

Rapportage Lisdodde Teeltbedden

Bûtefjild, Feanwâlden

27-7-2017

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek bv
Sjoerd Postma

Rapportage Lisdodde teeltbedden, Bûtefjild, Feanwâlden

Altenburg en Wymenga Ecologisch onderzoek bv

Sjoerd Postma

Inhoudsopgave

1	Introductie.....	5
2	Literatuurstudie.....	6
2.1	Productie per hectare	6
2.2	Verschillen natuurlijke standplaatsen en teeltbedden	6
2.3	Verschillen tussen grote (T.latifolia) en kleine (T. angustifolia) lisdodde	7
3	Teelthandleiding	9
3.1	Kort overzicht van de locatie	9
3.2	Inrichting teeltbedden	9
3.2.1	Implanten	9
3.2.2	Inzaaien	10
3.3	Kweekbakjes.....	11
3.4	Nutriënten	11
3.5	Algen.....	12
3.6	Onkruid	12
3.7	Oogsten	12
3.8	Vraat	13
3.9	Bijkomende voordelen	13
3.10	Azolla teelt	13
4	Monitoring.....	14
4.1	Monitoringsplan	14
4.1.1	Groei individuele planten	14
4.1.2	Effect van oogst	14
4.1.3	Scheut dichtheid	14
4.1.4	Biomassa productie	14
5	Resultaten	16
5.1	Ingezaaid teeltbed	16
5.2	Gemeten groei ingeplante teeltbed	17
5.3	Effect van oogst	18
5.4	Scheutdichtheid	18
5.5	Kweekbakjes.....	18
6	Vermarkting	19
6.1	Marktverkenning	19
6.1.1	Isolatie- en bouwmaterialen.....	19
6.1.2	Veevoeder	20
6.1.3	Toepassingen stuifmeel.....	20
6.1.4	Culinaire toepassingen	20
6.2	Kosten en baten analyse	20
7	Conclusies	22

8	Discussie	23
9	Dankwoord	24
10	Referenties	25

1 **Introductie**

In het Friese veenweidegebied staat voor een aantal grote uitdagingen in de komende decennia. Jarenlange ontwatering ten behoeve van de landbouw heeft geleid tot een voortgaande bodemdaling, er zijn waterbergingsproblemen bij zware regenval en in warme zomers zijn er watertekorten. Het is dan ook de vraag of sommige gebieden hun functie in de toekomst kunnen behouden.

Hervernatting van veenbodems is in potentie een oplossing voor de veenweide-problematiek en kan de voortgaande bodemdaling vertragen. Hierbij wordt het waterpeil weer vlak onder of op het maaiveld gebracht. Dit brengt echter problemen als oogstverliezen en een verminderde betreedbaarheid met zich mee voor conventionele landbouw. Om de mogelijkheden van teelt onder deze natte omstandigheden te onderzoeken is er in het buitengebied bij Feanwâlden een proeflocatie voor het verbouwen van lisdodde opgezet. Dit rapport beschrijft de ervaringen met het verbouwen van lisdodde en de resultaten van de verschillende proeven die zijn opgezet. Daarnaast bevat het een kleine literatuurstudie en een marktverkenning, om te kijken wat er mogelijk is met de verbouwde lisdodde. Dit stuk is tot stand gekomen als onderdeel van een stage voor de Wageningen Universiteit bij het ecologisch adviesbureau Altenburg & Wymenga.

2 Literatuurstudie

2.1 Productie per hectare

De literatuur vermeldt opbrengsten tussen de 4 en 22 ton droge stof per hectare per jaar, afhankelijk van het tijdstip van oogsten, groeiomstandigheden en de beschikbaarheid van nutriënten. Meest genoemde hoeveelheid is rond de 15 ton droge massa per hectare per jaar, zie Tabel 1 (Dubbe et al., 1988, Heinz, 2011, Wichtmann & Schafer, 2007)

Tabel 1: Opbrengst per hectare voor *T. latifolia*, *T. angustifolia* en de hybride *T. x glauca*. De genoemde opbrengsten in teeltbedden zijn in 2 tot 5 jaar oude teeltbedden in Noord-Amerika, ≥ 0.2 ha in grootte. Uit Dubbe et al. (1988)

Soort	Locatie	Opbrengst (ton droge stof per hectare) na 2-5 jaar.	
		Bovengronds	Ondergronds
T. latifolia	Natuurlijke standplaats, Centraal Noordelijke Verenigde Staten	4.3-14.8	4.9-9.2
	Teeltbedden, Minnesota, VS	4.7-8.2	4.4-5.4
T. angustifolia	Natuurlijke standplaats, Centraal Noordelijke Verenigde Staten	12.3-21.1	-
	Teeltbedden, Minnesota, VS	2.2-13.9	6.6-25.3
T. x glauca	Natuurlijke standplaats, Centraal Noordelijke Verenigde Staten	6.7-22.4	10.1-30.9
	Teeltbedden, Minnesota, VS	5.7-8.1	6.9-9.2

2.2 Verschillen natuurlijke standplaatsen en teeltbedden

Dubbe et al (1988) vermeldt dat er verschillen zijn in de productie van droge stof per hectare tussen natuurlijke standplaatsen en teeltbedden. Het wordt echter niet duidelijk wat de oorzaak hiervan is, vermoedelijk is in ieder geval een deel hiervan te verklaren doordat de teeltbedden in het onderzoek tussen de 2 en 5 jaar oud waren. Aangezien de biomassa productie in ieder geval in de eerste 3 jaar telkens hoger wordt (Heinz, 2011), kan dit een deel van het verschil verklaren. Ook wordt in Dubbe et al. (1988) vermeld dat op natuurlijke standplaatsen een groot deel van de behoefte aan nutriënten gecompenseerd wordt door nutriëntenrecycling, in teeltsystemen is dit echter niet het geval aangezien een deel van de nutriënten bij elke oogst wordt verwijderd.

Om blijvend hoge oogsten te behouden, zou het nodig zijn om de verwijderde nutriënten te vervangen in het systeem. De hoeveelheden en soort te vervangen nutriënten hangt af van hoeveel nutriënten worden vervangen door natuurlijke processen en de totale nutriëntenbehoefte van de verbouwde lisdodde. Het doel van het project is in deze leidend of en hoeveel meststoffen worden toegevoegd. Als het doel van het project is om al overbemeste gronden uit te mijnen van voedingsstoffen is het onnodig

en onwenselijk om nieuwe meststoffen toe te voegen, maar mocht een hoogproductief teeltsysteem het doel zijn zou hier over na kunnen worden gedacht.

De timing en welk deel van de plant wordt geoogst heeft grote invloed op hoeveel nutriënten worden afgevoerd met de oogst. Laat in het groeiseizoen worden nutriënten verplaatst van de stengels naar de wortelstokken, mochten alleen de bladeren het oogstdoel zijn, kunnen onnodige nutriëntenverliezen voorkomen worden door na dit moment te oogsten (Dubbe et al. 1988).

2.3 Verschillen tussen grote (*T. latifolia*) en kleine (*T. angustifolia*) lisdodde

Volgens Dubbe et al. (1988) zijn de opbrengsten droge stof per hectare van kleine lisdodde (*T. angustifolia*) hoger dan de opbrengsten van grote lisdodde (*T. latifolia*) in Noord-Amerika. Dit komt overeen met resultaten van Heinz (2011) in zelfgemaakte teeltbedden in Europa (Tabel 1, Tabel 2).

Heinz (2011) heeft gekeken naar de biomassa productie per plant. In dit onderzoek werden zowel grote (*T. latifolia*), als kleine (*T. angustifolia*) uit zaad opgekweekt en onder drie verschillende omstandigheden verder opgekweekt; vochtig, waterpeil op het oppervlakte en onder 12 cm water. Hierbij werden de hoogste opbrengst per plant behaald door grote lisdodde (*T. latifolia*) met het waterpeil op het oppervlakte. Uiteindelijk concludeert Heinz (2011) dat grote lisdodde (*T. latifolia*) een hogere biomassa productie per plant heeft, bij lage en “medium” waterstanden. Onder overstroomde omstandigheden produceert kleine lisdodde (*T. angustifolia*) meer droge stof per plant op. Door de hogere scheuten dichtheid (117 scheuten/m² vs. 50 scheuten/m²) produceert kleine lisdodde uiteindelijk (na drie jaar) meer bovengrondse biomassa per hectare (*T. angustifolia* 13 t/ha vs. *T. latifolia* 7 t/ha). De ondergrondse biomassa productie is voor beide soorten ongeveer gelijk op 33 t/ha na drie jaar groei.

Tabel 2: Uit Heinz (2011), opsomming van eigenschappen van *T. latifolia* en *T. angustifolia*. Vertaald uit Heinz (2011).

+ hogere waarde ten opzichte van de andere soort

= geen verschil tussen de soorten

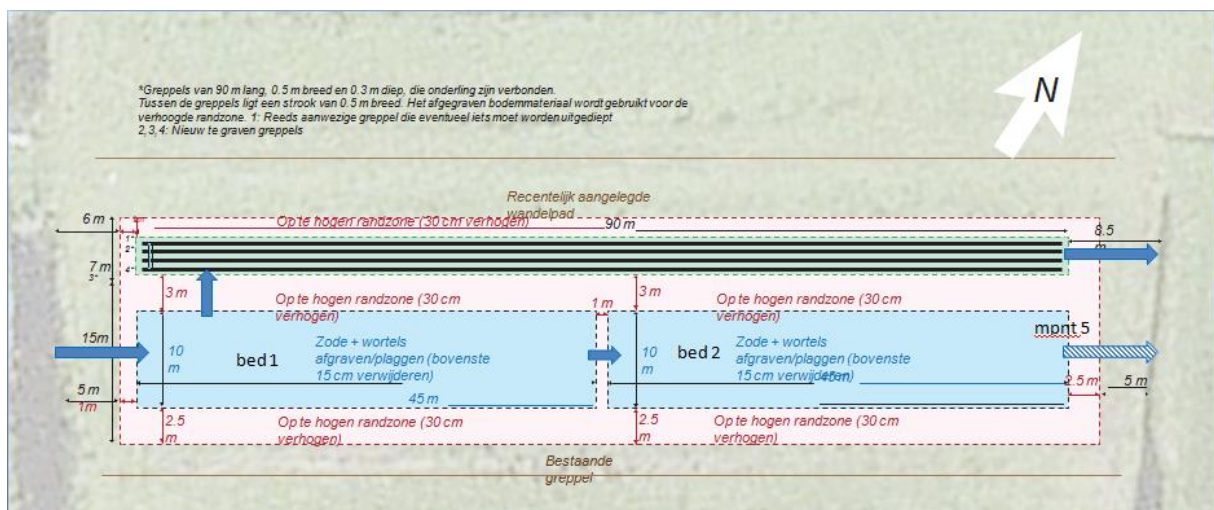
(+) superieur onder specifieke omstandigheden

Eigenschap	Reactie	<i>T. latifolia</i>	<i>T. angustifolia</i>
Generatieve eigenschappen			
Percentage gekiemde zaden	Hoger bij wisselende temperaturen (10/25 °C optimaal)	+	
Kiemsnelheid	Stijgt bij hogere temperaturen	=	=
Zaailing groei			
Biomassa	Afhankelijk van waterstanden: lage tot drassige waterstanden – <i>T. latifolia</i> hogere biomassa, overstromde omstandigheden: - <i>T. angustifolia</i> hogere biomassa productie	(+)	
N gevestigd	<i>T. latifolia</i> heeft een hoger percentage gevestigde zaailingen, onafhankelijk van het water niveau	+	
N generatieve scheuten/m ²	<i>T. latifolia</i> : snelle reproductie van 40-50% van de scheuten in het derde jaar, <i>T. angustifolia</i> : 29%	+	
Vegetatieve eigenschappen			
Scheut dichtheid	<i>T. latifolia</i> : rond de 50 scheuten per m ² <i>T. angustifolia</i> : tot 117 scheuten per m ²		+
Groeisnelheid	Neemt af na kolonisatie	=	=
Bovengrondse biomassa productie	<i>T. angustifolia</i> : 13 ton/ha <i>T. latifolia</i> : 7 ton/ha		+
Ondergrondse biomassa	Rond de 33 ton in het derde seizoen voor beide soorten	=	=
Gevoeligheid voor oogsten	Oogsten rond 10 to 20 centimeter boven de grond getolereerd.	=	=

3 Teelthandleiding

3.1 Kort overzicht van de locatie

In het kader van het 'Better Wetter' project, zijn in dit onderzoek de mogelijkheden voor Lisdodde teelt in het Bûtefjild nabij Veenwouden onderzocht. De onderzoekslocatie bestaat uit twee grotere teeltbedden van 10 x 45 m, welke in open verbinding met elkaar staan, waardoor een gelijke waterstand bereikt wordt. De teeltbedden zijn gecreëerd door de bovenste vijftien centimeter van de bestaande bodem af te graven en om het teeltbed te gebruiken als dam. Verder zijn er nog 4, 50 meter lange, sleuven parallel aan de teeltbedden; twee van een meter breedte en twee van een halve meter breedte. Deze sleuven zijn dieper uitgegraven, waardoor ze de mogelijkheid bieden tot het bereiken van hogere waterstanden dan de grotere teeltbedden (Figuur 1).



Figuur 1: Het teeltbed in het Bûtefjild

3.2 Inrichting teeltbedden

De twee grotere teeltbedden zijn op verschillende manieren ingericht, om ook een vergelijking te kunnen maken tussen verschillende manieren van opzet. Het westelijke teeltbed is ingeplant met wortelstokken en het oostelijke teeltbed is ingezaaid. Verder zijn de greppels ingericht als proeflocatie voor zowel verschillende manieren van inzaaien, als ter observatie van het groeien van lisdodde onder hogere waterstanden.

3.2.1 Inplanten

Verspreid over drie dagen in de laatste week van maart (21 en 23 maart) en de eerste week van april (zijn er vanuit een nabijgelegen natuurlijke standplaats lisdodde wortelstokken overgeplaatst naar het teeltbed in het Bûtefjild nabij Feanwâlden. De planten zijn ingezet in een dichtheid van ongeveer 4 per m², waarbij is gepoogd om alleen grote lisdodde (*Typha Latifolia*) in te planten. Het voordeel van het inplanten van wortelstokken is dat er redelijk snel een teeltbed kan worden opgezet, wat mogelijk in het eerste jaar van opzet al geoogst kan worden en productief kan zijn. Nadelen zijn de kosten en moeite verbonden met het inpoten van materiaal en het vinden van een geschikte donorplek om wortelstokken vandaan te halen. Volgens Hanzewetlands is het vinden van geschikt pootmateriaal hierbij de grootste uitdaging, een machine gebaseerd op de rietteelt om machinaal mee in te planten is echter al beschikbaar (Figuur 2).



Figuur 2: Pootmachine Hanzewetlands

3.2.2 Inzaaien

Lisdodde zaad kan onder water ontkiemen en na ontkieming hebben de planten natte bodemcondities of ondiepe waterstanden nodig om tot hoge opbrengsten te komen (Wichtmann et al. 2016, p. 36), net als voldoende nutriënten (Dubbe et al., 1988). Inzaaien is een goedkope en makkelijke manier van het opzetten van een lisdodde veld. Lisdodde produceert grote hoeveelheden zaad, wat relatief makkelijk te verzamelen is. Het grootste probleem met de methode is echter de onbetrouwbaarheid, voornamelijk veroorzaakt door de zeer variabele ontkiemings- en overlevingskansen van de zaden. In onderzoek van Dubbe et al. (1988) werd optimale ontkieming bereikt onder temperaturen van 29.5 °C, gereduceerde hoeveelheden zuurstof en stimulatie met rood licht, in onderzoek van Heinz (2010) bleek het tweedaags variëren tussen 10 en 25 graden optimaal. Het droog inzaaien van zaad benodigd precieze controle van het waterpeil en vochtigheid van de bodem. Een gebrek aan water verhindert ontkieming en stimuleert onkruidgroei. Volgens Dubbe et al., (1988), is het inzaaien op een overstroomd veld, waarna het waterniveau langzaam wordt verlaagd tot op maaiveld, de beste methode om een lisdodde teeltbed te creëren vanuit zaad. Risico's hierbij zijn echter wel redistributie van de zaailingen binnen het teeltbed door stroming en wind. Ditzelfde kwam erg duidelijk naar voren uit ons eigen onderzoek, waarbij de zaden naar de randen van het teeltbed dreven onder invloed van wind.

Uit eigen onderzoek bleek dat het toch makkelijker was om het veld eerst te draineren, zodat de zaden in een verzadigde bodem terecht komen, maar vervolgens niet herverspreiden onder de invloed van stroming in het water, onder anderen door wind. Een ander probleem bleek dat de zaden voornamelijk aan elkaar plakken in wat grotere plukken, wat leidde tot een zeer heterogene verdeling over het veld. Nadat plukken zaad handmatig in de grond waren gedrukt bleven ze echter na verhoging van het waterpeil wel grotendeels liggen op de ingezaaide locaties, waarbij nauwelijks herverspreiding optrad.

Omdat bij een ander project, de herinrichting van de Alde Feanen, lisdodde massaal in een baggerdepot ontkiemd was, is een poging gedaan om dit te simuleren in een van de greppels bij het teeltbed (Figuur 1.). Hierbij is van tevoren zaad gemengd met bodemmateriaal uit de greppels in een grote cementemmer. Dit moet ervoor zorgen dat er minder herverspreiding optreedt, als dat het makkelijker wordt om een homogene zaadverspreiding te behalen.



Figuur 3: het mengen van zaad met opgegraven bodem materiaal uit de greppels

3.3 Kweekbakjes

Naast de twee ingerichte teeltbedden, is er ook op 17 mei een kleinschalige proef opgezet met lisdoddezaad in kleine kweekbakjes op kantoor. Deze test bestond uit drie kleine, doorzichtige plastic bakjes met op de bodem een waterverzadigd stuk microvezeldoek. Twee van de bakjes waren gevuld met water uit de inlaatsloot bij de grotere teeltbedden in het Bûtefjild en een bakje was gevuld met kraanwater van het kantoor in Feanwalden.

3.4 Nutriënten

Onderzoek van R. Nouta toont aan dat de opbrengsten voor Lisdodde teelt stijgen bij hogere stikstofwaarden op hervernatte veenbodems zoals in het Bûtefjild, waar fosfor geen limiterende factor is. Ook wordt er meer fosfor opgenomen bij hogere stikstofwaarden, wat weer positief is voor het uitmijnen van de bodem. Het lijkt er dan ook op dat de groei van Lisdodde in het Bûtefjild gedeeltelijk is gelimiteerd door de hoeveelheid stikstof. In hetzelfde onderzoek kwam ook naar voren dat bij wegnahme van deze stikstoflimitering op een gegeven moment de hoeveelheid kalium limiterend kan gaan werken. Het lijkt hoe dan ook positief voor de groei om stikstofrijk boezemwater toe te laten op het veld, om een eventuele stikstoflimitatie weg te nemen.

3.5 Algen

Algenbloei kan leiden tot overschaduwing van jonge kiemplanten, het wordt dan ook afgeraden om voor het inzaaien van nieuwe lisdoddevelden de teeltbedden te bemesten (Dubbe et al., 1988). Halverwege juni dreigde een algenbloei op te treden, nadat het waterpeil op boezempeil was gebracht door de uitlaat volledig dicht te zetten. Ook uit gesprekken met Marcel Oomen van Hanze Wetlands zou blijken dat een lichte stroming van water beter is voor het in stand houden van gezonde standplaatsen, mede om te voorkomen dat een algenbloei ontstaat in het teeltbed. Algenbloei kan mogelijk ook een probleem zijn voor het combineren van Azolla en lisdodde in de eerste fase van het opzetten van de teeltbedden, als Azolla dichte matten vormt aan het wateroppervlakte waardoor competitie voor zonlicht ontstaat met de jonge kiemlingen. Als de lisdodde zich eenmaal goed gevestigd heeft met biomassa boven water, zou dit geen problemen meer op moeten leveren.

3.6 Onkruid

Competitie met ongewenste soorten in de teeltbedden is het grootst in de initiële fase van de opzet van het teeltbed. Dit wordt verergerd door fluctuerende waterstanden, nieuw gecultiveerde gronden en de geringe grootte van de lisdodde kiemplanten. Dubbe et al (1988) vermeldt dat nadat een lisdodde veld eenmaal succesvol gevestigd is met een dichtheid van meer dan 5 planten per vierkante meter, competitie met onkruiden geen problemen meer oplevert voor meerdere opvolgende jaren, zolang overstromde veldomstandigheden worden vastgehouden gedurende het vroege groeiseizoen.

3.7 Oogsten

Dubbe et al., (1988) en Garver et al. (1988) hebben proeven gedaan met drie scenario's voor de frequentie en het type oogst;

- het jaarlijks oogsten van de stengels
- het halfjaarlijks oogsten van de stengels
- het jaarlijks oogsten van de stengels en het tweejarig oogsten van de wortelstokken

Uit dit (gezamenlijke) onderzoek concluderen beide artikelen dat het jaarlijks oogsten van alleen de stengels leidt tot het grootste behoud van nutriënten. 75% van de nutriënten wordt opgeslagen in de wortelstokken gedurende de winter, Dubbe stelt dat als er aan het einde van het groeiseizoen in oktober of november wordt geoogst, de hoeveelheid nutriënten die wordt verwijderd het kleinst is.

Het halfjaarlijks oogsten leidt tot een grote verhoging van de hoeveelheid afgevoerde nutriënten in het oogstmateriaal. Aangezien de stengels op het maximum van hun hoeveelheid nutriënten (N, P, K) zitten midden in het groeiseizoen, wordt er met een oogst van de stengels op dit moment ook de grootste hoeveelheid nutriënten af gevoerd.

In het derde scenario, waarbij ook 90% van de wortelstokken worden geoogst, is de totale afvoer van nutriënten het grootst. De totale opbrengsten worden ook het grootst geschat, naast dat men aanneemt dat de wortelstokken meer opleveren, is de totale geoogste hoeveelheid biomassa ook het grootst. Dit leidt echter wel tot een verwijdering van de wortelstokken, waardoor het opzetten van een nieuwe teeltplot weer een grote moeite en investering kost.

Het is echter lastig om deze data een-op-een te vergelijken, aangezien de onderzoeken van Dubbe et al. (1988) in Minnesota zijn gedaan, waar het groeiseizoen afhankelijk van de locatie binnen de staat varieert tussen de 90 en 160 dagen, waar dit voor Nederland 270 dagen is. Het begin van het groeiseizoen is dus hoogstwaarschijnlijk een stuk eerder en het einde een stuk later dan in dit onderzoek, dit kan ook potentieel verschillen in productie per hectare verklaren. Uit onderzoek bij het Veenweide Innovatie Centrum (VIC) in Zegveld, Utrecht, blijkt dat de totale jaarlijkse opbrengst droge stof per hectare nauwelijks toeneemt bij meerdere oogsten per jaar (Geurtz, 2017).

Riet et al. (2014) spreekt over oogsten met een rupsmaaier als meest voor de hand liggende oogstmethode. De oogstmethoden kunnen hoogstwaarschijnlijk worden overgenomen uit ervaringen met het oogsten van riet. Hanzewetlands uit Appingedam heeft hier ervaring mee en is al bezig, in samenwerking met de universiteit van Greifswald en het VIC in Zegveld, met de ontwikkeling van oogstmachines voor zowel de gehele plant, als de verhakselde plant.

Zowel Marcel Oomen van Hanze Wetlands, als Pratt et al. (1988) stellen dat oogsten op een drooggelegd veld het handigst is, om twee redenen. Naast de betere begaanbaarheid, is Marcel Oomen bang dat als er onder water gemaaid wordt, dit leidt tot het rotten van de achterblijvende wortelstok.

3.8 Vraat

Om te voorkomen dat er overlast van vraat door vogels, vooral ganzen, zou optreden, zijn er vanaf het begin van het project wapperende plastic linten op het veld ingezet. Een tweede reden was om te voorkomen dat er vogels in de nog droogliggende, vers aangelegde teeltbedden zouden gaan broeden. Naast de wapperende linten zijn ook in totaal 10 wortelstokken afgeschermd van eventuele etende vogels door middel van twee exclusiekooien gemaakt van fijnmazig kippengaas, dit om zeker te zijn dat in ieder geval een deel van het teeltbed eventuele grootschalige vraat zou overleven.

3.9 Bijkomende voordelen

Lisdodde teelt kan ingezet worden voor het uitmijnen van nutriënten op voormalige bemeste gronden voor natuurontwikkeling en waterzuivering (Fritz et al., 2014). Fritz et al. (2014) claimt dat er door vitaal groeiende lisdodde in het najaar te oogsten 30 to 50 kg fosfor per hectare kan worden afgevoerd. Hierdoor kunnen op korte termijn de kansen voor natuurontwikkeling verhoogd worden. Dit kan leiden tot betere natuurwaarden voor de gebruikte gebieden. Door de verhoogde waterstanden is de waterretentie voor de gebieden ook verhoogd, wat kan helpen bij het verwerken van piekafvoer en de tijdelijke opslag van water.

3.10 Azolla teelt

De teelt van Azolla in combinatie met Lisdodde lijkt in potentie interessant, maar is waarschijnlijk op dit moment nog niet wenselijk wegens de rol die Azolla (Grote Kroosvaren) speelt als invasieve exoot in Nederland, waarbij het watergangen overgroeit en stuwen verstopt (Trouw, 2013, Valkenburg, 2011). Zeker in de set-up die nu in het teeltbed in het Bûtefjild aanwezig is, is de kans te groot dat er azolla met het drainagewater in omliggende watergangen terecht komt.

4 Monitoring

4.1 Monitoringsplan

In verband met de monitoring is er een monitoringsplan opgesteld. Dit plan bestaat uit twee onderdelen. Allereerst wordt de groei van een aantal planten op wekelijkse basis gemeten en het tweede onderdeel bestaat uit de bepaling van de hoeveelheid biomassa die aanwezig is in het teeltbed. Verder is er op 12 juni een strook van 1 meter over de gehele breedte van het veld geoogst om te zien hoe de planten terug zouden groeien, ook was er behoefte aan materiaal om isolerende eigenschappen van te bepalen.

4.1.1 Groei individuele planten

Op 11 april 2017 zijn er naast 47 random planten in het veld een bamboestok geplaatst, met daarop een marker voor de hoogte die de planten op dat moment hadden. Dit wordt gezien als de nulmeting van het teeltbed. Er is gekozen om vanaf de hoogte op dat moment te meten, aangezien een aantal ingeplante wortelstokken al waren uitgelopen voor de verplaatsing naar het teeltbed en dus niet alle wortelstokken op hetzelfde niveau begonnen. De gerapporteerde groei in centimeters is dan ook groei vanaf 11 april 2017. De groei is vanaf deze nulmeting op wekelijkse basis gemonitord.

De meting van groei is gedaan door met een duimstok de groei vanaf de marker tot aan het hoogste punt van het blad te meten. Veel van de wortelstokken produceerden meerdere scheuten, er is echter gepoogd om telkens dezelfde scheut te bemonsteren. Ook werd bijgehouden hoeveel scheuten elke wortelstok produceerde, om een inschatting te kunnen maken van de vegetatieve reproductie van de planten.

In een poging de te bemeten planten zonder voorkeur over het veld te verspreiden, zou het kunnen dat er uiteindelijk onbewust is gekozen om slechter presterende planten te selecteren, in een poging om een zo “eerlijk” mogelijke verdeling over het veld te creëren. Bij de bemonsterde wortelstokken die pas later in de meetreeks een scheut produceerden is het waterniveau op 11 april als 0 genomen en vanaf dat punt gemeten.

4.1.2 Effect van oogst

Ook in de op 12 juni geoogste strook zijn, gelijk aan in het gehele teeltbed, 10 planten gemarkeerd om de groei te monitoren. Dit brengt het totaal van gemonsterde planten op 57. Deze planten zijn gemonitord om te kijken wat het effect van tijdens het groeiseizoen oogsten is op de planten.

4.1.3 Scheut dichtheid

Op 5 plekken in het teeltbed is 20 juli een vierkante meter afgezet en het aantal scheuten geteld. De locaties zijn redelijk gelijkmatig verdeeld over het veld, op plekken waar duidelijk was dat er 4 oorspronkelijke wortelstokken in de gemeten vierkante meter stonden. Op deze manier was het mogelijk om een inschatting te maken van de scheutdichtheid in het veld. In vijf van de zes gemeten locaties stond ook een plant uit de meetserie. Vier locaties waren verspreid door het veld genomen, en de overige twee locaties waren de eerder geplaatste exclusiekooien, dit was gemakkelijk omdat deze sowieso al 1x1 meter groot waren en 4 wortelstokken omvatten.

4.1.4 Biomassa productie

In eerste instantie was het plan om een aantal scheuten te oogsten en vervolgens drogen om tot een relatie te komen tussen de gemeten groei in centimeters en de geproduceerde biomassa. Op deze

manier zouden uitspraken kunnen worden gemaakt over de staande biomassa, zonder dat hiervoor het hele veld moet worden geoogst. Hierbij vormt de gemeten groei een proxy voor de biomassa. Helaas is dit door gebrek aan droogcapaciteit niet meer uitgevoerd.

Wetzel and van der Valk (1998) hebben een formule opgesteld welke de verhouding beschrijft tussen de lengte van het langste blad en de bovengrondse biomassa voor grote lisdodde (*T. Latifolia*), waarbij BBIO staat voor bovengrondse biomassa en LB voor de lengte van het langste blad.

$$\ln(BBIO) = \ln(LB) * 2.514 - 10.233$$

5 Resultaten

Garver et al. (1988) vermeld een vertraging van de groei van de ingeplante wortelstokken van de eerste 8 weken van het groeiseizoen in het eerste jaar van het opzetten van het teeltbed, maar dit werd in het Bûtefjild in het eerste jaar niet gezien. Hier was de groei zelfs het hoogst in de achtste week na inplanten, met een groeisnelheid van gemiddeld 2.7 cm per dag voor alle metingen. Het aanslaan en uitlopen van de ingeplante wortelstokken leek dan ook vooral gerelateerd aan de gemiddelde dagtemperatuur (Figuur 3). Garver et al. (1988) meldt dat na het trage opstarten van de groeisnelheid, er een periode van 4 weken volgde met zeer hoge groeisnelheden, waarna de groeisnelheden weer afnamen. In het tweede jaar van vestiging was deze aanloopfase 4 weken korter en de periode met snelle groei 8 weken langer (12 weken in totaal). Het zou kunnen dat de wortelstokken in het tweede jaar vroeger uit zullen lopen, maar gezien de duidelijke relatie tussen het begin van de hoge groeisnelheden en de gemiddelde dagtemperatuur, is dit een kwestie van afwachten.

Ook ontwikkelden een aantal van de ingeplante wortelstokken in het grote teeltbed vanaf halverwege juni een bloeiwijze, waarbij ze geen achterstand hadden opgelopen in vergelijking met in de natuur groeiende lisdodde. De vorming van een bloeiwijze had echter wel bij alle planten een stop van groei in verticale groei tot gevolg. Wat verder opmerkelijk was dat geen van de ingeplante wortelstokken in de greppels een bloeiwijze ontwikkelden, terwijl dit bij een groot deel van de planten eind juli wel het geval was. Dit is in overeenstemming met onderzoek van Grace (1988, 1989), wat stelt dat grote lisdodde (*T. Latifolia*) onder grotere waterdiepte een grotere maximale hoogte bereikt, ten koste van een vermindering van het aantal nieuwe scheuten en het ontstaan van een bloeiwijze.

De ingeplante wortelstokken niet overal even goed aangeslagen, vooral in het achterste deel van het ingeplante teeltbed zien de planten er minder vitaal uit, met een, op het oog, lagere scheut dichtheid en verticale ontwikkeling. Het is onduidelijk wat precies het lokaal slechtere aanslaan van de lisdodde wortelstokken heeft veroorzaakt. Misschien dat het pootmateriaal lokaal van slechtere kwaliteit was, of dat de onderliggende zode minder diep of dieper was afgegraven, wat invloed kan hebben gehad op de nutriënten beschikbaarheid en wortelbaarheid van de ondergrond. Omdat er ook een trend in het teeltbed te zien is waarbij het achterste deel het zichtbaar slechter doet, zou het ook kunnen dat er minder in water opgeloste nutriënten beschikbaar zijn voor deze planten omdat die al eerder in het teeltbed zijn opgenomen door de groeiende planten, dit zou echter niet een ander slecht aanslaand deel wat meer richting het midden van het teeltbed verklaren.

5.1 Ingezaaid teeltbed

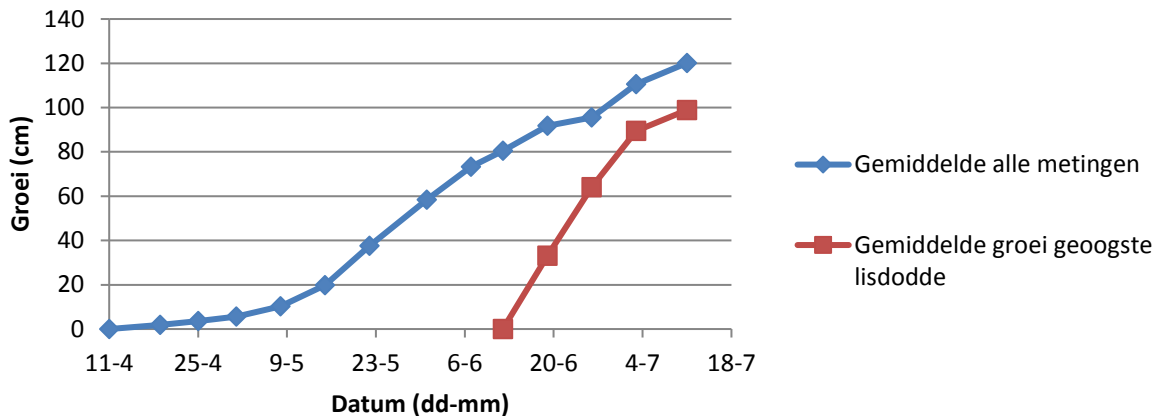
Het ingezaaide teeltbed deed er erg lang over om tot ontwikkeling te komen. Halverwege juni werd er echter grootschalig ontkiemen van het zaad gemeld. Ook na eerste kieming deed het zaad er erg lang over voordat er enigszins volwassen planten te zien waren. Dit is waarschijnlijk gedeeltelijk te verklaren door het onder water ontkiemen, waarbij de plant eerst drijvende bladeren produceert, voordat er staande bladeren boven het wateroppervlak tot stand komen. In de tussentijd is er ook massaal mannagras in het teeltbed opgekomen, voornamelijk op de stukken die net iets minder diep waren. Het zou kunnen dat de waterdiepte hier invloed op heeft gehad, het lijkt echter waarschijnlijker dat de bestaande zadenbank uit de bestaande zode onvoldoende diep is afgegraven. Het succes van het ingezaaide veld is dan ook, helaas, pas in een later stadium te bepalen.

In de met slurry ingezaaide greppel zijn nog geen lisdodde planten opgekomen. Aangezien de waterstand hier hoger is, kan dit op meerdere manieren te verklaren zijn. Allereerst zou het kunnen zijn dat het zaad überhaupt niet is ontkiemt. Dit zou kunnen zijn omdat de waterdiepte hier te groot is, of door gebrek aan zonlicht door de locatie in de smalle greppel, waarbij de waterkanten zonlicht weghouden van de bodem. Een andere mogelijkheid is dat we de opkomende lisdoddeplanten nog niet zien door de grotere waterdiepte.

5.2 Gemeten groei ingeplante teeltbed

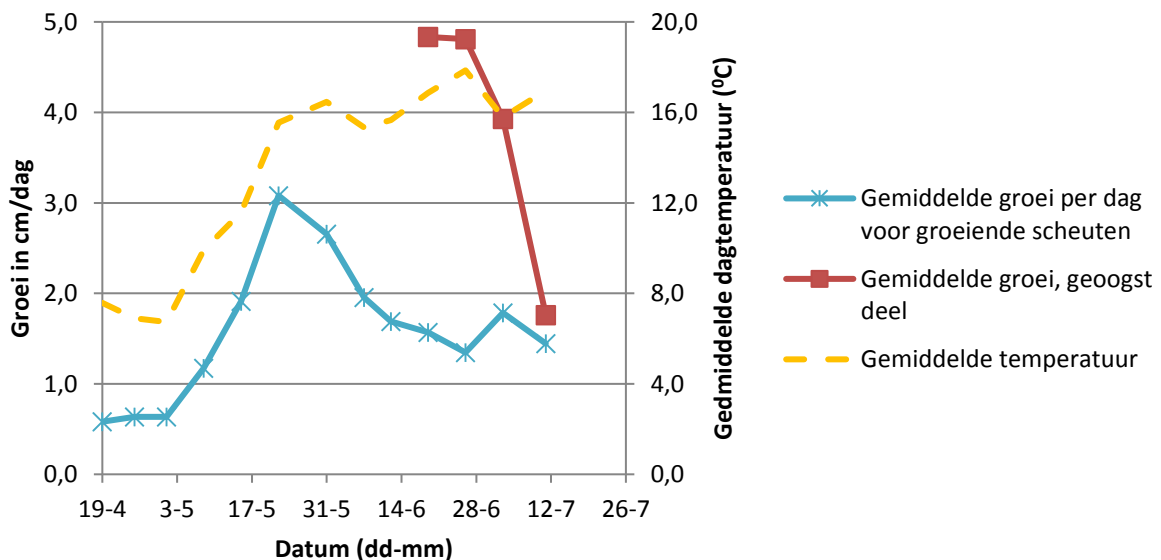
Zowel de groei vanaf 11 april, als de groei na het oogsten op 12 juni zijn gemonitord (Figuur 4 & 5). Duidelijk zichtbaar is de typische s-vorm van de groei, met een wat aarzelende start, een tussenstuk met zeer hoge groeisnelheden, waarna de groeisnelheid weer afneemt. Er lijkt een duidelijk verband te zijn tussen de start van de grote groeisnelheid en stijgende de gemiddelde dagtemperatuur in begin mei (Figuur 5).

Groei lisdodde (n=46+10)



Figuur 4: Groei lisdodde, met zowel de lange meetreeks (blauw), als het 12 juni geoogste deel van het veld (rood)

Groei per dag versus gemiddelde dagtemperatuur (°C)



Figuur 5: Gemeten groei per dag, voor zowel de lange meetreeks en het op 12 juni geoogste deel van het veld, uitgezet tegen de gemiddelde dagtemperatuur van de week voor het meetmoment.

5.3 Effect van oogst

De teruggroei na oogst was extreem snel, met verticale groeisnelheden van gemiddeld 4.8 cm per dag voor de eerste twee weken na oogst, waarna deze afnamen richting snelheden vergelijkbaar met het ongeogoste deel van het veld. Een deel van deze groei is te verklaren door strekking van bladeren die al in de wortelstok gevormd waren en dus al klaar waren om uit te lopen. Omdat de groei alleen in verticale richting is gemeten, is het onduidelijk of de biomassa van de plant ook met dezelfde snelheid is toegenomen. Hoe dan ook toont de plant zeer veel potentie voor teruggroei en is de geoogste strook na minder dan een maand nog nauwelijks te onderscheiden van het niet geoogste deel.

5.4 Scheutdichtheid

In de gemeten vierkante meters stonden gemiddeld 17,8 scheuten, met als minimum 13 en als maximum 26 scheuten. Dit betekent dat een gemiddelde wortelstok in de meetvakken bijna 4,5 (4,46) scheuten had geproduceerd en dat er op het gehele veld naar grove schatting 8025 scheuten staan. Het is waarschijnlijk dat dit nog hoger wordt gedurende de rest van het groeiseizoen, aangezien er (eind juli) nog steeds nieuwe scheuten opkomen.

5.5 Kweekbakjes

In de kleinschalige proef met het kiemen van lisdodde uit zaad, gebeurde er in de eerste acht weken na het opzetten van proef weinig tot niets. Echter op het moment dat na 8 weken van de proef een van de bakjes werd gevuld met water, bleek massale kieming van lisdoddezaad alsnog op te treden in de eerste week na verhoging van het waterpeil in de bakjes. Dit was tegen de verwachting in omdat de proef al eerder onsuccesvol was opgezet en wijst erop dat lisdoddezaad op zijn minst zeer natte omstandigheden nodig heeft om tot kieming te komen en ook onder water kan kiemen. Dit is ook in lijn met wat Heinz (2011) vermeld in haar proefschrift.

6 Vermarkting

De voornaamste bestaande hoogwaardige producten uit Lisdodde zijn constructieplaat en isolatiemateriaal, verder zijn er toepassingen als bron van vezels voor papier en textiel, als voedingsgewas en als grondstof voor lijm. Verder zijn er mogelijkheden om het materiaal te gebruiken als biobrandstof. Dit heeft echter niet de voorkeur gezien de lagere economische waarde van het gebruik als brandstof, vergeleken met hoogwaardigere toepassingen (Wichtmann et al. 2016, p. 43). Er zijn reeds een aantal bedrijven bekend die werken met lisdodde als grondstof.

6.1 Marktverkenning

Om te onderzoeken wat het potentieel van een afzetmarkt binnen Nederland is, zijn meerdere bedrijven en personen aangeschreven om te verkennen wat voor mogelijkheden er zouden zijn voor het op de markt brengen van Lisdodde. In grote lijnen zijn de aangeschreven bedrijven en personen in drie groepen op te delen; isolatie- en bouwmaterialen, veevoeder en menselijke consumptie.

6.1.1 Isolatie- en bouwmaterialen

Voor het gebruik als isolatiemateriaal noemen verkopers van ecologisch isolatiematerialen drie dingen die van belang zijn, mochten ze interesse hebben;

- De bruikbaarheid als damp-open isolatiemateriaal, dit hangt af van de verwerking van het basismateriaal.
- De beschikbaarheid van het materiaal.
- De prijs van het materiaal

Lisdodde superieur als isolatie materiaal in vergelijking met riet en voor lichtgewicht constructie (Wichtmann et al., 2016 p 119).

Hanffasser Uckermark

Hanffasser Uckermark, van oorsprong een hennepverwerker (<https://www.hanffaser.de/uckermark/>) wordt genoemd als producent van blow-in isolatie materiaal op basis van lisdodde in het Paludiculture boek van Wichtmann et al. (2016). In dit proces wordt klein vermalen lisdodde onder druk in afgesloten ruimtes gespoten en fungeert vervolgens als isolatie, hierbij zijn geen verdere toevoegingen noodzakelijk. Er wordt vermeld dat de opbrengst van 1 ha voldoende is voor het isoleren van de daken van 4 huizen. In het hele proces is er een dubbele rol voor de boer weggelegd, als producent en als vermarkter van isolatiemateriaal op hernieuwbare basis.

Naporo

Naporo (<http://naporo.com/>) en Typhatechnik (<http://typhatechnik.com/>) worden genoemd als producenten van geperste isolatieplaten op basis van lisdodde. Alleen op de verouderde website van typhatechnik zijn voorbeelden van lisdodde producten zichtbaar. Op de website van naporo wordt alleen gesproken over lisdodde als grondstof, er zijn echter geen voorbeelden van producten zichtbaar. Een groot voordeel wat wordt genoemd van manier van produceren is de energiebesparende productiemethode.

Dijkstra & Draisma

Op 15 juni zijn er bij bouwbedrijf Dijkstra & Draisma proeven uitgevoerd met gedroogd en versnipperd blad en stengel materiaal gemengd met het pluis uit de sigaarvormige aren. Hierbij werd een plexiglazen doos gevuld met het materiaal, waarna een warmtebron aan een zijde van de gevulde plaat werd geplaatst. Gedurende 40 minuten werd vervolgens de temperatuur van beide zijden van de plexiglazen doos gemeten met een infrarood thermometer, waardoor het mogelijk was om de warmtecapaciteit van het materiaal te vergelijken met de waarden van een lege doos en een doos gevuld met een isolatiemateriaal op basis van gerecycled krantenpapier (isofloc). Ook geeft dit de mogelijkheid met de

vergelijking met andere, conventionele isolatiematerialen. Ook zijn er proeven gedaan met in hoeverre het materiaal zijn vorm behoudt als het heen en weer wordt geschud.

Fraunhofer IBP

Fraunhofer IBP produceert al een aantal isolatie producten op basis van lisdodde, onder anderen geperste platen. Bij deze geperste platen wordt gebruik gemaakt van bijmengen met 30 gewichtsprocent magnesiet ($MgCO_3$) als bindmiddel en als brandvertrager. Hiermee wordt een brandveiligheidskeurmerk (DIN4102) klasse B1 (niet licht ontvlambaar, het hoogst haalbare voor brandbare materialen) behaald. Verder wordt er een warmtegeleiding (λ -waarde) van 0.055 W/mK behaald met de geperste platen (Fraunhofer IBP, Großkinsky, 2017)

Verder wordt lisdodde gebruikt in een isolerende plamuur als vezelmateriaal. Voor dunnere plamuurlagen wordt er lisdodde pluis gebruikt als vezel en voor dikkere (3-5 cm dikte) plamuurlagen fijn gesnipperd (5 mm) bladmateriaal, vermengd met leem (pers. comm. T. Großkinsky).

6.1.2 Veevoeder

Als lisdodde te gebruiken is als veevoeder geeft dit grote kansen voor de implementatie op boerenland. Aangezien de peilen toch al gaan stijgen zullen er waarschijnlijk sowieso al zeer natte plekken ontstaan in het landschap. Mocht het zo zijn dat lisdodde geschikt is als veevoeder, waarbij boeren op eigen land veevoeder kunnen produceren, hebben een aantal boeren tijdens de Veenweide Innovatie Dag op 2 juni 2017 aangegeven dat ze hier eventueel wel interesse in zouden hebben.

Dit lijkt in potentie een goede optie, waar ook bij het VIC al geëxperimenteerd wordt. Het eiwit gehalte in de bladeren is het hoogst voor de vorming van een bloeiwijze, waarna het weer afneemt. Voor gebruik als veevoeder zouden de bladeren dus waarschijnlijk voor de vorming van de bloeiwijze moeten worden geoogst. Het is onbekend of het bladmateriaal na vorming van de bloeiwijze nog steeds evenveel eiwit bevat en waarschijnlijk neemt de geschiktheid als veevoeder af (pers. comm. J.J.M. Geurts). Het oogsten voor de vorming van een bloeiwijze zou hoogstwaarschijnlijk ook neerkomen op twee keer oogsten per jaar. Definitieve resultaten van dit onderzoek worden dit jaar (2017) nog niet verwacht en komen waarschijnlijk pas in 2018.

6.1.3 Toepassingen stuifmeel

Lisdodde (*T. Latifolia*) stuifmeel blijkt zeer geschikt als substituut voedsel om roofmijten (*Euseius ovalis* en *Amblyseius swirskii*) mee te voeren. Deze roofmijten worden gebruikt in de biologische bestrijding van onder andere trips (*Frankliniella occidentalis*) en wittevlies (*Bemisia tabaci*) in de glastuinbouw (Pijnakker en Ramakers, 2008, van Rijn et al. 1999). Hierbij wordt het stuifmeel met een soort stofzuiger van het mannelijke deel van de bloeiwijze afgezogen.

6.1.4 Culinaire toepassingen

Jonnie Boer van de Librije aangeschreven vanwege zijn gebruik van Lisdodde in de keuken. Wegens tijdgebrek van zijn kant, konden er verder helaas geen echte afspraken worden gemaakt. Hij vermeldt dat Lisdodde nauwelijks wordt gebruikt wegens het korte seizoen waarin producten (jonge uitlopers en jonge scheuten) beschikbaar zijn.

6.2 Kosten en baten analyse

In het stuk 'Vernatting voor Veenbehoud' van van de Riet et al (2014) is een analyse gemaakt van de kosten en baten die komen kijken bij de overgang naar een lisdodde-teeltsysteem. Hierbij wordt gerekend met de volgende getallen;

- Bij een overgang naar Lisdoddeteelt wordt geschat dat eenmalige investering van 7300 euro per hectare nodig is, gebaseerd op ervaringen in het Ilperveld, waar een gebied van 10 ha fysiek gescheiden is van de omliggende boezem met een peilscheidingsdijk.
- Beheerkosten worden geschat op 640 euro per hectare per jaar.
- Als met een rupsmaaier wordt geoogst komen de oogstkosten op ongeveer 2000 euro per hectare.
- Rente- en afschrijvingskosten worden geschat op 530 euro per jaar met de aanname dat het gaat om een lening met een looptijd van 30 jaar tegen 3% rente.

Voor de productie van isolatiemateriaal is de prijs van een ton onbewerkte droge biomassa tussen de 100 en 200 euro, na het splitsen van vezels stijgt dit tot 300-500 euro per ton droge stof. De prijs wordt hierbij bepaald door de kwaliteit van de vezels. Halffabricaten hebben het voordeel dat transportkosten afnemen vanwege het kleinere volume wat vervoerd moet worden. Met deze prijzen zou per hectare een gemiddelde opbrengst van 2000 euro voor het onbewerkte materiaal of 4800 euro voor het halffabricaat gerealiseerd kunnen worden.

Mocht er sprake zijn van de verkoop van carbon credits, zoals ook in Duitsland (MoorFutures; www.moorfutures.de), dan zou er een eenmalige opbrengst van €14.000,- per hectare mogelijk zijn, bij een prijs van €35,- per ton voorkomen emissie en een looptijd van 30 jaar.

Helaas wordt in het artikel “vernatting voor veenbehoud” doorgerekend met de inkomsten per hectare gebaseerd op de verkoop van de al gescheiden vezel. Welke extra kosten deze productie met zich mee brengt wordt echter niet vermeld. Wel wordt gemeld dat een gebied van 500 tot 1.000 ha lisdodde voldoende biomassa oplevert om een zelfstandige productiefaciliteit te overwegen.

7 Conclusies

Lisdodde uit ingeplante wortelstokken slaat erg goed aan in de Friese veenweide, ongeveer 95% van de nieuw ingeplante planten begon na de verplaatsing opnieuw te groeien en al in na drie maanden begon een deel van de planten sigaarvormige aren te produceren. Ook produceren de ingeplante wortelstokken gemiddeld 4,5 scheuten in de eerste 3,5 maand na de opzet van het teeltbed, wat naar grove schatting leidt tot de ontwikkeling van ruim 8000 scheuten in het gehele teeltbed van 450 m². Verschillen in de ontwikkeling van het teeltbed in het Bûtefjild en de literatuur zijn grotendeels te verklaren omdat het meeste onderzoek is gedaan in Noord-Amerika, in gebieden met kortere groeiseizoenen dan in Nederland.

De plant toont een zeer groot teruggroei potentieel, het deel van het veld wat was geoogst halverwege juni toonde na de oogst hogere groeisnelheden dan de planten die het gehele jaar konden blijven staan, tot het punt dat ze nog nauwelijks achterstand (+/- 20 cm) hadden. Hierbij dient wel vermeld te worden dat het hier over de gemeten hoogte van de plant gaat en de biomassa niet is gemeten. Wat het effect is van tussentijds oogsten op de totale biomassa productie en de eventuele vorming van nieuwe scheuten uit de geoogste wortelstok is onbekend. Hoe dan ook lijken alle geoogste wortelstokken het te overleven en opnieuw uit te lopen.

Een interessante observatie is dat geen enkele van de ingeplante planten in de greppels een bloeiwijze heeft ontwikkeld. Dit is in lijn met literatuur, maar omdat het waterpeil in de greppels moeilijk te regelen was, waarbij het of op hetzelfde niveau als het grotere teeltbed kon staan, waarbij de (greppel)-uitlaat dicht stond, of bijna leeg, met de uitlaat bijna volledig open, is het een beetje onduidelijk of het niet ontwikkelen van een bloeiwijze alleen aan de grotere waterdiepte ligt, of ook aan de wisselende waterstanden en/of langere periodes met stilstaand water.

Het opzetten van een teeltbed vanuit zaad bleek een uitdaging, pas tegen het einde van juni leken er lisdodde planten omhoog te komen in het ingezaaide teeltbed. Helaas was er tegen deze tijd ook al een hoop mannagras in het bed terechtgekomen, wat in potentie een groeibelemming kan vormen voor de opkomende lisdodde kiemlingen door een competitie voor licht. Het lijkt er echter op dat de lisdodde planten door groeien en het is niet onwaarschijnlijk dat de lisdodde het nu aanwezige gras in de loop van het volgende groeiseizoen zal wegconcurreren door overschaduwning.

Een- of meermaals per jaar oogsten hangt af van het doel van de lisdodde teelt. Tweejarig oogsten leidt tot een uitputting van de standplaats. Lisdodde verplaatst zijn nutriënten in het najaar naar de wortelstok, waardoor er relatief weinig nutriënten worden verwijderd met een oogst in het najaar. Als het in stand houden van constante oogsten het doel is, raadt de literatuur dan ook aan om maar een keer per jaar te oogsten (Dubbe et al. 1988, Pratt et al. 1988, Garver et al. 1988). Ook is de meermalige betreding van de standplaats waarschijnlijk van negatieve invloed op de ondergrondse wortelstructuur (pers. commentaar Marcel Oomen). Als uitmijning van de bodem echter het doel is van de standplaats, kan meermaals oogsten wel juist een goede optie zijn, wegens het zeer snelle teruggroeien van de plant na oogst. De grootste uitmijning vind plaats als ook een deel van het wortelstelsel wordt geoogst.

8 Discussie

Voor de komende jaren, zijn er nog een aantal kansen en verbeteringen mogelijk.

De inschatting van biomassa op basis van verticale groei geeft niet de beste indicatie van de ontwikkeling van het teeltbed. Zeker omdat er niet alleen grote (T. Latifolia), maar ook kleine lisdodde (T. Angustifolia) is ingeplant. Ook verschilt het per wortelstok of er een zeer grote plant zich vormt, of dat de meeste groei in de ontwikkeling van nieuwe scheuten is gegaan. Zo is er in de meetserie een wortelstok die 3 even grote scheuten heeft gevormd, waar andere wortelstokken alle energie in een zeer grote scheut hebben gestopt, dit komt echter vervolgens niet naar voren in de data. Hierdoor is het lastig om een goede inschatting te maken van de biomassa per plant en voor het gehele teeltbed.

Om een echt goede inschatting van de biomassa te maken, zouden er een aantal stukken van het veld, dan wel het gehele veld moeten worden geoogst, en vervolgens gedroogd en gewogen. Christian Fritz adviseert om het gehele veld te oogsten, in big-bags te stoppen en te wegen bij een weegbrug in de omgeving. Dit kan nog een optie zijn voor later in dit jaar, aangezien lisdodde in het Zegveld in het tweede jaar beter terug groeit als de bovengrondse biomassa is geoogst.

Om het mogelijk te maken om uitspraken te doen over de hoeveelheid afgevoerde nutriënten per jaar zou het goed zijn als de eerder genomen bodemonster geanalyseerd zouden worden, in combinatie met later te nemen bodemonsters na afloop van het eerste en eventueel het tweede jaar. Ook een analyse van de eventueel geoogste biomassa zou in deze een toegevoegde waarde hebben.

Afhankelijk van het oogst doel, kan het ook nog interessant zijn naar wat er in de greppels is gebeurd, aangezien geen van de ingeplante planten daar een bloeiwijze heeft ontwikkeld. Het is mogelijk dat deze planten meer blad-biomassa ontwikkelen gedurende het groeiseizoen, omdat er geen energie naar de ontwikkeling van een bloeiwijze gaat. Het is echter niet onwaarschijnlijk dat de planten alleen vertraagd zijn in hun ontwikkeling en er later in het seizoen alsnog een bloeiwijze ontstaat.

9 Dankwoord

Ik zou bij deze graag mijn dank willen uitspreken richting ecologisch adviesbureau Altenburg & Wymenga en haar medewerkers die deze stage hebben mogelijk gemaakt, in het bijzonder mijn begeleider Ivan Mettrop. Ook gaat mijn dank uit naar Jetse Stoorvogel voor de begeleiding vanuit de Wageningen UR.

10 Referenties

- Dubbe, D. R., Garver, E. G., & Pratt, D. C. (1988). Production of cattail (*Typha* spp.) biomass in Minnesota, USA. *Biomass*, 17(2), 79-104.
- Fraunhofer IBG (2017). https://www.ibp.fraunhofer.de/en/Product_Developments/buidling-material-cattail.html bezocht 30-6-2017 11:54
- 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(1-2), 115-127.
- Geurtz, J. J. M. (2017). Paludiculture – experiences from the Netherlands and Europe. Presentatie op het eco congress “Innovations from Biomass” 28-29 juni 2017, Papenburg, DE.
- Grace, J. B. (1988). The effects of nutrient additions on mixtures of *Typha latifolia* L. and *Typha domingensis* Pers. along a water-depth gradient. *Aquatic Botany*, 31(1-2), 83-92.
- Grace, J. B. (1989). Effects of water depth on *Typha latifolia* and *Typha domingensis*. *American Journal of Botany*, 762-768.
- Großkinsky, T. Baustoffe aus Rohrkolben. Presentatie op het eco congress “Innovations from Biomass” 28-29 juni 2017, Papenburg, DE.
- Heinz, S. (2011). *Population biology of Typha latifolia L. and Typha angustifolia L.: establishment, growth and reproduction in a constructed wetland* (Doctoral dissertation, München, Technische Universität München, Diss., 2011).
- Makkink, G. F. (1957). Testing the Penman formula by means of lysimeters. *J. Inst. Water Eng*, 11(3), 277-288.
- Nouta, R. (2016). Paludicultuur; natte, duurzame vorm van conventionele landbouw? Studie naar het effect van stikstofrijk oppervlaktewater op de biomassa-productie en nutriëntenbalans in de bodem, Rapportage van afstudeerstage van Hall Larenstein, Leeuwarden.
- Pijnakker, J., & Ramakers, P. (2008). Predatory mites for biocontrol of Western Flower Thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande), in cut roses. *IOBC WPRS BULLETIN*, 32, 171.
- Pratt, D. C., Dubbe, D. R., Garver, E. G., & Johnson, W. D. (1988). Cattail (*Typha* spp.) biomass production: Stand management and sustainable yields: Final report, 1984--1988 (No. ORNL/Sub-84-89674/1). Oak Ridge National Lab., TN (USA); Minnesota Univ., St. Paul (USA); Minnesota Univ., Crookston (USA).
- Riet, B. van de , R. van Gerwen, H. Griffioen, N. Hogeweg (2014). Vernetting voor veenbehoud, carbon credits en kansen voor paludicultuur en natte natuur in Noord-Holland. Landschap Noord-Holland, Heiloo.
- Trouw, 2013. <https://www.trouw.nl/home/gedoe-om-verlossende-woekeraar~a880ae69/> bezocht 16-05-2017 11:54
- Valkenburg, J. L.C. H. van. 2011. Invasieve waterplanten in Nederland, Veldgids. nVWA, Wageningen. ISBN 978-90-817004-1-2
- van Rijn, P. C., Van Houten, Y. M., & Sabelis, M. W. (1999). Pollen improves thrips control with predatory mites. *IOBC/wprs Bull*, 22(1), 209-212.
- van Rijn, P. C. J. (2002). The impact of supplementary food on a prey-predator interaction. in eigen beheer.
- Wetzel, P. R., & Van Der Valk, A. G. (1998). Effects of nutrient and soil moisture on competition between shape *Carex stricta*, shape *Phalaris arundinacea*, and shape *Typha latifolia*. *Plant Ecology*, 138(2), 179-190.
- Wichtmann, W., Schäfer, A., 2007. Alternative management options for degraded fens – Utilisation of biomass from rewetted peatlands.

Wichtmann, W., Schröder, C., & Joosten, H. (2016). Paludiculture-productive use of wet peatlands: climate protection-biodiversity-regional economic benefits. Schweizerbart Science Publishers.