem op te vangen, ecologische waarden te behouden en te herstellen, en landbouwproductie ook voor de toekomst veilig te stellen. Hiertoe zijn proefgebieden in het Bûtefjild ingericht, als voorbeeld van hoe veranderingen in de toekomst vorm kunnen krijgen. De experimenten zoals beschreven in onderhavige rapportage maken hier deel van uit.

#### **1.4 Flexibel waterbeheer**

De strategie van Better Wetter is om gebruik te maken van (zeer) natte omstandigheden zonder de bodem verder te draineren. In plaats van de omgeving aan te passen aan het landgebruik, is het zaak om ons land- en watergebruik aan te passen aan de omgeving, zodat we in de toekomst ook bij hogere en meer natuurlijke waterstanden uit de voeten kunnen met behulp van technologische en sociale innovaties, waarmee ook in de toekomst geld kan worden verdiend. Gebieden die daarvoor in aanmerking komen zijn onder andere laag gelegen polders met een functie voor waterberging, bepaalde natuurgebieden aan de boezem en waterpartijen die bij kunnen dragen aan een meer flexibel waterbeheer. Realisatie van een dergelijke strategie vereist een verandering van denken en vereist aanpassingen op lange termijn.

Ruimtelijke aanpassing betekent op termijn herinrichting van nieuwe gebieden met flexibel waterbeheer, zodat schommelingen in de waterstand als gevolg van extreme weersomstandigheden binnen het regionale watersysteem kunnen worden opgevangen. Dat betekent niet dat allemaal gebieden onder water worden gezet. Integendeel, door het watersysteem van de Friese boezem goed te regelen wordt verzekerd dat ook op langere termijn de huidige functies kunnen blijven voortbestaan.

Er worden mogelijkheden gezocht in laaggelegen polders, waar het water kan worden opgevangen voor kortere of langere tijd en waar het landgebruik wordt afgestemd op waterstandfluctuaties. Dat kan gaan om natuurgebieden en gebieden met een bredere functie. Dit past in de uitdaging en toekomstige aanpak van de Veenweidevisie. Het doel is om op een slimme manier deze huidige polders opnieuw te verbinden met de Friese boezem. Om dit te bereiken zijn technische innovaties nodig, omdat deze poldergebieden een aanzienlijk lager waterpeil hebben dan de boezem. Ecologisch gezien is de (her)introduktie van waterstandfluctuaties en verbinding met de boezem een zeer belangrijke stap, waarmee de waterdynamiek in specifieke, geïsoleerde gebieden kan worden hersteld.

#### **1.5 Regionale verdienmodellen**

De mogelijkheden in gebieden met flexibel waterbeheer kunnen worden vergroot wanneer inkomsten voor lokale ondernemers kunnen worden gegenereerd. Binnen Better Wetter staat de ontwikkeling van regionale verdienmodellen dan ook centraal. Dit betreft bijvoorbeeld de

productie en vermarkting van producten uit lisdoddeteelt en veenmosteelt uit poldergebieden in de regio. Dergelijke natte teelten zijn bestand tegen peilfluctuaties en hoge peilen, en zijn veelbelovend om vermarktbaar producten op te leveren. Door lokale ondernemers vanaf het begin van het project bij deze aanpak te betrekken krijgt zowel de teelt van natte gewassen als de ontwikkeling van nieuwe producten en diensten brede regionale steun.

## **1.6 Fase 1 en Fase 2**

Het project Better Wetter is gestart begin 2016 in de vorm van Fase 1. Inmiddels zijn er verschillende kleinschalige veldexperimenten uitgevoerd, waarbij het onderwijsveld vanaf de start is betrokken (Mettrop *et al.*, 2017). Met Fase 1 is gelijk een vliegende start gemaakt met het uitvoeringsprogramma van de Veenweidevisie. Een groot deel van de praktische activiteiten in 2017 en 2018, waaronder de aanleg van lisdodde- en veenmosteeltbedden, vond plaats in het Bûtefjild. Aanvankelijk was het Bûtefjild een kansrijk gebied in het kader van de Veenweidevisie, maar dat is het thans niet meer. Dit neemt niet weg dat met het lange-termijn programma (Fase 2) in sterke mate wordt bijgedragen aan een gebiedsgerichte aanpak van de veenweideproblematiek.

Inmiddels is gestart met Fase 2, financieel mogelijk gemaakt vanuit de Veenweidevisie. Fase 2 van Better Wetter loopt van begin 2019 tot eind 2021. Onderhavig rapport doet verslag van de resultaten in het eerste jaar (2019) van Fase 2, waarbij bij sommige proeven voor de volledigheid ook de resultaten uit eerdere jaren zijn meegenomen.

## **1.7 'Natte teelten' en 'Veenmarktplaats'**

Binnen Fase 2 van Better Wetter kunnen twee aparte onderdelen worden onderscheiden: 'Natte teelten' en 'Veenmarktplaats'. Onderhavig rapport beslaat hoofdzakelijk de technische teeltaspecten van het onderdeel 'Natte teelten', waarbij de focus ligt op de teelt van lisdodde en veenmos. In het simultaan lopende project 'Veenmarktplaats' binnen Better Wetter, getrokken vanuit de gemeente Dantumadiel, worden zaken rond productie, vermarkting en regionale verdienmodellen nader uitgezocht.

## 2 Natte teelt en geschikte gewassen

---

Alvorens in te gaan op de inrichting, activiteiten en resultaten van de verschillende proeven die zijn uitgevoerd tot dusver, wordt in dit hoofdstuk toelichting gegeven bij het concept van natte teelt en de verschillende geschikte natte gewassen.

### 2.1 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 ook dienst doen als bufferzone tussen landbouw en natuur, als waterbergingsgebied, of als voortraject voor natuurontwikkeling, waarbij het hoofddoel is om een overmaat aan voedingsstoffen in de bodem te onttrekken ('uitmijning'). Deze verschillende functies kunnen tot op zekere hoogte worden gecombineerd, maar de gebiedsafhankelijke hoofddoelstelling is zeer bepalend voor de inrichting en de activiteiten.

### 2.2 Grote en kleine lisdodde

Op verschillende pilot locaties binnen Better Wetter is gekozen voor de teelt en oogst van lisdodde. De aangelegde lisdoddeteeltbedden hebben als primair doel om zoveel mogelijk te winnen biomassa te genereren. 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, 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 alternatief voor de traditionele melkveehouderij. 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).

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 2.1).



Figuur 2.1 Grote lisdodde heeft bredere bladeren dan Kleine lisdodde, die worden gekenmerkt door een licht grijsblauwe 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).

Beide soorten bloeien in juni en juli. 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 2.1). 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.

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.

Verschillende experimentele veldstudies hebben aangetoond dat standplaatsen met Grote lisdodde 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.*

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

### 2.3 Veenmossen

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 2.2 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 worden in de komende jaren binnen Fase 2 ook andere natte gewassen nader onderzocht. Interessante opties zijn mattenbies, wilde rijst, azolla, cranberries en combinaties van verschillende natte gewassen. Op welke manier en op welke oppervlakte deze gewassen zullen worden geteeld, staat nog ter discussie.

### 3 Overzicht van teelt- en oogstlocaties

Tabel 3.1 toont een overzicht van de reeds vastgestelde teeltvariëaties/-bedden en oogstmogelijkheden op de verschillende locaties voor Fase 2 tot dusver. De ligging van de verschillende teelt- en oogstlocaties is weergegeven in Figuur 3.1.

Op het land van natuurboer Van der Ploeg zijn drie verschillende teeltbedden (nrs. 1, 2 en 3) aangelegd met verschillende manieren van inbreng van lisdodde planten, en verschillende waterdiepten. De verschillende kenmerken van deze teeltbedden worden besproken in hoofdstuk 4. Verder zijn er binnen het project twee oogstlocaties meegenomen op natuurlijke groeiplaatsen in de Twijzelmieden en de Headamskampen (Alde Feanen), zoals nader toegelicht in hoofdstuk 5. Er zijn twee teeltbedden aangelegd in het Ottema-Wiersma reservaat. Hiervan is één teeltbed ingericht voor de experimentele teelt van veenmossen (toegelicht hoofdstuk 6), en is er nog een teeltbed beschikbaar voor diverse teeltopties in 2020 (paragraaf 7.1). In het voorjaar van 2020 zal op het boerenland van Van Eijden in Ryptsjerk een nieuw teeltbed met lisdodde worden aangelegd, zoals toegelicht in paragraaf 7.2. Ten slotte zijn bij het Brûsplak op de Mariahoeve vier kleinschalige demonstratieteeltbedden aangelegd, waar studenten kunnen experimenteren met natte teeltopties.

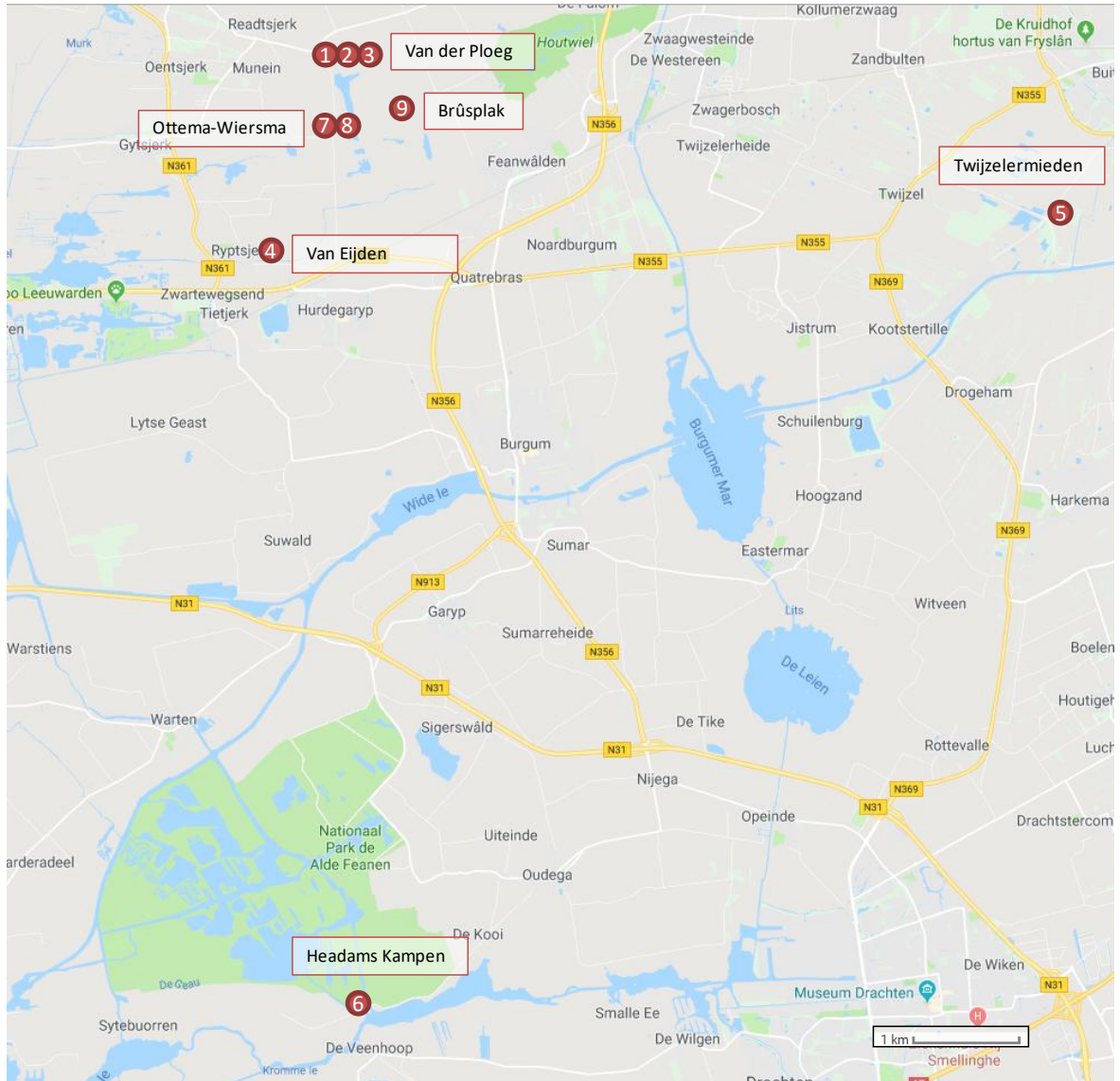
Tabel 3.1 Een overzicht van de vastgestelde, en deels reeds lopende, experimentele teelt- en oogstlocaties binnen Better Wetter Fase 2. In figuur 3.1 staan de verschillende locaties met overeenkomende nummers aangegeven op kaart.

Locatie	Nummer met specificatie	Gebiedstype
Gebied natuurboer Van der Ploeg (Bûtefjild)	<p>1 Teeltbed grote en kleine lisdodde ingeplant na afgraven, 20 cm waterdiepte</p> <p>2 Teeltbed grote en kleine lisdodde ingezaaid na afgraven, 20 cm waterdiepte</p> <p>3 Teeltbed grote en kleine lisdodde ingeplant na afgraven, 30 cm waterdiepte</p>	Boerenland
Gebied boer Van Eijden (Ryptsjerk) <i>gepland in 2020</i>	4 Teeltbed grote lisdodde ingeplant in bestaande zode, 30 cm waterdiepte	Boerenland
Twijzelmieden (Staatsbosbeheer)	5 Oogstlocatie grote lisdodde in natuurlijke groeiplaats	Natuurgebied
Headamskampen (It Fryske Gea)	6 Oogstlocatie grote lisdodde in natuurlijke groeiplaats	Natuurgebied
Ottema-Wiersma reservaat (It Fryske Gea, Bûtefjild)	<p>7 Teeltbed veenmos uitgestrooid na afgraven, plas-dras</p> <p>8 Teeltbed diverse teeltopties, verschillende waterstanden</p>	Natuurgebied
Brûsplak bij natuurboer Kinderman (Bûtefjild)	9 Experimentele demonstratie teeltbedden met grote lisdodde, kleine lisdodde, veenmos, azolla en evt. wilde rijst	Boerenland

Naast de in tabel 3.1 en figuur 3.1 genoemde locaties liggen er plannen voor aanvullende teeltlocaties. Het gaat op dit moment in concreto om een aanvullend lisdodde teeltbed op een perceel van dhr. Hania in Westergeest, waar sprake is van klei op veen in de ondergrond. Ook op een perceel van dhr. van de Leij in polder de Hegewarren nabij de Alde Feanen liggen kansen binnen een moerasstrook waar de omstandigheden reeds zeer geschikt zijn voor de teelt van lisdodde. In de winter van 2019-2020 zullen deze plannen verder worden uitgewerkt



om, indien zich geen belemmeringen voordoen, in het voorjaar van 2020 te kunnen beginnen met de aanleg en inrichting.



Figuur 3.1. Een overzicht van de teelt- en oogstlocaties zoals overeengekomen binnen Better Wetter tot dusver.

## 4 Lisdoddeteelt bij van der Ploeg

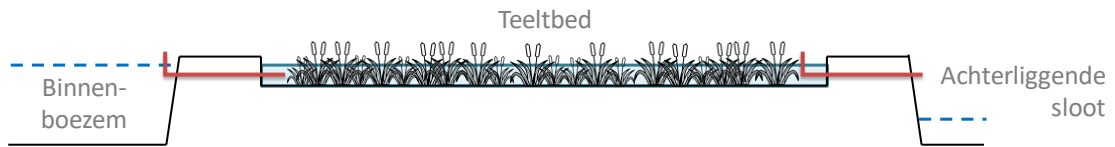
### 4.1 Aanleg en inrichting

In het voorjaar van 2017 zijn op het land van natuurboer A. van der Ploeg twee lisdoddeteeltbedden aangelegd en in de zomer van 2019 is hier nog een derde bijgekomen. De veenlaag in de ondergrond is hier met gemiddeld 50 centimeter nog relatief dik en de mogelijkheden om de waterstand te reguleren waren optimaal. De twee teeltbedden van 2017 (nr. 1 en 2 in Figuur 3.1) zijn afgegraven met ieder een afmeting van 10 bij 45 meter, en het derde teeltbed van 2019 is meer dan 90 meter lang en 6 meter breed. Er is gekozen voor de teelt van zowel Grote als Kleine lisdodde (respectievelijk *Typha latifolia* en *Typha angustifolia*).

Vanuit de sloot ten westen van de teeltbedden, welke aangesloten is op de Falomster boezem (binnenboezem), kan gemakkelijk water worden ingelaten vanwege het peilverschil (Figuur 4.1). Een schematische weergave van het gehanteerde doorstroom model van de hier ingerichte teeltbedden is weergegeven in Figuur 4.2. De teeltbedden en greppels staan met elkaar in verbinding en in de afzonderlijke compartimenten is altijd sprake van hetzelfde peil. Via een sloot met lager peil ten oosten van de teeltbedden kan gemakkelijk water worden afgevoerd uit het gehele systeem. De in- en uitlaten kunnen eenvoudig tijdelijk worden afgesloten met behulp van pvc 'ellebogen'. Via deze constructie is een optimale situatie gecreëerd om het waterpeil nauwkeurig te kunnen controleren en te waarborgen in extreme weersituaties.



Figuur 4.1. De inrichtingsopzet voor de lisdoddeteeltbedden bij natuurboer van der Ploeg. De teeltbedden 1 en 2 zijn in 2017 ingericht, en in de zomer van 2019 is het derde teeltbed ingericht. De gele pijlen geven aan waar de verbindingen zijn met de hooggelegen aanvoersloot (linksonder), onderling tussen de teeltbedden, en met de afvoersloot (rechtsboven). De nummers van de teeltbedden komen overeen met de beschrijvingen in de rest van deze paragraaf.

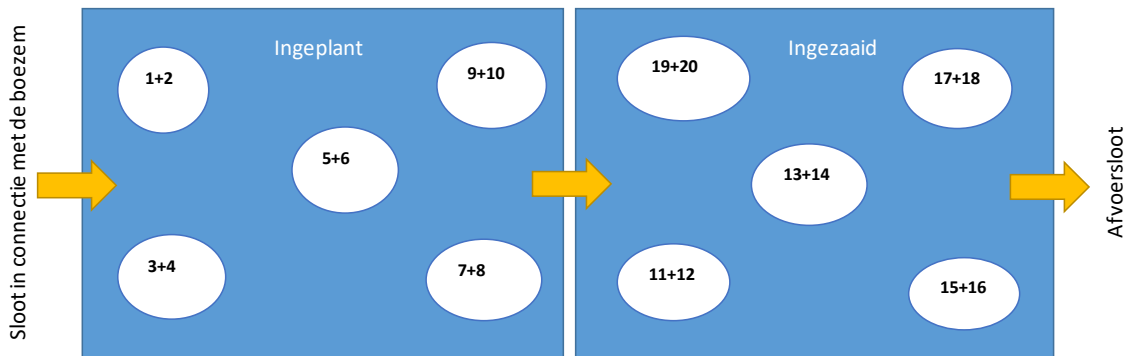


Figuur 4.2. Een schematische doorsnede van het doorstroom model van de ingerichte teeltbedden bij natuurboer van der Ploeg. Op de met rood aangegeven PVC buizen zitten 'ellebogen' die kunnen worden gedraaid om water in dan wel uit te laten.

In de drie teeltbedden is geëxperimenteerd met verschillende manieren van inbreng van lisddode. In teeltbed nr. 1 zijn wortelstokken vanuit een elders aanwezige groeiplaats ingebracht. In teeltbed nr. 2 is ingezaaid. En in het later aangelegde teeltbed nr. 3 zijn afgelopen zomer pluggen (voorgekweekte stekjes) ingeplant. De verschillende manieren van inbreng worden onder paragraaf 4.3 nader toegelicht.

## 4.2 De biogeochemische uitgangssituatie

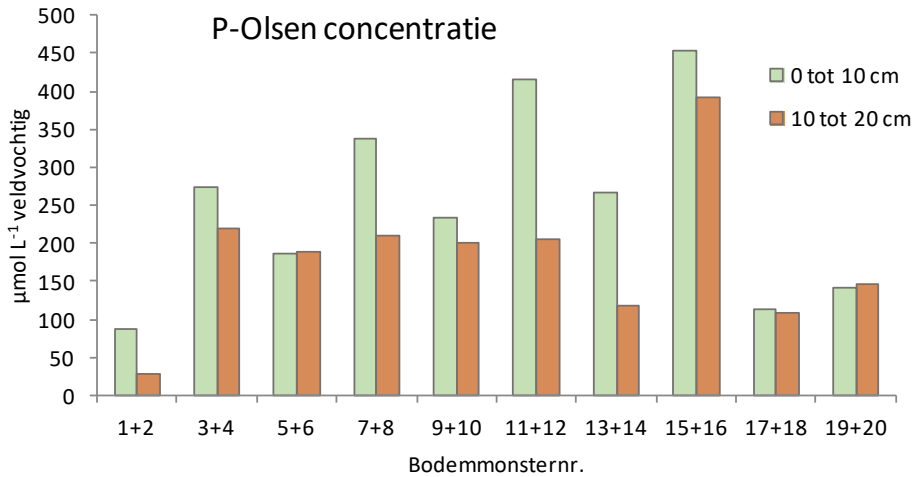
Vanuit de Radboud Universiteit Nijmegen zijn in de zomer van 2017 bodemmonsters genomen uit de eerste twee teeltbedden voor het lopende Cinderella-project teneinde meer inzicht te krijgen in de chemische eigenschappen van de veenbodem. De locaties van monsternamen zijn aangegeven in Figuur 4.3. In deze paragraaf gaan we vooral in op de P-beschikbaarheid in de bodem.



Figuur 4.3. De locaties en nummering van bodemmonsters, zoals genomen vanuit de RUN in het ingeplante en ingezaaide teeltbed (teeltbedden nrs. 1 en 2).

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. Figuur 4.4 laat zien dat in de voormalige landbouwgronden waarin onze teeltbedden zijn aangelegd de P-beschikbaarheid, na afgraven, uitermate meevalt. De P-beschikbaarheid is in de bovenste 10 centimeter nog wel iets hoger dan in de laag van 10-20 centimeter, maar de P-Olsen concentraties zijn niet bijzonder hoog; slechts op drie locaties boven de 300 micromol P per liter. Overigens zijn ook de totaal-P concentraties van de bodems van belang. Uit deze totaalvoorraad kan door bodemprocessen na inundatie immers weer P vrijkomen in de plantbeschikbare P-fractie. De concentraties  $P_{\text{totaal}}$

bedroegen gemiddeld 7500 micromol P per liter verse bodem in de bovenste bodemlaag (0-10 cm), en 6800 micromol per liter in de laag van 10-20 cm (gegevens afkomstig van de Radboud Universiteit Nijmegen). Dit betekent dat er wel behoorlijk wat P in de bodem gebonden zit, wat kan vrijkomen wanneer de waterstand wordt verhoogd.



Figuur 4.4. De P-Olsen concentraties in bovenste bodemlagen na afgraven op de verschillende monsterpunten. Data afkomstig van de Radboud Universiteit Nijmegen.

### 4.3 Drie manieren van inbreng: achtergrondinformatie en uitvoering

#### 1) Inplanten van wortelstokken

In teeltbed nr. 1 zijn in het voorjaar van 2017 wortelstokken ingeplant met een dichtheid van 4 stokken per m<sup>2</sup> met behulp van een groep studenten MBO Life Sciences Watermanagement en Milieu. De studenten hebben de lisdodde-wortelstokken gewonnen uit een nabijgelegen natuurlijke groeiplaats in perceel bij de Mariahoeve (land van natuurboer Kinderman) en vervolgens handmatig ingeplant onder plasdrasse condities in afgeplagde teeltbedden bij natuurboer van der Ploeg (Figuur 4.5). Nadat het teeltbed volledig was ingeplant, is de waterstand geleidelijk verhoogd.

Er is gekozen voor het inplanten van wortelstokken, omdat deze methode volgens eerder onderzoek een zeer hoge kans van slagen heeft. 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 4.6), 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.



*Figuur 4.5. Studenten helpen bij de winning en inplant van lisdodde-wortelstokken in het Bûtefjild.*



*Figuur 4.6. 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.*

Ristich *et al.* (1976) rapporteerden eerder goede resultaten wanneer wordt ingeplant in de maand mei. Echter, de ontwikkeling vanuit wortelstokken is minder gevoelig voor koude omstandigheden dan ontkieming uit zaad en ontwikkeling van kiemplanten. Binnen onze teeltextperimenten is daarom 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.

In eerste instantie was de bedoeling om alleen wortelstokken van Grote lisdodde te oogsten en in te planten. Daartoe zijn de grootste wortelstokken gekozen uit de oogstplek. Echter, in de winter is het onmogelijk gebleken om de verschillen tussen de wortelstokken van Grote en Kleine lisdodde in het veld te kunnen waarnemen. Uiteindelijk, nadat de jonge scheuten eenmaal waren begonnen met groeien, bleken er naast Grote lisdodde ook een hoop wortelstokken van Kleine lisdodde te zijn ingeplant. Dit is echter in het geheel geen probleem. In tegendeel, dit bood de mogelijkheid om ook de verschillen in vereiste standplaatscondities,

groei-eigenschappen en potentiële opbrengsten van de twee verschillende soorten lisdodde in het onderzoek mee te nemen.

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.

## **2) Inzaaien**

In teeltbed nr. 2 is geëxperimenteerd met de methode van inzaaien. Met betrekking tot de uitvoering en voorwaarden voor ontkieming is hieraan voorafgaand uitgebreid literatuur geraadpleegd om de proef zo succesvol mogelijk te laten verlopen. Hieronder wordt het een en ander aan beschikbare kennis op een rij gezet.

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 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 (o.a. Yeo, 1964; Heinz, 2012). Heinz (2012) heeft in een experimentele studie, gericht specifiek op de verschillen tussen Grote en Kleine lisdodde uit standplaatsen uit 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 energie voorziening 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.

Ook de tijdsduur vanaf inzaaien tot kieming is sterk afhankelijk van de temperatuur. Bovengenoemde temperatuur-range tussen de 10 en 25 °C of hoger leidt tot de snelste kieming (Heinz, 2012). De eerste zaden kunnen dan al binnen enkele dagen ontkiemen (Lombardi *et al.*, 1997; Ekstam & Forsby, 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 te vroeg in het voorjaar. We hebben daarom gewacht met inzaaien van de teeltbedden tot eind april 2017. 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.

### **3) Inplanten van voorgekweekte stekken**

In teeltbed nr. 3 is geëxperimenteerd met de inplant van voorgekweekte stekken (zogenaamde 'pluggen'), geleverd door de firma Gebroeders Visscher uit Genemuiden. Dit teeltbed is met een maximale waterdiepte van 30-35 cm dieper dan teeltbed nr. 1 en nr. 2. De stekken zijn recentelijk ingeplant (zomer van 2019), en de maximale waterdiepte is nog niet ingesteld, aangezien de stekken na een half groeiseizoen niet groot genoeg zijn om boven het water uit te komen. De gedachte is dat met een waterstand van 30-35 cm minder sprake zal zijn van ontwikkeling van onkruiden, en dan met name ontwikkeling van pitrus. Ook zou het goed kunnen zijn dat de groeicondities met een grotere waterdiepte in de komende jaren beter zijn dan in de teeltbedden nrs. 1 en 2.



Figuur 4.7. In teeltbed nr. 3 zijn voorgekweekte pluggen geleverd en ingeplant door Gebr. Visscher uit Genemuiden.

#### 4.4 Resultaten 2017-2019

De resultaten worden per teeltbed en afzonderlijk voor de verschillende jaren beschreven.

##### 4.4.1 Resultaten na inplanten (teeltbed nr. 1)

###### 2017

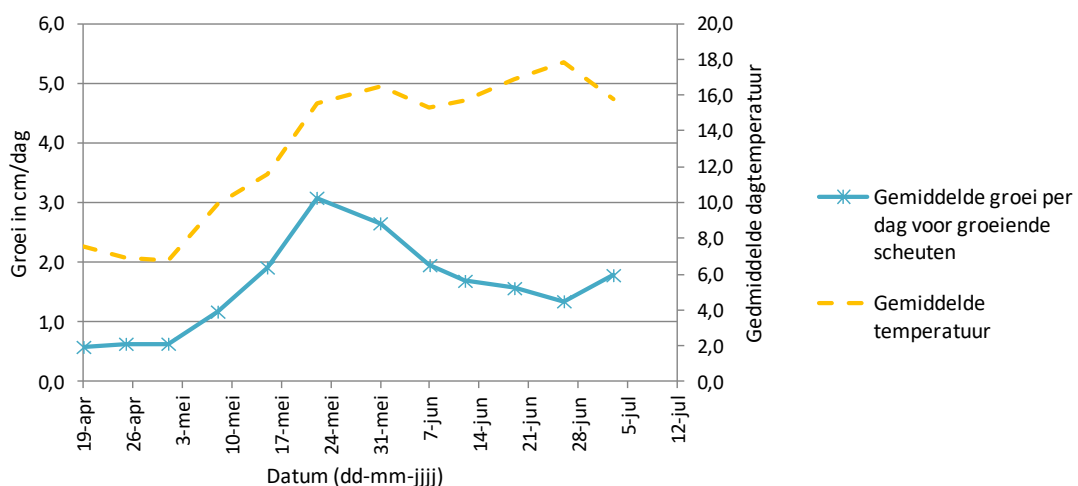
Hoewel eerdere onderzoeken rapporteerden over inplanten pas in mei (o.a. Ristich *et al.*, 1976) bleek het vroege inplanten van wortelstokken eind maart 2017 geen problemen op te leveren. Op deze manier is het gehele groeiseizoen van 2017 optimaal gebruikt met succesvolle opbrengst. De groei van jonge scheuten vanuit wortelstokken kwam niet direct na inplant op gang. Pas na ongeveer 2 weken begonnen er met rap tempo veel jonge scheuten op te komen. Dit moment, vroeg in mei 2017, viel gelijk met het moment waarop de gemiddelde dagtemperatuur begon toe te nemen. Uit figuur 4.9 blijkt dat er een duidelijke relatie bestaat tussen de opwarming in het voorjaar en de start van de lisdoddegroei. De snelheid van groei nam gedurende de maand mei enorm toe, tot maar liefst 3 centimeter per dag gemiddeld eind mei. Vanaf eind mei groeiden de planten nog wel verder, maar nam de groeisnelheid iets af, ondanks de relatief hoge gemiddelde dagtemperaturen. De individueel gemeten scheuten groeiden met zo'n 1,5 centimeter per dag door tot eind augustus.



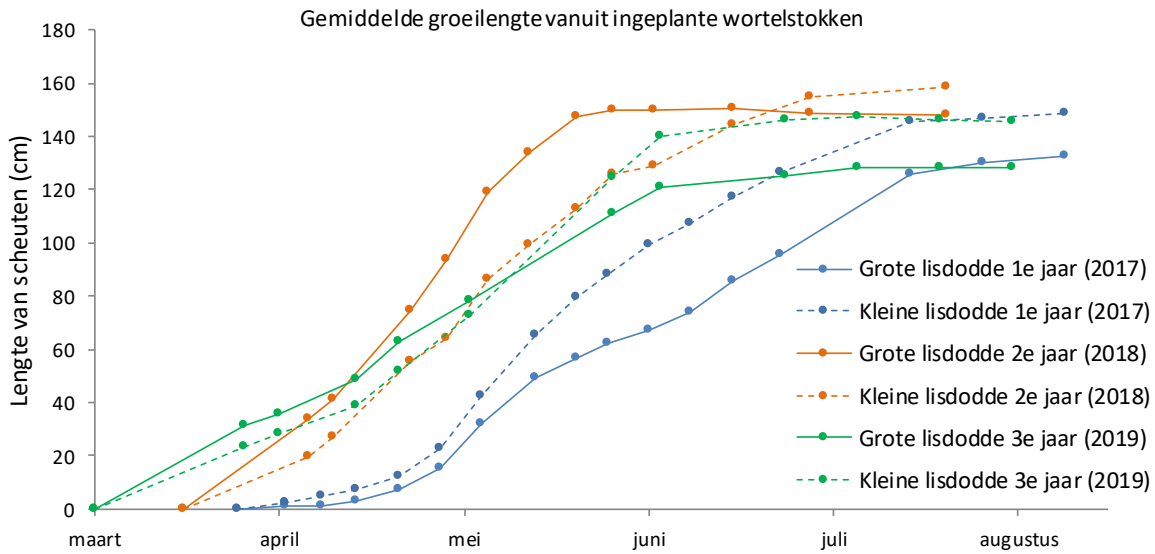


Figuur 4.8. De groei van zowel Kleine lisdodde als Grote lisdodde in teeltbed nr. 1 was al meteen na inrichting in 2017 succesvol.

Naarmate het groeiseizoen 2017 vorderde werd het mogelijk om Grote en Kleine lisdodde op basis van uiterlijke kenmerken in de teeltbedden te kunnen onderscheiden, en om de verschillen in ontwikkeling tussen deze twee soorten te kunnen vaststellen. Voor beide soorten gold dat de groei in het eerste jaar na inplant continueerde tot eind augustus. Figuur 4.10 laat zien dat nieuwe scheuten uit wortelstokken van Kleine lisdodde iets harder groeiden in de vroege zomer en uiteindelijk met een gemiddelde hoogte van bijna 1,5 meter iets hoger werden dan de scheuten van Grote lisdodde, die gemiddeld 1,3 meter hoog werden na het eerste jaar na inplant van wortelstokken.



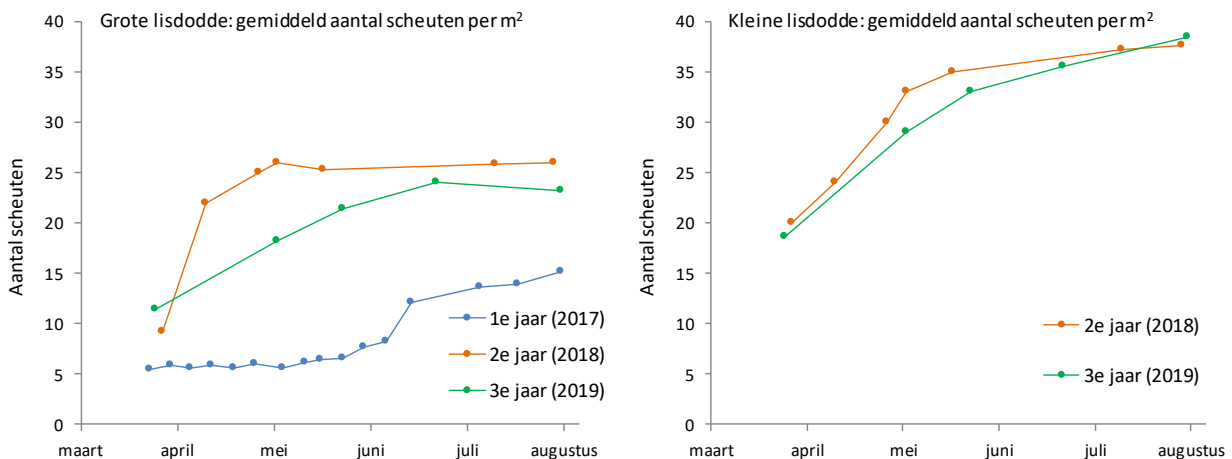
Figuur 4.9. De groeisnelheid en de gemiddelde dagtemperatuur in 2017 uitgezet over het groeiseizoen (n=46). Gegevens afkomstig van Sjoerd Postma (Postma, 2017) en het KNMI.



Figuur 4.10. De lengte van nieuwe scheuten van Kleine en Grote lisdodde uitgezet over de groeiseizoenen 2017, 2018 en 2019.

In het eerste jaar na inplant, 2017, kwamen uit maar liefst 96% van de wortelstokken een of meer jonge scheuten tevoorschijn. Slechts 4% van de ingeplante wortelstokken was niet succesvol. Per ingeplante wortelstok Kleine lisdodde kwamen in de weken direct na inplant gemiddeld zo'n 1.5 nieuwe scheuten omhoog. Voor Grote lisdodde lag dit iets lager op zo'n 1.25 scheuten per wortelstok gemiddeld. Echter, in juni 2017 was er sprake van een opmerkelijke opkomst van meer nieuwe jonge scheuten van beide soorten (Figuur 4.11). 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 lisdodde aan het eind van het eerste groeiseizoen op gemiddeld 15 scheuten per vierkante meter.

Een eerste inschatting van de opbrengst na dit eerste jaar bedroeg 1,6 ton droge stof per hectare, waarbij Grote en Kleine lisdodde zijn samengenomen (berekend op basis van metingen van Zeephat, 2017).



Figuur 4.11. Het aantal scheuten per vierkante meter over de groeiseizoenen van 2017, 2018 en 2019.

## 2018

In het tweede jaar na inplant van wortelstokken, 2018, kwam de groei vanuit wortelstokken iets eerder, maar in dezelfde periode op gang, namelijk in begin april (Figuur 4.10). Vanuit de succesvolle wortelstokken van 2017 lieten zowel Grote als Kleine lisdodde in 2018 een aanzienlijk snellere groei zien dan in het jaar daarvoor. Met andere woorden: in het tweede jaar na inplant kwam de groei veel sneller op gang en werd door Grote lisdodde 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. Daarbij komt dat de scheuten van Grote lisdodde in 2018 zo'n 20 centimeter hoger werden 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 (Figuur 4.10). 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 succesvolle groei in 2018. Dit in tegenstelling tot 2017, waarin de elders uitgestoken wortelstokken werden ingeplant en in april nog moesten aanslaan.

In het tweede jaar na inplant 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 nam hierdoor in het tweede jaar aanzienlijk sneller toe, en reeds eind april bedroeg het aantal scheuten per vierkante meter meer dan 20 (Figuur 4.11). In 2017 viel een duidelijk omslagpunt waar te nemen eind juni/begin juli waarop er nieuwe scheuten werden aangemaakt, maar in het tweede jaar was hiervan geen sprake. Het aantal scheuten per vierkante meter bleef vanaf begin mei 2018 redelijk constant. Wellicht was de maximale dichtheid aan lisdodde scheuten met meer dan 20 per vierkante meter reeds bereikt.

De opbrengst na dit tweede groeiseizoen bedroeg 4-5 ton droge stof per hectare (Paetzel, 2018), waarbij Grote en Kleine lisdodde zijn samengenomen.

## 2019

In 2019, het derde jaar na de inplant van wortelstokken, 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. 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 10 centimeter. Een andere verklaring zou kunnen zijn dat de nutriëntenvoorraad in de bodem reeds zodanig zou zijn afgenomen dat er limitatie is ontstaan. Deze laatste gedachte lijkt niet aannemelijk, zeker gezien het feit dat er veel nutriënten met het boezemwater worden aangevoerd. Een nieuwe reeks bodemmonsters, voornemens te analyseren in 2020, kan hierover meer duidelijkheid geven.

Op het moment van schrijven van deze rapportage zijn de teeltbedden nog niet geoogst. Oogstresultaten zullen worden vernoemd in de rapportage van komend jaar over de periode 2017 t/m 2020.

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 begint in 2019 licht problematisch te worden. Het is de hoop dat de hogere waterstanden in de winter van 2019-2020 kunnen zorgen voor een afname van pitrusontwikkeling ten gunste van lisdodde. Als dit niet het geval is, dienen ongewenste soorten in het vroege voorjaar te worden verwijderd, wat een hoop extra beheersarbeid zal vergen. Duidelijk is in ieder geval dat het waarborgen van een waterstand van minimaal 20 centimeter in de teeltbedden belangrijk is, zeker gedurende de zomer.

### ***Tussentijdse oogst***

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 afgeknipt. Na het afknippen viel een opmerkelijk snelle groei waar te nemen van zo'n 5 centimeter per dag, waardoor na zo'n vier weken de afgeknipte planten wederom een vergelijkbare hoogte hadden als de niet afgeknipte planten. Dit zou kunnen betekenen dat tussentijdse oogst in juni zonder problemen extra grote 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.

### ***Ontwikkeling bloeiwijzen***

Een opvallend verschil tussen de verschillende jaren na inplant van wortelstokken 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 twee daarop volgende jaren had maar liefst 25-30% van de planten een bloeiwijze, dat is bijna twintig keer zo veel.

## ***4.4.2 Resultaten na inzaaien (teeltbed nr. 2)***

### **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 4.12). 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 planten boven het waterniveau uit. Helaas was er tegen deze tijd ook al een hoop mannagras en riet in het bed terechtgekomen, wat een groeibelemmering 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 4.12).

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 er uiteindelijk maar een paar uitgroeiden 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 4.12. 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.

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.

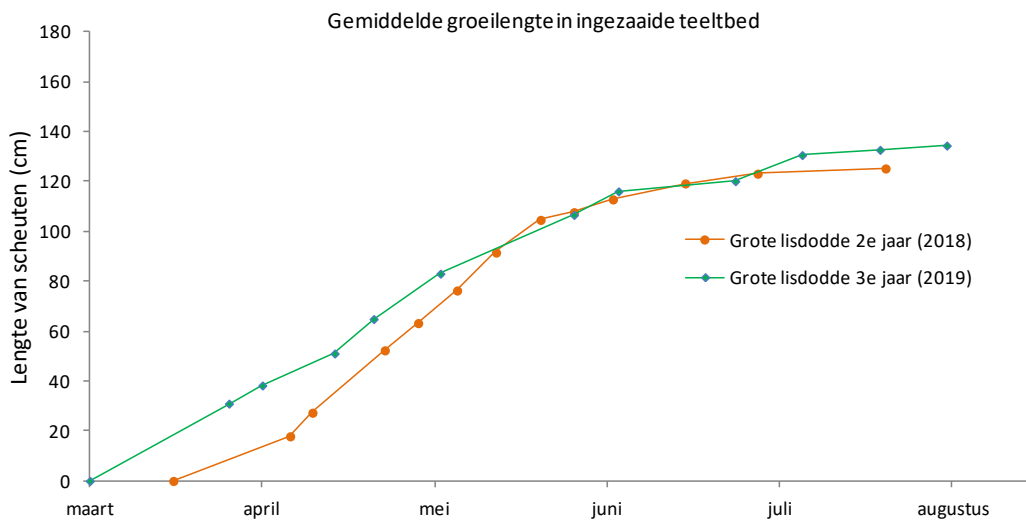
## 2018

In het tweede jaar na inzaaien (2018) groeiden de nieuwe scheuten in het ingezaaide teeltbed aanzienlijk sneller en vroeger dan in het eerste jaar (Figuur 4.14). Er was nu immers sprake van groei vanuit energierijke wortelstokken, die waren gevormd in het jaar daarvoor. Het betrof uitsluitend Grote lisdodde. De groeicurve vertoonde zeer veel gelijkenis met de groeicurve in het ingeplante teeltbed 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.)

Ook de verspreiding van groeiende scheuten in het ingezaaide teeltbed bleek in het tweede jaar erg interessant. Ook in het tweede jaar lieten de diepste stroken van het ingezaaide teeltbed de meeste lisdoddeplanten zien, en de minste overige soorten (figuur 4.13). Dit lijkt erop te wijzen dat een lichte inundatie noodzakelijk is voor succesvolle ontwikkeling via ontkieming van lisdodde uit zaad.



Figuur 4.13. 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).



Figuur 4.14. De lengte van nieuwe scheuten van Grote lisdodde na inzaaien, uitgezet over het tweede groeiseizoen (2018) en het derde groeiseizoen (2019).

## 2019

Het groeiseizoen van 2019 liet een vergelijkbare curve zien voor groeieresultaten in het ingezaaide teeltbed als in 2018, met een gemiddelde stengellengte van zo'n 1,5 meter (figuur 4.14). Ook hier zien we dat de scheuten opmerkelijk eerder in het seizoen zijn gaan groeien dan in 2018, wat hoogstwaarschijnlijk te maken heeft met het feit dat de maand maart in 2019 aanzienlijk warmer was in 2019 dan in 2018. De gemiddelde lengte van 1,5 meter indiceert dat het ook hier geen optimale groeiomstandigheden betreft. Grote lisdodde kan immers wel twee keer zo hoog worden. Net zoals bij het ingeplante teeltbed geldt dat er in de komende jaren nader dient te worden uitgezocht of dit te maken heeft met nutriëntenlimitatie, de lage waterstand, of dat hier een andere limiterende factor bepalend is.

De duidelijke scheiding tussen het iets diepere deel en het drooggevalen deel ten tijde van inzaaien, zoals hiervoor beschreven, is ook in 2019 nog duidelijk zichtbaar. De open ruimte die was ontstaan in het ondiepe gedeelte waar geen lisdodde opkwam (rechts in de foto van figuur 4.13) is inmiddels voor een groot gedeelte volgegroeid met hoofdzakelijk pitrus. Gezien de hardnekkige vestiging van pitrusvegetatie is het wellicht zinvol om vroeg in het voorjaar van 2020 handmatig volledige planten te verwijderen, om te voorkomen dat ook het gedeelte met goed ontwikkelde lisdodde door de pitrussen overgroeid raakt.

### **Kanttekeningen en adviezen bij de methode van inzaaien**

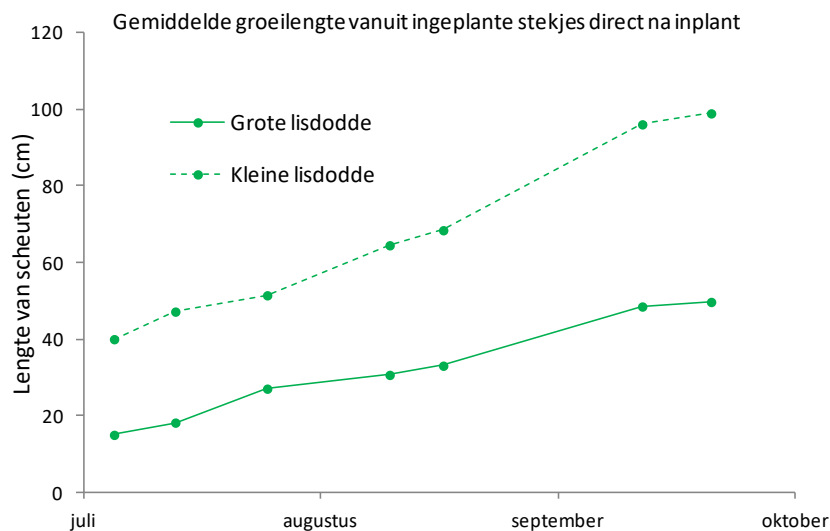
De enigszins tegenvallende resultaten van het ingezaaide teeltbed zouden er mee te maken kunnen hebben dat de condities toch niet nat genoeg zijn geweest voor de zaden om tot ontkieming te komen. We hebben ingezaaid onder plasdrasse condities, maar uit onderzoek van Heinz (2012) is gebleken dat jonge 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 biomassa-productie. 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 gedeponneerd 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 geleidelijk droogvielen (meded. W. Altenburg, A&W). Dit betekent in feite dat de verwezenlijking van homogene standplaatsen met Grote lisdodde uit zaad neerkomt op het zo goed mogelijk nabootsen van de veldcondities die ontstaan na geleidelijke drooglegging van een moerasgebied, of in ieder geval een langdurige periode van zeer ondiep water. 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.

Naast de specifieke eisen voor wat betreft milieuomstandigheden voor succesvolle kieming en ontwikkeling uit zaden, zijn er op basis van de proeven in het eerste jaar ook teelttechnische, praktische bezwaren te benoemen van inzaaien. De waterstand dient zeer nauwkeurig te worden gecontroleerd na het inzaaien. Een 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 ingezaaide teeltbed. Ook soorten als Egelskop, liesgras en pitrus kwamen op in de ingezaaide teeltbedden, 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 zo'n 5 centimeter water lijkt dus om verschillende redenen noodzakelijk voor succesvolle ontkieming en groei van zaailingen van zowel Grote als Kleine lisdodde. Het is belangrijk om bij het inzaaien rekening te houden met deze vereiste inundatie in een vroeg stadium voor ontkieming. Hierbij kunnen zich naar verwachting echter praktische problemen voordoen. Zaden kunnen wegspoelen en accumuleren in de hoeken van het teeltbed, waardoor de homogene verdeling van zaden over het teeltbedoppervlak in het geding

komt (Dubbe *et al.*, 1988). Al met al lijkt, op basis van zowel tegenvallende productie als teeltechnische problemen in de praktijk, inzaaien niet de beste methode van inbreng.

#### 4.4.3 Resultaten na inplanten van voorgekweekte stekken (teeltbed nr. 3)

Over de resultaten van de ingeplante stekjes in het van de zomer aangelegde, diepere teeltbed valt nog weinig te rapporteren aan groeieresultaten. De ingeplante 'pluggen' van Grote lisdodde waren zo'n 15 centimeter ten tijde van het inplanten en zijn gedurende het halve groeiseizoen dat volgde gemiddeld meer dan drie keer zo lang geworden. De pluggen van Kleine lisdodde waren ten tijde van inplant langer, zo'n 40 centimeter, en zijn gemiddeld 2,5 keer zo hoog geworden met in oktober een gemiddelde lengte van 1 meter (Figuur 4.15). Hopelijk zijn de planten hiermee genoeg gegroeid om de winter te doorstaan en komend groeiseizoen in 2020 volledig uit te groeien, zowel in de hoogte als ondergronds.



Figuur 4.15. De gemiddelde groeilengte van de ingeplante stekjes na direct inplant in de zomer van 2019.

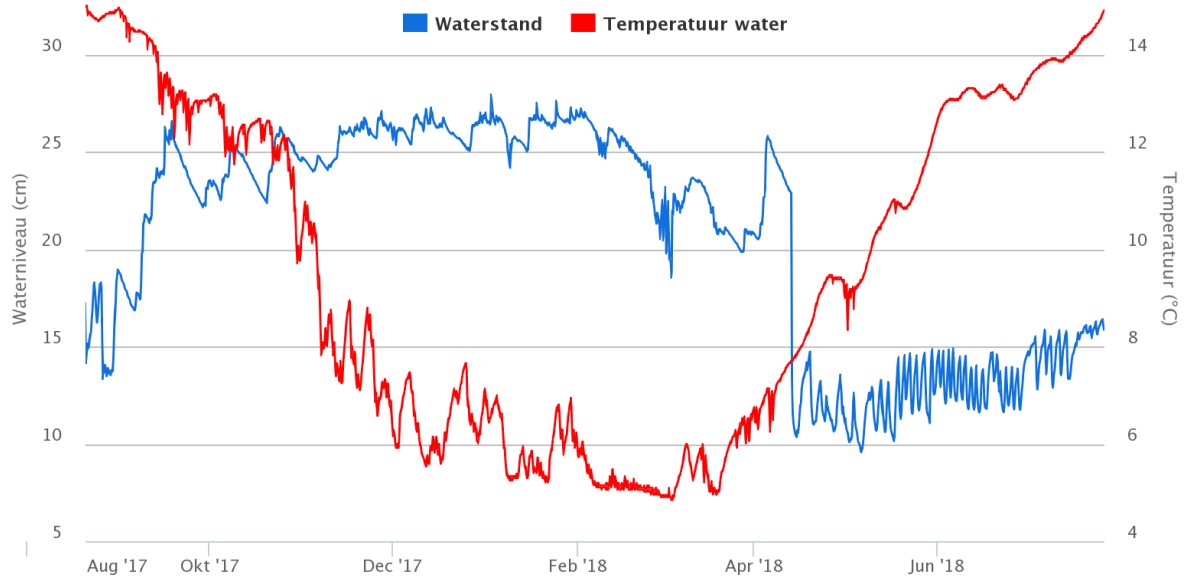
## 4.5 Beheer/onderhoud en oogstmogelijkheden

### 4.5.1 De waterstand

Het voordeel van de open doorstroom-constructie in de lisdoddeteeltbedden, zoals omschreven in paragraaf 4.1, 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 teeltbedden 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 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 de teeltbedden echter een tijd onder de 10 centimeter gestaan, waarschijnlijk vanwege de langdurige droogtes in de zomer van zowel 2018 als 2019. Of dit verloop in waterstand optimaal is geweest voor maximale biomassa-productie aan lisdodde is de vraag. Toekomstige



groeiresultaten uit het diepere teeltbed nr. 3 zullen hier hopelijk meer duidelijkheid over verschaffen.



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

#### 4.5.2 Tegengaan van onkruid

Voor beide soorten lisdodde golden vooral riet en pitrus als een belangrijke concurrent in de teeltbedden, vooral in de ingezaaide teeltbedden. Rietzaden kunnen beter kiemen onder zuurstofrijke omstandigheden dan lisdodde, dus het was beter geweest om droogval helemaal te voorkomen. Pitrus liet zich in zowel het ingeplante als in het ingezaaide teeltbed zien, maar bleek vooral in het ingezaaide teeltbed 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 mannagrass 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 moet worden voorkomen dat deze soorten tot ontwikkeling komen door lichte inundatie van een centimeter of vijf te waarborgen. Dat is in het eerste jaar van onze proef in een groot deel van het teeltbed niet gebeurd, waardoor enkel in de dieper gelegen delen sprake is geweest van succesvolle ontkieming en groei vanuit lisdoddezaden.

#### 4.5.3 Tegengaan van algenontwikkeling

Algenontwikkeling kan, vooral in het stadium van jonge kiemplanten die licht nodig hebben, zorgen voor aanzienlijke negatieve effecten in verband met overschaduwning. In de ingezaaide teeltbedden bleek algenontwikkeling geen 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 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 P-gehalten. Aanvullende metingen van watermonsters in de komende jaren zullen hierover meer duidelijkheid geven.

#### **4.5.4 Tegengaan van vraat**

Vraat kan een noemenswaardig probleem vormen, vooral bij jonge kiemplanten. De jonge scheuten zijn voor diverse diersoorten, waaronder ganzen, zeer aantrekkelijk. Dit kan voor problemen zorgen, zeker wanneer er zich graslanden met ganzen in de directe omgeving bevinden. In de teeltbedden van Better Wetter is nagenoeg geen sprake geweest van vraat. Er zijn in ieder geval geen sporen van vraat aangetroffen en ook beelden van permanent geïnstalleerde camera's laten geen vraat zien door ganzen. Een mogelijke oorzaak is het feit dat de teeltbedden geïsoleerd liggen en ganzen of andere watervogels niet al zwemmend de lisdoddeplanten kunnen bereiken. In natuurgebieden is wel vaak spraak van ganzenvraat van hele lisdoddevelden, waarbij de ganzen vanuit grotere oppervlaktewaterlichamen al zwemmend de planten kunnen bereiken. Ganzen foerageren wel in de omliggende graslanden.

#### **4.5.5 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, wanneer de biomassa het grootst is, kon worden geoogst uit de teeltbedden. 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 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.

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 maaien 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). Nadat er later in het jaar op grotere planten bloeiwijzen zijn gevormd, kan er meer biomassa worden geoogst. 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 is goed mogelijk dat voor beide doeleinden kan worden geoogst in één jaar, wat de productiviteit van de lisdoddeteeeltbedden aanzienlijk kan opschroeven. 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.

## 5 Lisdodde-oogst uit natuurlijke groeiplaatsen

### 5.1 Twijzelmieden

In het najaar van 2018 en 2019 is er, in samenwerking met Staatsbosbeheer, lisdodde geoogst vanuit natuurlijke aquatische groeiplaatsen in de petgaten in de Twijzelmieden. Het gaat om verschillende petgaten met een totale oppervlakte van ca. 12.500 m<sup>2</sup>. 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. 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. Daarmee is de oogst van lisdodde uit natte natuurgebieden een zeer interessante functie-combinatie.

De oogst van 2018 vond plaats door middel van een rupskraan met maaikorf vanaf de legakkers, waarna het materiaal naar de grasdrogerij in Opeinde 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 het najaar van 2018 een oogst behaald van 18 ton droge stof per hectare. De opbrengstcijfers van 2019 zijn nog niet bekend.



*Figuur 5.1 (vorige bladzijde) Oogst door middel van een rupskraan met maaikorf vanaf de legakkers in de Twijzelmieden.*

## 5.2 Headamskampen (Alde Feanen)

De Headamskampen in de Alde Feanen lenen zich uitermate goed als oogstlocatie van lisdodde uit natuurlijke groeiplaatsen. In het kader van natuurherstel is de bovengrond van een 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 m<sup>2</sup> (Figuur 5.2). De planten hebben zich in korte tijd zeer goed weten te ontwikkelen en er staan zeer weinig andere plantensoorten tussen. Dit maakt deze locatie uitermate geschikt om te experimenteren met machinale oogst uit natuurlijke groeiplaatsen.

De oogstwerkzaamheden zijn uitgevoerd in het najaar van 2019. Niet de gehele oppervlakte is geoogst. De zuidelijke hoek van ca. 10.000 m<sup>2</sup> is beschikbaar gesteld vanuit It Fryske Gea, maar deze oppervlakte is veel groter dan nodig is voor de activiteiten zoals gepland binnen het onderdeel Veenmarktplaats. Het te oogsten gedeelte is 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, is voor Better Wetter een grote meerwaarde.



*Figuur 5.2. In de Headamskampen is over een groot oppervlak Grote lisdodde ontwikkeld, wat perspectieven biedt als het gaat om grootschalige, machinale oogst vanuit natuurlijke standplaats. Daarbij kan de grote hoeveelheid biomassa goed worden gebruikt voor verkenningen rond productie en vermarkting in het onderdeel 'Veenmarktplaats' van Better Wetter.*

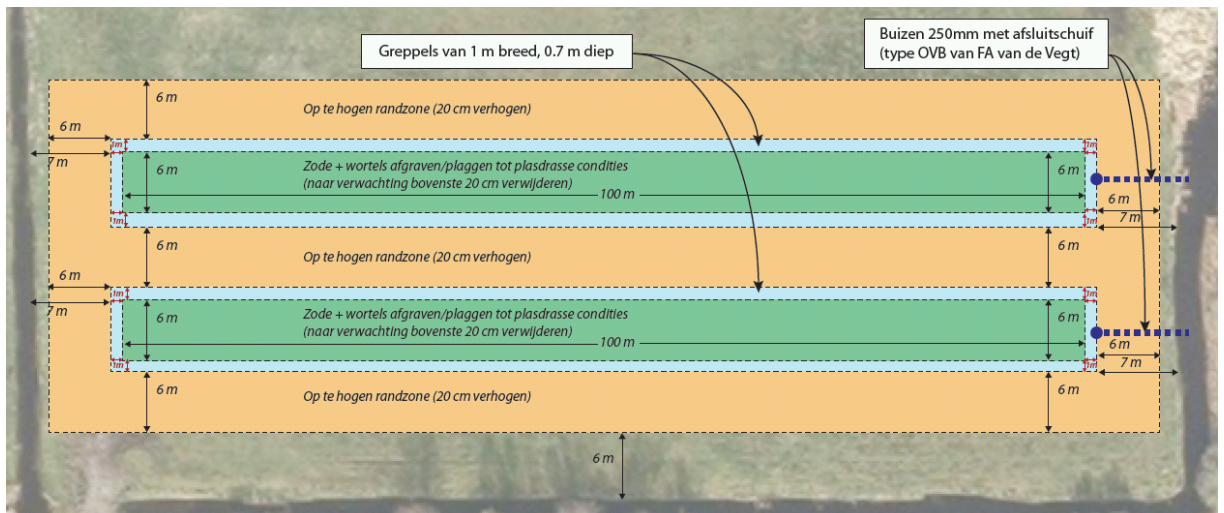


*Figuur 5.3. De locatie van de lisdoddevelden in de Headamskampen is aangegeven met geel, en het gedeelte dat op aanwijzing van It Fryske Gea kon worden geogst (ca. 10.000 m<sup>2</sup>) is aangegeven met rood. De daadwerkelijk geogste oppervlakte is kleiner.*

## 6 Veenvoeding in het Ottema-Wiersma reservaat

### 6.1 Aanleg en inrichting

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 veenvoeding (nrs. 7 en 8 in Figuur 3.1). 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 afsluitschuiten (Figuur 6.1). Dit naastgelegen meertje staat in verbinding met de Falomsterboezem. De bovenste 20 centimeter is afgegraven in de teeltbedden om plas-drass 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 6.1. De inrichtingstekening voor de twee teeltbedden, waarvan een reeds in gebruik is voor veenvoeding.

Vervolgens is eind september 2017 een lading maaisel met veenmossen ingebracht in een van de twee teeltbedden. Dit materiaal was afkomstig uit naastgelegen Ottema-Wiersma 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.

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. In de zomer van 2018 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 vergassing/dominantie door pitrus kan als gevolg hiervan sterk worden vergroot. Het is in die periode dan ook nodig geweest om de afsluitschuiten regelmatig open te zetten en binnenboezemwater in te laten. Dit inlaatwater heeft voor veenmossen echter niet de meest gunstige samenstelling. 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.



*Figuur 6.2. 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.*

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 gedeponerd.

## 6.2 Resultaten 2018 en 2019

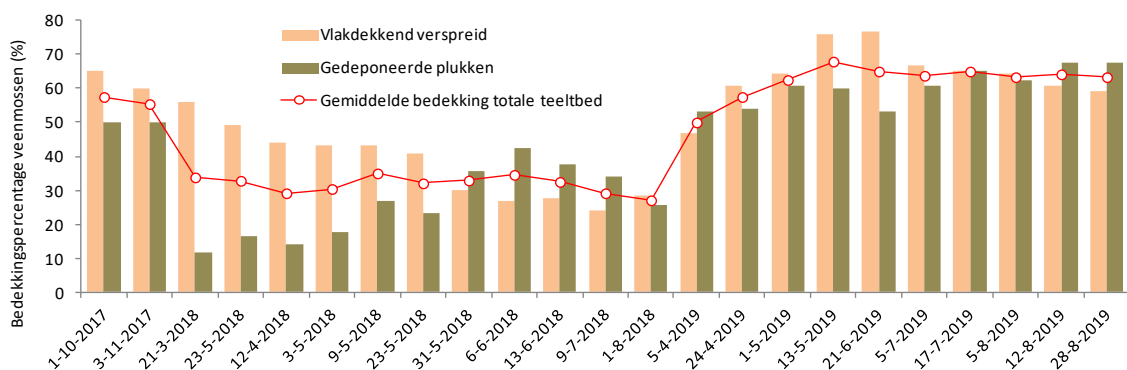
In het veenmosteelbed is gedurende de twee groeiseizoenen 2018 en 2019 de ontwikkeling van de bedekking door veenmossen bijgehouden. Binnen een raster van één vierkante meter zijn op meerdere momenten gedurende het groeiseizoen bedekkingspercentages ingeschat op zes vaste plekken in het vlakdekkend verspreide stuk, en op zes vaste plekken in het in het gedeelte van het teeltbed waarin losstaande plukken entmateriaal zijn gedeponerd.

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 gedeponerde veenmosplukken (Figuur 6.3). Later in het voorjaar 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 6.3). 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 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.



Figuur 6.3 Het bedekkingspercentage van veenmossen liet over de eerste twee groeiseizoenen een flinke variatie zien, zowel tussen de twee methoden van inbreng als tussen de twee afzonderlijke jaren.

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 Zonnedaau (*Drosera rotundifolia*), een soort van de Nederlandse Rode lijst van planten. Ronde Zonnedaau 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 is Ronde zonnedaau helaas niet meer verschenen, wat een gevolg zou kunnen zijn van het harde boezemwater dat noodzakelijkerwijs in de zomer van 2018 moest worden ingelaten.

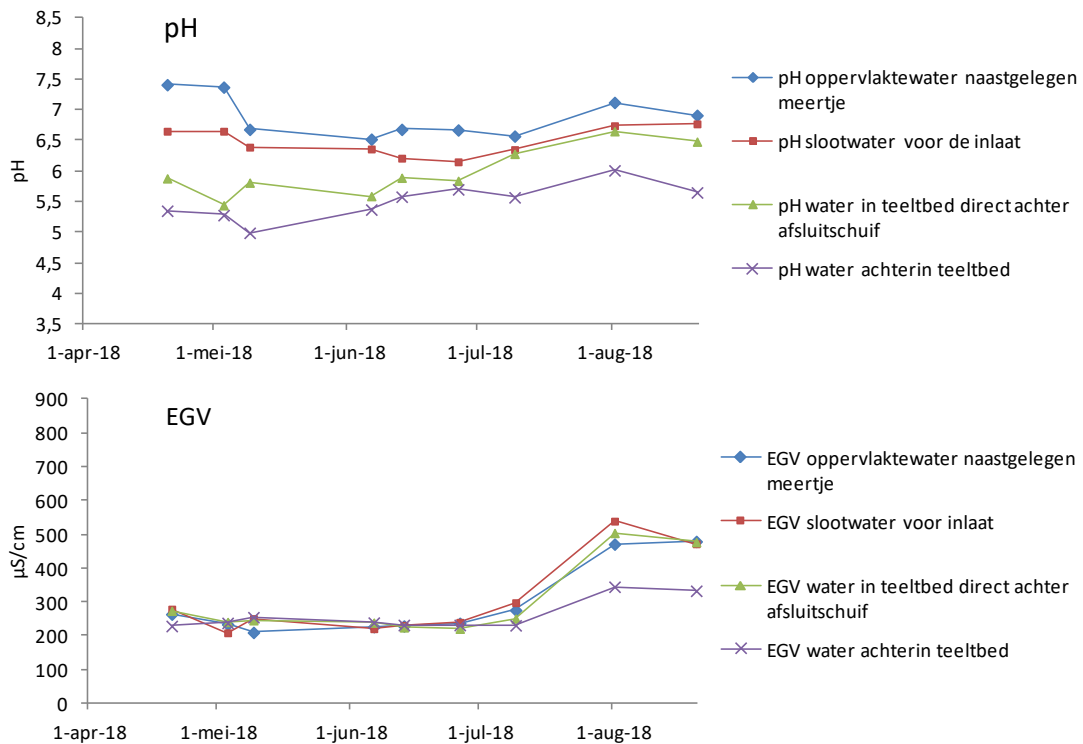


*Figuur 6.4. Wanneer de ontwikkeling van veenmossoorten goed op gang komt, kunnen deze soorten een homogene, vlakdekkende vegetatie vormen. De kleur van een veenmospakket kan per moment verschillen, afhankelijk van de vochtigheid en het seizoen. Rechtsonder is aanvullend weergegeven Ronde Zonnedauw.*

Aanvullend zijn watermetingen uitgevoerd op verschillende plaatsen in de aanvoerroute en de greppels rondom het veenmosteeltbed over de tijd (figuren 6.5 en 6.6), om een beter inzicht te krijgen in de kwaliteit van het aanvoerwater als er weinig sprake is van regen. 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 afsluitschuij, en 4. van de waterkolom in de greppel aan de uiterste achterzijde van het teeltbed.

Zoals eerder aangegeven, veenmosontwikkeling gaat het best onder regenwater-gevoede omstandigheden. Dat betekent een lage pH waarde en minimale aanvoer van basen. De pH en het EGV (elektrisch geleidend vermogen) geven informatie over de regenwater-invloed. Beide waarden dienen zo laag mogelijk te zijn. Zoals te zien in figuren 6.5 en 6.6 was er op lokatie 4. (achterin het teeltbed) het meest sprake van geschikte omstandigheden 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 niet ideaal is als inlaatwater voor veenmosteelt. Deze inlaatmogelijkheid is dan ook slechts een 'backup-bron' onder extreem droge condities, om te zorgen dat de waterstand niet te ver uitzaakt.

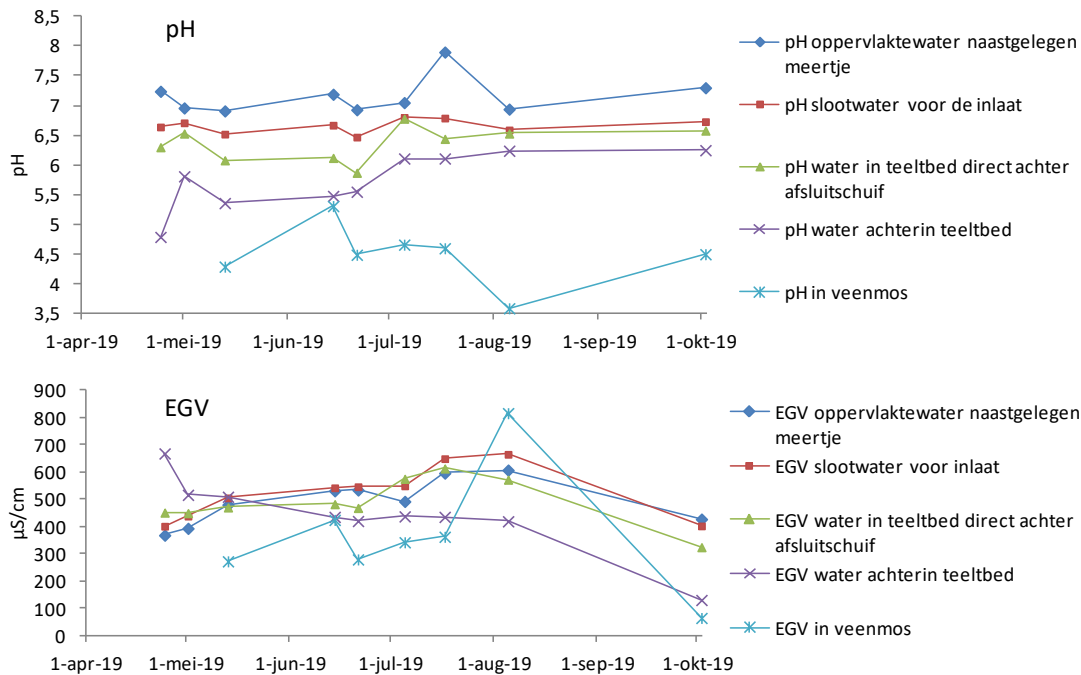
In de zomer van 2018, en dan vooral in augustus, was er sprake van extreem droge en warme omstandigheden en is er dus veel invloed geweest van dit niet ideale inlaatwater. Dit is direct terug te zien in de waterkwaliteit met verhoogde waarden voor pH en EGV in de greppel (figuur 6.5).



Figuur 6.5. pH en elektrisch geleidend vermogen (EGV, uitgedrukt in  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) in de watermonsters die gedurende het groeiseizoen van 2018 zijn genomen van vier verschillende plekken in de aanvoer en de greppels rondom het teeltbed.

In 2019 is aanvullend ook de pH en EGV in het bodemvocht van de veenmoslaag gemeten (figuur 6.6). 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, welke vooralsnog niet goed kan worden verklaard.

Concluderend kan worden gezegd dat het beter is om de veenmosteeltbedden gedurende de zomer goed nat te houden (ook al geschiedt dat met water van minder goede kwaliteit) dan volledig afhankelijk te zijn van regenwateraanvoer en het risico te lopen dat de teeltbedden uitdrogen en het veenmos afsterft. Inundatie met hard boezemwater dient wel ten aller tijde te worden voorkomen. Deze uitkomsten zijn conform de ervaringen in de teeltbedden in Oldenburg van de Universiteit van Greifswald.



Figuur 6.6. pH en elektrisch geleidend vermogen (EGV, uitgedrukt in  $\mu\text{S cm}^{-1}$ ) in de watermonsters die gedurende het groeiseizoen van 2019 zijn genomen van vier verschillende plekken in de aanvoer en de greppels rondom het teeltbed, en in de veenmoslaag zelf.

### 6.3 Beheer en onderhoud

Veenmosteeltbedden 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 referentieveenmosteeltbedden, die in de afgelopen jaren zijn aangelegd en beheerd vanuit de Universiteit van Greifswald, hebben al laten zien dat frequente maaiwerkzaamheden zijn vereist. De veenmosteeltbedden op de voormalige afgraving in het Hankhausermoor bij Oldenburg bijvoorbeeld vergden zelfs een maai frequentie van 2x per maand, weliswaar bij wateraanvoer van relatief voedselrijk oppervlaktewater in de greppels.

De groei van grassen in de veenmosteeltbedden viel mee in het voorjaar van 2018. Pas vanaf de droge periode in de zomer begonnen hoofdzakelijk grassoorten te domineren en kwam de ontwikkeling en uitbreiding van veenmossen in het geding. Van ontwikkeling van pitrus is in het eerste jaar geen sprake geweest, ook ontwikkeling van riet is in het eerste jaar in de teeltbedden nog niet waargenomen. Afgraven als inrichtingsmaatregel bleek, als het gaat om tegengaan van onkruidontwikkeling, dus effectief te zijn. De grassen zijn half september 2018 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. In het najaar van 2018, dus na de maaiwerkzaamheden kwamen grassoorten opmerkelijk snel opzetten helaas.

In het voorjaar van 2019 stond er dan ook aanzienlijk meer vegetatie tussen de veenmossen dan in het jaar daarvoor. Ondanks deze negatieve Ausgangssituation was de ontwikkeling van veenmossen beter dan in 2019. Zorgwekkend was de ontwikkeling van pitrus in 2019. Waar in 2018 pitrus nog afwezig was, stond er in de zomer van 2019 hier en daar redelijk ontwikkelde pitrus. Wanneer pitrus zich eenmaal begint te ontwikkelen is het erg lastig om de soort uit de

teeltbedden te verwijderen zonder de veenmosvegetatie te schaden. 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 op de ontwikkeling van pitrus. Overigens kan pitrus met stevige scheuten ook zorgen voor fysieke stabiliteit ten gunste van de groei van veenmos. Dit principe is bekend als het gaat om de combinatie tussen rietscheuten en veenmossen. Mogelijk kan pitrus eenzelfde stabiliserende rol vervullen, wanneer de pitrus pollen niet te veel gaan domineren. Hierover is vooralsnog niet veel bekend.

In het najaar van 2019 is wederom handmatig met een bosmaaier de opkomende vegetatie afgemaaid. De veenmoslaag is daarbij zo goed als mogelijk gespaard gebleven, en naar verwachting hebben deze werkzaamheden geen negatieve effecten op de veenmosgroei. De hogere lichtbeschikbaarheid zal juist een positief effect hebben is de verwachting. Of de komende winterperiode met grote regenwaterinvloed wederom een positieve stimulans zal hebben op de veenmosbedekking, zoals vorig jaar het geval was, zal blijken uit de monitoringsresultaten van komend voorjaar.

## 7 Overige locaties en nog uit te voeren plannen

---

### 7.1 Tweede teeltbed Ottema-Wiersma reservaat

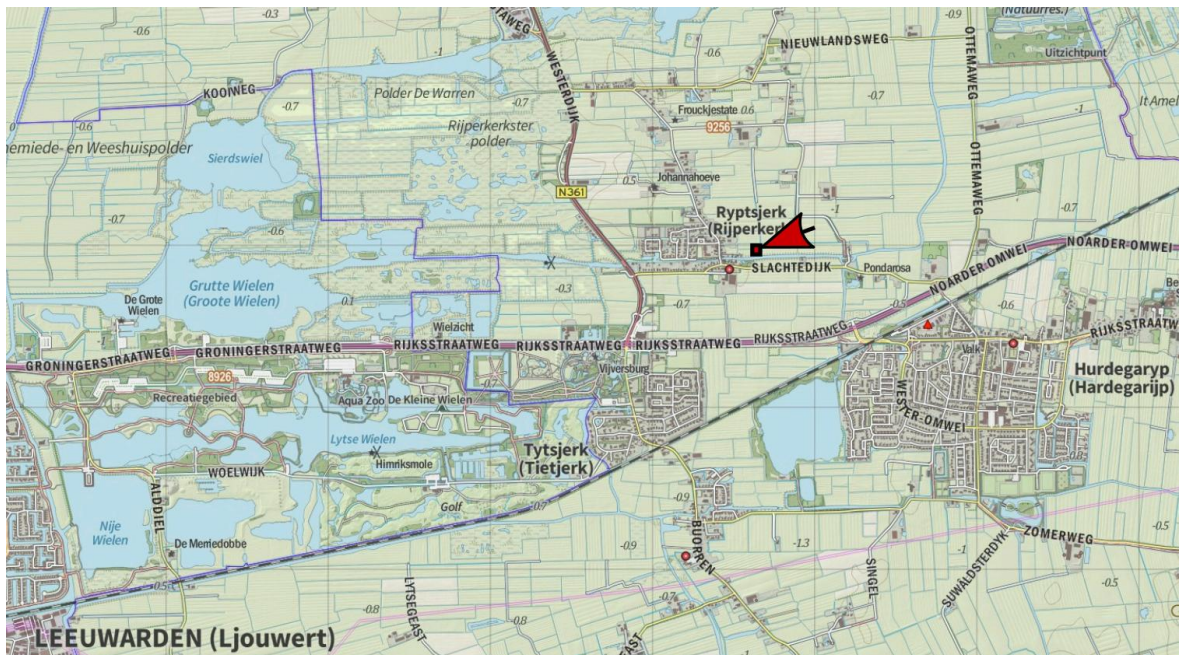
Zoals in het vorige hoofdstuk genoemd, zijn er twee teeltbedden afgegraven in het Ottema-Wiersema reservaat (figuur 6.1). Dit tweede teeltbed is nog niet in gebruik. In overleg met It Fryske Gea zal een plan worden opgesteld. De gewaskeuze staat nog ter discussie. Komende winter zullen gewaskeuzes worden gemaakt, zodat er vroeg in het voorjaar kan worden begonnen met de inrichting. Ook voor dit teeltbed zal een monitoringsprogramma worden opgesteld, en de resultaten zullen worden gerapporteerd in de komende verslaglegging.

### 7.2 Lisdoddeteelt bij van Eijden (Ryptsjerk)

Er liggen nieuwe plannen en mogelijkheden voor de aanleg van een nieuw proefveld met lisdodde in agrarische setting in/nabij Ryptsjerk. De plannen zijn opgesteld in overleg met grondeigenaar J. Van Eijden, wiens perceel gedeeltelijk ter beschikking wordt gesteld voor dit experiment. Het betreffende perceel (Figuur 7.1) is in meerdere opzichten geschikt voor experimentele verkenning van de mogelijkheden van lisdodde teelt.

Het beschikbare deelgebied heeft een maaiveldhoogte van -0.9 m. Op de akker ligt geen natuurdoelstelling; hij is in agrarisch gebruik. Er is sprake van een venige bodem, de dikte tot het onderliggende zandpakket dient nader te worden onderzocht door middel van een aantal gerichte handboringen. Er bestaan goede mogelijkheden voor wateraanvoer vanuit de nabij liggende Ryptsjerkster Feart ten zuiden van het proefveld.

Daarbij komt dat het Wetterskip de kades van de Ryptsjerkster Feart onder handen zal nemen in de winter van 2019-2020. Er zullen natuurvriendelijke oevers worden aangelegd. Tijdens deze werkzaamheden zal er veel grond vrijkomen, die kan worden gebruikt voor de inrichting van de teeltbedden. Door de plannen en de planning binnen Better Wetter en het Wetterskip op elkaar af te stemmen kan er een situatie worden gecreëerd waar beide partijen baat bij hebben. Overleg over deze combinatie van plannen in dit perceel heeft reeds plaatsgevonden. Het Wetterskip zal zich komende maanden ontfermen over de uitwerking, zodat er in het vroege voorjaar van 2020 kan worden begonnen met de inplant. Hieronder volgt een nadere beschrijving van de insteek voor dit vierde lisdoddeteeltbed.



Figuur 7.1. Beoogde locatie van teeltbed nr. 4 op het land van Van Eijden in Ryptsjerk.

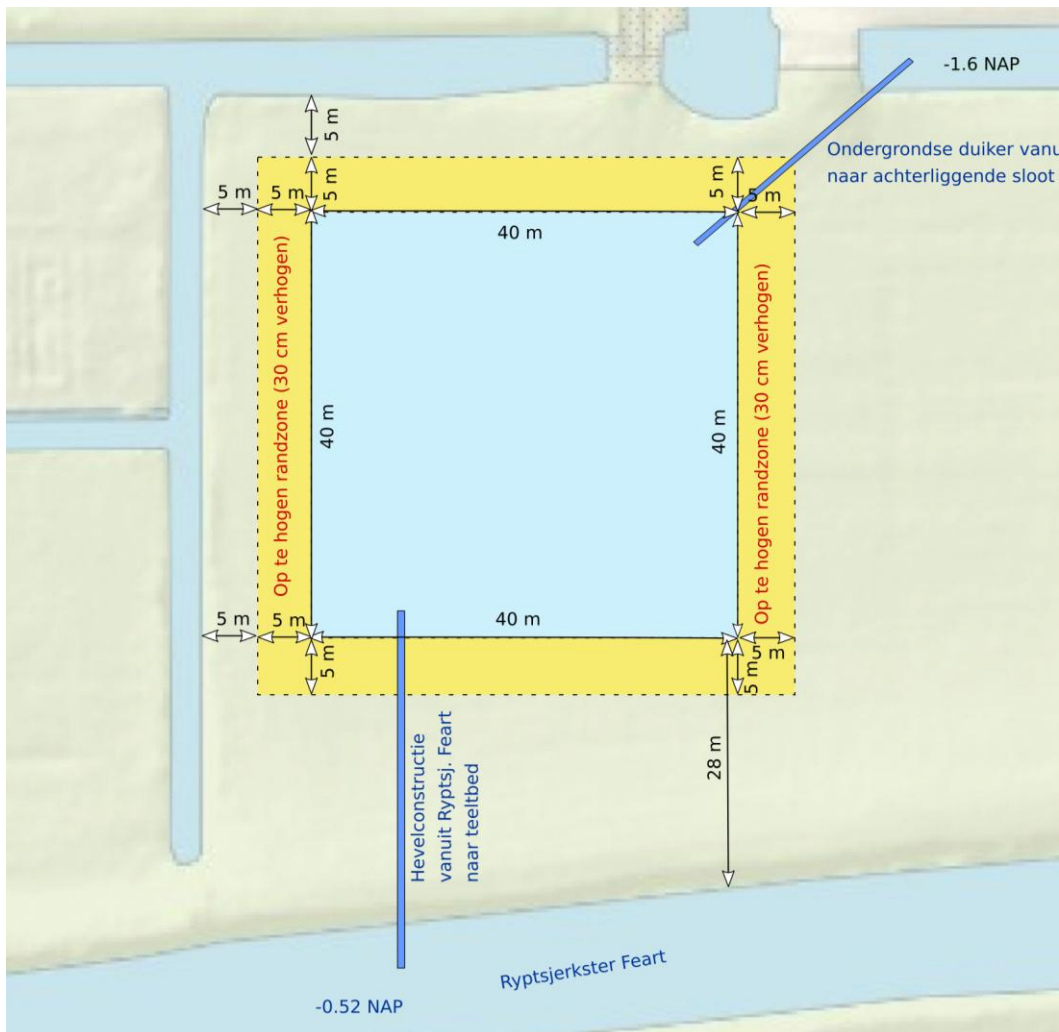
Het feit dat er bij van Eijden grond beschikbaar komt na aanleg van natuurvriendelijke oevers biedt de mogelijkheid om in de bestaande graszode in te planten. De kades van het teeltbed kunnen immers worden gemaakt van de grond die vrij komt, daarvoor hoeft niet te worden afgegraven. Het is interessant om in dit teeltbed te onderzoeken of het inplanten in de bestaande graszode een goede methode van aanleg is, omdat hiermee de onderliggende veenbodem onaangetaast blijft. Deze veenbodem willen we immers zo goed mogelijk behouden, dat is een van de doelstellingen van Better Wetter. Maar het is ook een interessante onderzoeksvraag: lukt het om lisdodde te telen op de bestaande graszoden?

Verder is het erg interessant om hier meer te doen met de mogelijke toepassing van lisdodde teeltbedden als helofytenfilter. Het is immers ook belangrijk om meer inzicht te krijgen in de meerwaarde van paludicultuur voor waterkwaliteit. Vanuit Van Hall Larenstein is aangegeven hier graag op aan te sluiten in de vorm van studentenprojecten, waarbinnen waterkwaliteitsmetingen kunnen worden gedaan.

'Project Oevers en kaden' van het Wetterskip zal, als ze bezig zijn met het aanleggen van de geplande natuurvriendelijke oevers, de aanleg verzorgen van het teeltbed (grondwerk incl. zaaien kaden, aanleg inlaat en overstort incl. watervergunning en natuurtoets). Het water kan worden ingelaten vanuit de vaart naar het lager gelegen teeltbed. Water kan vervolgens gemakkelijk worden uitgelaten naar de sloot van het achterliggende land, dat nog weer lager ligt dan het perceel met het beoogde teeltbed. Zodoende kan een doorstroom principe worden gehanteerd (figuur 7.2), waarvan het succes reeds gebleken is in de reeds aangelegde lisdodde teeltbedden bij natuurboer A. van der Ploeg in het Bûtefjild. Het doel is om in het teeltbed een waterstand van +30 cm ten opzichte van maaiveld te realiseren, zodat de condities voor lisdodde optimaal zijn en soorten zoals pitrus weinig kans krijgen om te domineren.

De lisdodde planten zullen worden ingeplant als jonge scheuten, die worden besteld bij een leverancier. Inzaaien is geen optie, want inzaaien is in eerdere experimenten om meerdere

redenen onpraktisch bevonden (zie hoofdstuk 4). In tegenstelling tot bij de eerder handmatig aangelegde teeltbedden binnen Better Wetter is de doelstelling om bij dit teeltbed de focus te leggen op machinale inplant. Hierover bestaat nog weinig praktijkkennis, terwijl deze kennis zeer belangrijk is met het oog op opschaling. Inplant met een dichtheid van 4 planten per vierkante meter is in eerdere experimenten als geschikt ervaren, dus gaan we ook in dit proefveld uit van deze inplantdichtheid.



Figuur 7.2. Inrichtingsschets voor het lisdodde teeltbed op het terrein van van Eijden in Ryptsjerk.

### 7.3 Brûsplak bij Kinderman (Bûtefjild)

In 2017 zijn bij de Brûsplak op de Mariahoeve vier kleinschalige demonstratie teeltbedden aangelegd, waar studenten kunnen experimenteren met natte teeltopties. Momenteel worden er verkenningen uitgevoerd met grote lisdodde, kleine lisdodde, veenmossen, mattenbies en azolla. Vier studenten van de opleiding 'Opzichter/uitvoerder groene ruimte' van het Nordwin College hebben dit jaar de proefveldjes bij het Brûsplak gebruiksklaar gemaakt en de natte gewassen ingebracht. Ook is een drainagesysteem aangelegd, zodat het veld goed onder water blijft staan.



De coördinatie en verslaglegging van dit programma op deze locatie wordt geheel verzorgd vanuit het onderwijs (Kenniswerkplaats NO Fryslân, Nordwin College, Van Hall-Larenstein).

#### **7.4 Overige nieuwe locaties**

Aanvullend op de genoemde concrete plannen, wordt op het moment nog een drietal nieuwe locaties verkend voor natte teelt van hoofdzakelijk lisdodde. Na nadere uitwerking van gebiedsspecifieke inrichtingsplannen in de komende winter zal worden besloten of- en op welke grootte ook deze natte teeltlocaties een plek zullen krijgen binnen het programma van Better Wetter.

## 8 Conclusies en aanbevelingen

---

### 8.1 Lisdoddeteelt

#### 8.1.1 *Belangrijkste conclusies ten aanzien van groeieresultaten*

##### **Inplanten van wortelstokken**

Het inplanten van wortelstokken leidt ten opzichte van inzaaien tot de hoogste opbrengst op korte termijn. Wanneer wortelstokken worden ingeplant in het vroege voorjaar, kan er in datzelfde jaar nog een ruime oogst van bovengrondse biomassa in het najaar worden gerealiseerd. Dit geldt voor zowel Grote als Kleine lisdodde. Uit maar liefst 96% van de wortelstokken kwamen in het eerste jaar een of meer jonge scheuten tevoorschijn. Het gemiddelde aantal uitgegroeide scheuten lag aan het eind van het eerste groeiseizoen op gemiddeld 15 scheuten per vierkante meter. In het tweede en het derde jaar na inplant kwam de groei nog een stuk eerder en een stuk sneller op gang, waarbij het aantal scheuten voor Grote en Kleine lisdodde respectievelijk rond de 25 en 35 scheuten per vierkante meter lag. Een eerste inschatting van de opbrengst na het eerste jaar bedroeg 1,6 ton droge stof per hectare. Na het tweede groeiseizoen werd de opbrengst geschat op 4-5 ton droge stof per hectare. Bij deze inschattingen zijn Grote en Kleine lisdodde samengenomen. Dit zijn lage opbrengsten vergeleken met de 10-15 ton die elders wordt gerapporteerd. De oorzaak hiervan is wellicht de beperkte nutriëntenhoeveelheid in de veenbodem, maar aanvullende metingen daaraan ontbreken vooralsnog.

##### **Inplanten van voorgekweekte stekken**

In de zomer van 2019 zijn ook voorgekweekte stekken ingeplant van zowel Grote als Kleine lisdodde. Over de groeieresultaten en oogopbrengsten op basis van deze methode van inbreng valt nog niks te zeggen. De metingen in het komende groeiseizoen van 2020 zullen hierover meer duidelijkheid geven.

##### **Inzaaien**

In het eerste jaar bleek de methode van inzaaien niet erg succesvol. In het tweede jaar na inzaaien groeiden de nieuwe scheuten in het ingezaaide teeltbed aanzienlijk sneller en vroeger dan in het eerste jaar. Er was nu immers sprake van groei vanuit energierijke wortelstokken, die waren gevormd in het jaar daarvoor. De methode van inzaaien, zijnde weliswaar niet arbeidsintensief en dus goedkoper dan inplanten, heeft dus als nadeel dat men een geheel groeiseizoen achterloopt ten opzichte van het inplanten. Daarbij komt dat in het eerste jaar direct na inzaaien, wanneer de planten nog niet snel ontwikkelen, een grote kans bestaat op ontwikkeling van onkruid. Het is hierbij erg belangrijk dat het waterpeil nauwkeurig kan worden geregeld, omdat de zaden het best kiemen onder een dun laagje water van een paar centimeter zonder te veel fluctuatie. Uit oogpunt van productie gedurende de eerste drie jaar heeft inplanten de voorkeur boven inzaaien.

##### **Onderhoud en beheer**

De benodigde onderhoudsinspanning voor lisdoddeteelt was in de eerste twee jaren niet hoog, omdat de waterstand volgens het doorstromingsmodel van de experimentele opzet hoog genoeg kon blijven en nauwkeurig kon worden geregeld. Onze constructie met inlaat van boezemwater en uitlaat naar het slotenstelsel van de achterliggende weilanden bleek een zeer effectieve en aan te raden constructie. Niet alleen ten behoeve van productie, maar ook in verband met de aanvullende waterzuiverende dienst die lisdoddeteeltbedden op deze manier kunnen bieden. In de zomer van 2019 heeft zich, mede als gevolg van de droogte, meer

onkruid kunnen ontwikkelen dan in de voorgaande jaren. De waterstand is vermoedelijk te lang laag geweest onder relatief hoge temperaturen. Met name pitrus heeft zich in alle teeltbedden bij van der Ploeg veel sterker ontwikkeld dan in de jaren voorheen. Hieruit blijkt nogmaals het grote belang van permanent hoge waterstanden van tenminste 20-30 cm boven maaiveld voor lisdodde teelt. In alle drie de jaren hebben zich geen problemen met vraat voorgedaan.

### **8.1.2 Aanbevelingen voor nader onderzoek**

In komende jaren is het belangrijk om meer aandacht te vestigen op oogstresultaten van droge biomassa per oppervlakte. Er is inmiddels veel informatie beschikbaar over de teeltvoorwaarden en de groeisnelheden, maar het is belangrijk om uiteindelijk ook over informatie te beschikken aangaande de te winnen biomassa. We hebben in de afgelopen jaren redelijke inschattingen kunnen maken van de geoogste biomassa, mede op basis van studentenonderzoeken. Maar het zou mooi zijn als tijdens de oogst van de teeltbedden structureel een aantal verschillende vierkante meters apart gehouden kunnen worden, om de droge stof opbrengst per vierkante meter te bepalen. Helemaal interessant wordt de bepaling afzonderlijke groeiplaatsen van Grote en Kleine lisdodde. Vermoedelijk bestaat hiertussen namelijk een verschil in opbrengst.

Verder is het vooralsnog onduidelijk hoe het komt dat de lisdodde scheuten in de experimentele teeltbedden, ongeacht van de manier van inbreng, een geringe groeihoogte en biomassaopbrengst laten zien. Bij het ontwerp en de keuzes voor inrichting van de nieuwe teeltbedden, die zullen worden aangelegd in de komende winterperiode, zal met deze onderzoeksvraag rekening gehouden worden. De verschillende locaties zullen voor wat betreft chemische bodemsamenstellingen waterkwaliteit onderling worden vergeleken in relatie tot de biomassaopbrengsten, om te achterhalen of nutriëntenlimitatie een rol speelt. Ook zullen de verschillende waterstanden in de oude en nieuwe teeltbedden bij van der Ploeg naar verwachting duidelijkheid verschaffen over de bepalende rol van de waterstand als het gaat om biomassa opbrengst.

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? Om deze vragen te kunnen beantwoorden zal in samenwerking met Hogeschool van Hall Larenstein nader onderzoek worden gedaan op basis van analyse van bodem- en watermonsters. Het nieuw aan te leggen teeltbed bij van Eijden in Ryptsjerk biedt hiervoor zeer interessante mogelijkheden.

Het inplanten van wortelstokken is een zeer effectieve methode gebleken als het gaat om productie-opbrengst. Maar om een uitspraak te kunnen doen over de mate waarin deze methode in de praktijk lucratief is dienen aanvullende zaken worden onderzocht, zoals de mogelijkheid van mechanische inplant in plaats van handmatig. Vanuit Van Hall zal in de komende jaren nader onderzoek worden gedaan naar mechanische mogelijkheden, waardoor teelt op grote schaal mogelijk zou kunnen worden gemaakt.

Het is nog niet genoeg duidelijk hoe een maairegime van twee keer per jaar over meerdere jaren uitwerkt ten opzichte van één keer per jaar. Twee keer per jaar maaien kan 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 nog nader te worden onderzocht.

Ook voor wat betreft de effecten van paludicultuur 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 CO<sub>2</sub>-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 paludicultuurlocaties, 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). De vraag is hoeveel emissiereductie kan worden behaald met natte teelten en welke rol lokale omgevingsfactoren en beheer daarbij spelen.

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.

## **8.2 Veenmosteelt**

### **8.2.1 Belangrijkste conclusies ten aanzien van groeieresultaten**

In tegenstelling tot de lisdodde teeltbedden, bleek het in de veenmosteeltbedden lastig om aan de vereiste groeicondities te voldoen. Het bleek in de praktijk niet gemakkelijk om jaarrond te zorgen voor een grote invloed van regenwater. In het eerste voorjaar leek de veenmosbedekking (voornamelijk Fraai veenmos) geleidelijk aan toe te nemen en de aanwezigheid van Ronde Zonnedauw indiceerde goede condities. Echter, de warme en vooral zeer droge zomer van 2018, waarin noodzakelijkerwijs oppervlaktewater moest worden ingelaten, in combinatie met het feit dat het ingebrachte maaimengsel naast veenmossen reeds een boel grassoorten bevatte, heeft ertoe geleid dat er gedurende de zomer in het eerste jaar veel vergrassing is opgetreden.

De winter van 2018-2019 had duidelijk een goede uitwerking op de veenmosontwikkeling. In het voorjaar van 2019 groeide het bedekkingspercentage rap tot zo'n 65%. Tussen de twee verschillende methoden van inbreng, namelijk netjes homogeen verstrooien versus in aparte hopen inbrengen, was na twee groeiseizoenen nagenoeg geen verschil meer waarneembaar.

Concluderend kan worden gezegd dat het beter is om de veenmosteeltbedden gedurende de zomer goed nat te houden (ook al geschiedt dat met water van minder goede kwaliteit) dan volledig afhankelijk te zijn van regenwateraanvoer en het risico te lopen dat de teeltbedden

uitdrogen en het veenmos afsterft. Inundatie met hard boezemwater dient wel ten aller tijde te worden voorkomen. Pitrusontwikkeling vormt een groot risico in de veenmosteelbedden. Vooral nog lijken de veenmossen zich te handhaven, ondanks de lage maaifrequentie van één keer per jaar in het najaar.

### **8.2.2 Aanbevelingen voor nader onderzoek**

Er dient naar verwachting in de komende seizoenen frequent te worden gemaaid in de veenmosteelbedden. Eenmaal per jaar in het najaar is op termijn waarschijnlijk 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 verder ontwikkelt. Veenmossen zijn op termijn immers in staat om zelf voor verzuring van hun eigen omgeving te zorgen, zonder dat andere soorten voortijdig gaan overheersen. Alleen in dat geval bestaat er kans op uitbreiding tot een dik, zelfregulerend veenmospakket dat boven de waterspiegel uit kan stijgen. Om hier meer inzicht in te krijgen is frequente monitoring van de uitbreiding van veenmossen, maar ook groeicondities (zuurgraad, bufferend vermogen, eutrofiëgraad) zeer belangrijk. Het tot nu toe uitgevoerde monitoringsprogramma zal worden doorgezet, en indien mogelijk zullen in samenwerking met het onderwijs ook nadere chemische bepalingen worden gedaan van zowel de bodem als het bodemvocht.

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 bijkomende vraag is hoe oogst zich verhoudt tot eventuele natuurdoelen van veenmosteel, zoals herstel van typische hoogveenplanten. Als oogst betekent dat de groeiomstandigheden van doelsoorten van hoogveen, zoals Ronde zonedauw, steeds weer teniet worden gedaan, dan is die functiecombinatie niet goed mogelijk.

Voor wat betreft vermarktingsopties van veenmossen liggen er ook nog een boel vragen open. Vooral nog wordt verondersteld dat de verdienmodellen betreffende veenmos minder lucratief zijn dan van lisdoddeeteelt. 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.

## Literatuur

---

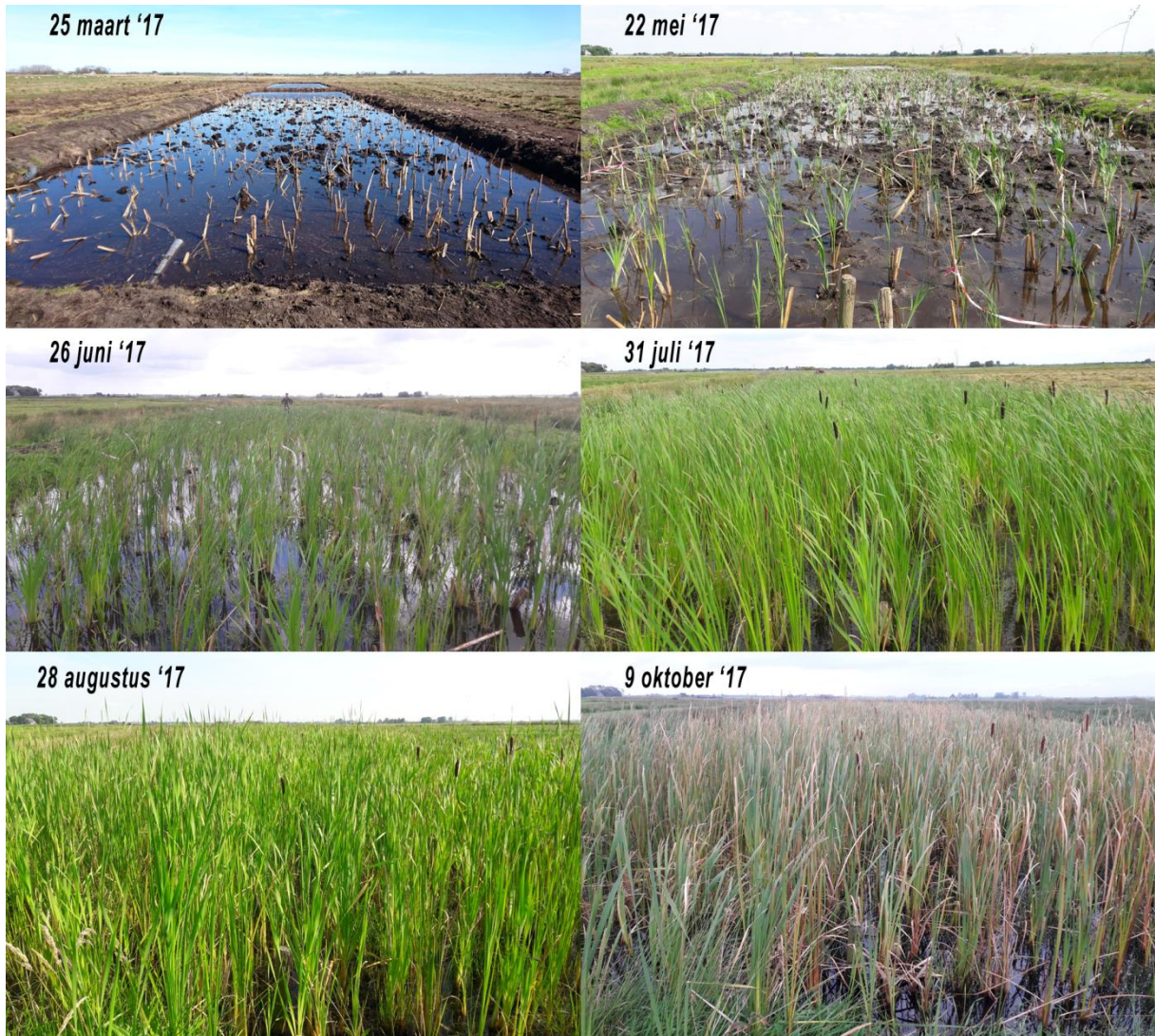
- Aulio, K., 2014. Shoot growth in *Typha angustifolia* L. and *Typha latifolia* L. in the Kokemäenjoki River delta, western Finland. *International Letters of Natural Sciences* 28, pp. 34-46.
- Bedish, J.W., 1967. Cattail moisture requirements and their significance to marsh management. *The American 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), 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.
- 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.
- 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.
- 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.

- 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.
- Lombardi, T., Fochetti, T., Bertacchi, A., Onnis, A., 1997. Germination requirements in a population of *Typha latifolia*. Aquatic Botany 56: pp. 1-10.
- Mettrop, I., Oosterveld, E., Wymenga, E., Vos, R., 2017. Proeven met natte teelten Better Wetter Fase 1: rapportage 2016 en 2017. A&W-rapport nr. 2371, Altenburg & Wymenga, Feanwâlden.
- Nationaal Kennisprogramma Bodemdaling (NKB), 2018. Factsheet natte teelten.
- 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.
- 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.
- 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.
- Ter Heerdt, G.N.J., 2016. Establishment of different riparian plant communities from the same soil seed bank. Proefschrift Universiteit Groningen.
- 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.
- 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

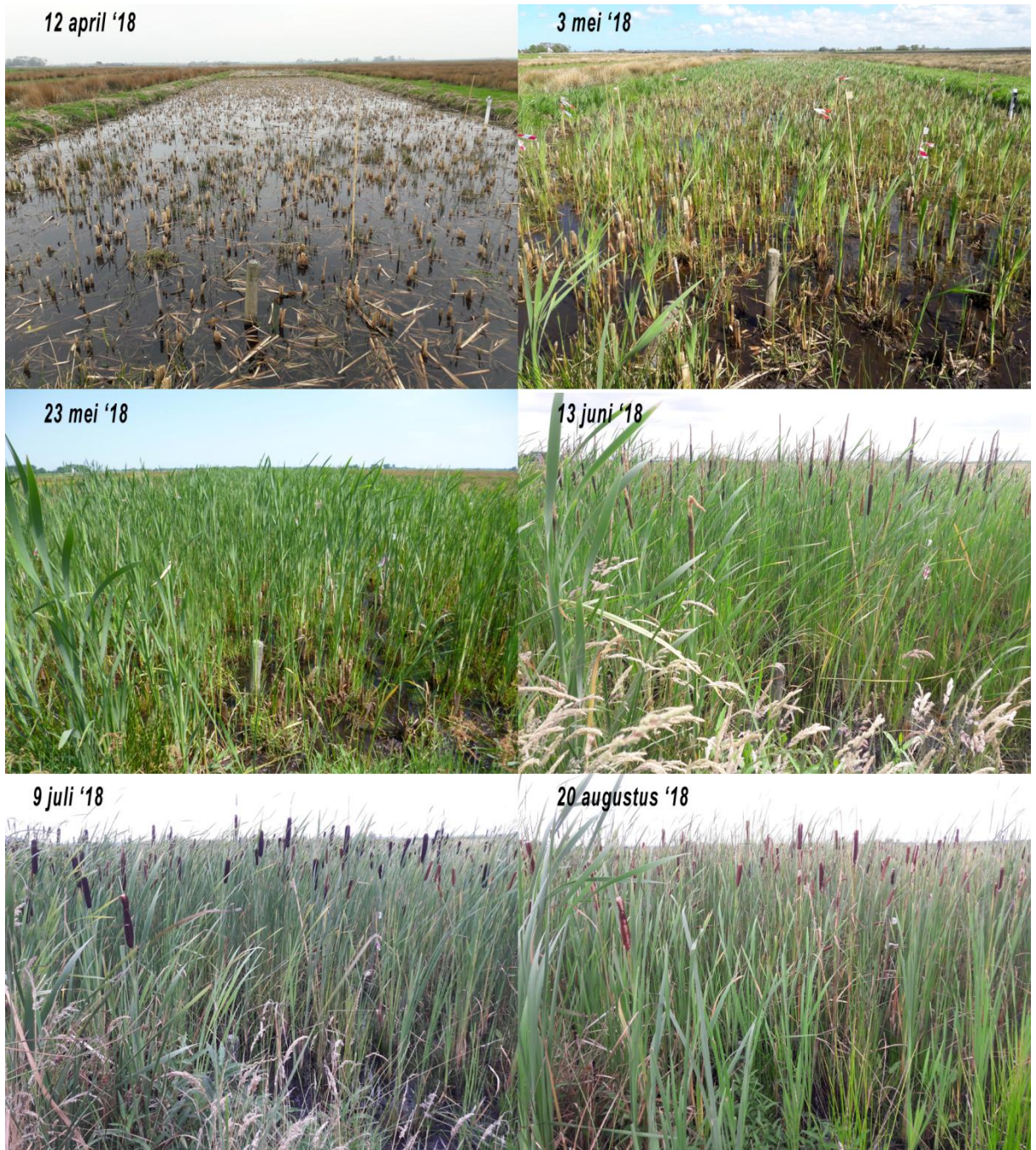
---

Een beeldverslag van de lisdodde teelt bij van der Ploeg van 2017 t/m 2019.



*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.



**Adres**

Suderwei 2  
9269 TZ Feanwâlden

Telefoon 0511 47 47 64  
info@altwym.nl

**[www.altwym.nl](http://www.altwym.nl)**